



تشکیل عناصر:

تا کنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود. برخی دانشمندان معتقدند که آغاز کیهان با انفجار مهیب (مهبانگ) همراه بوده که انرژی زیادی آزاد کرده و سپس ذره‌های زیر اتمی الکترون، نوترون و پروتون و عناصر سبک هیدروژن و هلیوم و ایزوتوپ‌های آن به وجود آمده است. ستاره‌ها کارخانه تولید عناصر هستند. دما و اندازه یک ستاره نوع عناصر تشکیل شده در آن را تعیین می‌کند. هر چه دمای ستاره بیشتر باشد، امکان تشکیل عناصر سنگین‌تر مانند طلا و اورانیوم فراهم می‌شود.

انرژی واکنش‌های هسته‌ای:

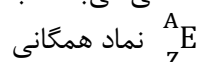
در واکنش‌های هسته‌ای، جرم به انرژی تبدیل می‌شود. انیشتین رابطه‌ی زیر را برای این تبدیل بدست آورد.

$$E=mc^2 \quad c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

در این رابطه E انرژی بر حسب J ، m جرم تبدیل شده بر حسب kg و c سرعت نور که برابر $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$ است.

ایزوتوپ‌ها:

به اتم‌های یک عنصر که در تعداد پروتون برابر ولی در تعداد نوترون با هم اختلاف دارند ایزوتوپ می‌گویند. در هر عنصر دو کمیت Z و A که به ترتیب عدد جرمی و عدد اتمی می‌باشد، به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

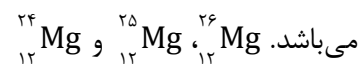


A برابر مجموع تعداد پروتون و نوترون در یک عنصر و Z تعداد پروتون است.



مثال: اتم آهن ۲۶ الکترون، ۲۶ پروتون، ۳۰ نوترون دارد که به صورت:

اغلب عنصرهای طبیعی، مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند. برای مثال یک نمونه از فلز منیزیم مخلوطی از سه ایزوتوپ

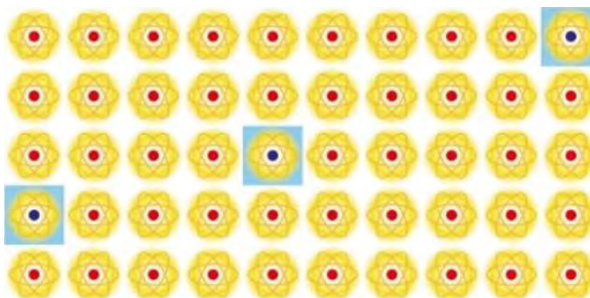


سؤال: لیتیم دارای دو نوع ایزوتوپ به صورت ${}^6_3 Li$ و ${}^7_3 Li$ طبق شکل زیر می‌باشد. درصد فراوانی هر کدام چقدر است؟

$$\% \text{ فراوانی} = \frac{\text{تعداد اتم یک ایزوتوپ}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100$$

$$\% {}^6 Li = \frac{3}{50} \times 100 = 6\%$$

$$\% {}^7 Li = \frac{47}{50} \times 100 = 94\%$$



کاربرد ایزوتوپ‌های پرتوزا:

برخی از ایزوتوپ‌ها خاصیت پرتوزایی دارند. از این خاصیت می‌توان سن اشیاء قدیمی و عتیقه را تخمین زد. همچنین از این ایزوتوپ‌ها در پزشکی هسته‌ای استفاده می‌شود. یکی از آنها تکنسیم است که به طور مصنوعی ساخته شده و در تصویربرداری غده تیروئید بکار می‌رود. یون یدید مشابه یون تکنسیم است و جذب غده می‌شود و قابل تصویربرداری است.

یک کاربرد دیگر این مواد پرتوزا در تشخیص سلول‌های سرطانی می‌باشد. با استفاده از گلوکز نشان‌دار پرتوزا می‌توان تومورهای سرطان‌زا را تشخیص داد. سلول‌های سرطانی فعالیت شیمیایی زیاد و سوخت و ساز بالایی دارند. در نتیجه قند بیشتری جذب کرده و پرتوزایی زیادی نشان می‌دهند که آشکارساز آنها را نشان می‌دهد. کاربرد دیگر مواد پرتوزا در تولید برق در نیروگاه است که از عنصر اورانیوم پرتوزا استفاده می‌شود. مقدار فراوانی این ایزوتوپ کمتر از ۰/۷ درصد است که با غنی‌سازی ایزوتوپی جداسازی می‌گردد. پسماند راکتورهای اتمی پرتوزا و خطرناک می‌باشد و هنوز قابل بازگردانی نیست و باید انبار شود.

گاز رادون: یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا در اطراف ما است که بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و سنگین است. در لایه‌های زیرزمین تولید می‌شود و به دلیل دما و فشار بالا به سطح زمین نفوذ می‌کند، در پزشکی کاربرد دارد.

هلیوم: گاز بی‌بو و بی‌رنگ که در بالن هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، در جوشکاری و کپسول غواصی، خنک کردن قطعات الکترونیکی کاربرد دارد. این گاز به علت جرم مولی بیشترش نسبت به هیدروژن، دارای رسانش و ظرفیت گرمایی بالایی است. در جهان هستی فراوان‌ترین عنصر بعد از هیدروژن است. این گاز از واکنش هسته‌ای تولید می‌شود و به میدان‌های گازی وارد می‌شود. ۷ درصد گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد. از تقطیر جز به جز گاز طبیعی جدا می‌شود.

پرسش و تمرین



- ۱- تجربه نشان داده است که در همجوشی نوترون با پروتون، $0.024/0$ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. (آ) حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول گرما تولید می‌شود؟
- (ب) برای درک بزرگی میزان انرژی، حساب کنید این مقدار گرما، چند گرم آهن را ذوب می‌کند؟ (گرمای ذوب یک گرم آهن ۲۴۷ ژول است.)

- ۲- چند خاصیت مهم فلز طلا را بنویسید.
- ۳- در طبیعت ۹۲ عنصر وجود دارد. بقیه ۲۶ عنصر دیگر چگونه بوجود آمده است؟
- ۴- ایزوتوپ پرتوزا چه کاربردی دارند؟
- ۵- به موارد زیر در مورد تکنسیم پاسخ دهید:
 (آ) کاربرد تکنسیم را در غده تیروئید توضیح دهید.
 (ب) چرا نمی‌توان مقادیر زیاد تکنسیم را تهیه و در بیمارستان نگهداری کرد؟
- ۶- چگونه از گلوکز نشان دار پرتوزا در تشخیص سلول‌های سرطانی استفاده می‌شود؟
- ۷- ایزوتوپ اورانیوم چگونه در تولید برق کاربرد دارد؟
- ۸- در اتم‌های عنصر لیتیم از هر ۵۰ عدد اتم آن، ۳ اتم ${}^6_3\text{Li}$ و بقیه ${}^7_3\text{Li}$ می‌باشد. درصد فراوانی هر ایزوتوپ را بدست آورید.
- ۹- با توجه به جدول زیر پاسخ دهید.

| اتم | ${}^1_1\text{X}$ | ${}^2_1\text{X}$ | ${}^3_1\text{X}$ | ${}^4_1\text{X}$ | ${}^5_1\text{X}$ | ${}^6_1\text{X}$ | ${}^7_1\text{X}$ |
|-----------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| نیم عمر | پایدار | پایدار | ۱۲/۳۲ سال | $1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه | $9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه | $2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه | $2/3 \times 10^{-22}$ ثانیه |
| جرم (amu) | ۱/۰۰۷۸ | ۲/۰۱۴۱ | ۳/۰۱۶۰ | ۴/۰۲۷۸ | ۵/۰۳۵۳ | ۶/۰۴۴۹ | ۷/۰۵۲۸ |
| فراوانی | ۹۸/۹۸ | ۰/۰۱۱۵ | ناچیز | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) |

- (آ) شباهت و تفاوت آنها چیست؟
- (ب) چند نوع ایزوتوپ می‌باشد؟
- (پ) کدام ایزوتوپ از همه ناپایدارتر است؟
- (ت) چند ایزوتوپ بالا پرتوزا می‌باشد؟

۱۰- به سوال‌های زیر پاسخ دهید.

آ) گاز رادون چگونه بوجود می‌آید؟

ب) چرا گاز رادون را بیشتر در طبقات پایینی زیر زمین بررسی می‌کنند؟

۱۱- اگر اتم $^{35}_{17}\text{Cl}$ را در نظر بگیریم از ۱۷ پروتون و ۱۸ نوترون و ۱۷ الکترون تشکیل می‌شود که جرم آنها برابر

۳۵/۲۸۸۹۹۵ می‌شود ولی جرم دقیق این اتم $34/968853$ واحد جرم اتمی (amu) می‌باشد. اگر اختلاف این دو

جرم به انرژی تبدیل شده باشد، مقدار انرژی را حساب کنید. $1\text{amu} = 1/66 \times 10^{-27}\text{ Kg}$

۱۲- اتم A دارای دو ایزوتوپ به صورت ^{65}A و ^{63}A می‌باشد. اگر میانگین جرم اتمی A، $64/32\text{ amu}$ باشد، درصد

فراوانی دو ایزوتوپ را حساب کنید.

۱۳- اگر اختلاف تعداد نوترون و الکترون در یون $^{56}_{3+}\text{X}$ برابر ۷ باشد، تعداد نوترون و پروتون آن را محاسبه کنید.

۱۴- اتم M که جرم اتمی عنصر M که دارای دو نوع ایزوتوپ است، برابر $24/7$ می‌باشد. دارای دو نوع ایزوتوپ و جرم

ایزوتوپ با فراوانی بیشتر برابر ۲۴ می‌باشد. اگر نسبت فراوانی دو ایزوتوپ $\frac{3}{7}$ باشد، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را

حساب کنید. جرم ایزوتوپ دیگر چقدر است؟

۱۵- در یون‌های زیر تعداد پروتون، الکترون و نوترون را حساب کنید.





پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱۶- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک اتمی ${}^{207}_{2+}M$ برابر ۴۵ باشد. عنصر M در کدام دوره و گروه جدول تناوبی جای دارد؟

- (آ) پنجم-۱۳ (ب) ششم-۱۴ (پ) پنجم-۱۵ (ت) ششم-۱۶

۱۷- اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{3000}$ جرم هریک از دوره‌های پروتون و نوترون باشد. نسبت جرم الکترون‌ها در اتم Z_A به جرم این اتم به کدام کسر نزدیکتر است؟

- (آ) $\frac{1}{1000}$ (ب) $\frac{1}{2000}$ (پ) $\frac{1}{4000}$ (ت) $\frac{1}{5000}$

۱۸- یون X^{3+} دارای ۲۸ الکترون و ۳۹ نوترون است. کدام اتم زیر ایزوتوپ اتم X می‌باشد. (المپیاد)

- (آ) ${}^{73}_{28}A$ (ب) ${}^{70}_{31}B$ (پ) ${}^{70}_{28}C$ (ت) ${}^{73}_{31}D$

۱۹- اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۱amu باشد. جرم تقریبی یک اتم تریتم (3_1H) برابر چند گرم خواهد بود؟ $1\text{amu} = 1/66 \times 10^{-24}\text{g}$

- (آ) $4/96 \times 10^{-24}$ (ب) $9/112 \times 10^{-24}$ (پ) $4/34 \times 10^{-22}$ (ت) $9/815 \times 10^{-22}$

۲۰- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی ${}^{92}X^{5+}$ برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است و در کدام تناوب جای دارد؟

- (آ) ۵۱ - ششم (ب) ۵۲ - ششم (پ) ۴۱ - پنجم (ت) ۴۳ - پنجم

۲۱- اگر تفاوت عدد اتمی و نوترون‌های اتم عنصر A برابر با ۱۰ باشد. کدام بیان درباره این عنصر درست است؟
(آ) عنصرگازی از گروه ۱۷ است.

(ب) عنصر اصلی از گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

(پ) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^4$ است.

(ت) با فلز قلیایی ترکیبی یونی با فرمول عمومی MA تشکیل می‌دهد.



طبقه بندی عناصر

گفتیم تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده که در جدول زیر بر اساس افزایش عدد اتمی و خواص مشابه عناصر در یک ستون (گروه) مرتب شده‌اند. در این جدول به ستون عمودی گروه و ردیف افقی دوره (تناوب) می‌گویند. عناصر در یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| ۱ | ۱ H هیدروژن ۱.۰۰۸ | ۲ | | | | | | | | | | | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ He هلیوم ۴.۰۰۲ |
| ۲ | ۳ Li لیتیم ۶.۹۴ | ۴ Be بهریلیم ۹.۰۰۱ | | | | | | | | | | | ۵ B بور ۱۰.۸۰ | ۶ C کربن ۱۲.۰۱ | ۷ N نیتروژن ۱۴.۰۱ | ۸ O اکسیژن ۱۶.۰۰ | ۹ F فلورین ۱۹.۰۰ | ۱۰ Ne نئون ۲۰.۱۸ |
| ۳ | ۱۱ Na سدیم ۲۲.۹۹ | ۱۲ Mg منیزیم ۲۴.۳۱ | | | | | | | | | | | ۱۳ Al آلومینیم ۲۶.۹۸ | ۱۴ Si سیلیسیم ۲۸.۰۹ | ۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷ | ۱۶ S گوگرد ۳۲.۰۷ | ۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵ | ۱۸ Ar آرگن ۳۹.۹۵ |
| ۴ | ۱۹ K پتاسیم ۳۹.۱۰ | ۲۰ Ca کلسیم ۴۰.۰۸ | ۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴.۹۶ | ۲۲ Ti تیتانیم ۴۷.۸۷ | ۲۳ V وانادیم ۵۰.۹۴ | ۲۴ Cr کروم ۵۲.۰۰ | ۲۵ Mn منگنز ۵۴.۹۴ | ۲۶ Fe آهن ۵۵.۸۵ | ۲۷ Co کوبالت ۵۸.۹۳ | ۲۸ Ni نیکل ۵۸.۶۹ | ۲۹ Cu مس ۶۳.۵۵ | ۳۰ Zn روی ۶۵.۳۹ | ۳۱ Ga گالیم ۶۹.۷۲ | ۳۲ Ge جرمانیم ۷۲.۶۴ | ۳۳ As آرسنیک ۷۴.۹۲ | ۳۴ Se سلنیم ۷۸.۹۶ | ۳۵ Br برم ۷۹.۹۰ | ۳۶ Kr کریپتون ۸۳.۸۰ |
| ۵ | ۳۷ Rb روبیوم ۸۵.۴۷ | ۳۸ Sr استرونسیم ۸۷.۶۲ | ۳۹ Y ایتروم ۸۸.۹۱ | ۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱.۲۲ | ۴۱ Nb نیوبیم ۹۲.۹۱ | ۴۲ Mo مولیبدن ۹۵.۹۴ | ۴۳ Tc تکنسیم - | ۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱.۰۱ | ۴۵ Rh رودیم ۱۰۱.۰۷ | ۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶.۴۲ | ۴۷ Ag نقره ۱۰۷.۸۶ | ۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲.۴۰ | ۴۹ In ایندیوم ۱۱۴.۸۰ | ۵۰ Sn سنگین ۱۱۸.۷۱ | ۵۱ Sb آنتیمن ۱۲۱.۷۵ | ۵۲ Te تلوریم ۱۲۷.۶۰ | ۵۳ I یود ۱۲۶.۹۰ | ۵۴ Xe کسین ۱۳۱.۲۹ |
| ۶ | ۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹ | ۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳ | ۵۷ Lu لوئیسیم ۱۷۵.۰۰ | ۵۸ Hf هافنیم ۱۷۸.۵ | ۵۹ Ta تانتالیم ۱۸۰.۹۰ | ۶۰ W تنگستن ۱۸۳.۸۰ | ۶۱ Re رنتیم ۱۸۶.۲۰ | ۶۲ Os اوسمیوم ۱۹۰.۲۰ | ۶۳ Ir ایریدیوم ۱۹۲.۲۲ | ۶۴ Pt پلاتین ۱۹۵.۰۸ | ۶۵ Au طلا ۱۹۷.۰۰ | ۶۶ Hg جیوه ۲۰۰.۵۹ | ۶۷ Tl تالیوم ۲۰۴.۳۸ | ۶۸ Pb سرب ۲۰۷.۲ | ۶۹ Bi بیسموت ۲۰۸.۰۰ | ۷۰ Po پولونیم [۲۰۹] | ۷۱ At استانتین [۲۱۰] | ۷۲ Rn رادون [۲۲۲] |
| ۷ | ۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳] | ۸۸ Ra رایتم [۲۲۶] | ۸۹ Lr لورانسیم [۲۶۱] | ۹۰ Rf رافرفوریم [۲۶۱] | ۹۱ Db دانبیم [۲۶۸] | ۹۲ Sg سیورگیم [۲۷۱] | ۹۳ Bh بهریم [۲۷۲] | ۹۴ Hs هاسیم [۲۷۷] | ۹۵ Mt مایتنیم [۲۷۶] | ۹۶ Ds داسمتیم [۲۸۱] | ۹۷ Rg روگنیم [۲۸۰] | ۹۸ Cn کونیگیم [۲۷۷] | ۹۹ Nh نیوهیم [۲۸۳] | ۱۰۰ Fl فلوریم [۲۸۹] | ۱۰۱ Mc مکسکویم [۲۸۸] | ۱۰۲ Lv لویوریم [۲۹۳] | ۱۰۳ Ts تسنه [۲۹۴] | ۱۰۴ Og اوگانسون [۲۹۴] |
| | ۵۷ La لانتانیم ۱۳۸.۹۰ | ۵۸ Ce سزیم ۱۴۰.۱۰ | ۵۹ Pr پراسئودیم ۱۴۰.۹۰ | ۶۰ Nd نئودیم ۱۴۴.۲۰ | ۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵] | ۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰.۰۰ | ۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲.۰۰ | ۶۴ Gd گادولیم ۱۵۷.۲۰ | ۶۵ Tb تربیم ۱۵۸.۹۰ | ۶۶ Dy دیسمیوم ۱۶۲.۵۰ | ۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴.۹۰ | ۶۸ Er اریم ۱۶۷.۲۰ | ۶۹ Tm تولیم ۱۶۸.۹۰ | ۷۰ Yb ایتروم ۱۷۳.۰۰ | | | | |
| | ۸۹ Ac اکتیوم [۲۲۷] | ۹۰ Th توریم ۲۳۲.۰۰ | ۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۰ | ۹۲ U اورانیم ۲۳۸.۰۰ | ۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷] | ۹۴ Pu پولونیم [۲۴۴] | ۹۵ Am امریسیم [۲۴۳] | ۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷] | ۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷] | ۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱] | ۹۹ Es ایشتنیم [۲۵۲] | ۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷] | ۱۰۱ Md مدلیوم [۲۵۸] | ۱۰۲ No نولیم [۲۵۹] | | | | |

محاسبه جرم اتمی:

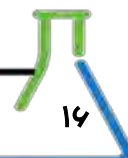
برای محاسبه جرم اتمی از مقیاس نسبی استفاده می‌کنیم. مقیاس یا واحد اندازه‌گیری جرم $\frac{1}{12}$ اتم کربن $^{12}_6\text{C}$ می‌باشد که به آن amu یا یکای جرم اتمی گویند. با تعریف جرم اتمی، دانشمندان جرم اتمی همه عناصر را نسبت به آن اندازه‌گیری کردند.

جرم اتمی میانگین:

با توجه به اینکه در نمونه طبیعی هر عنصر ایزوتوپ‌های با جرم متفاوت وجود دارد، باید جرم اتمی میانگین با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود. جرم دقیق اتم‌ها توسط طیف سنج جرمی اندازه‌گیری می‌شود.

$$\text{جرم میانگین} = \frac{M_1 X_1 + M_2 X_2 + \dots}{X_1 + X_2 + \dots}$$

X_1 : درصد (یا تعداد) ایزوتوپ ۱، X_2 : درصد (یا تعداد) ایزوتوپ ۲

**شمارش اتم‌ها و عدد آوودگادرو (N_A):**

در شیمی برای تعیین تعداد اتم‌ها یا ملکول‌ها، تعداد آن را در یک مول ذره محاسبه می‌کنند. در هر مول از یک ماده تعداد ذره برابر عدد 6.022×10^{23} می‌باشد.

**پرسش و تمرین:**

۲۲- با توجه به جدول تناوبی عناصر:

(آ) شماره دوره و گروه، عدد اتمی و عدد جرمی کلسیم (Ca) و سلنیم (Se) را مشخص کنید.

(ب) هلیم گازی با واکنش پذیری بسیار ناچیز است. پیش بینی کنید کدام یک از عناصر زیر رفتاری شبیه آن دارد؟

(آ) ${}_{18}\text{Ar}$ (ب) ${}_{6}\text{C}$ (پ) ${}_{16}\text{S}$

(پ) اتم کلر با فلزها یون Cl^- تشکیل می‌دهد. کدام یک از عنصرهای زیر یون شبیه کلر دارد؟

${}_{37}\text{Rb}$ یا ${}_{35}\text{Br}$

(ت) اتم آلومینیوم، یون پایدار Al^{3+} تشکیل می‌دهد. کدام یک از عنصرهای زیر یون شبیه آن تشکیل می‌دهد؟

${}_{39}\text{K}$ یا ${}_{31}\text{Ga}$

۲۳- دانشمندان جرم اتم را توسط دستگاه طیف سنج جرمی با دقت زیاد اندازه گیری کرده اند. حال اگر بدانید جرم

اتم هیدروژن برابر 1.66057×10^{-24} g است. حساب کنید در یک گرم از عنصر هیدروژن چند اتم وجود

دارد؟

۲۴- جدول زیر را کامل کنید.

| مقدار ماده (g) | مقدار مول | تعداد اتم‌ها |
|----------------|-----------|--------------|
| ۱۲g کربن | | |
| ۲۴g کربن | | |
| ۱g هیدروژن | | |
| ۲g هیدروژن | | |

۲۵- در یک سیم مسی به مقدار ۱۰۰ گرم فلز مس وجود دارد. ($\text{Cu} = 63/55 \text{ g/mol}$)
 (آ) مقدار مول مس را حساب کنید.

(ب) تعداد اتم های مس در آن چقدر است؟

۲۶- در یک لیوان آب ۲۸۰ گرم آب وجود دارد. ($\text{H} = 1, \text{O} = 16 \text{ g/mol}$)
 (آ) مقدار مول آب چقدر است؟

(ب) تعداد مولکول های آب را در آن حساب کنید.

۲۷- در یک ظرف گاز O_2 ، 3×10^{20} مولکول O_2 وجود دارد. ($\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$)
 (آ) مقدار مول O_2 را حساب کنید.

(ب) مقدار گرم O_2 چقدر است؟

۲۸- در یک ظرف 5×10^{-2} مول گاز CO_2 وجود دارد. ($\text{C} = 12, \text{O} = 16 \text{ g/mol}$)
 (آ) تعداد اتم های O را در این گاز حساب کنید.

(ب) مقدار گرم گاز CO_2 در ظرف چقدر است؟

۲۹- یک ظرف فلزی شامل ۹۲/۵٪ نقره و ۷/۵٪ مس است. در این آلیاژ به ازای هر اتم Cu چند اتم Ag وجود دارد؟ ($\text{Ag} = 108, \text{Cu} = 63/55 \text{ g/mol}$)

۳۰- در یک محلول سولفوریک اسید (H_2SO_4) ۴۹۰ گرم اسید وجود دارد. ($\text{H} = 1, \text{S} = 32, \text{O} = 16 \text{ g/mol}$)
 (آ) تعداد مول اسید را حساب کنید.

(ب) تعداد کل اتم ها در این مقدار اسید را محاسبه کنید.



پرسش چهار گزینه‌ای

۳۱- مجموع شمار اتم در ۴/۴ گرم گاز CO_2 به تقریب کدام است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16 \text{ g/mol}$) (سراسری)

(آ) 24×10^{23} (ب) $6/02 \times 10^{22}$ (پ) 18×10^{22} (ت) $26/5 \times 10^{23}$

۳۲- ۲۲ گرم گاز CO_2 در ظرفی ۲ لیتری است. در هر لیتر چند مولکول CO_2 موجود است؟ (سراسری)

(آ) $1/5 \times 10^{23}$ (ب) 3×10^{23} (پ) 6×10^{23} (ت) 12×10^{23}

۳۳- $2/408 \times 10^{22}$ عددا تم آهن، چند گرم وجود دارد؟ ($\text{Fe} = 56 \text{ g/mol}, N_A = 6/022 \times 10^{23}$) (سراسری)

(آ) ۱/۱۲ (ب) ۲/۲۴ (پ) ۱۱/۲ (ت) ۲۲/۴

۳۴- جرم $3/011 \times 10^{21}$ مولکول گاز کربن دی اکسید، چند گرم است؟ ($C = 12$, $O = 16$ g/mol) (سراسری)

(آ) $1/2$ (ب) $0/22$ (پ) $0/44$ (ت) $0/88$

۳۵- شمار مولکول‌های موجود در $4/4$ g کربن دی اکسید برابر با شمار مولکول‌های موجود در چند گرم آب است؟

(سراسری) ($H = 1$, $O = 16$, $C = 12$ g/mol)

(آ) $0/9$ (ب) 2 (پ) $1/8$ (ت) $1/6$

۳۶- 16 گرم از Fe_2O_3 شامل چه تعداد اتم آهن است؟ ($Fe = 56$, $O = 16$) (سراسری)

(آ) $6/022 \times 10^{23}$ (ب) $1/204 \times 10^{23}$ (پ) $1/806 \times 10^{23}$ (ت) $1/204 \times 10^{24}$



نور و طیف سنجش نوری

نور: شکلی از انرژی است که به صورت موج منتشر می‌شود. با استفاده از طیف سنج می‌توان نور را تجزیه کرد و رنگ‌های مختلفی را ایجاد کرد که شامل بی‌نهایت موج است. چشم ما می‌تواند گستره رنگ‌های قرمز تا بنفش را ببیند که به آن طیف مرئی می‌گویند. طول موج نور با انرژی آن رابطه عکس دارد برای نمونه انرژی نور آبی از قرمز بیشتر است. طول موج را با λ نمایش می‌دهند. از بین تمام امواج الکترومغناطیس خورشید فقط امواج مرئی قابل دیدن است و بقیه قابل دیدن نیستند.

نشر نور و طیف نشری خطی

تجربه نشان می‌دهد که فلزها و نمک فلزها رنگ شعله را تغییر می‌دهند. برای مثال نمک‌های سدیم رنگ زرد متمایل به نارنجی، فلز مس و نمک‌های آن رنگ سبز، لیتیم قرمز لاکه و کلسیم قرمز آجری می‌باشد. وقتی یک ترکیب شیمیایی در شعله قرار گیرد طول موج‌های نوری که تولید می‌شود، طیف نشری خطی نامیده می‌شود. طیف نشری را به صورت خطوط عمودی روی یک نوار افقی با طول موج نمایش می‌دهند.

کشف ساختار اتم

هر خط یا نوار رنگی در طیف نشری خطی عنصر یک طول موج و انرژی معینی دارد که مطالعه تعداد و جایگاه این خط‌ها، اطلاعاتی را از ساختار الکترونی اتم در اختیار ما می‌گذارد.

نیلز بور با مطالعه طیف نشری خطی اتم هیدروژن توانست یک مدل برای ساختار اتم هیدروژن ارائه کند. او هر خط طیفی را به یک انتقال الکترون بین ترازهای انرژی نسبت داد. انتقال الکترون از حالت پر انرژی‌تر به حالت کم انرژی‌تر نور منتشر می‌کند. هر اتم با آرایش الکترونی ویژه خود دارای انرژی معینی بوده و از پایداری ویژه‌ای برخوردار است که به آن حالت پایه می‌گویند.

حالت برانگیخته: با گرما یا تابش نور، می‌توان آرایش الکترونی را برای لحظه‌ای تغییر داد که به این شرایط اتم حالت برانگیخته گویند.

مدل کوانتومی اتم

برای توجیه طیف نشری عنصرها و چگونگی نشر آنها، ساختار لایه‌ای برای اتم در نظر می‌گیرند. این مدل برای اتم اطراف هسته تعدادی لایه در نظر می‌گیرد. شماره هر لایه را با n (عدد کوانتومی اصلی) نشان می‌دهند. در این مدل هسته در فضای کوچک و مرکز آن قرار دارد و الکترون در فضای بزرگ و در لایه‌ها توزیع می‌شود. الکترون‌ها در تمام نقاط لایه‌ها حضور دارند ولی احتمال حضور آن‌ها در یک محدوده بیشتر است. در هر لایه الکترون انرژی معینی دارد و با فاصله از هسته زیاد می‌شود. هر چه لایه‌ها به آخر نزدیک می‌شود انرژی آنها به هم نزدیک‌تر می‌شود. با گرما یا تابش در حالت گازی، الکترون‌های اتم با جذب انرژی از لایه‌ای به لایه دیگر جابه‌جا می‌شوند و بر اثر بازگشت الکترون به لایه قبلی، تابش گسیل می‌شود همان طیف نشری خطی عنصر است. چون هر اتم لایه‌های مخصوص به خود دارد، در نتیجه طیف نشری خطی نیز ویژه همان اتم است.

طیف نشری اتم هیدروژن در ناحیه مرئی: این قسمت از طیف هیدروژن در اثر بازگشت الکترون به لایه ۲ اتفاق می‌افتد. از انتقال الکترون از لایه ۶، ۵، ۴ و ۳ به لایه ۲، چهار خط طیفی با طول موج‌های ۴۱۰، ۴۳۴، ۴۸۶ و ۶۵۶ نانومتر ایجاد می‌شود. انرژی الکترون‌ها کوانتومی است. به این مفهوم که انرژی الکترون مقادیر معین و مشخص است و مانند پله‌های نردبان بین پله‌ها توقف ندارد، یعنی الکترون هنگام جابه‌جایی بین لایه‌ها محدودیت‌های مشابهی مانند پله‌های نردبان دارد. به این مدل، مدل کوانتومی اتم گویند.

آرایش الکترونی اتم

اتم در اطراف هسته دارای چند لایه می‌باشد که تا لایه هفتم آن در عناصر جدول تناوبی پر می‌شود. تعداد الکترون در هر لایه مقدار مشخصی می‌باشد و هر لایه از چند زیر لایه تشکیل می‌شود. زیر لایه‌های اتم شامل موارد زیر است.

| | | | | | |
|---------------|----|----|---|---|----------------------|
| تعداد الکترون | ۱۴ | ۱۰ | ۶ | ۲ | حداکثر تعداد الکترون |
| | f | d | p | s | زیر لایه |

تعداد الکترون هر لایه با توجه به عدد کوانتومی n (شماره لایه) برابر

$2n^2$ می‌باشد. پر شدن الکترون در اتم طبق اصل آفبا (واژه آلمانی به

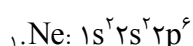
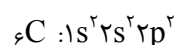
معنی ساختن یا افزایش گام به گام) صورت می‌گیرد که می‌تواند به طور کلی به صورت فرمول زیر باشد، در نهایت برای ۷ لایه الکترونی به ترتیب زیر است.

$$ns^2 (n-2)f^{14} (n-1)d^{10} np^6$$

$$\forall n \quad n \geq 6 \quad n \geq 4 \quad n \geq 2$$

$$1s / 2s \ 2p / 3s \ 3p / 3s \ 3p / 4s \ 3d \ 4p / 5s \ 4d \ 5p / 6s \ 4f \ 5d \ 6p / 7s \ 5f \ 6d \ 7p$$

برای مثال آرایش الکترونی چند اتم به صورت زیر است:



در رسم آرایش الکترونی به روش فشرده یا خلاصه، از یک گاز نجیب کوچک‌تر از عدد اتمی عنصر برای رسم آرایش الکترونی آن استفاده می‌شود، یعنی گاز نجیب کوچکتر را داخل کروشه نوشته و ادامه آرایش الکترونی بعد از گاز نجیب نوشته می‌شود. مثال:



دسته بندی عناصر

عناصر را براساس زیر لایه در حال پر شدن آنها به چهار دسته تقسیم می‌کنیم:

آ) عنصرهای دسته s که در آنها زیر لایه s در حال پر شدن است و شامل عنصرهای گروه ۱ و ۲ می‌شود. مانند: ${}_{12}\text{Mg}$



ب) عنصرهای دسته p که شامل گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ می‌باشد.

پ) عنصرهای دسته d که شامل گروه‌های ۳ تا ۱۲ می‌باشد که عناصر واسطه نام دارد.

ت) عنصرهای دسته f که شامل دو ردیف ۱۴ عنصری می‌باشد.



پرسش و تمرین

۳۷- دانشمندان چگونه عناصر سازنده یک ستاره را تشخیص می‌دهند.

۳۸- رنگ یک نمک روی شعله مربوط به کدام جز آن می‌باشد؟ توضیح دهید.

۳۹- طیف نشری خطی یک عنصر چگونه به وجود می‌آید؟

۴۰- چرا طیف نشری خطی هر عنصر مانند خط نماد یک کالا می‌باشد؟

۴۱- حالت برانگیخته را تعریف کنید.

۴۲- انرژی الکترون با فاصله از هسته اتم چه تغییری می‌کند؟

۴۳- تفاوت لایه‌های انرژی با دور شدن از هسته چه تغییری می‌کند؟

۴۴- طیف مرئی نشری اتم هیدروژن حاصل کدام انتقال‌های الکترونی می‌باشد؟

۴۵- کوانتومی بودن انرژی الکترون در اتم را توضیح دهید.