مقدمه ناشر

از قدیم مردم دنبال کیمیا و کیمیاگری بودند. آن‌ها دنبال این بودند که خاک رو به طلا تبدیل کنند. آن‌قدر این موضوع برای مردم اهمیت داشته که وارد ادبیات هم شده بود. حتی کیمیا معیار و مثالی برای باارزش‌کردن، شده بود.

مثلاً حضرت حافظ می‌فرمایند:

از کیمیای مهر تو زر گشت روی من
آری به یمن لطف شما خاک زر شود

این کیمیا و کیمیاگری که امروز به صورت علم شیمی دراومده حداقل هنوز برای شما کنکوری‌ها خیلی مهمه! به همین خاطر دکتر صالحی‌راد گرامی زحمت کشیدند و این کتاب رو براتون نوشتن و مطالب حفظی شیمی کنکور رو براتون خیلی خوب دسته‌بندی کردند تا خیالتون حداقل از بابت حفظیات شیمی راحت باشه!

برای این‌که این کتاب سال به سال بهتر و بهتر بشه ما رو از «کیمیای مهر» خودتون محروم نکنید و نظراتتون رو برامون بفرستید.

تقدیم به همسرم که برای نگاشتن این کتاب از تمام لحظات با او بودن دریغ کردم

مقدمه مؤلف

سلام

قبل از خوندن متن زیر به اسم نوبل فکر کنین. چی رو یادتون میاره؟
آلفرد نوبل از جمله افرادی بود که شانس داشت قبل از مردن، آگهی وفاتش رو بخونه! زمانی که برادرش لودویگ فوت شد، روزنامه‌ها اشتباهاً فکر کردند که نوبل معروف (مخترع دینامیت) مرده است. آلفرد وقتی روزنامه‌های صبح رو می‌خوند با دیدن آگهی صفحهٔ اول، میخکوب شد:

«آلفرد نوبل، دلال مرگ و مخترع مرگ‌آورترین سلاح بشری مُرد!»

آلفرد خیلی ناراحت شد. با خودش فکر کرد: چرا من رو پس از مرگ این‌جوری باید بشناسند؟
سریع وصیت‌نامه‌اش رو پیدا کرد. جمله‌های زیادی رو خط زد. وصیت کرد ثروتش صرف جایزه‌ای برای صلح و پیشرفت‌های صلح‌آمیز شه.
امروزه نوبل رو نه به نام دینامیت، بلکه به نام مبدع جایزهٔ صلح نوبل، جایزه‌های فیزیک و شیمی نوبل و ... می‌شناسیم. او امروز، هویت دیگری دارد.

یک تصمیم، برای تغییر یک سرنوشت کافیه!

شاید نوبل با اختراع دینامیت باعث شد خون‌های زیادی به ناحق ریخته بشه، اما قبل از مرگش، کاری کرد ازش نام خوب باقی بمونه و نظر مثبتی رو تو ذهن همه به جا بذاره.

BOOK BANK

سرنوشت زندگی انسان‌ها دست خودشونه، می‌تونن برای جامعهٔ بشری در هر زمانه‌ای که زندگی می‌کنن مفید باشن و یا می‌تونن مفید نباشن، انتخاب با خود آدماست، پس بیاید حتی شده یک قدم برای بهترشدن زندگی نوع بشر برداریم، شروعش همین لحظه است ... .

کتاب شیمی مقابل شما قطعاً بدون کمک دوستان زیر امکان چاپ نداشت.

۱ آقای هاشمی گرامی که بیشتر از هر کس من را درک می‌کرد.

۲ آقای حسینیان گرامی که مدیریت تألیف این کتاب را بر عهده داشتند.

۳ دستیاران عزیزم که پشتوانه‌های تدریس و تألیف من هستند:
نوشین رجبی، ارغوان آقاعلی، تارا مدرس‌پناه، حسین گله‌داری و شقایق عطائی.

۴ دانش‌آموزان عزیزم از دبیرستان‌های فرزانگان ۱ و ۲ تهران، فرزانگان ۱ کرمان، علامه حلی ۱ کرمان، سلاله و دانش‌آموزان خوب ساوه که زحمت ویرایش دانش‌آموزی کتاب را به عهده داشتند:
راضیه نوش‌زاده، شیوا شمسی، فرنیا محمدی.

۵ واحد فوق‌العادهٔ تولید خیلی‌سبز که زحمت تایپ، صفحه‌آرایی و ... این کتاب با این واحد بود.

CitaMelk BOOK BANK

فهرست مطالب

پایهٔ دهم

- فصل اول کیهان زادگاه الفبای هستی ۹
- فصل دوم ردپای گازها در زندگی ۴۷
- فصل سوم آب، آهنگ زندگی ۷۹

پایهٔ یازدهم

- فصل اول قدر هدایای زمینی را بدانیم ۱۰۶
- فصل دوم در پی غذای سالم ۱۴۰
- فصل سوم پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۱۷۳

پایهٔ دوازدهم

- فصل اول مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۱۹۳
- فصل دوم آسایش و رفاه در سایه شیمی ۲۲۱
- فصل سوم شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۲۴۵
- فصل چهارم شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر ۲۶۱

ضمائم

واکنش‌های شیمیایی ۲۸۳
رنگ‌ها ۲۹۷
مواد ۳۰۱
اعداد ۳۲۹

کتابمهر CitaMehr BOOK BANK

فصل ۱

کیهان زادگاه الفبای هستی

شروع مطالعات بشر

در ابتدا برای انسان سه سؤال مطرح بود:

۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ پاسخ به این پرسش بزرگ و بنیادی در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خود در پرتو آموزه‌های الهی می‌تواند به پاسخ این پرسش دست یابد.

۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

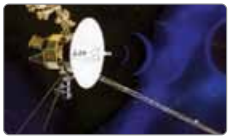
علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی *(نه معنوی!)* افزایش یابد.

شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

نمونه‌ای از تلاش دانشمندان جهت شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی سفر طولانی و تاریخی دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) است که مأموریت داشتند شناسنامهٔ شیمیایی و فیزیکی *(نه فقط یکی از این دو!)* سیاره‌های مشتری، زحل، نپتون و اورانوس را با گذر از کنار این سیاره‌ها تهیه کنند. این شناسنامه‌ها می‌توانند حاوی اطلاعات زیر باشند:

- نوع عنصرهای سازنده

۲ ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها *(نه فقط آن‌ها!)*
۳ ترکیب درصد مواد

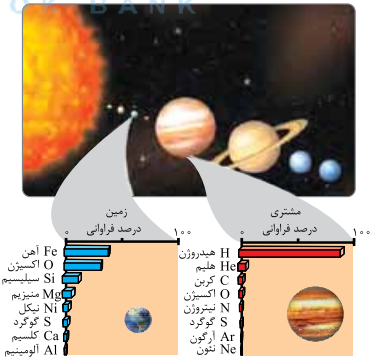


- آخرین تصویر ارسالی فضاپیمای وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی، تصویر سیارهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بود.

عنصرها چگونه پدید آمده‌اند؟

- مطالعهٔ کیهان، به ویژه سامانهٔ خورشیدی، به یافتن پاسخ پرسش مهم چگونگی پیدایش عنصرها کمک شایانی می‌کند.
- با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن‌ها با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.
- شکل زیر عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین را نشان می‌دهد. نکات شکل را به خاطر بسپارید:

BOOK BANK



در جدول زیر مقایسهٔ دو سیارهٔ زمین و مشتری انجام شده است؛

بررسی از دیدگاه	مقایسه
فاصله تا خورشید	زمین سومین و مشتری پنجمین سیارهٔ نزدیک به خورشید هستند.
دمای سطح سیاره	دمای سطح زمین بیشتر از مشتری است. *(به طور کلی هر چه سیاره‌ای به خورشید نزدیک‌تر باشد، گرم‌تر است.)*
حجم	زمین حجم کم‌تری از مشتری دارد. *(سیارهٔ مشتری بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است.)*
چگالی	زمین چگالی بیشتری از مشتری دارد؛ زیرا مشتری عمدتاً گازی و زمین عمدتاً سنگی است.
ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان	در زمین: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$ در مشتری: $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

حالا به سراغ نکات دقیق‌تر برویم؛

۱ عنصر گوگرد در هر دو سیاره رتبهٔ ششم را در میان فراوان‌ترین عنصرها دارد.

۲ دو عنصر گوگرد و اکسیژن جزو فراوان‌ترین عنصرها در هر دو سیارهٔ مشتری و زمین هستند.

۳ سیارهٔ مشتری در میان فراوان‌ترین عنصرهای خود هیچ فلزی ندارد و عمدهٔ عنصرها *(نه همهٔ آن‌ها!)* در این سیاره نافلزهای گازی هستند.

۴ سیارهٔ مشتری حالت گازی دارد؛ چون بیشتر *(نه همه!)* عنصرهای آن تا دماهای بسیار پایین گازی‌اند.

۵ بیشتر عنصرهای فراوان زمین *(به‌جز اکسیژن!)* جامد هستند و در سنگ‌ها به حالت ترکیب وجود دارند؛ به همین دلیل سیارهٔ زمین جامد است و جزو سیاره‌های سنگی به شمار می‌آید.

CitaMehr BOOK BANK

۶ فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین، آهن و در سیارهٔ مشتری، هیدروژن است.
۷ سه گاز نجیب هلیم، نئون و آرگون در مشتری یافت می‌شوند. *(با گازهای نجیب در همین فصل آشنا می‌شویم.)*
۸ درصد فراوانی همهٔ عنصرها در زمین از ۵۰ درصد کم‌تر است و فراوانی آهن و اکسیژن بسیار به هم نزدیک است.
۹ در مشتری، درصد فراوانی هیدروژن بسیار بیشتر از بقیهٔ عناصر و نزدیک به ۹۰ درصد است. بقیهٔ عنصرهای مشتری درصد فراوانی بسیار کمی دارند.

۱۰ فراوان‌ترین‌ها

- عنصر موجود در سیارهٔ زمین ⟸ آهن
- عنصر موجود در سیارهٔ مشتری ⟸ هیدروژن
- عنصر موجود در جهان هستی ⟸ هیدروژن
- عنصر موجود در پوستهٔ زمین ⟸ اکسیژن (علوم نهم)
- نافلز موجود در سیارهٔ زمین ⟸ اکسیژن
- فلز موجود در سیارهٔ زمین ⟸ آهن
- شبه‌فلز موجود در سیارهٔ زمین ⟸ سیلیسیم

CitaMeh BOOK

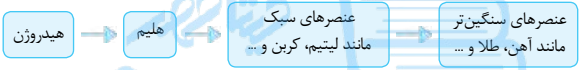
۱۱ در سیارهٔ زمین آهن، فراوان‌ترین فلز، اکسیژن، فراوان‌ترین نافلز و سیلیسیم فراوان‌ترین شبه‌فلز است. *(با شبه‌فلزات در سال یازدهم آشنا می‌شویم.)*
۱۲ فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری یعنی هیدروژن، در زمین جزو فراوان‌ترین عنصرها نیست و هم‌چنین فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ زمین یعنی آهن در مشتری جزو فراوان‌ترین عنصرها نیست.

از مقایسهٔ تفاوت نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری نتیجه می‌گیریم که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

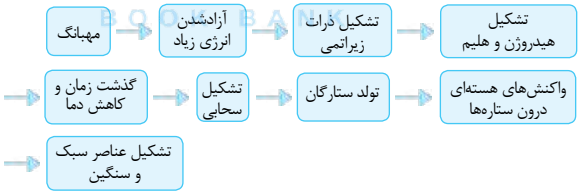
برخی دانشمندان (*نه همهٔ آن‌ها!*) معتقدند که سرآغاز کیهان با انفجار مهیبی به نام مهبانگ همراه بوده و طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از به وجود آمدن ذرات زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم ایجاد شدند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را به وجود آوردند که سبب پیدایش کهکشان‌ها و ستاره‌ها شد.

درون ستاره‌ها (*مانند خورشید*) در دماهایی بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد که در این واکنش‌ها عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند. از این‌رو ستارگان کارخانهٔ تولید عنصرها هستند.

کتاب درسی روند تشکیل عنصرها را به شکل زیر نمایش داده است:



عزیزان نحوهٔ تولید عنصرها طی جملات بالا برای شما شرح داده شد؛ برای راحتی کار و به خاطر سپردن آن‌ها ترتیب زیر را برای شما رسم کرده‌ام:



خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است. در واکنش‌های هسته‌ای انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. این انرژی می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

- مقدار انرژی مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی که پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهد بسیار کم‌تر از واکنش‌های هسته‌ای است.

آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

اتم‌ها را به صورت مقابل نمایش می‌دهند

$_{Z}^{A}E$

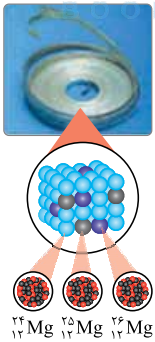
A: عدد جرمی است که نشان‌دهندهٔ مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها می‌باشد. $A = P + N$

Z: عدد اتمی است که نشان‌دهندهٔ تعداد پروتون‌ها می‌باشد. $Z = P$

حتماً متوجه شدید که با کم‌کردن عدد اتمی (Z) از عدد جرمی (A) تعداد نوترون‌ها به دست می‌آید. $A - Z = N$

شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده است.

- بررسی‌ها نشان می‌دهند که اغلب *(نه همه!)* اتم‌ها در نمونهٔ طبیعی یک عنصر، جرم یکسانی ندارند؛ مانند منیزیم که مخلوطی از سه هم‌مکان یا ایزوتوپ است.



- ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد جرمی (A) متفاوت و عدد اتمی (Z) یکسان دارند.
- همان‌طور که در شکل می‌بینید $^{24}_{12}Mg$ پایدارترین ایزوتوپ است؛ چون فراوانی آن از همه بیشتر است.

ترتیب فراوانی: $^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg$

- خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر تنها به عدد اتمی آن بستگی دارد.

عدد جرمی در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی تأثیر دارد. برای مثال ایزوتوپ‌های منیزیم خواص شیمیایی یکسان دارند و یک مکان را در جدول دوره‌ای اشغال می‌کنند، در حالی که چگالی آن‌ها با هم متفاوت است.

در جدول زیر می‌توانید تفاوت‌ها و شباهت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر با یکدیگر را ببینید:

ایزوتوپ‌ها	
تفاوت	شباهت
عدد جرمی (A)	عدد اتمی (Z)
شمار نوترون	شمار پروتون و الکترون
خواص فیزیکی وابسته به جرم	خواص شیمیایی
میزان فراوانی در طبیعت و پایداری	جایگاه در جدول دوره‌ای و آرایش الکترونی

اول به سه تعریف زیر دقت کنید تا بریم سراغ یه جدول مهم:

پرتوزایی: هستهٔ برخی *(نه همه!)* اتم‌ها به سبب ناپایداری، پرتو از خود ساطع می‌کنند. به این اتم‌ها پرتوزا و به این خاصیت پرتوزایی می‌گویند. اغلب *(نه همه!)* هسته‌هایی که در آن‌ها نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها بیشتر یا مساوی ۱/۵ باشد، ناپایدار بوده و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

$N \geq 1/5P$

یکی از استثناهای این عبارت $^{99}_{43}Tc$ است که این نسبت در آن کم‌تر از ۱/۵ است ولی ناپایدار و پرتوزا است.

رادیوایزوتوپ: به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار یک عنصر اصطلاحاً رادیوایزوتوپ می‌گویند.

نیم‌عمر: نیم‌عمر یک ایزوتوپ نشان‌دهندهٔ مدت زمانی است که طول می‌کشد تا آن ایزوتوپ آن‌قدر پرتوزایی کند که جرم آن به نصف جرم اولیهٔ همان ایزوتوپ کاهش پیدا کند. به عبارتی دیگر به مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا نیمی از هسته‌های ایزوتوپ‌های ناپایدار به هسته‌های پایدار تبدیل شوند نیم‌عمر می‌گویند. هستهٔ یک رادیوایزوتوپ همواره در حال پرتوزایی است. *دقت کنید*، پس از گذشت یک نیم‌عمر، نصف ایزوتوپ‌ها نابود نمی‌شود بلکه به هسته‌های پایدار تبدیل می‌شوند و انرژی نیز آزاد می‌کنند.

و حالا میریم سراغ جدول:

ویژگی ایزوتوپ / نماد ایزوتوپ	نیم‌عمر	درصد فراوانی در طبیعت
$_{1}^{1}H$	پایدار	۹۹/۹۸۸۵
$_{1}^{2}H$	پایدار	۰/۰۱۱۴
$_{1}^{3}H$	۱۲/۳۲ سال	ناچیز
$_{1}^{4}H$	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	۰ (ساختگی)
$_{1}^{5}H$	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	۰ (ساختگی)
$_{1}^{6}H$	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	۰ (ساختگی)
$_{1}^{7}H$	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه	۰ (ساختگی)

به سراغ نکات جدول بالا برویم:

یک نمونه هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ است ولی یک نمونهٔ طبیعی هیدروژن مخلوطی از سه ایزوتوپ است. *همان‌طور که در جدول هم کاملاً تابلو است! فقط سه ایزوتوپ اول یعنی* $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ *در طبیعت یافت می‌شوند و مابقی ساختگی هستند.*

از بین ایزوتوپ‌های هیدروژن ۵ ایزوتوپ ناپایدار هستند که شامل همهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی (یعنی $_1^4H$، $_1^5H$، $_1^6H$ و $_1^7H$) و یک ایزوتوپ طبیعی یعنی ($_1^3H$) می‌باشد؛ *پس هیدروژن مجموعاً ۵ رادیوایزوتوپ دارد.*

ترتیب پایداری ایزوتوپ‌های هیدروژن:

$$_1^1H > _1^2H > _1^3H > _1^5H > _1^6H > _1^4H > _1^7H$$

(بچه‌ها مواستون باشه که ترتیب پایداری ایزوتوپ‌های هیدروژن به ترتیب عدد جرمی نیست. برای مثال $_1^5H$ از همهٔ ایزوتوپ‌های سافتگی پایدارتر است.)

از بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، فقط $_1^3H$ ناپایدار است و از بین ساختگی‌ها $_1^5H$ بیشترین پایداری و $_1^7H$ کم‌ترین پایداری را دارا هستند.

نکته

همواره در یک اتم تعداد نوترون‌ها بیشتر یا مساوی تعداد پروتون‌ها است، به غیر از فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن ($_1^1H$) که نوترون ندارد.

BOOK BANK

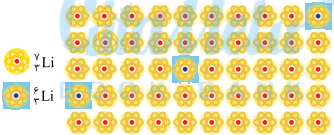
درصد فراوانی هر ایزوتوپ نشان‌دهندهٔ میزان پایداری آن نسبت به ایزوتوپ‌های دیگر همان عنصر است. هر چه درصد فراوانی بیشتر باشد، پایداری بیشتر است.

همه‌چیز دربارهٔ ۷ ایزوتوپ هیدروژن:

تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی	۳ ایزوتوپ طبیعی داریم که عبارت‌اند از: $_1^1H$، $_1^2H$ و $_1^3H$
تعداد ایزوتوپ‌های ساختگی	۴ ایزوتوپ ساختگی داریم که عبارت‌اند از: $_1^4H$، $_1^5H$، $_1^6H$ و $_1^7H$

تعداد رادیوایزوتوپ‌ها	از ۷ ایزوتوپ هیدروژن ۵تای آن‌ها رادیوایزوتوپ هستند که عبارت‌اند از: $^{3}_{1}H$ ، $^{4}_{1}H$ ، $^{5}_{1}H$ ، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$
پایدارترین و فراوان‌ترین ایزوتوپ	از بین ۷ ایزوتوپ، $^{1}_{1}H$ پایدارترین ایزوتوپ است.
ناپایدارترین ایزوتوپ	از بین ۷ ایزوتوپ، $^{7}_{1}H$ ناپایدارترین ایزوتوپ است.
پایدارترین ایزوتوپ طبیعی	پایدارترین ایزوتوپ طبیعی $^{1}_{1}H$ است.
ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی	ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی $^{3}_{1}H$ است.
پایدارترین ایزوتوپ ساختگی	پایدارترین ایزوتوپ ساختگی $^{5}_{1}H$ است.
ناپایدارترین ایزوتوپ ساختگی	ناپایدارترین ایزوتوپ ساختگی $^{7}_{1}H$ است.

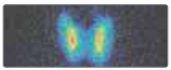
- به ازای هر ۱۰۰ اتم لیتیم در طبیعت، ۹۴تای آن‌ها $^{7}_{3}Li$ و ۶تای آن‌ها $^{6}_{3}Li$ هستند، به عبارت دیگر درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$، ۹۴ درصد و درصد فراوانی $^{6}_{3}Li$، ۶ درصد است.



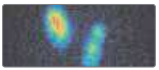
تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

- تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده‌اند که فقط ۹۲تای آن‌ها *(حدود ۷۸ درصد!)* در طبیعت یافت می‌شود و ۲۶ عنصر باقی‌مانده *(حدود ۲۲ درصد!)* ساختگی هستند و در آزمایشگاه‌های ویژه تحت شرایط خاص ساخته می‌شوند.
- تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) اولین عنصری است که به صورت ساختگی در راکتور یا واکنشگاه هسته‌ای توسط بشر ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.

غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان



تصویر غدهٔ تیروئید سالم



تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

• از $^{99}_{43}Tc$ برای تصویربرداری **غدهٔ تیروئید** استفاده می‌شود؛ زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است از لحاظ **اندازه** بسیار شبیه است و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را هم جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری از آن فراهم می‌شود.

• همهٔ تکنسیم موجود در جهان باید با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای به طور مصنوعی ساخته شود ولی از آن‌جا که نیم‌عمر این رادیوایزوتوپ بسیار کم است *(تقریباً نیم‌عمری حدود ۶ ساعت دارد)* نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و به مدت طولانی نگه‌داری کرد، بنابراین بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

توجه در جدول دوره‌ای عناصر که جلوتر خواهیم آموخت $^{99}_{43}Tc$ در گروه هفتم و دورهٔ پنجم زیر عنصر منگنز ($^{55}_{25}Mn$) قرار گرفته است.

• با وجود خطرناک‌بودن رادیوایزوتوپ‌ها، بشر موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها شده است به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی (برای تولید انرژی الکتریکی) استفاده می‌شود.

• اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز *(نه عنصر!)* پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن یعنی ^{235}U که فراوانی آن در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد *(نه ۷ درصد!)* است، به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

غنی‌سازی ایزوتوپی: یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است که طی آن مقدار ایزوتوپ مورد نظر را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن عنصر افزایش می‌دهند.

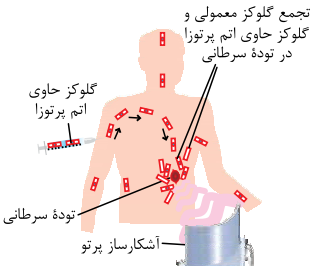
- دانشمندان هسته‌ای ایران موفق شدند با فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی مقدار ^{235}U را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن افزایش دهند و نام ایران را در فهرست ده‌گانهٔ کشورهای هسته‌ای جهان ثبت کنند. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی *(نه همه!)* از انرژی الکتریکی مورد نیاز ایران را تهیه کرد.

برخی رادیوایزوتوپ‌های تولیدشده در ایران

- اکنون رادیوایزوتوپ Tc و رادیوایزوتوپی از فسفر در ایران تولید می‌شود.
- یکی از چالش‌های مهم صنایع هسته‌ای دفع پسماند راکتورهای اتمی است؛ زیرا پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک هستند.
- کیمیاگری *(تبدیل عنصرهای دیگر به طلا)* آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، امروزه انسان می‌تواند طلا تولید کند اما هزینهٔ تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

گلوکز نشان‌دار: به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.

- چون توده‌های سرطانی یاخته‌هایی هستند که رشد سریع و غیرعادی دارد، گلوکز بیشتری را جذب می‌کنند. با تزریق گلوکز نشان‌دار یا به عبارتی گلوکز حاوی اتم پرتوزا، سلول سرطانی گلوکز معمولی و گلوکز حاوی اتم پرتوزا را بیشتر جذب می‌کند و امکان تصویربرداری از بافت سرطانی را فراهم می‌کند.



Citytest BOOK BANK

توجه دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد، از این‌رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

اما به سراغ یک جمع‌بندی از ۳ رادیوایزوتوپ معرفی‌شده برویم؛

رادیوایزوتوپ	توضیحات
تکنسیم (Tc)	۱ اولین عنصر ساخت بشر است. ۲ برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید کاربرد دارد. ۳ به علت نیم‌عمر کوتاه به اندازهٔ نیاز ساخته می‌شود. ۴ یون حاوی آن از لحاظ اندازه بسیار شبیه یون یدید است.
اورانیم (U)	۱ شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است. ۲ یکی از ایزوتوپ‌های آن (^{235}U) فراوانی کم‌تر از ۰/۷ درصد در مخلوط طبیعی دارد. ۳ با فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی مقدار ^{235}U را در مخلوط ایزوتوپ‌ها افزایش می‌دهند. ۴ به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.
گلوکز نشان‌دار	از نشان‌دار آن برای تصویربرداری از بافت‌های سرطانی استفاده می‌شود.

طبقه‌بندی عنصرها

طبقه‌بندی: یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند. با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها را به شیوهٔ مناسب سازمان‌دهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت.

- شیمی‌دان‌ها ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را براساس یک معیار و ملاک در جدولی قرار دادند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها به دست آورند و براساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنند.
- در جدول دوره‌ای (تناوبی) امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند. به گونه‌ای که عناصری با خواص شیمیایی مشابه در یک ستون قرار می‌گیرند. این جدول از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر اوگانسون (Og) با عدد اتمی ۱۱۸ ختم می‌شود.

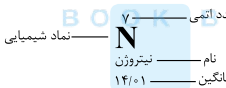
جدول دوره‌ای

۷ ردیف افقی یا دوره ⟸ عنصرها براساس افزایش عدد اتمی چیده شده اند.

۱۸ ستون یا گروه ⟸ شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه هستند.

توجه خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک ردیف قرار می‌گیرند، با هم متفاوت است.

- در هر دوره از چپ به راست خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این‌رو به این جدول، جدول دوره‌ای (تناوبی) می‌گویند.
- هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی *(نه همه!)* اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.



توجه *با جرم اتمی در چند صفحه جلوتر آشنا می‌شوید.*

- در این جدول هر عنصر با یک نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ و اگر حرف دوم داشته باشد با حرف کوچک نمایش داده می‌شود.
- با استفاده از نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌ها در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی مانند شمارهٔ گروه، دوره، شمار ذرات زیراتمی و ... را برای یک عنصر می‌توان به دست آورد.

چند مورد از اطلاعات جدول که مربوط به سال دهم است را در جدول زیر می‌بینید.

تعداد ردیف یا دوره	۷ ردیف
تعداد گروه یا ستون	۱۸ گروه
کوتاه‌ترین ردیف	ردیف ۱ با ۲ عنصر
بلندترین ردیف	ردیف‌های ۶ و ۷ با ۳۲ عنصر
کوتاه‌ترین گروه	گروه‌های ۴ تا ۱۲ با ۴ عنصر
بلندترین گروه	گروه ۳ با ۳۲ عنصر

جرم اتمی عنصرها

برای به دست آوردن جرم هر ماده نیاز به ترازو یا سنجهٔ مناسب با آن داریم برای مثال نمی‌توانیم طلا را با باسکول وزن کنیم؛ زیرا دقت باسکول تنی تا یک‌دهم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک‌صدم گرم است.

دانشمندان برای بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده باید بدانند چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط آزمایش شده است؛ از این‌رو همواره در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

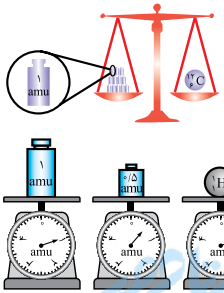
دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار بردند. به دلیل این‌که اتم بسیار ریز است، مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ است. به این وزنه، یکای جرم اتمی «amu» یا «u» می‌گویند.

amu یا u: به $\frac{۱}{۱۲}$ جرم فراوان‌ترین ایزوتوپ کربن *(یعنی کربن ـ ۱۲)* یک amu یا یک u می‌گویند.

توجه ۱ در یکی از تست‌ها به جای $\frac{۱}{۱۲}$ نوشته بود ۰/۰۸۳۳، پس از این به بعد حفظ می‌کنیم که $\frac{۱}{۱۲} = ۰/۰۸۳۳$ است.

۲ در شکل مشخص است که جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ برابر ۱۲ amu است.

۳ در شکل جرم اتم هیدروژن ($_{۱}^{۱}H$) حدود ۱/۰۰۸amu گزارش شده است.



- شیمیدان‌ها با مقیاس amu توانستند جرم اتمی عناصر دیگر و هم‌چنین جرم ذرات زیراتمی مانند پروتون، نوترون و الکترون را نیز اندازه‌گیری کنند.
- به جدول زیر دقت کنید و به نکات آن توجه کنید:

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

۱ جرم پروتون برابر نوترون و در حدود amu ۱ است. در حالی که جرم الکترون حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu است. از این‌رو جرم نسبی پروتون و نوترون را یک و جرم نسبی الکترون را صفر در نظر می‌گیرند. در واقع می‌توان از جرم الکترون صرف‌نظر کرد.

جرم تقریبی: الکترون۰ = ۱ amu = پروتون = نوترون

جرم دقیق: الکترون <<< ۱ amu > پروتون > نوترون

۳ مقدار بار الکتریکی پروتون و الکترون برابر ولی قرینه است، نوترون هم بار ندارد و خنثی است. به همین دلیل بار نسبی الکترون (−۱)، پروتون (+۱) و نوترون صفر در نظر گرفته می‌شود.

۴ نماد ذره‌های زیراتمی به این صورت است که در بالا سمت چپ، جرم نسبی و پایین سمت چپ، بار نسبی ذره را نشان می‌دهند. برای مثال الکترون به صورت $_{-1}^{0}e$ و پروتون به صورت $_{+1}^{1}p$ نمایش داده می‌شوند.

$$_{\text{بار نسبی}}^{\text{جرم نسبی}}X$$

۵ عدد جرمی (مجموع تعداد پروتون و نوترون) هر عنصر تقریباً با جرم اتمی عنصر برابر است؛ زیرا جرم نوترون برابر پروتون و تقریباً ۱amu و جرم الکترون بسیار ناچیز است.

۶ عدد جرمی یکا ندارد ولی یکای جرم اتمی amu است.

• با این توصیف جرم اتم $_{3}^{7}Li$ را می‌توان ۷amu در نظر گرفت ولی با مشاهدهٔ جدول دوره‌ای می‌بینیم که جرم اتمی لیتیم ۶/۹۴ گزارش شده است. علت این است که در یک نمونه از عنصر لیتیم، همهٔ اتم‌ها عدد جرمی ۷ ندارند. همان‌طور که قبلاً گفته شد در یک نمونهٔ طبیعی لیتیم، ۹۴ درصد $_{3}^{7}Li$ و ۶ درصد $_{3}^{6}Li$ وجود دارد که با یک میانگین جرمی، مقدار جرم اتمی میانگین به دست می‌آید.

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

M: جرم اتمی میانگین

F_1، F_2 و ... : فراوانی هر ایزوتوپ

M_1، M_2 و ... : جرم هر ایزوتوپ

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

• یک amu تقریباً برابر $1/66\times10^{-24}$ گرم است که میانگین جرم هر اتم هیدروژن است؛ به همین دلیل برای یک اتم نمی‌توان از واحد گرم استفاده کرد؛ چون بسیار کوچک است.

- amu واحد بسیار کوچکی است که عملاً در آزمایشگاه بی‌استفاده می‌باشد؛ از این‌رو دانشمندان عددی را به دست آوردند که اگر آن تعداد از اتم‌ها را وزن کنیم، جرم قابل استفاده‌ای در آزمایشگاه به دست می‌آید. این عدد به افتخار آمدئو آووگادرو شیمی‌دان پرآوازهٔ ایتالیایی، عدد آووگادرو (N_A) نامیده شد.
- شیمی‌دان‌ها عدد آووگادرو ($۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) از هر ذره را یک مول از آن ذره نامیدند.

جرم مولی: به جرم یک مول (تعداد $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) ذره برحسب گرم، جرم مولی آن می‌گویند.

- گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ چون یکای جرم اتمی **(amu)** یکای بسیار کوچکی است و کار با آن در آزمایشگاه غیرممکن است.

یک مقایسه

عدد اتمی (Z)	به تعداد پروتون‌های یک اتم می‌گوییم. برای مثال لیتیم ($^{۷}_{۳}Li$) دارای ۳ پروتون است؛ پس عدد اتمی آن ۳ است. ($Z = ۳$)
عدد جرمی (A)	به مجموع تعداد پروتون و نوترون می‌گوییم. برای مثال لیتیم ($^{۷}_{۳}Li$) دارای ۳ پروتون و ۴ نوترون است؛ پس عدد جرمی آن ۷ است. ($A = ۷$) دقت کنید که عدد جرمی واحد ندارد.
جرم اتمی	به جرم یک اتم برحسب amu جرم اتمی می‌گوییم؛ برای مثال یک اتم لیتیم ($^{۷}_{۳}Li$) جرمی تقریباً برابر ۷ amu دارد. (جرم اتمی تقریباً برابر عدد جرمی است.)
جرم مولی (M)	به جرم یک مول از یک اتم برحسب گرم می‌گوییم. برای مثال تعداد $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ از اتم لیتیم ($^{۷}_{۳}Li$) جرمی تقریباً برابر ۷ g دارد. ($M = ۷\ g$)

نور، کلید شناخت جهان

- نور، کلیدی است که با آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد. شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچهٔ رازهای جهان است.
- در بعضی اوقات نمی‌توان ویژگی‌ها و دمای اجسام را به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد؛ در نتیجه ما با استفاده از نور آن‌ها این کار را انجام می‌دهیم.

مثال

۱ خورشید و اجرام آسمانی آن‌قدر از ما دور هستند که به آن‌ها دسترسی نداریم.

۲ بعضی اجسام آن‌قدر دمای بالایی دارند که یا دماسنجی برای اندازه‌گیری دمای آن‌ها وجود ندارد و یا دماسنج در مواجهه با آن دماها ذوب می‌شود.

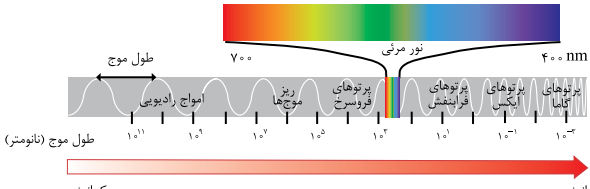
- نور خورشید، گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها شامل بی‌نهایت طول موج است. دانشمندان به کمک دستگاهی به نام طیف‌سنج می‌توانند از پرتوهای گسیل‌شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آن‌ها به دست آورند. برای مثال، نوری که از یک ستاره یا سیاره به ما می‌رسد، نشان می‌دهد آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چه‌قدر است.

گسترهٔ مرئی: چشم ما تنها می‌تواند گسترهٔ محدودی از نور را ببیند. به این گستره، که شامل رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش است، گسترهٔ مرئی می‌گویند.

طول موج (λ) : یکی از ویژگی‌های موج است که به نزدیک‌ترین فاصلهٔ دو نقطهٔ مشابه در یک موج می‌گویند. طول موج با انرژی رابطهٔ عکس دارد.

نور مرئی: بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیس است که طول موج آن حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌باشد.

به شکل دقت کنید:



ترتیب طول موج امواج الکترومغناطیس

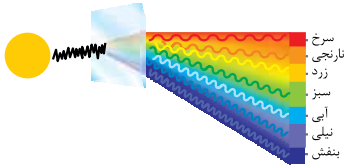
نور مرئی < پرتوهای فروسرخ < ریزموج‌ها < امواج رادیویی < پرتوهای گاما < پرتوهای ایکس < پرتوهای فرابنفش

ترتیب طول موج نور مرئی

بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ

ترتیب انرژی، عکس طول موج است.

- بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از پرتوهای الکترومغناطیسی است ولی ما فقط قسمت مرئی آن را می‌بینیم.



- هر چه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، میزان انحراف آن در عبور از منشور بیشتر است.

میزان انحراف (انرژی) پرتوهای مرئی

سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش

با توجه به شکل مقابل می‌توانیم نتیجه بگیریم که چون ترتیب انرژی نورها به صورت آبی > زرد > سرخ است، حرارت نور آبی از همه بیشتر و سرخ از همه کم‌تر است؛ بنابراین:

دما : شعلهٔ گاز < شعلهٔ شمع < سشوار
(۸۰۰ °C) (۱۷۵۰ °C) (۲۷۵۰ °C)

بسیاری از ریموت‌ها و دستگاه‌ها مانند کنترل تلویزیون از گیرنده‌های فروسرخ ساخته شده است که با چشم قابل دیدن نیست، اما ما می‌توانیم با دوربین موبایل آن‌ها را ببینیم.

CitaMehr BOOK BANK

نشر نور و طیف نشری

نور زرد لامپ‌هایی که در شب، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود **بخار سدیم** در آن‌ها است.

از لامپ **نئون** در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی **سرخ‌فام** استفاده می‌شود.

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

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

همان‌طور که می‌بینید، فلز مس و نمک‌های آن رنگ سبز، فلز سدیم و نمک‌های آن رنگ زرد و فلز لیتیم و نمک‌های آن رنگ سرخ به شعله می‌دهند؛ پس از روی رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

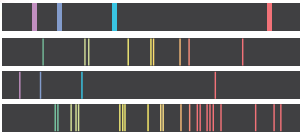
- دقت کنید که تشخیص نوع عنصر از راه رنگ شعله با چشم کار دقیقی نیست. برای مثال رنگ شعلهٔ باریم و مس هر دو سبز است و با چشم نمی‌توان به طور دقیق آن‌ها را تشخیص داد.

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

- اگر یک ترکیب لیتیم‌دار را روی شعله نگه داریم و نور سرخ شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می‌آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم می‌گویند.

همان‌طور که می‌بینید طیف نشری خطی لیتیم دارای ۴ خط در ناحیهٔ مرئی است (*دقت کنید که ما فقط طیف‌های مرئی را می‌بینیم*).

- هر فلز، طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارد و مانند اثر انگشت، می‌توان از آن طیف برای شناسایی فلز استفاده کرد.



به شکل مقابل که طیف نشری خطی برخی عنصرها را نشان می‌دهد، دقت کنید:

همان‌طور که می‌بینید تعداد خط‌ها در ناحیهٔ مرئی به صورت زیر است:

نئون (۲۲ خط) > هلیم (۹ خط) > هیدروژن (۴ خط) = لیتیم (۴ خط)

توجه تعداد خط‌ها در ناحیهٔ مرئی ربطی به تعداد الکترون‌های اتم ندارد.

نکته

رنگ آبی در طیف نشری خطی هلیم و نئون وجود ندارد.

از مقایسهٔ الگوهای مربوط به عناصری که آن‌ها را می‌شناسیم با یک مادهٔ مجهول می‌توان فهمید در آن ماده به صورت تقریبی چه عناصری وجود دارد.

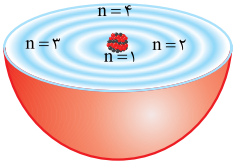
ساختار اتم

همان‌طور که دیدیم طیف نشری خطی هیدروژن در گسترهٔ مرئی دارای ۴ نوار مرئی با طول موج و انرژی معین بود.

بور پس از پژوهش‌های فراوان توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه دهد. اگرچه مدل او با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

مدل بور می‌تواند برای گونه‌هایی به کار رود که دارای یک الکترون هستند مانند ${}_{1}H$، ${}_{2}He^{+}$، ${}_{3}Li^{2+}$ و ... .

دانشمندان برای توجیه طیف خطی نشری بقیهٔ عنصرها ساختار لایه‌ای را برای اتم ارائه کردند.



مدل لایه‌ای اتم: در این مدل، اتم مانند کره‌ای است که هسته در فضای بسیار کوچکی در مرکز آن قرار دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌های پیرامون هسته توزیع می‌شوند.

توجه عزیزان می‌بینید که در شکل لایه‌ای اتم، هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد. در واقع آن بخش مکانی است که الکترون‌های آن لایه بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند؛ پس الکترون در هر لایه‌ای باشد، در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدودهٔ یادشده احتمال حضور بیشتری دارد.

عدد کوانتومی اصلی: لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود.

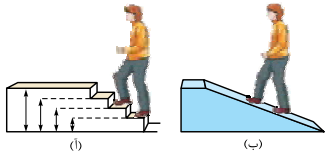
- حداکثر گنجایش تعداد الکترون در یک لایه $2n^2$ است.

شمارهٔ لایه (n)	۱	۲	۳	۴	۵
حداکثر گنجایش	۲	۸	۱۸	۳۲	۵۰

BOOKBANK

مفهوم کوانتوم

فرض کنید وارد مغازهٔ سوپرمارکت شده‌اید و به فروشنده می‌گویید ۳/۵ عدد تخم‌مرغ می‌خواهید؟!! قطعاً به شما خواهد خندید. شما یا باید ۳ عدد تخم‌مرغ بخرید یا ۴ عدد تخم‌مرغ. این مفهوم کوانتوم است. کتاب درسی این مفهوم را با پله مثال زده است و می‌گوید شما بین دو پله نمی‌توانید بایستید.

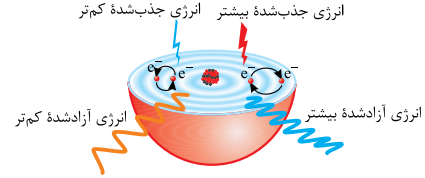


مقایسهٔ مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

حالا به مثال دیگر دقت کنید. فرض کنید سر سفره نشسته‌اید و می‌گویید ۱/۵ کفگیر برای شما برنج بریزند. این موضوع امکان‌پذیر است؛ پس شما ظاهراً برنج را یک کمیت پیوسته دانسته‌اید، ولی اگر از دید ریزتر دقت کنید، برنج هم یک کمیت کوانتومی است؛ چون دانه‌های برنج به صورت جدا هستند. پس برنج از دید ماکروسکوپی یک کمیت پیوسته و اما از نگاه میکروسکوپی یک کمیت گسسته یا کوانتومی است. کتاب درسی با گندم این مثال را توضیح داده است.

- **انرژی نیز همانند ماده** در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما از نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.
- دادوستد انرژی الکترون هنگام انتقال بین لایه‌ها نیز به صورت کوانتومی است.

وقتی به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم‌کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. هر چه انرژی جذب‌شده بیشتر باشد، الکترون به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد و هنگام بازگشت، انرژی بیشتری آزاد می‌کند.



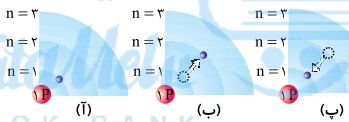
- از آن‌جایی که انرژی دادوستد شده هنگام انتقال الکترون در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود؛ چنین ساختاری را برای اتم، مدل کوانتومی اتم نامیدند.

مدل کوانتومی اتم: براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است؛ به طوری که گفته می‌شود اتم در حالت پایه قرار دارد.

نکته

انرژی الکترون‌ها در اتم، با افزایش فاصله از هسته افزایش می‌یابد.

- اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های برانگیخته می‌گویند. اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند؛ از این‌رو می‌خواهند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند.



آ الکترون در حالت پایهٔ اتم هیدروژن

ب الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن

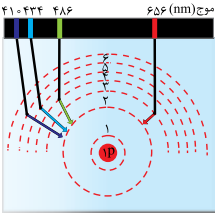
پ بازگشت الکترون به حالت پایه

- مناسب‌ترین شیوهٔ از دست دادن انرژی برای الکترون، نشر نور است. الکترون در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کند.
- احتمالاً متوجه شدید که هر نوار رنگی در طیف نشری خطی عنصر، پرتوهایی است که هنگام بازگشت الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشر شده‌اند.

BOOK BANK

• با توجه به این‌که انرژی لایه‌های الکترونی در اطراف هستهٔ هر اتم به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها در همهٔ اتم‌ها با هم متفاوت است؛ بنابراین انتظار می‌رود هر عنصر طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند.

• برای مثال هیدروژن، چهار نوار رنگی در ناحیهٔ مرئی ایجاد می‌کند که به صورت مقابل است.



چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن

این رنگ‌ها را می‌توانید به این صورت به ترتیب افزایش طول موج حفظ کنید:

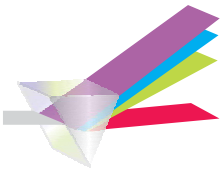
انتقال	رنگ	طول موج
$n = ۶ \rightarrow n = ۲$	بنفش	۴۱۰
$n = ۵ \rightarrow n = ۲$	آبی	۴۳۴
$n = ۴ \rightarrow n = ۲$	سبز	۴۸۶
$n = ۳ \rightarrow n = ۲$	قرمز	۶۵۶

BOOK BANK

باسق به معنی بلند است و از بنفش به قرمز، طول موج‌ها بلند می‌شوند.

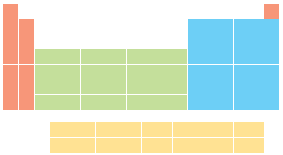
توجه طول موج با انرژی رابطهٔ عکس دارد و در این رنگ‌ها، بنفش بیشترین انرژی و قرمز کم‌ترین انرژی را دارد.

توجه گفتیم که هر چه انرژی بیشتر باشد، آن نور در منشور انحراف بیشتری خواهد داشت؛ پس اگر نور حاوی هیدروژن برانگیخته را از منشور رد کنیم، شکلی به صورت مقابل خواهیم دید:



• با تعیین دقیق طول موج نوارهای ایجادشده می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی دست یافت.

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها



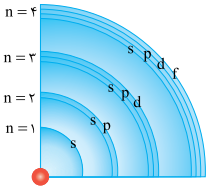
- اگر عنصرها را با توجه به شیوهٔ پرشدن لایه‌های الکترونی و با فرض این‌که هر لایه، خود از بخش کوچک‌تری با نام زیرلایه تشکیل شده دسته‌بندی کنیم، می‌توانیم به جدول مقابل برسیم که عنصرها در چهار دسته قرار می‌گیرند *(که جلوتر بیشتر توضیح دادم)*.
- در مدل کوانتومی اتم، به هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت داده می‌شود. این عدد را با نماد (l) نمایش می‌دهند و عدد کوانتومی فرعی نامیده می‌شود. مقادیر معین برای آن به صورت زیر است:

$$l = \underset{s}{0}, \underset{p}{1}, \underset{d}{2}, \underset{f}{3}, \underset{g}{4}, \ldots, (n-1)$$

- حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها به صورت دنبالهٔ زیر است که جملهٔ عمومی آن $4l+2$ با $l \geq 0$ است. $2, 6, 10, 14, \ldots$
- نماد هر زیرلایهٔ معین با دو عدد کوانتومی به صورت nl مشخص می‌شود که در آن n، **شمارهٔ لایه** و l، **نماد حرفی زیرلایه** است. برای مثال زیرلایهٔ 2p دارای $n = 2$ و $l = 1$ است.

نماد زیرلایه	s	p	d	f	g	h
مقدار l	صفر	۱	۲	۳	۴	۵
حداکثر گنجایش زیرلایه $(4l+2)$	۲	۶	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲

- در هر لایه n زیرلایه موجود است. برای مثال لایهٔ سوم دارای سه زیرلایهٔ s، p و d است.

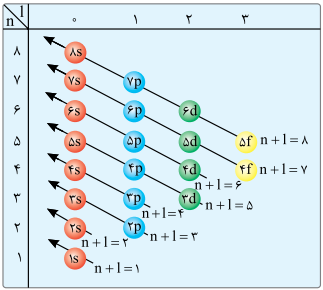


پس تا این‌جا متوجه شدیم که مطابق مدل کوانتومی اتم، اتم را می‌توان کره‌ای در نظر گرفت که هستهٔ بسیار کوچک و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون‌ها و نوترون‌ها است. پیرامون هسته، الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی که خود دارای زیرلایه‌هایی هستند، حضور دارند.

آرایش الکترونی اتم

روند پرشدن زیرلایه‌ها نشان می‌دهد که پرشدن آن‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته نیست، بلکه از یک قاعدهٔ کلی به نام قاعدهٔ آفبا **(واژهٔ آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام‌به‌گام است.)** پیروی می‌کند.

مطابق این قاعده، هنگام افزودن یک الکترون به زیرلایه‌ها، اول زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کم‌تری هستند و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهند شد.



انرژی زیرلایه‌ها به n و $n+l$ وابسته است. به طوری که ابتدا زیرلایه‌ای پر می‌شود که $n+l$ **کوچک‌تری** دارد و اگر برای ۲ یا چند زیرلایه $n+l$ یکسان بود، زیرلایه با n **کوچک‌تر** پر می‌شود.

مثال

$_{35}Br : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10} / 4s^2\ 4p^5$

- قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اتم **اغلب** *(نه همه!)* عنصرها را پیش‌بینی می‌کند.

برای مثال آرایش الکترونی قابل انتظار برای ۲ عنصر کروم و مس به صورت زیر است:

$_{24}Cr : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^4 / 4s^2$

$_{29}Cu : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^9 / 4s^2$

ولی به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی این اتم‌ها با دقت تعیین و مشخص شده که در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارند و آرایش آن‌ها به صورت زیر است:

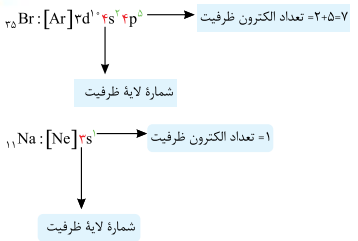
$_{24}Cr : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^5 / 4s^1$

$_{29}Cu : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10} / 4s^1$

BOOK BANK

- آرایش الکترونی اتم‌ها را به شیوهٔ دیگری نیز می‌توان نوشت که آرایش الکترونی فشرده خوانده می‌شود. در این آرایش الکترونی از نماد گاز نجیب استفاده می‌شود. برای مثال آرایش فشردهٔ عنصر سدیم به صورت مقابل است: $_{11}Na : [Ne]3s^1$
- اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در لایهٔ ظرفیت است.

لایهٔ ظرفیت: بیرونی‌ترین لایهٔ اتم، لایهٔ ظرفیت نام دارد که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های این لایه، الکترون‌های ظرفیت اتم می‌گویند.



ترجمه در عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های 4s و 3d است.

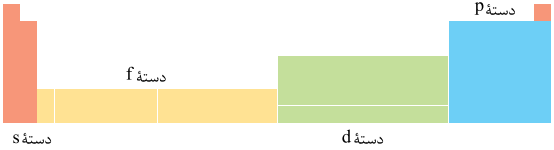
مثال در اتم وانادیم، تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت برابر ۵ است.

$_{23}V : [Ar]3d^{3}4s^{2}$

قبلاً هم گفتیم که عناصر را می‌توان در جدول تناوبی به ۴ دسته تقسیم کرد. در واقع این دسته‌بندی براساس آخرین الکترون آن‌ها در حالت پایهٔ اتم است. برای مثال چون آرایش الکترونی اکسیژن به صورت: $_{8}O : 1s^{2} / 2s^{2}2p^{4}$ است و آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ p شده است؛ این عنصر را عنصری از دستهٔ p طبقه‌بندی می‌کنیم.

دسته‌بندی عناصر براساس آخرین الکترون آن‌ها

دسته	ویژگی	عناصر دسته
دستهٔ s	آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ s می‌شود.	گروه‌های ۱ و ۲، هیدروژن و هلیم (۱۴ عنصر)
دستهٔ p	آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ p می‌شود.	گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ به‌جز هلیم (۳۶ عنصر)
دستهٔ d	آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ d می‌شود.	گروه‌های ۳ تا ۱۲ به‌جز لانتانیدها و اکتنیدها (۴۰ عنصر)
دستهٔ f	آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ f می‌شود.	لانتانیدها و اکتنیدها (۲۸ عنصر)



ساختار اتم و رفتار آن

- گازهای نجیب در طبیعت به صورت تک‌اتمی یافت می‌شوند که می‌توان نتیجه گرفت این عناصر، واکنش‌ناپذیر بوده و یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند.
- با دقت به آرایش الکترونی گازهای نجیب درمی‌یابیم که به‌جز هلیم که در لایهٔ آخر خود دو الکترون دارد، بقیهٔ گازهای نجیب در لایهٔ آخر خود هشت الکترون دارند.

$_{2}He : 1s^{2}$ $_{10}Ne : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{6}$

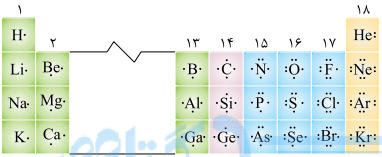
$_{18}Ar : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{6}$ $_{36}Kr : [Ar]\ 3d^{10} / 4s^{2}\ 4p^{6}$

با این توضیحات متوجه می‌شویم که بین پایداری و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای وجود داشته باشد؛ به طوری که اتم‌هایی که آرایشی شبیه گازهای نجیب یا هشت‌تایی دارند، واکنش‌پذیری چندانی ندارند، ولی اگر اتمی در لایهٔ ظرفیت شبیه گازهای نجیب نباشد، واکنش‌پذیر است.

آرایش الکترون نقطه‌ای: لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها این آرایش را ارائه داد. مطابق این آرایش، الکترون‌های ظرفیت هر اتم پیرامون نماد آن با نقطه، نمایش داده می‌شود. برای مثال ($\dot{Na}\cdot$ ، $\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot$ ، $\dot{\underset{\cdot}{P}}\cdot$ ، $:\ddot{\underset{:}{Ar}}:$)

توجه رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد. می‌توان هشت‌تایی‌شدن لایهٔ ظرفیت یا دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری اتم‌ها دانست.

- اتم‌ها می‌توانند با دادن، گرفتن و یا به اشتراک‌گذاشتن الکترون، به آرایش گاز نجیب برسند و پایدارتر شوند.
- *حالا خودتون رو آماده کنید که بریم سراغ یک «با هم بیندیشیم» که پر از نکات خوب است.*



نتایج شکل بالا را در جملات زیر برای شما طبقه‌بندی کرده‌ام:

۱ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌های هم‌گروه، شبیه هم است. قاعدتاً هم باید این‌طور باشد؛ چون در یک گروه، تعداد الکترون‌های ظرفیتی یکسان است. البته به‌جز He که دو الکترونی است.

۲ در عناصر دسته‌های s و p، تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابر یکان شمارهٔ گروه است. برای مثال کربن در گروه ۱۴، دارای ۴ الکترون ظرفیتی و کلر در گروه ۱۷، دارای ۷ الکترون ظرفیتی است.

۳ عناصر گروه ۱۴ بیشترین تعداد الکترون منفرد را دارند؛ یعنی ۴ الکترون منفرد.

۴ به طور کلی می‌توان گفت که داشتن الکترون منفرد نشانه‌ای از واکنش‌پذیری است.

۵ تعداد الکترون‌های منفرد، میزان واکنش‌پذیری را مشخص نمی‌کند. برای مثال فلوئور (:F̈·) با یک الکترون منفرد از نیتروژن (·Ṅ·) با سه الکترون منفرد واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

- شیمی‌دانان قدیم نمی‌دانستند که در این مخلوط سیاه‌رنگ چه موادی وجود دارد و این مواد چه خواصی دارند.
- پس از پژوهش‌ها و یافتن کاربردهای جدید و مناسب برای مواد موجود در نفت از جمله حل مشکل حمل‌ونقل و ساخت داروهای جدید، نفت به کیمیایی شگفت‌انگیز تبدیل شد که امروزه به آن طلای سیاه می‌گویند.
- هر بشکه نفت خام، ۱۵۹ لیتر است.

دو نقش اساسی نفت خام در دنیای امروز

۱. منبع تأمین انرژی
۲. مادهٔ اولیه برای تهیهٔ بسیاری از مواد و کالاهای مورد استفاده در صنایع گوناگون

موارد مصرف طلای سیاه

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

- کربن در خانهٔ شمارهٔ ۶ در گروه ۱۴ و ردیف دوم جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارد.

مدل الکترون ـ نقطه‌ای	آرایش فشرده
$\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot$	$[_{2}He]2s^{2}\,2p^{2}$

نکته

اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی، می‌تواند به ۴ حالت مختلف با اتم‌های کناری خود پیوند اشتراکی برقرار کند.

انواع پیوندهای اشتراکی کربن با اتم‌های اطراف

۱ چهار پیوند یگانه — $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$

۲ دو پیوند دوگانه — $=C=$

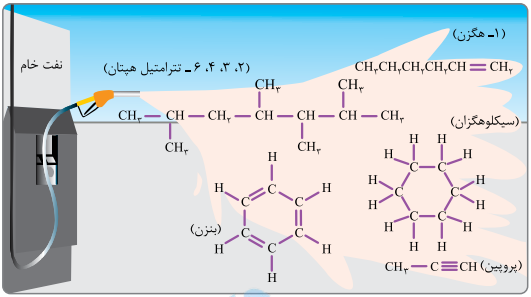
۳ یک پیوند سه‌گانه و یک پیوند یگانه — $-C\equiv$

۴ یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه — $\diagup C=$

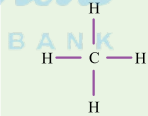
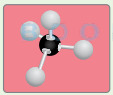
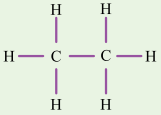
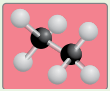
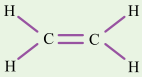
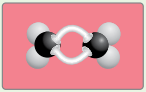
کتاب‌مهر CitaMehr BOOK BANK

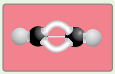
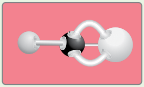
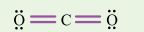
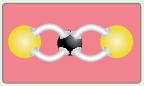
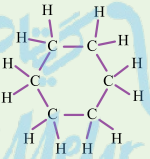
- ترکیب‌های شناخته‌شده از اتم کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته‌شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است.
- علت زیادبودن ترکیب‌های کربن این است که کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی با اتم‌های دیگر با خود نیز می‌تواند انواع پیوندهای یگانه، دوگانه و سه‌گانه را تشکیل دهد.
- نفت خام شامل شمار زیادی از هیدروکربن‌ها است. هیدروکربن‌ها ترکیب‌هایی شامل عناصر هیدروژن و کربن هستند.

با ۵ هیدروکربن موجود در نفت خام در شکل زیر آشنا می‌شوید:



- با چند ترکیب کربن‌دار معرفی‌شده در کتاب درسی در جدول زیر آشنا می‌شوید:

نام ترکیب	فرمول	ساختار لوویس	مدل گلوله و میله
متان	CH_4		
اتان	C_2H_6		
اتن (اتیلن)	C_2H_4		

نام ترکیب	فرمول	ساختار لوویس	مدل گلوله و میله
اتین (استیلن)	C_2H_2		
هیدروژن سیانید	HCN		
کربن دی‌اکسید	CO_2		
سیکلوهگزان	C_6H_{12}		

- اتم کربن می‌تواند به عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر به شیوه‌های مختلف متصل شود و مولکول شمار زیادی از مواد مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.
- کربن می‌تواند دگرشکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و ... را ایجاد کند.

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

آلکان‌ها

- دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند.
- هر اتم کربن با ۴ پیوند یگانه به اتم‌های کناری متصل است.
- متان (CH_4) ساده‌ترین و نخستین عضو خانواده است.

انواع آلکان‌ها

- **راست‌زنجیر:** هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

- **شاخه‌دار:** برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل هستند.

$$CH_3-CH(-CH_3)-CH_2-CH_3$$

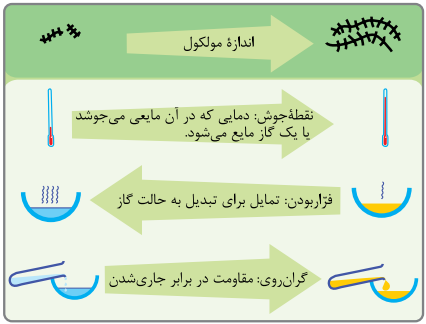
فرمول ساختاری: فرمولی که در آن تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده می‌شود.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

فرمول نقطه ـ خط: نمایشی ساده‌تر است که اتم‌های کربن را با نقطه و پیوند بین آن‌ها را با خط تیره نمایش می‌دهند؛ اما اتم‌های هیدروژن نشان داده نمی‌شود.

- به شکل زیر که برخی ویژگی‌ها و رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آلکان‌های راست‌زنجیر را نشان می‌دهد دقت کنید تا نکات را بررسی کنیم.

BOOK BANK



۳ تعداد اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد و با افزایش تعداد اتم‌های کربن، اندازهٔ مولکول بزرگ‌تر می‌شود.

۴ هر چه اندازهٔ مولکول آلکان‌های راست‌زنجیر بزرگ‌تر باشد، پیوندهای وان‌دروالسی بین آن‌ها قوی‌تر شده و نقطهٔ جوش بیشتری خواهند داشت:

نقطهٔ جوش: $C_{۲۱}H_{۴۴} > C_{۱۲}H_{۲۶}$

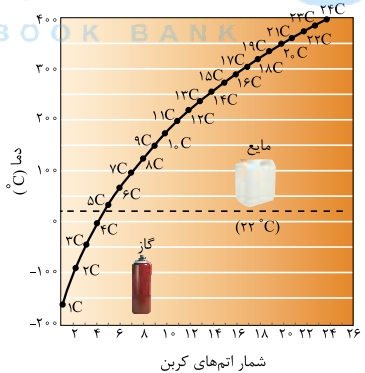
۵ هر چه نقطهٔ جوش بالاتر باشد، میزان فرّاربودن ماده کم‌تر است.

میزان فرّاربودن: $C_{۱۰}H_{۲۲} < C_{۶}H_{۱۴}$

۶ هر چه میزان جاذبه‌های بین‌مولکولی قوی‌تر باشد، حرکت و جنبش مولکول‌ها نیز کم‌تر است و میل به جاری‌شدن نیز کم‌تر می‌گردد؛ بنابراین گران‌روی بیشتر خواهد شد و در واقع ماده چسبنده‌تر است:

چسبندگی: گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ > وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$

۸ آلکان‌های ۱ تا ۴ کربنه در دمای ۲۲ °C گازی‌شکل و بقیه مایع هستند.
نمودار زیر ترتیب نقطهٔ جوش آلکان‌های راست‌زنجیر را نشان می‌دهد:



ویژگی‌های آلکان‌ها

۱ دارای فرمول عمومی C_nH_{2n+2} هستند.

۲ ناقطبی بوده و در آب حل نمی‌شوند.

۳ از آن‌ها می‌توان برای محافظت فلزها استفاده کرد. (به دلیل نامحلول‌بودن در آب) برای این کار فلز را در آلکان‌های مایع قرار می‌دهند یا سطح فلز را با آلکان مایع می‌پوشانند تا مانع رسیدن آب به سطح فلز شود و از خوردگی جلوگیری کند.

۴ چون همهٔ پیوندهای آن‌ها یگانه است به آن‌ها اصطلاحاً سیرشده می‌گویند.

۵ تمایل چندانی به انجام واکنش شیمیایی ندارند.

۶ چون واکنش‌پذیری کمی دارند، میزان سمی‌بودن آن‌ها کم بوده و استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی ندارد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می‌شود.

توجه هیچ‌گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه از مکیدن شیلنگ استفاده نکنید، زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری می‌کند.

- سوخت برخی از فندک‌ها، گاز بوتان بوده که تحت فشار پر می‌شوند.

آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی با یک پیوند دوگانه

- این هیدروکربن‌ها در ساختار خود یک پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن دارند.

$(C=C)$

- برای نام‌گذاری آلکن‌های راست‌زنجیر کافی است، پسوند «آن» را در نام آلکان راست‌زنجیر بردارید و به جای آن پسوند «ـِ ن» قرار دهید.

سپس محل پیوند دوگانه را با شمارهٔ نخستین کربنی که به پیوند دوگانه متصل است، مشخص کنید.

اتن $CH_2=CH_2$

پروپن $CH_3-CH=CH_2$

۱- بوتن $\overset{4}{CH_3}-\overset{3}{CH_2}-\overset{2}{CH}=\overset{1}{CH_2}$

۱- هگزن $\overset{6}{CH_3}-\overset{5}{CH_2}-\overset{4}{CH_2}-\overset{3}{CH_2}-\overset{2}{CH}=\overset{1}{CH_2}$

۲- بوتن $\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{CH}=\overset{3}{CH}-\overset{4}{CH_3}$

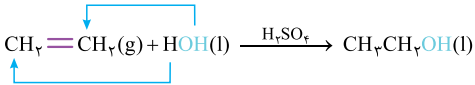
آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، واکنش‌پذیری بیشتری دارند و در واکنش‌های گوناگونی شرکت می‌کنند. واکنش‌پذیری زیاد آلکن‌ها به این دلیل است که در ساختار آن‌ها دو اتم کربن به سه اتم دیگر متصل بوده و از این‌رو سیرنشده هستند.

اتن (اتیلن)

۱. نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها است.
۲. در بیشتر گیاهان وجود دارد.
۳. موز و گوجه‌فرنگی رسیده، گاز اتن آزاد می‌کنند.
۴. اتن باعث رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس می‌شود.
۵. در کشاورزی از این گاز به عنوان «عمل‌آورنده» استفاده می‌شود.
۶. سنگ بنای صنایع پتروشیمی است و با استفاده از آن حجم انبوهی از مواد گوناگون مانند اتانول را تولید می‌کنند.

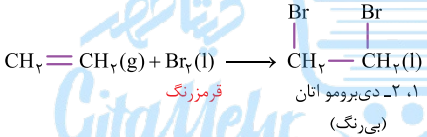
واکنش‌های اتن

۱. واکنش اتن با آب در محیط اسیدی: با واردکردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول در مقیاس صنعتی تولید می‌شود.



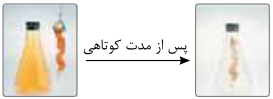
• اتانول، الکلی دوکربنی، **بی‌رنگ و فرّار** است که **به هر نسبتی** در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیهٔ مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان **ضدعفونی‌کننده** استفاده می‌شود.

۲ واکنش اتن با برم مایع: از دیگر واکنش‌های گاز اتن، ترکیب‌شدن با برم مایع است. هرگاه گاز اتن را در محلولی از برم وارد کنیم رنگ قرمز محلول از بین می‌رود. این تغییر رنگ نشان‌دهندهٔ واکنش زیر است.



همهٔ آلکن‌ها در این واکنش شرکت می‌کنند به گونه‌ای که این واکنش یکی از روش‌های شناسایی آلکن‌ها از دیگر هیدروکربن‌های سیرشده است.

• با توجه به شکل مقابل که واکنش چربی گوشت با بخار برم را نشان می‌دهد می‌توانیم نتیجه بگیریم که چربی موجود در گوشت **سیرنشده** است.



۳ پلیمری‌شدن اتن: دستهٔ دیگری از واکنش‌های آلکن‌ها پلیمری‌شدن است که با استفاده از آن می‌توان انواع لاستیک‌ها، پلاستیک‌ها، الیاف و پلیمرهای سودمند را تهیه کرد. این واکنش‌ها در فصل ۳ به طور مفصل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها، مواد و وسایل گوناگونی از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آید که به فراورده‌های **پتروشیمیایی** معروف هستند.

آلکین‌ها، سیرنشده‌تر از آلکن‌ها

به هیدروکربن‌های سیرنشده با یک پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن، آلکین می‌گویند.

برای نام‌گذاری آلکین‌ها به جای پسوند «آن» در نام آلکان، پسوند «ین» قرار می‌گیرد.

اتین یا استیلن ($HC \equiv CH$) ساده‌ترین آلکین و پروپین ($CH_3 - C \equiv CH$) دومین عنصر خانوادهٔ آلکین‌ها است.

در جوشکاری کاربیدی، از سوختن گاز اتین (استیلن)، دمای لازم برای جوش‌دادن قطعه‌های فلزی تأمین می‌شود.

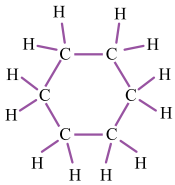
آلکین‌ها نیز واکنش‌پذیری زیادی دارند و با مواد شیمیایی مختلف واکنش می‌دهند.

BOOK BANK

هیدروکربن‌های حلقوی

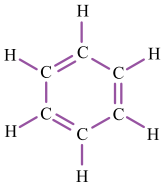
سیکلو (cyclo) پیشوندی به معنای **حلقوی** است که برای نام‌گذاری برخی ترکیب‌های آلی حلقوی به کار می‌رود.

برای نمونه، سه هیدروکربن حلقوی را بررسی می‌کنیم: سیکلوهگزان (C_6H_{12}) بنزن (C_6H_6) نفتالن ($C_{10}H_8$)

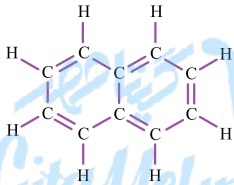


سیکلوهگزان (C_6H_{12}) یک هیدروکربن حلقوی سیرشده است که حلقه‌ای از شش اتم کربن دارد.

بنزن (C_6H_6) هیدروکربنی حلقوی و سیرنشده است که سرگروه خانوادهٔ مهمی از هیدروکربن‌ها به نام آروماتیک است.


بنزن

نفتالن ($C_{10}H_8$) نیز از دستهٔ آروماتیک‌ها است که مدت‌ها به عنوان **ضد بید** برای نگه‌داری فرش و لباس کاربرد داشته است.

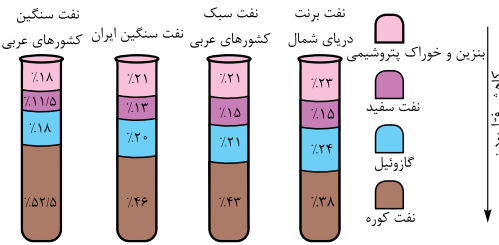

نفتالن

نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است. البته میزان نمک و اسید در نفت خام کم و در نواحی گوناگون متفاوت است.

آلکان‌ها بخش عمدهٔ هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را تشکیل می‌دهند و به دلیل واکنش‌پذیری کم اغلب به عنوان سوخت به کار می‌روند، به طوری که بیش از ۹۰ درصد نفت خام صرف سوزاندن و تأمین انرژی می‌شود و تنها مقدار کمی از آن به عنوان خوراک پتروشیمی کاربرد دارد.

به شکل زیر که چهار نوع نفت خام براساس مواد و اجزای سازنده مقایسه شده‌اند دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم:



با توجه به این‌که هر چه یک هیدروکربن بزرگ‌تر باشد، نقطهٔ جوش آن بیشتر و فرّاربودن آن کم‌تر است. نتیجه می‌گیریم:

کاهش فرّاربودن ⇒ افزایش جاذبه‌های بین مولکولی ⇒ اندازهٔ مولکول‌ها
بنزین < نفت سفید < گازوئیل < نفت کوره

انواع نفت

سبک: چگالی کم دارد، مقدار نفت کوره در آن کم‌تر است.

سنگین: چگالی زیاد دارد، مقدار نفت کوره در آن بیشتر است.

هر چه نفت خام دارای بنزین و خوراک پتروشیمی بیشتری باشد، ارزشمندتر و گران‌تر است. به همین دلیل قیمت نفت برنت دریای شمال از بقیه بیشتر و نفت سنگین کشورهای عربی از بقیه کم‌تر است.

پس از جداکردن نمک‌ها، اسید و آب، نفت خام را پالایش می‌کنند. در واقع با استفاده از تقطیر جزءبه‌جزء، هیدروکربن‌های آن را به صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند.

برای پالایش، نفت خام را درون محفظه‌ای بزرگ گرما می‌دهند و آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند.

- در برج تقطیر از پایین به بالا دما کاهش می‌یابد. هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می‌شود، مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر از مایع بیرون آمده و به سوی بالای برج حرکت می‌کنند. به تدریج که بالاتر می‌روند سرد شده و به مایع تبدیل می‌شوند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگونی از برج قرار دارند وارد می‌شوند. بدین ترتیب مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم از نفت خام جدا می‌شوند.

مراحل پالایش نفت خام

حرارت‌دادن نفت خام در محفظه‌ای بزرگ

↓

هدایت نفت خام به برج تقطیر (در این برج از پایین به بالا دما کاهش می‌یابد.)

↓

بیرون‌آمدن مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر مانند مواد پتروشیمیایی و حرکت با بالای برج

↓

مولکول‌هایی که بالا می‌روند سرد شده به مایع تبدیل می‌شوند.

↓

مواد تبدیل‌شده به مایع وارد سینی‌های برج تقطیر می‌شوند.

نکته

مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم از نفت خام جدا می‌شوند و از برج خارج می‌شوند.

BOOK BANK

منافع پالایش نفت خام

۱ سوخت ارزان و مناسب در اختیار صنایع قرار می‌دهد.

۲ منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان‌قیمت می‌شود.

زغال‌سنگ

• زغال‌سنگ یکی از سوخت‌های فسیلی است که می‌تواند جایگزین نفت شود ولی با توجه به جدول زیر استفاده از زغال‌سنگ سبب ورود مقدار بیشتری آلاینده به هواکره شده و اثر گلخانه‌ای را افزایش می‌دهد.

نام سوخت	گرمای آزادشده (kJ / g)	فراورده‌های سوختن	مقدار کربن دی‌اکسید به ازای هر کیلوژول انرژی تولیدشده (g)
بنزین	۴۸	CO_2, CO, H_2O	۰/۰۶۵
زغال‌سنگ	۳۰	$SO_2, CO_2, NO_2, CO, H_2O$	۰/۱۰۴

BOOK BANK

• برای بهبود کارایی زغال‌سنگ دو کار انجام می‌شود:

۱ شست‌وشوی زغال‌سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر

۲ به دام انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید خارج‌شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید

$$SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$$

• یکی از مشکلات زغال‌سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است. در سدهٔ اخیر ۵۰۰۰۰۰ نفر در سطح جهان بر اثر انفجار یا فروریختن معدن جان خود را از دست داده‌اند.

نکاتی دربارهٔ گاز متان

۱) گازی سبک، بی‌بو و بی‌رنگ است.
۲) در معدن می‌تواند از زغال‌سنگ آزاد شود.
۳) اگر مقدار آن در هوای معدن بیش از ۵ درصد شود، احتمال انفجار وجود دارد.

- یکی از راه‌های جلوگیری از انفجار، کاهش متان در هوای معدن با استفاده از تهویهٔ مناسب و قوی است.

حمل‌ونقل هوایی

۱) سریع‌ترین حالت حمل‌ونقل است.
۲) نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن ندارد.
۳) خدمات‌رسانی خوب در مواقع اضطراری حتی در نقاط دوردست دارد.
۴) هزینهٔ آن بالا است. ⟸ عیب

- سوخت هواپیما از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر تولید می‌شود. این سوخت به طور عمده از **نفت سفید که شامل آلکان‌هایی با ده تا پانزده کربن** است تهیه می‌شود.
- یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفادهٔ آن است که در حدود ۶۶ درصد آن از طریق خط لوله و بقیه با استفاده از راه‌آهن، نفتکش جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی انجام می‌شود.

چند نکته از تمرین‌های دوره‌ای

- سیلیسیم عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود:

$$SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$$

- تیتانیم (Ti) فلزی محکم، کم‌چگال و مقاوم در برابر خوردگی است که در خانهٔ ۲۲ جدول تناوبی، ردیف چهارم و گروه ۴ جای دارد.
- معدن مس سرچشمهٔ کرمان، بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ مس است. برای تهیهٔ مس خام از سنگ معدن واکنش زیر انجام می‌شود.

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \rightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

این واکنش به علت تولید گاز SO_2 و مصرف اکسیژن تأثیر زیان‌باری روی محیط زیست دارد.

کتاب‌مهر
CitaMehr
BOOK BANK

پایهٔ دهم

۱ انرژی + آب + کربن دی‌اکسید → اکسیژن + چربی‌ها یا قندها

۲ (نور و گرما) انرژی + بخار آب + $SO_2 + CO_2$ → زغال‌سنگ + اکسیژن

۳ $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

۴ $2Mg + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2MgO$

۵ $S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$

۶ $4Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Na_2O$

۷ کربن دی‌اکسید → اکسیژن + کربن

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

۸ $2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt(s)} 2H_2O(l)$

۹ نقره سولفید → گوگرد + فلز نقره

$2Ag(s) + S(s) \rightarrow Ag_2S(s)$

۱۰ $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

۱۱ $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

۱۲ $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

۱۳ $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

۱۴ $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

۱۵ $4C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 12CO_2 + 10H_2O + O_2 + 6N_2$

۱۶ $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$

BOOK BANK

تبدیل CO_2 به مواد معدنی

۱۷ $CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaCO_3(s)$

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

۱۸ سوختن بنزین $\rightarrow CO + CO_2 + H_2O$

۱۹ سوختن زغال‌سنگ $\rightarrow CO + CO_2 + H_2O + SO_2$

۲۰ سوختن هیدروژن $\rightarrow H_2O$

۲۱ سوختن گاز طبیعی $\rightarrow CO + CO_2 + H_2O$

۲۲ $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$

نحوهٔ تشکیل اوزون تروپوسفری

هنگام رعد و برق

۲۳ $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نورخورشید}} NO(g) + O_3(g)$

۲۴ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

۲۵ $C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$ + انرژی

۲۶ $2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2H_2O(l)$

۲۷ $H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}}$ واکنشی رخ نمی‌دهد.

۲۸ $3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow[\text{کاتالیزگر Fe}]{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$

$450^\circ C, 200\ atm$

۲۹ $Si + 2Cl_2 \rightarrow SiCl_4$

۳۰ $2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$

۳۱ $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

۳۲ $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$

۳۳ $CaCl_2 + 2NaF \rightarrow 2NaCl + CaF_2$

متانول	مایعی بی‌رنگ
N_2O_4	بی‌رنگ
NO_2	قهوه‌ای‌رنگ

مواد

پایهٔ دهم

$^{14}_{6}C$ ⟸ خاصیت پرتوزایی دارد و با آن سن اشیای قدیمی و عتیقه‌ها را تخمین می‌زنند.

- تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) ⟸ در تصویربرداری پزشکی کاربرد دارد.
- اورانیوم (^{235}U) ⟸ به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

^{59}Fe ⟸ در تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود.

- گلوکز نشان‌دار ⟸ در تصویربرداری از بافت‌های سرطانی استفاده می‌شود.

لیتیم (Li) ⟸

- رنگ شعلهٔ قرمز دارد.
- جرم اتمی آن برحسب amu برابر ۷ است.
- کم‌ترین چگالی را در میان فلزها دارد.
- کم‌ترین E° را در میان فلزها دارد.
- باتری ساخته‌شده از آن سبک و کوچک است و توانایی ذخیرهٔ انرژی زیادی دارد.
- در باتری‌های دگمه‌ای، تلفن و رایانه به کار می‌رود.

کلسیم اکسید (CaO) ⟸

- نام دیگر آن آهک است.
- برای کنترل اسیدی‌بودن آب دریاچه استفاده می‌شود.
- برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.

BOOK BANK