خیلی سبز! آزمون
تجربی | ریاضی | انسانی

ویژه کنکور ۱۴۰۴

آزمون
شروع از مهر
شماره دو

رشته تجربی

مرور برنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
شیمی	شیمی دهم: فصل اول:تا ابتدای آرایش الکترونی اتم صفحهٔ ۱ تا ۳۰ شیمی یازدهم: فصل اول: تا ابتدای نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز صفحه ۱ تا ۲۹	۲	۲۴	عباس سرمایه معصومه سعیدی سروش عبادی	بنیامین یعقوبی

AzmonVIP

فصل ۱ دهم
(فصل کیهان، زادگاه الفبای هستی)

مقدمه

انسان همواره با سه پرسش زیر روبه‌رو بوده است:

۱) هستی چگونه پدید آمده است؟ ← پاسخ به این پرسش در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

← علم تجربی تلاش گسترده‌ای برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها انجام داده و این تلاش‌ها سبب افزایش دانش ما دربارهٔ جهان مادی شده است.

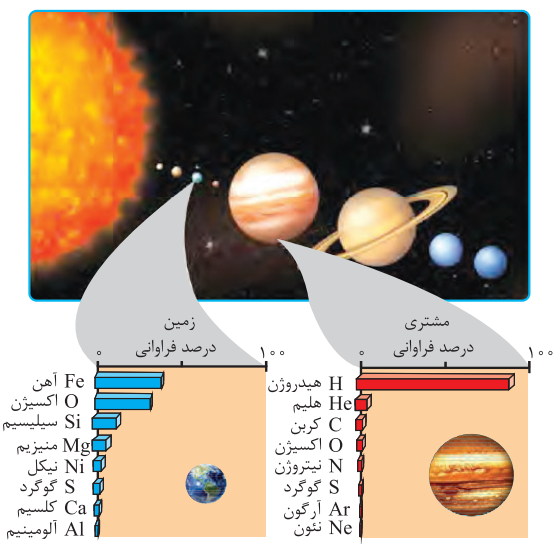
مثال دانشمندان دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) را برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی به فضا فرستادند.

مأموریت فضاپیمای وویجر (۱) و (۲)
- گذر از کنار برخی سیاره‌ها ← مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (سیاره‌های گازی)
- تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی این سیاره‌ها ← به دست آوردن اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

مطالعهٔ کیهان، به‌ویژه سامانهٔ خورشیدی کمک زیادی برای یافتن پاسخ پرسش «**چگونگی پیدایش عنصرها**» می‌کند.

با بررسی **نوع** و **مقدار عنصرهای سازندهٔ** برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی (مانند زمین و مشتری) و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.



تو جدول زیر بعضی از ویژگی‌های مهم دو سیارهٔ زمین و مشتری رو براتون آوردیم. اون‌ها رو به صورت مقایسه‌ای تو ذهنتون SAVE کنین!

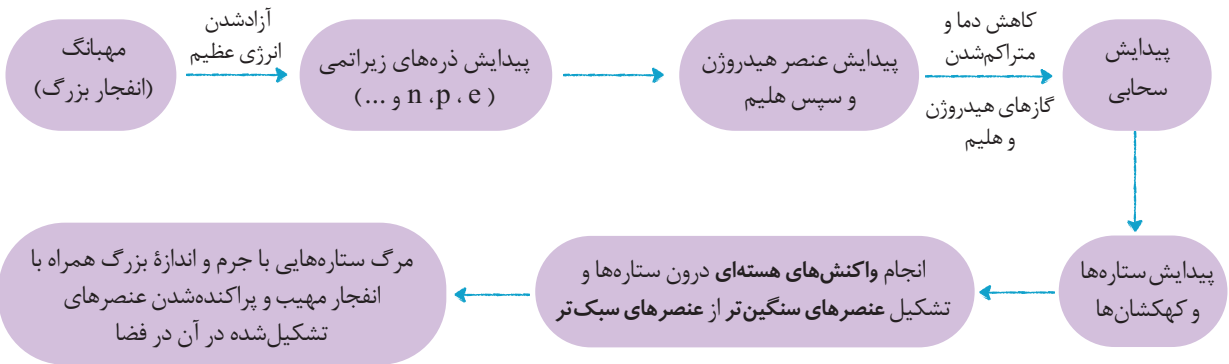
ویژگی / نام سیاره	زمین	مشتری
فراوان‌ترین عنصر	آهن (Fe)	هیدروژن (H)
درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر	کم‌تر از ۵۰ درصد (حدود ۴۰٪)	بیشتر از ۵۰ درصد (حدود ۹۰٪)
عنصری با کم‌ترین فراوانی در بین ۸ عنصر	آلومینیم (Al)	نئون (Ne)
در بین ۸ عنصر فراوان، چه نوع عنصرهایی در آن وجود دارد؟	فلز، نافلز و شبه‌فلز	فقط نافلز
بیشتر از چه جنسی است؟	سنگ	گاز
اندازه (شعاع)	زمین < مشتری	
فاصله از خورشید	زمین < مشتری	
عنصرهای مشترک	اکسیژن (O) و گوگرد (S)	
درصد فراوانی عنصرهای مشترک	مشتری < زمین	

AzmonVIP

مقایسهٔ عنصرهای سازندهٔ مشتری و زمین و یافته‌هایی از این دست، نشان می‌دهد که **عنصرها به صورت ناهمگن (غیریکنواخت) در جهان هستی توزیع شده‌اند.**

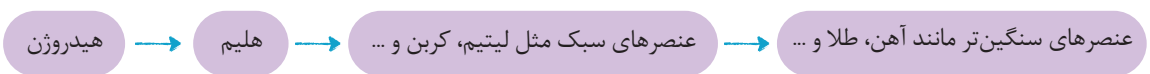
– نظریهٔ مهبانگ و روند پیدایش عنصرها –

برخی از دانشمندان معتقدند که سرآغاز جهان هستی با انفجاری بزرگ (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی زیادی آزاد شده است. با این انفجار، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده‌اند.



سحابی‌ها مجموعه‌های گازی شامل **هیدروژن** و **هلیم** هستند که سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

ستارگان را **کارخانهٔ تولید عنصرها** می‌دانند، زیرا درون ستاره‌ها (همانند خورشید)، در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد و در این واکنش‌ها، از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. با مرگ ستاره که اغلب با یک انفجار مهیب همراه است، عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا پراکنده می‌شود.



روند تشکیل عنصرها در جهان

خورشید، نزدیک‌ترین ستاره به زمین است. انرژی گرمایی و نورانی خورشید به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن (عنصر سبک‌تر) به هلیم (عنصر سنگین‌تر) تبدیل می‌شود.

عدد اتمی و عدد جرمی

به تعداد پروتون‌های هستهٔ اتم هر عنصر، **عدد اتمی** آن عنصر گفته می‌شود. عدد اتمی (Z) هر عنصر، **منحصربه‌فرد است** و به کمک عدد اتمی، **نوع عنصر** را تعیین می‌کنند.

به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، **عدد جرمی** گفته می‌شود.

نماد شیمیایی عنصر $\rightarrow {}^{\text{A}\leftarrow\text{عدد جرمی}}_{\text{Z}\leftarrow\text{عدد اتمی}}\text{E}$

اتم، ذره‌ای خنثی است؛ بنابراین تعداد پروتون‌های یک اتم (Z) با تعداد الکترون‌های آن (e) برابر است.

اتم‌ها با از دست دادن یا گرفتن الکترون به ذراتی باردار به نام یون تبدیل می‌شوند. در تبدیل اتم‌ها به یون، هستهٔ اتم دستخوش تغییر نمی‌شود؛ بنابراین عدد اتمی و جرمی (تعداد pها و nها) در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها، هیچ فرقی با هم نمی‌کند.

در یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) و منفی (آنیون‌ها) داریم:

(آنیون) ${}^{\text{A}}_{\text{Z}}\text{E}^{\text{m}-}$ $\begin{cases}\text{تعداد پروتون‌ها} = \text{Z}\\ \text{تعداد نوترون‌ها} = \text{A} - \text{Z}\\ \text{تعداد الکترون‌ها} = \text{Z} + \text{m}\end{cases}$

(کاتیون) ${}^{\text{A}}_{\text{Z}}\text{E}^{\text{m}+}$ $\begin{cases}\text{تعداد پروتون‌ها} = \text{Z}\\ \text{تعداد نوترون‌ها} = \text{A} - \text{Z}\\ \text{تعداد الکترون‌ها} = \text{Z} - \text{m}\end{cases}$

AzmonVIP

در مبحث عدد جرمی، مسائلی داریم که در آن عدد جرمی (مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها) و **تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها** داده می‌شود. برای پاسخ‌دادن به این سؤال‌ها می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$\text{عدد اتمی } (Z) = \frac{\text{عدد جرمی } (A) - (\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{۲}$$

مثال **عدد جرمی عنصری ۷۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر با ۱۱ است. این اتم دارای چند الکترون است؟**

۱) ۳۴ ۲) ۲۸ ۳) ۴۵ ۴) ۳۹

پاسخ گزینهٔ «۳»

$$\text{عدد اتمی } (Z) = \frac{۷۹ - ۱۱}{۲} = \frac{۶۸}{۲} = ۳۴$$

در مبحث عدد جرمی، مسائلی داریم که در آن عدد جرمی (مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها) و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها داده می‌شود. برای پاسخ به این سؤال‌ها:

۱ اگر گونهٔ مورد نظر در سؤال **اتم خنثی یا کاتیون** باشد، می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$\text{عدد اتمی } (Z) = \frac{\text{عدد جرمی } (A) - (\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها}) - \text{بار یون با علامت}}{۲}$$

۲ اگر گونهٔ مورد نظر در سؤال **یون منفی (آنیون)** باشد و اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در آن بیشتر از قدرمطلق بار یون باشد، از فرمول بالا استفاده می‌شود، ولی اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون منفی داده‌شده کم‌تر از قدرمطلق بار یون باشد، باید هر دو حالت $N-e$ و $e-N$ را در حل سؤال در نظر بگیریم تا *ببینیم کدوم درسته!*

مثال **در یون $X^{۲+}$، عدد جرمی برابر ۲۰۷ و اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴۵ است. عدد اتمی عنصر X کدام است؟**

۱) ۸۲ ۲) ۸۰ ۳) ۷۸ ۴) ۷۶

پاسخ گزینهٔ «۲»

$$\text{عدد اتمی } (Z) = \frac{\text{عدد جرمی } (A) - (\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها}) - \text{بار یون با علامت}}{۲} = \frac{۲۰۷ - (۴۵) - ۲}{۲} = ۸۰$$

مثال **عدد جرمی عنصر Y برابر با ۳۱ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون پایدار $Y^{۳-}$ برابر با ۲ باشد، این یون چند پروتون دارد؟**

۱) ۱۵ ۲) ۱۳ ۳) ۱۸ ۴) ۱۶

پاسخ گزینهٔ «۱». *فب* با یون منفی سروکار داریم و اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در آن (۲)، بیشتر از قدرمطلق بار یون (۳) نیست؛ *پس نمی‌تونیم* از فرمول استفاده کنیم و باید دو حالت $N-e=۲$ و $e-N=۲$ را در حل سؤال در نظر بگیریم *تا ببینیم کدوم درسته!*

حالت اول: $N-e=۲ \xrightarrow{e=Z+۳} N-(Z+۳)=۲ \Rightarrow N-Z=۵$

$$\begin{cases} N-Z=۵ \\ N+Z=۳۱ \end{cases} \Rightarrow ۲N=۳۶ \Rightarrow N=۱۸, Z=۱۳$$

عنصر با عدد اتمی ۱۳، همان فلز آلومینیم $(_{۱۳}Al)$ است. فلزات یون منفی تشکیل نمی‌دهند؛ پس فرض $N-e=۲$ غلط است.

حالت دوم: $e-N=۲ \xrightarrow{e=Z+۳} (Z+۳)-N=۲ \Rightarrow Z-N=-۱$

$$\begin{cases} Z+N=۳۱ \\ Z-N=-۱ \end{cases} \Rightarrow ۲Z=۳۰ \Rightarrow Z=۱۵ \Rightarrow \checkmark$$

عنصر با عدد اتمی ۱۵، همان نافلز فسفر $(_{۱۵}P)$ است که یون پایدار $P^{۳-}$ تشکیل می‌دهد.

AzmonVIP

ایزوتوپ (هم‌مکان)

اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده جرم یکسانی **ندارند**. به اتم‌های یک عنصر که دارای عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت (در نتیجهٔ داشتن تعداد نوترون‌های متفاوت) هستند، **ایزوتوپ** گفته می‌شود.

خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ از این‌رو ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی **خواص شیمیایی یکسانی** دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان (یک خانه) را اشغال می‌کنند. به همین دلیل به آن‌ها **هم‌مکان** می‌گویند.

با توجه به این‌که جرم ایزوتوپ‌ها با هم فرق دارد، خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت است و فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر در طبیعت یکسان نیست و معمولاً ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های X}}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌های عنصر}} \times ۱۰۰$$

تو جدول زیر ایزوتوپ‌های طبیعی چند عنصر رو که تو کتاب درسی اومده براتون آوردیم. ایزوتوپ پایدار هر کدوم رو به خاطر بسپارین!

عنصر	شمار ایزوتوپ‌های طبیعی	نماد ایزوتوپ‌های طبیعی	ایزوتوپی با فراوانی بیشتر
منیزیم ($_{۱۲}Mg$)	۳	$^{۲۴}_{۱۲}Mg$, $^{۲۵}_{۱۲}Mg$, $^{۲۶}_{۱۲}Mg$	$^{۲۴}_{۱۲}Mg$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
لیتیم ($_{۳}Li$)	۲	$^{۶}_{۳}Li$, $^{۷}_{۳}Li$	$^{۷}_{۳}Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر)
هیدروژن ($_{۱}H$)	۳	$^{۱}_{۱}H$, $^{۲}_{۱}H$, $^{۳}_{۱}H$	$^{۱}_{۱}H$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
کلر ($_{۱۷}Cl$)	۲	$^{۳۵}_{۱۷}Cl$, $^{۳۷}_{۱۷}Cl$	$^{۳۵}_{۱۷}Cl$ (ایزوتوپ سبک‌تر)

شباهت‌های ایزوتوپ‌ها
- عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها)
- تعداد الکترون‌ها و موقعیت آن‌ها در جدول دوره‌ای
- خواص شیمیایی

تفاوت‌های ایزوتوپ‌ها
- تعداد نوترون‌ها
- عدد جرمی
- خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش
- میزان فراوانی در طبیعت و پایداری

برخی از ایزوتوپ‌ها ناپایدارند و هستهٔ آن‌ها، با گذشت زمان به صورت خودبه‌خود متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها اغلب بر اثر تلاشی هسته، ذره‌های پرانرژی و مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. به این ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ** می‌گویند.

اغلب (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد ($\frac{N}{p} \geq ۱/۵$)، ناپایدار و پرتوزا هستند. برای نکتهٔ بالا موارد استثنا هم وجود دارد، مثلاً $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ و $^{۱۴}_{۶}C$ ایزوتوپ‌های پرتوزا هستند، ولی $\frac{N}{p}$ آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ نیست یا $^{۱۹۵}_{۷۸}Pt$ دارای $\frac{N}{p}$ برابر با ۱/۵ است ولی هسته‌ای پایدار است و پرتوزا نیست.

نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه **پایدار** است. نیم‌عمر، مدت‌زمانی است که طول می‌کشد تا نیمی از هستهٔ ایزوتوپ پرتوزا متلاشی شود.

نیم‌عمر کوتاه‌تر ← ایزوتوپ ناپایدارتر

AzmonVIP

ایزوتوپ‌های هیدروژن

- **۷ ایزوتوپ هیدروژن**
  - ۳ ایزوتوپ طبیعی
    - پایدار
      - $_{1}^{1}H$ ← بیش از ۹۹/۹ درصد فراوانی در طبیعت
      - $_{1}^{2}H$ ← فراوانی حدود ۰/۰۱ درصد در طبیعت
    - ناپایدار و پرتوزا
      - $_{1}^{3}H$ ← درصد فراوانی در طبیعت ناچیز
  - ۴ ایزوتوپ ساختگی ← $_{1}^{4}H$، $_{1}^{5}H$، $_{1}^{6}H$، $_{1}^{7}H$ ← درصد فراوانی در طبیعت صفر

مقایسهٔ پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن: $_{1}^{1}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$

کاربرد برخی از رادیوایزوتوپ‌ها

- **۱۱۸ عنصر شناخته‌شده**
  - ۹۲ عنصر موجود در طبیعت (تقریباً ۷۸٪)
  - ۲۶ عنصر ساختگی (تقریباً ۲۲٪) ← در طبیعت وجود ندارند و در واکنشگاه هسته‌ای توسط انسان ساخته شده‌اند.

رادیوایزوتوپ‌ها و مواد پرتوزا	ویژگی‌های مهم	کاربرد
$_{43}^{99}Tc$ (تکنسیم)	**نخستین عنصر مصنوعی** ساخته‌شده توسط انسان ـ در طبیعت وجود ندارد ـ نیمه‌عمر آن کم است؛ بنابراین نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را ساخت و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد. در دورهٔ ۵ و گروه ۷ جدول تناوبی قرار دارد.	تصویربرداری غدهٔ تیروئید
$_{92}^{235}U$ (اورانیم)	اورانیم **شناخته‌شده‌ترین** فلز پرتوزاست. درصد فراوانی ایزوتوپ $_{92}^{235}U$ (سوخت راکتورهای اتمی) در مخلوط طبیعی آن **کم‌تر از ۰/۷ درصد** است. فراوانی این ایزوتوپ را به کمک **غنی‌سازی ایزوتوپی** افزایش می‌دهند.	اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی
گلوکز نشان‌دار	به گلوکز حاوی اتم پرتوزا می‌گویند ـ پس از تزریق به بدن همراه گلوکز معمولی، جذب اندام‌ها و بافت‌های سرطانی (مصرف گلوکز بالاتری دارند) شده و پرتوهای نشرشده از آن‌ها به کمک آشکارساز تشخیص داده می‌شود.	تشخیص تودهٔ سرطانی

- یون یدید با یونی که **حاوی** $_{43}^{99}Tc$ است و برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

غنی‌سازی ایزوتوپی ← افزایش مقدار (فراوانی) یک ایزوتوپ در مخلوط ایزوتوپ‌های آن عنصر ← مثال: افزایش فراوانی ایزوتوپ $_{92}^{235}U$ در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم

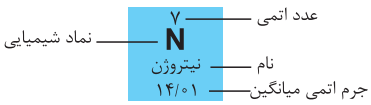
- کیمیاگری یعنی تبدیل عنصرهای دیگر به طلا، که امروزه با پیشرفت علم شیمی و فیزیک **امکان‌پذیر** است، اما به دلیل زیادبودن هزینهٔ تولید آن، **صرفهٔ اقتصادی** ندارد.

طبقه‌بندی عنصرها

- در جدول دوره‌ای (تناوبی) امروزی **عنصرها، براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند به طوری که** از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($_{1}H$) آغاز و به عنصر شمارهٔ ۱۱۸ (اوگانسون، $_{118}Og$) ختم می‌شود.
- در هر ردیف افقی جدول، چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است و دوره نام دارد. جدول تناوبی ۷ دوره دارد.
- هر ستون جدول، شامل عنصرها با **خواص شیمیایی مشابه** است و گروه نام دارد، به عنوان مثال همهٔ عناصر گروه ۱۸ جدول، تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارند. جدول تناوبی ۱۸ گروه دارد.

AzmonVIP

- با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود.
- هر خانه از جدول به یک عنصر معین (و ایزوتوپ‌هایش) تعلق دارد و **عدد اتمی عنصر، نماد شیمیایی، نام** آن و **جرم اتمی میانگین** عنصر را مشخص می‌کند.
- نماد شیمیایی عنصرها یک یا دو حرفی است. حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ و حرف دوم (در صورت دوحرفی‌بودن نماد) به صورت کوچک نوشته می‌شود.



- برای تعیین تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر در جدول از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر در جدول = (اختلاف عدد اتمی دو عنصر) − ۱

جرم اتمی عنصرها

- جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها، با ترازوهای متفاوتی که دقت اندازه‌گیری متفاوت دارند، اندازه می‌گیرند. برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا ۰/۰۱ تن و دقت ترازوهای زرگری تا ۰/۰۱ گرم است.
- با یک ترازوی مشخص می‌توان جرم اجسامی را اندازه‌گیری کرد که:

۱) جرم آن‌ها مقادیر صحیحی از دقت اندازه‌گیری ترازو باشد.

۲) جرم جسم از دقت ترازو کم‌تر نباشد.

مثلاً با استفاده از یک باسکول چندتنی که دقت اندازه‌گیری آن تا ۰/۰۱ تن (۱۰ kg) است. نمی‌توان جرم یک هندوانه که به طور متوسط ۶ کیلوگرم جرم دارد را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کم‌تر است. در واقع کم‌ترین جرمی که این ترازو نسبت به آن حساسیت دارد و می‌تواند آن را اندازه‌گیری کند ۱۰ کیلوگرم است؛ پس ۶ کیلوگرم را نشان نمی‌دهد. یا اگر دقت ترازویی برابر ۰/۱ میلی‌گرم باشد، می‌توان با آن جسمی به جرم ۰/۳ میلی‌گرم را اندازه‌گیری کرد ولی نمی‌توان جسمی به جرم ۰/۳۵ میلی‌گرم را اندازه‌گیری کرد، ترازو ۰/۰۵ میلی‌گرم جرم جسم دوم را نشان نمی‌دهد.

- اتم‌ها بسیار ریزند و نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده کرد؛ بنابراین نمی‌توان جرم آن‌ها را با یکاهایی مانند گرم و ... و با ابزارهایی مانند ترازوی معمولی و ... اندازه‌گیری کرد. از این‌رو دانشمندان از یک مقیاس نسبی (مقایسه‌ای) برای تعیین جرم اتم‌ها استفاده کردند.
- شیمی‌دان‌ها جرم یک اتم کربن ـ ۱۲ ($^{12}_{6}C$) را به عنوان مقیاسی (سنجه‌ای) برای جرم دیگر اتم‌ها انتخاب کردند و جرم این اتم را برابر با عدد ۱۲ در نظر گرفتند. سپس آن را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کرده و هر بخش را ۱ amu نامیدند.
- یکای جرم اتمی را amu می‌نامند و آن را با نماد u نیز نشان می‌دهند. یک amu برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ـ ۱۲ است.
- هر یک از ذرات زیراتمی (الکترون، پروتون و نوترون) را با یک نماد نشان می‌دهند:

نوترون: $^{1}_{0}n$، پروتون: $^{1}_{+1}p$، الکترون: $^{0}_{-1}e$ ⇒ نماد شیمیایی ذرهٔ زیراتمی $\rightarrow {}^{\text{جرم نسبی}\leftarrow a}_{\text{بار الکتریکی نسبی}\leftarrow b}X$

- در مقیاس جرم اتمی، **جرم پروتون و نوترون به تقریب با هم برابر و در حدود ۱ amu است.** (جرم نوترون اندکی از جرم پروتون بیشتر است.)، در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}\text{amu} = 0/0005\text{ amu}$ است.
- از آن‌جا که جرم پروتون و نوترون به تقریب با هم برابر و حدوداً ۱ amu است، **عدد جرمی را می‌توان برابر با جرم اتمی در نظر گرفت.** عدد جرمی یکا ندارد (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته را نشان می‌دهد)، در حالی که یکای جرم اتمی amu است:

$$^{7}_{3}Li \Rightarrow \begin{cases} \text{عدد جرمی} = n + p = 7 \\ \text{جرم اتمی} \simeq 7\text{ amu} \end{cases}$$

AzmonVIP

جرم اتمی میانگین

در جدول تناوبی، جرم اتمی بیشتر عنصرها به صورت اعداد غیرصحیح و اعشاری بیان شده است. دلیل این امر این است که بیشتر عناصر در طبیعت به صورت مخلوطی از ایزوتوپ‌ها با جرم‌ها و فراوانی‌های متفاوت وجود دارند. در واقع جرم اتمی میانگین عنصرها در جدول تناوبی نوشته شده است.

اگر فراوانی هر ایزوتوپ را با F_1، F_2 و ... و جرم اتمی هر یک از آن‌ها را با M_1، M_2 و ... نشان دهیم، جرم اتمی میانگین $(\bar{M})$ از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

نکته

اگر F_1، F_2 و ... به جای فراوانی، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌ها باشد، $F_1 + F_2 + \cdots = 100$ خواهد بود؛ بنابراین در مخرج رابطهٔ بالا به جای $F_1 + F_2 + \cdots$، عدد ۱۰۰ قرار می‌گیرد.

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \cdots}{100}$$ ، درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها $= F_1, F_2, \ldots$

نکته

برای ساده‌ترشدن محاسبات، می‌توان از فرمول زیر نیز برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین استفاده کرد:

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

- M_1: جرم ایزوتوپ سبک‌تر
- $M_2 - M_1$: اختلاف جرم ایزوتوپ ۲ با ایزوتوپ سبک‌تر
- F_2: درصد فراوانی ایزوتوپ ۲
- $M_3 - M_1$: اختلاف جرم ایزوتوپ ۳ با ایزوتوپ سبک‌تر
- F_3: درصد فراوانی ایزوتوپ ۳

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

۱) ۲۹/۵، ۳۵/۵ ۲) ۱۷/۵، ۴۷/۵ ۳) ۱۵، ۵۰ ۴) ۱۴/۵، ۵۰/۵

پاسخ گزینهٔ «۲»

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) + \frac{F_4}{100}(M_4 - M_1)$$

$$\Rightarrow 50/95 = 49 + \frac{F_2}{100}(51-49) + \frac{15}{100}(53-49) + \frac{20}{100}(54-49) \Rightarrow 50/95 = 49 + 0/02F_2 + 0/6 + 1$$

$$\Rightarrow F_2 = 17/5 \Rightarrow F_1 = 65 - F_2 = 65 - 17/5 = 47/5$$

– شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها و مفهوم مول –

اتم‌ها بسیار ریز هستند، به طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و حتی با شمردن تک‌تک آن‌ها، تعداد آن‌ها را به دست آورد؛ اما از روی جرم یک نمونه می‌توان به شمار واحدهای موجود در آن دست یافت.

گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود. این در حالی است که یکای جرم اتمی (amu)، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه *در عمل غیرممکنه!*

AzmonVIP

- برای این‌که بتوان جرم اتم‌ها را برحسب گرم بیان کرد. دانشمندان «مول» را معرفی کردند. شیمی‌دان‌ها به تعداد $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر ذره (اتم، مولکول یا یون) یک مول از آن ذره می‌گویند و آن را با mol نشان می‌دهند.
- به افتخار شیمی‌دان ایتالیایی، آمدئو آووگادرو، **به عدد $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$، عدد آووگادرو** گفته می‌شود و آن را با N_A نشان می‌دهند.

$$N_A\,(\text{عدد آووگادرو}) = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$$

- بین گرم و amu رابطه‌های روبه‌رو برقرار است:

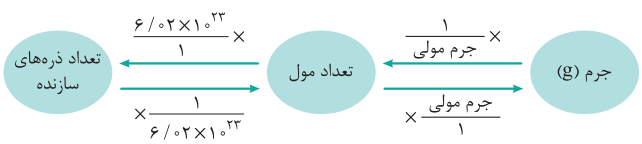
$$۱\,g = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,amu \quad \text{یا} \quad ۱\,amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\,g$$

- جرم یک اتم هیدروژن تقریباً برابر ۱ amu می‌باشد:

$$۱\,atom\,H = ۱\,amu = \frac{۱}{۱۲}(\text{جرم یک اتم کربن}-۱۲) = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\,g$$

- به جرم یک مول از ذرات سازندهٔ یک ماده (اعم از اتم، مولکول یا یون و ...) برحسب گرم، جرم مولی آن ذره گفته می‌شود. یکای جرم مولی $g.mol^{-۱}$ است.
- جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است.
- جرم مولی یک اتم از نظر عددی برابر جرم اتمی آن است؛ با این تفاوت که یکای جرم مولی، گرم بر مول و یکای جرم اتمی، واحد کربنی (amu) است.
- برای حل مسئله‌هایی که در آن تبدیل جرم، مول و تعداد ذره‌های سازندهٔ ماده به یکدیگر مطرح است، می‌توان از دو روش کسر تبدیل و کسر تناسب به صورت زیر استفاده کرد:

روش اول: استفاده از کسر تبدیل‌ها:



- روش دوم: استفاده از کسر تناسب‌ها:

$$\text{مول} = \frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی } (g.mol^{-۱})} = \frac{\text{تعداد ذرات}}{N_A\ (۶/۰۲\times۱۰^{۲۳})}$$

مثال در چند گرم متانول $(CH_۳OH)$، $۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}$ اتم H وجود دارد؟ $(O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۶/۴

پاسخ گزینهٔ «۲» **روش اول:** استفاده از کسر تبدیل:

$$۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم H} \times \frac{۱\ mol\,H}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم H}} \times \frac{۱\ mol\,CH_۳OH}{۴\ mol\,H} \times \frac{۳۲\ g\,CH_۳OH}{۱\ mol\,CH_۳OH} = ۱/۶\ g\,CH_۳OH$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

هر ۳۲ گرم $CH_۳OH$، معادل ۱ مول از آن است. در هر ۱ مول $CH_۳OH$، ۴ مول اتم H یا به عبارتی $۴\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم H وجود دارد. پس:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}}_{CH_۳OH}} = \frac{\text{تعداد ذرات}}{\underbrace{۴\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}_{\text{اتم H}}} \Rightarrow \frac{x}{۳۲} = \frac{۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}}{۴\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Rightarrow x = \frac{۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}\times۳۲}{۴\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} = ۱/۶\ g\,CH_۳OH$$

– نور، کلید شناخت جهان –

به کمک **نور** می‌توان اطلاعات ارزشمندی از مواد به دست آورد. به طور مثال نوری که از یک ستاره یا سیاره به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره **از چه ساخته شده و دمای** آن چه‌قدر است.

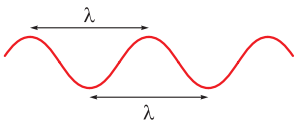
AzmonVIP

دانشمندان با دستگاهی به نام **طیف‌سنج** می‌توانند از پرتوهای گسیل‌شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آن‌ها به دست آورند.

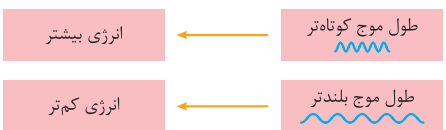
هنگام عبور نور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر، **شکست نور** رخ می‌دهد. نور خورشید اگرچه سفید به نظر می‌رسد، اما هنگام عبور آن از یک منشور یا قطره‌های آب موجود در هوا، تجزیه شده و **گستره‌ای پیوسته** از رنگ‌ها که شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است را ایجاد می‌کند. به این گستره که رنگ‌های سرخ تا بنفش (گسترهٔ رنگ‌های رنگین‌کمان) را در بر می‌گیرد، **گسترهٔ مرئی** می‌گویند.

چشم ما تنها می‌تواند گسترهٔ محدودی از نور را که همان گسترهٔ مرئی است، ببیند.

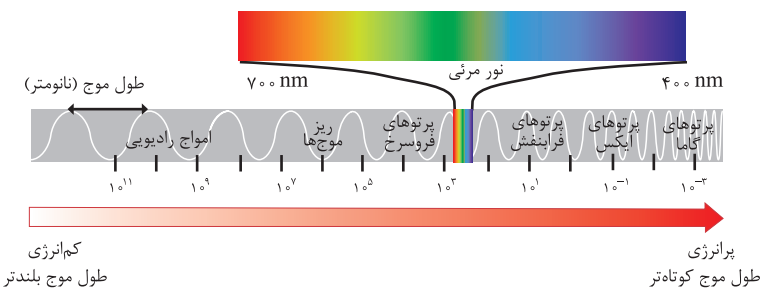
یکی از ویژگی‌های موج، **طول موج** است که آن را با نماد λ (لاندا) نشان می‌دهند. فاصلهٔ دو نقطهٔ مشابه و متوالی (دو قلهٔ متوالی یا دو درهٔ متوالی) در یک موج را، طول موج می‌گویند.



انرژی یک موج با طول موج آن رابطهٔ عکس دارد.



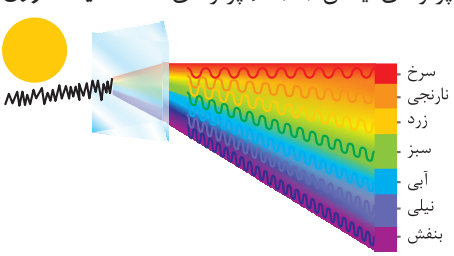
نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ و پیوسته‌ای از **پرتوهای الکترومغناطیسی** است که با خود انرژی حمل می‌کنند و نور مرئی تنها بخش کوچکی از این امواج با طول موج‌های ۴۰۰ (رنگ بنفش) تا ۷۰۰ (رنگ سرخ) نانومتر را شامل می‌شود. $(1\,nm = 10^{-9}\,m)$



مقایسهٔ طول موج: امواج رادیویی > ریزموج‌ها > پرتوهای فروسرخ > نور مرئی > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای ایکس (X) > پرتوهای گاما

مقایسهٔ انرژی: امواج رادیویی < ریزموج‌ها < پرتوهای فروسرخ < نور مرئی < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای ایکس (X) < پرتوهای گاما

بین میزان (زاویه) شکست و انحراف یک پرتو مرئی در عبور از منشور با طول موج آن، رابطهٔ وارونه وجود دارد:



طول موج: بنفش > نیلی > آبی > سبز > زرد > نارنجی > سرخ

انرژی و زاویهٔ شکست در منشور: بنفش > نیلی > آبی > سبز > زرد > نارنجی > سرخ

کنترل تلویزیون با پرتوهای فروسرخ کار می‌کند. دوربین موبایل برخلاف چشم ما به نور فروسرخ حساس است و آن را تشخیص می‌دهد؛ بنابراین به وسیلهٔ دوربین موبایل می‌توان پرتوهای فروسرخ تابیده‌شده از کنترل تلویزیون را به هنگام فشردن کلید روشن و خاموش آن، مشاهده کرد.

نشر نور و طیف نشری خطی

هر فلز و یا ترکیب‌های آن، رنگ خاص و منحصربه‌فردی به شعلهٔ آتش می‌دهند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک (ترکیب فلزدار) را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. رنگ نشرشده از هر یک، فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را در بر می‌گیرد.

رنگ شعلهٔ برخی از فلزها و ترکیب‌های آن‌ها:
- فلز **سدیم** (Na) و ترکیب‌های آن ← **زرد**
- فلز **مس** (Cu) و ترکیب‌های آن ← **سبز**
- فلز **لیتیم** (Li) و ترکیب‌های آن ← **سرخ**

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌کند، **نشر** می‌گویند.

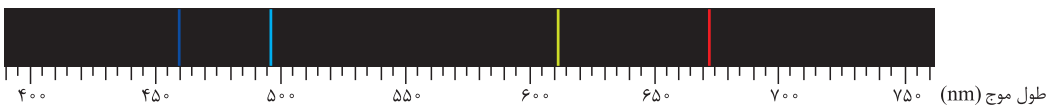
اگر نور نشرشده از یک عنصر را از منشور عبور دهیم، الگویی شامل خط‌ها یا نوارهای مجزای رنگی (خطوطی با طول موج مشخص) به وجود می‌آید که به آن **طیف نشری خطی** آن اتم می‌گویند.

AzmonVIP

تذکر طیف نشری خطی عنصرها برخلاف طیف نور خورشید که پیوسته بود، یک طیف گسسته است.

- هر عنصر (فلز، نافلز یا شبه‌فلز) طیف نشری خطی **ویژهٔ خود** را دارد؛ یعنی تعداد خطوط و محل قرارگیری نوارهای طیف (طول موج نوارها) برای آن عنصر اختصاصی است؛ بنابراین مانند اثر انگشت می‌توان از این طیف برای شناسایی عنصرها استفاده کرد. (طیف نشری خطی هیچ دو عنصری مثل هم نیست.)

مثال طیف نشری خطی لیتیم در گسترهٔ مرئی، شامل چهار خط یا طول موج رنگی است.



توجه طیف نشری خطی اتم **هیدروژن** مانند فلز **لیتیم** در ناحیهٔ مرئی، دارای **۴ نوار** یا **خط رنگی** است، ولی مکان (طول موج) خط‌ها در آن‌ها با هم متفاوت است.

تذکر نافلزها (مانند هلیم، هیدروژن، نئون و ...) نیز طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارند، ولی برای ایجاد طیف نشری نافلزها و عنصرهای گازی از شعله استفاده نمی‌شود.

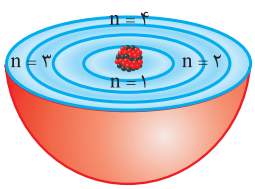
- کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری کالاهاست.
- برای شناسایی یک عنصر مجهول به کمک طیف نشری خطی، باید تعداد خطوط و مکان آن‌ها (طول موج خطوط) در طیف نشری خطی عنصر را با طیف نشری خطی عناصر معلوم مقایسه کرد.
- نور زرد لامپ‌هایی که شب، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازند، به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌هاست.
- از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی، برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

ساختار اتم

مدل اتمی بور: در طیف نشری خطی عنصرها، هر نوار یا خط، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد. بور با بررسی تعداد و جایگاه خط‌های موجود در طیف نشری خطی اتم هیدروژن (ساده‌ترین اتم) و در نظر گرفتن این‌که الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، توانست با مدل خود، طیف نشری خطی اتم هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. در مدل بور، الکترون‌ها در مسیرهای دایره‌ای به نام مدار به دور هسته در حال چرخش هستند.

- مدل بور به‌جز توجیه طیف نشری خطی عنصر هیدروژن، توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

مدل کوانتومی اتم: پس از بور، دانشمندان برای توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها و چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختار لایه‌ای برای اتم پیشنهاد دادند. در این مدل اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌های پیرامون هسته توزیع می‌شوند.



- ترتیب شماره‌گذاری لایه‌ها از هسته به سمت بیرون است. شمارهٔ هر لایه را با n نشان می‌دهند که **n** **عدد کوانتومی اصلی** نامیده می‌شود. هر چه الکترون در لایهٔ دورتری از هسته باشد، انرژی آن بیشتر است.
- در ساختار لایه‌ای (مدل کوانتومی)، برای حرکت الکترون به دور هسته، مسیر دقیقی توصیف نمی‌شود.

در این مدل با **احتمال حضور الکترون** در فضای معین سروکار داریم؛ به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدودهٔ یادشده (یعنی در یک لایه) احتمال حضور بیشتری دارد.

- در ساختار لایه‌ای، انرژی الکترون‌ها در لایه‌ها و بنابراین دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر، **کوانتومی** است. (یعنی هر مقداری را نمی‌تواند داشته باشد.)

AzmonVIP

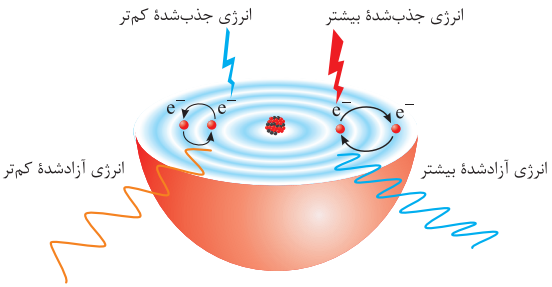
مفهوم کوانتومی‌بودن یک کمیت

کمیت

۱) پیوسته: کمیت‌هایی که می‌توانند هر مقداری (مقدار پیوسته‌ای) را داشته باشند؛ مانند جرم اجسام: ۰/۵ kg، ۲/۵۷ kg و ... .

۲) گسسته (کوانتومی): کمیت‌هایی که تنها می‌توانند مقادیر معینی (مضرب صحیحی از یک مقدار معین) را داشته باشند؛ مانند تعداد اشیا یا افراد (تعداد اشیا یا افراد نمی‌تواند هر مقدار مثلاً ۳/۲۵ عدد را شامل شود.)

- انرژی مانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی گسسته یا کوانتومی است.
- الکترون‌ها در هر لایه، انرژی و آرایش معینی دارند و معمولاً در **پایین‌ترین** و **پایدارترین لایه‌های** ممکن قرار می‌گیرند. در این حالت اتم از پایداری نسبی برخوردار بوده و در **حالت پایه** قرار دارد.
- اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند. به اتم‌ها در چنین حالتی، **اتم‌های برانگیخته** می‌گویند.



- با توجه به این‌که اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند، الکترون‌ها در آن‌ها تمایل دارند به حالت پایه و اولیه بازگردند و پایدار شوند. هنگام بازگشت الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر، الکترون‌ها انرژی اضافهٔ خود را به صورت نور منتشر می‌کنند. این نورها به صورت خطوط با نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم‌ها دیده می‌شود.

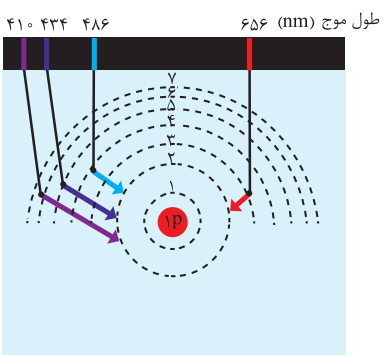
چرا طیف نشری خطی هر عنصر منحصربه‌فرد است؟

از آن‌جا که انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ هر اتم ویژهٔ همان اتم بوده و به **عدد اتمی** آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون متفاوت است؛ بنابراین انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصربه‌فردی ایجاد کند.

طیف نشری خطی اتم هیدروژن: در بخش مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن ۴ نوار رنگی بنفش، نیلی، آبی و قرمز وجود دارد که نتیجهٔ انتقال تک‌الکترون اتم هیدروژن از لایه‌های الکترونی ۶، ۵، ۴ و ۳ به لایهٔ الکترونی ۲ است.

رنگ خط در طیف نشری	طول موج (nm)	نحوهٔ تشکیل خط در طیف
بنفش	۴۱۰ (کوتاه‌ترین طول موج و بیشترین انرژی)	انتقال الکترون از $n=6$ به $n=2$
نیلی	۴۳۴	انتقال الکترون از $n=5$ به $n=2$
آبی	۴۸۶	انتقال الکترون از $n=4$ به $n=2$
قرمز	۶۵۶ (بلندترین و طول موج و کم‌ترین انرژی)	انتقال الکترون از $n=3$ به $n=2$

تذکر هنگامی که اتم هیدروژن برانگیخته می‌شود، تک‌الکترون این اتم بسته به انرژی دریافتی می‌تواند به لایه‌های الکترونی بالاتر (۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷) برود و در بازگشت، به هر یک از لایه‌های الکترونی پایین‌تر (۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) بازگردد، اما فقط چهارتا از این انتقال‌های الکترونی منجر به ایجاد نورهای مرئی می‌شود و سایر امواج آزادشده در اثر انتقال‌ها دارای طول موج کوتاه‌تر یا بلندتر از ناحیهٔ مرئی هستند و قابل رؤیت با چشم غیرمسلح نیستند.



AzmonVIP

نکته

با توجه به شکل **هر چه از هستهٔ اتم دورتر شویم، تفاوت انرژی بین دو لایهٔ متوالی کاهش می‌یابد**؛ یعنی مثلاً تفاوت انرژی بین لایه‌های $n=3$ و $n=4$ کم‌تر از تفاوت انرژی بین لایه‌های $n=1$ و $n=2$ است.

با توجه به توضیحات داده‌شده:

انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن

- بازگشت الکترون از لایه‌های سوم تا ششم به لایهٔ دوم ← نشر پرتو مرئی
- بازگشت الکترون از لایهٔ هفتم به لایهٔ دوم ـ بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایهٔ اول ← نشر پرتو فرابنفش
- بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه‌های سوم تا پنجم ← نشر پرتو فروسرخ

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

- با توجه به مدل کوانتومی اتم، اتم ساختاری لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته با نظم ویژه‌ای حضور دارند.
- حداکثر گنجایش الکترونی در هر لایه از رابطهٔ $2n^2$ به دست می‌آید.

$n=3$ حداکثر گنجایش لایهٔ سوم $= 2(3)^2 = 18e$ ، $n=1$ حداکثر گنجایش لایهٔ اول $= 2(1)^2 = 2e$

$n=4$ حداکثر گنجایش لایهٔ چهارم $= 2(4)^2 = 32e$ ، $n=2$ حداکثر گنجایش لایهٔ دوم $= 2(2)^2 = 8e$

- هر لایه از یک یا چند بخش کوچک‌تر به نام **زیرلایه** تشکیل شده است. در هر لایهٔ الکترونی به تعداد شمارهٔ لایه، زیرلایه وجود دارد.

$n=1$ لایهٔ الکترونی اول $\Rightarrow$ تعداد زیرلایه‌ها $=1$

$n=4$ لایهٔ الکترونی چهارم $\Rightarrow$ تعداد زیرلایه‌ها $=4$

- زیرلایه‌ها را **با عدد کوانتومی فرعی (l)** مشخص می‌کنند. عدد کوانتومی فرعی می‌تواند عددهای **صحیح صفر تا** $(n-1)$ را در بر بگیرد.

مثال لایهٔ الکترونی سوم $(n=3) \Rightarrow l=0,\ldots,\underset{\downarrow}{n-1}\ (3) \Rightarrow l=0,1,2$

پس لایهٔ الکترونی سوم، دارای سه زیرلایه با عددهای کوانتومی فرعی، ۰، ۱ و ۲ است.

- زیرلایه‌ها را با نمادهای حرفی s، p، d، f و ... نشان می‌دهند.

نماد زیرلایه	s	p	d	f
مقدار مجاز l	۰	۱	۲	۳

نماد هر زیرلایهٔ معین در اتم، با دو عدد کوانتومی اصلی و فرعی، به صورت nl مشخص می‌شود.

$2p$ زیرلایهٔ $\Rightarrow \begin{matrix} n=2 \\ l=1 \end{matrix}$

$n\,l \Rightarrow$ n: شمارهٔ لایهٔ الکترونی، l: نماد حرفی مشخص‌کنندهٔ زیرلایه

- حداکثر گنجایش الکترونی هر زیرلایه از رابطهٔ $2(2l+1) = 4l+2$ به دست می‌آید.

مثال حداکثر گنجایش زیرلایهٔ d $\Rightarrow l=2 \Rightarrow 4l+2 \rightarrow 10e^-$

نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش الکترونی	۲	۶	۱۰	۱۴

توجه با توجه به این‌که مقدار عدد کوانتومی فرعی (l) از صفر شروع می‌شود، منظور از nامین زیرلایهٔ یک اتم، زیرلایه‌ای با عدد کوانتومی فرعی $n-1$ است. به طور مثال منظور از پنجمین زیرلایهٔ یک اتم، زیرلایه‌ای با $l=4$ است نه $l=5$!

جمع‌بندی

عدد کوانتومی اصلی (n)

- شمارهٔ لایهٔ الکترونی $n=1,2,3,\ldots$
- تعداد زیرلایه‌های هر لایهٔ الکترونی $= n$
- حداکثر گنجایش الکترونی هر لایهٔ الکترونی $= 2n^2$

AzmonVIP

عدد کوانتومی فرعی (l)

- مشخص‌کنندهٔ نوع زیرلایه
- نماد حرفی مشخص‌کننده: $l = \underset{s}{0}, \underset{p}{1}, \underset{d}{2}, \underset{f}{3}, \ldots$
- حداکثر گنجایش هر زیرلایه $= 4l + 2$
- محدودهٔ تغییرات: $l = 0, \ldots, (n-1)$

– ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها از الکترون در اتم –

مطابق **قاعدهٔ آفبا**، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته که پایدارترند و انرژی کم‌تری دارند، پر می‌شوند. انرژی زیرلایه‌ها به هر دو عددهای کوانتومی اصلی (n) و فرعی (l) بستگی دارد؛ هر چه $(n+l)$ برای یک زیرلایه کوچک‌تر باشد، انرژی آن کم‌تر است و زودتر از الکترون پر می‌شود.

توجه اگر $(n+l)$ برای دو زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که n کوچک‌تری دارد، انرژی کم‌تری داشته و زودتر از الکترون پر می‌شود.

مثال **مطابق قاعدهٔ آفبا، ترتیب پرشدن زیرلایه‌های ۴f، ۵p، ۵d و ۶s را بنویسید.**

پاسخ هر زیرلایه که $(n+l)$ کوچک‌تری داشته باشد، زودتر از الکترون اشغال می‌شود و اگر $(n+l)$ دو زیرلایه برابر باشد، زیرلایه‌ای که n کوچک‌تر دارد، زودتر از الکترون اشغال می‌شود.

$$4f \Rightarrow n+l = 4+3 = 7$$
$$5p \Rightarrow n+l = 5+1 = 6$$
$$5d \Rightarrow n+l = 5+2 = 7$$
$$6s \Rightarrow n+l = 6+0 = 6$$

$\Rightarrow$ ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها: $5p \rightarrow 6s \rightarrow 4f \rightarrow 5d$

– چگونگی چینش عناصر در جدول تناوبی –

خواندیم که چینش عناصر در جدول تناوبی براساس افزایش تدریجی عدد اتمی آن‌ها و قرارگیری عناصر با خواص مشابه در یک گروه زیر هم است. اساس طبقه‌بندی عناصر در هر دوره در جدول تناوبی براساس ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها طبق **قاعدهٔ آفبا** است.

به عنوان مثال در لایهٔ الکترونی سوم $(n=3)$، ۳ زیرلایهٔ 3s، 3p و 3d، با ظرفیت کلی ۱۸ الکترون وجود دارد، ولی در جدول تناوبی عناصر، در دورهٔ سوم، فقط ۸ عنصر وجود دارد؛ زیرا در دورهٔ سوم فقط زیرلایه‌های 3s و 3p در حال پرشدن است و عناصری که زیرلایهٔ 3d آن‌ها در حال پرشدن است، در ردیف چهارم جدول قرار داده شده‌اند. (با توجه به قاعدهٔ آفبا ابتدا زیرلایهٔ 4s از الکترون پر می‌شود و بعد 3d.)

ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها در عنصرهای هر دورهٔ جدول دوره‌ای طبق قاعدهٔ آفبا را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$\underset{n\geq 1}{ns} \rightarrow \underset{n\geq 6}{(n-2)f} \rightarrow \underset{n\geq 4}{(n-1)d} \rightarrow \underset{n\geq 2}{np}$$

شمارهٔ دوره یا تناوب $= n$

در هنگام استفاده از رابطهٔ فوق، n را از ۱ تا ۷ به عنوان شمارهٔ دوره قرار می‌دهیم و زیرلایه‌هایی که در هر مرحله ایجاد می‌شوند را می‌نویسیم.

زیرلایه‌های ایجادشده در هر دوره به صورت زیر است:

$$[1s] - [2s\ 2p] - [3s\ 3p] - [4s\ 3d\ 4p] - [5s\ 4d\ 5p] - [6s\ 4f\ 5d\ 6p] - [7s\ 5f\ 6d\ 7p]$$

دورهٔ اول — دورهٔ دوم — دورهٔ سوم — دورهٔ چهارم — دورهٔ پنجم — دورهٔ ششم — دورهٔ هفتم

مثال **زیرلایه‌هایی که $n+l$ آن‌ها برابر با ۴ است را بنویسید و مشخص کنید هر کدام در عنصرهای دورهٔ چندم جدول دوره‌ای پر می‌شوند.**

پاسخ برای پیداکردن زیرلایه‌هایی که $n+l$ آن‌ها برابر با ۴ است، ابتدا به n بیشترین مقدار ممکن یعنی عدد ۴ را نسبت می‌دهیم و بنابراین مقدار l برابر صفر می‌شود؛ یعنی زیرلایهٔ s ($l=0$ مربوط به زیرلایهٔ s است) و به ترتیب از مقدار n یک واحد کم کرده و به مقدار l یک واحد زیاد می‌کنیم تا جایی که زیرلایهٔ مورد نظر وجود داشته باشد:

$$n+l=4 \Rightarrow \begin{cases} n=4, l=0 \Rightarrow \text{زیرلایهٔ } 4s \Rightarrow \text{در دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای پر می‌شود.} \\ n=3, l=1 \Rightarrow \text{زیرلایهٔ } 3p \Rightarrow \text{در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای پر می‌شود.} \\ n=2, l=2 \Rightarrow \text{زیرلایهٔ } 2d \Rightarrow \text{وجود ندارد} \times \end{cases}$$

AzmonVIP

فصل ۱ یازدهم

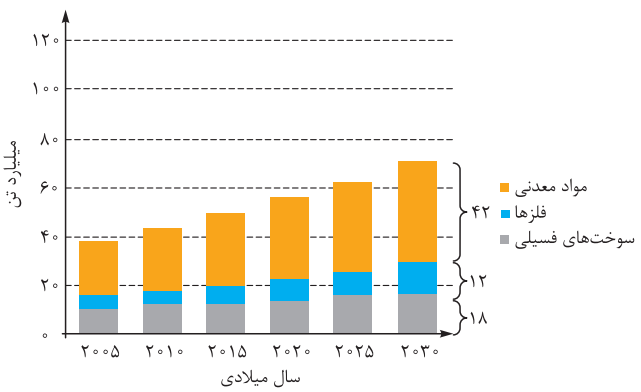
هدایای زمینی

- زمین سرشار از نعمت‌ها و هدایای پیدا و ناپیدای گوناگونی است که هر یک **اندازهٔ معینی** دارد.
- رشد و گسترش تمدن بشری، در گرو **کشف و شناخت مواد** جدید است.
- گسترش فناوری، به میزان **دسترسی به مواد مناسب** وابسته است.
  - گسترش صنعت خودرو ← شناخت و دسترسی به **فولاد**
  - پیشرفت صنعت الکترونیک ← دسترسی به موادی ساخته شده از **نیمه‌رساناها**
- دستاوردهای گسترش دانش تجربی
  - پی‌بردن به رابطهٔ میان خواص مواد با عنصرهای سازندهٔ آن‌ها
  - تغییر و گاهی بهبود خواص، با گرمادادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر
  - توانایی انتخاب مناسب‌ترین ماده برای یک کاربرد معین

- همهٔ مواد طبیعی و ساختگی از کرهٔ زمین به دست می‌آیند.
- به تقریب جرم کل مواد در کرهٔ زمین **ثابت** می‌ماند.
- این جمله غلط است: هر چه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه‌یافته‌تر است.
- میزان تولید یا مصرف نسبی برخی مواد:
- مقایسهٔ مقدار استخراج و مصرف سالیانه:

فلزها < سوخت‌های فسیلی < مواد معدنی

- بیشترین مقدار افزایش رشد مصرف: **مواد معدنی**
- برخی محصولات و منابع تهیهٔ آن‌ها:

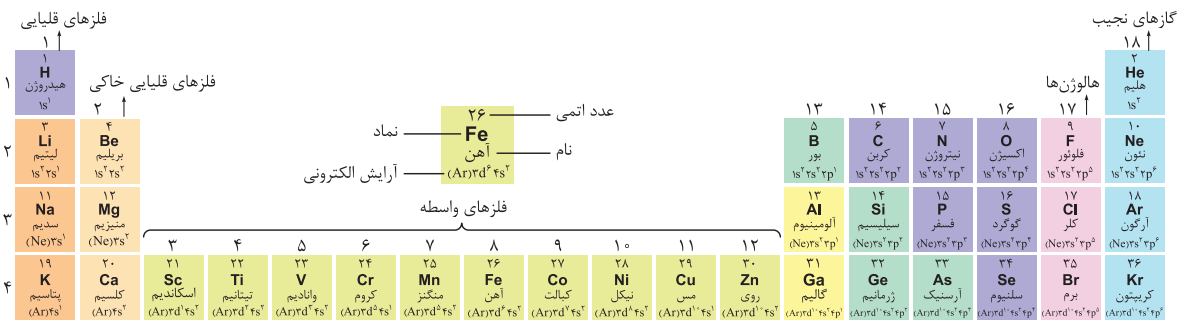


محصول	منبع	محصول	منبع
استکان شیشه‌ای	شن و ماسه	ظرف غذا	خاک چینی
قاشق	فولاد زنگ‌نزن، حاصل از سنگ معدن آهن	سوخت	نفت موجود در دل زمین

- منابع شیمیایی در جهان به طور یکسان توزیع **نشده‌اند**.
- پراکندگی منابع شیمیایی، دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی است.

الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها

- عنصرها در جدول دوره‌ای براساس **بنیادی‌ترین ویژگی** آن‌ها یعنی **عدد اتمی** (Z) چیده شده‌اند.
- عنصرهایی که آرایش الکترونی **لایهٔ ظرفیت** اتم آن‌ها مشابه است، در یک گروه جای گرفته‌اند. (به جز $_{2}He$، که آرایش لایهٔ ظرفیت آن $(1s^2)$ با بقیهٔ عنصرهای گروه ۱۸ (ns^2np^6) متفاوت است.)
- جدول تناوبی دارای ۷ دوره و ۱۸ گروه است.
- نام، نماد، جایگاه و آرایش الکترونی ۳۶ عنصر اول جدول دوره‌ای را بلد باشید.
- اسم خاص گروه‌های ۱، ۲، ۱۷ و ۱۸ را بلد باشید.

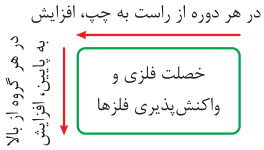


AzmonVIP

عنصرها براساس رفتار به سه دسته تقسیم می‌شوند: **فلز**، **نافلز** و **شبه‌فلز**

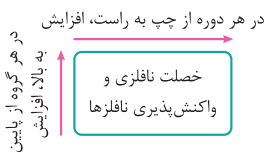
فلزها

- جایگاه: بیشتر عنصرهای جدول (به‌طور عمده در سمت چپ و مرکز) ← اکثر عنصرهای دستهٔ s (به‌جز $_1H$ و $_2He$)، همهٔ عنصرهای دستهٔ d و دستهٔ f و برخی عنصرهای دستهٔ p
- رفتار فیزیکی ← داشتن سطح صیقلی / رسانایی الکتریکی و گرمایی / خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری
- رفتار شیمیایی: تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون ـ هر چه از دست دادن الکترون آسان‌تر، خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلز بیشتر ـ خصلت فلزی به رفتار شیمیایی وابسته است، نه فیزیکی.
- روند تغییرات در جدول دوره‌ای عنصرها (این روند برای فلزهای گروه‌های اصلی است. فعلاً به عنصرهای دستهٔ d کاری نداریم):



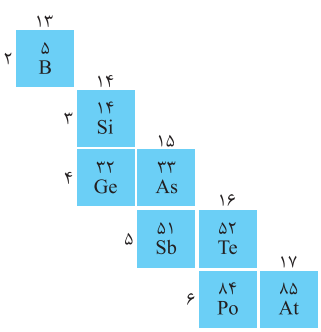
نافلزها

- جایگاه: در سمت راست و بالای جدول (به‌جز $_1H$) ← دو عنصر از دستهٔ s ($_1H$ و $_2He$) و بقیه از دستهٔ p.
- رفتار فیزیکی ← سطح کدر و مات / عدم رسانایی الکتریکی و گرمایی (کربن (گرافیت) رسانایی الکتریکی دارد.) / خردشدن در اثر ضربه (عدم خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری)
- رفتار شیمیایی: تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون یا به اشتراک گذاشتن الکترون ـ هر چه تمایل به گرفتن الکترون بیشتر، خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلز، بیشتر ـ خصلت نافلزی به رفتار شیمیایی وابسته است، نه فیزیکی.
- روند تغییرات در جدول دوره‌ای عنصرها:

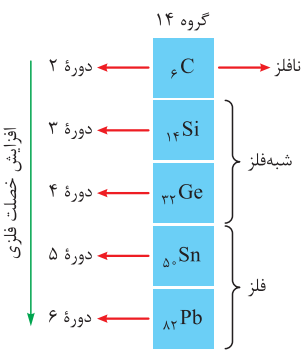


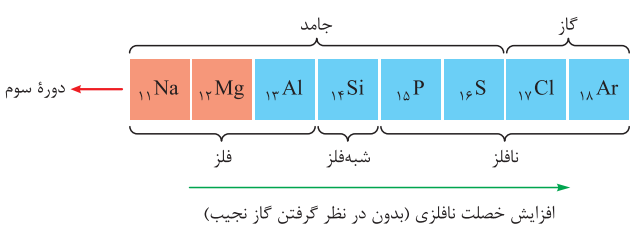
شبه‌فلزها

- جایگاه: مثل مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند؛ مثل سیلیسیم ($_{14}Si$) و ژرمانیم ($_{32}Ge$).
- رفتار فیزیکی ← رفتار فیزیکی بیشتر شبیه فلزها، به جز چکش‌خواری
- رفتار فیزیکی ← برای دو شبه‌فلز Si و Ge ← سطح صیقلی / رسانایی الکتریکی کم / رسانایی گرمایی بالا / خردشدن در اثر ضربه (عدم خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری)
- رفتار شیمیایی: رفتار شیمیایی همانند نافلزها (توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون)



- کربن (C)، نافلز گروه ۱۴، تنها توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون را دارد.
- از آلومینیم (Al) در تهیهٔ ظروف آشپزخانه استفاده می‌شود.
- دو دگر شکل مهم فسفر (P)، فسفر قرمز و فسفر سفید هستند که فسفر سفید، زیر آب نگه‌داری می‌شود.
- گوگرد (S) به‌صورت جامد زردرنگ بوده و کلر (Cl) گاز زردرنگ است.
- گازهای نجیب به دلیل رفتارهای فیزیکی، نافلز هستند، ولی رفتار شیمیایی (خصلت نافلزی) برای آن‌ها بررسی نمی‌شود، چون تمایلی به انجام واکنش ندارند.
- آشنایی با عنصرهای گروه ۱۴ و عنصرهای دورهٔ سوم جدول دوره‌ای *(لازمه عدد اتمی و ویژگی‌های این عناصر رو بلد باشین!)*





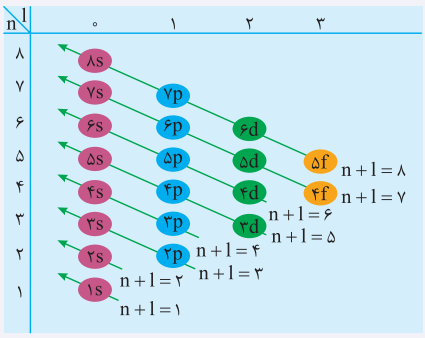
AzmonVIP

رفتار عنصرها و شعاع اتم

یادآوری آرایش الکترونی:

n (عدد کوانتومی اصلی): شمارهٔ لایه $n = ۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,\ldots$

l (عدد کوانتومی فرعی): شمارهٔ زیرلایه $l = \underset{s^۲}{۰}, \underset{p^۶}{۱}, \underset{d^{۱۰}}{۲}, \underset{f^{۱۴}}{۳}, \ldots$



قاعدهٔ آفبا، ترتیب پرشدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم

- انرژی زیرلایه‌ها اول به $n+l$ و بعد از آن به n وابسته است؛ یعنی اگر $n+l$ برای چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایهٔ با n کوچک‌تر، انرژی کم‌تری دارد.

برای زیرلایه‌ها { $n+l$ کوچک‌تر ← انرژی کم‌تر ← زودتر از الکترون پر می‌شود.
{ $n+l$ برابر ← n کوچک‌تر ← انرژی کم‌تر ← زودتر از الکترون پر می‌شود.

- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، مطابق قاعدهٔ آفبا به صورت زیر است:

$۱s \text{ ـ } ۲s\ ۲p \text{ ـ } ۳s\ ۳p \text{ ـ } ۴s\ ۳d\ ۴p \text{ ـ } ۵s\ ۴d\ ۵p \text{ ـ } ۶s\ ۴f\ ۵d\ ۶p \text{ ـ } ۷s\ ۵f\ ۶d\ ۷p$

دورهٔ اول دورهٔ دوم دورهٔ سوم دورهٔ چهارم دورهٔ پنجم دورهٔ ششم دورهٔ هفتم

مثلاً بعد از پرشدن $۳p$، اول $۴s$ پر می‌شود و بعد $۳d$.

- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها در ۳۶ عنصر اول:

$$۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ \overset{(۲)}{\overbrace{۳d^{۱۰}\ ۴s^۲}}\ \overset{(۱)}{\overbrace{۴p^۶}}$$

$$_{۱۵}P : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۳ \quad , \quad _{۲۸}Ni : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ \overset{(۲)}{\overbrace{۳d^۸\ ۴s^۲}}$$

- آرایش الکترونی با استفاده از گاز نجیب قبل از آن فشرده می‌شود.

$$_{۱۵}P : [_{۱۰}Ne]\ ۳s^۲\ ۳p^۳ \quad , \quad _{۲۸}Ni : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^۸\ ۴s^۲$$

- هر وقت آرایش الکترونی به $d^۴s^۲$ یا $d^۹s^۲$ رسید، سریع *تبدیلش کن به* $d^۵s^۱$ یا $d^{۱۰}s^۱$.

$$_{۲۴}Cr : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^۵\ ۴s^۱ \ , \ _{۲۹}Cu : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۱ \ , \ _{۴۲}Mo : [_{۳۶}Kr]\ ۴d^۵\ ۵s^۱$$

- دو نکته برای رسم سریع‌تر آرایش الکترونی عنصرهای دورهٔ چهارم (۱۹ تا ۳۶):

۱ تعداد الکترون‌ها وقتی به $۴s^۲$ برسیم، می‌شود ۲۰تا.

$$_{۲۷}Co : [_{۱۸}Ar]\ \underset{\text{پس}}{\overset{\text{تا این‌جا ۲۰تا}}{۳d^۷}}\ ۴s^۲ \quad \text{و} \quad _{۳۳}As : [_{۱۸}Ar]\ \underset{\text{پس}}{\overset{\text{تا این‌جا ۲۰تا}}{۳d^{۱۰}}}\ ۴s^۲\ ۴p^۳$$

۲ برای عنصرهای $_{۲۰}Ca$ تا $_{۲۹}Cu$، عدد دهگان عدد اتمی، تعداد الکترون‌های $۴s$ بوده و عدد یکان، تعداد الکترون‌های $۳d$ است، *فقط بعدش هواستون به تبدیل آرایش‌های الکترونی* $d^۴s^۲$ *به* $d^۵s^۱$ *و* $d^۹s^۲$ *به* $d^{۱۰}s^۱$ *باشه!*

- آرایش الکترون‌های ظرفیت گروه‌ها

شمارهٔ گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
الکترون‌های ظرفیت	$s^۱$	$s^۲$	$d^۱s^۲$	$d^۲s^۲$	$d^۳s^۲$	$d^۵s^۱$	$d^۵s^۲$	$d^۶s^۲$	$d^۷s^۲$	$d^۸s^۲$	$d^{۱۰}s^۱$	$d^{۱۰}s^۲$	$s^۲p^۱$	$s^۲p^۲$	$s^۲p^۳$	$s^۲p^۴$	$s^۲p^۵$	$s^۲p^۶$

AzmonVIP

تعیین الکترون‌های ظرفیتی، شمارهٔ دوره و شمارهٔ گروه از روی آرایش الکترونی

الکترون‌های ظرفیتی

(۱) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن **نباشد**: مجموع‌الکترون‌های ns و $(n-1)d$ ← در عناصر دستهٔ s، زیرلایهٔ $(n-1)d$ خالی است.

(۲) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن باشد: مجموع‌الکترون‌های np و ns آخرین لایه (بزرگ‌ترین n)

$_{8}O:[He]2s^{2}2p^{4}$ ← ۶ الکترون ظرفیتی

$_{22}Ti:[Ar]3d^{2}4s^{2}$ ← ۴ الکترون ظرفیتی

$_{11}Na:[Ne]3s^{1}$ ← ۱ الکترون ظرفیتی

شمارهٔ دوره: شمارهٔ بالاترین لایه‌ای که الکترون در آن قرار گرفته است. (بزرگ‌ترین شمارهٔ n)

شمارهٔ گروه

(۱) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن **نباشد**: تعداد الکترون‌های ظرفیتی = جمع الکترون‌های ns و $(n-1)d$

(۲) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن باشد: تعداد الکترون‌های ظرفیتی $=10+$ جمع الکترون‌های np و $ns+10$

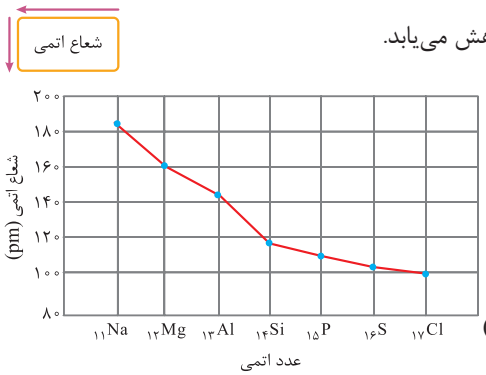
$_{17}Cl:[Ne]3s^{2}3p^{5}$ ← گروه $10+7=17$، دورهٔ ۳

$_{25}Mn:[Ar]3d^{5}4s^{2}$ ← گروه ۷، دورهٔ ۴

$_{38}Sr:[Kr]5s^{2}$ ← گروه ۲، دورهٔ ۵ (۴d الکترون ندارد.)

- شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین، افزایش و در یک دوره از چپ به راست، کاهش می‌یابد.
- تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی در یک دوره، در فلزها، بیشتر از نافلزها است.

(شیب نمودار تغییرات شعاع اتمی رفته‌رفته کاهش می‌یابد.)



- بیشترین تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی دورهٔ سوم: بین فلز $_{13}Al$ و شبه‌فلز $_{14}Si$
- تفاوت شعاع $_{13}Al$ و $_{14}Si$ حتی از تفاوت شعاع $_{14}Si$ با $_{17}Cl$ هم بیشتره!
- مقایسهٔ شعاع عناصر موجود در کتاب درسی (صرفاً جهت محکم‌کاری):

$_{9}F<_{17}Cl<_{35}Br<_{3}Li<_{12}Mg<_{11}Na<_{20}Ca<_{38}Sr<_{19}K$:شعاع اتمی(pm)

(۷۱) (۹۹) (۱۱۴) (۱۵۲) (۱۶۰) (۱۸۶) (۱۹۷) (۲۱۵) (۲۳۱)

- یون پایدار فلزهای قلیایی: M^{+}
- یون پایدار فلزهای قلیایی خاکی: M^{2+}
- یون پایدار هالوژن‌ها: X^{-} (یون هالید)

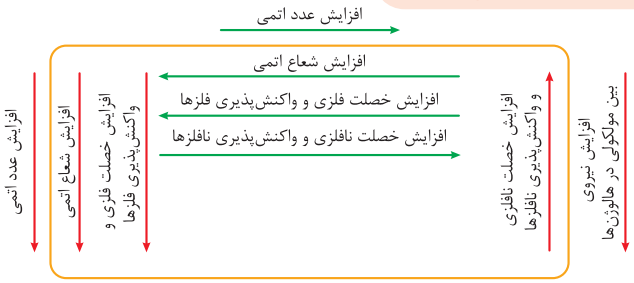
- هر چه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزادشده در یک واکنش شیمیایی بیشتر باشد، واکنش سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش‌دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.
- در فلزها شعاع اتمی با خصلت فلزی و واکنش‌پذیری، رابطهٔ مستقیم دارد.
- در نافلزها شعاع اتمی با خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری، رابطهٔ معکوس دارد.

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-200^{\circ}C$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق $(25^{\circ}C)$ به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای $200^{\circ}C$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از $400^{\circ}C$ واکنش می‌دهد.

- در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

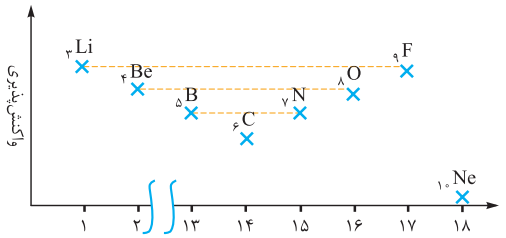
خلاصهٔ روندهای تناوبی

دیگه بدونین چیا با هم رابطهٔ مستقیم یا معکوس دارن!



AzmonVIP

روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی



دنیایی رنگی با عنصرهای دستهٔ d

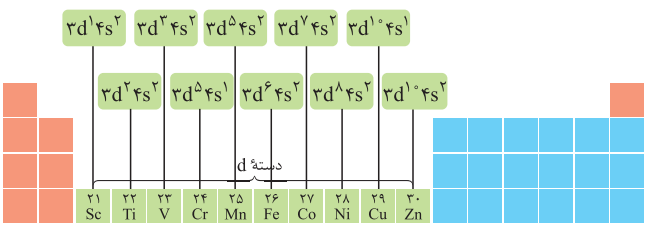
- همهٔ فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند، اما تفاوت‌های قابل‌توجهی میان آن‌ها وجود دارد.

سدیم $(_{11}Na)$: نرم ـ با چاقو بریده می‌شود ـ به سرعت در هوا تیره می‌شود. ـ جلای نقره‌ای آن، به سرعت از بین می‌رود.

آهن $(_{26}Fe)$: محکم ـ ساخت در و پنجرهٔ فلزی ـ واکنش کند با اکسیژن در هوای مرطوب ـ تبدیل به زنگ آهن (Fe_2O_3).

طلا $(_{79}Au)$: واکنش‌پذیری بسیار کم و ناچیز ـ حفظ جلا در گذر زمان ـ تزیین گنبد و گلدسته با ورقه‌های نازکی از طلا.

- فلزهای اصلی: فلزهای دستهٔ s و p
- فلزهای واسطه: فلزهای دستهٔ d
- برخی کاتیون‌های فلزهای واسطه، رنگی هستند. ← محلول آبی‌رنگ: $Cu^{2+}(aq)$
- آرایش الکترونی اولین سری از فلزهای واسطه، در دورهٔ چهارم جدول خیلی مهم است:



- اغلب این فلزها در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها (O^{2-})، کربنات‌ها (CO_3^{2-}) و ... یافت می‌شوند.
- آهن، دو اکسید طبیعی با فرمول‌های FeO (آهن (II) اکسید) و Fe_2O_3 (آهن (III) اکسید) دارد.
- اغلب فلزهای واسطه، با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند (به‌جز $_{21}Sc^{3+}$).

$_{21}Sc^{3+}:[Ar]$ ، $_{30}Zn^{2+}:[_{18}Ar]3d^{10}$ ، $_{26}Fe^{3+}:[Ar]3d^5$ ، $_{26}Fe^{2+}:[Ar]3d^6$

- **اغلب** فلزهای اصلی با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب می‌رسند. (موارد استثناء مثل $_{82}Pb^{2+}$، $_{50}Sn^{4+}$ و ...)
- همهٔ نافلزهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ با گرفتن الکترون و تشکیل آنیون، به آرایش گاز نجیب بعد از خود (هم‌دورهٔ خود) می‌رسند.

فلزهای گروه ۱، ۲، $_{13}Al$ و $_{21}Sc$ با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود (دورهٔ قبل) می‌رسند.

نکته رسم آرایش الکترونی یون‌ها:

$(_{16}S^{2-}:[_{10}Ne]3s^23p^{4+2} \rightarrow [_{18}Ar])$ اعمال بار به بیرونی‌ترین زیرلایه $\rightarrow$ $(_{16}S:[_{10}Ne]3s^23p^4)$ آرایش الکترونی اتم

$(_{26}Fe:[Ar]3d^64s^2) \rightarrow$ اعمال بار به بیرونی‌ترین زیرلایه $\begin{cases}(_{26}Fe^{2+}:[Ar]3d^6)\\(_{26}Fe^{3+}:[Ar]3d^5)\end{cases}$ آرایش الکترونی اتم

◀ اول از 4s الکترون کم می‌کنیم، بعد اگه لازم بود از 3d.

اسکاندیم $(_{21}Sc)$: نخستین فلز واسطهٔ جدول ـ موجود در تجهیزات خانگی، مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها ـ یون پایدار $_{21}Sc^{3+}$ که به آرایش گاز نجیب $_{18}Ar$ می‌رسد.

AzmonVIP

کدام آرایش مربوط به کدام ذره؟ (بررسی برای ۳۶ عنصر اول جدول تناوبی)

- آرایش الکترونی زیرلایه‌های پر s و p (s^2 یا s^2p^6) ← کاتیون یا آنیون یا گاز نجیب
  آرایش $1s^2$: $_1H^-$ ، $_2He$ ، $_3Li^+$
  آرایش $2s^2\ 2p^6$: $_7N^{3-}$ ، $_8O^{2-}$ ، $_9F^-$ ، $_{10}Ne$ ، $_{11}Na^+$ ، $_{12}Mg^{2+}$ ، $_{13}Al^{3+}$
  آرایش $3s^2\ 3p^6$: $_{15}P^{3-}$ ، $_{16}S^{2-}$ ، $_{17}Cl^-$ ، $_{18}Ar$ ، $_{19}K^+$ ، $_{20}Ca^{2+}$ ، $_{21}Sc^{3+}$
- آرایشی که به زیرلایهٔ d ختم شود. ← کاتیون فلز واسطه (به‌جز $_{31}Ga^{3+}: [_{18}Ar]3d^{10}$)

طلا ($_{79}Au$)
- بسیار چکش‌خوار و نرم ← تبدیل چند گرم با چکش‌کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع ـ ساخت برگه‌ها و رشته‌سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا).
- رسانای الکتریکی بالا و حفظ آن در شرایط دمایی گوناگون ـ استفاده در قطعات الکترونیکی.
- واکنش‌ندادن با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان ـ استفاده در دندان‌پزشکی.
- توانایی بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی (جلای بسیار) ـ استفاده در کلاه فضانوردی.
- یافت‌شدن در طبیعت به شکل فلزی و عنصری ـ مقدار بسیار کم در معادن آن ـ استخراج همراه با تولید مقدار بسیار زیادی پسماند.

عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

- اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند.
- برخی نافلزها، مانند اکسیژن، نیتروژن و گوگرد و هم‌چنین نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس و پلاتین به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.
- در بین فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

کاتیون‌ها و آنیون‌ها

- بار یون‌های تک‌اتمی که به آرایش گاز نجیب می‌رسند، برابر فاصلهٔ عنصر آن‌ها تا گاز نجیب مورد نظر، در جدول دوره‌ای است.
- اغلب یون تک‌اتمی با بار بیشتر از +۳ یا −۳ نداریم، پس سه عنصر اول گروه ۱۴ جدول تناوبی ($_6C$ ، $_{14}Si$ و $_{32}Ge$)، یون تک‌اتمی ندارند.
- اتم‌های Be ،B هم مانند C ،Si و Ge یون تک‌اتمی ندارند.
- برخی فلزهای واسطه، تنها یک نوع یون تولید می‌کنند؛ مثل $_{21}Sc^{3+}$ ، $_{30}Zn^{2+}$ و $_{47}Ag^+$. پس برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی آن‌ها از اعداد رومی استفاده نمی‌شود.
- اکثر فلزهای واسطه، چند نوع یون تولید می‌کنند.
  - +۲ و +۳: $_{23}V$ ، $_{24}Cr$ ، $_{25}Mn$ ، $_{26}Fe$ ، $_{27}Co$ و $_{28}Ni$
  - +۱ و +۲: $_{29}Cu$

کاتیون‌ها
- فلزاتی که یک نوع کاتیون تولید می‌کنند: گروه ۱، ۲، Al^{3+} ، Sc^{3+} ، Zn^{2+} ، Ag^+ و $_{31}Ga^{3+}$
- فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون تولید می‌کنند.
  - +۲ و +۳ ← $_{23}V$ ، $_{24}Cr$ ، $_{25}Mn$ ، $_{26}Fe$ ، $_{27}Co$ و $_{28}Ni$
  - +۱ و +۲ ← $_{29}Cu^+$ و $_{29}Cu^{2+}$
- نام: «یون + نام فلز + (بار به صورت عدد رومی)» مثال: یون آهن (III) (Fe^{3+})، یون مس (I) (Cu^+)، یون کبالت (III) (Co^{3+})
- نام: «یون + نام فلز» مثال: یون آلومینیم (Al^{3+}) و یون روی (Zn^{2+})

- آمونیوم (NH_4^+) یک کاتیون چنداتمی است.

آنیون‌ها
- آنیون‌های تک‌اتمی: گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ ← $^{-3}$ ، $^{-2}$ ، $^{-}$
- نام: «یون + نام (ریشهٔ نام) نافلز + ید» مثال: یون اکسید (O^{2-})، یون کلرید (Cl^-) و یون نیترید (N^{3-})
- آنیون‌های چنداتمی: *اینا رو بهتره همین‌جوری حفظ کنیم؛*

۱−: OH^- (هیدروکسید)، NO_3^- (نیترات)، HCO_3^- (هیدروژن کربنات)، CH_3COO^- (استات)، CN^- (سیانید)، MnO_4^- (پرمنگنات)

۲−: CO_3^{2-} (کربنات) و SO_4^{2-} (سولفات)

۳−: PO_4^{3-} (فسفات)

۴−: SiO_4^{4-} (سیلیکات)

AzmonVIP

فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

برای فرمول‌نویسی:

۱ نماد کاتیون را سمت چپ نوشته و نماد آنیون را سمت راست می‌نویسیم.

۲ اگر بارها قابل ساده‌شدن بودند، آن‌ها را ساده می‌کنیم.

۳ بار یون‌ها را پاس‌کاری کرده و به عنوان زیروند یون دیگر قرار می‌دهیم. (بدون توجه به علامت بار)

زیروند یون‌های چندتاتمی متعلق به همهٔ ذرات آن است، بنابراین باید یون چندتاتمی را داخل پرانتز نوشته و زیروند آن را بیرون پرانتز بنویسیم.

آهن (III) کلرید: $Fe^{3+}, Cl^{-} \Rightarrow$ بارها ساده نمی‌شوند: $Fe^{(3+)}, Cl^{-} \Rightarrow FeCl_3$

منیزیم اکسید: $Mg^{2+}, O^{2-} \Rightarrow$ بارها به ۲ ساده می‌شوند: $Mg^{(2+)}, O^{-} \Rightarrow MgO$

آلومینیم نیترات: $Al^{3+}, NO_3^{-} \Rightarrow$ بارها ساده نمی‌شوند: $Al^{(3+)}, NO_3^{-} \Rightarrow Al(NO_3)_3$

- برای نام‌گذاری، برعکس بالا عمل می‌کنیم. فقط حواستان باشد، ممکن است بارها ساده شده باشند.

$Mg_3N_2 \Rightarrow Mg^{2+}, N^{3-}, \Rightarrow$ بارها ساده نشده بودند، $\Rightarrow$ منیزیم نیترید

$Cu_2S \Rightarrow Cu^{+}, S^{-} \Rightarrow (Cu^{2+}, S^{2-}) \Rightarrow$ بارها به ۲ ساده شده بودند. $\Rightarrow$ مس(II) سولفید

$Ba(CN)_2 \Rightarrow Ba^{2+}, CN^{-} \Rightarrow$ بارها ساده نشده بودند. $\Rightarrow$ باریم سیانید

- آهن، فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را دارد.
- آهن، اغلب در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شود.

$AB + CD \rightarrow CB + AD$

واکنش دو ترکیب (واکنش جابه‌جایی دوگانه)

- جای دو عنصر اول ترکیب‌ها، با هم عوض می‌شود.
- محصولات اغلب، دو ترکیب دیگر هستند.
- شرط انجام واکنش: در فراورده‌ها حالتی غیر از (aq) هم داشته باشیم. (مثل رسوب (s) یا آب (l))
- در انجام واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه، انجام واکنش هیچ ارتباطی به واکنش‌پذیری عنصرها ندارد.

واکنش آهن (II) کلرید با سدیم هیدروکسید: $FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_2(s)}_{\text{رسوب سبزرنگ}} + 2NaCl(aq)$

- $Fe(OH)_2(s)$: رسوب سبزرنگ ← شناسایی یون Fe^{2+}

واکنش آهن (III) کلرید با سدیم هیدروکسید: $FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_3(s)}_{\text{رسوب قرمز ـ قهوه‌ای رنگ}} + 3NaCl(aq)$

- $Fe(OH)_3(s)$: رسوب قرمز ـ قهوه‌ای رنگ ← شناسایی یون Fe^{3+}

واکنش زنگ آهن (آهن (III) اکسید) با هیدروکلریک اسید: $Fe_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq) + 3H_2O(l)$

- تبدیل زنگ آهن ($Fe_2O_3(s)$ نامحلول در آب) به یک ترکیب محلول در آب ($FeCl_3(aq)$).

$A + BC \rightarrow AC + B$

واکنش یک عنصر با یک ترکیب (واکنش جابه‌جایی یگانه)

- جای عنصر با یکی از عنصرهای موجود در ترکیب عوض می‌شود.
- محصول، یک عنصر و یک ترکیب است.
- شرط انجام واکنش: واکنش‌پذیری عنصر موجود در واکنش‌دهنده بیشتر از عنصر موجود در فراورده (واکنش‌پذیری $A > B$)
- به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.
- اگر واکنشی به طور طبیعی انجام شود ← واکنش‌پذیری: فراورده < واکنش‌دهنده

$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \Rightarrow$ واکنش‌پذیری: $Fe > Cu$

AzmonVIP

- اگر واکنشی به طور طبیعی انجام نشود ← واکنش‌پذیری: فراورده < واکنش‌دهنده

$Na_2O(s) + C(s) \rightarrow$ واکنش نمی‌دهد $\Rightarrow$ واکنش‌پذیری: $C < Na$

واکنش‌پذیری: $K > Na > Mg > Al > C > Zn > Fe > Cu > Ag > Au$

واکنش‌پذیری: $C > Si$ و واکنش‌پذیری: $Mg > Ti > Fe$

مقایسه واکنش‌پذیری چند عنصر

- واکنش فلز فعال‌تر با ترکیبی از فلز دیگر به طور طبیعی انجام می‌شود. مثلاً: $2Al(s) + 3Zn(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2Al(NO_3)_3(aq) + 3Zn(s)$
- ترکیبی از یک فلز را نمی‌توان در ظرفی از جنس فلز فعال‌تر نگه‌داری کرد. مثلاً: محلول $FeSO_4(aq)$ را نمی‌توانیم در ظرفی از جنس $Al(s)$ نگه‌داری کنیم، چون با هم واکنش می‌دهند و ظرف و محلول اولیه از بین می‌روند. $2Al(s) + 3FeSO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3Fe(s)$

عنصر واکنش‌پذیرتر
- شرایط نگه‌داری دشوارتر
- تمایل برای تبدیل‌شدن به ترکیب بیشتر
- ترکیب‌هایش پایدارتر از خودش
- استخراج آن دشوارتر

- اغلب فلزها در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند.
- برای استخراج آهن از Fe_2O_3 می‌توان از عنصرهای فعال‌تر (مثل Na یا C) استفاده کرد.
- دلیل استفاده از کربن: دسترسی آسان‌تر ـ صرفهٔ اقتصادی بیشتر

واکنش استخراج آهن: $2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s) + 3CO_2(g)$

- واکنش تولید سیلیسیم: عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی $SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$
- تیتانیم (Ti): فلزی محکم با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی ـ کاربرد در بدنهٔ دوچرخه‌ـ این فلز را می‌توان از واکنش زیر تهیه کرد:

$TiCl_4 + 2Mg \rightarrow Ti + 2MgCl_2$

دنیای واقعی واکنش‌ها

حل مسائل استوکیومتری همراه با درصد خلوص

به طور کلی این مسائل را می‌توان از دو روش حل کرد:

۱) استفاده از روش کسرهای تبدیل و رابطهٔ درصد خلوص

$$\text{درصد خلوص (P)} = \frac{\text{گرم خالص}}{\text{گرم ناخالص}} \times 100$$

۲) استفاده از نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ و تناسب

برای استفاده از روش اول، باید مسیر حل تست در ذهن ما باشد و برای حل تست‌های مختلف باید از مسیرهای مختلفی استفاده کنیم. با توجه به تنوع تست‌ها، پیشنهاد ما استفاده از روش دوم است. در این روش تکلیف ما روشن است و انگار برای حل انواع تست‌ها، فقط یک روش داریم.

«نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ برای مواد موجود در یک واکنش موازنه‌شده یا یک هم‌ارزی برابر است.»

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\ \text{مادهٔ مجهول (براساس کمیت خواسته‌شده)} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\ \text{مادهٔ معلوم (براساس کمیت داده‌شده)}$$

نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ که تا این‌جا باید بلد باشیم، به صورت زیر هستند:

$$\frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times 22/4} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

(شرایط غیر STP) (شرایط غیر STP) (شرایط STP) گرم تعداد ذره‌ها مول

$$= \frac{\text{گرم ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{M \times V(L)}{\text{ضریب}}$$

گرم ناخالص غلظت مولی (M)

AzmonVIP

مثلاً در حل تست زیر:

با توجه به واکنش زیر، به ازای مصرف ۰/۳ مول HF، چند گرم NaF تولید و به تقریب چند گرم Na_2SiO_3 با خلوص ۸۰ درصد مصرف می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $Si = 28, Na = 23, F = 19, O = 16 : g.mol^{-1}$) (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹)

$$Na_2SiO_3(s) + HF(aq) \rightarrow H_2SiF_6(aq) + NaF(aq) + H_2O(l)$$

۱) ۵/۷،۳/۱۵ ۲) ۷/۵،۳/۱۵ ۳) ۵/۷،۳/۶۵ ۴) ۷/۵،۳/۶۵

بعد از موازنهٔ واکنش، برای حل تست، ابتدا کافی است نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ (کمیت مول) برای HF را با نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ (کمیت گرم) برای NaF، برابر قرار دهیم.

$$1Na_2SiO_3 + 8HF \rightarrow 1H_2SiF_6 + 2NaF + 3H_2O$$

$$8HF \sim 2NaF$$

$$\frac{0/3}{8} = \frac{x}{42 \times 2} \Rightarrow x = \frac{21 \times 3}{2 \times 10} = \frac{63}{2 \times 10} = \frac{31/5}{10} = 3/15$$

(۸ → ۴ → ۲، ۴۲ → ۲۱)

و برای قسمت دوم سؤال، نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ HF را با نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ Na_2SiO_3 (کمیت گرم ناخالص) برابر می‌گذاریم.

$$1Na_2SiO_3 \sim 8HF$$

$$\frac{x \times 80}{122 \times 1 \times 100} = \frac{0/3}{8} \rightarrow x = \frac{61 \times 3 \times 10}{4 \times 8 \times 10} \simeq 5/7$$

(۸۰ → ۴، ۱۲۲ → ۶۱)

- اگر دو یا چند واکنش (یا هم‌ارزی) با مادهٔ مشترک داشتیم:

۱) مادهٔ مشترک را پیدا می‌کنیم.

۲) ضریب مادهٔ مشترک را در واکنش‌ها (یا هم‌ارزی‌ها) یکسان می‌کنیم.

۳) حالا می‌توانیم بین همهٔ ماده‌های موجود در واکنش‌ها (یا هم‌ارزی‌ها) نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را یکسان قرار دهیم.

مثال:

۱) $A + 2B \rightarrow 3C + D$ ⇒ مادهٔ مشترک = C ⇒ واکنش ۱ را در عدد ۲ و واکنش ۲ را در عدد ۳ ضرب می‌کنیم. (ضریب آن باید در دو واکنش یکسان شود.)

۲) $2C + F \rightarrow 2E + G$

$$\Rightarrow \begin{matrix} 1') & 2A + 4B \rightarrow 6C + 2D \\ 2') & 6C + 3F \rightarrow 6E + 3G \end{matrix}$$

حل مسائل استوکیومتری همراه با بازده درصدی

به طور کلی این مسائل را می‌توان از دو روش حل کرد:

۱) استفاده از روش کسرهای تبدیل و رابطهٔ بازده درصدی:

$$\text{بازده درصدی (Ra)} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

۲) استفاده از نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ و تناسب:

۱) در اکثر تست‌های این قسمت با نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ بین یک واکنش‌دهنده و یک فراورده سروکار داریم. برای حل، تنها نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ **واکنش‌دهنده** را در $\frac{Ra}{100}$ ضرب می‌کنیم.

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(واکنش‌دهنده)} \times \frac{Ra}{100} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(فراورده)}$$

دو حالت بسیار کم‌تکرارتر:

۲) بین دو واکنش‌دهنده:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(واکنش‌دهندهٔ مجهول)} \times \frac{Ra}{100} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(واکنش‌دهندهٔ معلوم)}$$

۳) بین دو فراورده:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(فراورده)} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(فراورده)}$$

AzmonVIP

مثلاً برای حل تست زیر:

اگر جرم گاز کربن دی‌اکسید آزادشده از تجزیهٔ گرمایی ۱۰ گرم کلسیم کربنات، برابر جرم گاز کربن دی‌اکسید آزادشده از سوختن کامل ۰/۰۳ مول گاز پروپان باشد، بازده درصدی واکنش تجزیهٔ گرمایی کلسیم کربنات، کدام است؟ $(Ca=40, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

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

۱) ۹۰ ۲) ۹۵ ۳) ۸۰ ۴) ۸۵

جرم CO_2 برابر است. ← CO_2 مادهٔ مشترک ← ضریب آن را در دو واکنش، یکسان می‌کنیم:

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow \underline{3CO_2(g)} + 4H_2O(g) \qquad 3CaCO_3(s) \rightarrow 3CaO(s) + \underline{3CO_2(g)}$$

حالا داریم: $3CaCO_3 \sim 1C_3H_8$

$$\frac{10}{100\times3}\times\frac{Ra}{100}=\frac{3}{100\times1} \Rightarrow Ra=\%90$$

- اگر در تستی چند واکنش با مادهٔ مشترک داشتیم و قرار بود بین واکنش‌دهندهٔ واکنش اول و فراوردهٔ واکنش آخر، نسبت‌ها را بنویسیم:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(واکنش‌دهندهٔ اول)}\times\frac{Ra_1}{100}\times\frac{Ra_2}{100}\times\cdots=\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\text{(فراوردهٔ آخر)}$$

- یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت سبز (اتانول (C_2H_5OH)): استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت
- واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز: $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$
- واکنش فلز آهن با محلول هیدروکلریک اسید: $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$
  - ← از واکنش اغلب فلزها با اسید، گاز هیدروژن تولید می‌شود.
- واکنش ترمیت: $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$
  - ← فعالیت: $Al > Fe$
  - ← استفاده: صنعت جوشکاری ـ جوش‌دادن خطوط راه‌آهن
- واکنش Fe_2O_3 با CO: $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$
  - ← آهن (III) اکسید: رنگ قرمز در نقاشی
- گیاه‌پالایی: بیرون‌کشیدن فلز از لابه‌لای خاک با استفاده از گیاهان
  - ← برای استخراج فلزهای روی (Zn) و نیکل (Ni) مقرون به صرفه نیست. ← درصد مناسب در سنگ معدن
  - ← برای استخراج فلزهای طلا (Au) و مس (Cu) مقرون به صرفه است. ← درصد کم در سنگ معدن
- تهیه مس خام: $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2$

گنج‌های اعماق دریا
- سولفید چندین فلز واسطه
- کلوخه‌ها و پوسته‌هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز (Mn)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، نیکل (Ni)، مس (Cu) و ...

- غلظت این گونه‌های فلزی در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زمینی بیشتر است.

جریان فلز بین محیط‌زیست و جامعه

- آهنگ مصرف و استخراج فلز، بسیار بیشتر از آهنگ بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است.
- فلزها منابعی تجدیدناپذیر هستند.

مزایای بازیافت فلزها
- کاهش ردپای کربن دی‌اکسید
- کاهش سرعت گرمایش جهانی
- کاهش از بین رفتن گونه‌های زیستی
- کمک به توسعهٔ پایدار کشور

AzmonVIP