

مشتری و زمین مقایسه فراوانی عناصرها:

زمین : $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

مشتری : $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

نکته: عنصر هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان هستی است.

در هر دو سیاره به طور مشترک دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) وجود دارند و در هر دو سیاره، درصد فراوانی اکسیژن از گوگرد بیشتر است.

در هر دو سیاره عنصر گوگرد از نظر فراوانی در رتبه ششم قرار دارد.

در عنصرهای فراوان سازنده سیاره مشتری هیچ عنصر فلزی وجود ندارد از این رو سیاره ای گازی است زیرا بیشتر (نه تمام) عنصرهای سازنده آن گازی است و تنها دو عنصر جامد کربن (C) و گوگرد (S) در میان آنها یافت می شود ولی سیاره زمین یک سیاره سنگی و جامد است از این رو چگالی زمین از مشتری بیشتر است.

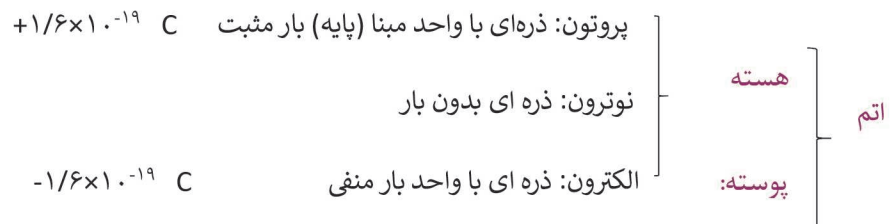
مقایسه نوع و فراوانی عناصرها در دو سیاره زمین و مشتری نشان میدهد که عناصرها به شکل ناهمگون در جهان هستی توزیع شده اند. برخی از دانشمندان بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده است.

براساس این مدل، جهان از یک وضعیت بسیار چگال و داغ غیرقابل تصور، شروع به انبساط کرد که این انبساط با آزاد شدن انرژی بسیار عظیمی همراه بوده است. چگونگی تشکیل عناصرها در نظریه مهبانگ در شکل زیر ترسیم شده است:

توجه: سحابی عقاب یکی از مکانهای زایش ستاره هاست.



نکته: دما و اندازه هر ستاره دو عامل تعیین کننده در تشکیل عناصرهای سنگین تر از سبک تر است هر چه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عناصرهای سنگین تر بیشتر فراهم می شود.

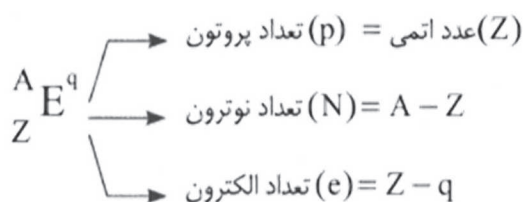


عدد اتمی و عدد جرمی

$$\left. \begin{array}{l} \text{A} \text{E} \rightarrow \text{تعداد پروتون (Z)} = \text{تعداد الکترون (e)} = \text{عدد اتمی (Z)} \\ \text{Z} \rightarrow \text{تعداد نوترون (N)} = \text{A} - \text{Z} \end{array} \right\} \Rightarrow N \geq (Z = e)$$

نکته: در اتم هایی که $A=2Z$ است، شمارهرسه ذره زیر اتمی یکسان و برابر است.

برای تعیین تعداد ذره های زیراتمی در یک یون با بار الکتریکی و از روابط زیر استفاده می کنیم:



ماهیت یک اتم را تعداد پرتون های آن تعیین می کنند در صورت تغییر تعداد پروتون ها به ذره ی دیگری تبدیل می شود. در اتم ها تعداد نوترون ها از پروتون ها یا بیش تر است یا با هم برابر می باشند. این نکته تنها در مورد اتم هیدروژن معمولی پروتیوم صادق نیست چون تنها اتمی است که نوترون ندارد.



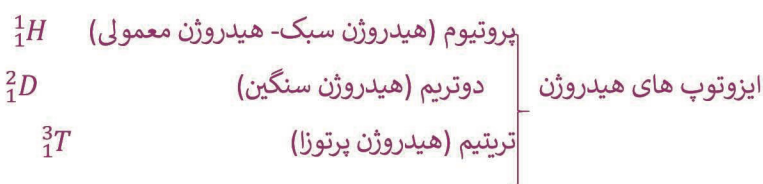
برای تعیین تعداد کل ذره های زیراتمی در یک گونه باردار مانند روش بالا عمل میکنیم با این تفاوت که تعداد کل الکترون ها دیگر با تعداد کل پروتون ها برابر نیست و برای محاسبه مجموع کل الکترون ها از رابطه زیر استفاده میکنیم:

$$(\text{بار الکتریکی}) - (\text{تعداد کل پروتون ها}) = \text{تعداد کل الکترون ها}$$

ایزوتوپ: به اتم های یک عنصر گفته می شود که در تعداد پروتون و الکترون برابر میباشند اما در تعداد نوترون و عدد جرمی متفاوت هستند.

اتم هایی با عدد اتمی برابر و عدد جرمی متفاوت رفتار و خواص شیمیایی اتم ها به آرایش الکترونی لایه ظرفیت و پروتون آنها بستگی دارد و خواص فیزیکی وابسته به جرم در اتم ها به تعداد نوترون ها بستگی دارد. بنابراین ایزوتوپ های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوت دارند.

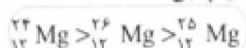
خواص شیمیایی: فلز یا نافلز بودن و ...- عدد اکسایش و واکنش پذیری
برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطه ذوب و جوش و ...



نکته: هرچه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد، پایداری آن بیشتر است.

$$\text{درصد فراوانی یک ایزوتوپ در یک نمونه} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ مورد نظر}}{\text{تعداد کل اتم ها}} \times 100$$

درصد فراوانی ایزوتوپ های سه عنصر منیزیم، کبر و لیتیم چنین است:



درصد فراوانی ایزوتوپ ${}^{24}_{12}Mg$ حدود ۷۹٪ است.

عنصر کلر دارای دو ایزوتوپ $^{35}_{17}\text{Cl}$ و $^{37}_{17}\text{Cl}$ است که درصد فراوانی ایزوتوپ $^{35}_{17}\text{Cl}$ به تقریب برابر ۷۵٪ است.

عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ است که درصد فراوانی ایزوتوپ ^7_3Li برابر ۹۴٪ است.



جرم اتمی میانگین

برای محاسبه جرم یک مخلوط طبیعی از اتم های یک عنصر-معین که دارای بیش از یک ایزوتوپ است از رابطه زیر استفاده میکنیم .

$$\bar{M} = \frac{M_1 a_1 + M_2 a_2 + \dots}{a_1 + a_2 + \dots}$$

$\bar{M}$: جرم اتمی میانگین

M_1, M_2 : جرم هر ایزوتوپ بر حسب amu و یا همان عدد جرمی هر ایزوتوپ

a_1, a_2 : فراوانی هر ایزوتوپ در یک مخلوط طبیعی و اگر فراوانی هر ایزوتوپ به شکل درصد (F) بیان شود، آنگاه رابطه بالا به رابطه زیر تبدیل می شود:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + \dots}{100}$$

برای محاسبه سریعتر جرم اتمی میانگین به جای رابطه بالا می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

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

M_1 : جرم اتمی سبکترین ایزوتوپ عنصر است.

رادیوایزوتوپ

اتم پرتوزا: اتم هایی که دارای هسته ناپایدار هستند ($N/P \geq 1/5$) و غالباً عدد اتمی آنها از ۸۴ بیش تر است پرتوزا بوده و در اثر شکافت هسته ای به پایداری بیش تری می رسند.

چنین ایزوتوپ های پرتوزا و ناپایدار یک عنصر را رادیوایزوتوپ می نامند.

در رادیوایزوتوپ ها با نماد کلی ^A_ZE روابط مقابل برقرار است:

$$\frac{N}{P} \geq 1/5 \quad \text{یا} \quad \frac{A}{Z} \geq 2/5$$

هسته رادیوایزوتوپ ها به دلیل ناپایداری، ماندگار نیستند و با گذشت زمان متلاشی می شوند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره های پرنرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کنند.

به مدت زمان لازم برای متلاشی شدن نیمی از هسته های یک رادیوایزوتوپ، نیم عمر ($t_{1/2}$) گفته می شود. به عنوان مثال اگر نیمه عمر یک رادیوایزوتوپ ۱ ساعت باشد داریم:

$$m_0 \rightarrow \frac{1h}{2} m_0 \rightarrow \frac{1h}{4} m_0 \rightarrow \frac{1h}{8} m_0 \rightarrow \frac{1h}{16} m_0, \dots$$

نکته: هرچه نیم عمر یک ایزوتوپ کوتاه تر باشد، پایداری آن کمتر است و زودتر متلاشی می شود.

اگر یک رادیوایزوتوپ با نیم عمر $t_{1/2}$ را در مدت زمان t طی n مرحله متوالی متلاشی شود برای محاسبه مقدار رادیوایزوتوپ باقی مانده می توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} \Rightarrow \begin{cases} \text{جرم باقی مانده} = \text{جرم اولیه} \times \left(\frac{1}{2}\right)^n \\ \text{تعداد اتم اولیه} \times \left(\frac{1}{2}\right)^n = \text{جرم باقی مانده} \\ \text{درصد باقی مانده} = 100 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n \end{cases}$$

ایزوتوپ های هیدروژن

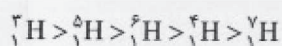
نماد ایزوتوپ ویژگی ایزوتوپ	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^4_1H	^5_1H	^6_1H	^7_1H
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲ / ۳۳ سال	1.4×10^{-22} ثانیه	9.1×10^{-22} ثانیه	2.9×10^{-22} ثانیه	2.3×10^{-22} ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

عنصر هیدروژن به طور طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^1_1H ، ^2_1H و ^3_1H است که دو ایزوتوپ ^1_1H و ^2_1H پایداری دارند ولی

ایزوتوپ ^3_1H با فراوانی بسیار ناچیز و نیم عمر به تقریب ۱۲ سال، یک رادیوایزوتوپ طبیعی به شمار می رود.

عنصر هیدروژن دارای چهار رادیوایزوتوپ دیگر (^4_1H تا ^7_1H) است که همگی ساختگی و مصنوعی اند و در طبیعت یافت نمی شوند و نیم عمری در مقیاس 10^{-22} ثانیه دارند.

نکته: مقایسه نیم عمر و پایداری ۵ رادیوایزوتوپ هیدروژن به ترتیب مقابل است:



بررسی چهار رادیوایزوتوپ و کاربرد آنها

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شود و ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.

عنصر تکنسیم ($^{99}_{43}\text{Tc}$) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته ای ساخته شد.

این رادیوایزوتوپ برای تصویربرداری غده تیروئید کاربرد دارد زیرا یون بدید (I^-) بایونی که در ساختار آن $^{99}_{43}\text{Tc}$ وجود دارد، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب I^- این یون حاوی $^{99}_{43}\text{Tc}$ را نیز جذب میکند و با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می شود.

زمان ماندگاری این رادیوایزوتوپ و یا نیم عمر آن کم (حدود ۶ ساعت) است. بنابراین نمی توان مقدار زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد و باید در صورت نیاز آن را با یک مولد هسته ای تولید و بلافاصله مصرف کنند.

• اورانیم شناخته شده ترین فلز پرتوزاست که یکی از ایزوتوپ های آن ایزوتوپ $^{235}_{92}\text{U}$ است که فراوانی آن در مخلوط طبیعی کمتر از ۰/۷ درصد است و به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می رود.

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

غنی سازی به فرایندی گفته می شود که به کمک آن درصد فراوانی یک ایزوتوپ خاص در مخلوطی از ایزوتوپ های یک عنصر معین افزایش یابد.

یکی از این رادیوداروها، گلوکز نشان دار است که یکی از اتم های آن پرتوزاست.

گلوکز نشان دار از طریق تزریق وارد بدن بیمار شده و همراه گلوکز معمولی در توده سرطانی تجمع می یابد زیرا توده سرطانی رشد سریعی داشته و یاخته های آن نیاز بیشتری به گلوکز حاوی اتم پرتوزا در توده سرطانی دارند. هرچه توده سرطانی بزرگ تر باشد، تجمع گلوکز نشان دار بیشتر و پرتوهای حاصل گلوکز حاوی از تابش اتم پرتوزا توسط آشکارساز پرتو شناسایی و محل دقیق توده سرطانی تشخیص اتم پرتوزا داده می شود.

توجه: رادیوایزوتوپ هایی از فسفر و تکنسیم در ایران تولید می شود.



ویژگی های نور

نوری که از ستاره ها به ما می رسد دربرگیرنده دو اطلاعات است؛

آن ستاره از چه عنصرهایی ساخته شده است؟

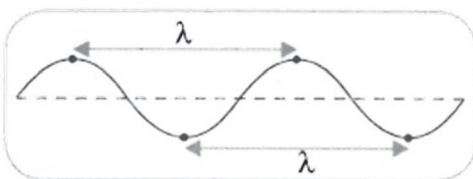
دمای آن چقدر است؟

دانشمندان به کمک دستگاه طیف سنج می توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند.

امواج الکترومغناطیس

دانشمندان براین باورند که نور نوعی موج الکترومغناطیس است، همان طور که جرم، یکی از مهم ترین ویژگی های هر

ماده است و طول موج (λ) نیز در مورد تمام امواج دارای این اهمیت است.



به فاصله دو قله یا دو دره متوالی در یک موج، طول موج گفته می شود.

نکته: هر چه طول موج بلندتر و با فاصله قله ها از هم بیشتر باشد، انرژی آن کمتر است.

نور زرد لامپ هایی که در شب، خیابان ها و بزرگراه ها را روشن می سازد به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست. دلیل استفاده از بخار سدیم این است که طیف نشری آن در ناحیه مرئی دارای یک خط زرد رنگ است که چشم انسان بیشترین حساسیت را به آن دارد.

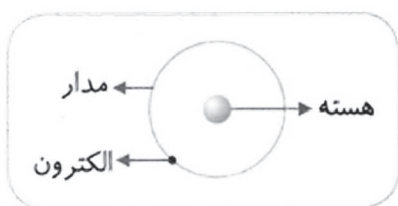
یکی دیگر از کاربردهای طیف نشری خطی عنصرها مربوط به گاز نئون است که از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی سرخ فام، استفاده می شود.

مدل بور

اتم هیدروژن به عنوان ساده ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است که در گستره مرئی طیف نشری خطی به دست آمده از اتم های آن، دارای چهارخط به شکل زیر است:



از آنجا که هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می دهد، نیلزبور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه این نوارها می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد.

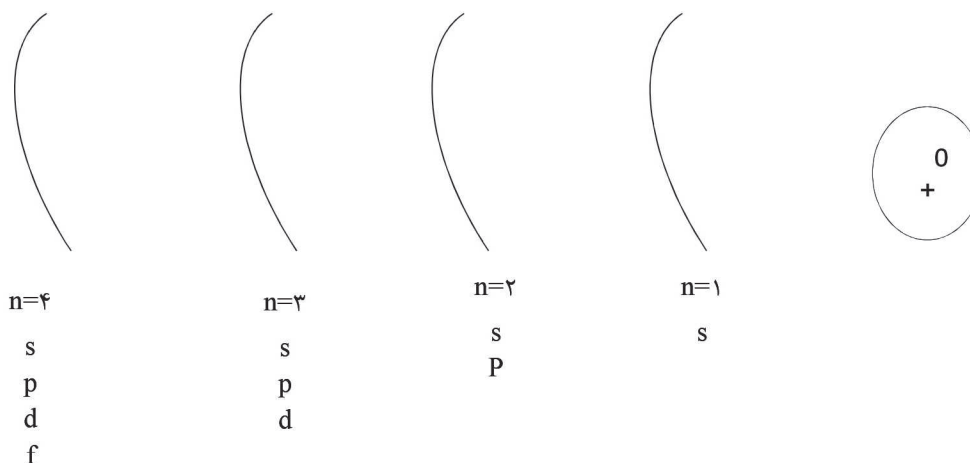


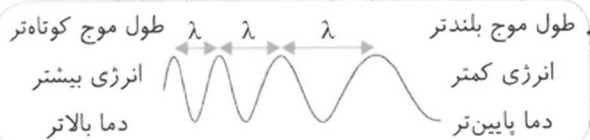
مدل بور به مدل منظومه شمسی یا سیاره ای معروف است؛ زیرا وی فرض کرد که الکترون اتم هیدروژن در مسیری دایره ای شکل به نام مدار به دور هسته گردش می کند که با دریافت انرژی های معین به مدارهای بالاتر انتقال یافته و در بازگشت به مدار اول، انرژی خود را به شکل نور از دست می دهد.

مدل بور به خوبی موفق به توجیه تعداد جایگاه خطوط طیف نشری اتم هیدروژن شد ولی توانایی توجیه طیف نشری خطی سایر عنصرها را نداشت.

مدل کوانتومی:

دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها، ساختاری لایه ای برای اتم ارائه کردند. در این مدل، برخلاف مدل بور که مدلی دو بعدی است، اتم را سه بعدی و کره ای شکل در نظر می گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون ها در فضایی بسیار بزرگ تر و در لایه های پیرامون هسته توزیع می شوند.





رنگ شعله حاصل از سوختن گاز شهری به رنگ آبی است و دمای آن 2750°C است.

رنگ شعله حاصل از سوختن شمع، زرد رنگ است و دمای آن 1750°C است.

نور حاصل از داغ شدن سشوار، قرمز رنگ است و دمای آن 800°C است.

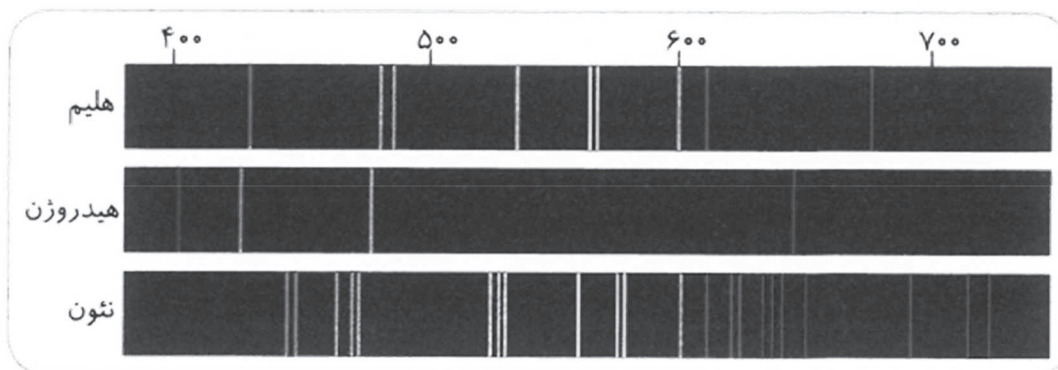
نشر نور

بسیاری از نمک‌ها، شعله رنگی دارند؛ به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند.

تغییر رنگ مربوط به فلز ترکیب اضافه شده به شعله است. از این رو می‌توان گفت که یک رنگ خاص تولید شده در شعله ناشی از وجود یک فلز خاص است. در واقع می‌توان از روی تغییر رنگ شعله به وجود یک عنصر فلزی معین پی برد. برای مثال رنگ شعله سه فلز لیتیم، سدیم و مس در جدول زیر آورده شده است.

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

نشر نور فرایندی است که در آن یک ماده با جذب انرژی، پرتوهایی از جنس الکترومغناطیس از خود گسیل می‌دارد.



نکته: طیف نشری خطی لیتیم در گستره مرئی همانند هیدروژن تنها دارای چهار خط است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه‌ای دارد و مانند اثر انگشت می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

توجه: کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی بسته مواد غذایی و کالاهاست. نور زرد لامپ‌هایی که در شب، خیابان‌ها و بزرگراه‌ها را روشن می‌سازد به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست. دلیل استفاده از بخار سدیم این است که طیف نشری آن در ناحیه مرئی دارای یک خط زرد رنگ است که چشم انسان بیشترین حساسیت را به آن دارد.

نور زرد لامپ هایی که در شب، خیابان ها و بزرگراه ها را روشن می سازد به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست. دلیل استفاده از بخار سدیم این است که طیف نشری آن در ناحیه مرئی دارای یک خط زرد رنگ است که چشم انسان بیشترین حساسیت را به آن دارد.

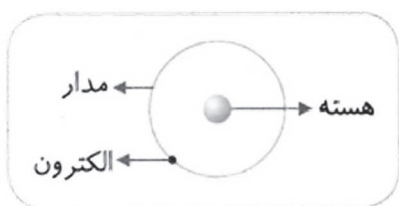
یکی دیگر از کاربردهای طیف نشری خطی عنصرها مربوط به گاز نئون است که از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی سرخ فام، استفاده می شود.

مدل بور

اتم هیدروژن به عنوان ساده ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است که در گستره مرئی طیف نشری خطی به دست آمده از اتم های آن، دارای چهارخط به شکل زیر است:



از آنجاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می دهد، نیلزبور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه این نوارها می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد.

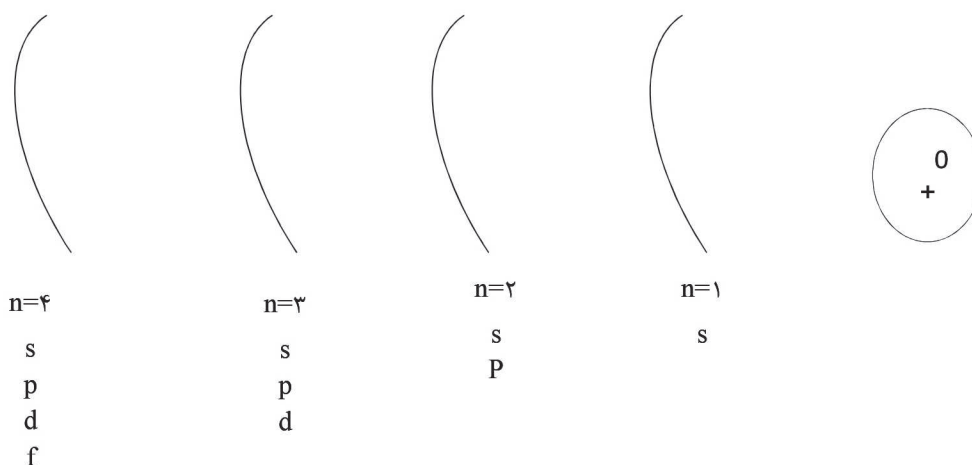


مدل بور به مدل منظومه شمسی یا سیاره ای معروف است؛ زیرا وی فرض کرد که الکترون اتم هیدروژن در مسیری دایره ای شکل به نام مدار به دور هسته گردش می کند که با دریافت انرژی های معین به مدارهای بالاتر انتقال یافته و در بازگشت به مدار اول، انرژی خود را به شکل نور از دست می دهد.

مدل بور به خوبی موفق به توجیه تعداد جایگاه خطوط طیف نشری اتم هیدروژن شد ولی توانایی توجیه طیف نشری خطی سایر عنصرها را نداشت.

مدل کوانتومی:

دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها، ساختاری لایه ای برای اتم ارائه کردند. در این مدل، برخلاف مدل بور که مدلی دو بعدی است. اتم را سه بعدی و کره ای شکل در نظر می گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون ها در فضایی بسیار بزرگ تر و در لایه های پیرامون هسته توزیع می شوند.



(عدد کوانتومی اصلی) n اولین عدد کوانتومی

این عدد مشخص کننده‌ی شماره‌ی لایه اصلی در اتم می باشد و آن را با n نمایش می دهند.

$n=1$ اولین لایه اصلی است که دارای یک تراز فرعی یا زیرلایه s می باشد. تراز فرعی (s) یک اوربیتال دارد.

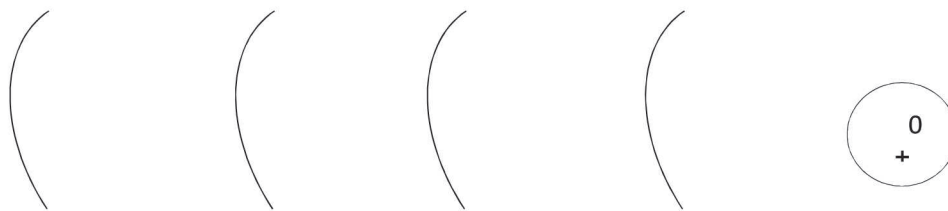
$n=2$ در دومین لایه اصلی دو زیر لایه s, p وجود دارد.

در سومین لایه اصلی سه زیر لایه s, p, d وجود دارد.

در چهارمین لایه اصلی چهار زیر لایه s, p, d, f وجود دارد.

دومین عدد کوانتومی l (عدد کوانتومی فرعی)

این عدد تعیین کننده زیر لایه ها در هر لایه می باشد و به صورت قراردادی بین 0 و $n-1$ تغییر می کند.



$n=4$	$n=3$	$n=2$	$n=1$
$s \rightarrow l=0$	$s \rightarrow l=0$	$s \rightarrow l=0$	$s \rightarrow l=0$
$p \rightarrow l=1$	$p \rightarrow l=1$	$p \rightarrow l=1$	
$d \rightarrow l=2$	$d \rightarrow l=2$		
$f \rightarrow l=3$			

تعداد الکترون های هر زیر لایه $4l+2$

نکته: در مدل کوانتومی برخلاف مدل اتمی بور، مکان دقیق الکترون و مسیر حرکت آن معلوم نیست؛ بلکه فقط می توان از احتمال بیشتر حضور الکترون در یک فضای سه بعدی سخن به میان آورد.

دلیل نامگذاری این مدل به کوانتومی بودن انرژی برمی گردد. انرژی مانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته ولی در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا بسته بسته یا کوانتومی است.

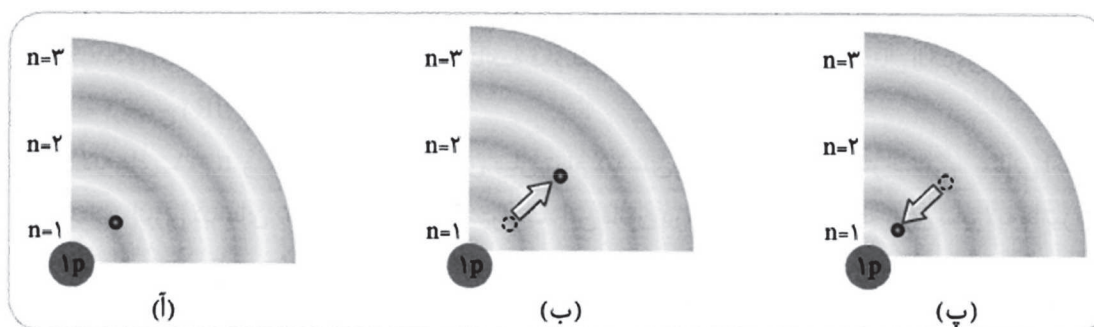
در مدل کوانتومی، هر لایه، انرژی معین و خاصی دارد که با افزایش فاصله از هسته و افزایش شماره لایه، انرژی لایه نیز افزایش می یابد. در نتیجه $n=1$ که نزدیک ترین لایه به هسته اتم است از کمترین انرژی و $n=7$ که دورترین لایه از هسته اتم است از بیشترین انرژی کوانتومی در مقایسه با انرژی سایر لایه ها برخوردار است.

انرژی الکترون در هر لایه فقط مقداری خاص و معین است که متناسب با شماره لایه یا فاصله لایه از هسته است. یعنی هر چقدر الکترونی از هسته دورتر باشد و یا در لایه بالاتری قرار داشته باشد از انرژی بیشتری برخوردار است. براساس کوانتومی بودن انرژی هر لایه، الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر فقط می توان انرژی را به صورت پیمانه ای با بسته های معین، جذب و نشر کند.



الکترون در صورت جذب انرژی بیشتر می تواند به لایه های بالاتری انتقال یابد؛ پس برای مثال الکترون با جذب انرژی معین که برابر با اختلاف انرژی لایه های اول و سوم است می تواند به طور مستقیم از لایه اول به لایه سوم برود و یا برعکس. با توجه به شکل هر چه فاصله لایه ها بیشتر باشد انرژی جذب شده یا آزاد شده بیشتر است و با توجه

به رابطه معکوس انرژی و طول موج می توان نتیجه گرفت که طول موج این انرژی کوتاه تر است. اگر به اتم ها در حالت پایه، انرژی داده شود و در صورتی که مقدار انرژی برابر با اختلاف انرژی لایه ها باشد، الکترون ها می توانند با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال یابند. به اتم ها در چنین حالتی، اتم برانگیخته می گویند. اتمهای برانگیخته نسبت به حالت پایه، پرنرژی تر و ناپایدارترند. از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه بازگردند. از آنجا که برای الکترون، نشر نور مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می کنند.



(آ) الکترون در حالت پایه اتم هیدروژن، (ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن، (پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

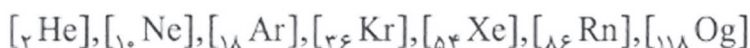
عدد کوانتومی اصلی (n)	عدد کوانتومی فرعی (l)	نماد زیرلایه	نماد زیرلایه همراه با گنجایش الکترونی	گنجایش الکترونی لایه
۱	۰	۱s	۱s ^۲	۲
۲	۰	۲s	۲s ^۲	۸
	۱	۲p	۲p ^۶	
۳	۰	۳s	۳s ^۲	۱۸
	۱	۳p	۳p ^۶	
	۲	۳d	۳d ^{۱۰}	
۴	۰	۴s	۴s ^۲	۳۲
	۱	۴p	۴p ^۶	
	۲	۴d	۴d ^{۱۰}	
	۳	۴f	۴f ^{۱۴}	

☎ 0713822955 ☎ www.alvandedu.com

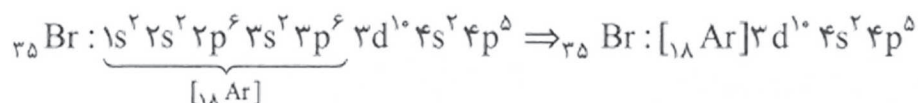
آرایش الکترونی فشرده

آرایش الکترونی اتم‌ها را می‌توان به شکل فشرده نیز نوشت. برای این منظور می‌توان از آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر استفاده کرد.

توجه: عدد اتمی گازهای نجیب را حتماً به خاطر بسپارید.



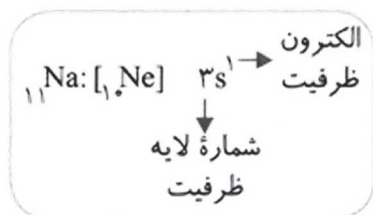
مثال: آرایش الکترونی فشرده اتم ${}_{35}\text{Br}$



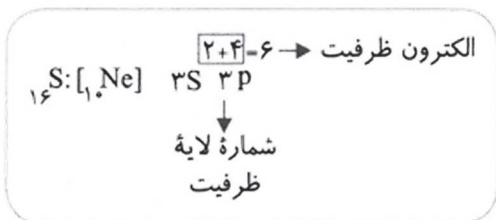
الکترون‌های ظرفیت

لایه ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کند، به الکترون‌های این لایه، الکترون‌های ظرفیت اتم می‌گویند.

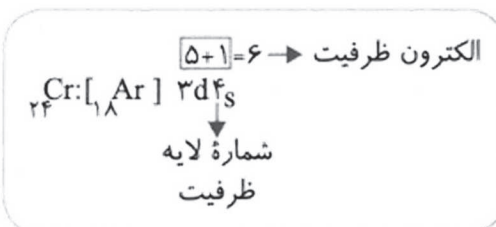
آ دسته s: در عنصرهای این دسته که آرایش الکترونی آنها به شکل ns^m [گاز نجیب] است، تعداد الکترون‌های ظرفیت اتم برابر m است. m ممکن است برابر ۱ یا ۲ باشد



ب) دسته p: در عنصرهای این دسته که آرایش الکترونی آنها به شکل $ns^2 np^m$ [گاز نجیب] است، تعداد الکترون‌های ظرفیت اتم برابر $(m+2)$ است.



پ) دسته d: در عنصرهای این دسته که آرایش الکترونی آنها به شکل $(n-1)d^x ns^y$ [گاز نجیب] است، تعداد الکترون‌های ظرفیت اتم برابر $(x+y)$ است.



ارتباط آرایش الکترونی با جدول دوره‌ای عناصرها

به کمک آرایش الکترونی می‌توان جایگاه عناصرها در جدول دوره‌ای و یا همان دوره و گروه آنها را به شکل زیر مشخص کرد. همچنین می‌توان با در اختیار داشتن شماره دوره و گروه یک عنصر به آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن پی برد.

تعیین شماره دوره یا ردیف یا تناوب:

بزرگ ترین عدد کوانتومی اصلی (n) در آرایش الکترونی برابر شماره دوره یک عنصر در جدول دوره ای است. به عبارتی اگر آرایش الکترونی تمام عنصرها را براساس آرایش الکترونی فشرده به شکل زیر بنویسیم، آنگاه:

$$[\text{گاز نجیب}] (n-2) f (n-1) d n s n p$$

شماره دوره برابر ضریب، یکی از زیرلایه های s یا p است.

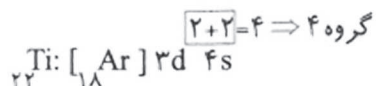
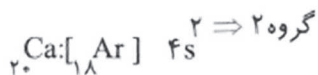
نکته: شماره تناوب (دوره) برای اساس ضریب هر زیرلایه (n) به صورت زیر است:

$$2 + \text{ضریب آخرین } f = 1 + \text{ضریب آخرین } d = \text{ضریب آخرین } p = \text{ضریب آخرین } s = \text{شماره دوره}$$

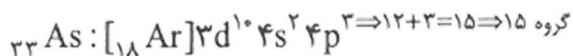
تعیین شماره گروه:

اگر آرایش الکترونی لایه ظرفیت یک اتم به s یا s و d پایان یابد آنگاه مجموع توان زیرلایه های s یا s و d برابر شماره گروه است.

مثال: شماره گروه دو عنصر ${}_{20}\text{Ca}$ و ${}_{22}\text{Ti}$ را تعیین کنید.



شماره گروه عنصرهای دسته p یا عنصرهایی که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنها به p^m پایان می یابد، برابر مجموع $(12+m)$ است.



آرایش الکترون - نقطه ای و قاعده هشت تایی

گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش ناپذیر (Ar, Ne, He) بوده و یا واکنش پذیری کمی دارند. از این رو پایداری دارند.

نکته: گاز نجیب هلیوم در تنها لایه الکترونی خود، دو الکترون دارد. پس هشت تایی شدن در مورد آن معنا ندارد. بنابراین درست تر این است که رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب، معیاری از میزان واکنش پذیری اتم ها باشد.

آرایش الکترون- نقطه ای عناصر هم گروه در جدول دوره ای مشابه است، زیرا تعداد الکترون های لایه ظرفیت عناصر هم گروه برابر است.

در عناصر دسته s شماره گروه با تعداد الکترون های لایه ظرفیت در عناصر دسته p یکسان شماره گروه با تعداد الکترون های لایه ظرفیت برابر است. برای مثال اتم Cl که در گروه 17 قرار دارد، دارای هفت الکترون در لایه ظرفیت خود است که با یکان عدد 17 برابر است.

نکته: تمام عنصرهای دسته s (به جز H و He)، اغلب عنصرهای دسته p و برخی از عنصرهای دسته d مانند ${}_{21}\text{Sc}$ با تشکیل یون از قاعده هشت تایی پیروی می کنند.

اتم ها می توانند به یکی از دو روش زیر با تشکیل یون به آرایش پایدار گاز نجیب برسند و پایداری شوند:

از دست دادن و گرفتن الکترون (داد و ستد الکترون)

به اشتراک گذاشتن الکترون ها

به طور کلی فلزهای دسته s و p با از دست دادن یک تا سه الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب قبل از خود می رسند. از این رو می توان گفت که فلزهای گروه ۱، ۲ و ۱۳ با داشتن یک، دو و سه الکترون در لایه ظرفیت خود به ترتیب با از دست دادن یک، دو و سه الکترون به یون های با بار «۱+»، «۲+» و «۳+» تبدیل می شوند.

نکته: اگر تعداد الکترون های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر سه باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که تمام الکترون های ظرفیت خود را از دست بدهد و با تشکیل کاتیون پایدار شود.

از سویی نافلزهای گروه های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ با داشتن ۵، ۶ و ۷ الکترون در لایه ظرفیت خود می توانند به ترتیب با گرفتن سه، دو و یک الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند و یون هایی با بار «-۳»، «-۲» و «-۱» ایجاد کنند.

۱										۱۸
										He
Li ⁺										Ne
Na ⁺	Mg ²⁺									Ar
K ⁺	Ca ²⁺									Kr

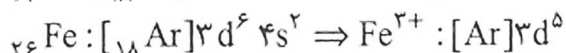
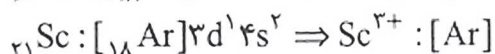
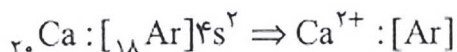
هیچ یک از عنصرهای گروه ۱۴ در دوره های ۲، ۳ و ۴ با از دست دادن و یا به دست آوردن الکترون به آرایش هشت تایی نمی رسند و یا هیچ یون پایداری از این عنصرها در طبیعت یافت نمی شود. اتم هیدروژن با داشتن تنها یک الکترون در لایه ظرفیت خود می تواند یک الکترون بگیرد و به آرایش پایدار گاز نجیب He²⁺ برسد.

تبدیل اتم ها به یون ها

آ آرایش الکترونی کاتیون ها

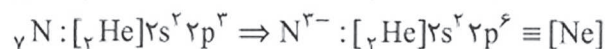
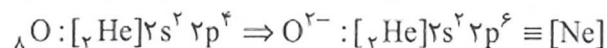
برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون، ابتدا باید آرایش الکترون اتم خنثی را نوشته، سپس برابر با بار کاتیون از الکترون های لایه ظرفیت و به ترتیب از بیرونی ترین زیرلایه، الکترون ها را جدا کنیم.

مثال: آرایش الکترونی کاتیون های Fe^{3+} ، Ga^{3+} ، Sc^{3+} و Fe^{3+} را بنویسید



ب آرایش الکترونی آنیون ها

برای نوشتن آرایش الکترونی آنیون، ابتدا باید آرایش الکترونی اتم خنثی را نوشته، سپس برابر با بار آنیون به الکترون های لایه ظرفیت و بیرونی ترین لایه آن، الکترون ها را می افزاییم.



نام گذاری

یون تک اتمی، کاتیونی یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است. برای مثال یون های Na^{+} و Cl^{-} تک اتمی هستند. نامگذاری این یون ها چنین است:

نام گذاری کاتیون تک اتمی عنصرهای دسته s و p: یون + نام عنصر

نام گذاری آنیون تک اتمی: یون + نام عنصر + «-ید»

برای نامگذاری یک ترکیب یونی دوتایی تنها کافی است که واژه یون از ابتدای نام هر کاتیون و آنیون را حذف کنیم و نام های باقی مانده را در کنار هم قرار دهیم.

توجه: به یاد بسپارید که ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون بیان می شود.

ردیف	نام و نماد شیمیایی کاتیون	نام و نماد شیمیایی آنیون	نام و فرمول ترکیب یونی
۱	یون لیتیم Li^+	یون فلوئورید F^-	لیتیم فلوئورید LiF
۲	یون منیزیم Mg^{2+}	یون سولفید S^{2-}	منیزیم سولفید MgS
۳	یون آلومینیم Al^{3+}	یون نیتريد N^{3-}	آلومینیم نیتريد AlN
۴	یون کلسیم Ca^{2+}	یون برمید Br^-	کلسیم برمید CaBr_2

جرم اتمی عناصرها

یکای جرم اتمی (amu)

اگر جرم یک ایزوتوپ $^{12}_6\text{C}$ را برابر عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس آن را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را یک amu مینامند که یکای جرم اتمی است.

$$1\text{amu} = \frac{1}{12} {}^{12}_6\text{C}$$

نکته: ۱ amu جرمی برابر 1.66×10^{-24} دارد.

پروتون اندکی بیشتر از ۱ amu بوده، درحالیکه جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{1836}$ amu است.

در جدول زیر برخی ویژگیهای ذره های زیراتمی یا بنیادی آورده شده است:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}^0_{-1}\text{e}$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}^1_{+1}\text{p}$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}^1_0\text{n}$	۰	۱/۰۰۸۷

مسئله:

کسر-تبدیل، کسری است که به کمک آن می توان دو کمیت به ظاهر متفاوت (۱ و ۱۰۰) با دو واحد به ظاهر متفاوت (متر و سانتی متر) را هم ارز یکدیگر قرار داد.

کسره های تبدیل باید به گونه ای نوشته شوند که واحدهای یکسان با هم ساده شوند. برای مثال کسر-تبدیل دو واحد متر و سانتی متر چنین است:

$$\frac{100\text{cm}}{1\text{m}} \text{ یا } \frac{1\text{m}}{100\text{cm}}$$

عدد آووگادرو

دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی، جرم اتمها را با دقت زیاد اندازه گیری می کنند. برای مثال، جرم یک اتم هیدروژن برابر ۱ amu و معادل با 1.66×10^{-24} g است.

$$\frac{1}{12} {}^{12}_6\text{C} = 1\text{amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{g}$$

اکنون می توان محاسبه کرد که در نمونه یک گرمی از یک عنصر هیدروژن، چند اتم هیدروژن وجود دارد:

$$1\text{gH} \times \frac{1\text{atomH}}{1.66 \times 10^{-24} \text{g}} = 6.02 \times 10^{23} \text{atom H}$$

شیمیدان ها به عدد 6.02×10^{23} از هر ذره، یک مول از آن ذره می گویند و این عدد را عدد آووگادرو می نامند که با نماد N_A نشان داده می شود.

دلیل استفاده از عدد آووگادرو در شیمی این است که یکای جرم اتمی (amu) یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است ولی با استفاده از N_A میتوان به یکای گرم رسید که رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه است.

جرم مولی:

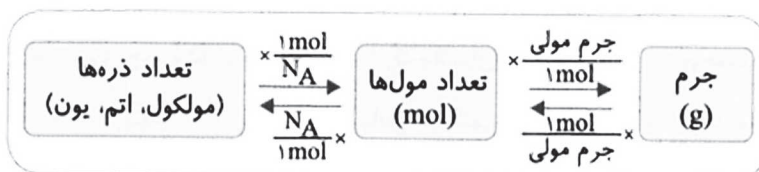
جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می شود و یکان آن g.mol^{-1} است. جرم مولی یک ترکیب برابر با مجموع جرم مولی اتمهای (سازنده آن است. برای مثال جرم مولی CO_2 برابر $(12 \times 1) + (16 \times 2) = 44 \text{g}$ است.

از نظر عددی جرم مولی و جرم اتمی یک عنصر برابر است؛ زیرا جرم یک مول amu برابر یک گرم است.

برای مثال جرم اتمی ${}^{12}_6\text{C}$ برابر ۱۲ amu و جرم مولی آن برابر ۱۲ g است.

$$\text{جرم اتمی میانگین (amu)} \times \underbrace{\frac{1.66 \times 10^{-24} \text{g}}{1 \text{amu}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{اتم}}{1 \text{mol}}}_{1 \text{g}} = \text{جرم مولی عنصر}$$

با استفاده از هم ارزی میان کمیتها می توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد. به طوری که برای هر هم ارزی می توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت. از این رو برای تبدیل مول به گرم و یا تعداد ذره های سازنده می توان از کسریهای تبدیل زیر استفاده کرد:



اکسیژن، گازی واکنش پذیر در هوا کره واکنش پذیری اکسیژن

اکسیژن یکی از مهم ترین گازهای تشکیل دهنده هوا کره است که زندگی روی زمین، به وجود آن وابسته است. این عنصر در آب کره، در ساختار مولکول های آب و در سنگ کره به شکل ترکیب با دیگر عناصر وجود دارد.

عنصر اکسیژن در تمام بخش های هوا کره و به طور عمده به شکل مولکول های O_2 وجود دارد؛ هرچند که در لایه های بالاتر از تروپوسفر، این عنصر به شکل O_3 ، O و O^+ نیز وجود دارد.

با افزایش ارتفاع از سطح زمین، هوا رقیق و رقیق تر می شود پس می توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار گاز اکسیژن کاهش می یابد.

سوختن

اکسیژن، گازی واکنش پذیر است و با اغلب عناصرها و مواد واکنش می دهد برای مثال فساد مواد غذایی، پوسیدن چوب، فرسایش سنگ و خاک، زنگ ردن وسایل آهنی، سوختن سوخت های فسیلی و ... از جمله این واکنش ها است.

آزادسازی انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد غذایی مانند چربی ها و قندها در سوخت و ساز یاخته ای نیز به کمک اکسیژن انجام

انرژی + آب + کربن دی اکسید → اکسیژن + چربی ها یا قندها

سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به شکل نور و گرما آزاد می شود. ماده سوختنی می تواند سوخت های فسیلی مانند زغال سنگ، بنزین و گاز شهری و یا برخی عناصرهای فلزی و نافلزی باشد.

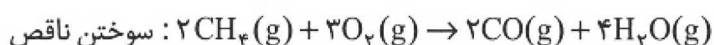
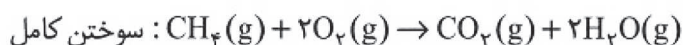
زغال سنگ در حضور اکسیژن می سوزد و افزون بر تولید گازهای CO_2 ، SO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می کند.

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

اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز کربن مونوکسید (CO) به همراه دیگر فراورده ها تولید خواهد شد در این حالت گفته می شود سوختن ناقص است.

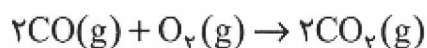
برای مثال سوختن کامل گاز شهری که به طور عمده از متان (CH_4) تشکیل شده است، سبب می شود که رنگ شعله وسیله گازسوز، آبی رنگ باشد ولی در صورت ناکافی بودن اکسیژن در محیط، شعله به رنگ زرد درمی آید که نشان دهنده سوختن ناقص است.

معادله واکنش های سوخت کامل و ناقص گاز متان چنین است:



کربن مونواکسید

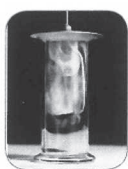
کربن مونواکسید از کربن دی اکسید ناپایدارتر است به طوری که CO در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می سوزد و به CO_2 تبدیل می شود.



مونوکسید کربن گازی بی رنگ، بی بو و بسیار سمی است، چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است، به طوری که به سرعت در همه فضای اتاق و با یک محیط بسته پخش می شود. میل ترکیبی این گاز با هموگلوبین خون بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. از این رو مولکول های آن پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت های بدن جلوگیری می کنند، این ویژگی سبب مسمومیت می شود و سامانه عصبی را فلج می کند.

سوختن عناصرها

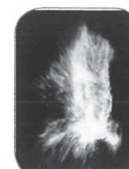
فلزها: برخی فلزها در حضور اکسیژن خالص و در شرایط مناسب می سوزند، به طور خاص تمام فلزهای گروه های ۱ و ۲ جدول دوره ای (به جز بریلیم) می سوزند و اکسید فلزی تولید می کنند. شکل های زیر مربوط به سوختن فلز سدیم است که با تولید نوری زرد رنگ همراه است. نوار منیزیم در مجاورت اکسیژن می سوزد و نوری سفیدرنگ تولید می کند. فلز آهن در مجاورت اکسیژن هوا و رطوبت به آرامی زنگ می زند ولی گرد آهن در حضور اکسیژن خالص می سوزد و نور و گرمای زیادی تولید می کند.



$4\text{Na(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{گرمای و نور زرد مایل به نارنجی و نارنجی}$



$2\text{Mg(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{MgO(s)} + \text{نور سفید خیره کننده و گرمای و نارنجی و نارنجی}$



$4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + \text{گرمای و نارنجی و نارنجی}$



$\text{S(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_2\text{(g)} + \text{نور آبی و گرمای و نارنجی و نارنجی}$

نافلزها: برخی نافلزها می سوزند و به اکسید نافلز تبدیل می شوند.

شکل زیر مربوط به سوختن گوگرد است که با تولید نوری به رنگ آبی همراه است.

واکنش های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

در فرایند فیزیکی، ماهیت ماده تغییر نمی کند و ذره های سازنده آن دستخوش تغییر نمی شوند. اغلب فرایندهای فیزیکی شامل تغییر حالت فیزیکی است. ولی لزوماً در فرایند فیزیکی، حالت فیزیکی مواد تغییر نمی کند و ممکن است ثابت بماند مانند انبساط طولی فلزها بر اثر گرما

در فرایند شیمیایی، ماهیت ماده تغییر می کند و یک یا چند ماده به یک یا چند ماده جدید تبدیل می شود.

البته در یک تغییر شیمیایی حالت فیزیکی ماده های اولیه و فراورده ها می تواند یکسان یا متفاوت باشد.

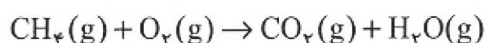
یک تغییر شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، مزه، یا آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.

نکته: یک فرایند شیمیایی همواره با تغییر انرژی همراه است.

معادله نوشتاری: این معادله ساده ترین نوع نمایش یک تغییر شیمیایی است که در آن تنها نام مواد شرکت کننده (واکنش دهنده ها و فراورده ها) در واکنش نوشته می شود

آب + کربن دی اکسید → اکسیژن + متان

معادله نمادی: در معادله نمادی فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش نوشته می شود.



معادله نمادی افزون بر فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مواد، اطلاعاتی درباره شرایط واکنش نیز ارائه می کند که معمولاً روی پیکان «→» نوشته می شود. این اطلاعات می تواند شامل دمای واکنش، فشار واکنش، استفاده از یک کاتالیزگر خاص و ... باشد.

نماد	معنا
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش دهنده ها بر اثر گرم شدن واکنش می دهند.
$\xrightarrow{2\text{atm}}$	واکنش در فشار 2 atm انجام می شود. (فشار مورد نیاز برای انجام واکنش)
$\xrightarrow{1200^{\circ}\text{C}}$	واکنش در دمای 1200°C انجام می شود.

نماد	معنا
$\xrightarrow{\text{Pd(s)}}$	برای انجام واکنش از فلز پالادیم به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.
$\longrightarrow$	واکنش دهنده ها به طور کامل طی یک فرایند یک طرفه و برگشت ناپذیر به فراورده ها تبدیل می شوند. (تولید می کند یا می دهد)
$\rightleftharpoons$	واکنش دهنده ها و فراورده ها به یکدیگر تبدیل می شوند و واکنش برگشت پذیر است.

قانون پایستگی جرم

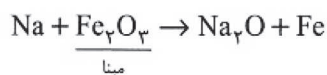
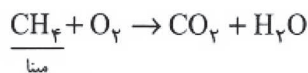
آ) جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است و نه کم و نه زیاد می شود.
 ب) مجموع جرم واکنش دهنده ها با مجموع جرم فراورده ها برابر است.
 پ) در واکنش های شیمیایی به اتمی به وجود می آید و نه اتمی از بین می رود، بلکه شیوه اتصال آنها به یکدیگر تغییر می کند.

موازنه واکنش های شیمیایی

هنگام موازنه یک واکنش شیمیایی به نکته های زیر توجه کنید:
 برای موازنه نباید زیروند اتم ها در یک ترکیب شیمیایی را تغییر داد. برای مثال نمی توان برای موازنه اتم های اکسیژن در سوختن متان، زیروند اکسیژن در مولکول را از ۲ به عدد دیگری تغییر داد.
 ضرایب معادله باید کوچکترین عدد صحیح باشد.

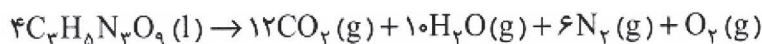
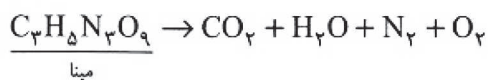
موازنه به روش واری

برای موازنه یک واکنش به روش واری مراحل زیر به ترتیب انجام می دهیم؛
 انتخاب مبنا: مبنا ترکیبی است که در یکی از دو قسمت معادله دارای بیشترین تعداد اتم است. به انتخاب مبنا در مثال های زیر دقت کنید:



عددی دلخواه (معمولاً عدد ۱) را به مبنا نسبت می دهیم.

موازنه را از اتم های مبنا شروع می کنیم.
 البته باید توجه داشت که موازنه را از اتم هایی می توان شروع کرد که در هر سمت معادله تنها یک بار و در یک ترکیب وجود داشته باشند، به مثال زیر توجه کنید:



ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها اکسایش و خوردگی

اغلب فلزها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شوند که بخش قابل توجهی از آنها به شکل اکسید است. برای مثال فلز آلومینیم به شکل ترکیب بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و فلز آهن به شکل ترکیب هماتیت (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی) در طبیعت وجود دارد.

اکسایش به واکنش آرام مواد با اکسیژن می گویند که با تولید انرژی همراه است ولی این انرژی نه به شکل لحظه ای بلکه به مرور زمان و تدریجی آزاد می شود زنگ آهن معروف ترین واکنش اکسایش است که در آن، آهن با اکسیژن در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن قهوه ای رنگ تشکیل می دهد.

به ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی می گویند.

مقایسه واکنش پذیری فلزها

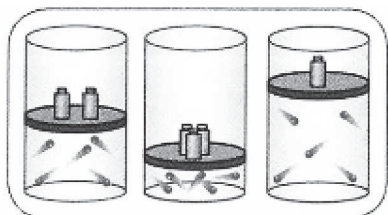
می توان نتیجه گرفت که فلزهای گروه اول در مقایسه با سایر فلزها به مراتب از واکنش پذیری بیشتری برخوردارند. از واکنش فلز با اسید می توان برای مقایسه واکنش پذیری فلزها استفاده کرد. براساس معادله نوشتاری زیر، برخی فلزها در واکنش با محلول اسیدی، گاز هیدروژن تولید می کنند.

گاز هیدروژن + ترکیب محلول در آب → محلول اسید + فلز

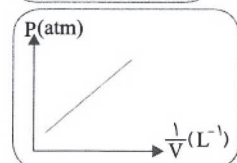
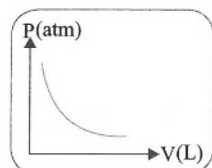
خواص و رفتار گازها

رابطه فشار و حجم در گازها

گاز برخلاف جامد و مایع، تراکم پذیر است. به طوری که اگر به یک نمونه گاز موجود در سرنگ یا سیلندری با پیستون روان، فشار وارد کنیم، گاز فشرده تر و حجم آن کمتر می شود. دلیل تراکم پذیری گازها این است که فاصله بین مولکول های گاز زیاد است و با کاهش حجم، می توان آنها را به یکدیگر نزدیک تر کرد.



با توجه به تراکم پذیری گازها می توان نتیجه گرفت که با افزایش فشار، حجم گاز کاهش می یابد و متراکم می شود. از این رو می توان گفت که فشار یک گاز با حجم آن رابطه عکس دارد، پس در دمای ثابت، حاصل ضرب حجم یک گاز (V) در فشار آن (P) مقداری ثابت است.



در دمای ثابت، نمودار فشار - حجم برای گاز معین به شکل مقابل است. با توجه به اینکه حاصل ضرب « $P \times V$ »، در یک نمای ثابت، مقداری ثابت است پس می توان نتیجه گرفت که فشار متناسب با معکوس حجم است.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{ثابت}$$

اگر در دمای ثابت، حجم گازی a درصد تغییر کند، میزان درصد تغییرات فشار برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات فشار} = \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = \frac{a}{1+a} \times 100$$

اگر در دمای ثابت، فشار گازی a درصد تغییر کند، میزان درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{a}{1+a} \times 100$$

مثال: اگر در دمای ثابت، حجم گازی ۴۰ درصد افزایش یابد، فشار گاز چند درصد تغییر می یابد؟

$$V_T = V_1 + 0.4V_1 = 1.4V_1$$

$$P_1V_1 = P_TV_T \Rightarrow P_1V_1 = P_T \times 1.4V_1 \Rightarrow P_1 = P_T \times 1.4$$

$$\Rightarrow \Delta P = P_T - P_1 = P_T - 1.4P_T = -0.4P_T$$

$$\text{درصد تغییرات فشار} = \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = \frac{-0.4P_T}{P_1} \times 100 = \frac{-0.4P_T}{1.4P_T} \times 100 = -28.5\%$$

$$\rho = \frac{M \text{ (جرم مولی گاز)}}{V \text{ (حجم مولی گاز)}} \quad \rho \text{ (چگالی گاز)}$$

پس چگالی دو گاز N_2 و CO_2 در STP برابر است با:

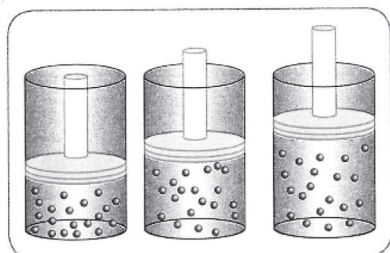
$$\rho_{N_2} = \frac{28g}{22.4L} = 1.25g/L, \quad \rho_{CO_2} = \frac{44g}{22.4L} = 1.96g/L$$

با توجه به اینکه حجم مولی گازها در شرایط یکسان دما و فشار با یکدیگر برابر است؛ پس $V_1 = V_T$ و در نتیجه خواهیم داشت:

$$\frac{\rho_1}{\rho_T} = \frac{M_1}{M_T}$$

رابطه دما و حجم در گازها

همان طور که می بینید با افزایش دما، جنب و جوش مولکول های گاز افزایش یافته، فاصله میان آنها بیشتر شده است و در نتیجه حجم گاز نیز افزایش یافته است.



در این رابطه دما باید بر حسب کلوین باشد.

نمودار حجم (V) بر حسب دما (K) برای یک نمونه گاز در فشار ثابت به شکل مقابل است:

با توجه به اینکه در فشار ثابت، عبارت $\frac{V}{T}$ مقداری ثابت

است بنابراین با افزایش دما از T_1 به T_2 باید حجم نیز از V_1 به V_2 افزایش یابد تا

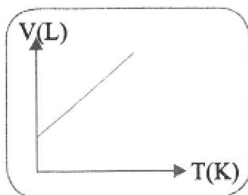
عبارت $\frac{V}{T}$ همچنان ثابت بماند. از این رو می توان گفت که در فشار ثابت، رابطه زیر

میان دما و حجم یک نمونه گاز برقرار است:

در فشار ثابت به دلیل آنکه رابطه دما و حجم مستقیم است می توان از رابطه زیر استفاده

کرد ولی باید دما بر حسب کلوین باشد:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{ثابت} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$



قانون آووگادرو

براساس قرارداد، دمای صفر درجه سلسیوس یا ۲۷۳ کلوین و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر گرفته اند. براین اساس یک مول از تمام گازها در STP، حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر دارند، به دیگر سخن، حجم مولی گازها در STP برابر ۲۲/۴ لیتر یا ۲۲۴۰۰ mL است.

نکته: حجم اشغالی شده توسط یک مول یا 6.02×10^{23} ذره از یک نوع گاز را حجم مولی گاز می نامند. در جدول زیر حجم چند نمونه گاز در شرایط STP نشان داده شده است.

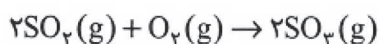
مثال	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H _۲	Ne	CO _۲	O _۲	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
حجم (L)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

تعداد ذره برابر از دو گاز H_۲ و Ne از حجم یکسانی برخوردارند. این قانون در مورد دو گاز CO_۲ و O_۲ نیز صادق است، یعنی با دو برابر شدن تعداد ذره ها با دو برابر شدن مول گازها، حجم آنها نیز دو برابر شده است.

استوکیومتری در واکنشهای شیمیایی

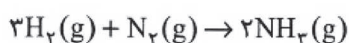
استوکیومتری مولی- مولی

مثال ۱: از واکنش ۴ مول گاز گوگرد دی اکسید با مقدار کافی گاز اکسیژن، چند مول گاز گوگرد تری اکسید به دست می آید؟



$$? \text{mol SO}_3 = 4 \text{mol SO}_2 \times \frac{2 \text{mol SO}_3}{2 \text{mol SO}_2} = 4 \text{mol SO}_3$$

مثال ۲: از واکنش 6.02×10^{23} مولکول گاز هیدروژن با مقدار کافی گاز نیتروژن چند مول گاز آمونیاک به دست می آید؟



ابتدا شمار مولکول های هیدروژن را با توجه به عدد آووگادرو به مول هیدروژن تبدیل می کنیم.

$$\text{mol H}_2 = 6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}} = 1 \text{ mol H}_2$$

سپس مول هیدروژن را به مول آمونیاک تبدیل می کنیم.

$$? \text{mol NH}_3 = 1 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = \frac{2}{3} \text{ mol NH}_3$$

برای حل سؤال می توان تمام ضرب ها را در یک خط و پشت سرهم نوشت:

$$? \text{mol NH}_3 = 6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ مولکول}} \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = \frac{2}{3} \text{ mol NH}_3$$

مثال ۱: معادله واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به شکل زیر است:



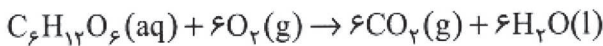
به ازای تولید ۱/۵ مول گاز کربن دی اکسید چند مول گلوکز اکسایش یافته است؟
روش تناسب:

$$\frac{? \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1} = \frac{1/5 \text{mol CO}_2}{6} \Rightarrow ? = 0/25 \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

استوکیومتری مولی - جرمی یا جرمی - مولی

در این حالت باید گرم داده به مول داده و با مول خواسته به گرم تبدیل شود.

مثال. در اکسایش کامل گلوکز در بدن انسان به ازای اکسایش دو مول گلوکز چند گرم گاز کربن دی اکسید تولید می شود؟
(C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol⁻¹)



$$? \text{g CO}_2 : 2 \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{6 \text{mol CO}_2}{1 \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{44 \text{g CO}_2}{1 \text{mol CO}_2} = 528 \text{g CO}_2$$

استوکیومتری جرمی - جرمی

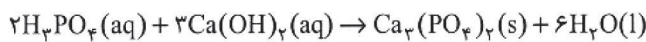
منظور از این عنوان این است که هم داده سؤال و هم خواسته سؤال هر دو بر حسب گرم باشند. در این حالت: ابتدا جرم داده را به مول تبدیل کنیم.

سپس با استفاده از عامل تبدیل مناسب، مول داده را به مول خواسته تبدیل کنیم.

در پایان نیز با استفاده از جرم مولی: مول خواسته را به گرم آن تبدیل می کنیم.

مثال: از واکنش ۴۹ گرم فسفریک اسید (H₃PO₄) با مقدار کافی محلول کلسیم هیدروکسید چند گرم رسوب به دست می آید؟

$$(H = 1, O = 16, P = 31, Ca = 40 : \text{g.mol}^{-1})$$



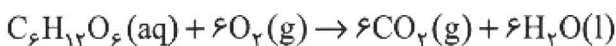
$$? \text{g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 49 \text{g H}_3\text{PO}_4 \times \frac{1 \text{mol H}_3\text{PO}_4}{98 \text{g}} \times \frac{1 \text{mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{2 \text{mol H}_3\text{PO}_4} \times \frac{310 \text{g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{1 \text{mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 77/5 \text{g Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

استوکیومتری گازها

برای انجام استوکیومتری واکنش های گازی در STP می توان از کسر تبدیل زیر برای تمام گازها استفاده کرد.

$$\frac{1 \text{mol}}{22/4 \text{L}} \text{ یا } \frac{22/4 \text{L}}{1 \text{mol}}$$

مثال: براساس واکنش زیر از اکسایش ۲/۵ مول گلوکز در بدن انسان در STP چند لیتر گاز به دست می آید؟



$$? \text{L CO}_2 = 2/5 \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{6 \text{mol CO}_2}{1 \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{22/4 \text{L CO}_2}{1 \text{mol CO}_2} = 33/6 \text{L CO}_2$$

شرایط غیر STP

برای انجام استوکیومتری واکنش های گازی در شرایط غیر STP سه حالت ممکن است. داشتن حجم مولی: در این سؤال ها گفته می شود که حجم مولی را به جای ۲۲/۴ لیتر در دما و فشار مورد نظر عدد دیگری مانند ۲۰، ۲۴، ۲۵ و ... در نظر بگیرید.

از این رو در انجام محاسبات چه به روش کسر تبدیل و چه به روش تناسب تنها کافیست که به جای ۲۲/۴ لیتر از حجم مولی داده شده استفاده کنیم.

مثال: از تجزیه ۵۰ گرم کلسیم کربنات در دمای بالاتر از 800°C براساس معادله زیر چند لیتر گاز به دست می آید؟ (حجم مولی گاز را ۲۵L در نظر بگیرید.) ($\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g.mol}^{-1}$)



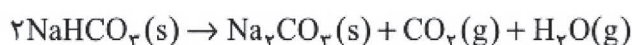
روش کسر تبدیل:

$$? \text{ LCO}_2 = 50 \text{ gCaCO}_3 \times \frac{1 \text{ molCaCO}_3}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ molCO}_2}{1 \text{ molCaCO}_3} \times \frac{25 \text{ L}}{1 \text{ molCO}_2} = 12.5 \text{ LCO}_2$$

داشتن چگالی:

در این حالت به جای بیان حجم مولی گاز، در دما و فشار آزمایش، چگالی گاز داده می شود. از این رو با استفاده از معادله واکنش ابتدا به روش کسر تبدیل یا تناسب جرم گاز را به دست می آوریم سپس با قراردادن در رابطه چگالی به حجم گاز می رسم.

مثال: از تجزیه ۴۲۰ گرم سدیم هیدروژن کربنات براساس معادله زیر چند لیتر گاز CO_2 به دست می آید؟ (چگالی گاز در شرایط آزمایش 0.88 g.L^{-1} است.)



روش کسر تبدیل: ابتدا جرم گاز آزاد شده را به دست می آوریم:

$$? \text{ gCO}_2 = 420 \text{ gNaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ molNaHCO}_3}{84 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ molCO}_2}{2 \text{ molNaHCO}_3} \times \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ molCO}_2} = 110 \text{ gCO}_2$$

اکنون با استفاده از رابطه چگالی می توان به حجم گاز دست یافت.

$$\frac{\text{جرم گاز}}{\text{حجم گاز}} = \frac{110 \text{ gCO}_2}{? \text{ LCO}_2} \Rightarrow 0.88 = \frac{110}{?} \Rightarrow ? = 125 \text{ L}$$

داشتن فشار و دما:

در این حالت با توجه به اینکه در دمای ۲۷۳K و فشار ۱ atm، حجم مولی گازها برابر با ۲۲/۴L است. براساس رابطه زیر می توان حجم مولی گاز در شرایط غیراستاندارد را به دست آورد.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{273} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow 0.08 = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

مثال: از واکنش زیر برای پر کردن کیسه هوای خودرو با استفاده از گاز نیتروژن بهره می گیرند. به ازای تجزیه ۱۳۰ گرم واکنش دهنده NaN_3 چند لیتر گاز نیتروژن در فشار ۱/۰۵ atm و دمای 137°C به دست می آید؟



ابتدا با استفاده از رابطه $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ ، حجم مولی گاز در شرایط داده شده در سؤال را به دست می آوریم:

$$0.08 = \frac{1/0.5 \times V_2}{(273 + 137)} \Rightarrow V_2 = 31L$$

پس یک مول گاز در شرایط سؤال، حجمی برابر ۳۲ لیتر دارد.

روش کسر تبدیل:

$$? LN_2 = 130gNaNO_3 \times \frac{1molNaNO_3}{69gNaNO_3} \times \frac{3molN_2}{2molNaNO_3} \times \frac{31L}{1molN_2} = 96LN_2$$

هواکره

هواکره چهار وظیفه مهم دارد:

تأمین هوای پاک برای تداوم زندگی روی کره زمین

نگه داشتن گرمای خورشید در خود و جلوگیری از سرد شدن کره زمین

محافظت از ساکنان زمین در برابر پرتوهای خطرناک کیهانی

توزیع آب در سرتاسر سیاره

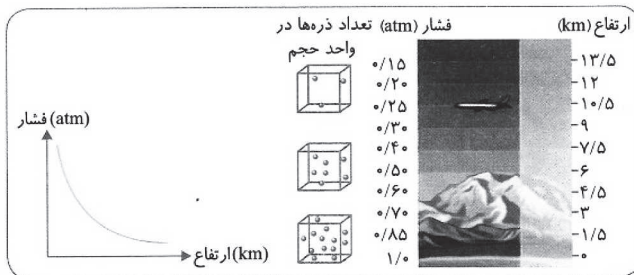
گازهای سازنده هوا کره اغلب نامرئی هستند،

نکته: برخی از گازها رنگی اند؛ مانند گاز NO_2 قهوه ای رنگ یا گازهای دودزای رنگی

دما و فشار هواکره و روند تغییرات آنها

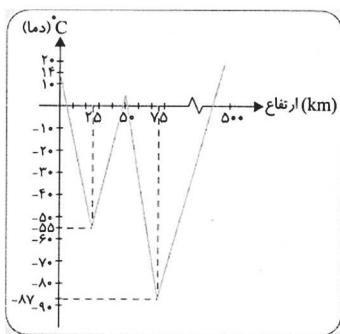
فشار هر گاز ناشی از برخورد مولکول های آن با دیواره ظرف است، به عبارتی هر چه تعداد ذره های گازی در واحد حجم بیشتر باشد فشار گاز نیز بیشتر است.

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



با افزایش ارتفاع از سطح زمین تعداد مولکول ها و ذره های گازی به شدت کاهش یافته، هوا رقیق شده و در نتیجه فشار هوا کاهش می یابد.

وقتی به تدریج از سطح زمین بالا می رویم، تغییرات دما به گونه ای است که براساس آن می توان هواکره را به لایه های زیر تقسیم کرد: -
نکته: نمودار تغییرات دمای هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین به شکل زیر است (شبیه حرف W).



$$T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273$$

نوع و چگونگی توزیع ذره ها در هواکره هوا معجونی ارزشمند

بخش عمده هواکره را به ترتیب دو گاز نیتروژن و اکسیژن تشکیل می دهد. گاز آرگون، فراوان ترین گاز نجیب موجود در هواکره است و پس از نیتروژن و اکسیژن در رتبه سوم قرار دارد. تمام گازهای سازنده هوای پاک و خشک، عنصر هستند؛ به جز گاز CO_2 که یک ترکیب شیمیایی است. تقطیر یکی از مهم ترین و متداول ترین روش های جداسازی دو یا چند مایع محلول درهم از یکدیگر است که براساس تفاوت نقطه جوش آنها صورت می گیرد.

روش های متنوعی برای تقطیر وجود دارد که می توان آنها را به دو دسته کلی تقسیم کرد:
(آ) تقطیر ساده: از این روش برای جداسازی مایعات محلول درهمی استفاده می شود که تفاوت نقطه جوش آنها با یکدیگر زیاد باشد.

(ب) تقطیر جزء به جزء
از این روش برای جداسازی مایعات محلول درهمی استفاده می شود که نقطه جوش نزدیک به هم دارند. در نتیجه با حرارت دادن مخزن تقطیر ممکن است دو یا چند جزء با هم بخار شوند که هرچه بخار فرارتر باشد (نقطه جوش کمتری داشته باشد) زودتر به ستون تقطیر بالای مخزن می رسد و سپس وارد سردکننده (مبرد) می شود و به شکل قطره قطره به حالت مایع در می آید.

برای جداسازی اجزای هواکره به روش تقطیر جزء به جزء مراحل زیر به ترتیب انجام می شود:
هوا را از صافی های مخصوص عبور می دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود.
با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می دهند که با کاهش دمای هوا تا صفر درجه سلسیوس، رطوبت هوا به شکل یخ از آن جدا می شود.

در دمای -78°C گاز CO_2 نیز به حالت جامد در می آید و از مخلوط جدا می شود.
با سرد کردن بیشتر تا دمای -200°C ، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می آید که به آن هوای مایع می گویند.
با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سارنده براساس نقطه جوش جداسازی و در ظرف های مجزا جمع آوری می شوند.
نقطه جوش دو گاز آرگون و اکسیژن بسیار به هم نزدیک است. از این رو جداسازی و تهیه اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است.

کاربرد برخی از اجزای سازنده هواکره

نیتروژن: برخی از مهم ترین کاربردهای گاز نیتروژن عبارت اند از:

در بسته بندی برخی مواد خوراکی (مانند چیپس، یفک و ...) برای جلوگیری از فاسد شدن و افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی از گاز نیتروژن استفاده می شود. زیرا هوا به دلیل داشتن اکسیژن، عامل اصلی فساد مواد غذایی است.
برای پر کردن تایر خودروها بهتر است از گاز نیتروژن استفاده شود، زیرا هوای معمولی دارای اکسیژن و مقدار کمی رطوبت است که این دو، سبب خوردگی سیم های فلزی داخل لاستیک می شوند. از سویی مولکول های N_2 نسبت به مولکول های O_2 بزرگترند و احتمال خروج آنها از تایر کمتر است و باد لاستیک ها در مدت زمان طولانی تر حفظ می شود.

آرگون: گازی بی رنگ، بی بو و غیرسمی است.

برخی از مهم ترین کاربردهای صنعتی آرگون عبارت اند از:

استفاده به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری فلزهای سخت و غیرسخت و با هر نوع ضخامتی
برش فلزها

ساخت لامپ های رشته ای

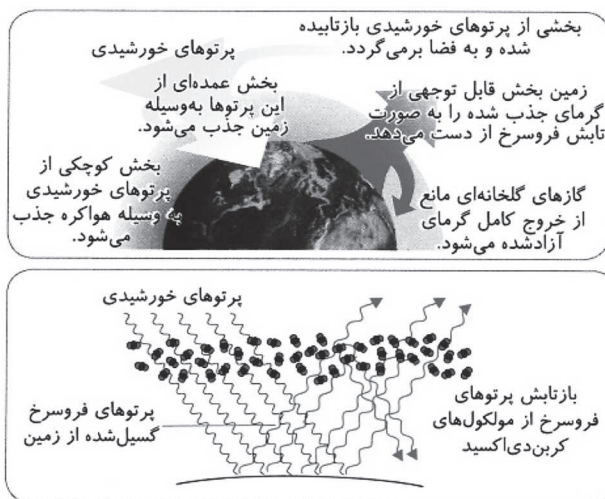
توجه: گاز آرگون در صنایع پتروشیمی از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می شود.

برخی از مهم ترین کاربردهای گاز هلیوم عبارت اند از:
 بر کردن بالن های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی (هلیوم حدود ۷ مرتبه از هوا سبک تر است)
 جوشکاری (ایجاد محیط بی اثر همانند جوشکاری با آرگون)
 کیسول غواصی (جلوگیری از تشکیل حباب های نیتروژن در خون غواص که موجب فلج شدن و یا تشنج غواص می شود).
 خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه های تصویربرداری مانند MRI (این کاربرد مهم ترین کاربرد گاز هلیوم است زیرا دمای جوش آن از تمام گازها پایین تر است).

اثر گلخانه ای

نور خورشید در راه رسیدن به زمین با هواکره برخورد می کند که در نتیجه:

پرتوهای جذب شده توسط هواکره > پرتوهای بازتابیده شده به فضا > پرتوهای جذب شده توسط زمین



پرتوهای جذب شده توسط زمین، سبب می شوند که زمین گرم شده و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل دارد. با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کمتر و طول موج آنها بلندتر است. زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده را به شکل تابش فروسرخ که همان تابش های گرمایی هستند، از دست می دهد. کره زمین با لایه ای از گازها به نام هواکره احاطه شده است. این لایه برای زمین همانند لایه پلاستیکی برای گلخانه ها بوده و سبب گرم شدن کره زمین می شود. به عبارتی همان طور که تابش فروسرخ نمی تواند از لایه پلاستیکی گلخانه عبور کرده و خارج شود و انرژی گرمایی در داخل گلخانه به دام می افتد، این تابش نیز توسط گازهای هواکره جذب شده و به دام می افتد و دوباره بازتابش می شوند.

شیمی سبز، راهی برای محافظت از هواکره

شیمی سبز، شاخه ای از شیمی است که در آن شیمیدان ها در جستجوی فرایندها و فرآورده هایی هستند که به کمک آنها بتوان کیفیت زندگی را با بهره گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم زمان از طبیعت محافظت کرد.

سوخت سبز:

سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ سویا، نیشکر و دانه های روغنی به دست می آید. این مواد زیست تخریب پذیر هستند، از این رو به وسیله جانداران ذره بینی به ماده ساده تر تجزیه می شوند. اتانول و روش های گیاهی نمونه هایی از این نوع سوخت ها هستند.

مهم ترین مزایای سوخت های سبز عبارت اند از:

نفت، منبع محدود و رو به پایانی است که نمی توان آن را ساخت ولی سوخت سبز از مواد متنوعی به دست می آید. سوخت مسیر برخلاف سوخت فسیلی، تجدیدپذیر و زیست تخریب پذیر است. سوخت را می توان به شکل محلی تولید کرد که سبب کاهش وابستگی به منابع انرژی دیگر کشورها می شود. از آنجا که سوخت سبز را می توان به شکل محلی تولید کرد، کارخانه های تولید سوخت های سبز می توانند هزاران فرصت شغلی جدید حتی در مناطق روستایی ایجاد کنند. هنگامی که سوخت های سبز سوزانده می شوند، مقدار کمتری کربن دی اکسید تولید کرده و رد پای سبک تری بر هواکره از خود برجای می گذارند.

مهم ترین معایب سوخت های سبز عبارت اند از:

سوخت های سبز انرژی کمتری از سوخت های فسیلی دارند و در نتیجه برای تولید همان مقدار انرژی، باید سوخت سبز بیشتری مصرف شود.

مقدار زیادی آب برای آبیاری و تولید سوخت سبز نیاز است که تهدیدی برای منابع آب محلی و منطقه ای است.

استفاده بیش از حد از گندم زار برای کشت محصولات سوخت نیز می تواند منجر به کمبود مواد غذایی شود.

معرفی اوزون و کاربردهای آن

به شکل های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصره دگرشکل (آلوتروپ) گفته می شود. بررسی ها نشان می دهد که عنصر اکسیژن (O_2) به شکل دیگری نیز در هواکره یافت می شود که اوزون (O_3) می باشد. در جدول زیر خواص فیزیکی این دو گاز مقایسه شده است.

نام دگرشکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش ($^{\circ}C$)
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۳
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲

در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود. با توجه به این کاربردهای خاص گاز اوزون، می توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر و ناپایدارتر است. با توجه به اختلاف رفتار این دو ماده می توان چنین نتیجه گرفت که «ساختار هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.»



پیوند اشتراکی یگانه در مقایسه با پیوند اشتراکی دوگانه $NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$ سه با مولکول O_3 از واکنش پذیری بیشتری برخوردار است.

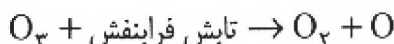
لایه اوزون



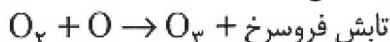
تابش پر انرژی فرابنفش

مولکول های اوزون مانع ورود بخش عمده ای از تابش پرنرژی فرابنفش خورشید به سطح زمین می شوند.

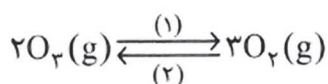
هنگامی که تابش پرنرژی فرابنفش به این مولکول می رسد، پیوند اشتراکی بین دو اتم اکسیژن می شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می شود.



دو ذره تولید شده دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید می کنند ولی در این واکنش مقداری انرژی به شکل تابش کم انرژی فروسخ آزاد می شود.



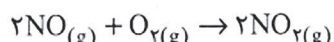
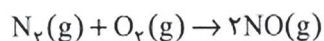
مجموعه واکنش های لایه اوزون را می توان با معادله زیر نمایش داد:



اوزون تروپوسفری

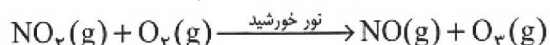
اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می شود. از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است، این ماده، آلاینده ای سمی و خطرناک به شمار می آید، به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه ها می شود.

گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هوا کره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد، زیرا پیوندهای اشتراکی در مولکول N_2 از نوع سه گانه و بسیار محکم اند که برای شکستن آنها به انرژی زیادی نیاز است. از این رو تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند.



در ناحیه ای که رعد و برق ایجاد شده است، دما به اندازه ای بالاست که باعث شکستن پیوندهای قوی و محکم $O=O$ و $N \equiv N$ می شود و در نتیجه اکسیدهای نیتروژن تشکیل می شود.

از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود. در این هوای آلوده در حضور نور خورشید مطابق واکنش زیر مقداری از اوزون تولید می شود که آن را اوزون تروپوسفری می نامند.



محلول ها و انواع غلظت

تعریف محلول

محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و ... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است، محلول ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند.

ویژگی های محلول

اجزای محلول، هر محلول دست کم شامل دو جزء حلال و حل شونده است که شمار مول های حلال در آن بیشتر است (نه گرم حلال).

یک محلول می تواند بیش از یک حل شونده داشته باشد مانند: آب دریا، هوا و گلاب ناب کاشان.

محلول ها را بر اساس نوع حلال می توان به شکل زیر تقسیم بندی کرد:

محلول آبی: به محلولی گفته می شود که حلال آن آب است، مانند آب و اتانول، آب و استون، آب و نمک و ...

محلول غیرآبی: به محلولی گفته می شود که حلال آن غیرآب است، مانند ید در هگزان، بنزین خودرو، هوا

تقسیم بندی محلول ها بر اساس حالت فیزیکی حلال و حل شونده

نوع محلول	حلال	حل شونده	مثال
مایع در مایع	آب	اتیلن گلیکول	صنایع
	آب	چند نوع ماده آلی	گلاب ناب کاشان
جامد در مایع	آب	سدیم کلرید	سرم فیزیولوژی
	آب	چای و شکر	چای شیرین
گاز در مایع	آب	$\text{CO}_2(\text{g})$	نوشابه گازدار
گاز در گاز	$\text{N}_2(\text{g})$	گازهای H_2O ، CO_2 ، O_2 و ...	هوای پاک
جامد در جامد	آهن	کربن	آلیاژ فولاد

انواع انحلال

انحلال مواد در آب معمولاً به سه شکل است: مولکولی و یونی و یونی-مولکولی

انحلال مولکولی

در این نوع انحلال، ماده حل شونده یک ترکیب مولکولی قطبی است و پس از حل شدن در حلال، به صورت مولکول های جدا از هم قرار می گیرند. در این نوع انحلال، ماهیت مولکول های حل شونده حفظ می شود.

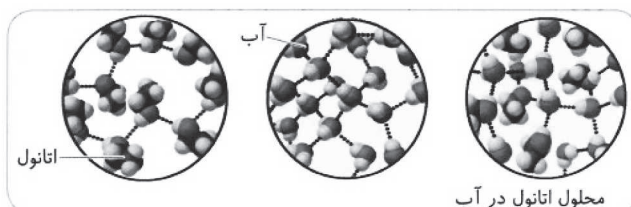
نکته این نوع انحلال در سه مرحله که به صورت همزمان هستند صورت می گیرد:

شکسته شدن نیروی بین مولکولی مولکول های حل شونده

شکسته شدن نیروی بین مولکولی مولکول های حلال

برقراری جاذبه میان مولکول های حلال و حل شونده

بررسی انحلال اتانول



در آب و با شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول های اتانول، همزمان پیوند هیدروژنی بین مولکول های آب نیز شکسته می شود و پیوند هیدروژنی جدید و قوی تری نسبت به دو پیوند قبلی بین مولکول های آب و اتانول به وجود می آید و مولکول های الکترولیت لایه لایه مولکول های آب پراکنده می شوند.

انحلال یونی

این نوع انحلال دارای دو مرحله است تفکیک با فروپاشی ترکیب یونی و آبپوشی یون های تفکیک شده: شامل جدا شدن مولکول های آب از یکدیگر و برقراری جاذبه میان یون ها و مولکول های آب است.

بررسی انحلال ترکیب یونی NaCl در آب



هنگامی که بلورهای مکعبی سدیم کلرید در آب وارد می شود، مولکول های قطبی آب از سرهای مخالف به یون های بیرونی بلور سدیم کلرید نزدیک شده و نیروی جاذبه ای میان آنها برقرار می شود. این نیروی جاذبه، یون-دوقطبی نام دارد، به طوری که آب از سر مثبت (هیدروژن ها) به یون های منفی Cl^- و از سر منفی (اکسیژن ها) به یون های Na^+ بلور نزدیک می شود. این نیروی جاذبه ای سیب جدا شدن یون ها از شبکه می شود تا یون ها با لایه ای از مولکول های آب، پوشیده شوند و در نتیجه یون های آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده می شوند. در ترکیب های یونی که در آب حل می شوند رابطه زیر برقرار است:

میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی در آب > نیروی جاذبه یونی دوقطبی در محلول

نمودار انحلال پذیری- دما

با توجه به نمودار مقابل می توان به نکات زیر اشاره کرد:

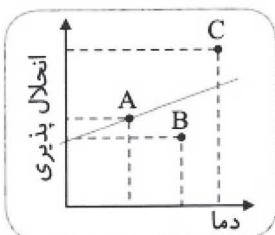
انحلال پذیری بیشتر مواد با دما رابطه مستقیم دارد، مانند KNO_3 ، KCl و NaNO_3 .

انحلال پذیری NaCl به تقریب مستقل از دماست و شیب مثبت بسیار ملایمی دارد.

انحلال پذیری Li_2SO_4 با دما رابطه عکس دارد.

در نمودار انحلال پذیری دما هر چه شیب خط بیشتر باشد تأثیر دما روی انحلال پذیری بیشتر است. به عنوان مثال KNO_3 دارای بیشترین شیب منحنی در نمودار

است و تأثیر دما روی انحلال پذیری آن نسبت به سایر نمک ها محسوس تر است. نمودار انحلال پذیری KNO_3 برخلاف سایر نمک ها خطی نیست و به صورت منحنی است.



در بررسی منحنی هایی با شیب مثبت هر چه شیب منحنی بیشتر باشد در اثر سرد کردن حل شونده بیشتری به شکل رسوب از محلول جدا و ته نشین می شود.

هر نقطه روی منحنی: محلول سیرشده است، مانند: A

هر نقطه زیر منحنی: محلول سیرنشده است. مانند: B

هر نقطه بالای منحنی: محلول فراسیرشده است، مانند: C

دسته بندی انواع مواد بر اساس انحلال پذیری آنها

• مواد براساس میزان انحلال پذیری در آب به سه دسته تقسیم می شوند:

مواد نامحلول	مواد کم محلول	مواد محلول
انحلال پذیری آنها از ۰/۰۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب کمتر است.	انحلال پذیری آنها بین ۰/۰۱ گرم تا ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است.	انحلال پذیری آنها از ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب بیشتر است.

• **توجه:** نامحلول بودن یک ماده در آب به این معنا نیست که انحلال پذیری آن برابر صفر است. هرچند انحلال پذیری موادی مانند الماس، طلا و ... در آب برابر صفر است.

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل شونده / ۱۰۰g H ₂ O)	نوع محلول
شکر	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	۲۰۵	محلول
سدیم نیترات	NaNO ₃	۹۲	محلول
سدیم کلرید	NaCl	۳۶	محلول
کلسیم سولفات	CaSO ₄	۰/۲۳	کم محلول
کلسیم فسفات	Ca ₃ (PO ₄) ₂	۵ × ۱۰ ^{-۴}	نامحلول
نقره کلرید	AgCl	۲/۱ × ۱۰ ^{-۴}	نامحلول
باریم سولفات	BaSO ₄	۱/۹ × ۱۰ ^{-۴}	نامحلول

• **نکته:** با وجود آنکه جرم شکر حل شده در آب در دمای ۲۵°C بیشتر از مقدار آب است ولی همچنان در محلول آب - شکر، آب نقش حلال را دارد.

• **نکته:** مقایسه انحلال پذیری سولفات عناصر گروه ۲ جدول دوره ای:

$$\text{MgSO}_4 > \text{CaSO}_4 > \text{BaSO}_4$$

نامحلول کم محلول محلول

اثر نوع و ماهیت گاز بر انحلال پذیری

• در مقایسه انحلال پذیری گازهای قطبی در آب، هرچه گاز قطبی تر باشد، انحلال پذیری آن در آب بیشتر است زیرا شبیه در شبه حل می شود. همچنین در مقایسه انحلال پذیری در گاز قطبی هر چه جرم مولی گاز بیشتر باشد، انحلال پذیری آن در آب بیشتر است.

• در مقایسه انحلال پذیری گازهای ناقطبی در آب، هرچه گاز سنگین تر و با جرم و حجم بیشتری داشته باشد، انحلال پذیری آن در آب بیشتر است، بنابراین انحلال گاز O₂ با جرم مولی ۳۲ گرم از گاز N₂ با جرم مولی ۲۸ گرم در آب بیشتر است.

• با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی CO₂ برخلاف NO برابر صفر است، انتظار می رود NO به دلیل قطبی بودن به مقدار بیشتری در آب حل شود زیرا مولکول های آب قطبی هستند و مواد با مولکول قطبی را بهتر و بیشتر حل می کند اما از آنجا که CO₂ جرم بیشتری از NO دارد، نیروهای بین مولکولی قوی تری دارد و بهتر در آب حل می شود. در ضمن باید بدانیم انحلال CO₂ در آب با انجام واکنش شیمیایی و تولید محلول اسیدی (کربنیک اسید) همراه است. انجام واکنش شیمیایی باعث می شود انحلال پذیری CO₂ در شرایط یکسان بیشتر از NO باشد.

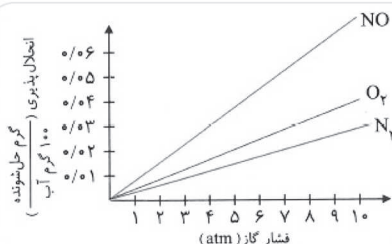


اثر فشار گاز بر انحلال پذیری

• براساس قانون هنری در دمای ثابت انحلال پذیری یک گاز با فشار آن رابطه مستقیم دارد.

$$S_{\text{انحلال پذیری}} = K_{\text{ثابت هنری}} \times P_{\text{فشار گاز}}$$

• ثابت هنری برای هر گاز عددی ثابت است و تعیین کننده شیب خط نمودار انحلال پذیری- فشار است.



• نمودار مقابل انحلال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای 20°C نشان می‌دهد.

• که با توجه به آن می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

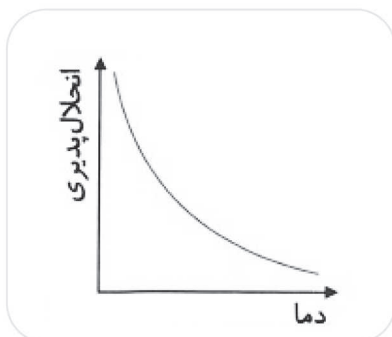
• اثر فشار گاز بر انحلال پذیری NO در مقایسه با دو گاز دیگر بیشتر است.

• اگر فشار گازی (در دمای ثابت) n برابر شود انحلال پذیری گاز مورد نظر نیز دقیقاً n برابر می‌شود.

• اثر دما بر انحلال پذیری

• انحلال پذیری گازها در فشار ثابت با دما رابطه عکس دارد.

همان طور که مشاهده می‌کنید با افزایش دما انحلال پذیری گاز در آب کم می‌شود.



• در هوای گرم، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؛ زیرا انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب کم می‌شود و میزان اکسیژن محلول در آب کاهش می‌یابد. بنابراین ماهی‌ها برای گرفتن اکسیژن هوا به سطح آب می‌آیند.

• مقدار نمک موجود در آب دریا روی انحلال پذیری گازها اثر دارد. به طوری که انحلال پذیری گازها با میزان نمک موجود در محلول رابطه عکس دارد و هر چه غلظت نمک بیشتر شود قابلیت حل شدن گاز کاهش می‌یابد؛ زیرا مولکول‌های آب جاذبه‌های قوی یون دوقطبی برقرار می‌کنند. بنابراین تمایل مولکول‌های آب به برقراری جاذبه با یون‌ها بیشتر از مولکول‌های گازی است.

ppm قسمت در میلیون

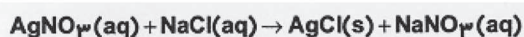
این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول چند گرم حل شونده وجود دارد. به عنوان مثال محلول ۲ ppm به معنای این است که ۲g حل شونده در یک میلیون گرم محلول یا یک تن (ton) محلول وجود دارد.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت یون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا از این کمیت استفاده می‌شود غلظت ppm را می‌توان به دو شکل دیگر نیز تعریف کرد:

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$$

مثال: اگر ۳۴ گرم از یک نمونه محلول نقره نیترات با $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ سدیم کلرید، رسوب نقره کلرید ایجاد کند غلظت محلول نقره نیترات چند ppm است؟ ($N = 14, O = 16, Ag = 108: \text{g.mol}^{-1}$)



$$\frac{X \text{g AgNO}_3}{1 \times 170} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ mol NaCl}}{1} \Rightarrow 34 \times 10^{-2} X \text{g AgNO}_3$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{ppm} = \frac{34 \times 10^{-2}}{34} \times 10^6 = 10^4$$

درصد جرمی

این کمیت نشان می‌دهد که در ۱۰۰ گرم محلول چند گرم حل شونده وجود دارد، به عنوان محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد به معنای این است که ۰/۹g حل شونده (NaCl) در ۱۰۰ گرم محلول وجود دارد و

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

۹۹/۱ گرم نیز جرم حلال یا آب است.

مثال: در ۶۰ گرم آب چند گرم استیک اسید (سرکه) حل کنیم تا محلول ۲۵ درصد جرمی به دست آید؟

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$25 = \frac{x}{60+x} \times 100 \Rightarrow x = 20\text{g}$$

برای محاسبه درصد جرمی محلولی که از مخلوط کردن دو یا چند محلول با درصدهای جرمی متفاوت به دست آمده است می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{m_1a_1 + m_2a_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \times 100$$

در این رابطه، درصد جرمی هر محلول با نماد a و جرم هر محلول با نماد m نمایش داده شده است.
نکته: برای تبدیل درصد جرمی به ppm می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

• انحلال پذیری

• بیشترین مقدار گرم از یک ماده حل شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می شود را انحلال پذیری (s) آن ماده می نامند که از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$S = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم حلال}} \times 100$$

• **مثال:** انحلال پذیری سدیم هیدروکسید در دمای معین برابر ۵۰ گرم است. در ۱۸۰ گرم محلول سیر شده آن چند گرم و چند مول سدیم هیدروکسید وجود دارد؟

$$(NaOH = 40\text{g.mol}^{-1})$$

$$S = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم حلال}} \times 100 \Rightarrow \frac{50}{180-x} = \frac{x}{100} \Rightarrow x = 60\text{g}$$

• برای محاسبه مقدار مول حل شونده، کافیت گرم حل شونده را بر جرم مولی آن تقسیم کنیم.

$$\text{mol} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{60}{40} = 1.5\text{mol}$$

مثال ۱: انحلال پذیری KNO_3 در دمای $45^\circ C$ برابر ۶۰ g و در دمای $20^\circ C$ برابر ۲۰ g است. اگر ۱۵ g محلول سیر شده آن را از دمای $45^\circ C$ به سرعت سرد کنیم تا به دمای $20^\circ C$ برسد، چند گرم رسوب تشکیل می شود؟
ابتدا وضعیت انحلال پذیری دو دما را مشخص می کنیم.

$$\frac{45^\circ C}{60\text{g حل شونده}} \quad \text{و} \quad \frac{20^\circ C}{20\text{g حل شونده}}$$

مطابق صورت سوال در دمای $45^\circ C$ ، ۱۶۰ گرم محلول داریم و وقتی آن را تا دمای $20^\circ C$ سرد می کنیم ۱۵ g گرم رسوب حاصل می شود. با توجه به اطلاعات به دست آمده با تناسبی ساده می توان میزان رسوب، ۱۵ g محلول را به دست آورد.

$$\frac{\text{رسوب } 40\text{g}}{\text{محلول } 160\text{g}} = \frac{\text{رسوب } x}{\text{محلول } 15\text{g}} \Rightarrow x = 3.75\text{g}$$

معادله انحلال پذیری برحسب دما

با توجه به نمودار انحلال پذیری دما داریم؛

همان طور که مشاهده می کنید معادله ذکر شده همان معادله کلی خط راست $y=ax+b$ است که در آن a شیب خط و b عرض از مبدا محسوب می شود. عرض از مبدا یا همان محل تلاقی نمودار با محور انحلال پذیری، بیانگر میزان انحلال پذیری در دمای 0°C است.

برای به دست آوردن معادله انحلال پذیری با استفاده از جدول، به مثال مربوط به انحلال پذیری NaNO_3 در دماهای گوناگون که به شکل زیر است توجه کنید.

$\theta (^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S \left(\frac{\text{gNaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}} \right)$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

$$a = \frac{\Delta S (\text{تفاضل انحلال پذیری در دو دما})}{\Delta \theta (\text{تفاضل دو دما})} \Rightarrow a = \frac{80 - 72}{10 - 0} = \frac{8}{10} = 0.8$$

بنابراین داریم: $S = a\theta + b \Rightarrow S = 0.8\theta + 72$

نکته: هر چه قدر مطلق شیب خط بیشتر باشد تاثیر دما روی انحلال پذیری بیشتر است.

• غلظت مولی (مولار)

• این کمیت نشان دهنده تعداد مول حل شونده در یک لیتر محلول است و با یکای مول بر لیتر mol.L^{-1} و نماد M نمایش داده می شود. به عنوان مثال محلول ۲ مولار به معنای این است که ۲ mol حل شونده در یک لیتر محلول وجود دارد.

$$M (\text{غلظت مولی}) = \frac{\text{تعداد مول های حل شونده (n)}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر (L)}}$$

- اگر جرم محلول داده شود، با استفاده از چگالی محلول می توان حجم آن را به دست آورد.
- مثال: ۹/۸ گرم سولفوریک اسید در ۱۵/۲ گرم آب حل شده است. غلظت مولار محلول را به دست آورید.
(چگالی محلول برابر 1.25 g.mL^{-1} و جرم مولی سولفوریک اسید برابر ۹۸ گرم است.)

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 &= 9.8 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{98 \text{ g}} = 0.1 \text{ mol} \\ \text{جرم محلول} &= 9.8 + 115.2 = 125 \text{ g} \\ ? \text{ L محلول} &= 125 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mL}}{1.25 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.1 \text{ L} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 1$$

• توجه: در برخی مسائل ممکن است چگالی محلول را نداشته باشیم که در این حالت چگالی را برابر با چگالی آب (1 g.mL^{-1}) در نظر می گیریم.

• دستگاه اندازه گیری غلظت قندخون (گلوکومتر) میزان قند خون (گلوکز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) را برحسب میلی گرم گلوکز در ۱۰۰ mL خون با یک دسی لیترخون ($\frac{\text{mg}}{\text{dL}}$) بیان می کند.
 $1 \text{ dL} = 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$

رقیق کردن محلول های غلیظ

• برای رقیق کردن یک محلول غلیظ می توان از این رابطه استفاده کرد: $V_2 = (V_1 + V_{\text{آب}})$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

• M_1 : غلظت مولی در محلول غلیظ

• V_1 : حجم محلول غلیظ M_2 : غلظت مولی محلول رقیق

• $V_2 = V_1 + V_{\text{آب}}$: حجم محلول رقیق

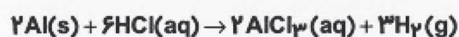
• توجه: V_1 و V_2 باید واحدهای یکسانی از حجم داشته باشند.

استوکیومتری محلول ها

• مثال: چند لیتر محلول ۴ مولار H_2SO_4 باید به ۱۰ لیتر محلول ۱ مولار آن اضافه شود تا پس از رقیق شدن تا حجم ۲۰ لیتر، به محلول ۳ مولار این اسید تبدیل شود.

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow 3 = \frac{(4 \times V_1) + (1 \times 10)}{20} \Rightarrow 60 = 4V_1 + 10 \Rightarrow V_1 = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ L}$$

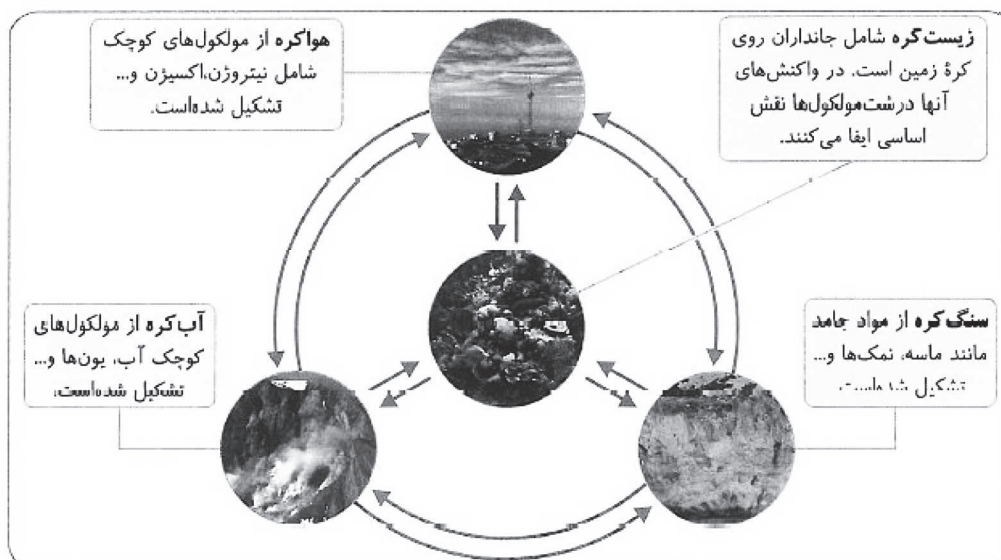
• مثال: از واکنش ۱۰۰ mL محلول هیدروکلریک اسید ۰/۲ مولار با فلز آلومینیم چند لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید می شود؟



$$? L \text{ H}_2 : 100 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L}} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{6 \text{ mol HCl}} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol H}_2} = 0.784 \text{ L H}_2$$

$$\frac{MV_{\text{اسید}}}{\text{ضریب}} = \frac{L_{\text{H}_2}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.2 \times 100}{6 \times 1000} = \frac{L}{3 \times 22.4} \Rightarrow L = 0.784 \text{ L}$$

بخش های گوناگون زمین



- مقایسه مقدار آنیون های موجود در آب دریا به ترتیب عبارت اند از: $Cl^- > SO_4^{2-} > CO_3^{2-} > Br^-$

- مقایسه مقدار کاتیون های موجود در آب دریا به ترتیب عبارت اند از: $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$

- کاتیون های موجود در آب دریا متعلق به گروه ۱ و ۲ جدول دوره ای هستند.

نکته: با توجه به شکل قبل می توان مقایسه ای میان منابع آب در زمین انجام داد:

آب شیرین و آب شور دریاچه ها، رطوبت خاک و بخار آب موجود در هوا	>	نهرها و جوی ها	>	آب های زیرزمینی	>	کوه های یخ	>	اقیانوس ها
۶۵٪						۲/۱۵٪		۹۷/۳٪

همراهان ناپیدای آب

- دریاها مخلوطی همگن از یون ها و مولکول ها در آب هستند. که نوع و مقدار مواد حل شده در آنها با یکدیگر تفاوت دارد و به مسیر حرکت آب برای ورود به دریاها بستگی دارند.

اغلب چشمه ها، قنات ها و رودخانه های آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است.

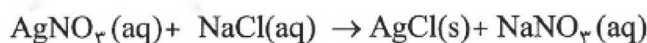
شناسایی برخی همراهان ناپیدای آب (Ca^{2+} , Ba^{2+} , Ag^+)

برای شناسایی یک کاتیون معین می توان از محلول دارای آنیون هایی استفاده کرد که با کاتیون مورد نظر رسوب می دهد و برعکس.

شناسایی یون Ag^+ : معمولاً از محلولی استفاده می شود که حاوی یون Cl^- کلرید است که در این حالت یون Ag^+ با Cl^-

رسوب سفید رنگ $AgCl$ می دهد.

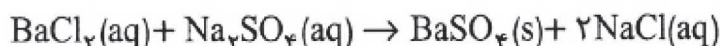
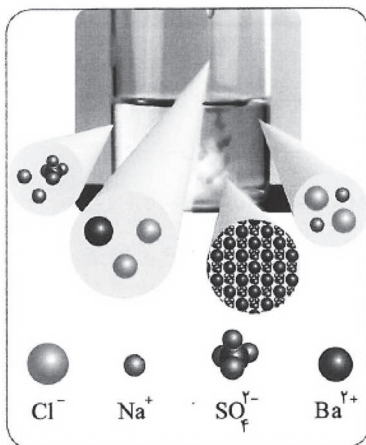
فلز با فلز



محلول سدیم نیترات رسوب سفید
محلول سدیم کلرید نقره کلرید
محلول نقره نیترات

شناسایی یون Ba^{2+} : معمولاً از محلولی استفاده می شود که حاوی یون سولفات (SO_4^{2-}) است. از واکنش این دو یون با

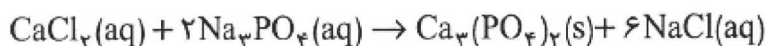
یکدیگر رسوب سفید رنگ $BaSO_4(s)$ تشکیل می دهد.



محلول سدیم کلرید رسوب سفید رنگ
محلول سدیم سولفات باریوم سولفات
محلول باریوم کلرید

شناسایی یون Ca^{2+} : معمولاً از محلولی استفاده می شود که حاوی یون فسفات (PO_4^{3-}) است. واکنش این دو یون با یکدیگر

رسوب سفید رنگ $Ca_3(PO_4)_2$ تشکیل می دهد.

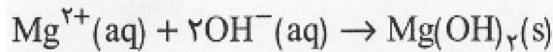


محلول سدیم کلرید رسوب سفید رنگ
محلول سدیم فسفات کلسیم فسفات
محلول کلسیم کلرید

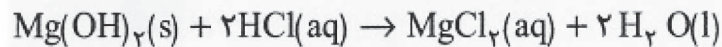
استخراج فلز منیزیم از آب دریا

• فلز منیزیم ماده ارزشمندی است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. آب دریا یکی از منابع تهیه فلز منیزیم است که برای تهیه آن از مراحل زیر استفاده می شود:

افزودن سدیم هیدروکسید (NaOH) به آب دریا و تشکیل رسوب $Mg(OH)_2$:



افزودن محلول هیدروکلریک اسید (HCl) به رسوب تشکیل شده و تولید محلول منیزیم کلرید ($MgCl_2$):



تبخیر آب محلول منیزیم کلرید و به دست آوردن منیزیم کلرید جامد
استفاده از جریان برق برای تجزیه منیزیم کلرید مذاب به فلز منیزیم مذاب:



بررسی سنگ کلبه و عوامل ایجاد آن

طبق آمارها نزدیک به ۳٪ جمعیت کشورمان سنگ کلبه دارند، اغلب سنگ های کلبه از رسوب برخی نمک های کلسیم دار در کلبه ها تشکیل می شود.

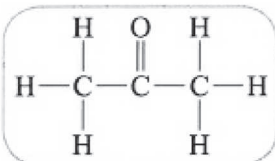
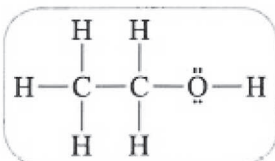
چند حلال مهم و پرکاربرد

آب (H_2O)، فراوان ترین و رایج ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است.

مولکولی به شدت قطبی است و گشتاور دو قطبی بزرگتر از صفر دارد ($1/85D$) و بسیاری از ترکیب های یونی و مولکولی قطبی را در خود حل می کند و در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند.

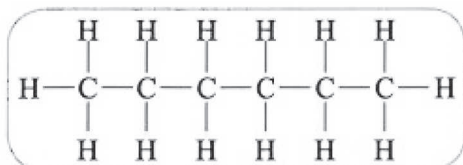
اتانول (C_2H_5O): حلالی قطبی است و گشتاور دو قطبی مثبت دارد ($\mu > 0$) این حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد.

استون (C_3H_6O): حلالی قطبی است و گشتاور دو قطبی مثبت دارد ($\mu > 0$) در این ماده حلال چربی، رنگ و انواع لاک است.



نکته: اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند از این رو نمی توان محلول سیرشده ای از آنها تهیه کرد.

هگزان (C_6H_{14})، حلالی ناقطبی است و گشتاور دو قطبی آن به تقریر برابر صفر است و ($\mu \approx 0$) و به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (لیتر) کاربرد دارد.



نکته: گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن ها (C_xH_y) ناچیز و در حدود صفر است و ترکیبائی ناقطبی به شمار می آیند.

نقش یون پتاسیم (K^+) در الکترولیت های بدن

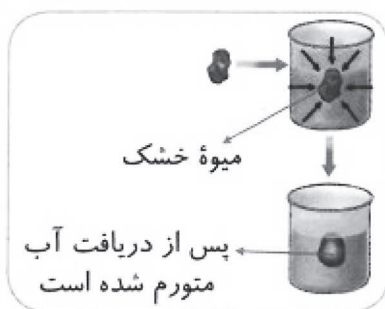
بدن برای انتقال پیام های عصبی از محلول های الکترولیت حاوی یون های K^+ ، Na^+ ، Cl^- ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} و ... استفاده می کند.

یکی از مهم ترین بمون ها در الکترولیت بدن یون K^+ است. وجود یون K^+ برای تنظیم عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است، به طوری که انتقال پیام عصبی در عصب ها بدون وجود این یون امکان پذیر نیست و اختلال در حرکت این یون، مانع انتقال پیام عصبی می شود که این اختلال، منجر به خستگی شدید و حتی مرگ می شود.

نیاز روزانه بدن به یون K^+ دو برابر یون Na^+ است.

از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی K^+ هستند، کمبود این یون به ندرت احساس می شود.

فرایند اسمز

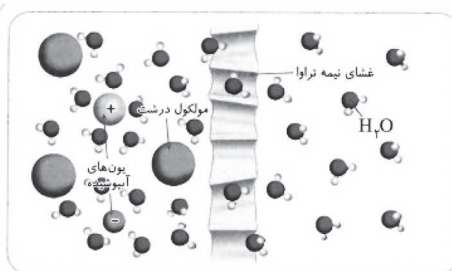


هنگامی که حبوبات و میوه های خشک را برای مدتی درون آب قرار می دهیم متورم می شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می شود.

در مورد میوه خشک مولکول های آب خود به خود از محلول رقیق با گذر از روزنه های دیواره سلولی به محلول از میوه خشک غلیظ می روند، در نتیجه میوه خشک آبدار و متورم می شود. البته در این فرایند برخی نمک ها، ویتامین ها و... از بافت میوه به آب راه می یابند.

در مورد چروک شدن خیارشور نیز می توان بیان کرد که غلظت نمک و یا به عبارتی یون های حل شده در آب شور بیشتر از بافت خیار است، بنابراین مولکول های آب از محیط رقیق درون خیار عبور کرده و وارد آب شور می شوند.

تعریف اسمز



به حرکت خود به خودی یک حلال از طریق غشای نیمه تراوا از یک محلول رقیق به یک محلول غلیظ را فرایند اسمز یا گذرندگی می گویند.

غشای نیمه تراوا دیوارهای با روزنه های بسیار ریز است، به گونه ای که این روزنه ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره ها و مولکول های کوچک مانند آب و یون ها را می دهد و از گذر مولکول های درشت تر جلوگیری می کند. به عبارتی این غشا خاصیت عبور انتخابی دارد.

مطابق شکل مقابل حجم های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند. همان طور که مشاهده می کنید یون های سدیم و کلرید نمی توانند از غشای نیمه تراوا عبور کنند.

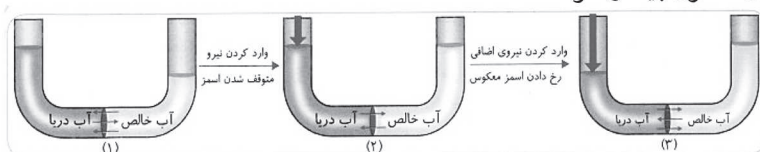
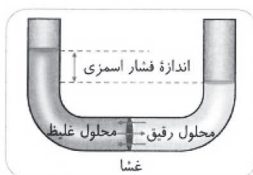
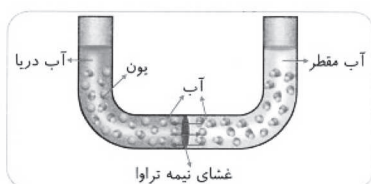
با گذشت زمان تنها مولکول های آب با عبور از غشای نیمه تراوا از آب خالص به سوی آب دریا مهاجرت می کنند، در نتیجه با این روش تعداد مولکول های آب سمت چپ غشا بیشتر می شود و آب دریا رقیق تر می شود

توجه: عبور و مرور در هر دو سمت غشا انجام می شود ولی تعداد فلش ها از سمت راست به چپ بیشتر است.

توجه: هیچ گاه غلظت دو طرف غشا برابر نخواهد شد؛ زیرا در سمت راست به هیچ وجه یونی وجود ندارد ولی در سمت چپ همواره یون وجود دارد.

هرچه غلظت محلول بیشتر باشد، اختلاف سطح دو مایع در دو طرف غشا بیشتر خواهد شد. به عبارتی سطح مایع در سمت چپ غشا بالاتر خواهد رفت. پس از مدتی به دلیل افزایش سطح مایع و افزایش فشار ناشی از مایع اضافی در شاخه سمت

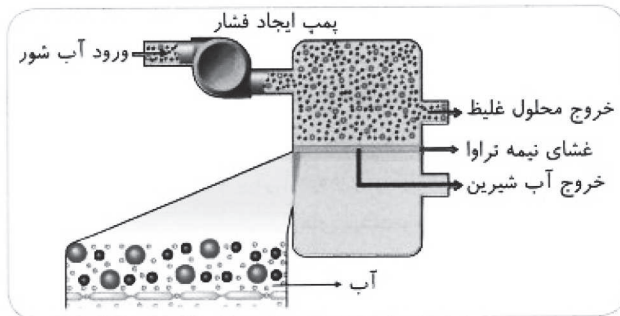
چپ، فرایند اسمز متوقف می شود. پس فشار اسمزی سبب توقف فرایند اسمزی می شود و هر چه غلظت محلول سمت چپ (غلیظ) بیشتر باشد فشار اسمزی بیشتر خواهد شد.



اکنون می توان با اعمال نیروی بیش از نیروی معین، سطح آب دریا را نسبت به آب خالص پایین تر آورد تا میزان نفوذ مولکول های آب از آب دریا به آب خالص به شکل غیرخودبه خودی بیشتر شود که در این حالت اسمز معکوس رخ داده است. (شکل ۲)

پس می توان نتیجه گرفت که:

اسمز فرایندی خود به خودی است که نیاز به انرژی ندارد و مهاجرت مولکول های آب از محلول رقیق به محلول غلیظ رخ می دهد.
اسمز معکوس فرایندی غیر خود به خودی است که نیاز به انرژی دارد و مهاجرت مولکول های آب از محلول غلیظ به محلول رقیق رخ می دهد.

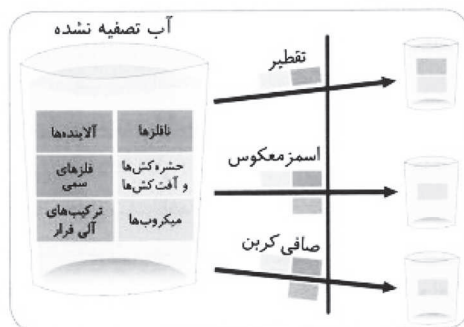


کاربرد اسمز معکوس برای تولید آب شیرین از آب دریا

آب شور دریا از یک سو وارد دستگاه شده و سپس با ایجاد فشار زیاد (توسط پمپ)، مولکول های آب از آب شور با عبور از غشای نیمه تراوا به سوی آب شیرین مهاجرت کرده و محلول غلیظ تر آب شور به دست آمده از سوی دیگر دستگاه خارج می شود. در واقع با اسمز معکوس می توان آب دریا را نمک زدایی و آن را شیرین کرد.

انواع روش های تصفیه آب

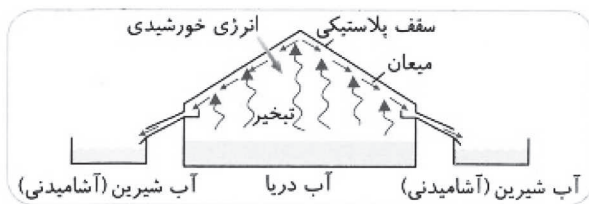
ناخالصی هایی که در آب مسبب ایجاد مشکل می شوند عبارت اند از: ۱- میکروب ها ۲- فلزهای سمی ۳- حشره کش ها و آفت کش ها ۴- آلاینده ها ۵- ترکیب های آلی فرار ۶- نافلزها
سه روش متداول برای تصفیه آب عبارت اند از: ۱- تقطیر ۲- اسمز معکوس ۳- صافی کربن



ردیف	روش تصفیه	آلاینده باقی مانده
۱	تقطیر	میکروب ها و ترکیب های آلی فرار
۲	اسمز معکوس	میکروب ها
۳	صافی کربن	میکروب ها

در روش های ارائه شده برای تصفیه آب باید پیش از مصرف، آب را کلرزنی کرد؛ زیرا میکروب های موجود در آب تنها با کلر که خاصیت گندزدایی دارد، از بین می روند.

روش تقطیر



با تابش نور خورشید و ایجاد انرژی گرمایی، تنها مولکول های آب از آب دریا تبخیر می شوند، این مولکول ها با برخورد به دیواره ظرف میعان بافته و به آسانی مایع می شوند و با جریان یافتن روی سطح دیواره در ظرف دیگری جمع و جدا می شوند. آب حاصل که فاقد حل شونده های گوناگون است، آب شیرین است.

نیروهای بین مولکولی

به برهم کنش های میان مولکول های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می گویند. نیروهایی که ذره های سازنده گاز به یکدیگر وارد می کنند یا نیروهایی که ذره های سازنده مواد در حالت جامد و مایع را در کنار یکدیگر نگه می دارند. از این نوع هستند. نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند.

با افزایش نیروهای بین مولکولی، حالت فیزیکی مواد از گاز به مایع و از مایع به جامد تغییر می کند و در نتیجه نقطه ذوب و جوش نیز افزایش می یابد. همچنین با افزایش نیروهای بین مولکولی، مولکول ها به یکدیگر نزدیک تر شده و فضای کمتری را اشغال می کنند و در نتیجه چگالی افزایش می یابد.

نکته: نقطه ذوب و جوش ترکیب های یونی به مراتب بالاتر از ترکیب های مولکولی است، زیرا برخلاف ترکیب های مولکولی که از واحدهای مجزا و مستقل به نام مولکول تشکیل شده اند، ساختار شبکه ای و بلوری سه بعدی دارند. گازها دارای مولکول های مجزا با کمترین برهم کنش هستند.

مقایسه نیروهای بین مولکولی و برهم کنش های بین ذره ای در دمای ثابت: گاز > مایع > جامد نیروی بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول ها و جرم آنها وابسته است.

نکته: بیشتر بودن گشتاور دوقطبی یک مولکول لزوماً به معنای قوی تر بودن نیروهای بین مولکولی نیست. برای مثال گشتاور دوقطبی استون از اتانول بیشتر است ولی نقطه جوش اتانول بالاتر از استون است.

انواع نیروهای بین مولکولی

نیروهای جاذبه بین مولکولی به دو دسته تقسیم می شوند: وان دروالس - هیدروژنی

مقایسه قدرت نیروهای واندروالسی

در مقایسه قدرت نیروهای واندروالسی دو عامل تعیین کننده است

جرم مولکول: هرچه جرم مولکولی بیشتر باشد، نیروی واندروالسی بین دو مولکول قوی تر است.

قطبیت مولکول: در ترکیبات مولکولی با جرم مولکولی تقریباً مشابه، هر چه مولکول قطبی تر باشد نیروی بین مولکولی آن قوی تر است.

نکته: هرچه نیروهای بین مولکولی قوی تر باشد برای جدا کردن مولکول ها نیاز به صرف انرژی بیشتری خواهد بود و در نتیجه نقطه جوش آن نیز بیشتر خواهد بود.

بررسی چند مثال مهم کتاب درسی

مقایسه خواص مولکول های CO و N₂

ویژگی ماده	حالت فیزیکی (۲۵°C)	جرم مولی (g.mol ⁻¹)	قطبیت مولکول	جهت گیری در میدان	ساختار
N ₂	گاز	۲۸	ناقطبی	ندارد	:N≡N:
CO	گاز	۲۸	قطبی	دارد	:C≡O:

از آن جا که جرم N₂ با CO برابر است. بنابراین با توجه به قطبیت مولکول CO، قدرت نیروی واندروالسی در CO از N₂ بیشتر است و CO نقطه جوش بیشتری نسبت به N₂ خواهد داشت.

مقایسه خواص مولکول های HCl و F₂

ویژگی ماده	حالت فیزیکی (۲۵°C)	جرم مولی (g.mol ⁻¹)	قطبیت مولکول	جهت گیری در میدان	ساختار
HCl	گاز	۳۶/۵	قطبی	دارد	H—Cl:
F ₂	گاز	۳۸	ناقطبی	ندارد	:F—F:

از آن جا که جرم HCl با F₂ تقریباً برابر است، با توجه به قطبیت مولکول HCl، قدرت نیروی واندروالسی در HCl از F₂ بیشتر است، در نتیجه نقطه جوش HCl (۸۵°C-) بیشتر از F₂ (۱۸۸°C-) است. **HCl > F₂: نقطه جوش**

مقایسه خواص مولکول های گروه ۱۷ جدول دوره ای (هالوژن ها)

ویژگی ماده	حالت فیزیکی (۲۵°C)	جرم مولی (g.mol ⁻¹)	قطبیت	جهت گیری در میدان	ساختار
F ₂	گاز	۳۸	ناقطبی	ندارد	:F—F:
Cl ₂	گاز	۷۱	ناقطبی	ندارد	:Cl—Cl:
Br ₂	مایع	۱۶۰	ناقطبی	ندارد	:Br—Br:
I ₂	جامد	۲۵۴	ناقطبی	ندارد	:I—I:

با توجه به تفاوت جرم مشاهده شده، چون مولکول I_2 بیشترین جرم و بیشترین حجم را دارد، بنابراین نیروی بین مولکولی بیشتری نیز خواهد داشت.
 $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$: نیروی بین مولکولی و نقطه جوش

پیوند هیدروژنی

پیوند هیدروژنی قوی ترین نیروی بین مولکولی است. این نیرو با جاذبه زمانی میان دو مولکول برقرار می شود که در ساختار مولکول ها، اتم H با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به یکی از اتم های N، O و یا F متصل

مقایسه ویژگی های H_2O با H_2S

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	نقطه جوش ($^\circ C$)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

دو مولکول H_2O و H_2S از نظر قطبیت، جهت گیری در میدان الکتریکی و مدل فضا پرکن (هر دو شکل خمیده دارند) به هم شبیه هستند. بنابراین انتظار داریم H_2S با جرم بیشتر، نقطه جوش بالاتری نیز داشته باشد.

مقایسه ویژگی های اتانول و استون

ترکیب	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	فرمول	ساختار	قطبیت	نقطه جوش	تعداد پیوند کووالانسی
اتانول	۴۶	C_2H_6O یا C_2H_5OH		قطبی	$78^\circ C$	۸
استون	۵۸	C_3H_6O		قطبی	$56^\circ C$	۱۰

اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه کاربرد دارند، نقطه جوش اتانول از استون بالاتر است، که دلیل آن وجود پیوند O-H در ساختار اتانول است که به آن، قابلیت برقراری پیوند هیدروژنی را می دهد.

ترتیب پیوند هیدروژنی $HF > H_2O > NH_3$

ترتیب نقطه جوش $H_2O > HF > NH_3$

$100^\circ C \quad 19^\circ C \quad -33/5^\circ C$