

## نکات تئوری فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

✓ نوری که از ستارگان تابیده می شود ، اطلاعات زیادی درباره ی این که جهان هستی چگونه پدید آمده و ذره های سازنده ی جهان هستی طی چه فرایندی به وجود آمده است ، در اختیار انسان قرار می دهد.

✓ زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاهی بسیار کوچک است که دانشمندان با آزمایش های گوناگون در آن ، در تلاش برای یافتن پاسخ پرسش های خود هستند.

✓ شیمی دان ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین بر هم کنش نور با ماده سهم بسزایی در شناخت جهان هستی داشته اند. (پاسخ بسیاری از پرسش ها را یافته اند).

✓ پاسخ به این پرسش که «هستی چگونه به وجود آمده است؟»، که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است، در قلمرو علم تجربی نمی گنجد و آدمی در پرتو آموزه های وحیانی می تواند به پاسخی جامع دست یابد.

✓ در قلمرو علم تجربی می توان برای رسیدن به پاسخ «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است» و «پدیده های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند» تلاش کرد.

✓ شواهد تاریخی که از سنگ نبشته ها و نقاشی های دیوار غارها به دست آمده است ، نشان می دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ی ستارگان ، در پی فهم نظم و قانونمندی در آسمان بوده است.

✓ تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه ای از آن ، سفر طولانی و تاریخی دو فضاپیما به نام وویجر 1 و 2 است که در سال 1977 میلادی (یعنی سال 1356 خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی (منظومه ی شمسی) صورت گرفت.

✓ آخرین تصویری که وویجر 1 پیش از خروج از سامانه خورشیدی (منظومه ی شمسی) از کره ی زمین گرفت، از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بود. (شکل زیر)



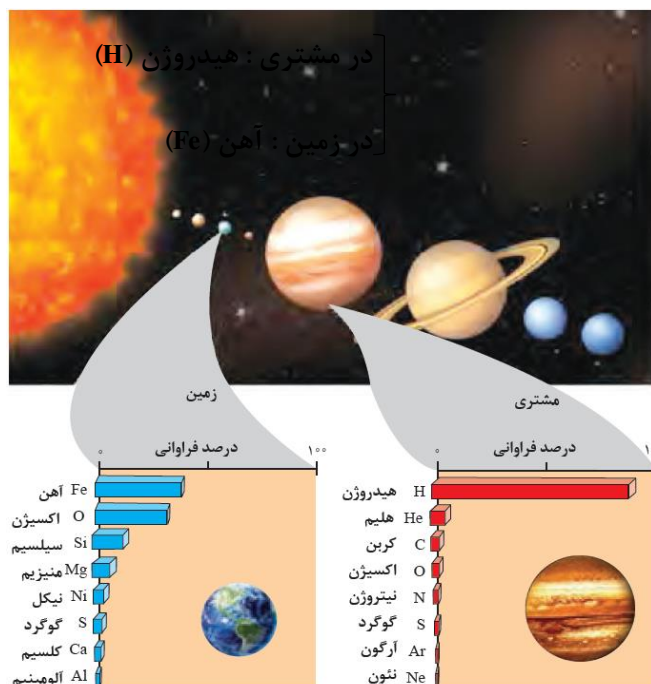
✓ دو فضاپیمای وویجر 1 و 2 مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه ها می تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب های شیمیایی در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

✓ یکی از پرسش های مهمی که شیمی دان ها در پی پاسخ آن هستند ، چگونگی پیدایش عنصرها است.

✓ مطالعه ی کیهان به ویژه سامانه ی خورشیدی ، برای پاسخ به چگونگی پیدایش عنصرها ، کمک شایانی می کند.

✓ با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده ی برخی سیاره های سامانه ی خورشیدی و مقایسه ی آن با عنصرهای سازنده ی خورشید ، می توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

## عنصرهای سازنده سیاره های مشتری و زمین:



- فراوان ترین عنصر در هر سیاره

- عنصرهای مشترک در دو سیاره : اکسیژن (O) و گوگرد (S)
- در سیاره مشتری عنصر فلزی وجود ندارد!
- سیاره ی مشتری بیش تر از جنس گاز است نه سنگ ؛ زیرا عنصرهای سازنده آن نافلزهایی هستند که گازند یا به آسانی به گاز تبدیل می شوند.
- در زمین به غیر از عناصر نشان داده شده در شکل عناصری همچون طلا ، نقره ، مس و ... همچنین نافلزهایی مانند کربن ، فسفر ، ید و ... نیز یافت می شوند.

- گوگرد (S) رتبه ششم فراوانی در هر دو سیاره را دارد.
- درصد فراوانی O و S در زمین بیشتر از مشتری است.
- درصد فراوانی همه عناصرها در زمین کمتر از ۵۰٪ است.
- در سیاره مشتری ، فقط درصد فراوانی هیدروژن (H) بیشتر از ۵۰٪ است.
- هم در مشتری و هم در زمین درصد فراوانی اکسیژن (O) بیشتر از گوگرد (S) است.

## ترتیب فراوانی عناصرها در زمین (سومین سیاره) :

آهن (Fe) < اکسیژن (O) < سیلیسیم (Si) < منیزیم (Mg) < نیکل (Ni) < گوگرد (S) < کلسیم (Ca) < آلومینیم (Al)

فلز      نافلز      شبه فلز      فلز      فلز      نافلز      فلز      فلز

## ترتیب فراوانی عناصرها در مشتری (پنجمین سیاره) :

هیدروژن (H) < هلیوم (He) < کربن (C) < اکسیژن (O) < نیتروژن (N) < گوگرد (S) < آرگون (Ar) < نئون (Ne)

نافلز      نافلز      نافلز      نافلز      نافلز      نافلز      نافلز      نافلز

## روند تشکیل عناصرها

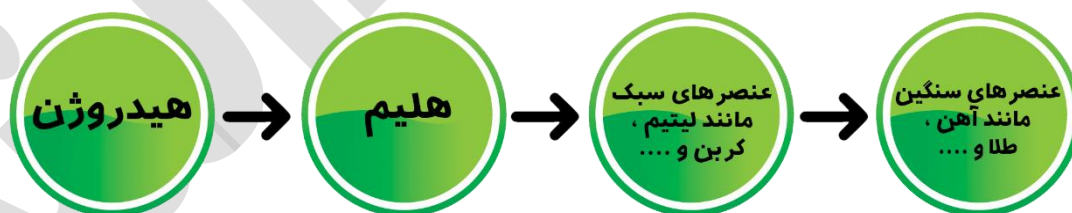
✓ نوع و فراوانی عناصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عناصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست (مثل اکسیژن و گوگرد).

یافته هایی از این دست نشان می دهد که عناصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده است. این یافته ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عناصرها را توضیح دهند به طوری که برخی از آنها بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عناصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی ها موجب پیدایش ستاره ها و کهکشان ها شد. (سحابی ها مکان زایش ستارگان هستند)

ستاره ها و کهکشان ها → سحابی ها → گذشت زمان و کاهش دما → هیدروژن و هلیوم → الکترون، پروتون و نوترون → مهبانگ

✓ درون ستاره ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش های هسته ای رخ می دهد؛ در این واکنش ها از عناصرهای سبک تر، عناصرهای سنگین تر پدید می آید.

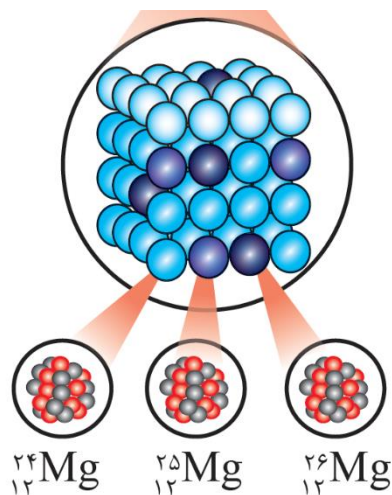
✓ ستاره ها متولد می شوند، رشد می کنند و زمانی می میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می شود عناصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه تولید عناصرها دانست.



### «روند تشکیل عناصرها»

✓ خورشید نزدیک ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش های هسته ای است، واکنش هایی که در آنها انرژی هنگفتی آزاد می شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته ای آن قدر زیاد است که می تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید که در واکنش های شیمیایی که در پدیده های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

## ایزوتوپ (هم مکان)



✓ شیمی دان ها ماده ای را عنصر می نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد. برای نمونه منیزیم و هلیوم عنصر به شمار می روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم های منیزیم و یک نمونه هلیوم حاوی اتم های هلیوم است.

بررسی ها نشان می دهد که اغلب در یک نمونه ی طبیعی از عنصری معین ، اتم های سازنده ، جرم یکسانی ندارند. برای مثال یک نمونه از منیزیم نشان می دهد که همه ی اتم های منیزیم در این نمونه یکسان نیست ، بلکه مخلوطی از سه هم مکان (ایزوتوپ) هستند.

✓ به اتم های یک عنصر که Z یکسان ولی A متفاوتی دارند ایزوتوپ می گوییم. به عبارت دیگر، ایزوتوپ ها دارای تعداد پروتون های برابر و تعداد نوترون های نابرابر هستند.

✓ خواص شیمیایی اتم های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است ؛ از این رو اتم های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای تنها یک مکان را اشغال می کنند.

این درحالی است که همین ایزوتوپ ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم ، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

## تفاوت ها و شباهت های ایزوتوپ های یک عنصر معین

تفاوت	شباهت
عدد جرمی	عدد اتمی (تعداد پروتون)
تعداد نوترون	تعداد الکترون
خواص فیزیکی وابسته به جرم (مانند نقطه ذوب ، چگالی یا جرم حجمی و.....)	خواص شیمیایی (مانند واکنش پذیری)
جرم اتمی	موقعیت در جدول دوره ای
درصد فراوانی ، پایداری و نیم عمر	آرایش الکترونی

✓ فراوانی ایزوتوپ ها در طبیعت یکسان نیست ، برخی فراوان ترند و برخی کمیاب تر.

⇐ درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهنده ی پایداری آن ایزوتوپ است. هر چه ایزوتوپ فراوان تر باشد پایدارتر است.

توجه: فراوانی نسبی هریک از ایزوتوپ های یک عنصر ، عدد ثابتی نیست و برحسب کشف فراوانی های نسبی جدید قابل تغییر است.

## تعداد ایزوتوپ های طبیعی عنصرهای کتاب درسی (دریك نگاه):

هیدروژن : دارای سه ایزوتوپ طبیعی ( $^1\text{H}$  ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$ )منیزیم : دارای سه ایزوتوپ طبیعی ( $^{24}\text{Mg}$  ،  $^{25}\text{Mg}$  و  $^{26}\text{Mg}$ ) ← هر سه پایدارلیتیم : دارای دو ایزوتوپ طبیعی ( $^6\text{Li}$  و  $^7\text{Li}$ ) ← هر دو پایدارکلر : دارای دو ایزوتوپ طبیعی ( $^{35}\text{Cl}$  و  $^{37}\text{Cl}$ ) ← هر دو پایدار

## ایزوتوپ های طبیعی و ساختگی هیدروژن

← ۷ ایزوتوپ (سه ایزوتوپ طبیعی و چهار ایزوتوپ ساختگی)

نماد ایزوتوپ	$^1_1\text{H}$	$^2_1\text{H}$	$^3_1\text{H}$	$^4_1\text{H}$	$^5_1\text{H}$	$^6_1\text{H}$	$^7_1\text{H}$
ویژگی ایزوتوپ							
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1.4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9.1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2.9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2.3 \times 10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

✓ همه ی ایزوتوپ های هیدروژن دارای یک پروتون هستند ولی تعداد نوترون متفاوتی دارند.

✓ یک نمونه ی طبیعی از عنصر هیدروژن شامل سه ایزوتوپ  $^1\text{H}$  ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  است. (توجه کنید که ایزوتوپ های ساختگی در نمونه ی طبیعی وجود ندارد یعنی در طبیعت وجود ندارند.)

✓ نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است به طوری که هرچه ایزوتوپ پایدارتر باشد ، نیم عمر آن بلندتر است. (نیم عمر : ↑ ⇔ پایداری : ↑)

← در میان ایزوتوپ های هیدروژن ،  $^7\text{H}$  ناپایدارترین است زیرا کمترین نیم عمر و کم ترین زمان ماندگاری را دارد. (کم ترین پایداری را دارد.)

تعریف نیم عمر: به مدت زمانی می گویند که ماده ی پرتوزا به نصف مقدار اولیه ی خود (بر اثر واکنش های پرتوزایی) کاهش یابد.

 $^1\text{H} > ^2\text{H} > ^3\text{H} > ^4\text{H} > ^5\text{H} > ^6\text{H} > ^7\text{H}$  : ترتیب پایداری (ترتیب نیم عمر)



✓ پایداری ایزوتوپ ها به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته (عدد چرمی) بستگی دارد

**نکته:** هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می شوند.

**طبق يك قاعده کلی:** اگر  $\frac{N}{Z} \geq 1/5$  باشد، آن هسته ناپایدار است (البته نه همواره!)

← هسته 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 (یعنی واکنش تلاشی آن ها گرماده است!) پس نتیجه میگیریم که: هسته ی ایزوتوپ ناپایدار، پرتوزا می باشد.

← از ایزوتوپ های هیدروژن، پنج ایزوتوپ  ${}^1_1\text{H}$ ،  ${}^2_1\text{H}$ ،  ${}^3_1\text{H}$ ،  ${}^4_1\text{H}$ ،  ${}^5_1\text{H}$ ،  ${}^6_1\text{H}$ ،  ${}^7_1\text{H}$  ناپایدار بوده و پرتوزا هستند. (یک ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، ناپایدار هستند!)

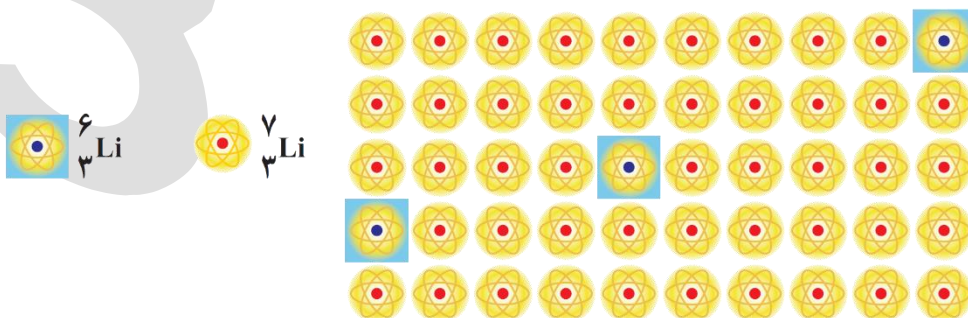
✓ به عنوان جمع بندی باید بدانیم هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی است و از بین این ۷ ایزوتوپ، فقط دو ایزوتوپ پایدارند.

**رادیوایزوتوپ:** ایزوتوپ های پرتوزا و ناپایدار را رادیوایزوتوپ می گوئیم.

⇐ برخی از رادیو ایزوتوپ های مطرح شده در کتاب درسی:

رادیوایزوتوپ های از فسفر (مربوط به شکل کتاب درسی!) و رادیوایزوتوپ تکنسیم ( ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ )،  ${}^{59}_{26}\text{Fe}$ ،  ${}^{14}_6\text{C}$ ، پنج ایزوتوپ هیدروژن ( ${}^3_1\text{H}$ )،  ${}^4_1\text{H}$ ،  ${}^5_1\text{H}$ ،  ${}^6_1\text{H}$ ،  ${}^7_1\text{H}$ )،  ${}^{235}_{92}\text{U}$  و ...

**با هم بیازیشیم کتاب درسی:** شکل زیر شمار تقریبی اتم های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می دهد (لیتیم دارای دو ایزوتوپ طبیعی  ${}^6\text{Li}$  و  ${}^7\text{Li}$  می باشد!)



با توجه به شکل: درصد فراوانی  ${}^6\text{Li}$  برابر ۶ درصد و درصد فراوانی  ${}^7\text{Li}$  برابر ۹۴ درصد است!

**تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) ، نخستین عنصر ساخت بشر (نخستین عنصر مصنوعی)**

✓ از ۱۱۸ عنصر شناخته شده فقط ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شود. این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی هستند. (۲۶ عنصر ساختگی و ۹۲ عنصر طبیعی)

توجه کنید اعدادی که در بالا ذکر شده به صورت درصد نیست! بلکه تعداد عنصرهای طبیعی و ساختگی را نشان داده است (درصد عنصرهای طبیعی و ساختگی را با تقسیم هر یک بر عدد ۱۱۸ می توانید به دست آورید!)

✓ شیمی دان ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر ، انگیزه ی کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته اند.

← تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ (ایزوتوپ پرتوزا) در تصویربرداری پزشکی ، کاربرد ویژه ای دارد.

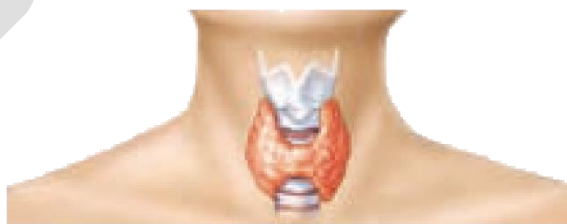
**✓ برخی از ویژگی های تکنسیم:**

(آ) تکنسیم عنصری پرتوزا است با عدد اتمی ۴۳ که با نماد  $^{99}\text{Tc}$  نشان داده می شود.

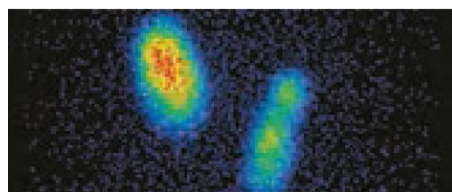
(ب) برای تصویر برداری از غده ی تیروئید استفاده می شود؛ زیرا یون یدید ( $\text{I}^-$ ) با یونی که حاوی تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) است ، اندازه ی مشابهی دارد و غده ی تیروئید هنگام جذب یدید ، این یون را نیز جذب می کند. با افزایش مقدار این یون در غده ی تیروئید ، امکان تصویربرداری فراهم می شود.

(پ) همه ی  $^{99}\text{Tc}$  موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته می شود.

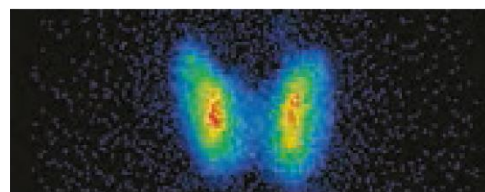
(ت) از آن جا که زمان ماندگاری آن کم است و نمی توان مقدار زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه داری کرد ، بسته به نیاز ، آن را با یک مولد هسته ای تولید و سپس مصرف می کنند.



(آ)



(پ)



(ب)

(آ) غده ی پروانه ای شکل تیروئید در بدن انسان (ب) تصویر غده ی تیروئید سالم

(پ) تصویر غده ی تیروئید ناسالم



✓ شکل روبه رو نمونه ای از دستگاه تولید رادیوایزوتوپ تکنسیم را نشان می دهد.

(مولد رادیوایزوتوپ تکنسیم)

✓ یکی از کاربردهای مواد پرتوزا استفاده از آن ها در تولید انرژی الکتریکی است.

✓ کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینه ی بشر بوده است. با پیشرفت علم

شیمی و فیزیک ، انسان می تواند طلا تولید کند اما هزینه ی تولید آن به اندازه ای زیاد است که صرفه ی اقتصادی ندارد.

## غنی سازی ایزوتوپی

✓ رادیوایزوتوپ ها اگرچه خطرناک هستند ، اما پیشرفت دانش و فناوری ، بشر را موفق به مهار و بهره گیری از آن ها کرده است. به طوری که امروزه از رادیوایزوتوپ ها در پزشکی ، کشاورزی و سوخت در نیروگاه های اتمی استفاده می شود.

✓ اورانیم شناخته شده ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ های آن ، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می رود. این ایزوتوپ،  $^{235}\text{U}$  بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی ، از ۰/۷ درصد کم تر است.

✓ دانشمندان هسته ای ایران موفق شدند که مقدار  $^{235}\text{U}$  را در مخلوط ایزوتوپ های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند غنی سازی ایزوتوپی گفته می شود. (هدف از غنی سازی اورانیوم ، بالا بردن درصد  $^{235}\text{U}$  در مخلوط ایزوتوپ های اورانیم است.)

✓ فرایند غنی سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم چرخه ی تولید سوخت هسته ای است. با این کامیابی ستودنی ، نام ایران در فهرست ده گانه کشورهای هسته ای جهان ثبت شد.

✓ با گسترش این صنعت (غنی سازی ایزوتوپی) می توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود.

✓ پسماند راکتورهای اتمی ، هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ ازاین رو دفع آن ها از جمله چالش های صنایع هسته ای به شمار می آید.

✓ برخی از رادیو ایزوتوپ های تولید شده در ایران :

- رادیوایزوتوپ تکنسیم
- رادیوایزوتوپی از فسفر

✓ حاشیه کتاب درسی : دود سیگار و قلیان مقدار قابل توجهی (زیاد) مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به

سرطان ریه دچار می شوند ، سیگاری هستند.



## تشخیص بیماری با رادیوایزوتوپ ها

✓ توده های سرطانی ، یاخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع تر دارند.

✓ در فرایند تشخیص بیماری به گلوکز حاوی اتم پرتوزا ، گلوکز نشان دار می گویند.

✓ فرایند تشخیص بیماری (توضیح شکل زیر):

شکل زیر، اساس استفاده از رادیوایزوتوپ ها را برای تشخیص توده ی سرطانی نشان می دهد.

هنگامی که گلوکز حاوی اتم پرتوزا (گلوکز نشان دار) به بدن شخص تزریق می شود ، این گلوکز به همراه گلوکز معمولی در توده ی سرطانی تجمع می کنند. با افزایش مقدار گلوکزهای نشان دار در توده ی سرطانی ، پرتوهایی که توسط اتم پرتوزای این گلوکز منتشر می شود ، توسط دستگاه آشکارساز نمایان شده و سپس پزشک معالج به تشخیص بیماری می پردازد.

## نکات:

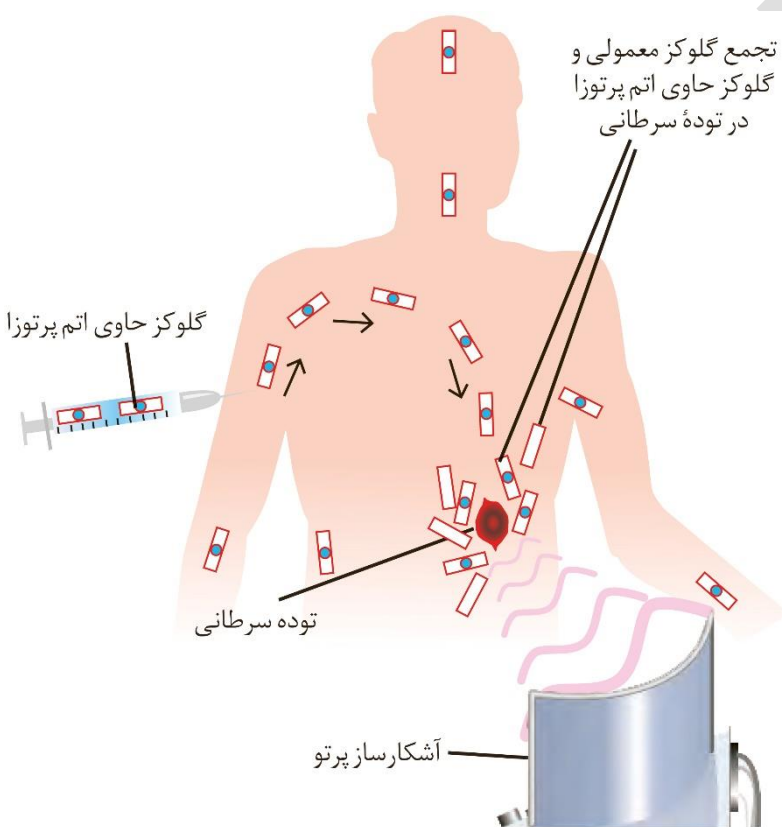
(۱) این شکل مربوط به فرایند تشخیص بیماری است نه درمان!

(۲) گلوکز معمولی به نوعی مزاحم تشخیص دقیق بیماری در این فرایند است، بنابراین بهتر است در هنگام آزمایش مقدار گلوکز معمولی در خون ، بالا نباشد.

(۳) فعالیت شدید توده سرطانی سبب جذب مقدار زیادی گلوکز معمولی و نشان دار می شود.

(۴) فرایند پرتوزایی گلوکزهای نشان دار ، چه در بیرون از بدن (قبل از تزریق) و چه در درون بدن (بعد از تزریق) انجام می شود.

(۵) پرتوزایی گلوکزهای نشان دار ، در تمامی نقاط بدن انجام می شود اما چون تجمع آن ها در اطراف توده ی سرطانی بیشتر است، پرتوهای من تشر شده در این ناحیه شدیدتر و بیشتر است.



✓ اتم ها به طور باور نکردنی ریز هستند به طوری که نمی توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک تک آنها، شمار آنها را به دست آورد.

← از روی جرم مواد می توان شمار ذره های سازنده را شمارش کرد.

✓ جرم یک اتم هیدروژن برابر با  $10^{-24} \text{g}$  یا  $1/66 \text{amu}$  است.

✓ به عدد  $6.02 \times 10^{23}$ ، عدد آووگادرو می گویند و آن را با نماد  $N_A$  نشان می دهند.

✓ استفاده از شانه و دست برای شمارش تخم مرغ، قاشق و چنگال محاسبه را آسان تر می کند.

✓ نقش  $N_A$  در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم مرغ هاست. با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو،

عدد بسیار بزرگی است.

✓ شیمی دان ها به  $6.02 \times 10^{23}$  از هر ذره، یک مول از آن ذره می گویند به طوری که 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.

✓ با استفاده از هم ارزی میان کمیت ها می توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که برای هر هم ارزی می

توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت. در این عامل ها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست؛ برای نمونه

از هم ارزی  $1\text{m} = 100\text{cm}$  می توان این دو عامل تبدیل را نوشت:

$$\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \quad \text{و} \quad \frac{100\text{cm}}{1\text{m}}$$

## نور، کلید شناخت جهان

✓ 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 دما ها ذوب می شود؛ با این توصیف چگونه می توان دمای خورشید، اجزای سازنده آن و دمای شعله های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟ ← نور، امکان یافتن این اطلاعات را فراهم می آورد.

✓ 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 (نه طیف پیچ!) می توانند از پرتو های گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند.

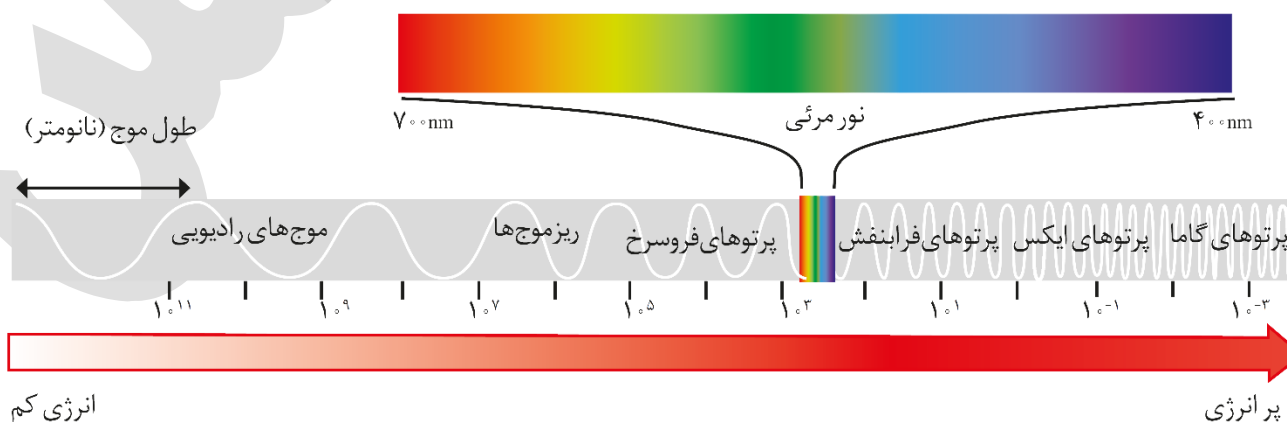
✓ نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می شود و گستره ای پیوسته (نه گسسته! نه خطی!) از رنگ ها را ایجاد می کند. این گستره رنگی، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است.

✓ نور خورشید هنگام عبور از منشور نیز تجزیه می شود.

✓ رنگین کمان، گستره ای (پیوسته) از رنگ های سرخ تا بنفش را در برمی گیرد.

✓ چشم ما تنها می تواند گستره محدودی از نور را ببیند. به این گستره، که رنگ های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در برمی گیرد، گستره مرئی می گویند.

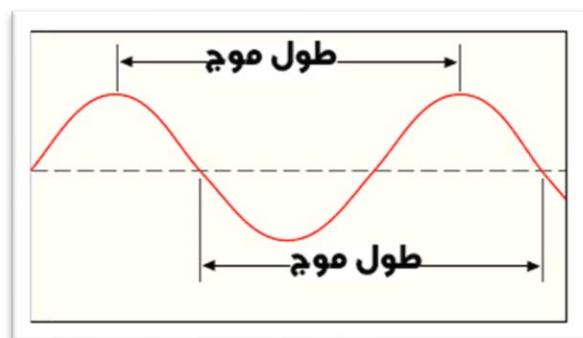
✓ بررسی ها نشان می دهد که نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگ تری از این پرتو هاست. پرتو هایی که از نوع پرتو های الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می کند به طوری که هر چه طول موج آن کوتاه تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است. (طول موج نور آبی کمتر از نور سرخ است!)



✓ نور مرئی تنها بخش کوچکی از گستره پرتو های الکترومغناطیسی است. (نور مرئی طول موجی بین ۷۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر دارد.)

✓ یکی از ویژگی های موج ، طول موج است که آن را با  $\lambda$  نشان می دهیم.

✓ طول موج به فاصله ی دو نقطه ی مشابه ، مثلاً دوبرآمدگی (قله) یا دو فرو رفتگی (دره) پیاپی بر روی موج ، می گویند.



✓ پرتوهای الکترومغناطیسی، طیف گسترده ای از نظر طول موج دارند. اعضای طیف الکترومغناطیسی به شرح زیر هستند:

امواج رادیویی ریز موج پرتوهای فروسرخ نور مرئی پرتوهای UV پرتوهای X پرتوهای گاما

قرمز نارنجی زرد سبز آبی نیلی بنفش

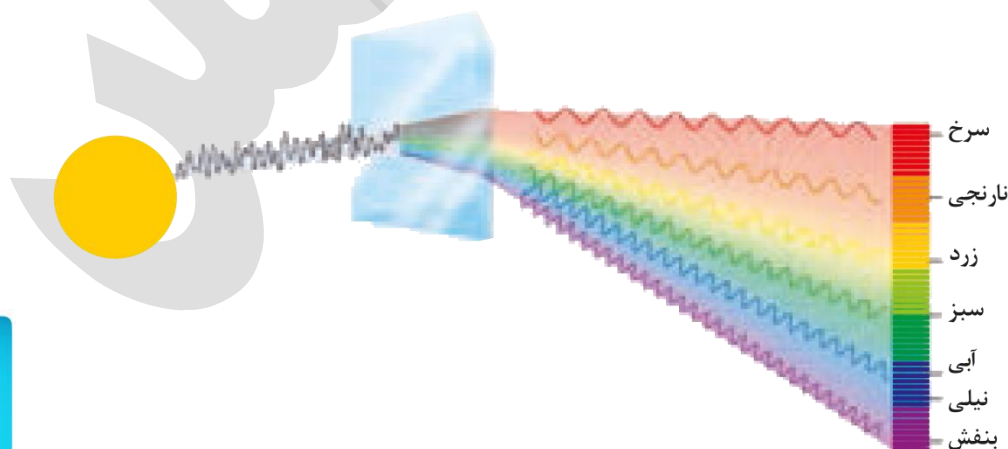
**نکته** ترتیب طول موج ها به شرح زیر است:

امواج رادیویی < ریز موج < فروسرخ < نور مرئی < پرتوهای فرابنفش (UV) < پرتو X < گاما  
 قرمز < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش  
 ← ترتیب طول موج

**نکته** انرژی با طول موج رابطه ی عکس دارد یعنی هر چه طول موج کوتاه تر باشد ، انرژی آن بیش تر است. پس داریم:

امواج رادیویی > ریز موج > فروسرخ > نور مرئی > پرتوهای فرابنفش (UV) > پرتو X > گاما  
 قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش  
 ترتیب انرژی

**نکته** هرچه طول موج کوتاه تر باشد ، تغییر جهت (انحراف) بیشتر خواهد بود.



طول موج؛ قرمز < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش



انرژی: قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش

تغییر جهت (انحراف یا شکست): قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش

### با توجه به شکل زیر:



مقایسه دما:

سشوار (نور قرمز) > دمای شمع (نور زرد) > دمای شعله گاز (نور آبی)

✓ شکل رو به رو، تصویری از خورشید است که با استفاده از دوربین های حساس به پرتوهای فرا بنفش

گرفته شده است.

✓ به کمک آزمایش زیر، دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می توان مشاهده کرد:

- اگر یک کنترل تلویزیون را که باتری آن سالم است، برداریم و از یکی از دوستان خود بخواهیم که کلید روشن و خاموش آن را فشار دهد. ما هم به چشمی کنترل نگاه کنیم، پرتوی خارج شده از چشمی کنترل با چشم قابل مشاهده نیست.
- اما اگر با دوربین یک موبایل به چشمی کنترل نگاه کنیم پرتوی رنگی که از چشمی کنترل خارج می شود را می توان دید.
- حال اگر آزمایش را با فشردن دیگر دگمه ها تکرار کنیم، خواهیم دید که میزان پرتوی خارج شده از چشمی کنترل با پرتوی خارج شده در آزمایش قبلی متفاوت است و همین عامل سبب تغییر کانال یا تغییر مقدار صدا و یا سایر موارد دیگر می شود.

### نتیجه:

- با فشردن دگمه، کنترل تلویزیون پرتوی فروسرخ را گسیل می کند. دوربین موبایل طول موج این پرتوهای نامرئی فرسرخ را در محدوده ی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار می دهد به طوری که از طریق صفحه نمایشگر موبایل قابل مشاهده خواهد بود.

## نشر نور و طیف نشری

✓ آتش بازی با مواد شیمیایی ، نورهای رنگی زیبا ، چشم نواز و شادی بخش را در آسمان ایجاد می کنند که از آن در جشن های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی های المپیک استفاده می شود.

✓ هر یک از جرقه های زیبا در آتش بازی ، ناشی از وجود یک ماده شیمیایی معین در مواد آتش زاست.

✓ تجربه نشان می دهد که بسیاری از نمک ها شعله ی رنگی دارند ؛ به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بیاشیم، رنگ شعله تغییر می کند؛ برای نمونه رنگ شعله ی فلز سدیم و ترکیب های گوناگون آن مشابه و زرد رنگ، درحالی که رنگ شعله ی فلز مس و ترکیب های گوناگون آن مشابه و سبز رنگ است.

✓ شعله ترکیب های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربرمی گیرد.

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

✓ نور زرد لامپ هایی که شب هنگام، آزاد راه ها، بزرگراه ها و خیابان ها را روشن می سازد، به دلیل وجود بخار سدیم (Na(g)) در آنهاست.

✓ از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی سرخ فام استفاده می شود.

✓ رنگ شعله فلز لیتیم و همه ترکیب های آن به رنگ سرخ است؛ از این رو می توان نتیجه گرفت که رنگ سرخ ایجاد شده در یک شعله می تواند، نشان دهنده وجود عنصر لیتیم در آن باشد. ⇐ در واقع از روی تغییر رنگ شعله می توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

✓ شیمی دان ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می دارد، نشر می گویند.

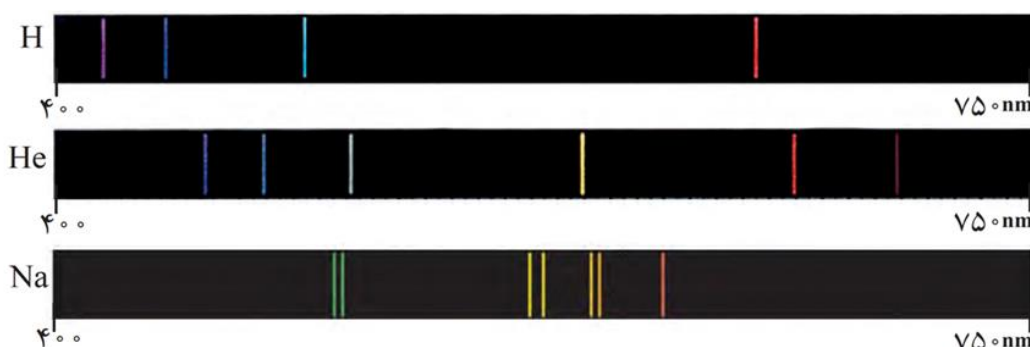
✓ اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم می گویند.



✓ از آنجاکه طیف نشری خطی لیتیم در گستره مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است به آن طیف خطی می گویند.

✓ بررسی ها نشان می دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

✓ طیف نشری خطی سه عنصر هیدروژن، هلیوم و سدیم نیز به صورت زیر است:



← با توجه به شکل بالا، طیف هیدروژن مانند لیتیم دارای ۴ خط رنگی، طیف هلیوم دارای ۶ خط رنگی و طیف سدیم دارای ۷ خط رنگی می باشد!

✓ کاربرد طیف های نشری خطی از برخی جنبه ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بسته مواد غذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژه خود را دارد. با خواندن آن به وسیله دستگاه لیزری ویژه ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می شود.

## کشف ساختار اتم

✓ 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، 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 (نه سایر اتم ها!) ارائه کند.

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

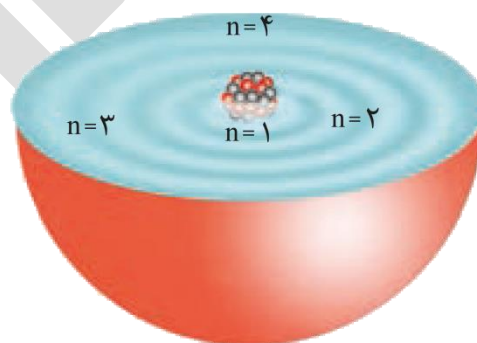
## مدل کوانتومی اتم (ساختار لایه ای اتم)

✓ دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عناصر و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها، ساختاری لایه ای برای اتم ارائه کردند.

✓ در این مدل (مدل کوانتومی)، 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 (نه برعکس!) شماره گذاری می کنند و شماره ی هر لایه را با  $n$  نمایش می دهند.

←  $n$ ، عدد کوانتومی اصلی نامیده می شود که برای لایه ی اول  $n=1$ ، برای لایه ی دوم  $n=2$ ، ..... و برای لایه ی هفتم  $n=7$  است.



«ساختار لایه ای اتم»

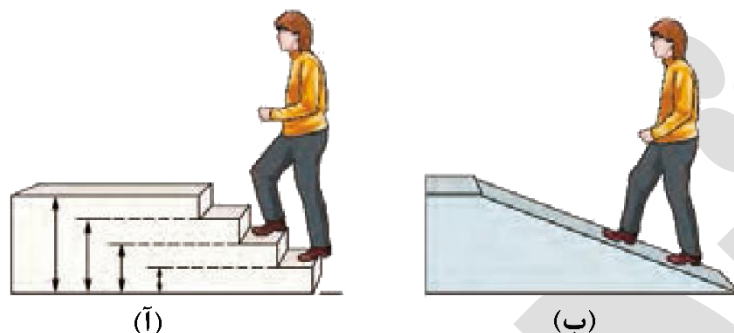
✓ در ساختار لایه ای اتم (مطابق شکل بالا)، هر بخش پرنگ، مهم ترین بخش از یک لایه ی الکترونی را نشان می دهد. بخشی که الکترون های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می کنند ← به این معنا که الکترون در هر لایه ای که باشد، در همه ی نقاط پیرامون هسته حضور می یابد، اما در محدوده ی یاد شده، احتمال حضور بیش تری دارد.

✓ الکترون ها در اتم با گرفتن یا از دست دادن انرژی، در میان لایه ها جابه جا می شوند.



✓ نکته ی مهم و جالب توجه در این مدل ، کوانتومی بودن داد و ستد انرژی ، هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است ← در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه ای یا بسته های معین، جذب یا نشر می کند.

✓ برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دو راه وجود دارد.



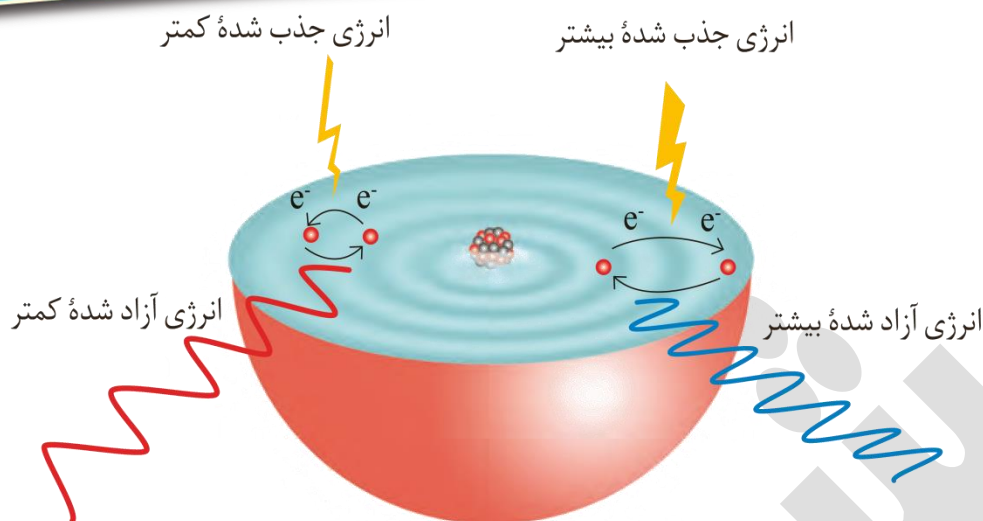
مقایسه مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

← در راه اول می توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پله بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی توان به پله بالاتر رسید (شکل آ).

در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد (شکل ب).

با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

✓ الکترون ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان، روبه رو هستند؛ برای نمونه، 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 لایه بالاتر انتقال می یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون ها به لایه های بالاتری انتقال می یابند. (حاشیه کتاب درسی؛ هیچ کس نمی تواند جایی میان پله های یک نردبان بایستند، همان گونه که الکترون ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده ای ندارند. این شیوه نردبانی دریافت یا از دست دادن انرژی را شیوه کوانتومی می نامند.)



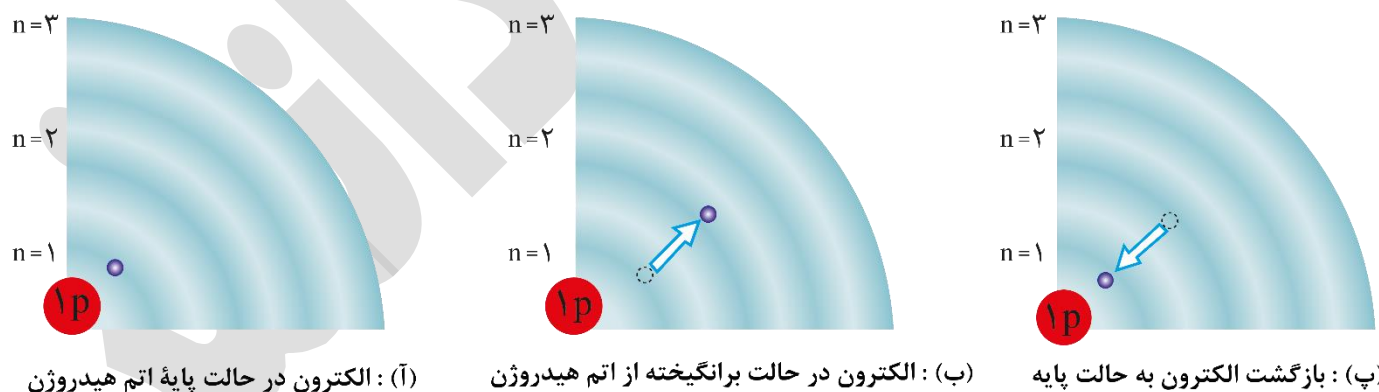
«در نتیجه جابه جایی الکترون بین لایه ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می شود.»

✓ با این توصیف 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 فزونی می یابد.

✓ 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.



(آ) : الکترون در حالت پایه اتم هیدروژن

(ب) : الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن

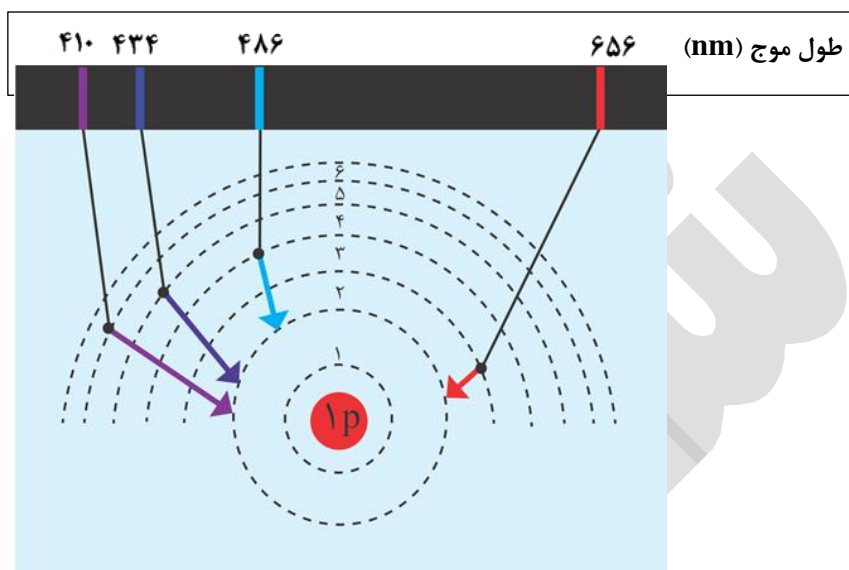
(پ) : بازگشت الکترون به حالت پایه

✓ اتم های برانگیخته، پرانرژی تر و ناپایدارند؛ از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایداری و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجا که برای الکترون، نشر نور، مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است،

بنابراین الکترون ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می کنند.

← اینک می توان گفت 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 هسته هر اتم ویژه 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 ۴ نوار رنگی ناحیه مرئی طیف نشری خطی اتم های هیدروژن»

✓ با توجه به شکل بالا:

انتقال الکترونی	رنگ	طول موج
$n=6 \rightarrow n=2$	بفش	۴۱۰ nm
$n=5 \rightarrow n=2$	آبی تیره	۴۳۴ nm
$n=4 \rightarrow n=2$	آبی روشن	۴۸۶ nm
$n=3 \rightarrow n=2$	قرمز	۶۵۶ nm

✓ با تعیین دقیق طول موج نوارهای یادشده می توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

✓ **حاشیه کتاب درسی:** خرمین گندم از دور به صورت توده ای یکپارچه، زرد رنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه های جدا از هم را نشان می دهد. پیوستگی توده ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.

✓ **حاشیه کتاب درسی:** هنگامی که بسته ای به عنوان هدیه دریافت کنید با تکان دادن آن تلاش می کنید از محتویات آن آگاه شوید. شیمی دان ها نیز با دادن انرژی به اتم، آن را تکان می دهند تا از درون آن خبردار شوند! با این تفاوت که به جای شنیدن صدا، پرتوهای گسیل شده از اتم را دریافت و مشاهده می کنند.

## قاعده ی آفبا

✓ رفتار و ویژگی های هر اتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد. بنابراین یافتن آرایش درست الکترونها در هر اتم از اهمیت بسیاری برخوردار است.

✓ مطابق مدل کوانتومی ، برای به دست آوردن آرایش الکترونی اتم ها باید الکترون های اتم هر عنصر ، در زیرلایه ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شوند ← **قاعده آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه های الکترونی در اتم را نشان می دهد.**

✓ به طور کلی الکترون ها تمایل دارند زیرلایه ای را زودتر پر کنند که پایدارتر باشد ( یعنی زیرلایه ای که سطح انرژی آن پایین تر باشد).

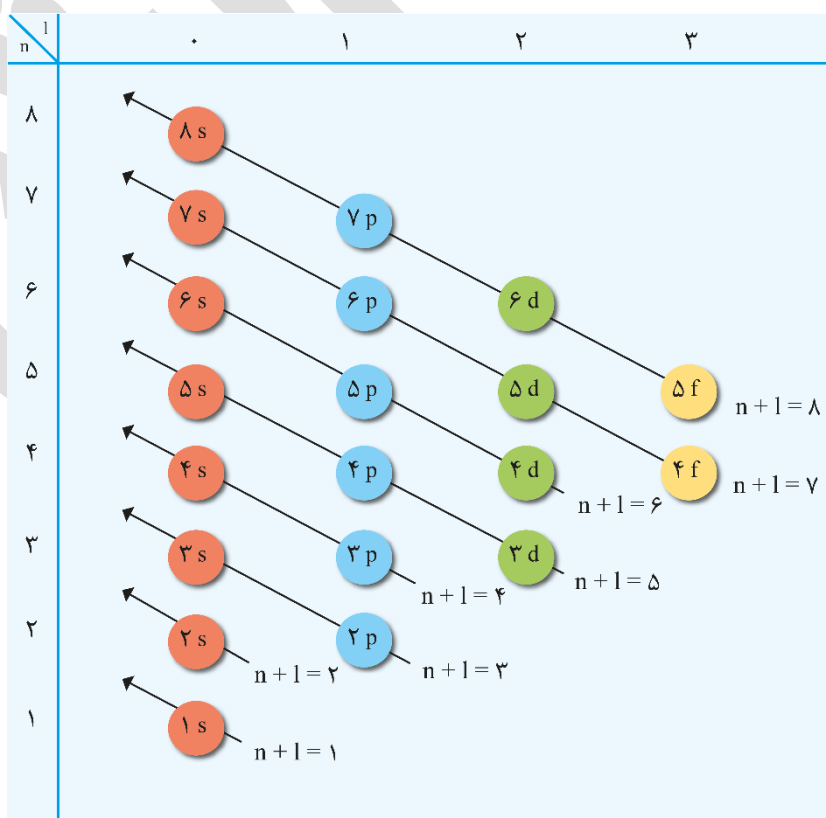
- به عبارت دیگر الکترون ها ابتدا زیرلایه ای را پر می کنند که  $n+1$  آن کوچک تر است.
- اگر مجموع  $n+1$  در مورد دو یا چند زیرلایه یکسان شد، زیرلایه ای زودتر پر می شود که عدد کوانتومی اصلی  $n$  آن کوچک تر باشد.

به عنوان مثال:

زیرلایه  $1s$  زودتر از  $2s$  پر می شود چون مجموع  $n+1$  آن کمتر است.

زیرلایه  $4s$  زودتر از  $3d$  پر می شود چون مجموع  $n+1$  آن کمتر است.

زیرلایه  $2p$  زودتر از  $3s$  پر می شود چون هرچند که مجموع  $n+1$  برای این دو زیرلایه یکسان است ، اما عدد کوانتومی اصلی  $n$  در مورد  $2p$  از  $3s$  کمتر است.



✓ **Aufbau** واژه ی آلمانی به معنی ساختن یا افزایش گام به گام است.



## ساختار اتم و رفتار آن

• واکنش پذیری با پایداری رابطه عکس دارد.

واکنش پذیری: کمتر  $\Leftarrow$  پایداری: بیشتر

• از مدت ها پیش شیمی دان ها پی بردند که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می شوند.

$\Leftarrow$  این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش ناپذیر بوده یا واکنش پذیری بسیار کمی دارند  $\Leftarrow$  از این رو گازهای نجیب پایداری دارند.

یادآوری: آرایش الکترونی گازهای نجیب به  $p^6$  ختم می شود (به استثنای هلیوم که آرایش آن  $1s^2$  است).

• به عبارت دیگر آرایش لایه ی ظرفیت گازهای نجیب به صورت  $ns^2 np^6$  است. (در لایه ظرفیت گازهای نجیب، ۸ الکترون وجود دارد البته به جز هلیوم)

نکته: هر گاه آرایش الکترونی یک گونه شیمیایی به  $ns^2 np^6$  ختم شود، یعنی گونه مورد نظر به پایداری رسیده است. به آرایش  $ns^2 np^6$ ، آرایش هشتایی پایدار یا اوکت نیز می گویند.

• سایر اتم ها تمایل دارند با شرکت در واکنش های شیمیایی پایدار شوند و آرایش خود را به  $ns^2 np^6$  برسانند. اتم ها برای پایدار شدن:

۱- یا الکترون از دست می دهند (تشکیل یون مثبت یا کاتیون)

۲- یا الکترون می گیرند (تشکیل یون منفی یا آنیون)

۳- یا الکترون به اشتراک می گذارند (تشکیل پیوند کووالانسی)

نکته: فلزها تمایل دارند الکترون از دست بدهند و نافلزها تمایل دارند الکترون بگیرند.

نکته: فلزها با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود (دوره قبلی) می رسند و نافلزها با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود (همدوره خود) می رسند.

## آرایش الکترون - نقطه ای

• در آرایش الکترون - نقطه ای، در اطراف نماد اتم، به تعداد الکترون های لایه ظرفیت نقطه می گذاریم. (ابتدا در چهار جهت، الکترون ها را منفرد می گذاریم، سپس با استفاده از الکترون های باقیمانده آن ها را جفت می کنیم.)

Na.

·C·

·P·

:Ar:

یادآوری: تعداد الکترون های لایه ظرفیت اتم = عدد یکان شماره گروه

• به عنوان یک قاعده کلی (در شرایط مناسب) بپذیریم که برای پایدار شدن ، اگر اتمی در آرایش الکترون - نقطه ای خود :

۱ تا ۳ نقطه داشت  $\Rightarrow$  همه را از دست می دهد (تشکیل یون مثبت یا کاتیون)

۴ نقطه داشت  $\Rightarrow$  الکترون به اشتراک می گذارد (تشکیل پیوند کووالانسی)

۵ تا ۷ نقطه داشت  $\Rightarrow$  الکترون می گیرد (تشکیل یون منفی یا آنیون)

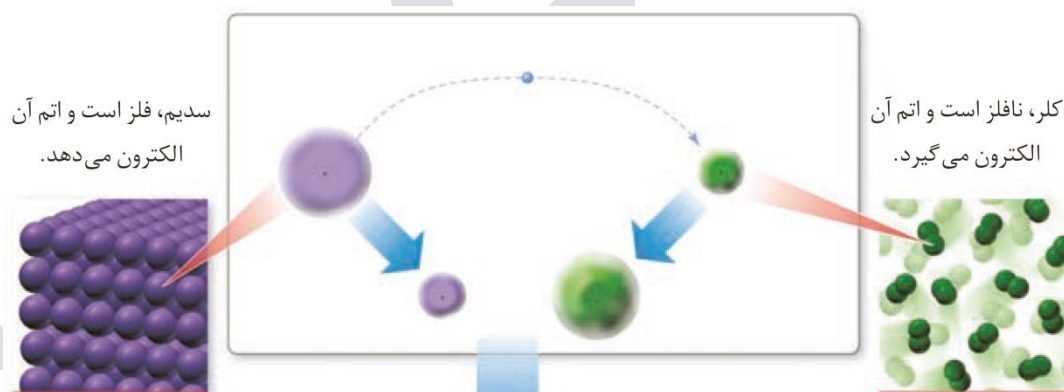
تکله: با داشتن عدد اتمی عنصر نیز به راحتی می توانیم تعیین کنیم که عنصر مورد نظر ، چه یونی باید تشکیل دهد؛ به طوری که تعداد الکترون های عنصر مورد نظر باید برابر عدد اتمی نزدیکترین گاز نجیب شود.

• برای مثال عنصر با عدد اتمی ۱۲ باید ۲ الکترون از دست بدهد تا به آرایش  $_{10}\text{Ne}$  برسد.

• مثال دیگر : عنصر با عدد اتمی ۱۵ باید ۳ الکترون بگیرد تا به آرایش  $_{18}\text{Ar}$  برسد.

توجه: منظور از خانه در جدول تناوبی ، همان عدد اتمی است. برای مثال عنصر خانه ۱۲ یعنی عنصر با عدد اتمی ۱۲.

**با توجه به شکل زیر ، نکات زیر برقرار است:**



• اندازه اتم سدیم بزرگ تر از اتم کلر است (شعاع :  $\text{Na} > \text{Cl}$ )

• اندازه یون سدیم  $\text{Na}^+$  کوچک تر از یون کلرید  $\text{Cl}^-$  است (شعاع :  $\text{Na}^+ < \text{Cl}^-$ )

• ترکیب یونی سدیم کلرید ( $\text{NaCl}$ ) در حالت جامد به شکل بلور مکعبی می باشد که در آن یون های مثبت

و منفی به طور منظم در کنار هم قرار گرفته اند و یک شبکه بلوری سه بعدی را تشکیل می دهند!

## تبدیل اتم ها به یون ها

**یون تک اتمی :** کاتیون یا آنیونی که تنها از یک اتم تشکیل شده است. مانند یون های  $\text{Na}^+$  یا  $\text{Cl}^-$ . (اندازه :  $\text{Na}^+ < \text{Cl}^-$ )

**پیوند یونی :** به نیروی جاذبه ی بسیار قوی میان یون های دارای بارهای ناهمنام ، پیوند یونی می گویند. (جاذبه میان یون های مثبت و منفی)

**ترکیب یونی :** به ترکیب هایی که ذره های سازنده آن ها یون های مثبت و منفی هستند ، ترکیب یونی می گویند.

**ترکیب یونی دوتایی :** به ترکیب های یونی که فقط از دو عنصر ساخته شده اند ، ترکیب یونی دوتایی نامیده می شود. این ترکیب ها می توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید بیایند.

**سؤال :** از میان ترکیب های یونی زیر کدام ترکیب یونی دوتایی است؟

NaCl

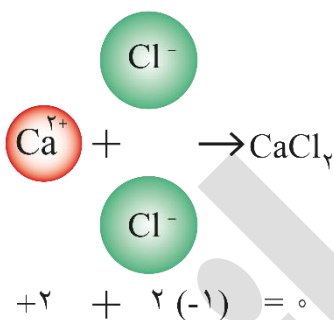
MgCl<sub>2</sub>CuSO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>SAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

NaOH

CaO

NaNO<sub>3</sub>

**نکته :** هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون ها با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است. از این ویژگی می توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب های یونی دوتایی بهره برد.



توجه: فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می دهد که نسبت شمار کاتیون به آنیون سازنده آن ۲ به ۱ است.

توجه: اندازه  $\text{Cl}^-$  بزرگتر از  $\text{Ca}^{2+}$  است!

## تبدیل اتم ها به مولکول ها

• همه ی اتم ها هنگام ترکیب با یکدیگر ، الکترون داد و ستد نمی کنند.

(داد و ستد الکترون = مبادله الکترون = انتقال الکترون از یکی به دیگر = یکی الکترون از دست بده و دیگری آن الکترون را بگیرد = مربوط به ترکیب های یونی)

• بسیاری از ترکیب های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره های سازنده آن ها مولکول ها هستند.

(بسیاری از ترکیب های شیمیایی ، حاصل تشکیل پیوندهای کووالانسی هستند).

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

معمولاً پیوند بین فلز و نافلز از نوع یونی است. (ترکیب حاصل یونی می باشد).

پیوند بین نافلز و نافلز همواره از نوع کووالانسی است. (ترکیب حاصل ، مولکولی می باشد).

**تقریب:** در میان موارد زیر ، ترکیب های یونی و مولکولی را مشخص کنید.



• برای تشکیل ترکیب های یونی بین اتم فلز و اتم نافلز الکترون مبادله (دادوستد) می شود،

اما برای تشکیل مولکول ها ، بین اتم های نافلز ، الکترون به اشتراک گذاشته می شود.

**پیوند اشتراکی (کووالانسی) :** جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم ، نشان دهنده 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 ۱ (چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی):**

گاز کلر ، گازی زرد رنگ است که خاصیت رنگ بری و گندزدایی دارد ، از مولکول های دواتمی ( $\text{Cl}_2$ ) تشکیل شده است.

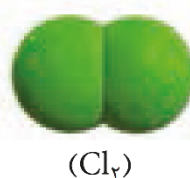
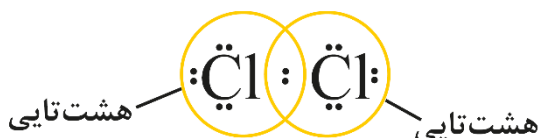
با توجه به آرایش الکترون - نقطه ای اتم کلر ( $\text{Cl}$ ) ، می توان تشکیل این مولکول ( $\text{Cl}_2$ ) را به صورت زیر نشان داد:



با این توصیف هر اتم کلر ، تک الکترون خود را با دیگری به اشتراک می گذارد؛ به طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم

در آرایش الکترون - نقطه ای ، به هر دوی آن ها تعلق دارد.

در این وضعیت هر یک از اتم ها به آرایش هشتایی رسیده است.





مثال ۲: چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی در مولکول اکسیژن ( $O_2$ )

با توجه به آرایش الکترون - نقطه ای اتم های اکسیژن ( $O$ ) ، می توان تشکیل این مولکول ( $O_2$ ) را به صورت زیر نشان داد:



با این توصیف هر اتم اکسیژن، تک الکترون های خود را با تک الکترون های اتم دیگر به اشتراک می گذارد. در این وضعیت هر یک از اتم ها به آرایش هشتایی رسیده است.

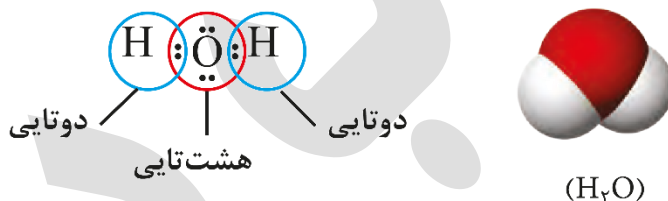


مثال ۳: چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی در مولکول آب ( $H_2O$ )

با توجه به آرایش الکترون - نقطه ای اتم اکسیژن ( $O$ ) و اتم های هیدروژن ( $H$ ) ، می توان تشکیل این مولکول را به صورت زیر نشان داد:



با این توصیف هر اتم هیدروژن ، تک الکترون خود را با تک الکترون اتم اکسیژن به اشتراک می گذارد. در این وضعیت اتم اکسیژن به آرایش هشتایی رسیده است. (اتم های هیدروژن نیز به آرایش پایدار هلیم رسیده اند.)

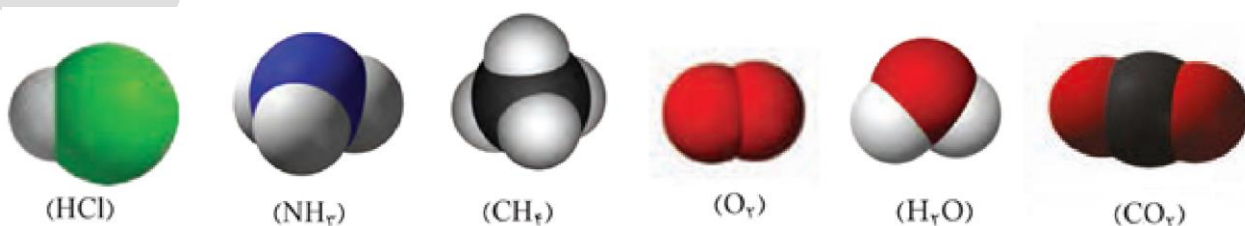


**فرمول مولکولی** : به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده ، شمار اتم های هر عنصر را نشان می دهد ، فرمول مولکولی می گویند. مانند : فرمول مولکولی متان که به صورت  $CH_4$  است نشان می دهد که هر مولکول متان از دو عنصر ( $C$  و  $H$ ) تشکیل شده و همچنین شامل ۵ اتم (۴ اتم  $H$  و یک اتم  $C$ ) است.

**مدل فضا پر کن** : روشی برای نمایش سه بعدی گونه های شیمیایی است که در آن هر اتم به صورت کره ای شکل نشان داده می شود.

توجه: از روی مدل فضا پر کن ، جفت الکترون های پیوندی (پیوند کووالانسی) و جفت الکترون های ناپیوندی قابل مشاهده نیست.

مدل فضا پرکن برای مولکول های کربن دی اکسید ( $CO_2$ ) ، آب ( $H_2O$ ) ، اکسیژن ( $O_2$ ) ، متان ( $CH_4$ ) ، آمونیاک ( $NH_3$ ) و هیدروژن کلرید ( $HCl$ ) به صورت زیر است:



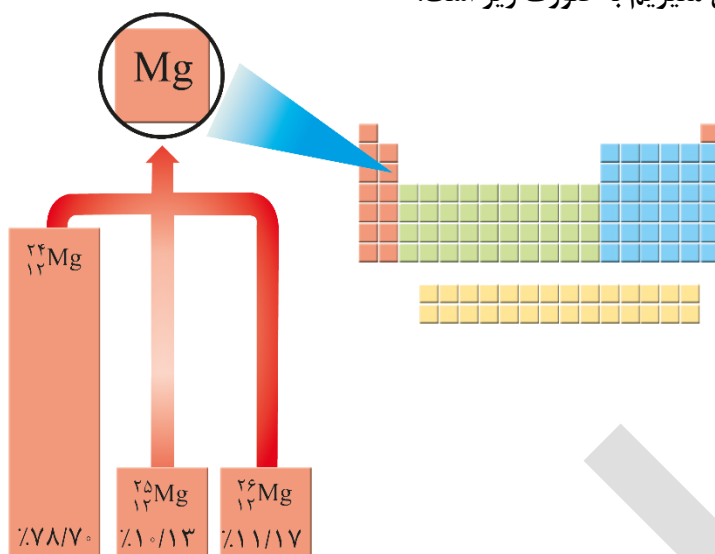
## نکات تمرین های دوره ای فصل:

✓ بررسی نمونه ای از یک شهاب سنگ نشان داد که در این شهاب سنگ ایزوتوپ های  $^{56}\text{Fe}$ ،  $^{54}\text{Fe}$  و  $^{57}\text{Fe}$  وجود دارد.

✓ با توجه به شکل زیر، ترتیب درصد فراوانی ایزوتوپ های منیزیم به صورت زیر است:

فراوانی :  $^{24}\text{Mg} > ^{26}\text{Mg} > ^{25}\text{Mg}$

← پس  $^{24}\text{Mg}$  ایزوتوپ پایدارتری است!



✓ هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیارشور مانند شکل زیر با رنگ زرد شروع به

درخشیدن می کند ( به دلیل وجود یون سدیم  $\text{Na}^+$  )



✓ گرافیت دگر شکلی (آلوتروپی) 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 (ولی در حقیقت گرافیت از سرب تشکیل نشده است!). امروزه با آنکه می دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما (به اشتباه!) این ماده همچنان به سرب مداد معروف است.