خانه شیمی ایران
www.khaneshimi.com

فصل نامه

شیمی دهم | فصل ۱

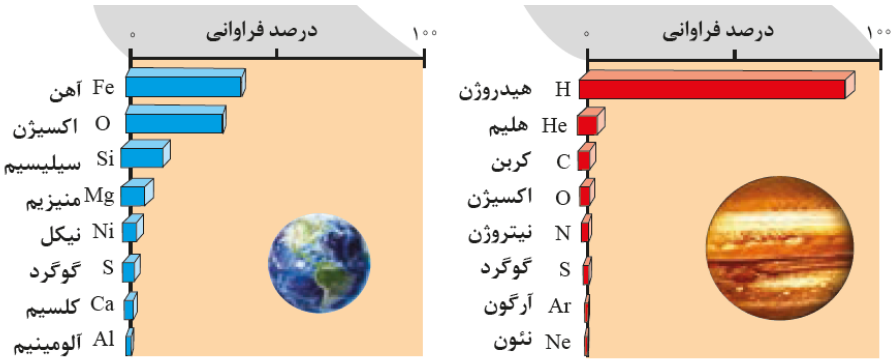
مولف و مدرس:

مهندس محمدرضا آقاجانی

mreza_aghajani aghajanishimi

نکته

عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین



- مشتری نسبت به زمین، بزرگ تر است.
- مشتری از خورشید دورتر است.
- نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. (عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده است.)
- فراوان ترین عنصر در هر سیاره:

مشتری ⟵ هیدروژن (حدود ۹۰%)
زمین ⟵ آهن (کم تر از ۵۰%)

- عنصرهای مشترک در دو سیاره: **اکسیژن** – **گوگرد** (درصد فراوانی این دو عنصر در زمین نسبت به مشتری بیشتر است.)
- در سیاره مشتری، **عنصر فلزی وجود ندارد**.
- سیاره مشتری بیشتر از جنس **گاز** است.
- زمین بیشتر از جنس **سنگ** است.
- در زمین، هر سه عنصر فلز (آهن و ...)، نافلز (اکسیژن و ...) و شبه فلز (سیلیسیم) وجود دارد.

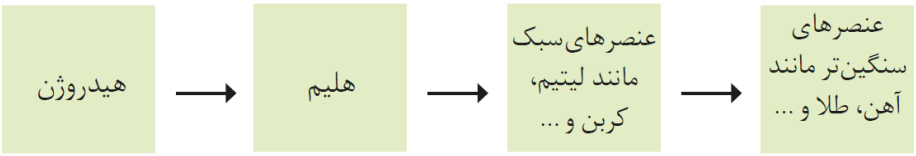
نکته

چگونگی پیدایش عنصرها

- برخی از دانشمندان بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.
- پس از پدید آمدن ذره های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند.
- با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه های گازی به نام سحابی ایجاد کرد.
- بعدها این سحابی ها سبب پیدایش ستاره ها و کهکشان ها شد. (سحابی عقاب یکی از مکان های زایش ستاره هاست.)

www.khaneshimi.com

- ستاره ها متولد می شوند؛ رشد می کنند و زمانی می میرند. مرگ ستاره با یك انفجار بزرگ همراه است که سبب می شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.



- درون ستاره ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش های هسته ای رخ می دهد؛ واکنش هایی که در آنها از عنصرهای سبك تر، عنصرهای سنگین تر پدید می آید.
- دما و اندازهٔ هر ستاره تعیین می کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود.
هرچه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر فراهم می شود.
- چنین ستارگانی پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده اند و اتم های سنگین درون آنها در سرتاسر گیتی پراکنده شده است.

www.khaneshimi.com

نکته

ذره های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

$${}^{A}_{Z}E$$

Z ⟵ تعداد پروتون های هسته اتم هر عنصر

A ⟵ مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های یک اتم

$$\boxed{A = Z + N}$$

- در یک اتم خنثی:

$$\text{تعداد } p^+ = \text{تعداد } e^-$$

مثال : ${}^{۵۶}_{۲۶}Fe \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$

- در تبدیل یک اتم به یون (و بالعکس)، تعداد پروتون ها و نوترون ها (و در نتیجه عدد اتمی و عدد جرمی) ثابت است و فقط تعداد الکترون ها تغییر می کند.

مثال : ${}^{۲۳}_{۱۱}Na \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$ ${}^{۲۳}_{۱۱}Na^+ \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$

مثال : ${}^{۳۵}_{۱۷}Cl \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$ ${}^{۳۵}_{۱۷}Cl^- \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$

- **در گونه های چند اتمی:**

مثال : $H_۳O^+ \; ({}^{۱}_{۱}H, {}^{۱۶}_{۸}O) \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$ $PCl_۳ \; ({}^{۳۱}_{۱۵}P, {}^{۳۵}_{۱۷}Cl) \begin{cases} p^+ : \\ e^- : \\ n : \end{cases}$

- در همه اتم ها (به جز ${}^{۱}_{۱}H$):

$$\boxed{N \geq Z}$$

|| نکته داریم؛ چـه نکتـــه ای! ||

- در کاتیون ها و در آنیون ها:

|| نکته داریم؛ چـه نکتـــه ای! ||

www.khaneshimi.com

نکته

ایزوتوپ

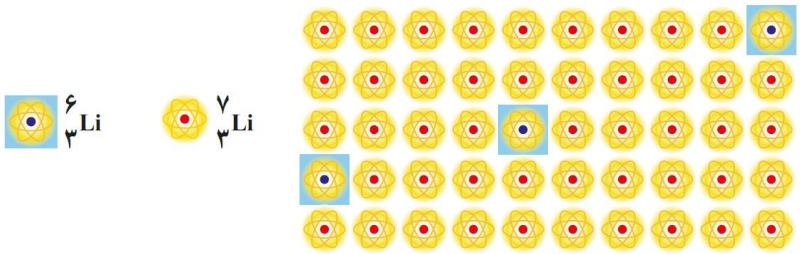
- به اتم های یک عنصر که **Z** یکسان اما **A** متفاوت دارند، ایزوتوپ می گویند.

مثال: بررسی یك نمونه منیزیم نشان می دهد که همهٔ اتم های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم مکان (ایزوتوپ) هستند.

- ایزوتوپ های منیزیم در یک نمونه طبیعی از آن:

- اغلب در یك نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، به دلیل وجود ایزوتوپ ها، اتم های سازنده، جرم یکسانی ندارند. (جرم یک اتم به طور عمده به تعداد پروتون ها و نوترون ها وابسته است.)
- **ایزوتوپ ها خواص شیمیایی یکسانی دارند** و در جدول دوره ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می کنند. (خواص شیمیایی اتم های هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است.)
- **ایزوتوپ ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.**
- فراوانی ایزوتوپ های یک عنصر در طبیعت یکسان نیست.

مثال: فراوانی ایزوتوپ های لیتیم

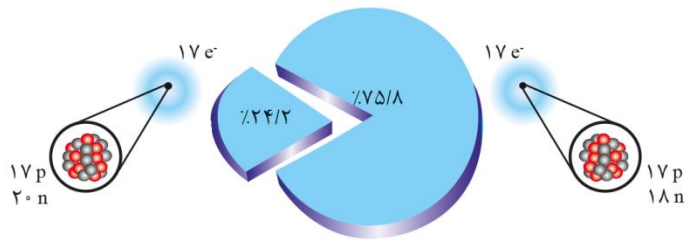


- **ایزوتوپ با فراوانی بیش تر ⟵ ایزوتوپ پایدارتر**
- ایزوتوپ های طبیعی هیدروژن:

- ایزوتوپ های طبیعی منیزیم:

- ایزوتوپ های طبیعی لیتیم:

- ایزوتوپ های طبیعی کلر:



www.khaneshimi.com

نکته

جرم اتمی میانگین

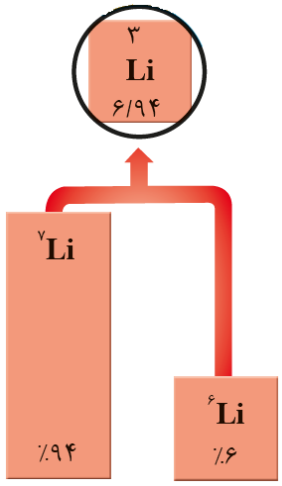
$$\bar{M} = \frac{M_1 a_1 + M_2 a_2 + \dots}{a_1 + a_2 + \dots}$$

- اگر فراوانی ها به صورت **درصد** بیان شده باشد:

$$a_1 + a_2 + \dots = 100$$

- **جرم اتمی میانگین، به جرم اتمی ایزوتوپی که فراوانی اش بیش تر است، نزدیکتر است.**

مثال:



✍ | نکته؛ چه نکته ای! | فرمول سریع تر محاسبه جرم اتمی میانگین:

✍ | نکته؛ چه نکته ای! | نسبت فراوانی ها:

www.khaneshimi.com

نکته

رادیو ایزوتوپ

- هستهٔ ایزوتوپ های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می شود.
این ایزوتوپ ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کنند.
- ایزوتوپ های پرتوزا و ناپایدار، رادیو ایزوتوپ نامیده می شود.
- **اغلب** هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد $(\frac{N}{Z} \geq 1/5)$، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می شوند.

توجه: این به این معنی نیست که اگر $\frac{N}{Z}$ کم تر از ۱/۵ باشد، قطعاً پایدار است!

مثال : $^{99}_{43}Tc \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{56}{43} \cong 1/3 \longrightarrow$ ولی Tc ناپایدار و پرتوزاست.

- نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. (نیم عمر، مدت زمانی است که مقدار یک ماده پرتوزا به نصف مقدار اولیه اش می رسد.)

نکته

ایزوتوپ های هیدروژن

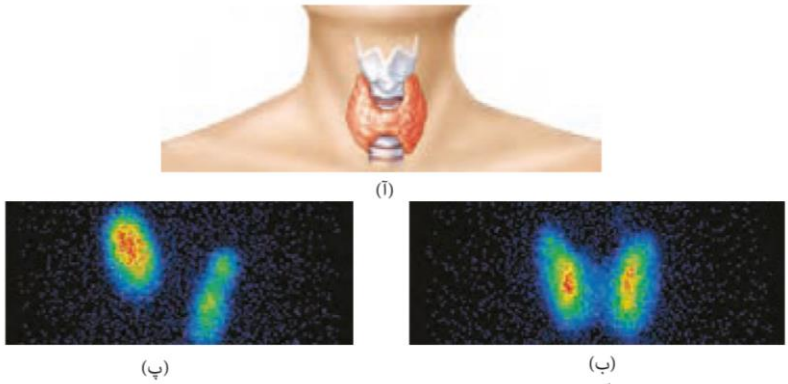
نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4\times10^{-22}$ ثانیه	$9/1\times10^{-22}$ ثانیه	$2/9\times10^{-22}$ ثانیه	$2/3\times10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

www.khaneshimi.com

نکته

تکنسیم

- تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر
- از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شود.(۲۶ عنصر دیگر ساختگی است)
- تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته ای ساخته شد.
- این رادیوایزوتوپ در تصویر برداری پزشکی کاربرد ویژه ای دارد.
- از تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می شود. زیرا یون یدید با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می شود.



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

- همه ^{99}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته شود. از آنجا که نیم عمر آن کم است و نمی توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یك مولد هسته ای تولید و سپس مصرف می کنند.

نکته

اورانیم

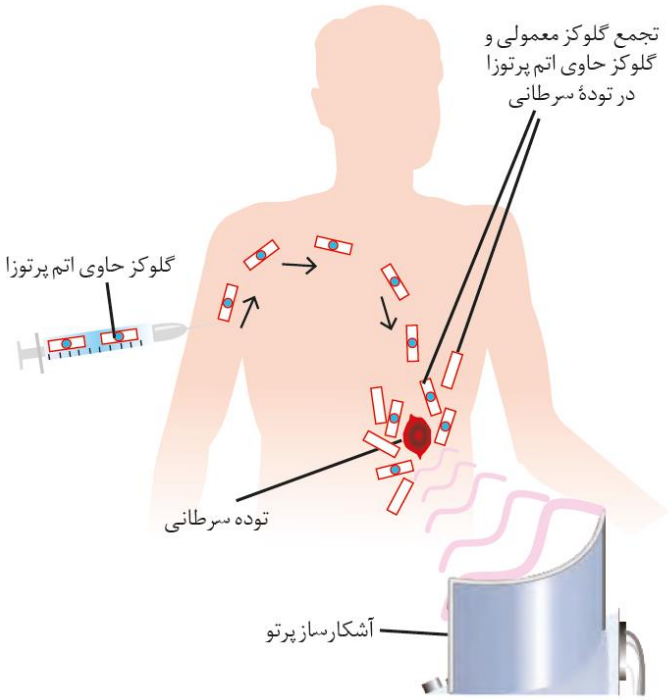
- رادیوایزوتوپ ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره گیری از آنها کرده است، به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه های اتمی استفاده می شود.
- اورانیم شناخته شده ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ های ^{235}U آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می رود.
- فراوانی ^{235}U در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است.

دانشمندان هسته ای ایران باتلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی سازی ایزوتوپی گفته می شود. (فرایندی که یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته ای است.)

www.khaneshimi.com

- یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن ها در تولید انرژی الکتریکی است.
- برخی رادیو ایزوتوپ های تولید شده در ایران:
  - رادیو ایزوتوپ فسفر
  - رادیو ایزوتوپ تکنسیم
- نمونه ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ مس:

- پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش های صنایع هسته ای به شمار می آید.
- اساس استفاده از رادیوایزوتوپ ها برای تشخیص تودهٔ سرطانی: (توده های سرطانی، یاخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند.)

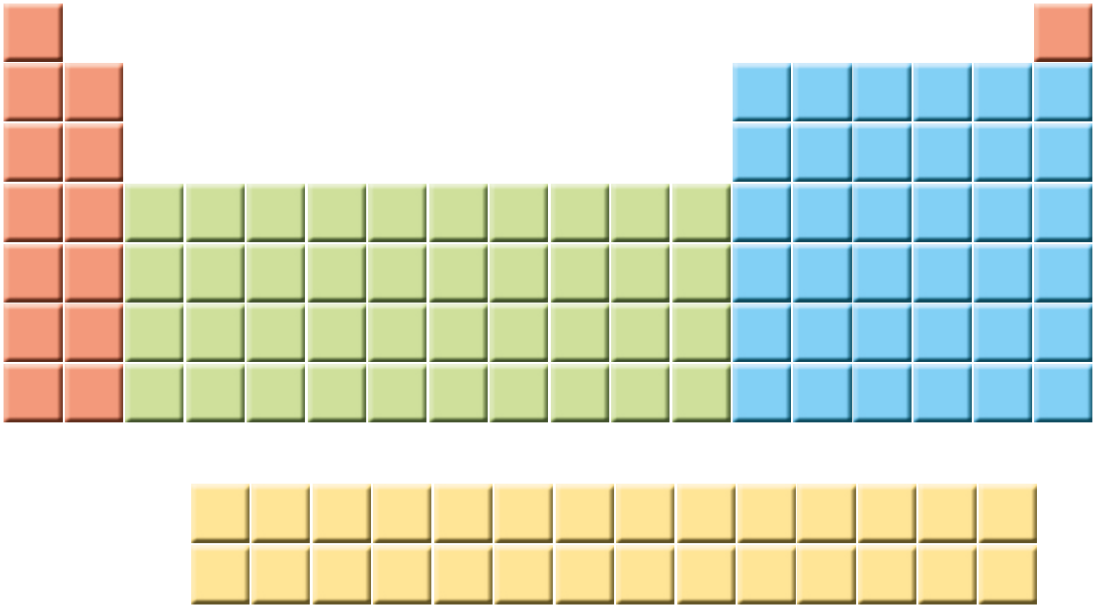


- به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان دار می گویند.
- آشکارساز، پرتوهای آزاد شده حاصل از اتم پرتوزا در این گلوکز را مشخص می کند و محل توده سرطانی در بدن تشخیص داده می شود.
- دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. (اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می شوند، سیگاری هستند.)

www.khaneshimi.com

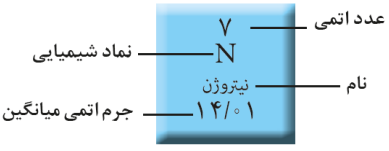
نکته

جدول دوره ای عنصرها



- در این جدول هر عنصر با نماد یك یا دو حرفی نشان داده شده است.
- در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می شود؛ برای نمونه سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا **Al**، **Ar** و **Au**
- در جدول دوره ای (تناوبی) امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده اند، جدول دوره ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک **(Z = ۱)** آغاز و به عنصر شمارهٔ ۱۱۸ ختم می شود.
- این جدول، ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد.
- هر ردیف افقی جدول، که نشان دهندهٔ چیدمان عنصرها بر حسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد.
- هر ستون، شامل عنصرها با **خواص شیمیایی مشابه** است و گروه نامیده می شود.
- خواص شیمیایی عنصر هایی که در یك دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصر ها به طور مشابه تکرار می شود؛ از این رو چنین جدولی را جدول دوره ای (تناوبی) عنصر ها نامیده اند.
- هر خانه از جدول به یك عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.

مثال:



- عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، به طور کلی خواص شیمیایی یکسانی دارند.
  - هلیم **($_{۲}$He)**، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. مشابه: آرگون
  - اتم فلوئور **($_{۹}$F)** در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید **(F^-)** تبدیل می شود. مشابه: برم **($_{۳۵}$Br)**
  - از اتم آلومینیم **($_{۱۳}$Al)**، یون پایدار $Al^{۳+}$ شناخته شده است. مشابه: گالیم

www.khaneshimi.com

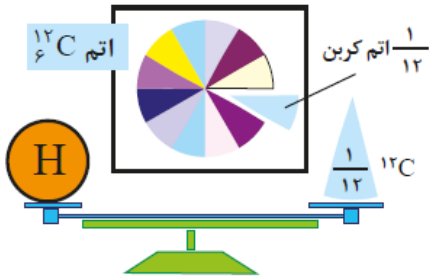
نکته

جرم اتمی عنصرها

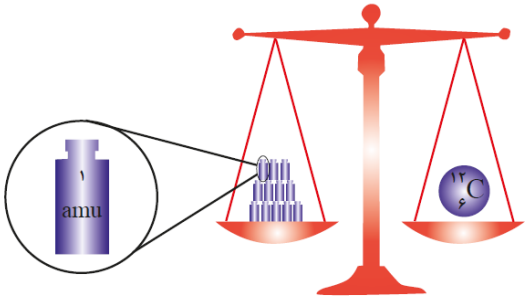
- جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازوهای متفاوتی اندازه گیری می کنند.
مثال: جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق تر و یکای گرم می سنجند.
- ترازوهایی که برای اندازه گیری جرم مواد گوناگون به کار می رود، دقت اندازه گیری متفاوتی دارد؛ برای نمونه، دقت باسکول های تنی تا یك دهم تن و دقت ترازوی زرگری تا یك صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی توان جرم یك هندوانه را اندازه گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه گیری این ترازو کمتر است.
- 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.

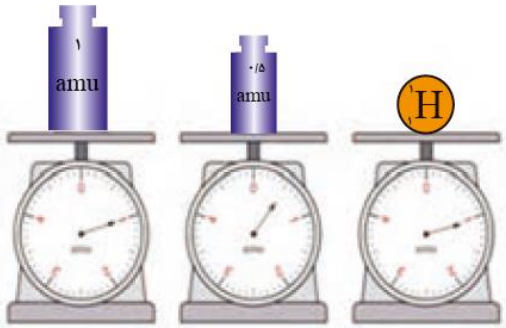
- الگویی برای نمایش **amu**:



- اگر جرم یک ایزوتوپ کربن – ۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را **۱amu** می نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می آید که به کمک آن می توان جرم همهٔ اتم ها را اندازه گیری کرد.



- اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن – ۱۲، ایزوتوپ $^{۱}_{۱}H$ قرار گیرد، جرم **۱/۰۰۸amu** به دست می آید.



www.khaneshimi.com

- یکای جرم اتمی را با نماد **u** نیز نشان می دهند.
برای نمونه، جرم اتمی هیدروژن برابر با **۱/۰۰۸amu** یا **۱/۰۰۸u** است.
- با تعریف **amu**، شیمی دان ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره های زیر اتمی را اندازه گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود **۱amu** بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$**amu** است.
- برخی ویژگی های ذره های زیر اتمی:

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

جرم نسبی

بار نسبی

✍ جرم نوترون کمی بیش تر از جرم پروتون است.

✍ مجموع جرم پروتون و الکترون، از جرم نوترون کم تر است.

✍ چون جرم پروتون و نوترون در حدود **۱amu** و جرم الکترون ناچیز است، مقدار عددی جرم یک اتم برحسب **amu** به تقریب با عدد جرمی (مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها) برابر است.

- با این توصیف جرم اتم $^{۷}_{۳}$**Li** را می توان به تقریب **۷amu** در نظر گرفت.

نکته

شمارش ذره ها از روی جرم آن ها

- از روی جرم مواد می توان شمار ذره های سازنده را شمارش کرد.
مثال: اگر جرم هر مهره به طور میانگین ۴/۲۹ گرم باشد، برآورد کنید در این ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف برابر با ۴۵۰/۰۳ گرم است.)

www.khaneshimi.com

- دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی ، جرم اتم ها را با دقت زیاد اندازه گیری می کنند.
- جرم یک اتم هیدروژن برابر با $۱amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$ است.
- شیمی دان ها به $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر ذره، یک مول از آن ذره می گویند.
- جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می شود.
- 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 در عمل ناممکن است.

نکته

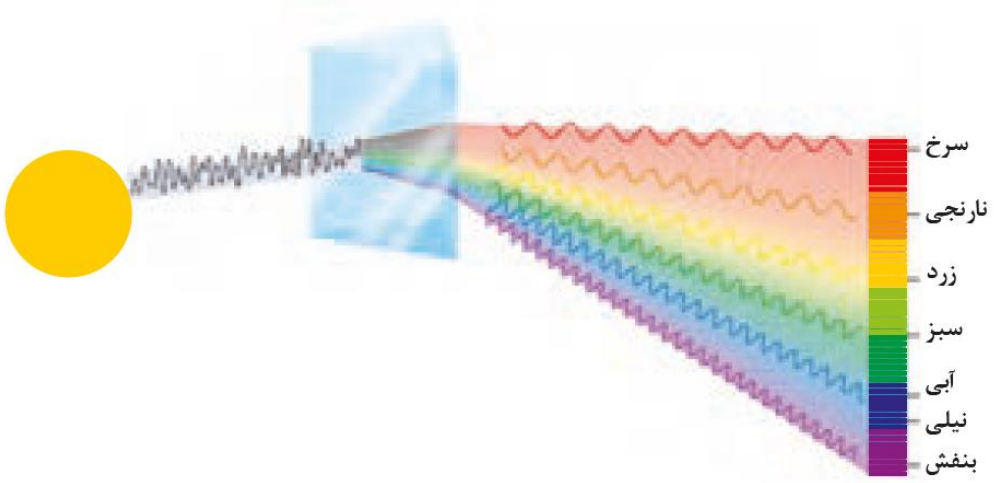
استوکیومتری یک ماده

www.khaneshimi.com

نکته

نـور

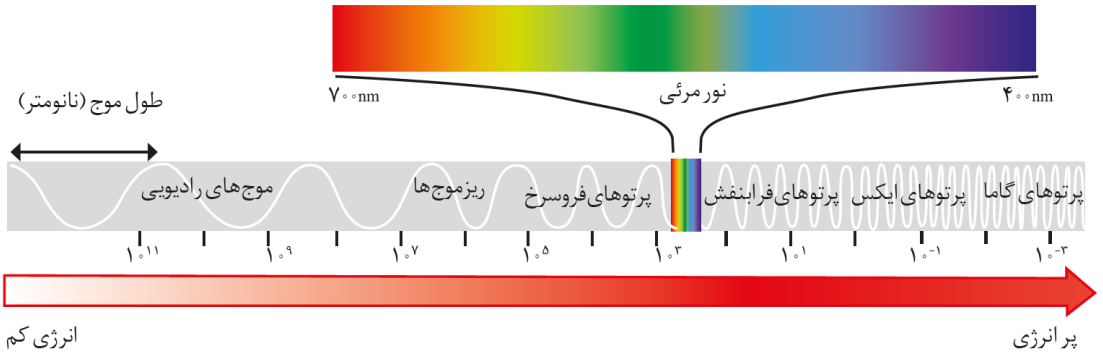
- به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی های آنها را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد.
همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می شود.
- نوری که از ستاره یا سیاره ای به ما می رسد، نشان می دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.
- دانشمندان با دستگاهی به نام طیف سنج می توانند از پرتو های گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آنها به دست آورند.
- نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می شود و گستره ای پیوسته از رنگ ها را ایجاد می کند.
این گسترهٔ رنگی، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است.
- نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می شود.



- رنگین کمان، گستره ای از رنگ های سرخ تا بنفش را در برمی گیرد.
- چشم ما تنها می تواند گسترهٔ محدودی از نور را ببیند.
به این گستره، که رنگ های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در برمی گیرد، گسترهٔ مرئی می‌گویند.
- نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگی از پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می‌کند به طوری که **هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند.**

www.khaneshimi.com

- نور مرئی تنها بخش کوچکی از گسترهٔ پرتو های الکترومغناطیسی است.
- یکی از ویژگی های موج، طول موج است که آن را با λ نشان می دهند.
- پرتوهای گوناگون طول موج های متفاوتی دارند.



نکته

نشر نور و طیف نشری

- هر یک از جرقه های زیبا در آتش بازی، از وجود یک ماده شیمیایی معین در مواد آتش زا است.
- نور **زرد** لامپ هایی که شب هنگام، آزادراه ها، بزرگراه ها و خیابان ها را روشن می سازد، به دلیل وجود بخار **سدیم** در آنهاست.
- از لامپ **نئون** در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی **سرخ فام** استفاده می شود.
- بسیاری از نمک ها شعلهٔ رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می کند.

برای مثال رنگ شعلهٔ فلز سدیم و ترکیب های گوناگون آن مشابه و زردرنگ، و شعلهٔ فلز مس و ترکیب های گوناگون آن مشابه و سبزرنگ است.

- شعلهٔ ترکیب های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را در بر می گیرد.
- رنگ شعلهٔ فلز لیتیم و همهٔ ترکیب‌های آن به رنگ سرخ است.
- از روی تغییر رنگ شعله می توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

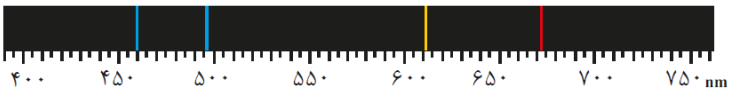
مثال: رنگ سرخ ایجاد شده در یك شعله می‌تواند نشان دهندهٔ وجود عنصر لیتیم در آن باشد.

- رنگ شعله برخی فلزها و نمک های آنها:

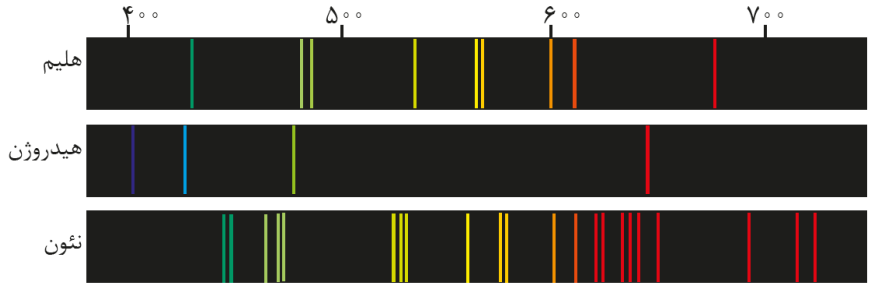
سبز	زرد	سرخ
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم

www.khaneshimi.com

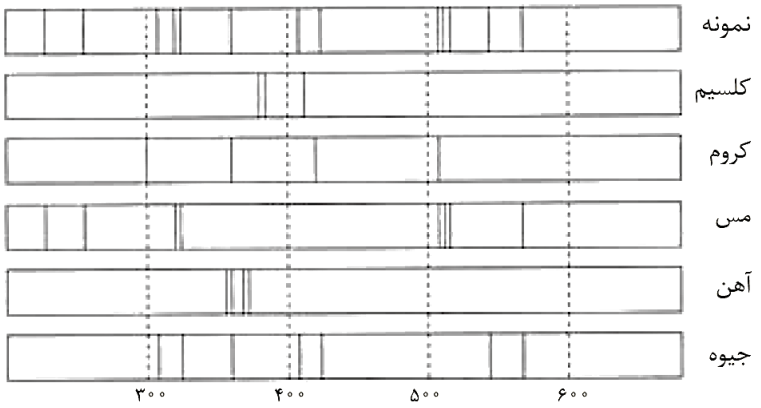
- شیمی دان ها به فرایندی که در آن یك مادۀ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می دارد، نشر می گویند.
- اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم دار در شعله را از یك منشور عبور دهیم، الگویی به دست می آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم می گویند.



- طیف نشری خطی لیتیم در گسترۀ مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است که به آن طیف خطی می گویند.
- هر عنصر، طیف نشری خطی ویژۀ خود را دارد و مانند اثر انگشت، می توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.
- کاربرد طیف های نشری خطی از برخی جنبه ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بستۀ مواد غذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژۀ خود را دارد. با خواندن آن به وسیلۀ دستگاه لیزری ویژه ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می شود.
- طیف نشری خطی هلیم، هیدروژن و نئون در گستره مرئی:



- مثال: پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. و در آزمایشگاه برای یافتن عنصرهای فلزی آن از این نمونه طیف نشری گرفتند. با توجه به شکل زیر (طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی دیگر) پیش بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟



www.khaneshimi.com

نکته

کشف ساختار اتم

- اتم هیدروژن به عنوان ساده ترین اتم، تنها دارای یك پروتون در هسته و یك الکترون پیرامون آن است.

- در گسترهٔ مرئی طیف نشری خطی به دست آمده از اتم های هیدروژن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است.
- از آنجا که هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد.

او پس از پژوهش های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند.

در این مدل، الکترون ها در مسیرهای دایره ای شکل به نام مدار به دور هسته در حال چرخش هستند.

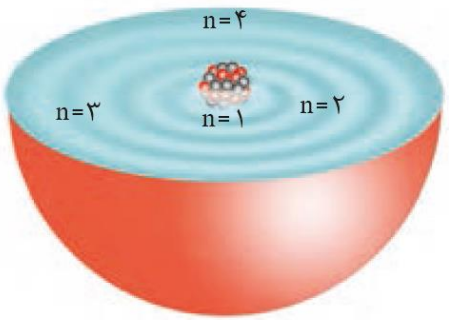
اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

- بور با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد. وی موفق شد با این مدل، طیف نشری هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی بور اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.
- 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، اتم را کره ای 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 هایی پیرامون هسته توزیع می شوند.

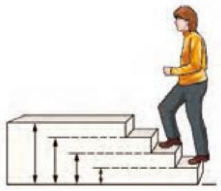
این لایه ها را از هسته به سمت بیرون شماره گذاری می کنند و شمارهٔ هر لایه را با **n** نمایش می دهند. (**n**، عدد کوانتومی اصلی نامیده می شود.)

- ساختار لایه ای اتم:

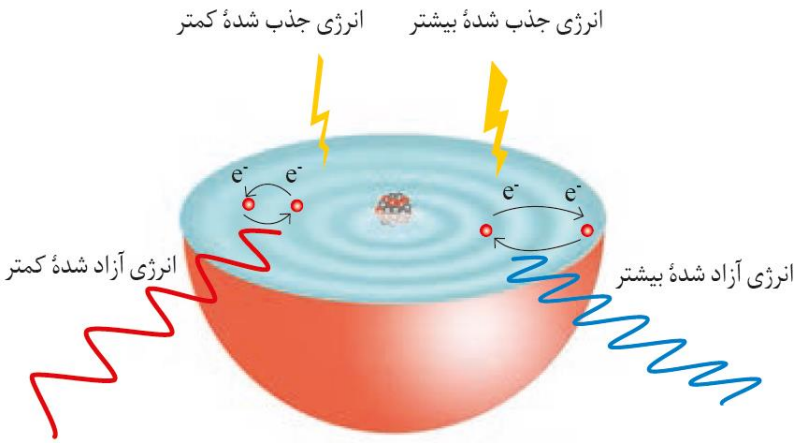


www.khaneshimi.com

- در ساختار لایه ای اتم، هر بخش پررنگ، مهم ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می دهد. بخشی که الکترون های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می کنند.
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**.
- نکتهٔ مهم و جالب توجه در این مدل، کوانتومی بودن دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر است.
در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به صورت پیمانه ای یا بسته های معین، جذب یا نشر می کند.
- انرژی در نگاه ماکروسکوپی همانند ماده، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.
- الکترون ها در اتم برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه رو هستند.



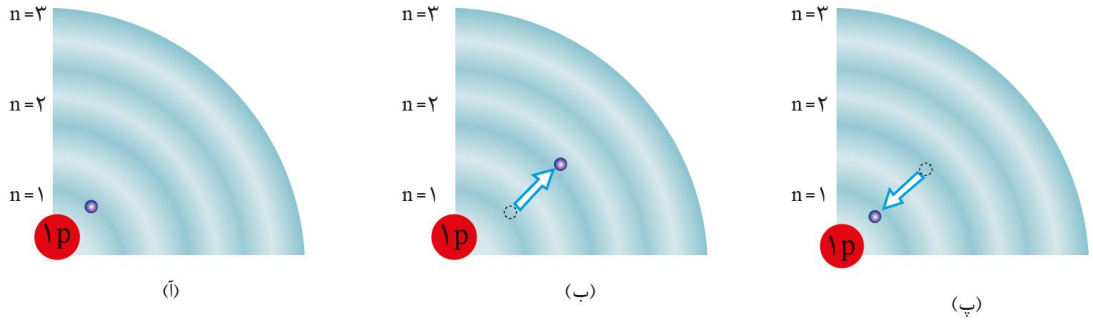
- هنگامی که به اتم های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می شود، الکترون ها با جذب انرژی معین از لایه ای به لایهٔ بالاتر انتقال می یابند.
- هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون ها به لایه های بالاتری انتقال می یابند.



- در نتیجه جابه جایی الکترون ها بین لایه ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می شود.
- انرژی داد و ستد شده هنگام انتقال الکترون ها در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه های معینی، جذب یا نشر می شود؛ به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم ، مدل کوانتومی اتم نامیده اند.
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 قرار دارد.
- در این ساختار، انرژی الکترون ها در اتم با افزایش فاصله از هسته افزایش می یابد. (هرچه الکترون در لایه دورتری از هسته باشد، انرژی آن بیش تر است.)

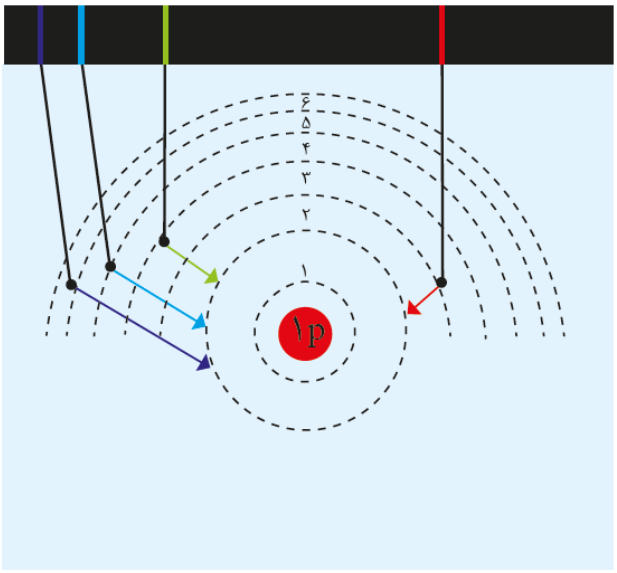
www.khaneshimi.com

- اگر به اتم ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون های آنها با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال می یابد. به اتم ها در چنین حالتی، اتم های برانگیخته می گویند.
اتم های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند؛ از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند.



- از آنجاکه برای الکترون، نشر نور، مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، انرژی اضافی خود که همان تفاوت انرژی میان دو لایه است را با نوری با طول موج معین نشر می کنند.
- هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون ها را از لایه های بالاتر به لایه های پایین تر نشان می دهد.
- **از آنجا که انرژی لایه های الکترونی پیرامون هستهٔ هر اتم ویژهٔ همان اتم و به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است؛ بنابراین انتظار می رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند.**

- چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم های هیدروژن:



www.khaneshimi.com

- با تعیین دقیق طول موج نوارهای یاد شده می توان به تصویر خطی از انرژی لایه های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

- هرچه دما بالاتر باشد، انرژی نور منتشر شده بیش تر و طول موج مربوط به آن کم تر است.
مثال:

- هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیار شور به رنگ زرد شروع به درخشیدن می کند. (علت: بازگشت الکترون های برانگیخته اتم سدیم موجود در خیار شور به حالت پایه و در نتیجه نشر نور)

www.khaneshimi.com

نکته

توزیع الکترون ها در لایه ها و زیرلایه ها

- اتم، ساختار لایه ای دارد و الکترون ها در لایه های پیرامون هسته با نظم ویژه ای حضور دارند.
- حداکثر گنجایش الکترون در هر لایه: $2n^2$
- هر لایه، خود از زیر لایه های متفاوتی تشکیل شده است.
- l: عدد کوانتومی فرعی

$$\begin{cases} l=0 \longrightarrow s \\ l=1 \longrightarrow p \\ l=2 \longrightarrow d \\ l=3 \longrightarrow f \end{cases}$$

- مقادیر معین و مجاز l:

$l=0$ تا $(n-1)$

- حداکثر گنجایش الکترون در هر زیرلایه: $4l+2$
- نماد هر زیرلایهٔ معین با دو عدد کوانتومی مشخص می شود.

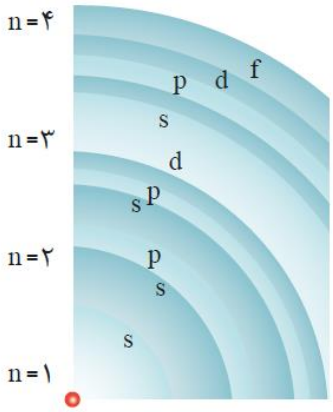
هر زیرلایه را می توان با نماد nl $(n>l)$ نمایش داد؛ برای نمونه در زیر لایهٔ $2p$، $n=2$ و $l=1$ است.

هیچ زیرلایه ای با عدد کوانتومی اصلی و فرعی یکسان نداریم.

مثال: $3f$

- اتم را می توان کره ای درنظر گرفت که هستهٔ بسیار کوچك و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون ها و نوترون هاست. پیرامون هسته، الکترون ها در لایه های الکترونی حضور دارند.

- زیر لایه های موجود در چهار لایهٔ الکترونی:

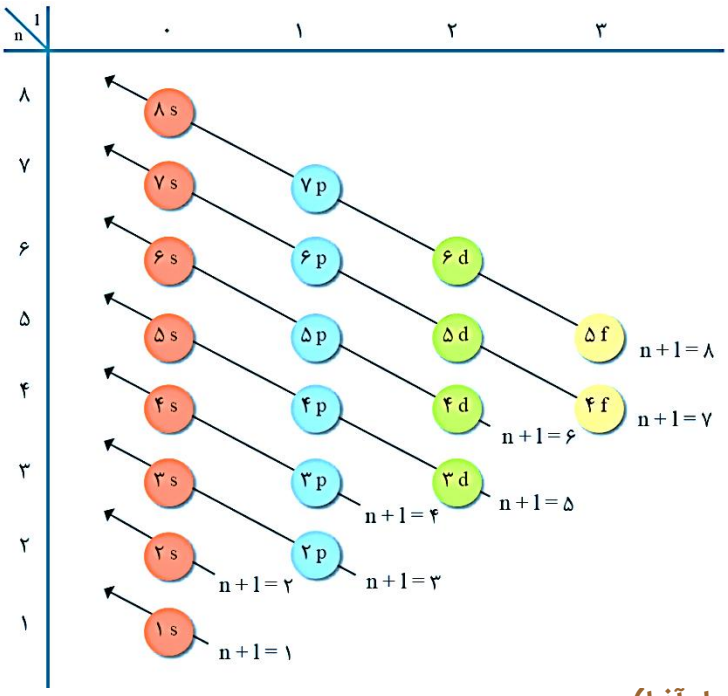


www.khaneshimi.com

نکته

آرایش الکترونی اتم

- رفتار و ویژگی های هر اتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد.
- پر شدن زیر لایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی **(n)** وابسته نیست بلکه از یک قاعدهٔ کلی به نام قاعدهٔ آفبا پیروی می کند.
- قاعدهٔ آفبا ترتیب پرشدن زیرلایه ها را در اتم های گوناگون نشان می دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه ها، نخست زیرلایه های نزدیکتر به هسته پر می شود که دارای انرژی کمتری است و سپس زیر لایه های بالاتر پر خواهد شد.
- انرژی زیرلایه ها به n و $n+l$ وابسته است. اگر $n+l$ برای دو یا چند زیر لایه یکسان باشد، زیر لایه با n کوچکتر، انرژی کمتری دارد.



- **ترتیب پر شدن زیرلایه ها از الکترون (اصل آفبا) :**

- **aufbau** واژه ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است.
- قاعده آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش بینی می کند. اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به کمک روش های طیف سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم هایی را با دقت تعیین می کنند.
- داده های طیف سنجی نشان می دهد که آرایش الکترونی برخی اتم ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی کند؛ برای نمونه هر یك از اتم های **کروم و مس** در بیرونی ترین زیر لایهٔ خود تنها یك الکترون دارد.

$_{۲۴}Cr : ۳d^{۵} / ۴s^{۱}$

$_{۲۹}Cu : ۳d^{۱۰} / ۴s^{۱}$

www.khaneshimi.com

- **آرایش الکترونی فشرده (به کمک گازهای نجیب):**

۱ ⟵	$[_{۲}He]$
۲ ⟵	$[_{۱۰}Ne]$
۳ ⟵	$[_{۱۸}Ar]$
۴ ⟵	$[_{۳۶}Kr]$
۵ ⟵	$[_{۵۴}Xe]$
۶ ⟵	$[_{۸۶}Rn]$
۷ ⟵	$[_{۱۱۸}Og]$

- نوشتن نزدیکترین گاز نجیب قبل از عدد اتمی
- نوشتن زیرلایه ns (n شماره دوره بعد از گاز نجیب)
- نوشتن زیرلایه های بعدی طبق اصل آفبا

- اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش آرایش الکترون ها در بیرونی ترین لایه به نام لایهٔ ظرفیت اتم است.
- لایهٔ ظرفیت یک اتم، لایه ای است که الکترون های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می کند. به الکترون های این لایه، الکترون های ظرفیت اتم می گویند.
- در عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم، الکترون های ظرفیت شامل الکترون ها در زیرلایه های $۴s$ و $۳d$ است.

- **تعیین لایه ظرفیت از روی آرایش الکترونی:**
  - اگر آرایش الکترونی به زیرلایه s ختم شود: s آخر و d ماقبل آخر
  - اگر آرایش الکترونی به زیرلایه p ختم شود: s و p آخر

- **تعیین شماره دوره (تناوب) (ردیف) از روی آرایش الکترونی: بزرگ ترین ضریب**
- **تعیین شماره گروه از روی آرایش الکترونی:**
  - اگر آرایش الکترونی به زیرلایه s ختم شود: s آخر و d ماقبل آخر
  - اگر آرایش الکترونی به زیرلایه p ختم شود: $p+۱۲$

- تعیین شماره دوره و گروه به کمک گازهای نجیب:

۱ ⟵	$[_{۲}He]$
۳ ⟵	$[_{۱۰}Ne]$
۱۱ ⟵	$[_{۱۸}Ar]$
۱۹ ⟵	$[_{۳۶}Kr]$
۳۷ ⟵	$[_{۵۴}Xe]$
۵۵ ⟵	$[_{۸۶}Rn]$
۸۷ ⟵	$[_{۱۱۸}Og]$

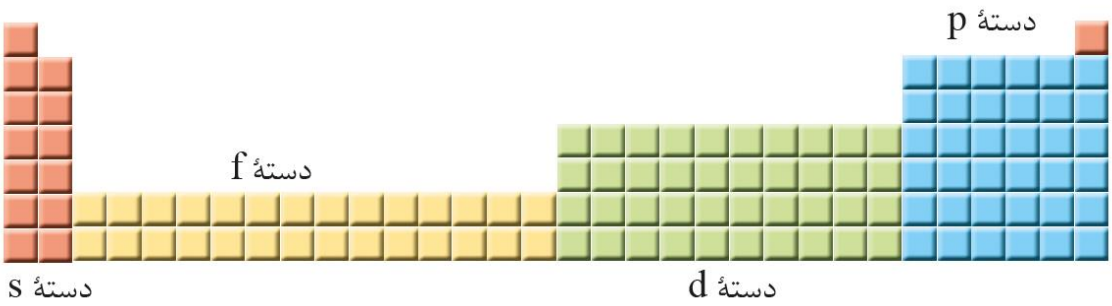
www.khaneshimi.com

- **آرایش الکترونی یون ها:**
  - نوشتن آرایش الکترونی اتم خنثی
  - در مورد کاتیون ها: به تعداد بار یون از بیرونی ترین زیرلایه، الکترون کم می کنیم.
  - در مورد آنیون ها: به تعداد بار یون به آخرین زیرلایه، الکترون اضافه می کنیم.

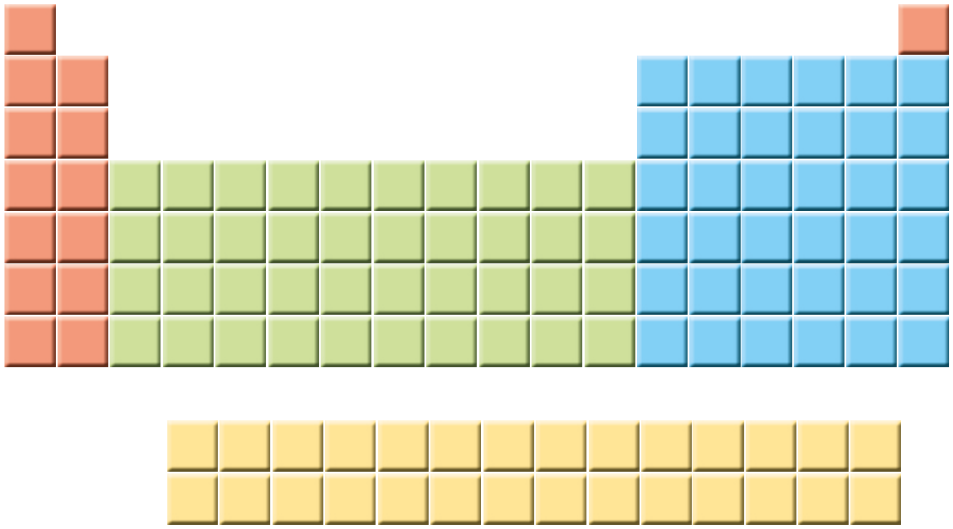
- **اگر در یک آرایش الکترونی، زیرلایه ۴s نداشته باشیم و زیرلایه ۳d داشته باشیم، آرایش الکترونی داده شده فقط می تواند مربوط به یک کاتیون باشد.**

  مثال: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}$

- عنصرهای جدول دوره ای را می توان در چهاردسته به صورت زیر جای داد:

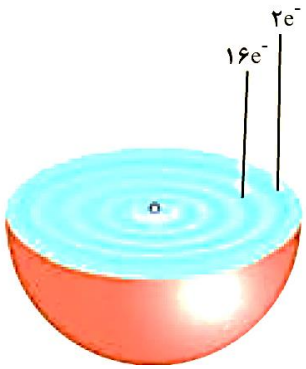


- در هر دوره از جدول؛ به تعداد شمارهٔ دوره، لایه از الکترون اشغال می شود.



www.khaneshimi.com

- تشخیص آرایش الکترونی از روی برش اتم:

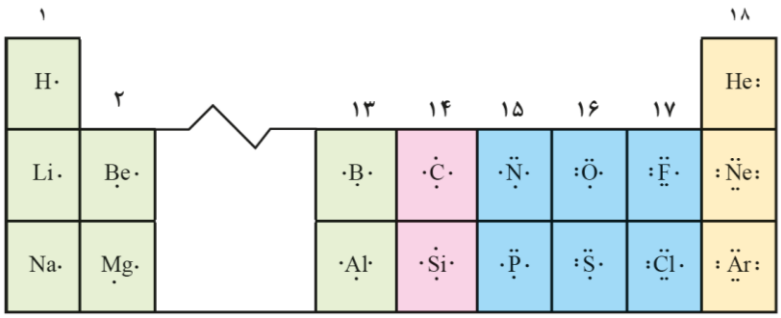


www.khaneshimi.com

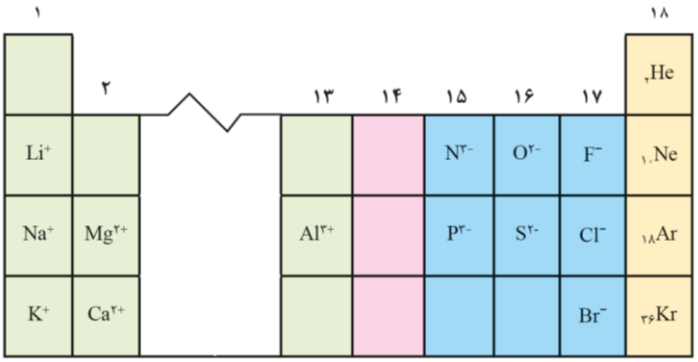
نکته

ساختار اتم و رفتار آن

- گازهای نجیب در طبیعت به شکل تك اتمی یافت می شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش ناپذیر بوده یا واکنش پذیری بسیار کمی دارند، از این رو پایدارند.
- در لایهٔ ظرفیت اتم گازهای نجیب، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایهٔ الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم ها باید رابطه ای باشد به طوری که اگر لایهٔ ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب و یا هشت تایی باشد، آن اتم واکنش پذیری چندانی ندارد؛ (اگر لایهٔ ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش پذیر است.)
- لوویس برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم ها، آرایشی به نام الکترون – نقطه ای ارائه کرد که در آن الکترون های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می شود.
برای نمونه، آرایش الکترون – نقطه ای سدیم به صورت **Na.** است.



اغلب این اتم ها در طبیعت به صورت یون در ترکیب های گوناگون یافت می شود.



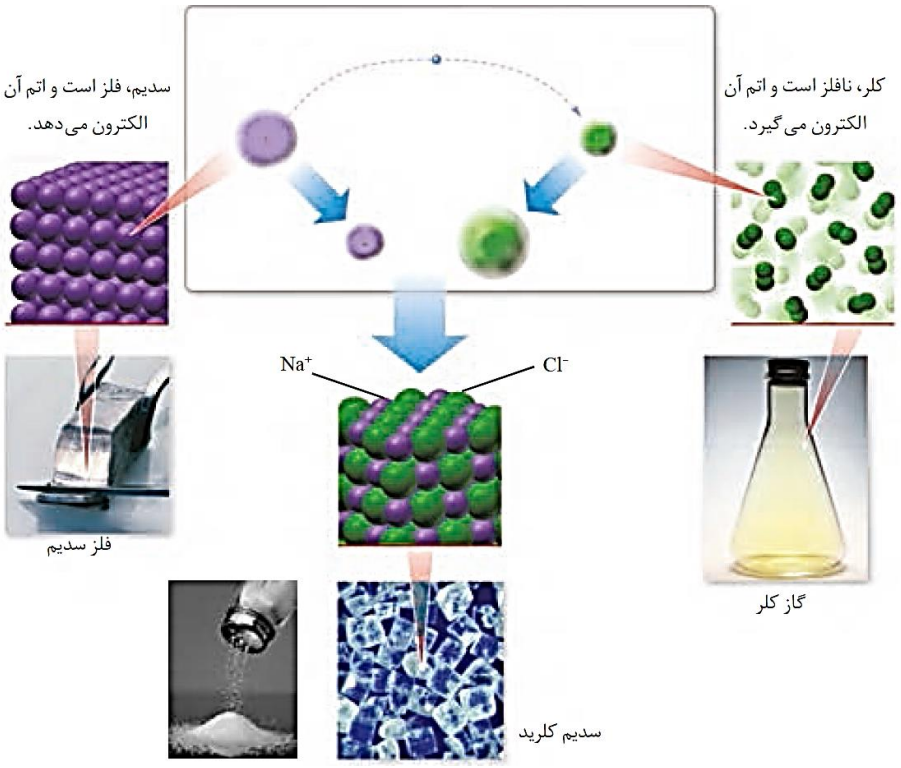
- رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون های ظرفیت آن بستگی دارد به طوری که می توان دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آنها دانست.
- اتم ها می توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراك گذاشتن آن به آرایش یك گاز نجیب برسند و یا هشت تایی شوند تا پایدارتر گردند.
- از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه ای از رفتار شیمیایی اتم است.

www.khaneshimi.com

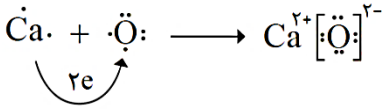
- هرگاه اتم های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یك الکترون به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یك الکترون به یون کلرید تبدیل و در این واکنش سدیم کلرید (نمك خوراکی) تولید می شود.
- اتم های سدیم با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم های کلر با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم دورهٔ خود (آرگون) می رسند.

میان یون های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبهٔ بسیار قوی برقرار می شود؛ نیروی جاذبه ای که پیوند یونی نامیده می شود.

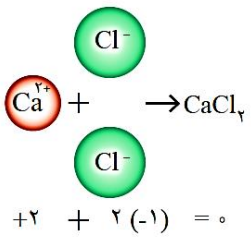
ترکیب حاصل از این واکنش، سدیم کلرید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی **NaCl** نشان می دهند.



- ترکیب هایی که ذره های سازندهٔ آنها یون است، ترکیب یونی نام دارند.
- هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون ها با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است.
- تشکیل کلسیم اکسید:

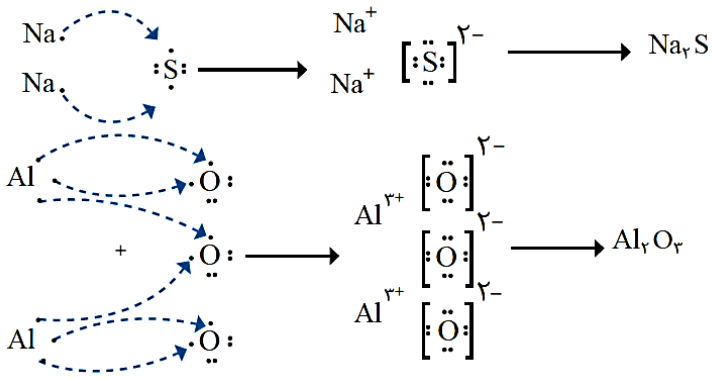


- فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازندهٔ آن، ۱ به ۲ است.



www.khaneshimi.com

- چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید:



- یون تک اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یك اتم تشکیل شده است؛ برای مثال یون های Na^+ و Cl^- تک اتمی هستند.
- ترکیب های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می شود.
مانند: $CaCl_2 - NaCl - Al_2O_3 - Na_2S$

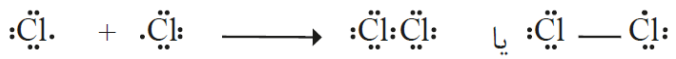
- چند **نوع عنصر**؟
- چه **تعداد اتم**؟
- تعیین **نسبت شمار کاتیون به آنیون** در یک ترکیب یونی:

- تعیین شمار مول **الکترون های مبادله شده** در یک مول ترکیب یونی:

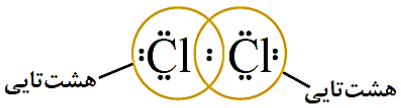
نکته

تبدیل اتم ها به مولکول ها

- بسیاری از ترکیب های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره های سازندهٔ آنها مولکول ها هستند.
- گاز کلر، که خاصیت رنگ بری و گند زدایی دارد از مولکول های دو اتمی **(Cl_2)** تشکیل شده است.
- با توجه به آرایش الکترون – نقطه ای اتم کلر می توان تشکیل این مولکول را به صورت زیر نشان داد:



با این توصیف هر اتم کلر، تك الکترون خود را با دیگری به اشتراك می گذارد به طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون نقطه ای به هر دوی آنها تعلق دارد. در این وضعیت هر یك از اتم ها به آرایش هشت تایی رسیده است.

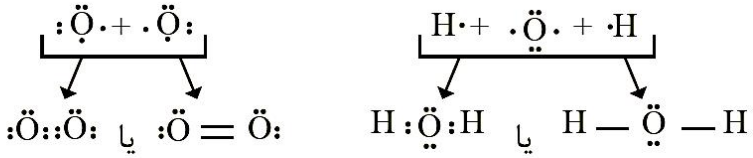


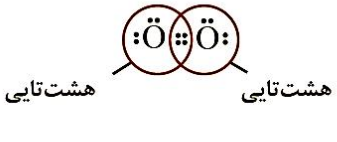
(Cl_2)

- مواد شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می شوند.

- جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2، نشان دهندهٔ یک پیوند اشتراکی (کووالانسی) است؛ پیوندی که باعث اتصال دو اتم به یکدیگر در مولکول شده است.
- اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای اشتراکی می تواند مولکول های دو یا چند اتمی را بسازد.

مثال: چگونگی تشکیل مولکول دو اتمی اکسیژن و مولکول سه اتمی آب:





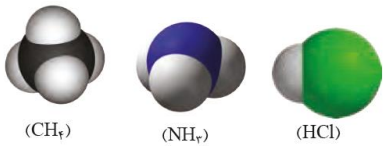
(O_2)

(H_2O)

www.khaneshimi.com

- به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم های هر عنصر را نشان می دهد، **فرمول مولکولی** می گویند.

- **مدل فضا پرکن** برای برخی مولکول ها:



- **ساختار لوویس:**

NH_3	O_2	Cl_2	HCl	H_2O	CH_4

- **جرم مولی** یک ماده با مجموع جرم مولی اتم های سازندهٔ آن برابر است. برای مثال، جرم مولی آب برابر است با: $(۲\times۱/۰۰۸)+۱۶/۰۰=۱۸/۰۶\,g.mol^{-1}$

مثال:

$Cl_2 \rightarrow ۷۱$

$HCl \rightarrow ۳۶/۵$

$NaCl \rightarrow ۵۸/۵$

$CaF_2 \rightarrow ۷۸$

$SO_3 \rightarrow ۸۰$

$Al_2O_3 \rightarrow ۱۰۲$

- **گرافیت** دگر شکلی از کربن است. در قرن شانزدهم میلادی قطعه بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری گرافیت، مردم در آن زمان می پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می دانیم مفز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده هم چنان به **سرب مداد** معروف است.

www.khaneshimi.com