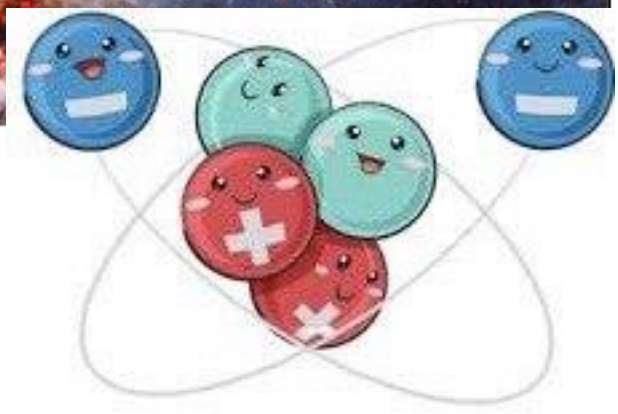
شیمی ۱



استاد: دکتر حسن پلوئی

نظریه مهبانگ (Big Bang) در پیدایش کیهان

مورد قبول‌ترین نظریه در مورد پیدایش عالم نظریه مهبانگ است که طبق آن همه مکان -زمان و نیز انرژی لازم جهت ساخت جهان در نقطه بسیار کوچک متمرکز بوده که به دلایلی نامعلوم انفجار بزرگی به نام مهبانگ روی داده و جهان کنونی در چندین مرحله ایجاد شده است.

- ✓ **مرحله ۱:** در کسری از ثانیه مهبانگ انجام شده و انرژی آزاد می شود. دمای اولیه کیهان بسیار بالا بوده است که با سرد شدن آن به تدریج ذرات زیر اتمی یعنی الکترون، پروتون و نوترون به وجود می آیند.
- ✓ **مرحله ۲:** ذرات ریز اتمی کنار یکدیگر قرار گرفته و عناصر سبک یعنی هیدروژن و تا حدی هلیم تولید می شوند.
- ✓ **مرحله ۳:** با کاهش مداوم دما، ابرهای گازی از هیدروژن و هلیم، «سحابی» ایجاد می‌کنند.
- ✓ **مرحله ۴:** سحابی متراکم شده و به تدریج ستارگان ایجاد می‌شوند که دمای بالای آنها باعث تبدیل هیدروژن به هلیوم میشود که طی این فرآیند هسته‌ای، با تبدیل عنصرهای سبک‌تر به سنگین‌تر انرژی بسیار زیادی به دلیل تبدیل ماده به انرژی آزاد می‌شود که طبق رابطه انیشتین یعنی $E = m.c^2$ قابل محاسبه است.

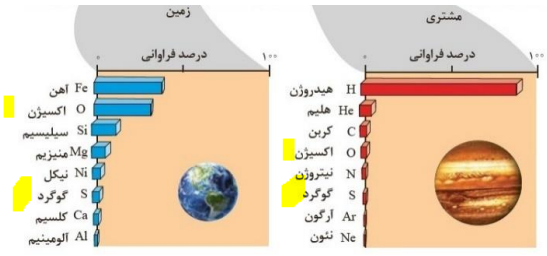
در خورشید در اثر تبدیل هیدروژن به هلیم، در هر ثانیه ۵ میلیارد کیلوگرم از جرم آن کاسته شده و تبدیل به انرژی می شود.

هیدروژن ← هلیم ← عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ...

این انرژی بسیار بیشتر از انرژی حاصل از واکنش های شیمیایی انجام شده در زمین می‌باشد.

با افزایش دمای ستاره به تدریج عناصر سبکی مانند لیتیم و کربن و در ادامه عناصر سنگین تر مانند آهن و طلا تولید می شود.

- ✓ **مرحله ۵:** با کاهش مقدار هیدروژن ستاره، معمولاً انفجار ستاره رخ داده و عناصر موجود در آن در فضا پخش شده و این عناصر پایه‌گذار تشکیل سیارات و ستارگان دیگر خواهند بود.



سیارات را می‌توان با توجه به نوع و فراوانی عناصر آنها به دو دسته سیارات سنگی (زمین) و گازی (مشتری) تقسیم کرد:

در بین ۸ عنصر فراوان دو سیاره زمین و مشتری :

۱- از نظر فراوانی: زمین : $Fe > O > Si$

مشتری : $H > He > C$

۲- دو عنصر O و S در هر دو سیاره مشترک هستند .

۳- در مشتری عنصر فلزی وجود ندارد و ۸ عنصر فراوان آن نافلزند ولی ۵ عنصر از ۸ عنصر فراوان در زمین فلز هستند.

Dr. Hasan Palvei

فضاپیمای ویجر ۱ و ۲

یکی از روش های شناخت نوع عناصر سازنده و ترکیب های شیمیایی اتمسفر و ترکیب درصد این مواد در سیارات سامانه خورشیدی ارسال فضاپیما به فضا می باشد. دو فضاپیمای ویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ به فضا پرتاب شده و اطلاعات زیادی از موارد ذکر شده حاصل آنالیز داده‌های این دو فضاپیما هستند که در حال حاضر از سامانه خورشیدی خارج شده‌اند. این دو فضاپیما نقش بسزایی در تعیین نقشه فیزیکی و شیمیایی چهار سیاره مشتری، زحل، اورانوس و نپتون داشتند.

رابطه انیشتین :

آلبرت انیشتین برای محاسبه انرژی تولید شده در واکنش های هسته ای رابطه $E = m.c^2$ را ارائه کرد.

m : جرم ناپدید شده بر حسب کیلوگرم c : سرعت نور $\left(۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$

E : انرژی آزاد شده بر حسب ژول

مثال: در خورشید در هر ثانیه ۵ میلیون تن از جرم آن به دلیل فرآیندهای هسته ای به انرژی تبدیل می‌شود. مقدار انرژی آزاد شده طی این فرایند در هر ثانیه چند ژول می‌باشد؟

تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

- نظریه مهبانگ تنها نظریه در مورد تشکیل جهان بوده و طبق آن جهان کنونی از انفجار نقطه‌ای بسیار کوچک و تراکم انرژی بسیار زیاد تولید شده است.
- ستارگان زادگاه تولید ذرات زیر اتمی و عناصر می باشند.
- سحابی‌ها زادگاه تولد ستارگان هستند.
- هر چه دمای ستاره‌ای بیشتر باشد شرایط برای ایجاد عناصر سنگینی مانند آهن و طلا فراهم‌تر است.
- نخستین عنصر تولید شده در جهان هیدروژن می‌باشد که بلافاصله بعد از مهبانگ تولید شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

۱) فراوان ترین عناصر سیاره مشتری و ستارگان جوان، هیدروژن و هلیم می‌باشد

۲) سیاره مشتری و زمین دارای دو عنصر مشترک می باشند.

۳) ترتیب فراوانی عناصر در کره زمین $Fe > O > Si$ می باشد.

۴) از جمله اهداف ارسال وویجر تهیه شناسنامه فیزیکی و شیمیایی چهار سیاره سامانه خورشیدی بوده است.

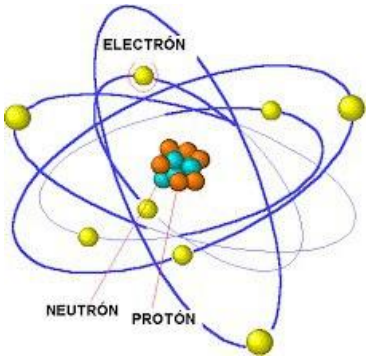
تست ۳: در اثر تبدیل ۱ عدد نوترون به انرژی، تقریبا چند ژول انرژی آزاد می شود؟

(جرم یک نوترون $۱/۷ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم است)

۱) $۱/۵ \times ۱۰^{-۷}$ ۲) $۱/۵ \times ۱۰^{-۱۰}$ ۳) $۴/۵ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۴) $۴/۵ \times ۱۰^{-۱۶}$

Dr. Hasan Palouei

ذرات زیر اتمی (بنیادی)



اتم از ذرات ریز تر یا زیر اتمی ساخته شده است که سه ذره مهم شامل الکترون، پروتون و نوترون می‌باشند.

✓ **پروتون** $\left({}^{1}_{+1}p\right)$: بار الکتریکی نسبی $+1$ و جرم نسبی 1 داشته و در هسته اتم قرار دارد. چنانچه در اتم تعداد آن تغییر کند، عنصری با خواص متفاوت ایجاد می‌شود.

✓ **نوترون** $\left({}^{1}_{0}n\right)$: بارالکتریکی نسبی 0 و جرم نسبی 1 داشته و در هسته اتم قرار دارد. چنانچه در اتم فقط تعداد آن تغییر کند، عنصر عوض نمی‌شود بلکه تبدیل به ایزوتوپ به همان عنصر می‌شود.

✓ **الکترون** $\left({}^{0}_{-1}e\right)$: بار الکتریکی نسبی -1 و جرم نسبی تقریبا 0 داشته و در لایه هایی با انرژی مشخص اطراف هسته حرکت می‌کند. چنانچه در اتم فقط تعداد آن تغییر کند، عنصر عوض نمی شود بلکه تبدیل به یون همان عنصر می‌شود.

نکته:

۱- در فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی، فقط امکان کم یا زیاد شدن تعداد الکترون‌ها وجود دارد.

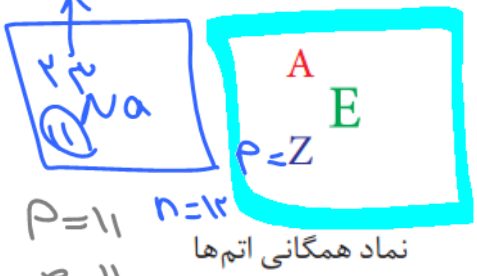
۲- در اتم خنثی تعداد e با تعداد p برابر است.

$$\text{بار} = p - e$$

- یون مثبت به تعداد بار مثبت، الکترون از دست داده است، یعنی به تعداد بار مثبت الکترون کمتر از پروتون است.
- یون منفی به تعداد بار منفی، الکترون گرفته است، یعنی به تعداد بار منفی، الکترون بیشتر از پروتون دارد.

۳- در اتم خنثی و یون‌ها تعداد نوترون بزرگتر یا برابر با تعداد پروتون می‌باشد غیر از هیدروژن سبک و یون آن.

$$n \geq p$$



نماد همگانی اتم‌ها

عدد اتمی (Z) : به تعداد پروتون‌های اتم عدد اتمی نیز می‌گویند. $z = p$

عدد جرمی (A) : به مجموع تعداد پروتون و نوترون اتم عدد جرمی می‌گویند.

$$A = p + n$$

بنابراین ${}^{56}_{26}Fe$ به این معناست که عنصر آهن دارای ۲۶ پروتون و در نتیجه چون خنثی است، ۲۶ الکترون بوده و عدد جرمی آن ۵۶ می‌باشد و به عبارتی تعداد نوترون آن $56 - 26 = 30$ می‌باشد.

مثال۱ : تعداد ذرات زیراتمی در گونه‌های زیر را مشخص کنید:

الف) ${}^{14}_{7}N^{3-}$:

ب) ${}^{56}_{26}Fe^{2+}$:

پ) ${}^{39}_{19}K^{+}$:

مثال۲: یون فسفید دارای ۱۵ پروتون، ۱۶ نوترون و ۱۸ الکترون می‌باشد. نماد شیمیایی آن را بنویسید.

تست ۱: در $^{45}_{x}x$ تفاوت تعداد پروتون و نوترون برابر با ۳ است. عدد اتمی آن چند است؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۴ ۴) ۲۵

تست ۲: تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در $^{45}_{x}x^{2+}$ برابر ۵ می‌باشد. این یون مجموعا چند ذره باردار دارد؟

۱) ۳۹ ۲) ۴۰ ۳) ۴۱ ۴) ۴۲

تست ۳: کدام گونه بیشترین تعداد ذرات زیراتمی را داراست؟

۱) $^{40}_{20}Ca^{2+}$ ۲) $^{37}_{17}Cl^{-}$

۳) $^{32}_{16}S^{2-}$ ۴) $^{43}_{21}Sc^{3+}$

تست ۴: در اتم A تعداد نوترون‌ها ۱٫۲۵ برابر تعداد الکترون‌ها است و با گرفتن دو الکترون با $^{40}_{18}Ar$ هم الکترون‌می‌شود. مجموع تعداد ذرات زیراتمی در A^{2-} چند است؟

۱) ۵۲ ۲) ۵۰ ۳) ۵۴ ۴) ۵۶

تست ۵: اگر به یک اتم $^{24}_{12}Mg$ دو پروتون اضافه شود، به ..... تبدیل می‌شود.

۱) $^{26}_{14}Mg$ ۲) $^{26}_{14}Mg^{2+}$

۳) $^{26}_{14}x$ ۴) $^{26}_{14}x^{2+}$

تعداد ذرات زیراتمی در گونه‌های با بیش از یک اتم:

مثال: تعداد الکترون، پروتون و نوترون را در گونه‌های زیر مشخص کنید.

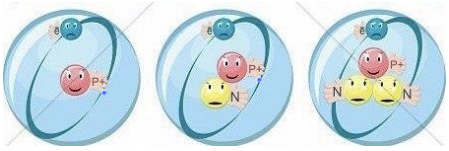
الف) CO:

ب) CO_2:

پ) $C_2O_4^{2-}$

Dr. Hasan Palouei

ایزوتوپ (هم مکان)

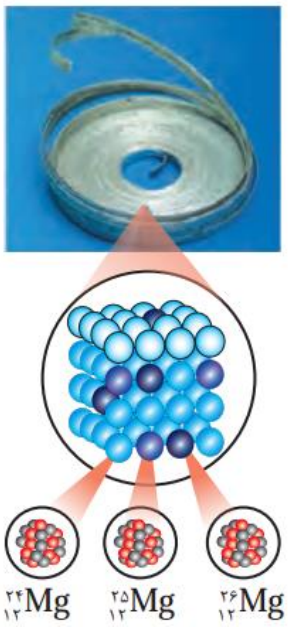


اتم‌هایی از یک عنصر که عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارند.

به عبارتی تعداد پروتون یکسان اما تعداد نوترون متفاوت دارند.

۱- چون تفاوت در تعداد نوترون‌ها روی خواص شیمیایی اتم تاثیری ندارد، بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان اما برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم آنها متفاوت است (چگالی و دمای ذوب و جوش)

۲- ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی در جدول دوره‌ای عناصر در یک مکان قرار می‌گیرند.



به عنوان مثال عنصر منیزیم دارای سه ایزوتوپ طبیعی $^{24}_{12}Mg$ ، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ می‌باشد که همگی در خانه شماره ۱۲ جدول قرار می‌گیرند.

۳- **درصد فراوانی** یک ایزوتوپ نشان دهنده تعداد آن به ازای ۱۰۰ اتم عنصر مورد نظر در طبیعت است.

درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر متفاوت است. معمولا ایزوتوپ سبک‌تر درصد فراوانی بیشتر دارد. قطعا هر چه ایزوتوپی فراوان‌تر باشد، پایداری آن بیشتر است.

به عنوان مثال عنصر هیدروژن سه ایزوتوپ طبیعی دارد که ترتیب فراوانی و پایداری آنها به این ترتیب می‌باشد: $^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H$

● هنگام عکس‌برداری از دندان‌ها در رادیولوژی باید با استفاده از پوشش‌های سربی از غده تیروئید در برابر پرتوهای پرانرژی و خطرناک محافظت کرد.

۴- بسیاری از ایزوتوپ‌ها هسته ناپایدار داشته و بر اثر واکنش‌های فروپاشی هسته‌ای با آزاد کردن ذره‌های پرانرژی و انرژی تبدیل به اتمی پایدار می شوند. (**رادیوایزوتوپ**)

۵- اغلب هسته‌هایی که نسبت نوترون به پروتون در آنها بزرگتر یا مساوی با ۱,۵ است ناپایدار بوده و «**رادیو ایزوتوپ**» می‌باشند: احتمالا رادیو ایزوتوپ $\rightarrow \frac{n}{p} \geq 1/5$

۶- **نیم‌عمر**: مدت زمانی که طول می‌کشد تا نصف هسته‌های پرتوزا واپاشیده شده و نصف دیگر دست نخورده بمانند را «نیم‌عمر» اتم رادیو ایزوتوپ گویند.

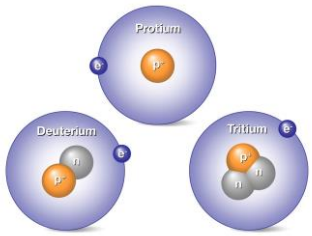
به عنوان مثال $^{3}_{1}H$ رادیو ایزوتوپ می‌باشد و نیم‌عمر آن ۱۲ سال است، یعنی اگر ۱۰۰ گرم از آن را در نظر بگیریم بعد از ۱۲ سال، ۵۰ گرم آن واپاشیده شده و ۵۰ گرم آن دست‌نخورده می‌ماند. بنابراین بعد از ۱۲ سال دیگر (کلا ۲۴ سال) ۲۵ گرم از آن دست نخورده می‌ماند و ...

۷- هر چه نیم‌عمر رادیو ایزوتوپی بیشتر باشد، در مدت زمان طولانی‌تری از بین می‌رود و در نتیجه پایدارتر است.

Dr. Hasan Palouei

۸- عنصر هیدروژن دارای هفت ایزوتوپ است:

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



الف) سه ایزوتوپ سبک‌تر طبیعی هستند $({}^{1}H\ ,\ {}^{2}H\ ,\ {}^{3}H)$

ب) دو ایزوتوپ اول پایدارند اما ایزوتوپ سوم $({}^{3}H)$ رادیو ایزوتوپ بوده و نیمه‌عمر آن ۱۲,۳ سال می‌باشد.

پ) چهار ایزوتوپ دیگر ساختگی بوده و در طبیعت وجود نداشته و نیم عمر آنها بسیار کوتاه (حدود $۱۰^{-۲۲}$ ثانیه) می‌باشد.

ت) ترتیب پایداری ایزوتوپ های هیدروژن:

$${}_{1}^{1}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$$

ساختگی — رادیو ایزوتوپ

۹- درصد ایزوتوپ های مطرح شده در کتاب درسی و مقایسه فراوانی آنها:

الف) عنصر منیزیم دارای سه ایزوتوپ طبیعی ${}_{12}^{24}Mg < {}_{12}^{25}Mg < {}_{12}^{26}Mg$ می‌باشد.

ب) عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ طبیعی ${}_{3}^{6}Li > {}_{3}^{7}Li$ می‌باشد:

پ) عنصر کلر دارای دو ایزوتوپ طبیعی ${}_{17}^{35}Cl < {}_{17}^{37}Cl$ می‌باشد.

ت) عنصر هیدروژن دارای سه ایزوتوپ طبیعی: ${}_{1}^{1}H < {}_{1}^{2}H < {}_{1}^{3}H$ می‌باشد.

۱۰- سبک‌ترین ایزوتوپ هیدروژن یعنی ${}_{1}^{1}H$ تنها اتمی است که فاقد نوترون است.

۱۱- از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶ عنصر دیگر ساختگی می باشند و در واکنشگاه (رآکتور) هسته‌ای ساخته می‌شوند. در ضمن بسیاری از ایزوتوپ‌های ۹۲ عنصری که در طبیعت یافت می‌شوند نیز بطور ساختگی تولید می‌شوند و در طبیعت وجود ندارند.

تست ۱: کدامیک از اتم ${}_{n-3}^{m}A$ ، ${}_{n+2}^{m'}B$ ، ${}_{n+3}^{m+3}C$ و ${}_{n-2}^{m'}D$ هم‌مکان هستند؟

۱) A و B ۲) B و D ۳) A و D ۴) A و C

تست ۲: چند مورد از عبارات زیر درست است؟

- هسته همه رادیو ایزوتوپ ها ناپایدار بوده و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.
- درصد فراوانی ${}_{1}^{3}H$ در طبیعت ناچیز و بعد از حدود ۲۴ سال ۷۵٪ آن متلاشی می‌شود.
- هر چه درصد فراوانی ایزوتوپی در طبیعت بیشتر باشد، نیم‌عمر آن بیشتر است.

- اغلب هسته‌های که نسبت پروتون به نوترون آنها برابر یا بزرگتر تر ۱,۵ است پرتوزا هستند.
- فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر دو عنصر منیزیم و لیتیم بیشتر از ایزوتوپ های دیگر آنهاست.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۳: کدام گزینه در مورد ایزوتوپ های هیدروژن نادرست است؟

۱) دارای چهار ایزوتوپ ساختگی است که پایدارترین آنها $_{1}^{5}H$ است.

۲) هفت ایزوتوپ دارد که دو ایزوتوپ غیر پرتوزا می‌باشند.

۳) ایزوتوپی که تعداد ذرات زیراتمی در آن برابر است، فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن می‌باشد.

۴) نیم‌عمر ایزوتوپی که تعداد نوترون آن دو برابر پروتون است حدود ۱۲ سال می‌باشد.

تست ۴: ایزوتوپ‌های یک عنصر در چه تعداد از موارد زیر حتما شباهت دارند؟

دمای ذوب – مکان آن ها در جدول دوره‌ای – عدد جرمی – واکنش‌پذیری – چگالی – مجموع شمار ذرات زیراتمی – مجموع شمار ذرات باردار – خواص فیزیکی ترکیبات آنها

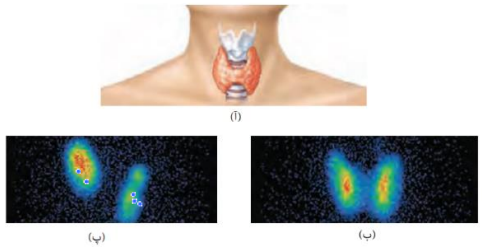
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

تکنسیم $(_{43}^{99}Tc)$ رادیوایزوتوپی ساختگی

۱- نخستین عنصری که در واکنشگاه (رآکتور) هسته‌ای توسط انسان ساخته شد.

۲- همه تکنسیم موجود در جهان باید به طور مصنوعی و از واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود.

۳- این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد دارد. از جمله در تصویربرداری غده تیروئید. زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی $_{43}^{99}Tc$ است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یون یدید ، یون تکنسیم را نیز جذب می‌کند. چون یون تکنسیم از خود پرتو خارج می‌کند، امکان تصویربرداری از این غده فراهم می‌شود.



شکل ۴ـ آ) غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

۴- به دلیل نیم‌عمر کوتاه این رادیو ایزوتوپ ، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

تست: چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد $_{43}^{99}Tc$ درست است؟

آ – نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد و در تصویربرداری پزشکی کاربرد دارد.

ب- اندازه آن مشابه یون یدید (I^-) است در نتیجه توسط غده تیروئید جذب می‌شود.

پ- به دلیل پرتوزا بودن، با جذب یون آن توسط غده تیروئید امکان تصویربرداری از این غده فراهم می‌شود

ت- همه تکنسیم موجود در جهان به طور ساختگی تولید شده و می‌توان مقدار زیادی از این عنصر را نگهداری و انبار کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hasan Palvei

اورانیوم ^{92}U

۱- اورانیوم سنگین‌تری عنصری است که به طور طبیعی در زمین وجود دارد. به عبارتی همه عناصر با عدد اتمی بیشتر از ۹۲ به طور ساختگی تولید شده و در طبیعت وجود ندارند. (عناصر ۹۳ تا ۱۱۸)

۲- این عنصر شناخته شده ترین فلز پرتوزا است و دارای چند ایزوتوپ می‌باشد که از رادیو ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ به عنوان سوخت هسته‌ای در رآکتورهای اتمی برای تولید برق و نیز بمب اتمی استفاده می‌شود.

۳- در یک مخلوط طبیعی کمتر از ۰,۷ درصد از اتم‌های اورانیوم را $^{235}_{92}U$ می‌دهد. به فرآیندی که درصد اورانیوم ۲۳۵ را افزایش می‌دهند، «غنی‌سازی ایزوتوپی» می‌گویند که فقط در ده کشور جهان از جمله ایران انجام می‌شود.

۴- پسماند رآکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و در نتیجه دفع پسماند آنها چالش‌براگیز است.

تست: کدام گزینه درست است؟

۱) کمتر از ۷ درصد از اورانیوم طبیعت را اورانیوم ۲۳۵ تشکیل می‌دهد.

۲) به افزایش درصد اتم‌های اورانیوم، غنی‌سازی ایزوتوپی گویند.

۳) از همه ایزوتوپ های اورانیوم می‌توان برای تولید برق و ساخت بمب اتمی استفاده کرد.

۴) حدود ۷۸٪ عناصر شناخته شده تا کنون، در طبیعت یافت می‌شوند.

رادیو ایزوتوپ

دیگر کاربردهای رادیو ایزوتوپ ها

با وجودیکه رادیوایزوتوپ‌ها خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، انسان را موفق به مهار و استفاده از آنها کرده است.

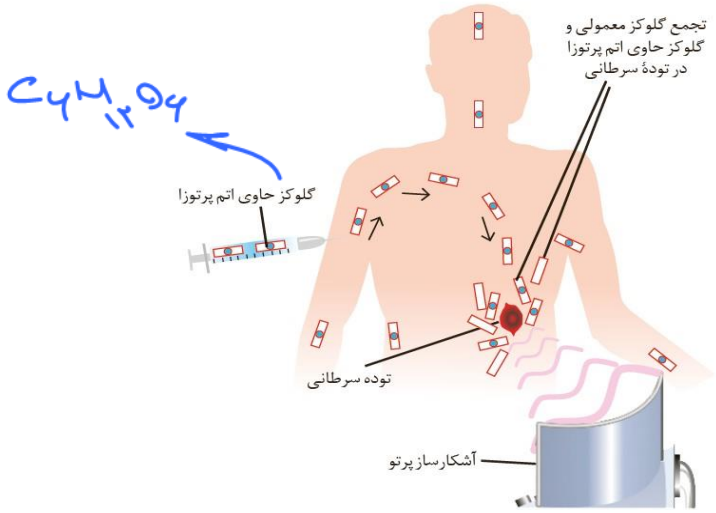
۱- علاوه بر استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها در رآکتور هسته‌ای برای تولید برق، از آنها در پزشکی، کشاورزی و ..... نیز کمک گرفته می‌شود.

۲- از ^{59}Fe به عنوان یک رادیوایزوتوپ در تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود.

۳- رادیوایزوتوپ‌های مس (cu) نیز کاربردهای گوناگونی دارند.

۴- از جمله موارد استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها، تشخیص توده‌های سرطانی به کمک گلوکز نشان‌دار می‌باشد. (مولکول گلوکزی که حاوی اتم پرتوزاست). می‌دانیم که توده‌های سرطانی به دلیل رشد سریع نیازمند برداشت گلوکز زیاد هستند.

با تزریق گلوکز نشان‌دار به بدن فرد و برداشت زیاد گلوکز توسط توده‌های سرطانی، می‌توان به کمک «آشکارساز پرتو» ، محل و اندازه توده سرطانی را تشخیص داد.



۵- رادیوایزوتوپ‌ها علاوه بر کاربرد تشخیصی در پزشکی، کاربرد درمانی نیز دارند و می‌توان برای از بین بردن توده‌های سرطانی و ... از آنها بهره گرفت.

۶- مقادیر بسیار کمی مواد پرتوزا در محیط اطراف ما وجود دارند. از جمله گاز رادون که در لایه‌های زیرین زمین در واکنش‌های هسته‌ای تولید شده و به تدریج به سطح زمین می‌رسند.

۷- دود سیگار و قلیان مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارند. در نتیجه اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند سیگاری هستند.

۸- رادیوایزوتوپ‌های تکنسیم و فسفر از جمله رادیوایزوتوپ‌هایی هستند که در ایران نیز تولید می‌شوند.

Dr. Hasan Poloei

تست ۱: در میان مطالب زیر چند مورد نادرست است؟

آ- از ایزوتوپ های پایدار ^{59}Fe و ^{99}Tc برای تصویربرداری در پزشکی استفاده می‌شود.

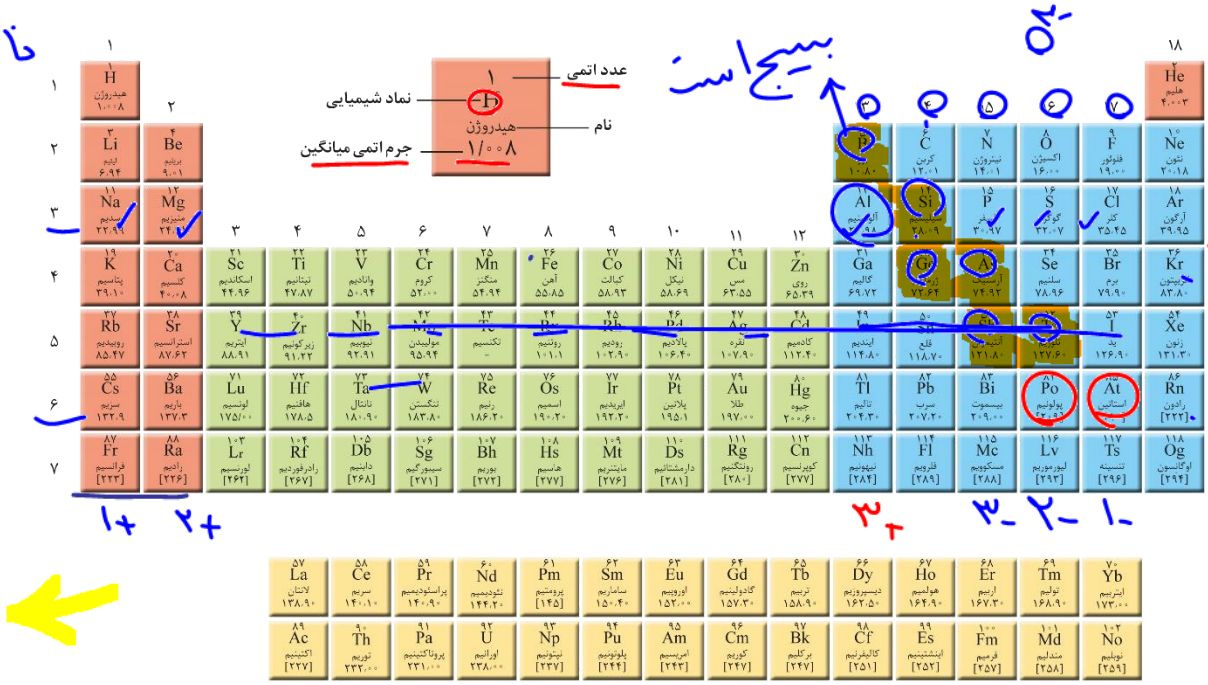
ب- با تزریق گلوکز نشان‌دار، توده‌های سرطانی فقط این نوع گلوکز را جذب کرده و تصویر توده سرطانی توسط آشکارساز پرتو جذب می‌شود.

پ- گلوکز نشان‌دار، گلوکزی است که همه اتم‌های آن پرتوزا می‌باشد.

ت- رادیوایزوتوپ‌های فسفر، تکنسیم و اورانیوم در ایران به طور ساختگی تولید می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

جدول دوره ای عنصرها



۱- در این جدول عنصرها بر اساس افزایش «عدد اتمی» مرتب شده‌اند. (۱ تا ۱۱۸)

۲- اساس این جدول توسط مندلیف پایه‌گذاری شد و سپس توسط «اتحادیه شیمی محض و کاربردی» یعنی آیوپاک $(IUPAC)$ ، به شکل امروزی ارائه شد.

۳- این جدول شامل ۱۸ گروه یا ستون یا خانواده و ۷ دوره تناوب یا ردیف می‌باشد که همه ۱۱۸ عنصر طبیعی و ساختگی را در خود جای داده است.

۴- با پیدایش هر دوره، خواص عنصرها به طور تقریبا مشابه از چپ به راست تکرار می‌شود. (علت نامگذاری به جدول دوره‌ای)

۵- خواص عناصر یک دوره شباهت چندانی با یکدیگر ندارند (غیر از تعداد لایه برابر) و از یک فلز شروع شده و به نافلزات و گاز نجیب ختم می‌شوند.

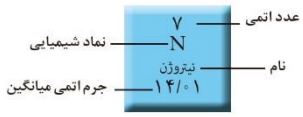
۶- عناصری که در یک گروه قرار دارند، خواصی بسیار شبیه یکدیگر دارند.

Dr. Hasan Palouei

۷- هر خانه به یک عنصر با همه ایزوتوپ های آن تعلق دارد و برخی اطلاعات شیمیایی عنصر شامل نماد شیمیایی، عدد اتمی، نام و جرم اتمی میانگین آن است. عدد اتمی هر عنصر بالای نماد آن عنصر نوشته می‌شود که شماره خانه عنصر نیز نامیده می‌شود.

۸- با کمک جدول دوره‌ای می‌توان به اطلاعات عنصر سریع و آسان دسترسی پیدا کرد و نیز پیش‌بینی رفتار عناصر گوناگون را انجام داد.

۹- گروه یک، فلزات قلیایی نامیده می‌شوند که تولید کاتیون ۱+ می‌نمایند.



گروه دو، فلزات قلیایی خاکی نامیده می‌شوند که تولید کاتیون ۲+ می نمایند.

گروه هفده: هالوژن‌ها (نمک‌ساز) که تولید آنیون ۱- می‌نمایند.

گروه هجده: گازهای نجیب یا بی‌اثر نامیده می‌شوند که امکان تولید یون و واکنش چندانی ندارند.

۱۰- نماد شیمیایی هر عنصر یک یا دو حرفی است : H ، Na

۱۱- برای سرعت عمل بیشتر در تست، بهتر است نام، نماد و عدد اتمی ۳۶ عنصر اول حفظ شود.

ضمنا برای حفظ گروه‌های اصلی و عناصر واسطه دوره چهارم، می‌توان از رمزهای زیر کمک گرفت.

خود را بیازمایید

۱ـ با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم ($_{13}Al$)، کلسیم ($_{20}Ca$)، منگنز ($_{25}Mn$) و سلنیم ($_{34}Se$) را تعیین کنید.

۲ـ هلیم ($_{2}He$)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش‌شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

آ) $_{18}Ar$ ب) $_{6}C$ پ) $_{16}S$

۳ـ اتم فلوئور($_{9}F$) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

آ) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$ پ) $_{15}P$

۴ـ از اتم آلومینیم($_{13}Al$)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

آ) $_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ پ) $_{7}N$

تست: کدام گزینه در مورد جدول دوره‌ای عنصرها درست است؟

۱) بر اساس افزایش عدد اتمی مرتب شده و اطلاعاتی از جمله عدد جرمی هر عنصر را در بردارد.

۲) خواص عنصرهایی که در یک دوره قرار دارند تقریبا مشابه یکدیگر است.

۳) هر خانه در آن متعلق به یک عنصر و ایزوتوپ های آن است.

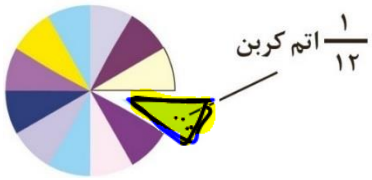
۴) با اطلاعات موجود در هر خانه، می‌توان عدد اتمی، نماد شیمیایی و جرم مولی ایزوتوپ‌های آن را کسب کرد.

Dr. Hasan Palvei

یکای جرم اتمی عناصر amu و جرم اتمی

همان‌گونه که برای بیان و مقایسه جرم مواد، یکاهایی مانند گرم، کیلوگرم، تن و ... تعریف شده‌اند، برای جرم ذرات زیراتمی، اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها می‌توان یکایی به نام amu تعریف کرد و جرم نسبی این ذرات بسیار سبک را با آن بیان کرد.

واحد جرم اتمی یا *amu* :



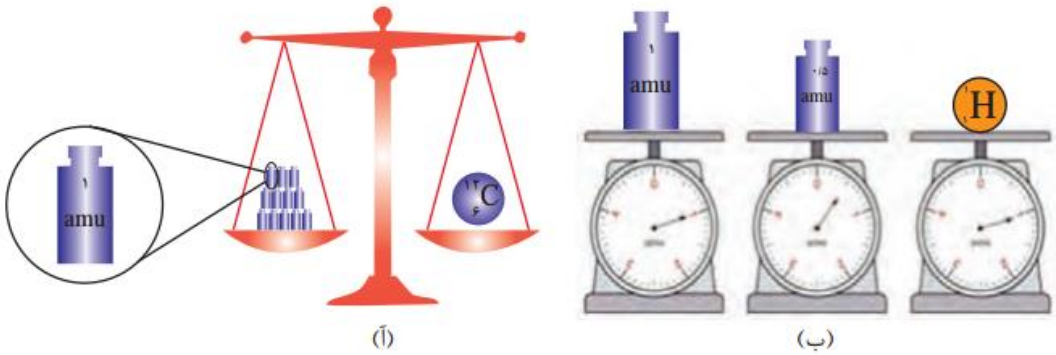
تعریف: $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ۱۲ را «واحد جرم اتمی» در نظر می‌گیرند.

واحد جرم اتمی یا $atomic\ mass\ unit$ را به طور مخفف با amu یا U نیز بیان می‌شود که نام دیگر آن «واحد کربنی» است.

جرم اتمی :

منظور از «جرم اتمی» اتم‌ها، مقایسه جرم اتم مورد نظر با amu ۱ می‌باشد.

به عنوان مثال جرم اتمی اتم $^{7}_{3}Li$ را می‌توان حدود amu ۷ یا u ۷ در نظر گرفت. به این معنی که ۱ اتم

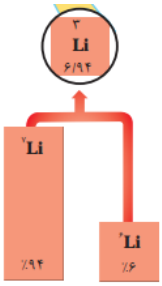


شکل ۱۰ـ آ) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن ـ۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱ amu می‌نامند؛ به‌این ترتیب مقیاسی به‌دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن ـ۱۲، اتم هیدروژن قرار گیرد، جرم ۱/۰۰۸ amu به دست می‌آید.

● یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با ۱/۰۰۸ amu یا ۱/۰۰۸ u است.

$^{7}_{3}Li$ حدودا ۷ برابر واحد کربنی جرم دارد. و نیز جرم اتمی ایزوتوپ دیگر لیتیم حدود ۶ amu است هرچند جرم اتمی میانگین Li در جدول دوره‌ای ۶/۹۴ است که در جدول دوره ای مقدار میانگین آمده است.

۳- جرم اتمی میانگین H برابر ۱/۰۰۸ amu است.



۴- $1\ amu = 1/66 \times 10^{-24}\ gr$

۵- «جرم اتمی» یک اتم تقریبا برابر «عدد جرمی» آن است، زیرا جرم پروتون و نوترون تقریبا ۱ amu بوده و جرم الکترون نیز بسیار ناچیز و حدود $\frac{1}{2000}$ جرم پروتون یا نوترون است.

Dr. Hasan Palvei

۶- جرم و نماد ذرات بنیادی:

۷- جرم اتمی اتم ^{12}C دقیقا برابر با $1\ amu$ است.

۸- دانشمندان به کمک «دستگاه طیف‌سنج جرمی» ، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند.

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	$^{0}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	$^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	$^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

پیوند با ریاضی

۱ـ اگر بدانید که میانگین جرم هر اتم هیدروژن $1\ amu = 1/66 \times 10^{-24}\ g$ است، حساب کنید نمونهٔ یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد؟

۲ـ به عدد $6/02 \times 10^{23}$ که در پرسش ۱ به‌دست آمد، **عدد آووگادرو**[1] می‌گویند و آن را با N_A نشان می‌دهند. اگر N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم نمونه چند گرم است؟

تست ۱: کدام گزینه درست است؟

۱) با تعریف amu توسط شیمی دانها، میتوان جرم ذرات بنیادی اتم، ایزوتوپ های محتلف و نیز جرم مولکول‌ها را بر حسب آن بیان و مقایسه کرد.

۲) منظور از «جرم اتمی» جرم یک واحد amu است که $1/66 \times 10^{-24}$ گرم می‌باشد.

۳) عدد جرمی یک اتم دقیقا برابر با جرم اتمی آن است.

۴) در اتم $^{13}_{6}C$ مجموع شمار پروتون و نوترون ۱۳ بوده و جرم اتمی آن نیز دقیقا ۱۳ برابر واحد کربنی است.

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

- جرم پروتون و نوترون کمی بیش از $1\ u$ و جرم الکترون حدود $\frac{1}{2000}\ u$ می‌باشد.
- جرم الکترون $<$ جرم پروتون $\geq$ جرم نوترون $\geq 1\ amu$
- یکی از دلایل تفاوت اندک بین عدد جرمی یک اتم و جرم اتمی آن، وجود الکترون‌ها در اتم است.
- اگر جرم اتمی یک اتم ۲۳/۰۴ باشد، می‌توان گفت که یک اتم از آن حدود ۲۳ برابر کربن ۱۲ جرم دارد.
- اگر جرم اتمی یک اتم $56/1\ u$ باشد، در یک اتم از آن مجموع تعداد p و n ، ۵۶ عدد می‌باشد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست ۳: اگر جرم الکترون به ترتیب $\frac{1}{2000}$ جرم دو ذره پروتون و نوترون فرض شود، جرم الکترون‌ها در اتم $^{2z}_{z}A$ به جرم کل اتم به کدام کسر نزدیکتر است؟

۱) $\frac{1}{4000}$ ۲) $\frac{1}{2000}$ ۳) $\frac{1}{1000}$ ۴) $\frac{1}{5000}$

تست ۴: اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون و جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون باشد و جرم الکترون برابر با $۰/۰۰۰۵۴\ amu$ باشد، جرم تقریبی یک اتم ^{3}H برابر چند گرم است؟ $\left(۱\ amu = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\ gr\right)$

۱) $۴/۹۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ ۲) $۹/۱۱۲ \times ۱۰^{-۲۴}$ ۳) $۴/۳۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ۴) $۹/۸۱۵ \times ۱۰^{-۲۲}$

تست ۵: چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰٫۱ میلی‌گرم قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود ۹×۱۰^{-۲۸} گرم و بار الکتریکی آن $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن است)

۱) $۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}$ ، $۱/۷۸ \times ۱۰^{۳}$ ۲) $۱/۱۱ \times ۱۰^{۲۳}$ ، $۱/۶۶ \times ۱۰^{۳}$

۳) $۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}$ ، $۱/۶۴۸ \times ۱۰^{۳}$ ۴) $۱/۱۱ \times ۱۰^{۲۳}$ ، $۱/۷۸ \times ۱۰^{۴}$

جرم اتمی میانگین یک عنصر $(\overline{M})$

۱- با توجه به اینکه بسیاری از عنصرها دارای دو یا چند ایزوتوپ هستند، می‌بایست «جرم اتمی میانگین»آنها را بدست آورید. در ضمن در جدول دوره‌ای عناصر نیز «جرم اتمی میانگین» ایزوتوپ های یک عنصر بیان می‌شود. به عنوان مثال کلر دارای دو ایزوتوپ ۳۵ و ۳۷ است که درصد فراوانی آنها به ترتیب برابر ۷۵٪ و ۲۵٪ می‌باشد و جرم اتمی میانگین آنها ۳۵/۵ خواهد بود.

۲- برای بدست آوردن «جرم اتمی میانگین» یک عنصر از دو رابطه زیر می‌توان استفاده کرد:

رابطه کلاسیک:

$$\overline{M} = \frac{M_۱F_۱ + M_۲F_۲ + M_۳F_۳ + \cdots}{F_۱ + F_۲ + F_۳ + \cdots}$$

رابطه تستی:

$$\overline{M} = M_۱ + \left(M_۲ - M_۱\right)F_۲ + \left(M_۳ - M_۱\right)F_۳ + \cdots$$

۳- در روابط بالا

$\overline{M}$: جرم اتمی میانگین $M_۳\ ,\ M_۲\ ,\ M_۱$: جرم اتمی هر ایزوتوپ

۴- در رابطه کلاسیک: $F_۱$ ، $F_۲$ و ... : فراوانی ایزوتوپ موردنظر می‌باشد، به عنوان مثال برای عنصر کلر ۷۵ و ۲۵ قرار داده می‌شود.

در رابطه تستی: $F_۱$ و $F_۲$ و ... نسبت فراوانی ایزوتوپ مورد نظر می‌باشد. به عنوان مثال برای عنصر کلر $\frac{۷۵}{۱۰۰}$ و $\frac{۲۵}{۱۰۰}$ قرار داده می‌شود.

Dr. Hasan Palouei

$$\begin{cases} \bar{M} = \dfrac{۳۵ \times ۷۵ + ۳۷ \times ۲۵}{۷۵ + ۲۵} = ۳۵/۵ \ amu \\ \bar{M} = ۳۵ + (۳۷ - ۳۵) \times \dfrac{۲۵}{۱۰۰} = ۳۵/۵ \ amu \end{cases}$$

مثال: عنصر بور دارای دو ایزوتوپ $^{۱۰}_{۵}B$ و $^{۱۱}_{۵}B$ می‌باشد. اگر در یک نمونه طبیعی به ازای ۶ عدد ^{۱۰}B، تعداد ۲۴ عدد ^{۱۱}B موجود باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر چند amu است؟

روش کلاسیک: $\bar{M} = \dfrac{M_۱F_۱ + M_۲F_۲}{F_۱ + F_۲} = \dfrac{۱۰ \times ۶ + ۱۱ \times ۲۴}{۳۰} = ۱۰/۸ \ amu$

روش تستی: $\bar{M} = M_۱ + (M_۲ - M_۱)F_۲ = ۱۰ + (۱۱ - ۱۰) \times \dfrac{۲۴}{۳۰} = ۱۰/۸ \ amu$

تست ۱: عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{۸۴}A ، ^{۸۶}A و ^{۸۸}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶٫۴ باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب کدام‌اند؟ (عدد جرمی را به تقریب معادل جرم اتمی هر یک از ایزوتوپ ها بگیرید)

۱) ۲۰ ، ۶۰ ۲) ۴۰ ، ۴۰ ۳) ۵۰ ، ۳۰ ۴) ۶۰ ، ۲۰

تست ۲: عنصر ^{۲۹}A دارای سه ایزوتوپ با تعداد نوترون‌های ۳۴ ، ۳۵ و x است. اگر در یک نمونه بیست تایی از این عنصر تعداد سه ایزوتوپ به ترتیب ۱۰، ۶ و ۴ عدد باشد و جرم اتمی میانگین آن‌ها ۶۳/۹ باشد، x چند است؟

۱) ۳۷ ۲) ۳۴ ۳) ۳۶ ۴) ۳۸

تست ۳: 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 کدامند؟ (جرم اتمی میانگین عنصر A برابر ۵۰/۹۵ amu است)

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

Dr. Hasan Palvei

تست ۴: با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب X_2 چند amu است؟

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶
۲) ۲۰۳/۴
۳) ۱۹۸/۵
۴) ۱۸۸/۷

تست ۵: منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg، ^{25}Mg و ^{26}Mg می‌باشد که جرم اتمی آنها به ترتیب ۲۳/۹۹، ۲۴/۹۹ و ۲۵/۹۸ و درصد فراوانی آنها به ترتیب ۷۹٪، ۱۰٪ و ۱۱٪ می‌باشد. فلوئور تنها به صورت ^{19}F با جرم اتمی ۱۸/۹۹ amu وجود دارد. جرم MgF_2 حدود چند amu است؟

۱) ۶۱/۸۶
۲) ۶۲/۲۸
۳) ۶۴/۱۲
۴) ۶۶/۴۵

ایزوتوپ‌ها و تنوع مولکولی

مثال: اگر اتم اکسیژن سه ایزوتوپ ^{16}O، ^{17}O و ^{18}O دارا باشد و اتم هیدروژن را نیز با ایزوتوپ‌های طبیعی‌اش در نظر بگیریم:

الف) چند نوع مولکول اکسیژن (O_2) وجود دارد؟

ب) چند نوع مولکول هیدروژن (H_2) متصور است؟

پ) چند نوع مولکول H_2O در طبیعت وجود دارد؟

ت) نسبت جرم سبک‌ترین به سنگین‌ترین مولکول هیدروژن پراکسید (H_2O_2) چند است؟

تست: کدام گزینه نادرست است؟

۱) جرم اتمی ^{1}H برابر با ۱/۰۰۸ واحد کربنی است.

۲) اگر نیمه عمر رادیو ایزوتوپی ۶ ساعت باشد، بعد از ۱۸ ساعت ۱۲٫۵٪ آن دست نخورده خواهد بود.

۳) با توجه به ایزوتوپ های طبیعی لیتیم و هیدروژن، ۶ ترکیب لیتیم هیدرید (LiH) با جرم‌های متفاوت محتمل است.

۴) جرم یک اتم ^{12}C برابر $12 \times 1/66 \times 10^{-24}$ گرم است.

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

مول (n)

با توجه به اندازه بسیار کوچک ذرات بنیادی ، اتم‌ها و مولکول‌ها، در آزمایشگاه و صنعت نمی‌توان با یک عدد از آن ها کار کرد. در نتیجه می‌توان تعداد بسیار زیادی از آنها را در نظر گرفته و این تعداد را مبنای کار قرار داد.

تعریف مول (n): به تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از اتم، مولکول، یون یا ذرات زیراتمی، ۱ مول از آنها گویند.

عدد $۱\ mol = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$

نکته: تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد اتم و ... را به افتخار آووگادرو ، «عدد آووگادرو» یا N_A می‌گویند.

عدد اتم سدیم $۱\ mol\ Na = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد اتم سدیم $۰/۱ mol\ Na = ۶.۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$

عدد مولکول آب $۰/۱ mol\ H_۲O = ۶.۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$

جرم مولی

به جرم ۱ مول یعنی $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم یا مولکول و ... بر حسب گرم، جرم مولی آن گویند.

۱- یکای جرم مولی گرم بر مول $\left(\frac{g}{mol}\right)$ می‌باشد.

به عنوان مثال:

الف) جرم مولی آهن(^{56}Fe) برابر ۵۵/۸۵ گرم بر مول است:

عدد اتم Fe $۱\ mol\ Fe = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ Fe = ۵۵/۸۵\ g\ Fe$

ب) جرم مولی کربن ۱۲/۰۱ گرم بر مول است:

عدد اتم C $۱\ mol\ C = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ C = ۱۲/۰۱\ g.C$

پ) $۱/۰۰۸\ g.H$ = عدد اتم H $۱\ mol\ H = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ H$

ت) جرم مولی اکسیژن ۱۶ گرم بر مول است:

عدد اتم O $۱\ mol\ O = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ O = ۱۶\ g.O$

ث) جرم مولی مولکول آب $(H_۲O)$ ۱۸/۰۱۶ گرم بر مول است:

زیرا دارای ۲ مول هیدروژن $(۲ \times ۱/۰۰۸\ g)$ و یک مول اکسیژن می‌باشد:

$۲ \times ۱/۰۰۸ + ۱ \times ۱۶ = ۱۸/۰۱۶\ g\ H_۲O$

عدد مولکول $= ۱۸/۰۱۶\ g\ H_۲O$ $۱\ mol\ H_۲O = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ H_۲O$

۲- سه مفهوم عدد جرمی ، جرم اتمی و جرم مولی از نظر عددی تقریبا (نه دقیقا) با هم برابرند، ولی هر کدام محتوا و مفهوم متفاوتی را می‌رسانند.

به عنوان مثال در مورد ^{۵۶}Fe می‌توان گفت:

الف) یک عدد اتم آهن ۵۶ عدد پروتون و نوترون دارد. (عدد جرمی)

ب) یک عدد اتم آهن حدود ۵۶ برابر واحد کربنی جرم دارد. (جرم اتمی)

پ) یک مول($۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد) اتم آهن، حدود ۵۶ گرم جرم دارند. (جرم مولی)

۳- عدد جرمی یک اتم، عددی طبیعی است، اما جرم اتمی و جرم مولی عددی در حدود عدد جرمی اتم مورد نظر هستند ولی نه کاملا برابر با آن.

۴- در مورد اتم ^{۱۲}C ، عدد جرمی و جرم اتمی دقیقا ۱۲ می‌باشد.

۵- رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه «گرم» می‌باشد. در نتیجه با دانستن جرم نمونه و جرم مولی، می‌توان تعداد اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در آن نمونه را به دست آورد.

تست: کدام گزینه درست می‌باشد؟

۱) یک مول گاز هیدروژن $(H_۲)$، تعداد $۲N_A$ اتم دارد.

۲) شمار اتم‌های موجود در یک مول از هر ماده را عدد آووگادرو یا N_A گویند.

۳) جرم یک مول اتم بر حسب گرم را جرم اتمی آن گویند.

۴) در $^{۲۳}_{۱۱}Na$ ، عدد جرمی، جرم اتمی و جرم مولی آن تقریبا ۲۳ می‌باشد.

کسر تبدیل و تبدیل یکاهای یک کمیت به یکدیگر

۱- کسر تبدیل یا عامل تبدیل، بیان رابطه بین دو یکای یک کمیت می‌باشد.

به عنوان مثال کسر تبدیل متر و سانتی‌متر: $\frac{۱\ m}{۱۰۰\ cm}$ یا $\frac{۱۰۰\ cm}{۱\ m}$

و یا تبدیل تومان و دلار: $\frac{۱\ \text{دلار}}{۵۰۰۰\ \text{تومان}}$ یا $\frac{۵۰۰۰\ \text{تومان}}{۱\ \text{دلار}}$

حال می‌توان برای تبدیل مقدار یک کمیت از یک یکا به یکای دیگر از این کسر استفاده کرد.

مثال ۱: ۰/۴ متر چند سانتی متر است؟

$$x_{cm} = ۰/۴\ m \times \frac{۱۰۰\ cm}{۱\ m} = ۴۰\ cm$$

مثال ۲: یک میلیون تومان چند دلار است؟

$$x_{\text{دلار}} = ۱۰۰۰۰۰۰\ \text{تومان} \times \frac{۱\ \text{دلار}}{۵۰۰۰\ \text{تومان}} = ۲۰\ \text{دلار}$$

۲- برای تبدیل یک کمیت از یک یکا به یکای دیگر، ممکن است نیاز به استفاده از دو یا چند کسر تبدیل شویم:

مثال: ۳۵۰۰۰ میلی‌گرم چند تن است؟

$$x\ \text{تن} = ۳۵۰۰۰\ mg \times \frac{۱\ g}{۱۰۰۰\ mg} \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} \times \frac{۱\ \text{تن}}{۱۰۰۰\ kg} = ۳/۵ \times ۱۰^{-۵}\ \text{تن}$$

Dr. Hasan Palvei

کسر تبدیل و تبدیل دو کمیت به یکدیگر

۱- کسر تبدیل، می‌تواند بیان رابطه بین یکای دو کمیت متفاوت نیز باشد:

به عنوان مثال کسر تبدیل مسافت طی شده توسط نور در یک ثانیه: $\frac{۳\times ۱۰^{۸}\ m}{۱\ s}$ یا $\frac{۱\ s}{۳\times ۱۰^{۸}\ m}$

و یا کسر تبدیل بین مول و تعداد: $\frac{۱\ mol}{\text{عدد } ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}$ یا $\frac{\text{عدد } ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}{۱\ mol}$

مثال ۱: فاصله خورشید تا زمین ۱۵۰ میلیون کیلومتر است. چند ثانیه طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد؟

$$\text{ثانیه } x = ۱۵۰\times ۱۰^{۶}\ km \times \frac{۱۰۰۰\ m}{۱\ km} \times \frac{۱\ s}{۳\times ۱۰^{۸}\ m} = ۵۰۰\ s$$

مثال ۲: در ساچمه‌ای از جنس آهن به جرم ۲/۲۳۴ گرم، چند مول آهن وجود دارد؟

$(Fe = ۵۵/۸۵\ g.mol^{-۱})$

$$x\ .mol\ Fe = ۲/۲۳۴\ g\ Fe \times \frac{۱\ mol\ Fe}{۵۵/۸۵\ g\ Fe} = ۰/۰۴\ mol\ Fe$$

۲- کسرهای تبدیل را می‌توان بارها نوشت تا در نهایت به یکای مدنظر برسیم.

۳- بنابراین از کسر تبدیل یا عامل تبدیل، برای حل مسائل شیمی، فیزیک و بسیاری از مسائل مطرح شده در زندگی می‌توان استفاده کرد.

۴- در شیمی برای سهولت کار در تبدیل کمیت‌ها به یکدیگر، می‌توان مسائل مطرح شده بین مول، گرم و تعداد را به سه دسته کلی تقسیم کرد.

تیپ ۱: معلوم و مجهول یک جسم است:

اگر اطلاعات داده شده (معلوم) و اطلاعات خواسته شده (مجهول) در مورد یک جسم (یک گونه) باشد،

الف: روش تشریحی (روش زنجیره‌ای یا کسر تبدیل): از الگوریتم زیر استفاده می‌شود:

تعداد $\longleftrightarrow$ (عدد $۱\ mol = ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}$) $\longleftrightarrow$ mol $\longleftrightarrow$ ($۱\ mol = *\ gr$) $\longleftrightarrow$ g

در الگوریتم بالا علامت * بیانگر جرم مولی است که در مورد هر اتم متفاوت است.

✓ زیروندها در فرمول شیمیایی بیانگر نسبت تعداد یا مول می باشد که در مسائل بیان مولی مد نظر است.

ب: روش تستی: از کسرهای هم ارز (تناسب) استفاده می‌کنیم

کسر حجمی گاز	کسر حجمی گاز	کسر تعدادی	کسر جرمی	کسر مولی
$\frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{زیروند}}$	$\frac{\text{لیتر}}{\text{حجم مولی} \times \text{زیروند}}$	$\frac{\text{تعداد}}{\text{زیروند} \times 6/02\times 10^{23}}$	$\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{زیروند}}$	$\frac{\text{مول}}{\text{زیروند}}$

✓ اگر کسر مورد نظر برای یک جسم بیان شود، به جای زیر بند، ۱ قرار می‌گیرد

Dr. Hasan Palouei

خود را بیازمایید

۱ـ با استفاده از $1mol\ Al = 27g\ Al$ و $1mol\ S = 32gS$ حساب کنید:

آ) ۵ مول آلومینیم، چند گرم جرم دارد؟

ب) ۰/۰۸ گرم گوگرد، چند مول گوگرد است؟

۲ـ دانش‌آموزی برای تعیین شمار اتم‌های موجود در ۰/۲ مول فلز روی، محاسبهٔ زیر را به درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$?atom\ Zn = 0/2 mol\ Zn \times \frac{\ldots\ldots atom\ Zn}{\ldots\ldots mol\ Zn} = 1/204 \times 10^{\ldots} atom\ Zn$$

۳ـ حساب کنید $9/03 \times 10^{20}$ اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

مثال ۱: $3/01 \times 10^{22}$ عدد اتم کلسیم چند گرم جرم دارند؟ $\left(Ca = 40\ gr/mol\right)$

$$x\ .gr\ .Ca = 3/01 \times 10^{22}\ Ca\ \text{عدد} \times \frac{1\ mol\ Ca}{6/02 \times 10^{23}\ Ca\ \text{عدد}} \times \frac{40\ g\ Ca}{1\ mol\ Ca} = 2\ gr\ Ca$$

مثال ۲: در هر لیتر هوا ۰/۰۱۱ گرم کربن دی اکسید وجود دارد در هر لیتر هوا چند عدد مولکول CO_2 وجود دارد؟ $(C = 12 \quad , \quad O = 16 \quad g.mol^{-1})$

$$x\ .CO_2\ \text{عدد} = 0/011\ gCO_2 \times \frac{1\ mol\ CO_2}{44\ g\ CO_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ CO_2\ \text{عدد}}{1\ mol\ CO_2} \simeq 1/5 \times 10^{20}\ CO_2\ \text{عدد}$$

تست: تعداد اتم‌ها در کدام گزینه بیشتر است؟ $\left(O = 16 \ , \ U = 235\ g/mol\right)$

۱) ۰/۱ مول Cu

۲) ۰/۳۲ گرم اتم اکسیژن

۳) $3/01 \times 10^{22}$ عدد اتم هیدروژن

۴) ۲/۳۵ گرم اتم اورانیوم

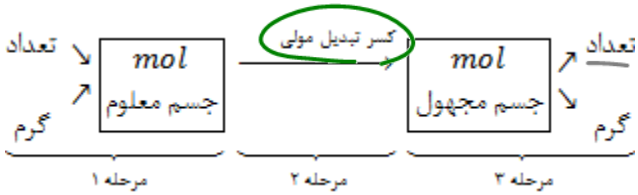
فرمول شیمیایی مواد عنصری (آزاد یا ساده):

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، فرمول شیمیایی ۱۱۰ عنصر تک اتمی است (He ، Fe و . . . .) ۷ عنصر به شکل دو اتمی بیان می‌شوند ($H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2$) و فسفر دارای فرمول شیمیایی P_4 می‌باشد.

Dr. Hasan Palouei

تیپ ۲: معلوم و مجهول دو جسم است:

اگر اطلاعات داده شده (معلوم) در مورد یک جسم (گونه) باشد و اطلاعات خواسته شده در مورد یک جسم (گونه) دیگر بود، از الگوریتم زیر استفاده می‌کنیم.



✓ برای تبدیل مول جسم معلوم به مول جسم مجهول از کسر تبدیل مولی استفاده می‌کنیم.

به عنوان مثال در H_2O:

کسر تبدیل مولی بین مولکول H_2O و عنصر H آن:

$$\frac{۱ mol\ H_2O}{۲\ mol\ H} \quad \text{یا} \quad \frac{۲\ mol\ H}{۱\ mol\ H_2O}$$

کسر تبدیل مولی بین مولکول H_2O و عنصر O آن:

$$\frac{۱ mol\ H_2O}{۱\ mol\ O} \quad \text{یا} \quad \frac{۱\ mol\ O}{۱\ mol\ H_2O}$$

کسر تبدیل مولی بین دو عنصر H و O مولکول H_2O:

$$\frac{۲ mol\ H}{۱\ mol\ O} \quad \text{یا} \quad \frac{۱\ mol\ O}{۲\ mol\ H}$$

Dr. Hasan Palovi

مثال ۱: در ۰/۸۸ گرم CO_2 چند اتم اکسیژن وجود دارد؟ $(C = ۱۲, O = ۱۶\ g/mol)$

$$x = ۰/۸۸\ g\ CO_2 \times \frac{۱\ mol\ CO_2}{۴۴\ g\ CO_2} \times \frac{۲\ mol\ O}{۱\ mol\ CO_2} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{عدد } O}{۱\ mol\ O}$$

$$\text{عدد } O = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲}$$

مثال ۲: در مقداری Fe_2O_3 به ازای ۰/۲۴ گرم اتم اکسیژن چند گرم اتم آهن وجود دارد؟ $(Fe = ۵۶, O = ۱۶\ g.mol^{-1})$

$$x\ .\ g\ .\ Fe = ۰/۲۴\ g\ O \times \frac{۱\ mol\ O}{۱۶\ g\ O} \times \frac{۲\ mol\ Fe}{۳\ mol\ O} \times \frac{۵۶\ g\ Fe}{۱\ mol\ Fe} = ۰/۵۶\ g\ Fe$$

۲- ممکن است یک یا حتی دو مرحله از مراحل سه گانه حذف و یا در یک یا دو مرحله نیاز به تعداد بیشتری کسر تبدیل شود.

مثال ۳: در چند میلی گرم C_2H_6، ۰/۰۱۶ مول اتم وجود دارد؟ $(C = ۱۲, H = ۱\ g.mol^{-1})$

$$x\ .\ mg\ .\ C_2H_6 = ۰/۰۱۶\ \text{مول اتم} \times \frac{۱\ mol\ C_2H_6}{۸\ \text{مول اتم}} \times \frac{۳۰\ g\ C_2H_6}{۱\ mol\ C_2H_6} \times \frac{۱۰۰۰\ mg\ C_2H_6}{۱\ g\ C_2H_6}$$

$$= ۶۰\ mg\ C_2H_6$$

تست ۱: در ۱/۰۸ لیتر از یک نمونه از آب دریا با چگالی ۱/۱ g/mL که شامل ۲۰٪ ناخالصی است، چند مول آب وجود دارد؟ $(H = ۱, O = ۱۶\ g/mol)$

۱) ۵۰ ۲) ۵۱ ۳) ۵۲/۸ ۴) ۵۵/۵

تست ۲: تعداد $۱۰^{۲۲} \times ۳/۱$ عدد مولکول SF_n جرمی برابر ۵/۴ گرم دارند، n کدام است؟ $(S = ۳۲, F = ۱۹\ g.mol^{-1})$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۳- بدیهی است از کسرهای تبدیل برای بیان رابطه بین ذرات ریزاتمی و اتم یا مولکول و ..... نیز استفاده کرد.

مثال ۴: در ۰/۴۶ گرم $^{۲۳}_{۱۱}Na^+$ چند عدد ذره باردار وجود دارد؟ $(Na = ۲۳\ g.mol^{-1})$

$$\text{عدد ذره باردار } x = ۰/۴۶\ g\ Na^+ \times \frac{۱\ mol\ Na^+}{۲۳\ g\ Na^+} \times \frac{۲۱\ mol\ \text{ذره باردار}}{۱\ mol\ Na^+} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{عدد ذره باردار}}{۱\ mol\ \text{ذره باردار}}$$

$$\text{عدد ذره باردار} = ۲/۵ \times ۱۰^{۲۳}$$

Dr. Hasan Paloei

تیپ ۳: معلوم و مجهول دو جسم کاملاً مجزا:

برای هر جسم بطور جداگانه کسرهای تبدیل نوشته و با توجه به اطلاعات سوال، رابطه‌ی مورد نظر بین دو جسم را برقرار می‌نماییم:

تست ۱- تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در ۵/۱ گرم NH_3 ، چند برابر شمار اتم‌های اکسیژن موجود در ۰/۸ گرم SO_3 است؟ $(N = ۱۴ ,H = ۱ , S = ۳۲ ,O = ۱۶ \ g.mol^{-1})$

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

تست ۲- تعداد اتم‌های موجود در ۳۲۰ گرم گاز اکسیژن با تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در چند گرم CH_3OH برابر است؟ $(C = ۱۲ ,H = ۱ ,O = ۱۶ \ g.mol^{-1})$

۱) ۱۶۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۴۸۰ ۴) ۶۴۰

تست ۳- تعداد اتم‌ها در ۲ گرم گاز اکسیژن (O_2) برابر تعداد مولکول در ۸ گرم (XO_2) است. جرم مولی x چند گرم بر مول است؟ $(O = ۱۶ \ g.mol^{-1})$

۱) ۱۴ ۲) ۱۲ ۳) ۲۸ ۴) ۳۲

تست ۴- تعداد الکترون‌ها در ۷/۲ گرم ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg^{2+}$ با تعداد نوترون‌ها در چند گرم از ${}^{۵۶}_{۲۶}Fe^{۳+}$ برابر است؟

۱) ۴/۸ ۲) ۲/۸ ۳) ۱۱/۲ ۴) ۵/۶

تست ۵: چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(H = ۱ , \ C = ۱۲ , \ O = ۱۶, \ Fe = ۵۶, \ Cu = ۶۴ \ g.mol^{-1})$

- $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۹}$ اتم مس، ۱/۹۲ میلی‌گرم جرم دارد.
- شمار مول‌ها در ۸ گرم مس، دو برابر شمار مول‌ها در ۳/۵ گرم آهن است.
- عدد جرمی هر عنصر، همان جرم مشخص شده آن در جدول دوره‌ای عنصرهاست.
- شمار اتم‌ها در ۲ گرم آب خالص، از شمار اتم‌ها در ۱ گرم CO_2 بیشتر است.
- در ۰/۱ مول SO_4^{-2} تعداد الکترون‌ها $۵N_A$ است (عدد اتمی O و S به ترتیب ۸ و ۱۶ می‌باشد)

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

Dr. Hasan Poloei

نور، کلید شناخت جهان

جهان از مجموعه‌ای از کمیت‌های حیرت‌آور از جمله

A) ماده (ذرات بنیادی، اتم، مولکول و . . . .) B) نیروها (نیروی مغناطیسی، نیروی گرانش و . . . .)

C) امواج الکترومغناطیس (نور مرئی و نامرئی) تشکیل یافته است.

● نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.

امواج الکترومغناطیس(نور):

نوعی انرژی است که دارای ویژگی‌های زیر است:

۱) فاقد جرم بوده و برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.

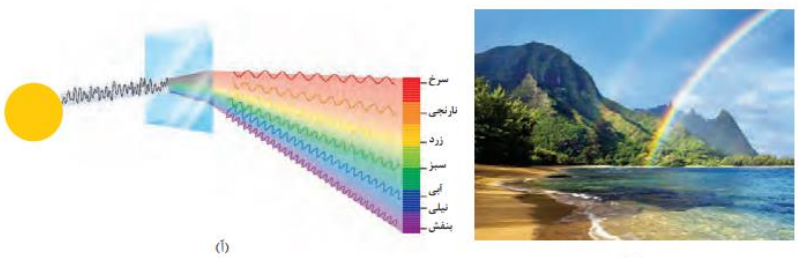
۲) همه امواج الکترومغناطیس در خلاء با سرعت $۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ حرکت می‌کنند.

۳) فاصله دو نقطه یکسان (هم فاز) را «طول موج» گویند. (λ)

۴) به هر بسته یک موج ، فوتون یا پرتو گویند.

۵) هرچه طول موج فوتون کمتر باشد ← انرژی آن بیشتر است.
← انحراف آن در منشور بیشتر است.

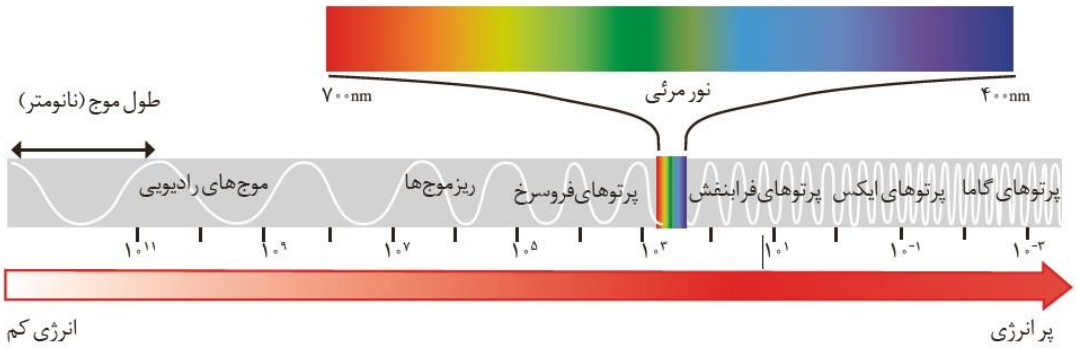
۶) نور مرئی بخش کوچکی از امواج الکترومغناطیس با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌باشند (هر نانومتر، $۱۰^{-۹}$ متر است) که به ترتیب از ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر شامل:



شکل ۱۴- آ) نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می‌شود. ب) رنگین کمان، گستره‌ای از رنگ‌های سرخ تا بنفش را در برمی‌گیرد.

طول موج (λ): بنفش ← نیلی ← آبی ← سبز ← زرد ← نارنجی ← قرمز

۷) طیف امواج الکترومغناطیس:



طول موج (λ): گاما < ایکس < فرابنفش $(U.V)$ < نور مرئی < فرو سرخ (مادون قرمز) < ریز موج‌ها < امواج رادیویی

Dr. Hasan Poloei

۸) تقریباً می‌توان گفت نور خورشید همه موج‌های الکترومغناطیس با طول موج‌های مختلف از بسیار ریز (گاما) تا بسیار بلند (امواج رادیویی) را داراست. به عبارتی طیف حاصل از تجزیه نور خورشید توسط منشور ، «پیوسته» می‌باشد.

۹) منظور از «نور سفید»، نوری است که همه طول موج‌های مرئی را داراست. مانند نور خورشید

۱۰) ترتیب انرژی و انحراف در منشور امواج الکترومغناطیس، عکس ترتیب فوق است.

۱۱) از سطح همه مواد در هر دمایی، امواج الکترومغناطیس با طول موج‌هایی از مادون قرمز تا فرابنفش، تابش می‌شود. در دمای اتاق این پرتوهای گسیل شده در محدوده مادون قرمز (فرو سرخ) هستند که چشم انسان قادر به دیدن آنها نیست. اما با افزایش دمای جسم، پرتوهای گسیل شده از جسم انرژی بیشتری داشتند (طول موج کمتر) که امکان رویت آن با چشم امکان‌پذیر خواهد شد. مانند نور قرمز و یا نور زرد شعله شمع و یا نور آبی شعله اجاق گاز، هرچه دمای جسم بیشتر باشد، اصولاً طول موج‌های گسیل شده از جسم ، ریزتر و پر انرژی‌تر خواهند بود.

خود را بیازمایید

مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج‌های متفاوتی دارند. با توجه به‌این ویژگی به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

آ) ۱۷۵۰°C ب) ۲۷۵۰ °C پ) ۸۰۰ °C

۱۲) با آنکه چشم انسان فقط قادر به رویت طول موج‌های ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتری می‌باشد، اما به کمک ابزارهایی می‌توان پرتوی با طول موج نامرئی را تبدیل به پرتو مرئی کرده و به نوعی پرتوهای نامرئی قابل رویت شوند. به عنوان مثال ریموت تلویزیون پرتو نامرئی از نوع مادون قرمز از خود گسیل می‌کند که دوربین موبایل این پرتو را به نور مرئی تبدیل کرده و قابل رویت می‌شوند.

۱۳) ستاره‌شناسان برای پی بردن به دمای ستارگان و نوع عناصر سازنده آنها از دستگاهی به نام «طیف‌سنج نوری» استفاده می‌کنند. این دستگاه با تجزیه نور ستارگان، نوع پرتوهای گسیل شده از آنها را مشخص کرده و به این شکل نوع عناصر و دمای ستاره موردنظر مشخص می‌شود.

Dr. Hasan Paloei

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر در مورد امواج الکترومغناطیس نادرست است؟

آ- هرچه طول موج آنها کمتر باشد، انرژی و سرعت انتشار آنها در خلاء بیشتر است.

ب- منظور از نور، دسته‌ای از پرتوهای الکترومغناطیس است که طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارند و چشم انسان قادر به رویت آنهاست.

پ- از سطح همه مواد در هر دمایی نور مرئی گسیل می‌شود.

ت- با کمک «طیف‌سنج جرمی» می‌توان از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آن‌ها به دست آورد.

ث) به طور کلی هرچه دمای یک جسم بالاتر باشد، پرتوهایی با طول موج بلندتر از خود گسیل می‌کند.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

۱) طول موج : آبی > سبز > نارنجی

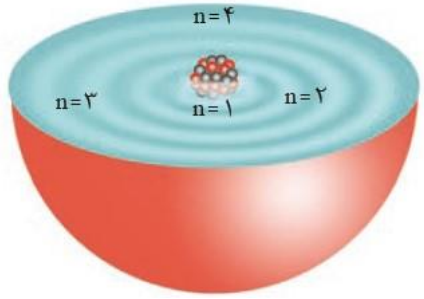
۲) انرژی : فرابنفش > ریز موج > قرمز

۳) انحراف در منشور : نور مرئی > فرابنفش > گاما

۴) تفاوت طول موج با اشعه ایکس : فرابنفش > بنفش > رادیویی

مدل لایه‌ای اتم

۱- طبق این مدل اتمی، اتم کره‌ای در نظر گرفته می‌شود که هسته (پروتون‌ها و نوترون‌ها) در فضایی بسیار کوچک در مرکز آن قرار دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگتر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند.



۲- در هر لایه، بخش پررنگ نشان دهنده این است که الکترون‌های آن لایه در بیشتر مواقع در آن فاصله از هسته قرار دارند، هرچند یک الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور دارد ولی احتمال حضور آن در لایه خود بیشتر است.

۳- به «مدل لایه‌ای»، «مدل کوآنتومی» یا مدل «لایه‌ای – کوآنتومی» نیز می‌گویند. «کوآنتیده» به معنای «پیمانه‌ای» یا «گسسته» می‌باشد. چون سطوح انرژی الکترون‌ها پیوسته نیست و به عبارتی هر الکترون فقط مقدار مشخصی انرژی می‌تواند دارا باشد، بنابراین به این مدل، مدل کوانتومی نیز گفته می‌شود.

Dr. Hasan Poloei

عدد کوآنتومی اصلی (n)

۱-هر لایه را با نماد n نشان می‌دهند و به شماره هر لایه، «عدد کوآنتومی اصلی» می‌گویند.

نزدیکترین لایه به هسته، عدد کوآنتومی اصلی ۱ داراست: $n = ۱$

و به هفتمین لایه اتم، عدد کوآنتومی اصلی ۷ نسبت می‌دهیم: $n = ۷$

۲- هرچه عدد کوآنتومی اصلی (n)، بیشتر باشد، انرژی الکترون‌های آن بیشتر و در نتیجه الکترون‌ها ناپایدارترند (سطح انرژی و پایداری همواره رابطه عکس دارند)

۳- حداکثر تعداد الکترون در هر لایه از رابطه $\mathbf{۲n^۲}$ به دست می‌آید.

پس حداکثر تعداد الکترون در لایه اول: $۲ \times ۱^۲ = ۲$

حداکثر تعداد الکترون در لایه دوم: $۲ \times ۲^۲ = ۸$

عدد کوآنتومی فرعی (L)

۱- هر لایه (n) به تعداد شماره خود، زیر لایه دارد.

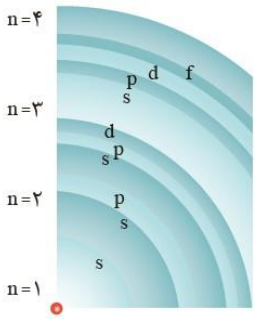
به عبارتی لایه اول اتم دارای ۱ زیر لایه و لایه دوم اتم دارای ۲ زیرلایه می‌باشد و . . . .

۲- به اولین زیرلایه‌ی هر لایه «عدد کوآنتومی فرعی» یا $L = ۰$ نسبت می‌دهند و نماد آن S است به دومین زیرلایه‌ی هر لایه «عدد کوآنتومی فرعی» یا $L = ۱$ نسبت می‌دهند و نماد آن P است و . . . . .

۳- حداکثر تعداد الکترون در هر زیرلایه از رابطه $\mathbf{۴L + ۲}$ به دست می‌آید.

۴- مقادیر قابل قبول برای L های یک n : $۰, ۱, ۲, ..., (n-۱)$

نماد زیرلایه	s	p	d	f	g
عدد کوآنتومی فرعی (L)	۰	۱	۲	۳	۴
حداکثر گنجایش زیر لایه	۲	۶	۱۰	۱۴	۱۸



لایه		حداکثر e		زیرلایه ها			
n=1	:	2	:	$1s^2$			
n=2	:	8	:	$2s^2$	$2p^6$		
n=3	:	18	:	$3s^2$	$3p^6$	$3d^{10}$	
n=4	:	32	:	$4s^2$	$4p^6$	$4d^{10}$	$4f^{14}$

۵- نماد هر زیر لایه به صورت nL نوشته می‌شود که n «عدد کوآنتومی اصلی» یا لایه را بیان می‌کند و L «عدد کوآنتومی فرعی» یا نوع زیرلایه مدنظر را مشخص می‌کند. به عنوان مثال:

$۲S \xrightarrow{\text{یعنی}} n = ۲ \quad ، \quad L = ۰$

Dr. Hasan Palovi

$۲P \xrightarrow{\text{بخش}} n = ۲ \quad ، \quad L = ۱$

$۴f \xrightarrow{\text{بخش}} n = ۴ \quad ، \quad L = ۳$

۶- تعداد الکترون‌های هر زیر لایه را در بالای نماد آن زیر لایه قرار می‌دهیم: $۳p^{۶}$

۷- انرژی الکترون‌های یک زیرلایه، دقیقاً با یکدیگر برابر است.

به عنوان مثال در لایه دوم اتم $(n = ۲)$ ، انرژی ۸ الکترون آن یکپارچه نیست $(۲s^{۲} ، ۲p^{۶})$ ولی ۲ الکترون زیرلایه $۲s$ انرژی یکسان دارند و ۶ الکترون زیرلایه $۲p$ نیز کاملاً هم انرژی هستند. هرچند انرژی الکترون‌های $۲p$ اندکی بیشتر از الکترون $۲s$ می‌باشد.

زیر لایه	مقادیر ممکن برای L	تعداد زیرلایه‌ها	عدد کوآنتومی اصلی	لایه
$۱s^{۲}$	۰	۱	$n = ۱$	لایه اول
$۲s^{۲} ، ۲p^{۶}$	۰ ، ۱	۲	$n = ۲$	لایه دوم
$۳s^{۲} ، ۳p^{۶} ، ۳d^{۱۰}$	۰ ، ۱ ، ۲	۳	$n = ۳$	لایه سوم
$۴s^{۲}, ۴p^{۶}, ۴d^{۱۰}, ۴f^{۱۴}$	۰ ، ۱ ، ۲ ، ۳	۴	$n = ۴$	لایه چهارم

۸- تفاوت انرژی دو الکترون از دو لایه متفاوت ، به طور کلی بیشتر از تفاوت انرژی دو الکترون از دو زیر لایه موجود در یک لایه است.

به عنوان مثال الکترون‌های زیرلایه‌های $۲s$ و $۳s$ تفاوت انرژی بیشتری از الکترون‌های دو زیرلایه $۳s$ و $۳p$ دارند.

تست ۱: کدام گزینه درست است؟

۱) حداکثر تعداد الکترون در لایه سوم اتم ۱۸ می‌باشد و احتمال حضور آنها فقط در محدوده لایه سوم اتم می‌باشد.

۲) انرژی الکترون‌ها هم به عدد کوآنتومی اصلی و هم فرعی وابسته است.

۳) لایه پنجم اتم دارای ۵ زیرلایه است و حداکثر شماره زیرلایه آن $L = ۵$ است.

۴) حداکثر تعداد الکترون یک زیرلایه از رابطه $۲n^{۲}$ به دست می‌آید.

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر در مورد لایه چهارم اتم درست می‌باشد؟

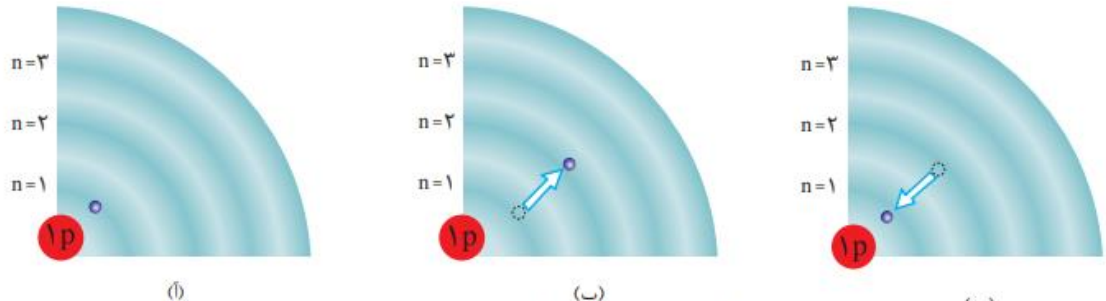
- دارای چهار سطح انرژی است.
- حداکثر گنجایش آن ۳۲ الکترون می‌باشد.
- عدد کوآنتومی فرعی زیرلایه‌های آن ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ است.
- اولین لایه‌ای است که زیرلایه‌ای با $L = ۳$ داراست.
- زیرلایه‌ای با اعداد کوآنتومی $n = ۴$ و $L = ۴$ در ان وجود ندارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

Dr. Hasan Palouei

طیف نشری خطی عنصرها

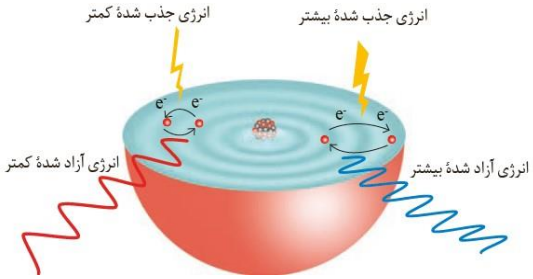
تولید طیف نشری عنصرها: چنانچه بخارات رقیق یک عنصر را درون لامپ قرار دهیم، با برقراری جریان برق ، الکترون‌ها با گرفتن انرژی از حالت پایه خارج شده و به لایه‌های بالاتر می‌روند. (برانگیختگی)، با بازگشت



شکل ۲۱ـ آ) الکترون در حالت پایهٔ اتم هیدروژن، ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن و پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

الکترون‌های برانگیخته به لایه‌های پایین‌تر، تفاوت انرژی الکترون‌ها به شکل «پرتو نوری» آزاد می‌شود.

اگر توسط منشور این پرتوها را از یکدیگر جدا کرده و بر روی صفحه‌ای بتابانیم، به «طیف نشری» آن عنصر ایجاد می‌شود.



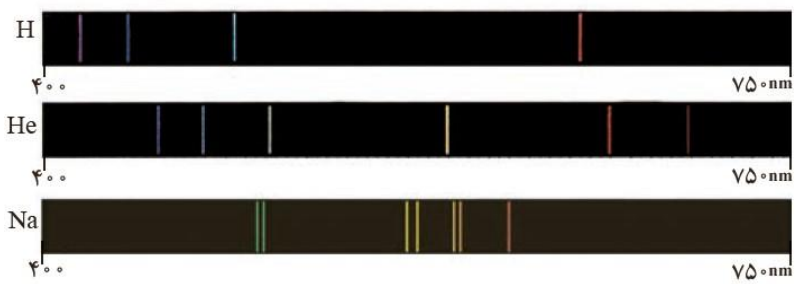
طیف نشری خطی لیتیم

طیف نشری عنصرها خطی است نه پیوسته زیرا:

۱- انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر «کوآنتومی» یا «پیمانه‌ای» است، در نتیجه نور حاصل از انتقال

یک الکترون به لایه‌های پایین‌تر انرژی و در نتیجه طول موج کاملاً مشخصی خواهد داشت. در نتیجه طیف نشری عنصرها خطی است نه پیوسته.

۲- «طیف نشری خطی» یک عنصر منحصربه فرد است، به عبارتی «طیف نشری خطی» هر عنصر مانند اثر انگشت انسان‌ها، متفاوت است. علت این است که: انرژی لایه‌های یک اتم وابسته به «عدد اتمی» عنصر است.



Dr. Hasan Palouei

بنابراین در عنصرهای مختلف انرژی هر لایه و تفاوت انرژی لایه‌ها مختص همان عنصر بوده و با عناصر دیگر متفاوت است. در نتیجه طول موج پرتوهای گسیل شده (نشر شده) در هر عنصر منحصر به آن عنصر است.

۳- تعداد خط‌ها در محدوده مرئی:

عنصر H و Li : ۴ خط　　عنصر He : ۶ خط

عنصر Na : ۷ خط　　عنصر Ne : ۲۲ خط

۴- برای شناسایی عنصر مجهول می‌توان از «طیف نشری خطی» آن استفاده کرد. طیف نشری آن را به دست آورده و با طیف عنصرهای مختلف مقایسه کرده و به این شکل نوع عنصر مجهول به دست می‌آید. (مانند خط نماد یا بارکد کالاها) اخترشناسان به این شکل به عنصرهای ستارگان و . . . . پی می‌برند.

۵- خطی بودن طیف نشری عنصرها شیمی‌دان‌ها را مجاب کرد که ساختار الکترونی اتم کوانتومی است. «نیلز بور» با بررسی طیف نشری خطی هیدروژن مدل اتمی کوآنتومی خود را ارائه کرد. اما مدل بور فقط قادر به توجیه طیف نشری خطی H بود. دانشمندان برای توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها، مدلی کامل‌تر که همان مدل «لایه‌ای – کوآنتومی» است را ارائه کردند.

تولید نور توسط عنصرها با افزایش دمای آنها:

۱- روش دیگر ایجاد تابش نور توسط عنصرها (غیر از جریان الکتریسیته)، افزایش دمای آنهاست. همان اتفاقی که در ستارگان می‌افتد.

۲- چنانچه یک فلز یا نمک‌های آن را در معرض شعله قرار دهیم، براساس رنگ ایجاد شده می‌توان نوع فلز را تشخیص داد. علت این است که چون طول موج‌های تولید شده توسط هر عنصر مختص همان عنصر است، در نتیجه با برانگیخته شدن الکترون‌های هر عنصر توسط حرارت و نشر نور، رنگ شعله برای هر عنصر اختصاصی خواهد بود.

۲- رنگ شعله مس (Cu) و نمک‌های آن: سبز

رنگ شعله لیتیم (Li) و نمک‌های آن: سرخ

رنگ شعله سدیم (Na) و نمک‌های آن: زرد

۳- رنگ‌های متفاوت حاصل از انفجار گلوله‌های آتش بازی نیز بر همین اصل استوار است.

۴- نور زرد لامپ‌هایی که خیابان‌ها را روشن می‌کند نیز به دلیل بخار سدیم است.

نور سرخ فام لامپ‌های تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی به دلیل نئون می‌باشد.

تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟

۱) چنانچه سطوح انرژی الکترون‌ها پیوسته می‌بود، طیف نشری آنها نیز می‌بایست همه طول موج‌های ممکن را دارا بوده و پیوسته می‌شد.

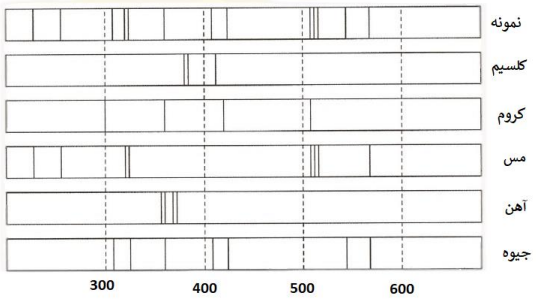
۲) برای برانگیخته کردن الکترون‌های عناصر می‌توان از جریان برق یا حرارت دادن استفاده کرد.

۳) رنگ شعله $LiNO_3$ (لیتیم نیترات)، همانند $LiCl$ (لیتیم کلرید)، سرخ می‌باشد.

۴) تعداد خطوط در طیف نشری خطی عنصرهای هیدروژن و لیتیم چهار خط می‌باشد.

Dr. Hasan Paloei

تست ۲: از طیف‌سنجی یک سفال قدیمی، طیف نمونه به دست امده است. با توجه به طیف نشری خطی چند فلز داده شده، در این سفال چه فلزاتی وجود دارد؟



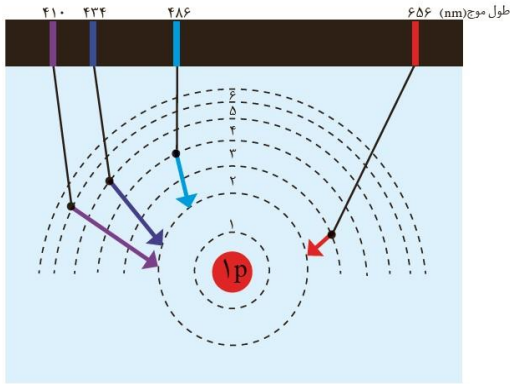
۱) مس و جیوه
۲) مس و کروم
۳) کلسیم و کروم
۴) کلسیم و جیوه

طیف نشری خطی هیدروژن

۱- چنانچه هیدروژن را در لامپ‌های مخصوص توسط جریان الکتریسیته برانگیخته نماییم، اتم‌های هیدروژن شروع به تولید نور می‌کنند، با عبور نور حاصل از یک منشور طیف نشری خطی هیدروژن که شامل چهار خط در ناحیه مرئی است به دست می‌آید.

۲- چهار پرتو تولید شده ناشی از انتقال الکترون برانگیخته شده از لایه‌های ۶ ، ۵ ، ۴ ، ۳ به لایه ۲ می‌باشد. (لایه پایه الکترون برای عنصر هیدروژن لایه $n = ۱$ است)

۳- سقوط الکترون‌ها احتمالات زیادی دارد که هر کدام منجر به تولید پرتوی با طول موج مشخص می‌شود ولی تنها چهار انتقال فوق منجر به تولید نور مرئی می‌شود.



نوع انتقال الکترون	طول موج	رنگ خط
از $n = ۶$ به $n = ۲$	۴۱۰	بنفش
از $n = ۵$ به $n = ۲$	۴۳۴	آبی
از $n = ۴$ به $n = ۲$	۴۸۶	سبز
از $n = ۳$ به $n = ۲$	۶۵۶	قرمز

۴- در عنصر هیدروژن تفاوت سطوح انرژی لایه‌ها یکسان نیست و هرچه دو لایه به هسته نزدیکتر باشند، تفاوت انرژی آنها بیشتر است. به عنوان مثال اختلاف انرژی $n = ۱$ و $n = ۲$ بیشتر از اختلاف انرژی $n = ۲$ و $n = ۳$ می‌باشد.

تست: کدام یک از مطالب زیر در مورد اتم هیدروژن درست است؟

آ- با انتقال الکترون از لایه ۵ به ۲ انرژی جذب می شود و پرتوی با طول موج آبی تولید می‌شود.

ب- در اثر انتقال الکترون از لایه ۶ به ۱ پرتوی با طول موج کمتر از ۴۰۰ نانومتر آزاد می‌شود.

پ- انرژی پرتو گسیل شده از $n = ۳$ به $n = ۲$ بیشتر از $n = ۴$ به $n = ۳$ می‌باشد.

ت- خطی بودن طیف اتمی هیدروژن نشان می‌دهد که الکترون‌ها هر نوع سطح انرژی ممکن را می‌توانند دارا باشند.

۱) آ ، ب ، پ　　۲) ب ، پ　　۳) ب ، پ ، ت　　۴) پ ، ت

Dr. Hasan Poloei

توزیع الکترون‌ها و زیر لایه ها (قاعده آفبا)

قاعده آفبا یا بناگذاری: ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون به ترتیب سطح انرژی کمتر زیرلایه است. (پایداری بیشتر زیرلایه)

۱- طبق این اصل ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها به شکل زیر است:

اولویت اول: ابتدا زیرلایه‌ای پر می‌شود که $n+L$ آن کمتر باشد.

به عنوان مثال بین دو زیرلایه $2S$ و $2P$ ، زیرلایه $2s$ زودتر می‌شود:

$2s: \quad n+L=2+0=2$

$2p: \quad n+L=2+1=3$

اولویت دوم: اگر مجموع اعداد کوآنتومی اصلی و فرعی $(n+L)$ برای دو زیر لایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که n کمتر دارد زودتر از الکترون پر می‌شود:

به عنوان مثال $3p$ زودتر از $4s$ پر می‌شود:

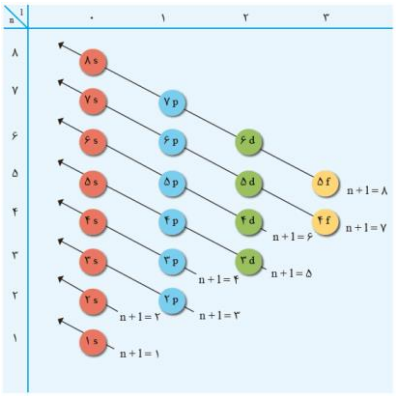
$3p: \quad n+L=3+1=4$ $\qquad$ $4s: \quad n+L=4+0=4$

مثال: آرایش الکترونی K_{19}:

$_{19}K = 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 \ 3p^6 \ / 4s^1$

۲- ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها طبق اصل آبفا به شکل زیر خواهد بود:

$1s^2 - [2s^2 \ 2p^6] - [3s^2 \ 3p^6] - [4s^2 \ 3d^{10} \ 4p^6] - [5s^2 \ 4d^{10} \ 5p^6]$



۳- ترتیب فوق ترتیب پر شدن زیرلایه‌هاست، اما ترتیب نوشتن زیرلایه‌ها در آرایش الکترونی گسترده، با توجه به فاصله زیر لایه‌ها به هسته بوده و به شکل زیر است:

$\underbrace{1s^2}_{\text{لایه ۱}} / \underbrace{2s^2 2p^6}_{\text{لایه ۲}} / \underbrace{3s^2 \ 3p^6 \ 3d^{10}}_{\text{لایه ۳}} / \underbrace{4s^2 \ 4p^6 \ 4d^{10} \ 4f^{10}}_{\text{لایه ۴}} / \ldots$

مثال ۱: آرایش الکترونی گسترده $_{21}Sc$:

ابتدا طبق قاعده آفبا:

$_{21}Sc: 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 4s^2 \ 3d^1$

اما چون زیرلایه $3d$ متعلق به لایه سوم است، پس نسبت به $4s$ باید به هسته نزدیکتر باشد، بنابراین آرایش الکترونی گسترده Sc خواهد بود:

$_{21}Sc: 1s^2 \ / \ 2s^2 \ 2p^6 \ / \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^1 \ / \ 4s^2$

Dr. Hasan Palvei

مثال ۲: آرایش الکترونی $_{۲۶}Fe$ را نوشته و به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) تعداد لایه‌های الکترونی :

ب) تعداد لایه‌های الکترونی پر شده :

پ) تعداد زیرلایه‌ها :

ت) تعداد زیرلایه‌های پر شده :

ث) آخرین زیرلایه‌ای که الکترون وارد آن شده :

ج) تعداد الکترون با $L = ۱$:

ح) تعداد الکترون با $n = ۳$ ، $L = ۱$:

خ) تعداد الکترون با $n = ۳$ ، $L = ۲$:

۴- آرایش الکترونی گسترده و نیز فشرده گازهای نجیب:

$$_{۲}He = ۱s^{۲}$$

$$_{۱۰}Ne = ۱s^{۲}/۲s^{۲}\ ۲p^{۶} \xrightarrow{\text{فشرده}} \left[_{۲}He\right] ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}$$

$$_{۱۸}Ar = ۱s^{۲}/۲s^{۲}\ ۲p^{۶}/۳s^{۲}\ ۳p^{۶} \xrightarrow{\text{فشرده}} \left[_{۱۰}Ne\right] ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}$$

$$_{۳۶}Kr = ۱s^{۲}/۲s^{۲}\ ۲p^{۶}/۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۱۰}/۴s^{۲}\ ۴p^{۶} \xrightarrow{\text{فشرده}} \left[_{۱۸}Ar\right] ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}\ ۴p^{۶}$$

$$_{۵۴}Xe = \xrightarrow{\text{فشرده}} \left[_{۳۶}Kr\right] ۴d^{۱۰}\ ۵s^{۲}\ ۵p^{۶}$$

مثال ۱: آرایش الکترونی فشرده عنصرهای $_{۱۷}Cl$ و $_{۳۸}Sr$ را بنویسید:

$$_{۱۷}Cl: \left[_{۱۰}Ne\right] ۳s^{۲}\ ۳p^{۵}$$

$$_{۳۸}Sr: \left[_{۱۸}Ar\right] ۴s^{۲}$$

مثال ۲: آرایش الکترونی گسترده و فشرده عنصرهای زیر را بنویسید:

$_{۳۵}Br$:

$_{۵۵}Cs$:

۵- آرایش الکترونی چند عنصر از قاعده آفبا تبعیت نمی‌کند.

دسته اول: اگر آرایش الکترونی عنصری به $(n-۱)d^{۴}, ns^{۲}$ ختم شود، شکل درست آن $(n-۱)d^{۵}, ns^{۱}$ خواهد بود:

$$_{۲۴}Cr: \begin{cases} ۱s^{۲}/\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ /\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ \ ۳d^{۴}\ ۴s^{۲} & \text{نادرست :} \\ ۱s^{۲}/\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ /\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ \ ۳d^{۵}\ ۴s^{۱} & \text{درست :} \end{cases}$$

عنصر زیرین کروم یعنی مولیبدن $(_{۴۲}Mo)$ نیز به همین شکل است.

Dr. Hasan Poloei

دسته دوم: اگر آرایش الکترونی عنصری به $(n-1)d^{9}, ns^{2}$ ختم شود، شکل درست آن $(n-1)d^{10}, ns^{1}$ خواهد بود:

$$_{29}Cu: \begin{cases} 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 \ 3d^9 4s^2 & \text{نادرست :} \\ 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 \ 3d^{10} 4s^1 & \text{درست :} \end{cases}$$

عنصر زیرین مس یعنی نقره $(_{47}Ag)$ نیز به همین شکل است.

تست: دو عنصر $_{24}Cr$ و $_{33}As$ در چه تعداد از موارد زیر شباهت دارند؟

- تعداد لایه
- تعداد لایه پر
- تعداد زیرلایه شش الکترونی
- تعداد زیرلایه نیمه پر
- تعداد الکترون با $n=2$
- تعداد الکترون با $L=2$
- تعداد الکترون با $n=3$ ، $L=1$
- مجموع $n+L$ دورترین زیرلایه از هسته

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

لایه ظرفیت و الکترون‌های ظرفیتی

لایه ظرفیت: زیرلایه یا زیرلایه‌هایی از اتم که الکترون‌های آن رفتار و خواص شیمیایی آن را تعیین می‌کنند.

الکترون‌های ظرفیتی: به الکترون‌های لایه ظرفیت یک اتم، الکترون لایه ظرفیت یا الکترون‌های ظرفیتی گویند.

عنصرهای دسته s ، p ، d و f

توجه به اینکه آخرین الکترون در چه زیرلایه‌ای وارد شده، عنصرهای جدول دوره‌ای را به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌کنیم:

✓ **عنصرهای دسته s :**

۱- آخرین الکترون آنها وارد زیر لایه s می‌شود: ns^1 یا ns^2

(منظور از n شماره دوره عنصر می‌باشد)

$_{4}Be: 1s^2/2s^2$ $\qquad$ $_{11}Na: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^1$

۲- شامل گروه‌های ۱ و ۲ و نیز He می‌باشند.

۳- اکثر این عنصرها فلزند غیر از H و He

۴- لایه ظرفیت این عنصرها همان زیرلایه s آخر است (ns)

۵- دوره یا تناوب: بزرگترین ضریب زیرلایه (n)

۶- گروه: الکترون‌های ظرفیتی (توان ns)

مثال: آرایش الکترونی $_{19}K$ و $_{38}Sr$ را نوشته و لایه آخر ، لایه ظرفیت، تعداد الکترون‌های ظرفیتی و گروه و دوره آنها را تعیین کنید.

Dr. Hasan Palouei

✓ **عنصرهای دسته p:**

۱- آخرین الکترون آنها وارد زیرلایه p می‌شود: $ns^{۲}\ np^{x}$

(n شماره دوره بوده و x از ۱ تا ۶ خواهد بود)

$_{۱۸}Ar : ۱s^{۲}/۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ /۳s^{۲}\ ۳p^{۶}$ $\qquad$ $_{۵}B : ۱s^{۲}/۲s^{۲}\ ۲p^{۱}$

۲- شامل گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ می‌باشند (غیر از He)

۳- همه نافلزات در این دسته قرار می‌گیرند (غیر از H و He) ، همچنین همه شبه فلزات و تعدادی فلز نیز در این دسته قرار دارند.

۴- لایه ظرفیت این عنصرها، همان لایه آخر می‌باشد: np و ns

۵- دوره یا تناوب: بزرگترین ضریب زیرلایه (n)

۶- گروه: الکترون‌های ظرفیتی $+$ ۱۰

مثال: لایه آخر، لایه ظرفیت، تعداد الکترون لایه ظرفیت و گروه و دوره $_{۱۳}Al$ و $_{۳۵}Br$ را تعیین کنید.

نکته: به عنصرهای دسته S و P ، عناصر اصلی می‌گویند.

✓ **عنصرهای دسته d (واسطه):**

۱- آخرین الکترون آنها وارد زیرلایه d می‌شود: $ns^{۲}$ ، $(n-۱)d^{x}$

(n شماره دوره بوده و x از ۱ تا ۱۰ خواهد بود)

$_{۲۱}Sc : \left[_{۱۸}Ar\right]\ ۳d^{۱}\ ۴s^{۲}$ $\qquad$ $_{۴۳}Tc : \left[_{۳۶}Kr\right]\ ۴d^{۵}\ ۵s^{۲}$

۲- شامل گروه‌های ۳ تا ۱۲ می‌باشند.

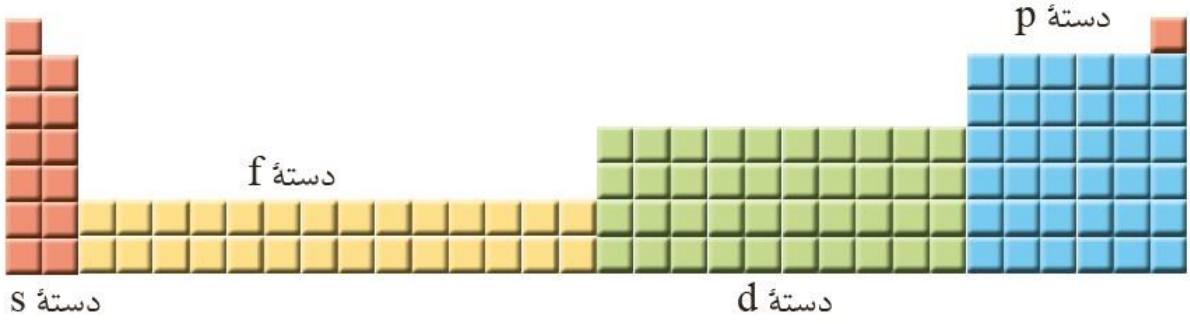
۳- همه عنصرهای دسته d فلزند. (فلزات واسطه)

۴- لایه ظرفیت این عنصرها، دو زیر لایه آخر می‌باشد: ns و $(n-۱)d$

۵- دوره یا تناوب: بزرگترین ضریب زیرلایه (n)

۶- گروه: الکترون‌های ظرفیتی

مثال: لایه آخر لایه ظرفیت، تعداد الکترون لایه ظرفیت و گروه و دوره $_{۲۹}Cu$ و $_{۴۸}Cd$ را تعیین کنید.



Dr. Hasan Palouei

✓ **عنصرهای دسته f (واسطه داخلی) :**

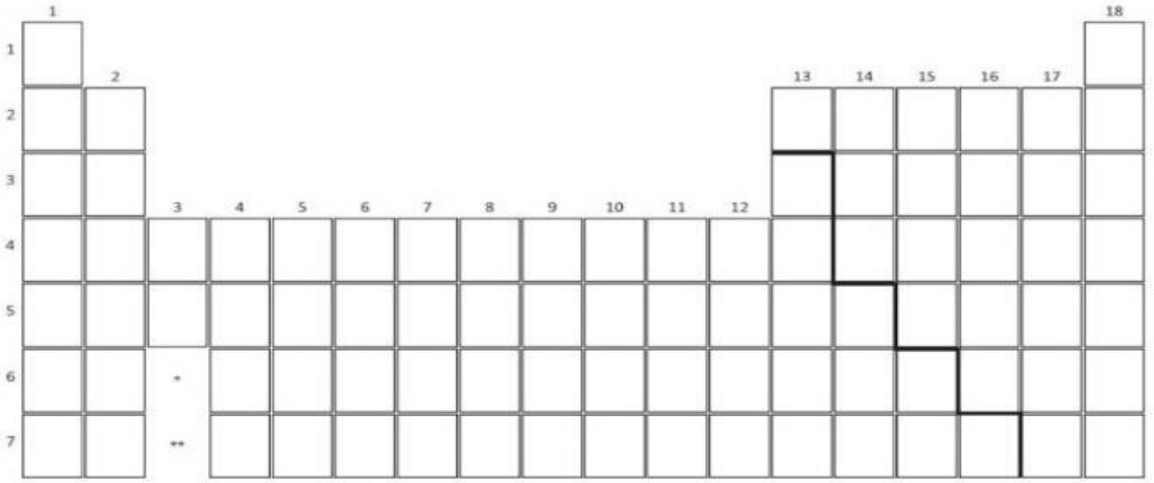
۱- آخرین الکترون انها وارد زیرلایه $4f$ یا $5f$ می‌شود.

۲- لانتانیدها: شامل ۱۴ عنصر بوده و زیرلایه $4f$ آنها در حال پر شدن است.
همگی در گروه ۳ و دوره ۶ قرار دارند.

۳- آکتنیدها: شامل ۱۴ عنصر بوده و زیرلایه $5f$ آنها در حال پر شدن است.
همگی در گروه ۳ و دوره ۷ قرار دارند.

۴- همه این ۲۸ عنصر فلزند.

۵- این عنصرها را به شکل دو ردیف ۱۴ تایی در پایین جدول دوره‌ای قرار می‌دهند. هرچند محل درست آنها نیز در داخل جدول می‌باشد.



تست ۱: کدام ۳ عنصر در زیرلایه p بالاترین لایه اشغال شده اتم خود، الکترون ندارند؟

۱) ${}_{27}A$ ، ${}_{30}x$ ، ${}_{39}G$
۲) ${}_{27}A$ ، ${}_{31}Z$ ، ${}_{39}G$
۳) ${}_{21}M$ ، ${}_{30}x$ ، ${}_{36}E$
۴) ${}_{21}M$ ، ${}_{31}Z$ ، ${}_{36}E$

تست ۲: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم عنصر ${}^{75}A$ برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر A و شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم آن کدامند؟

۱) ۳ ، ۳۱
۲) ۵ ، ۳۱
۳) ۳ ، ۳۳
۴) ۵ ، ۳۳

Dr. Hasan Poloei

تست ۳ : اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با $L = ۱$ باشد، آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن دارای . . . الکترون است و این عنصر در دوره . . . . . و گروه . . . . . جدول تناوبی جای دارد.

۱) ۵ – چهارم – هفدهم
۲) ۵ – پنجم – چهاردهم
۳) ۷ – پنجم – چهاردهم
۴) ۷ – چهارم – هفدهم

تست ۴ : اگر شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B و شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ اتم آن برابر نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب کدام دو عنصر دوره چهارم جدول دوره‌ای‌اند؟

۱) ${}_{۲۹}Cu$ ، ${}_{۲۴}Cr$
۲) ${}_{۲۹}Cu$ ، ${}_{۲۵}Mn$
۳) ${}_{۳۰}Zn$ ، ${}_{۲۴}Cr$
۴) ${}_{۳۰}Zn$ ، ${}_{۲۵}Mn$

پیدا کردن گروه و دوره عنصرها

روش ۱: با استفاده از آرایش الکترونی:

دوره: بزرگترین ضریب زیر لایه‌ها

گروه: دسته s : الکترون‌های لایه ظرفیت: ns^x

دسته p : الکترون‌های لایه ظرفیت: $۱۰ + \left(ns^۲\ np^x\right)$

دسته d : الکترون‌های لایه ظرفیت: $ns^۲ ، (n-۱)d^x$

دسته f : گروه ۳

روش ۲: با استفاده از عدد اتمی گازهای نجیب:

در این روش تفاوت عدد اتمی عنصر مورد نظر با نزدیکترین گاز نجیب را به دست می‌آوریم که دو حالت زیر متصور است:

حالت ۱: از گاز نجیب بعدی: ${}_{۲}He$

گروه: (عدد اتمی عنصر- عدد اتمی گاز نجیب بعدی) - ۱۸ ${}_{۱۰}Ne$

دوره: برابر با دوره گاز نجیب مورد نظر ${}_{۱۸}Ar$

حالت ۲: از گاز نجیب قبلی: ${}_{۳۶}Kr$

گروه: عدد اتمی گاز نجیب قبلی - عدد اتمی عنصر ${}_{۵۴}Xe$

دوره: یک دوره پایین‌تر از گاز نجیب مورد نظر ${}_{۸۶}Rn$

نکته: دقت شود که در دوره‌های ۱ تا ۳ فلزات واسطه وجود ندارند.

مثال: گروه و دوره عنصرهای ${}_{۵۳}I$ ، ${}_{۴۷}Ag$ ، ${}_{۲۰}Ca$ ، ${}_{۴۳}Tc$ و ${}_{۱۳}Al$ را با استفاده از عدد اتمی گازهای نجیب به دست آورید.

Dr. Hasan Poloei

نکاتی از جدول دوره‌ای عنصرها

۱- به عناصر دسته s (گروه ۱ و ۲) و دسته p (گروه ۱۳ تا ۱۸) عناصر اصلی و به عناصر دسته d (گروه ۳ تا ۱۲) و نیز دسته f ، عناصر فرعی یا واسطه گفته می‌شود.

۲- ترتیب پر شدن زیر لایه‌ها در جدول دوره‌ای، طبق اصل آفبا می‌باشد.

به عبارتی در دو عنصر اول (H ,He) الکترون وارد زیرلایه $1s$ می‌شود و در دو عنصر بعد (Li ,Be) الکترون وارد زیرلایه $2s$ می‌شود و در ۶ عنصر بعدی الکترون وارد زیرلایه $2p$ می‌شود و . . . . .

۳- همه گروه‌های اصلی از دوره دوم به بعد قرار دارند (غیر از گروه ۱۸)

۴- عنصر هیدروژن تنها عنصری است که گروه مشخصی ندارد هر چند در بالای گروه ۱ قرار می‌گیرد.

۵- عنصرهای واسطه (دسته d) از دوره چهارم وارد جدول دوره‌ای می‌شوند.

۶- ضریب آخرین زیرلایه s در هر دوره، با شماره دوره (n) برابر است: ns

به عنوان نمونه آخرین زیرلایه‌ی دو عنصر دسته s در دوره چهارم (K ,Ca) ، $4s$ می‌باشد.

۷- ضریب آخرین زیرلایه p در هر دوره، با شماره دوره (n) برابر است: np

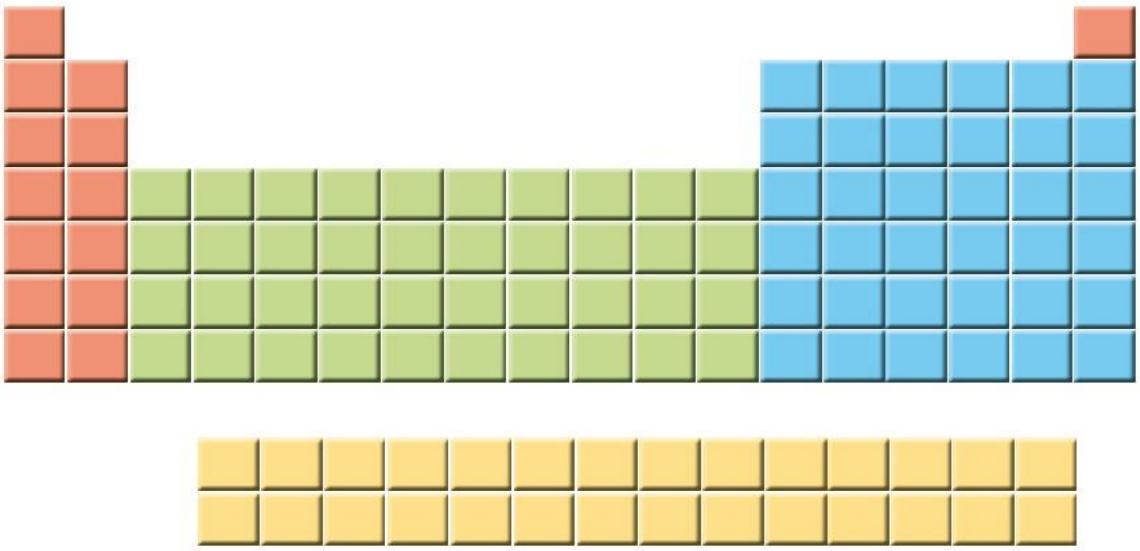
به عنوان نمونه آخرین زیرلایه‌ی شش عنصر دسته p در دوره سوم، $3p$ می‌باشد.

۸- ضریب آخرین زیرلایه d در هر دوره، از شماره دوره (n) یک واحد کمتر است: $(n-1)d$

به عنوان نمونه آخرین زیرلایه ده عنصر دسته d در دوره چهارم، $3d$ می‌باشد.

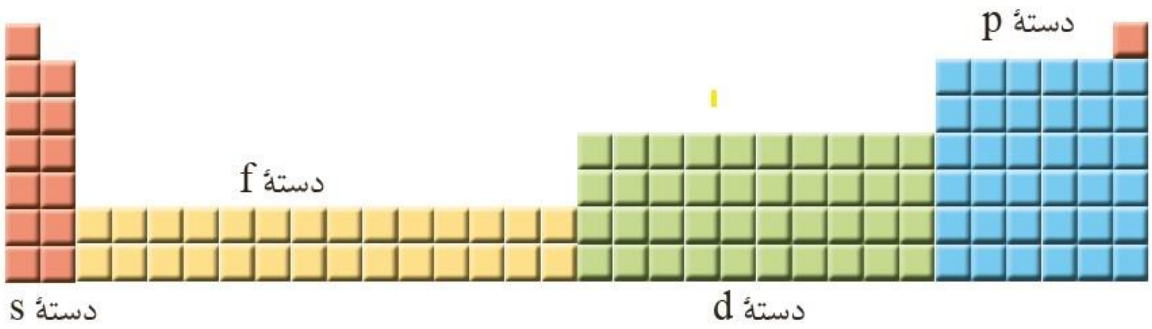
۹- ضریب آخرین زیرلایه f در هر دوره، از شماره دوره (n) دو واحد کمتر است: $(n-2)f$

به عنوان نمونه آخرین زیرلایه چهارده عنصر دسته f در دوره شش، $4f$ می‌باشد.



Dr. Hasan Poloei

۱۰- عناصر دسته s از دوره اول وارد جدول می‌شوند.
عناصر دسته p از دوره دوم وارد جدول می‌شوند.
عناصر دسته d از دوره چهارم وارد جدول می‌شوند.
عناصر دسته f از دوره ششم وارد جدول می‌شوند.



۱۱- تعداد عنصرها در دوره اول: دو عنصر
تعداد عنصرها در دوره‌های دوم و سوم: ۸ عنصر
تعداد عنصرها در دوره‌های چهارم و پنجم: ۱۸ عنصر
تعداد عنصرها در دوره‌های ششم و هفتم: ۳۲ عنصر

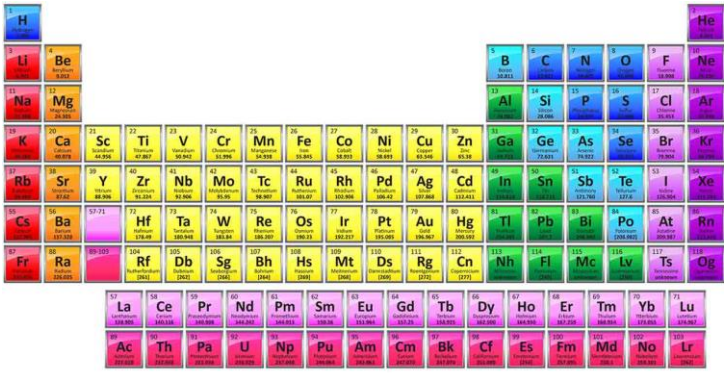
۱۲- هر چند «لایه» و «دوره» را با n نشان می‌دهند، اما دقت شود که منظور از لایه، فضای اطراف هسته است که الکترون‌ها در آن در حال حرکت هستند اما منظور از دوره یا تناوب ردیف‌هایی افقی در جدول تناوبی می‌باشد.

سوال: الف) حداکثر گنجایش الکترون در لایه سوم اتم چند الکترون است؟
ب) در دوره سوم جدول تناوبی حداکثر چند الکترون وارد لایه سوم اتم می‌شود؟
پ) در دوره سوم جدول دوره‌ای چند عنصر وجود دارد؟

۱۳- عنصرهای یک گروه (خانواده یا ستون) به دلیل یکسان بودن آرایش الکترونی در لایه ظرفیت، خواص شیمیایی مشابه یکدیگر دارند.

۱۴- تنها شباهت عناصر یک دوره، تعداد لایه برابر آنهاست، عناصر هر دوره به شماره دوره خود لایه دارند.

۱۵- عنصرهای جدول دوره‌ای به سه دسته فلز، شبه فلز و نافلز تقسیم می‌شوند. شبه فلزات (Te, Sb, As, Ge, Si, B) مانند مرزی بین دو دسته دیگر قرار دارند. عنصرهای سمت راست شبه فلزات، نافلزند و عنصرهای سمت چپ آنها فلزند.



Dr. Hasan Poloei

تست ۱: کدام گزینه در مورد جدول دوره‌ای نادرست است؟

۱) تعداد عنصرها در گروه ۳ و دوره ششم و هفتم برابر بوده و شامل ۳۲ عنصر می‌باشند.

۲) در عنصرهای واسطه دوره پنجم زیرلایه $5d$ در حال پر شدن است.

۳) از میان ۱۱۸ عنصر، همگی دارای گروه مشخصی هستند غیر از عنصر هیدروژن

۴) آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر یک گروه مشابه یکدیگر می‌باشد غیر از عنصر هلیم

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- شباهت عنصرهای یک گروه به مراتب بیشتر از عنصرهای یک دوره می‌باشد.
- عنصرهای یک دوره تنها در تعداد زیرلایه‌ها مشابه یکدیگرند.
- حداکثر گنجایش لایه چهارم اتم ۳۲ الکترون می‌باشد که در عنصرهای دوره چهارم الکترون-ها وارد این لایه می‌شوند.
- عنصری که دارای ۵ زیرلایه دو الکترونی است، متعلق به گروه ۴ و دوره ۴ می‌باشد.
- در پانزدهمین عنصر جدول دوره‌ای مجموع $n+L$ الکترون‌های آخرین زیرلایه ۱۲ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

سوال ۱: به پرسش‌های زیر در مورد عنصرهای دوره دوم پاسخ دهید:

الف) چه زیرلایه‌هایی در آنها در حال پر شدن است؟

ب) در چند عنصر ، لایه اول اتم پر شده است؟

پ) در چند عنصر ، لایه دوم اتم پر شده است؟

ت) چند عنصر ، دارای چهار الکترون $L=0$ می‌باشند؟

سوال ۲: به پرسش‌های زیر در موردعنصرهای دوره سوم پاسخ دهید:

الف) چه زیرلایه‌هایی در آنها در حال پر شدن است؟

ب) در چند عنصر ، لایه دوم اتم تکمیل شده است؟

پ) در چند عنصر ، لایه سوم اتم تکمیل شده است؟

ت) چند عنصر دارای ۶ الکترون با $L=0$ می‌باشند؟

ث) چند عنصر الکترون (هایی) با $n+L=4$ دارا هستند؟

سوال ۳: به پرسش‌های زیر در مورد عنصرهای دوره چهارم پاسخ دهید؟

الف) چه زیرلایه‌هایی در آنها در حال گرفتن الکترون می‌باشد؟

ب) در چند عنصر ، لایه سوم اتم پر شده است؟

پ) در چند عنصر ، زیرلایه $4s$ نیمه پر است؟

ت) در چند عنصر ، زیرلایه $3d$ نیمه پر است؟

ث) در چند عنصر ۱۰ الکترون با $L=2$ وجود دارد؟

ج) چند عنصر زیرلایه نیمه پر دارند؟

Dr. Hasan Poloei

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست اند؟

- بین عنصرهای $_{21}Sc$ و $_{33}As$ یازده عنصر وجود دارند که دو عنصر از آنها از اصل آفبا پیروی نمی‌کنند.
- در ساختار یک اتم ، مجموع گنجایش لایه‌های اول و دوم و سوم از لایه چهارم کمتر است.
- در کلیه عناصر دوره پنجم، لایه اصلی چهارم اتم پر شده است.
- شمار الکترون‌های لایه ظرفیت $_{34}Se$ با تعداد الکترون‌های $L = 2$ در $_{26}Fe$ برابر است.
- زیرلایه‌هایی که مجموع اعداد کوآنتومی اصلی و فرعی آنها برابر با ۵ می‌باشد، سه زیر لایه می‌باشند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

۱) در یک لایه الکترونی هیچ‌گاه مجموع $n + L$ برای دو زیر لایه یکسان نیست.

۲) در عنصر $_{17}Cl$ مجموع $n + L$ الکترون‌های زیرلایه آخر مجموعاً برابر بیست می‌باشد.

۳) در عنصر $_{28}Ni$ تعداد الکترون‌های دارای $L = 2$ و برابر با تعداد الکترون $L = 0$ است.

۴) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها طبق قاعده آفبا: $6s \rightarrow 5d \rightarrow 4f \rightarrow 6p$

ساختار اتم و رفتار آن

۱- با توجه به این که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی هستند، می‌توان گفت این عناصر واکنش‌پذیر نبوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند. علت این است که این گازها در لایه ظرفیت خود ۸ الکترون دارند. (غیر از He) و به حالت پایداری رسیده‌اند. به عبارتی گازهای نجیب حالت «هشت‌تایی» یا «اکتت» دارند.

۲- دیگر عنصرها نیز برای رسیدن به حالت پایدار «اکتت» با یکدیگر وارد واکنش می‌شوند تا با اشتراک الکترون یا گرفتن و یا از دست دادن الکترون به حالت «هشت تایی» در لایه آخر خود برسند.

۳- با توجه به این که در عنصرهای اصلی (دسته s و p)، هر عنصر به شماره یکان گروه خود الکترون ظرفیتی دارد، این عنصرها برای رسیدن به حالت اکتت به شکل زیر عمل می‌نمایند:

الف) نافلزات: با گرفتن ۱ ، ۲ یا ۳ الکترون تبدیل به آنیون شده و به آرایش گاز نجیب همان دوره می‌رسند. و یا با اشتراک الکترون بین دو اتم به آرایش هشت تایی می‌رسند.

ب) فلزات: با از دست دادن ۱ ، ۲ یا ۳ الکترون تبدیل به کاتیون شده و به آرایش گاز نجیب دوره ماقبل خود می‌رسند.

پ) شبه فلزات: چون امکان تشکیل یون ندارند، صرفاً با اشتراک الکترون بین دو اتم به آرایش گاز نجیب همان دوره می‌رسند.

Dr. Hasan Poloei

آرایش الکترون – نقطه ای

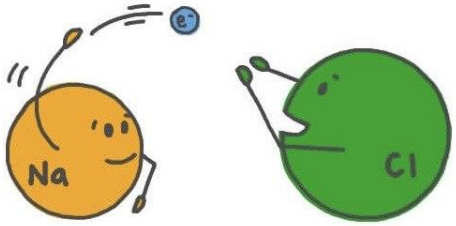
۱-«گیلبرت نیوتن لوویس» برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم ها، آرایشی به نام آرایش الکترون-نقطه ای ارائه کرد.

۲- برای رسم این آرایش، ابتدا نماد عنصر را نوشته سپس چهار محل در اطراف نماد عنصر در نظر گرفته و به تعداد الکترون های ظرفیتی عنصر، یکی یکی و در یک جهت نقطه در این مکان ها قرار می دهیم. به عنوان نمونه مدل الکترون – نقطه ای دو عنصر B و N

۳- مدل الکترون– نقطه ای عنصرهای اصلی:

شماره گروه	1	2	13	14	15	16	17	18
آرایش لایه ظرفیت	ns^1	ns^2	$ns^2\,np^1$	$ns^2\,np^2$	$ns^2\,np^3$	$ns^2\,np^4$	$ns^2\,np^5$	$ns^2\,np^6$
تعداد الکترون ظرفیتی	1	2	3	4	5	6	7	8
ساختار الکترون – نقطه ای	X	X	X	X	X	X	X	X

تشکیل یون، پیوند یونی و ترکیبات یونی



همانگونه که ذکر شد فلزات اصلی تمایل دارند تا با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود و نافلزات نیز تمایل به گرفتن الکترون و رسیدن به آرایش گاز نجیب بعد از خود (در همان دوره) دارند. بنابراین در صورتی که یک عنصر فلزی و نافلزی در مجاورت یکدیگر قرار گیرند، با مبادله الکترون بین آنها، هر دو به خواسته خود رسیده و پایدار شده و بین کاتیون و آنیون حاصل، جاذبه و یا پیوندی ایجاد می‌شود که به آن «پیوند یونی» می‌گویند. به ترکیب شیمیایی حاصل نیز «ترکیب یونی» یا «جامد یونی» اطلاق می‌شود.

مثال ۱: مراحل ایجاد سدیم کلرید ($NaCl$):

با استفاده از آرایش الکترونی:

$$_{11}Na: 1s^2/2s^2\,2p^6/3s^1 \longrightarrow {}_{11}Na^+: 1s^2/2s^2\,2p^6$$

$$\searrow 1e^-$$

$$_{17}Cl: 1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^5 \longrightarrow {}_{17}Cl^-: 1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^6$$

Dr. Hasan Poloei

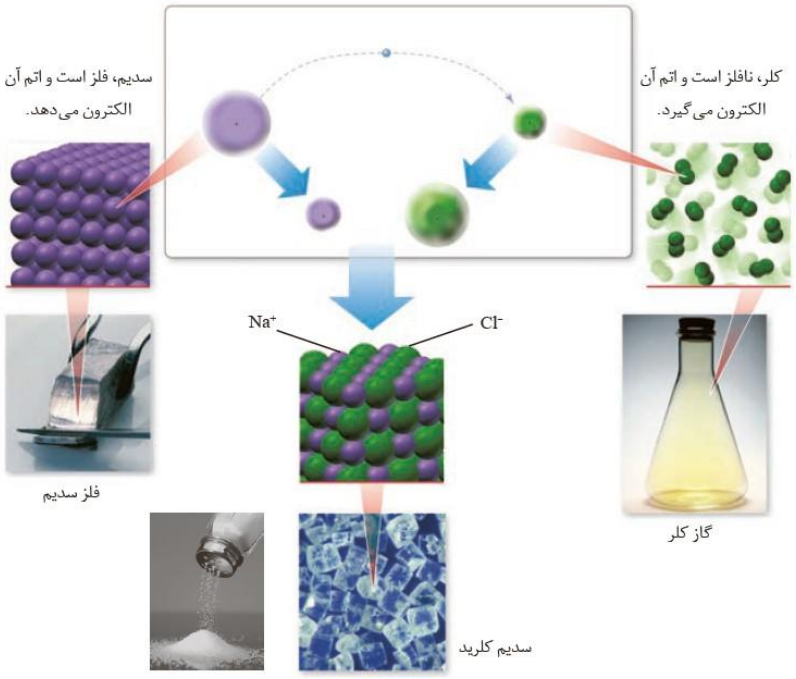
بیان الکترون – نقطه‌ای:

$$\dot{N}a + .\ddot{C}l: \longrightarrow Na^{+} \left[:\ddot{C}l:\right]^{-}$$

$$۱e^{-}$$

یون Na^{+} به آرایش الکترونی گاز نجیب دوره قبل خود (Ne) و یون کلرید (Cl^{-}) به آرایش گاز نجیب هم دوره خود یعنی (Ar) رسیده‌اند.

واکنش انجام شده: $۲Na\,(s) + Cl_{۲}(g) \longrightarrow ۲\,NaCl\,(s)$



نکته: سدیم جامد نقره ای رنگ، کلر گاز زرد رنگ و سدیم کلرید جامدی سفید رنگ است.

مثال ۲: تشکیل کلسیم اکسید (CaO) :

$$_{۲۰}Ca : \left[_{۱۸}Ar\right] ۴s^{۲} \longrightarrow Ca^{۲+} : \left[_{۱۸}Ar\right]$$

$$\searrow ۲e^{-}$$

با استفاده از آرایش الکترونی:

$$_{۸}O : \left[_{۲}He\right] ۲s^{۲}\,۲p^{۴} \longrightarrow O^{۲-} : [Ne]$$

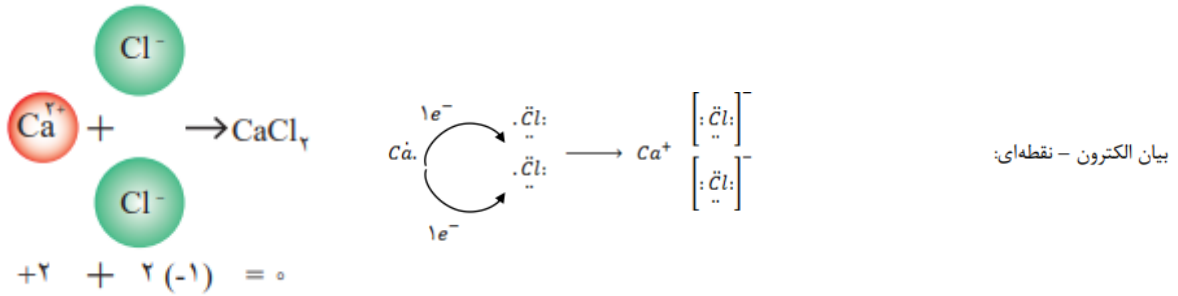
بیان الکترون نقطه‌ای:

$$\dot{C}a. + .\ddot{O}: \longrightarrow Ca^{۲+} \left[.\ddot{O}:\right]^{-۲}$$

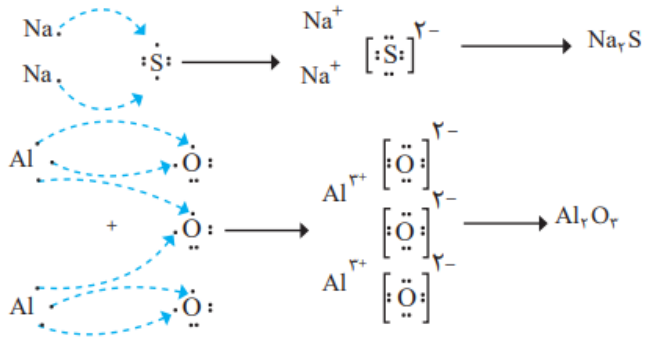
$$۱e^{-}$$

Dr. Hasan Palowi

مثال ۳: تشکیل کلسیم کلرید $(CaCl_2)$:



مثال ۴: تشکیل آلومینوم اکسید (Al_2O_3) و سدیم اکسید (Na_2O):



نکته ۱: ترکیبات یونی در کل خنثی هستند. زیرا مجموع بار کاتیون‌ها برابر با مجموع بار آنیون‌هاست از این ویژگی می توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات یونی دوتایی (ترکیبات یونی که از دو عنصر ساخته شده اند)، بهره برد.

نکته ۲: شعاع یون مثبت، کوچکتر از شعاع اتم خنثی آن است.

شعاع یون منفی، بزرگتر از شعاع اتم خنثی آن است.

✓ **یون‌های متداول عنصرهای اصلی:**

گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱۳	گروه ۱۴	گروه ۱۵	گروه ۱۶	گروه ۱۷
Li^+ لیتیم				N^{3-} نیترید	O^{-2} اکسید	F^- فلوئورید
Na^+ سدیم	Mg^{2+} منیزیم	Al^{3+} آلومینیوم		P^{3-} فسفید	S^{-2} سولفید	Cl^- کلرید
K^+ پتاسیم	Ca^{2+} کلسیم	Ga^{3+} گالیم				Br^- برمید
Rb^+ روبیدیوم	Sr^{+2} استرانسیوم		Sn^{2+} , Sn^{4+} قلع II و IV			I^- یدید
Cs^+ سزیم	Ba^{+2} باریم		Pb^{2+} , Pb^{4+} سرب II و IV			

عنصر هیدروژن یون متداول H^- (هیدرید) ایجاد می‌کند.

Dr. Hasan Poloei

✓ **یون‌های متداول فلزات واسطه:**

یون پایدار و متداول فلزات واسطه اکثراً به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند، یون پایدار عنصرهای دوره چهارم:

Sc^{3+}	Ti^{2+} Ti^{4+}	V^{2+} V^{3+} V^{4+} V^{5+}	Cr^{2+} Cr^{3+}	Mn^{2+} Mn^{3+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Co^{2+} Co^{3+}	Ni^{2+} Ni^{3+}	Cu^{+} Cu^{2+}	Zn^{2+}
اسکاندیوم	تیتانیوم II III	وانادیوم II III IV V	کروم II III	منگنز II III	آهن II III	کبالت II III	نیکل II III	مس I II	روی

● یون نقره (Ag^{+}) نیز جزء کاتیون مهم می‌باشد.

نکته: در مورد کاتیون‌هایی که بیش از یک یون متداول دارند، میبایست بار یون به شکل عدد رومی بعد از نام فلز ذکر شود.

فرمول شیمیایی ترکیبات یونی دوتایی

در سمت چپ نماد شیمیایی فلز (کاتیون) و در سمت راست نماد شیمیایی نافلز (آنیون) را نوشته و بار هر یک را «زیروند» یا «اندیس» دیگری قرار می‌دهیم و در صورت امکان زیروندها را ساده می‌نماییم:

$$\begin{cases} K^{+} \\ O^{2-} \end{cases} \rightarrow K_2O \qquad \begin{cases} Al^{3+} \\ N^{3-} \end{cases} \rightarrow Al_2N_3 \rightarrow AlN$$

✓ **نامگذاری ترکیبات یونی دوتایی:**

ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را پسوند «ید» ذکر می‌کنیم.

در صورتی که کاتیون دارای دو یا چند یون باشد، میبایست بار یون به کار رفته را با عدد رومی ذکر کنیم:

K_2O :	پتاسیم اکسید	AlN:	آلومینوم نیترید
$CaCl_2$	کلسیم کلرید	$NaCl$:	سدیم کلرید
Fe_2O_3:	آهن III اکسید	FeO	آهن II اکسید
Cu_2S:	مس I سولفید	CuS:	مس II سولفید

نکته: به ترکیبات یونی که دارای دو عنصر هستند، ترکیبات یونی دوتایی می‌گویند.

سوال ۱: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید:

سدیم نیترید – آلومینیوم فلوئورید – پتاسیم برمید – اسکاندیوم سولفید – اسکاندیوم فسفید – کروم III اکسید – کروم II یدید – کروم III نیترید

Dr. Hasan Poloei

سوال ۲: نام ترکیبات زیر را بنویسید:

CrP — Cu_3N — Cu_3N_2 — Na_3P

FeS — Fe_2S_3 — CaS — CaF_2

سوال ۳: با نوشتن آرایش الکترونی چگونگی تشکیل یون پایدار برای دو عنصر ${}_{12}A$ و ${}_{16}B$ را نوشته و فرمول شیمیایی نمادین ترکیب یونی حاصل از آنها را بنویسید.

سوال ۴: یون متداول عنصرهای ${}_{19}X$ ، ${}_{56}Z$ ، ${}_{35}Y$ و ${}_{15}G$ را به کمک عدد اتمی گازهای نجیب مشخص کنید.

تست ۱: اگر عنصر X دارای ۹ الکترون با $L=1$ باشد، کدام گزینه در مورد آن نادرست است؟

۱) یون پایدار X^{-3} داشته که به آرایش ${}_{18}Ar$ می‌رسد.

۲) با عنصر آهن ترکیبات یونی به فرمول Fe_2X_3 و FeX ایجاد می‌کند.

۳) عنصر سمت راست آن در جدول دوره‌ای ، نافلزی از دوره چهارم می‌باشد.

۴) خواص شیمیایی آن مشابه عنصر ${}_{51}Y$ می‌باشد.

تست ۲: آرایش الکترونی ${}^{65}_{30}Zn^{2+}$ به ترتیب با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟

۱) ${}^{60}_{27}Co^{2+}$ ، ${}_{32}Ge^{2+}$

۲) ${}^{64}_{29}Cu^{+}$ ، ${}_{32}Ge^{2+}$

۳) ${}^{60}_{27}Co^{2+}$ ، ${}_{31}Ga^{3+}$

۴) ${}^{64}_{29}Cu^{2+}$ ، ${}_{31}Ga^{3+}$

نکته: غیر از گازهای نجیب، کربن، بریلیم و شبه فلزات نیز یون پایدار ایجاد نمی‌کنند.

<u>به دست آوردن آرایش الکترونی عنصر از آرایش یون آن:</u>

A) <u>آنیون (یون منفی)</u>: اگر به تعداد بار منفی یون، الکترون از دورترین زیرلایه‌ی یون کم شود، آرایش الکترونی عنصر (خنثی) به دست می‌آید:

$F^-: 1s^2/2s^2\,2p^6 \longrightarrow F: 1s^2/2s^2\,2p^5$

$P^{-3}: [Ne]\,3s^2\,3p^6 \longrightarrow P: [Ne]\,3s^2\,3p^3$

B) <u>کاتیون (یون مثبت)</u>: اگر به تعداد بار مثبت یون، الکترون به زیرلایه یا زیرلایه‌های بعدی اضافه کنیم، آرایش الکترونی عنصر (خنثی) به دست می‌آید:

$Li^+: 1s^2 \longrightarrow Li: 1s^2/2s^1$

$Al^{3+}: 1s^2/2s^2\,2p^6 \longrightarrow Al: 1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^1$

Dr. Hasan Palouei

$$Zn^{2+}: \left[{}_{18}Ar\right] 3d^{10} \longrightarrow Zn: \left[{}_{18}Ar\right] 3d^{10}\ 4s^{2}$$
$$Fe^{3+}: \left[{}_{18}Ar\right] 3d^{5} \longrightarrow Fe: \left[{}_{18}Ar\right] 3d^{6}\ 4s^{2}$$
$$Cu^{2+}: \left[{}_{18}Ar\right] 3d^{9} \longrightarrow Cu: \left[{}_{18}Ar\right] 3d^{10}\ 4s^{1}$$

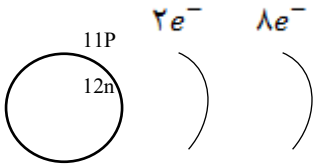
سوال: اگر آرایش الکترونی $x^{2-} = \left[{}_{18}Ar\right]$ و $y^{3+} = \left[{}_{36}Kr\right] 4d^{2}$ باشد، گروه، دوره و عدد اتمی عناصر x و y را به دست آورید.

نکته: آرایش الکترونی ختم به زیرلایه d ، قطعاً متعلق به یک کاتیون است.

تست ۱: کدام آرایش الکترونی را هم می‌توان به یک اتم خنثی، هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون پایدار نسبت داد؟

۱) $1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{6}$
۲) $1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{3}$
۳) $1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{6}\ 3s^{2}$
۴) $\left[{}_{18}Ar\right] 3d^{10}$

تست ۲: با توجه به شکل می‌توان دریافت که . . . . .



۱) اتم نئون است.
۲) یون فلوئورید است.
۳) کاتیون فلزی از دوره سوم است.
۴) کاتیون فلزی از گروه دوم است.

تست ۳: اگر شمار الکترون‌های یون تک اتمی M برابر ۳۶ باشد، این عنصر می‌تواند در دوره . . . . . جدول دوره‌ای جای داشته باشد، تعداد ذرات مثبت هسته آن، . . . . . باشد و با گوگرد ترکیبی با فرمول . . . . . تشکیل دهد.

۱) چهارم – ۳۴ – SM_2
۲) چهارم – ۳۵ – SM
۳) پنجم – ۳۷ – MS_2
۴) پنجم – ۳۸ – SM

تست ۴: در کدام گزینه آرایش الکترونی کاتیون و آنیون هر دو ترکیب مشابه آرایش الکترونی گاز نجیب دوره سوم می‌باشد؟ $\left({}_{11}Na\ ،\ {}_{12}Mg\ ،\ {}_{16}S\ ،\ {}_{17}Cl\ ،\ {}_{20}Ca\ ،\ {}_{35}Br\right)$

۱) Na_2S ، $CaBr_2$
۲) K_2S ، $CaCl_2$
۳) Na_2S ، $MgCl_2$
۴) KCl ، $MgCl_2$

تست ۵: اگر عنصری در گروه ۱۴ و دوره ششم جای داشته باشد، چند مورد از مطالب زیر درباره آن درست است؟

- با عنصر ${}_{33}Y$ خواص شیمیایی مشابهی دارد.
- ترکیبی با فرمول XO_2 می‌تواند تشکیل دهد.

Dr. Hasan Palowi

- در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن چهار الکترون وجود دارد.
- الکترون‌هایی با عدد کوآنتومی $L = ۲$ و نیز $n = ۳$ در اتم آن وجود دارد.
- دارای ۱۲ الکترون $L = ۰$ می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۶: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون تک اتمی $^{۷۹}x^{۳-}$ برابر ۱۰ باشد، در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن ..... الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر X برابر با ..... است.

۱) ۳ ، ۳۱ ۲) ۳ ، ۳۳ ۳) ۵ ، ۳۱ ۴) ۵ ، ۳۳

نسبت یون‌ها در یک ترکیب یونی:

در یک واحد از یک ترکیب یونی: زیروند هر یون قطعاً تعداد همان یون می‌باشد. اما زیروند هر یون لزوماً بار یون دیگر نیست.

مثال:

$Al_۲O_۳$: $۲Al^{۳+} + ۳O^{۲-}$: $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}} = \frac{۲}{۳}$

$NaCl$: $۱\,Na^{+} + ۱\,Cl^{-}$

MgO : $۱Mg^{۲+} + ۱O^{۲-}$

FeN : $۱Fe^{۳+} + ۱N^{۳-}$

تعداد الکترون مبادله شده در اثر تشکیل ترکیب یونی:

تعداد الکترون مبادله شده برای تشکیل ۱ واحد از ترکیب یونی = بار کاتیون × تعداد کاتیون

سوال ۱: در اثر تشکیل ۱ واحد آلومینیوم سولفید چند عدد الکترون بین دو عنصر مبادله می‌شود؟

سوال ۲: به پرسش‌های زیر در مورد کلسیم کلرید پاسخ دهید. $(Ca = ۴۰\ ،\ Cl = ۵/۳۵\ {}^{g}/_{mol})$

الف) نسبت تعداد آنیون به کاتیون:

ب) نسبت مول آنیون به کاتیون:

پ) تعداد الکترون مبادله شده به ازای تشکیل یک واحد از آن:

ت) تعداد مول الکترون مبادله شده به ازای تشکیل یک مول از آن:

ث) تعداد الکترون مبادله شده برای تشکیل ۱۱/۱ گرم از آن:

تست ۱: شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم نیترید است؟ $(N = ۱۴ ،\ Na = ۲۳ ،\ Mg = ۲۴ ،\ S = ۳۲\ g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۲۷ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵

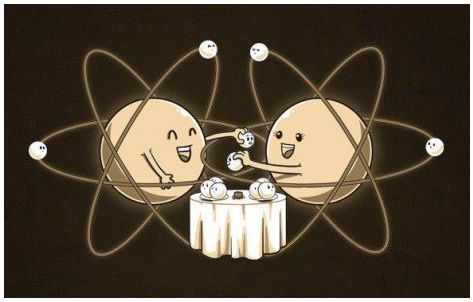
Dr. Hasan Palouei

تست ۲: چنانچه فلز M دو نوع سولفید به فرمول‌های MS و M_2S_3 ایجاد کند، فرمول چند ترکیب قابل قبول است؟

$$MCl_2 - MN - MF_3 - MO - MBr - MP$$

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

پیوند کووالانسی و مواد مولکولی



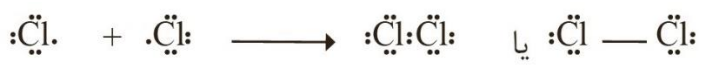
در مبحث پیوند یونی بیان شد که در اثر مجاورت فلز و نافلز، عنصر فلز الکترون به عنصر نافلز داده و هر دو به آرایش پایدار (معمولاً گاز نجیب) می‌رسند و به جاذبه کاتیون و آنیون ایجاد شده «پیوند یونی» می‌گویند.

حال سوالی که مطرح می‌شود این است که اتم‌های نافلز و شبه فلز در اثر واکنش با یکدیگر چگونه به آرایش پایدار می‌رسند و چگونه به یکدیگر متصل می‌شوند؟ پاسخ این پرسش برقراری پیوند کووالانسی (اشتراکی) بین آنهاست:

پیوند کووالانسی: در اثر اشتراک الکترون‌های منفرد (تنها) بین دو اتم نافلز یا شبه فلز، «جفت الکترون پیوندی» ایجاد می‌شود که این جفت الکترون با حرکت به دور هسته‌ی دو اتم باعث اتصال آنها به یکدیگر شده و «پیوند کووالانسی» ایجاد می‌شود.

مثال: تشکیل پیوند اشتراکی بین دو اتم کلر و تولید مولکول دو اتمی کلر (Cl_2)؛ هر اتم کلر در لایه ظرفیت خود ۷ الکترون دارد (سه جفت الکترون و یک الکترون منفرد)، در اثر مجاورت دو اتم کلر به یکدیگر، الکترون‌های منفرد آنها تولید یک جفت الکترون مشترک کرده که با چرخش به دور هر دو هسته، دو اتم را به یکدیگر متصل می‌کنند و از طرفی هر دو اتم کلر به آرایش اکتت می‌رسند:

$$_{17}Cl: 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^5$$



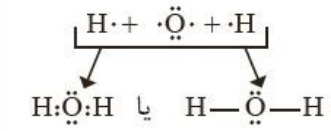
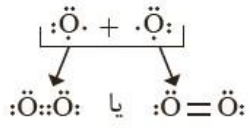
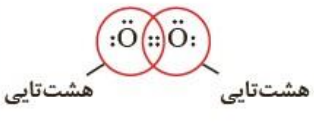
یا

بنابراین در مولکول کلر حاصل (Cl_2) ، در کل ۶ جفت الکترون ناپیوندی و یک جفت الکترون پیوندی در لایه ظرفیت اتم‌ها خواهیم داشت.

نکته ۱: جفت الکترون پیوندی (پیوند کووالانسی) را می‌توان به شکل دو نقطه بین دو اتم نشان داد (مدل الکترون – نقطه‌ای) و یا هر جفت الکترون پیوندی را به شکل یک خط، بین دو اتم رسم کرد (مدل الکترون – خطی)

Dr. Hasan Poloei

✓ **ماده مولکولی:** در اثر اتصال نافلزات و شبه فلزات توسط دو یا چندین پیوند کووالانسی، بسته‌ها یا پکیج‌های مشخص و مجزایی ایجاد می‌شود، به هر بسته که دارای دو یا چندین یا هزاران اتم می‌باشد، «مولکول» و به این مواد «مواد مولکولی» گویند.

تشکیل مولکول از اتم‌ها		
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول		
مدل فضاپرکن		
فرمول مولکولی	H_2O	O_2

✓ **فرمول مولکولی:** به فرمول شیمیایی مواد مولکولی، «فرمول مولکولی» می‌گویند. فرمول مولکولی مختص ترکیبات مولکولی است (نه یونی) که در آن افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر در مولکول

Cl_2 ، O_2 ، H_2O ، CO_2 ، CH_4 ، HCl ، $C_6H_{12}O_6$ و ....

نیز بیان شده است:

به عبارتی فرمول مولکولی یک مولکول نشان دهنده نوع عنصرهای سازنده و شمار اتم‌های هر عنصر مولکول مورد نظر را نشان می‌دهد.

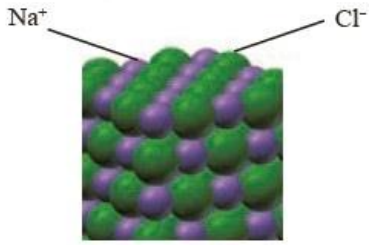
نکته ۲: در ترکیبات یونی بسته مشخصی وجود ندارد. به عنوان مثال هر چند فرمول شیمیایی نمک طعام $NaCl$ می‌باشد اما در شبکه بلوری آن مولکول مشخصی وجود نداشته و هر Na^+ و Cl^- توسط شش یون مخالف احاطه می‌شود که ساده‌ترین نسبت یون‌ها را به شکل $NaCl$ به عنوان فرمول شیمیایی بیان می‌کنیم.

تشخیص ترکیبات مولکولی: فاقد فلزند (فقط نافلز و شبه فلز دارند)

تشخیص ترکیبات یونی: نافلز + فلز

نکته ۳: بریلیم (Be) با آنکه فلز است اما یون و پیوند یونی ایجاد نکرده و صرفاً پیوند کووالانسی و در نتیجه ماده مولکولی ایجاد می‌کند:

BeF_2 ، BeO



Dr. Hasan Paloei

ظرفیت

منظور از ظرفیت عنصر برای ایجاد پیوند کووالانسی، تعداد الکترون‌های منفرد در مدل الکترون – نقطه‌ای آن عنصر است.

الکترون‌های ظرفیتی: ۶ ، ظرفیت = ۲

$\cdot\ddot{S}: \longrightarrow$

نکته ۱: در پیوند یونی منظور از ظرفیت عنصر، بار یون پایدار آن است: N^{3-} ، Ca^{2+}

نکته ۲: گروه‌های ۱۵ ، ۱۶ ، ۱۷ غیر از ظرفیت معمول، ظرفیت‌های دیگری هم دارند. (غیر از O و F)

ظرفیت عنصرهای اصلی

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
ساختار الکترون – نقطه‌ای	$\dot{x}$	$\dot{x}.$	$\dot{x}.$	$.\dot{x}.$	$.\ddot{x}.$	$.\ddot{x}:$	$.\ddot{x}:$
ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵ ،۳	۶ ،۴ ،۲	۷ ،۵ ،۳ ،۱

نکته ۳: عنصر H صرفاً با پایین‌ترین ظرفیت عناصر واکنش می‌دهد.

فرمول نویسی ترکیبات مولکولی

ترکیبات مولکولی تنوع بسیار زیادی دارند که فرمول مولکولی آنها وابسته به تعداد اتم‌های هر مولکول است. اما برای فرمول نویسی ترکیبات مولکولی دوتایی که دارای یک یا دو اتم مرکزی هستند و جزء ترکیبات آلی نیز نباشند، به ترتیب زیر عمل می‌نماییم: عنصری که ظرفیت بیشتر دارد را معمولاً سمت چپ نوشته (اتم مرکزی) و عنصر دیگر را در سمت راست و ظرفیت هر یک را زیروند دیگری قرار داده و در صورت امکان ساده می‌نماییم:

B و F : BF_3 $\qquad$ O و Cl : OCl_2

O و C : $C_2O_4 \longrightarrow CO_2$ $\qquad$ H و O : H_2O

نامگذاری ترکیبات مولکولی دوتایی

ابتدا تعداد عنصر سمت چپ را به کمک پیشوند یونانی ذکر کرده و سپس نام آن را بیان کرده و در مرحله بعد تعداد و نام عنصر سمت راست را با پسوند «ید» بیان می‌کنیم:

تعداد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونا	دکا

Dr. Hasan Palowi

نکته ۱: اگر تعداد عنصر سمت چپ برابر با ۱ باشد، پیشوند «مونو» استفاده نمی‌شود.

مثال:

N_2O_4:	دی نیتروژن تری اکسید	PCl_5 :	فسفر تری کلرید
CO_2:	کربن دی اکسید	SiF_4 :	سیلسیم تترا فلوئورید
CO :	کربن مونو اکسید	NO :	نیتروژن مونواکسید

نکته ۲: فرمول نویسی و نامگذاری ترکیبات آلی (CH_4 و . . . .) و نیز اسیدها (HCL و . . . . .) روش منحصر به خود را دارند که در سال آینده به طور مفصل بیان می‌شود.

رسم ساختار لوویس مولکول

۱- برای بیان شکل و ساختار مولکول‌ها از چند روش مختلف استفاده می‌شود. از جمله «مدل فضا پر کن» ، «مدل گلوله – میله» و «مدل لوویس»

۲- «مدل لوویس» را می‌توان به دو شکل «مدل الکترون – نقطه‌ای» و «مدل الکترون – خطی» ترسیم کرد.

مراحل رسم ساختار لوویس مولکول:

مرحله ۱: آرایش الکترون نقطه‌ای اتم مرکزی را رسم می‌کنیم.

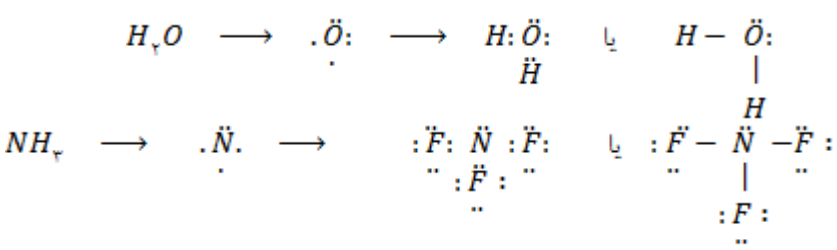
(اتم مرکزی اتمی است که ظرفیت بالاتری دارد. به عبارتی اولین عنصر در فرمول مولکولی، معمولاً اتم مرکزی است، غیر از H)

$H_2\underline{S}O_4$

$\underline{N}F_3$

مرحله ۲: هر کدام از اتم‌های اطراف را با رسم آرایش الکترون نقطه‌ای آنها در مجاورت الکترون منفرد اتم مرکزی قرار می‌دهیم، به شکلی که تک الکترون هر اتم کنار یکدیگر قرار گرفته و تشکیل یک جفت الکترون پیوندی یا همان پیوند کووالانسی کنند.

مثال:

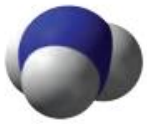


سوال ۱: ساختار لوویس مولکول‌های PCl_5 ، OBr_2 ، SF_2 را رسم کنید.

Dr. Hasan Palouei

خود را بیازمایید

(HCl)


(NH_3)

(CH_4)

● مدل فضا پرکن برای برخی مولکول‌ها

۱ـ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.

آ) هیدروژن کلرید (HCl)

ب) آمونیاک (NH_3)

پ) متان (CH_4)

۲ـ جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای به‌دست آورید.

راهنمایی: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است. برای نمونه، جرم مولی آب برابر است با: $(2\times 1/008)+16/00=18/016\ g\ mol^{-1}$

نکته ۱: برای رسم مولکول‌های دو اتمی (فاقد اتم مرکزی)، کافیست دو اتم را مجاور یکدیگر قرار داده و لوویس مولکول حاصل را رسم کرد:

سوال ۲: مولکول‌های F_2 ، H_2 ، HCl ، O_2 ، N_2 را رسم کنید.

نکته ۳: دو اصل زیر را بعد از اتم رسم ساختار لوویس حتماً در نظر بگیرید:

A) غیر از H اتم‌های کناری به آرایش هشت تایی می‌رسند. (اکتت)

B) هیچ اتمی الکترون منفرد نداشته باشد.(غیر از NO ، NO_2)

نکته ۴: عنصری مانند اکسیژن (O) در صورتی که اتم کناری باشد، معمولاً پیوند دوگانه ایجاد می‌کند.

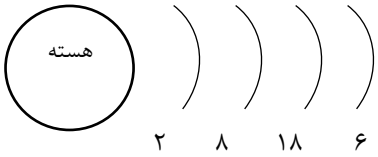
نکته ۵: رسم ساختار لوویس بیان شده در این فصل، حالت ابتدایی داشته و در فصل دوم به طور کامل‌تر و علمی‌تر تدریس می‌شود.

سوال ۳: ساختار لوویس مولکول‌های زیر را رسم کرده و تعداد اتم اکتت شده و تعداد پیوند کووالانسی و نیز نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به نام پیوندی در هر مولکول را بنویسید.

$COCl_2 - HI - I_2 - NOCl - CO_2 - CS_2 - BeF_2$

Dr. Hasan Paloei

تست ۱: اگر برش قسمتی از اتم M به شکل روبرو باشد. کدام گزینه در مورد آن درست است؟



۱) فرمول اکسید آن می‌تواند MO_3 باشد
۲) فرمول ترکیب آن با هیدروژن H_3M است.
۳) ترکیب آن با کلسیم Ca_3M_2 می‌باشد.
۴) یون پایدار آن M^{2+} است.

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- در ساختار لوویس CH_4 همه اتم‌ها به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند.
- ساختار لوویس PF_3 و AlF_3 مشابه یکدیگر است.
- نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در CCl_4 برابر ۳ می‌باشد.
- ساختار الکترون – نقطه‌ای CO_2 و CS_2 بسیار شبیه یکدیگرند.
- فرمول کلرید عنصر ${}_{15}X$ به شکل XCl_3 می‌باشد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست ۳: کدام گزینه درست است؟

۱) مدل فضا پرکن مولکول‌های NH_3 و BCl_3 مشابه یکدیگر است.

۲) اگر آرایش الکترونی عنصری به $3p^2$ ختم شود، فرمول برمید آن XCl_4 است.

۳) ساختار لوویس کربن دی اکسید به شکل $O = C = O$ می‌باشد.

۴) فرمول ترکیب هیدروژن‌دار ${}_{33}M$ به شکل MH_4 می‌باشد.

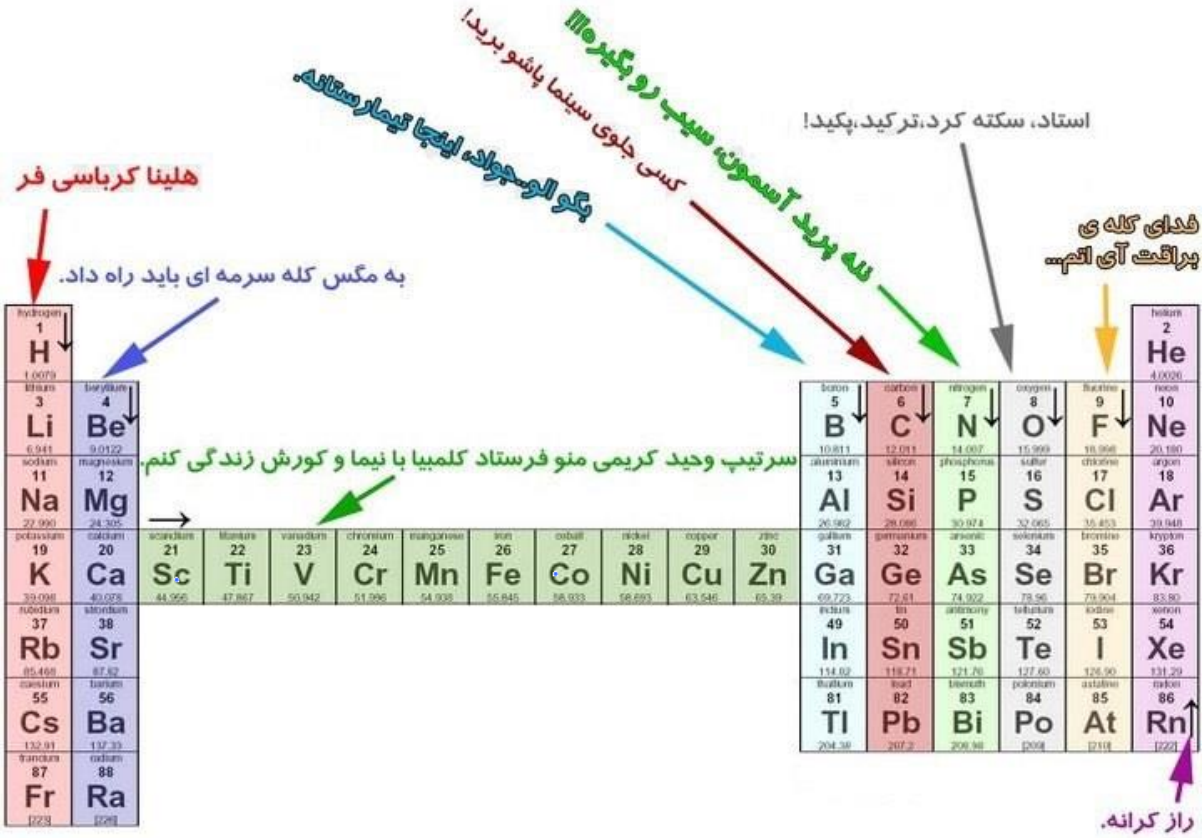
تست ۴: چه تعداد از موارد زیر در مورد عنصر ${}_{16}X$ درست است؟

- با عنصر ${}_{35}y$ ترکیبی مولکولی به فرمول Xy_2 ایجاد می‌کند.
- با عنصر ${}_{19}A$ ترکیبی یونی به فرمول A_2X و A_2X_3 ایجاد می‌کند.
- در ساختار الکترون – نقطه‌ای کلرید آن به فرمول XCl_2 هفت جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.
- فرمول ترکیب هیدروژن‌دار آن H_2X می‌باشد.
- با گرفتن یا اشتراک دو الکترون به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب می‌رسد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

Dr. Hasan Paloei

1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
Li^+														N^{3-}	O^{2-}	F^-	
Na^+	Mg^{2+}											Al^{3+}		P^{3-}	S^{2-}	Cl^-	
K^+	Ca^{2+}	Sc^{3+}	Ti^{2+} Ti^{4+}	V^{2+} V^{3+}	Cr^{2+} Cr^{3+}	Mn^{2+} Mn^{4+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Co^{2+} Co^{3+}	Ni^{2+}	Cu^+ Cu^{2+}	Zn^{2+}				Se^{2-}	Br^-	
Rb^+	Sr^{2+}									Ag^+	Cd^{2+}		Sn^{2+}			I^-	
Cs^+	Ba^{2+}									Au^+ Au^{3+}			Pb^{2+}				



Dr. Hasan Poloei

تمرین های دوره ای

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ بررسی نمونه‌ای از یک شهاب‌سنگ نشان داد که در این شهاب‌سنگ ایزوتوپ‌های ^{54}Fe، ^{56}Fe، ^{57}Fe وجود دارد.

آ) آرایش الکترونی $_{26}Fe$ را رسم کنید.

ب) موقعیت آهن را در جدول دوره‌ای عنصرها مشخص کنید.

پ) آهن به کدام دسته از عنصرهای جدول تعلق دارد؟

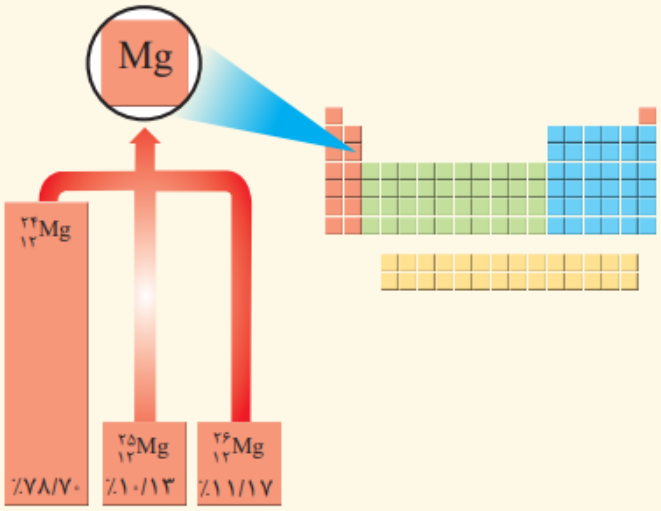
ت) آیا آرایش الکترونی ایزوتوپ‌های آهن یکسان است؟ چرا؟

۲ـ با استفاده از آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم‌ها در هر مورد، روند تشکیل، نام و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش اتم‌های داده شده را مشخص کنید.

آ) $_{19}K$ با $_{9}F$ ب) $_{20}Ca$ با $_{7}N$ پ) $_{13}Al$ با $_{9}F$

۳ـ با توجه به شکل:

آ) جرم اتمی میانگین منیزیم را به‌دست آورید.



ب) مفهوم هم‌مکانی را توضیح دهید.

۴ـ هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیارشور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می‌کند. علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.

● این آزمایش توسط یک شیمی‌دان در شرایط ایمن و درون آزمایشگاه انجام شده است، از انجام چنین آزمایش‌هایی در بیرون از آزمایشگاه و در نبود معلم، خودداری کنید.

Dr. Hasan Palvei

۵ـ آرایش الکترونی اتم‌های باریم و ید به شما داده شده است؛ با توجه به آن:

$_{56}Ba$:[Xe] $6s^2$

$_{53}I$:[Kr] $4d^{10}5s^25p^5$

آ) پیش‌بینی کنید که هر یک از اتم‌های باریم و ید در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟ چرا؟
ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش باریم با یُد را بنویسید.

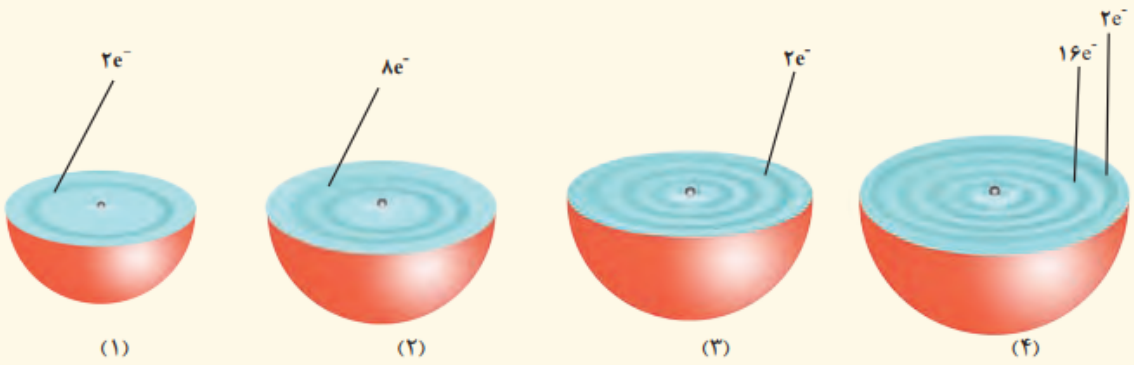
۶ـ اگر میانگین جرم هر اتم بور ($_5B$)، در حدود $1/794 \times 10^{-23}$g باشد، جرم مولی آن را حساب و با جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

۷ـ گرافیت دگر شکلی از کربن است. در سدهٔ شانزدهم میلادی تکهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به‌دلیل شکل ظاهری آن، مردم می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در ۰/۳۶ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجوددارد؟

۸ـ در جدول روبه‌رو عنصرهایی نشان داده شده است که در دما و فشار اتاق به شکل ماده مولکولی با مولکول‌های دو اتمی وجود دارند. با استفاده از آرایش الکترون‌ـنقطه‌ای، ساختار این مولکول‌ها را رسم کنید.

۱							
۱ H هیدروژن				۱۵	۱۶	۱۷	
				۷ N نیتروژن	۸ O اکسیژن	۹ F فلوئور	
						۱۷ Cl کلر	
						۳۵ Br برم	
						۵۳ I ید	

۹ـ هر یک از شکل‌های زیر برشی از اتم یک عنصر را نشان می‌دهد؛ با توجه به آن:



Dr. Hasan Paloei

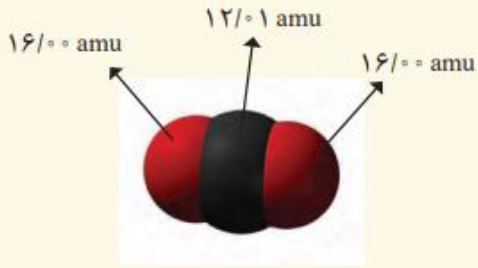
آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.

ب) کدام اتم(ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟

پ) آرایش الکترون – نقطه‌ای (۲) و (۳) را رسم و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش با فلوئور چه رفتاری دارد؟

ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به‌طور کامل از الکترون‌ها پر شده است؟ توضیح دهید.

۱۰ـ دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن‌دی‌اکسید مطابق شکل روبه‌رو توانست، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به‌درستی محاسبه کند.



آ) روش کار او را توضیح دهید.

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟

پ) جرم مولی کربن‌دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول دوره‌ای به‌دست آورید.

ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هریک از ترکیب‌های زیر را برحسب $g\,mol^{-1}$ به‌دست آورید.

Cl_2 ، HCl ، NaCl ، CaF_2 ، SO_3 ، Al_2O_3

۱۱ـ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای ^{39}K ، ^{40}K ، ^{41}K دارد، با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره‌ای عنصرها، مشخص کنید که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کدام ایزوتوپ است؟

ب) برم دو ایزوتوپ با نمادهای ^{79}Br (با جرم اتمی ۷۸/۹۲amu) و ^{81}Br (با جرم اتمی ۸۰/۹۲ amu) دارد و جرم اتمی میانگین آن برابر با ۷۹/۹amu است. آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟ چرا؟

«درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

۱۲ـ با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، فرمول چند ترکیب یونی دوتایی را بنویسید که فرمول عمومی آنها به شکل زیر باشد (X و Y می‌توانند نماینده عنصرهای گوناگون باشند) (توجه: برای پاسخ دادن به این پرسش، ۱۸ عنصر اول جدول دوره‌ای عنصرها به‌جز بریلیم (Be)، بور (B) و آلومینیم (Al) را درنظر بگیرید.)

آ) XY

ب) X_2Y

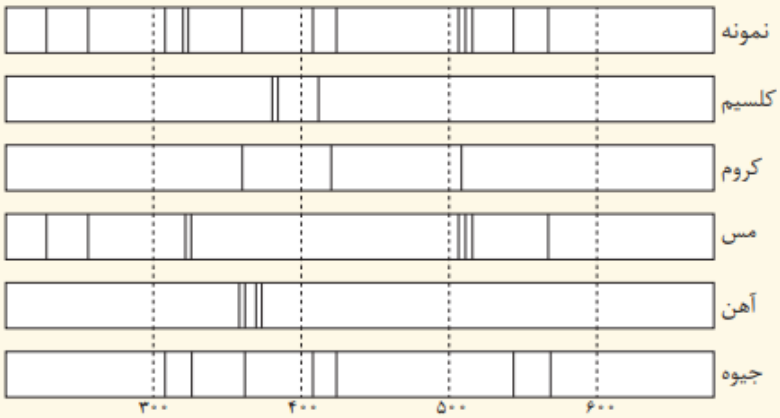
پ) XY_2

ت) X_3Y

Dr. Hasan Palouei

۱۳ـ آ) پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه‌ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر الگویی از طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش‌بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟

- مس و کروم
- مس و جیوه
- کلسیم و کروم

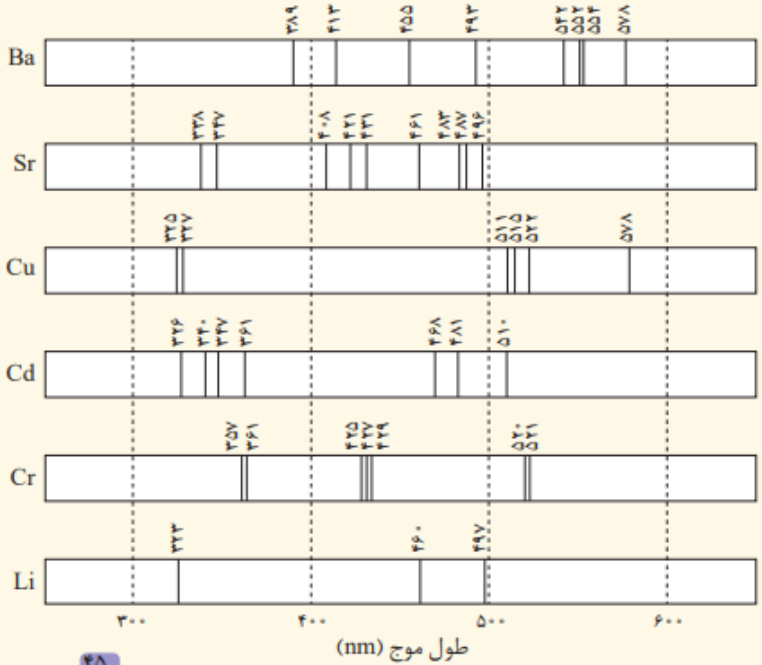


ب) طیف‌های نشری خطی دو نمونه مجهول، طول موج‌های زیر را نشان می‌دهند.

- (نمونه ۱) ۵۷۸ nm و ۵۲۲، ۵۱۵، ۵۱۱، ۴۸۱، ۴۶۸، ۳۶۱
- (نمونه ۲) ۵۲۱ nm و ۴۹۶، ۴۸۵، ۴۶۱، ۴۳۱، ۴۲۹، ۴۲۷، ۴۲۵، ۴۲۱، ۴۰۸، ۳۶۱، ۳۵۷

با توجه به آنها و طیف نشری خطی عنصرهای داده شده در شکل زیر، پیش‌بینی کنید در هر نمونه چه فلزهایی وجود دارد؟

(گاهی تعدادی از خط‌های طیف نشری خطی عنصرها به‌دلیل شدت کم مشاهده نمی‌شوند.)



۴۵

Dr. Hasan Paloei

۱۴ـ عنصر Z یکی از عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای عنصرهاست که در ساختار آرایش الکترون نقطه‌ای آن سه الکترون تک (جفت نشده) وجود دارد. اتم این عنصر می‌تواند در برخی واکنش‌ها سه الکترون به اشتراک بگذارد و در برخی واکنش‌ها سه الکترون بگیرد. آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

۱۵ـ اتم‌های زیر را برحسب کاهش تعداد نوترون مرتب کنید.

$^{120}_{50}Sn$ $^{40}_{18}Ar$ $^{122}_{52}Te$ $^{59}_{29}Cu$ $^{112}_{48}Cd$ $^{58}_{27}Co$ $^{39}_{19}K$

۱۶ـ با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، در کدام گونه‌های شیمیایی زیر تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است؟

$^{24}Mg^{2+}$, ^{47}Cr, $^{60}Co^{3+}$, $^{35}Cl^{-}$, $^{124}Sn^{2+}$, ^{90}Sr

۱۷ـ درباره اتم مس ($_{29}Cu$) در حالت پایه، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) آرایش الکترونی آن را نوشته و شماره گروه و دوره آن را تعیین کنید.

ب) چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ و چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ دارد؟

پ) در بیرونی‌ترین لایه آن چند الکترون وجود دارد؟

ت) در بیرونی‌ترین زیرلایه آن چند الکترون وجود دارد؟

ث) چند زیرلایه نیمه پر و پر وجود دارد؟

Dr. Hasan Paloei

تست جامع فصل

تست ۱: چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (ریاضی – ۱۴۰۱)

- اورانیوم ۲۳۵ فراوانترین ایزوتوپ اورانیوم است
- اورانیوم معروف‌ترین عنصر پرتوزای طبیعی است
- از اورانیوم ۲۳۵، در واکنشگاه اتمی استفاده می‌شود
- غنی‌سازی اورانیومی، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۲: درباره ${}^{60}_{27}A$ ، ${}^{60}_{28}M$ ، ${}^{79}_{34}x$ چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (ریاضی – ۱۴۰۱)

- عنصر M در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد.
- هر سه اتم، دو الکترون با عدد کوآنتومی $L = 0$ و $n = 4$ دارند.
- در یون X^{-2} همه زیر لایه‌های الکترونی اشغال شده، پر است.
- اتم A ، هفت الکترون و اتم M ، هشت الکترون با $L = 2$ دارند.
- اتم‌های A و M ایزوتوپ هستند و در واکنش با اتم اکسیژن می‌توانند ترکیب یونی تشکیل دهند.

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۳: عنصری که در واکنش با برخی عنصرها الکترون بگیرد و در واکنش با برخی عنصرهای دیگر، الکترون به اشتراک بگذارد، عدد اتمی چند دارد؟ (ریاضی – ۱۴۰۱)

۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۲۱ ۴) ۲۷

تست ۴: اگر تفاوت الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{79}x^{-2}$ برابر ۹ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است و در کدام دوره جدول قرار دارد؟ (سراسری ریاضی خ – ۱۴۰۱)

۱) ۳۴ ، چهارم ۲) ۲۹ ، چهارم ۳) ۳۴ ، پنجم ۴) ۲۹ ، پنجم

تست ۵: طیف نشری خطی کدام اتم در ناحیه مرئی از خطوط بیشتری تشکیل شده است؟ (ریاضی – ۹۸)

۱) هلیم ۲) لیتیم ۳) سدیم ۴) هیدروژن

تست ۶: اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های amu ۲۷/۹ ، ۲۹/۹ و ۳۰ به ترتیب با فراوانی ۹۲ ٪ ، ۵ ٪ و ۳ ٪ باشد ، جرم اتمی میانگین آن چند amu است؟ (تجربی – دی ۱۴۰۱)

۱) ۲۸/۰۶۳ ۲) ۲۸/۸۹۲ ۳) ۲۹/۰۵۴ ۴) ۲۹/۹۵۱

تست ۷: با توجه به آرایش الکترونی اتم عنصرهای داده شده، چند مورد از مطالب درست‌اند؟ (تجربی – دی ۱۴۰۱)

$A : [Ne]3s^2\ 3p^3$ $D: [Ar]4s^1$

$X : [Ar]3d^5\ 4s^1$ $z : [Ar]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$

- اتم عنصرهای A و D در تبدیل به یون پایدار خود، به آرایش الکترونی مشابه می‌رسند.
- عنصرهای x و D خواص شیمیایی مشابه اما عنصرهای A و Z خواص شیمیایی متفاوت دارند.
- در تبدیل اتم‌ها به یون پایدار، اتم x می‌تواند بیشترین تغییر در شمار الکترون را داشته باشد.
- در هر ۴ عنصر، شمار الکترون‌های ظرفیت هر اتم برابر با مجموع شمار الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه اشغال شده از الکترون است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hasan Palouei

تست ۸: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ (تجربی – دی ۱۴۰۱)

الف) بور، براساس مدل اتمی خود توانست طیف نشری خطی عنصرها را توجیه کند.

ب) هر نوار در طیف نشری – خطی عنصرها، نوری با انرژی و طول موج معین است.

پ) بور با بررسی دقیق طیف نشری خطی اتم هیدروژن، مدلی برای اتم عنصرها ارائه کرد.

ت) دانشمندان برای توجیه چگونگی نشر نور توسط عنصرها، ساختار لایه‌ای برای اتم‌ها پیشنهاد کردند.

۱) الف – پ ۲) ب – ت ۳) پ – ت ۴) الف – ب

تست ۹: اگر آرایش الکترونی یون‌های تک اتمی A^{2+} و B^{2-} به $3p^6$ ختم شود، تفاوت عدد اتمی دو عنصر برابر ..... است و این دو عنصر می‌توانند با یکدیگر یک ترکیب ..... با فرمول شیمیایی ..... تشکیل دهند. (ریاضی – ۸۸)

۱) ۴ – کووالانسی – AB ۲) ۵ – یونی – AB_2

۳) ۴ – یونی – AB ۴) ۵ – کووالانسی – AB_2

تست ۱۰: شمار پروتون‌های M^{2+} ۷۲ برابر ۰/۸ شمار نوترون‌های آن است. عنصر M با کدام عنصر هم دوره است و در این یون چند لایه از الکترون پر شده است؟ (تجربی – ۱۳۹۹)

۱) $_{36}A$ – ۳ ۲) $_{36}A$ – ۴ ۳) $_{16}D$ – ۳ ۴) $_{16}D$ – ۴

تست ۱۱: اگر آلومینیوم در واکنش با هر یک از گازهای اکسیژن و فلوئور $0/3 \times 10^{24}$ الکترون از دست دهد، نسبت جرم آلومینیوم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیوم اکسید تولید شده به تقریب کدام است؟ $\left(Al = 27, O = 16, F = 19\ {}^{g}/_{mol}\right)$ (ریاضی – ۱۳۹۹)

۱) ۱/۵۶ ۲) ۱/۶۵ ۳) ۲/۳۵ ۴) ۳/۳۵

تست ۱۲: کدام گزینه نادرست است؟ $(H = 1, O = 16 \quad g.mol^{-1})$

۱) اگر جرم مولی در عنصر A و B به ترتیب ۸۰ و ۴۰ باشد، شمار اتم‌ها در ۰/۰۱ مول A دو برابر شمار اتم‌ها در ۰/۰۱ مول B است.

۲) در ۰/۳۶ گرم آب، $6/3 \times 10^{22}$ اتم وجود دارد.

۳) $0/3 \times 10^{23}$ مولکول NH_3، شامل $2/1 \times 10^{24}$ اتم است.

۴) ۰/۰۲ مول یون فلوئورید، شامل $20/1 \times 10^{23}$ الکترون است. $(^{19}_{9}F)$

تست ۱۳: کدام گزینه درست است؟

۱) مولکول‌های O_2، N_2 و HCN دارای پیوند سه گانه می‌باشند.

۲) با عبور دادن جریان برق از «خیار شور» الکترون‌ها برانگیخته شده و با بازگشت به لایه‌های پایین‌تر، نور تولید می‌شود.

۳) در مدل اتمی جدید، الکترون‌ها در فضایی بسیار کوچک نسبت به هسته اتم و در لایه‌هایی پیرامون آن در نظر گرفته می‌شوند.

۴) عنصرهای $_{21}M$ و $_{35}X$ ترکیب مولکولی با فرمول Mx_3 تولید می‌کنند.

Dr. Hasan Palouei