

خرید کتاب های کنکور

با تخفیف ویژه

و

ارسال رایگان

Medabook.com

+



مدابوک



یک جله تماس تلفنی رایگان

با مشاوران رتبه برتر

برای انتخاب بهترین منابع

دبیرستان و کنکور

۰۲۱ ۲۸۴۲۵۲۱۰



فهرست

پایه دهم

- فصل ۱: کیهان زادگاه الفبای هستی (۷)
- فصل ۲: ردّ پای گازها در زندگی (۲۷)
- فصل ۳: آب، آهنگ زندگی (۵۷)

پایه یازدهم

- فصل ۱: قدر هدایای زمینی را بدانیم (۱۱۱)
- فصل ۲: در پی غذای سالم (۱۳۱)
- فصل ۳: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر (۱۷۴)

پایه دوازدهم

- فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی (۲۰۱)
- فصل ۲: آسایش و رفاه در سایه شیمی (۲۳۵)
- فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری (۲۵۵)
- فصل ۴: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر (۲۷۰)
- پاسخ‌نامه تشریحی (۳۰۰)
- پاسخ‌نامه کلیدی (۵۰۱)

اما اوضاع همیشه به این سادگی‌ها نیست و اغلب برای حل یک مسئله به چندتا کسر تبدیل نیاز داریم.

تست فورلانگ یکی از واحدهای اندازه‌گیری طول در سیستم پادشاهی بریتانیای کبیر است و برابر با مسافتی است که یک دسته گاو نر، زمینی را شخم بزنند، قبل از آن که به استراحت بپردازند! با توجه به اطلاعات زیر، مسافت ۲ فورلانگ به تقریب برحسب کیلومتر کدام است؟ (۲ / ۵۴ cm = اینچ ۱، اینچ ۱۲ = فوت ۱، فوت ۵۲۸۰ = مایل ۱ و مایل ۱ = فورلانگ ۸)

پاسخ شاید کل مسیر مل رو نروئیم ولی این را می‌دانیم که باید از شتر «فورلانگ» خلاص شویم، پس: $۲ \text{ فورلانگ} \times \frac{۱ \text{ مایل}}{۸ \text{ فورلانگ}}$

تا همین‌جا کلی یلو افتادیم! برای قدم بعدی می‌دانیم که «مایل» هم باید خط بخورد: $۲ \text{ فورلانگ} \times \frac{۱ \text{ مایل}}{۸ \text{ فورلانگ}} \times \frac{۵۲۸۰ \text{ فوت}}{۱ \text{ مایل}}$
این کار را آن قدر ادامه می‌دهیم تا به یکای موردنظرمان یعنی «km» برسیم:

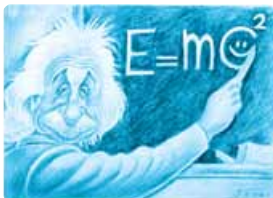
$$۲ \text{ فورلانگ} \times \frac{۱ \text{ مایل}}{۸ \text{ فورلانگ}} \times \frac{۵۲۸۰ \text{ فوت}}{۱ \text{ مایل}} \times \frac{۱۲ \text{ اینچ}}{۱ \text{ فوت}} \times \frac{۲ / ۵۴ \text{ cm}}{۱ \text{ اینچ}} \times \frac{۱ \text{ m}}{۱۰۰ \text{ cm}} \times \frac{۱ \text{ km}}{۱۰۰۰ \text{ m}}$$

$$= \frac{۲ \times ۵۲۸۰ \times ۱۲ \times ۲ / ۵۴}{۸ \times ۱۰۰ \times ۱۰۰۰} = \frac{۵۲۸۰ \times ۳ \times ۲ / ۵۴}{۱۰۰ \times ۱۰۰۰} = \frac{۵۰۰۰ \times ۳ \times ۳}{۱۰۰ \times ۱۰۰۰} \approx ۰ / ۴۵ \Rightarrow$$

گزینه (۳) صحیح است.

اختلاف گزینه‌ها زیاد است، پس از تقریب استفاده می‌کنیم

رابطه اینشتین



بعد از آشنایی با کسر تبدیل، می‌ریم سراغ رابطه اینشتین، که یکی از معروف‌ترین روابط در علم فیزیک است.

یک زمانی می‌گفتند که همیشه قانون بقای جرم برقرار است؛ یعنی در اثر انجام واکنش‌های مختلف هیچ جرمی به وجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود. اما آلبرت اینشتین زد زیر همه این کاسه‌کوزه‌ها و گفت که در واکنش‌های هسته‌ای جرم می‌تواند به انرژی تبدیل شود و حتی برعکس؛ انرژی هم می‌تواند به جرم تبدیل شود.

سرعت نور $E = mc^2 \rightarrow$
جرمی که به انرژی تبدیل می‌شود

خلاصه این آقای اینشتین یک رابطه کشف کرد که دنیا را تکان داد. بعدها با استفاده از همین رابطه بمب هسته‌ای تولید کردند. این رابطه چیزی نیست جز:

نکته در این رابطه همه پارامترها برحسب واحدهای SI هستند؛ یعنی E برحسب ژول (J)، m برحسب کیلوگرم (kg) و c برحسب متر بر ثانیه ($m \cdot s^{-1}$) است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$E = mc^2 \Rightarrow ۱ \text{ J} = ۱ \text{ kg} \cdot (m \cdot s^{-1})^2 = ۱ \text{ kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2} \Rightarrow ۱ \text{ J} = ۱ \text{ kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2}$$

نکته معمولاً در حل سؤال‌های این مبحث، سرعت نور را برابر با $۳ \times ۱۰^۸ \text{ m} \cdot s^{-1}$ در نظر می‌گیریم. $c = ۳ \times ۱۰^۸ \text{ m} \cdot s^{-1}$

تبدیل جرم به انرژی

در بعضی سؤال‌ها جرمی که به انرژی تبدیل می‌شود (m) را به ما می‌دهند و انرژی تولیدشده (E) را از ما می‌خواهند و یا برعکس. برای حل این سؤال‌ها باید m را برحسب kg بنویسیم و حواسمان باشد که E برحسب J محاسبه خواهد شد.

۱- به شرطی که دقت بالایی داشته باشیم و توی تبدیل واحد اشتباه نکنیم، به راحتی از پس حل کردن تست‌های این بخش بر می‌آیم. و اما یک نکته مهم! این قسمت، فقط مخصوص داوطلبین کنکورهای ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ هست و داوطلبای کنکور ۱۴۰۱ به بعد، نیازی به بلد بودن ندارند!

تست هنگامی که اورانیوم - ۲۳۸ (^{238}U) به توریم - ۲۳۴ (^{234}Th) تبدیل می‌شود، ۰/۰۰۵ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. در این تبدیل هسته‌ای چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)

۱) $4/5 \times 10^{11}$ ۲) $4/5 \times 10^8$ ۳) $1/5 \times 10^{11}$ ۴) $1/5 \times 10^8$

پاسخ اول جرم را به kg تبدیل می‌کنیم. هم می‌توانیم از تناسب استفاده کنیم و هم از کسر تبدیل.

راول تناسب:

کیلوگرم گرم
 $\left[\begin{array}{l} 1000 \rightarrow 1 \\ 0/005 \rightarrow x \end{array} \right] \Rightarrow x = \frac{5 \times 10^{-3}}{1000} \times 1 = 5 \times 10^{-6} \text{ kg}$

$0/005 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 5 \times 10^{-6} \text{ kg}$ **دوم** کسر تبدیل:

حالا با استفاده از رابطه اینشتین، انرژی آزاد شده برابر است با:

$E = mc^2 = 5 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 5 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{16} = 45 \times 10^{10} \text{ J}$

در نهایت باید انرژی تولید شده را به kJ تبدیل کنیم:

راول تناسب:

کیلوژول ژول
 $\left[\begin{array}{l} 1000 \rightarrow 1 \\ 45 \times 10^{10} \rightarrow x \end{array} \right] \Rightarrow x = \frac{45 \times 10^{10} \times 1}{1000} = 45 \times 10^7 \text{ kJ} = 4/5 \times 10^8 \text{ kJ}$

$45 \times 10^{10} \text{ J} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 45 \times 10^7 \text{ kJ} = 4/5 \times 10^8 \text{ kJ}$ **دوم** کسر تبدیل:

گزینه (۲) صحیح است.

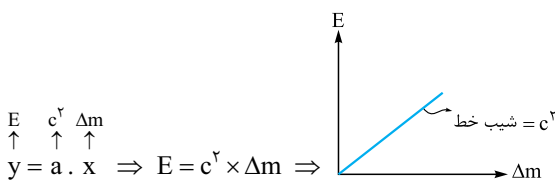
تبدیل جرم به انرژی در واکنش هسته‌ای

می‌دانیم که در واکنش‌های هسته‌ای قانون بقای جرم برقرار نیست؛ یعنی مقداری از جرم مواد کم شده و به انرژی تبدیل می‌شود. جرمی که در واکنش‌های هسته‌ای از بین می‌رود (Δm) را می‌توانیم از رابطه زیر به دست بیاوریم:

جرم فراورده‌ها - جرم واکنش دهنده‌ها = Δm

$E = \Delta m \cdot c^2$

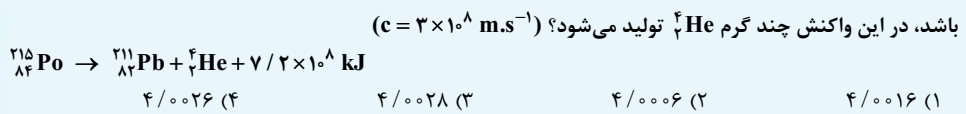
پس انرژی تولید شده به ازای این تغییر جرم برابر می‌شود با:



نکته با توجه به این که c ، سرعت نور است و همیشه آن را برابر $3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ در نظر می‌گیریم، پس می‌توانیم بین انرژی آزاد شده (E) و جرم کاهش یافته (Δm) نموداری مثل $y = ax$ در نظر بگیریم:

شیب این نمودار برابر با c^2 است.

تست اگر گرمای آزاد شده در اثر تبدیل ۲۱۴/۹۹۹۳ گرم ^{215}Po به ۲۱۰/۹۸۸۷ گرم ^{211}Pb برابر $7/2 \times 10^8$ کیلوژول باشد، در این واکنش چند گرم ^4He تولید می‌شود؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)



$E = 7/2 \times 10^8 \text{ kJ} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 7/2 \times 10^{11} \text{ J}$ **پاسخ** اول انرژی تولید شده را به ژول تبدیل می‌کنیم:

اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها در ${}^{200}\text{X}$ ، ۸ برابر این عدد یعنی برابر ۴۰ است ($۸ \times ۵ = ۴۰$)؛ یعنی: ${}^{200}\text{X} : n - e = ۴۰$
 از طرفی می‌دانیم چون اتم ${}^{200}\text{X}$ خنثی است، پس تعداد الکترون‌ها با پروتون‌ها برابر است، پس: $n - p = ۴۰$
 از آن‌جا که عدد جرمی ${}^{200}\text{X}$ برابر ۲۰۰ است، پس: $A = n + p = ۲۰۰$
 بنابراین از راه دو معادله، دو مجهول تعداد پروتون‌ها (که همان عدد اتمی است) به دست می‌آید:

$$\begin{cases} n - p = ۴۰ \\ n + p = ۲۰۰ \end{cases} \xrightarrow{\times(-1)} \begin{cases} -n + p = -۴۰ \\ n + p = ۲۰۰ \end{cases} \xrightarrow{\text{جمع می‌کنیم}} 2p = ۱۶۰ \Rightarrow p = ۸۰$$

ردوم به جای دو معادله، دو مجهول می‌توانیم از فرمول زیر هم تعداد پروتون‌ها را حساب کنیم:

$$p = \frac{A - (\text{اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{۲} \Rightarrow \text{در اتم } {}^{200}\text{X} : p = \frac{۲۰۰ - ۴۰}{۲} = \frac{۱۶۰}{۲} = ۸۰. \text{ گزینه (۱) صحیح است.}$$

تعداد ذره‌های زیر اتمی در یک یون

در بعضی سؤال‌ها تعداد ذره‌های زیر اتمی برای یک یون، پرسیده می‌شود. برای یک یون، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها که مثل قبل حساب می‌شود، فقط می‌ماند تعداد الکترون‌ها.

اگر ذره‌ای بار مثبت داشته باشد، تعداد الکترون‌ها کم‌تر از تعداد پروتون‌ها است، بنابراین:
 $\frac{A}{Z}\text{X}^{a+} \Rightarrow e = Z - a$
 اگر ذره‌ای بار منفی داشته باشد، تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها است، پس:
 $\frac{A}{Z}\text{X}^{a-} \Rightarrow e = Z + a$

تست اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک‌اتمی ${}^{۹۳}\text{X}^{۵+}$ برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

(سراسری تجربی ۸۸ با تغییر)	۵۲ (۲)	۵۱ (۱)
	۴۳ (۴)	۴۱ (۳)

پاسخ **اول** از ذره ${}^{۹۳}\text{X}^{۵+}$ می‌فهمیم که:

هم چنین **طراح معترم گفته که** تفاوت الکترون‌ها و نوترون‌ها ۱۶ است؛ یعنی:

$$p + n = ۹۳ \quad n - e = ۱۶ \quad p - e = ۵$$

$$\begin{cases} p + n = ۹۳ \\ p - e = ۵ \\ n - e = ۱۶ \end{cases} \xrightarrow{\substack{p \text{ را می‌خواهیم پس} \\ \text{معادله (۳) را در منفی ضرب می‌کنیم}}} \begin{cases} ۱) p + n = ۹۳ \\ ۲) p - e = ۵ \\ ۳) -n + e = -۱۶ \end{cases} \xrightarrow{\substack{۳ \text{ معادله را با هم} \\ \text{جمع می‌کنیم}}} 2p = ۸۲ \Rightarrow p = ۴۱$$

ردوم اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱۶ است:
 این یون ۵ بار مثبت دارد؛ یعنی:

$$n - e = ۱۶ \quad e = p - ۵ \quad n - e = ۱۶ \xrightarrow{e = p - ۵} n - (p - ۵) = ۱۶ \Rightarrow n - p = ۱۱$$

$$p = \frac{A - (\text{اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{۲} = \frac{۹۳ - ۱۱}{۲} = \frac{۸۲}{۲} = ۴۱$$

پس تعداد پروتون‌ها برابر است با: **گزینه (۳) صحیح است.**

تعداد ذره‌های زیر اتمی در یک مولکول

تعداد ذره‌های زیر اتمی در یک مولکول برابر با مجموع ذره‌های زیر اتمی تک تک اتم‌های آن است. مثلاً تعداد ذره‌های زیر اتمی در مولکول H_2O به این صورت محاسبه می‌شود: (${}^1_1\text{H}$, ${}^8_8\text{O}$)

اتم ${}^1_1\text{H}$ (دارای ۱ پروتون، صفر نوترون و ۱ الکترون) و اتم ${}^8_8\text{O}$ (دارای ۸ پروتون، ۸ نوترون و ۸ الکترون) داریم، پس:
 $\text{H}_2\text{O} : p = ۲(۱) + ۸ = ۱۰$, $n = ۲(۰) + ۸ = ۸$, $e = ۲(۱) + ۸ = ۱۰$

نکته اگر یک یون چند اتمی داشته باشیم (یونی که بیشتر از یک اتم دارد)، به تعداد بار مثبت از الکترون‌ها کم می‌کنیم و به تعداد

بار منفی به الکترون‌ها اضافه می‌کنیم. مثلاً تعداد الکترون‌ها در NH_4^+ و CO_3^{2-} برابر است با: (${}^8_8\text{O}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^1_1\text{H}$)
 $\text{NH}_4^+ : e = ۷ + ۴(۱) - ۱ = ۱۰$, $\text{CO}_3^{2-} : e = ۶ + ۳(۸) + ۲ = ۳۲$
 یک بار مثبت N H , دو بار منفی C O

(المیاد شیمی ۹۰)

تست تعداد الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ (C, N, O, F)



پاسخ برای هر گونه تعداد الکترون‌ها را حساب می‌کنیم:

NO_۲⁺: e = ۷ + ۲(۸) - ۱ = ۲۲ CNO⁻: e = ۶ + ۷ + ۸ + ۱ = ۲۲

یک بار مثبت یک بار منفی

OF_۲: e = ۸ + ۲(۹) = ۲۶ CO_۲: e = ۶ + ۲(۸) = ۲۲

بنابراین تعداد الکترون‌ها در گونه OF_۲ با بقیه متفاوت است.

گزینه (۳) صحیح است.

ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌های یک عنصر، ذره‌هایی هستند که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند:

A متفاوتی، Z یکسان: ایزوتوپ‌های یک عنصر

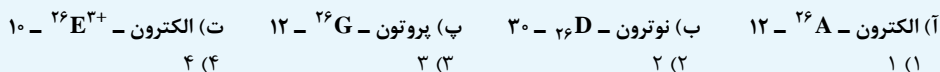
در واقع تفاوت بین ایزوتوپ‌های یک عنصر، تفاوت در تعداد نوترون‌های آن‌ها است. مثلاً عنصر کلر در طبیعت دارای ۲ ایزوتوپ ۳۷Cl و ۳۵Cl است.

پایدار کلر - ۳۵ (۳۵Cl) و کلر - ۳۷ (۳۷Cl) است. $n = A - Z = ۳۵ - ۱۷ = ۱۸$ و $n = A - Z = ۳۷ - ۱۷ = ۲۰$

نکته: از آن‌جا که تعداد پروتون‌ها (Z) خواص شیمیایی یک عنصر را تعیین می‌کند، خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است ولی به دلیل تفاوت در تعداد نوترون‌ها، خواص فیزیکی وابسته به جرم، مثل چگالی و نقطه ذوب و جوش برای آن‌ها متفاوت است.

تشخیص ایزوتوپ‌های یک عنصر

تست چه تعداد از داده‌های زیر، عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کنند؟ «اگر شمار در برابر باشد، این ذره یکی از ایزوتوپ‌های عنصر ۱۲Mg محسوب می‌شود.»



پاسخ در صورتی یک ذره می‌تواند ایزوتوپ عنصر ۱۲Mg باشد که تعداد پروتون‌هایش ۱۲ باشد، پس تک‌تک ماده‌ها را بررسی می‌کنیم:

(آ) ذره‌ای خنثی است؛ یعنی $Z = ۱۲ = e$. بنابراین ۱۲ پروتون دارد.

(ب) تعداد پروتون‌ها در D برابر است با: $p = Z = ۲۶$

(پ) تعداد پروتون ۱۲G، برابر ۱۲ است.

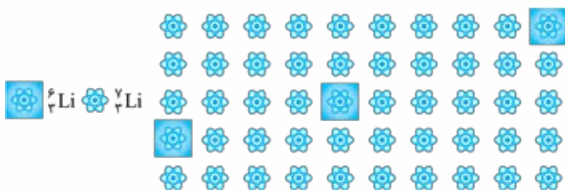
(ت) با توجه به تعداد الکترون‌های E^{۳+} می‌توانیم تعداد پروتون را حساب کنیم.

$e = Z - ۳ \Rightarrow ۱۰ = Z - ۳ \Rightarrow Z = p = ۱۳$

گزینه (۲) صحیح است.

فراوانی ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌های پایدار یک عنصر در طبیعت فراوانی‌های متفاوتی دارند، مثلاً شکل مقابل بخشی از یک نمونه طبیعی از عنصر لیتیم است:



برای محاسبه درصد فراوانی هر ایزوتوپ، می‌توانیم از رابطه مقابل استفاده کنیم:

$\text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ} = \frac{\text{تعداد اتم‌های آن ایزوتوپ}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$

اگر شکل صفحه قبل را خوب ببینید، به ازای 5^0 اتم لیتیم، 3^1 اتم ${}^6\text{Li}$ و 47^1 اتم ${}^7\text{Li}$ وجود دارد؛ بنابراین:

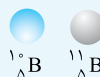
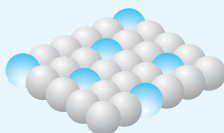
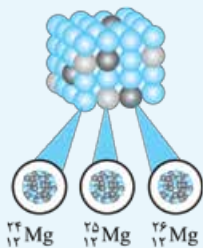
$$\%6 = \frac{3}{50} \times 100 = \frac{3}{50} \times 100 = 6\%$$

درصد فراوانی ایزوتوپ ${}^6\text{Li}$ = $\frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^6\text{Li}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{3}{50} \times 100 = 6\%$

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

درصد فراوانی ایزوتوپ ${}^7\text{Li}$ = $\frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^7\text{Li}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = 94\%$

با توجه به شکل‌های زیر که بخشی از یک نمونه طبیعی از عنصرهای بور و منیزیم را نشان می‌دهند، کدام گزینه نادرست است؟



- (۱) در ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر بور، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر، کم‌تر است.
- (۲) در 80% ایزوتوپ‌های عنصر بور، تعداد نوترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.
- (۳) در یون $2+$ بار مثبت سنگین‌ترین ایزوتوپ عنصر منیزیم، اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر 4 است.
- (۴) اگر در یک نمونه طبیعی عنصر منیزیم 39 اتم ${}^{24}\text{Mg}$ ، 5 اتم ${}^{25}\text{Mg}$ و 6 اتم ${}^{26}\text{Mg}$ وجود داشته باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ منیزیم - 26 ، برابر 10% است.

پاسخ: درصد فراوانی ${}^{26}\text{Mg}$ برابر می‌شود با:

$$\%12 = \frac{6}{39+5+6} \times 100 = \frac{6}{50} \times 100 = 12\%$$

درصد فراوانی ${}^{26}\text{Mg}$ = $\frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^{26}\text{Mg}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{6}{39+5+6} \times 100 = 12\%$

۱ در 30 اتم عنصر بور، 6 ایزوتوپ ${}^{10}\text{B}$ و 24 ایزوتوپ ${}^{11}\text{B}$ وجود دارد.

۲ در ایزوتوپ ${}^{11}\text{B}$ تعداد نوترون‌ها بیشتر

از پروتون‌ها است (۵ پروتون و ۶ نوترون) و $80\% = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$ درصد فراوانی آن 80% است:

درصد فراوانی ${}^{11}\text{B}$ = $\frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^{11}\text{B}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$

۳ سنگین‌ترین ایزوتوپ عنصر منیزیم، ${}^{26}\text{Mg}$ است که تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $2+$ بار مثبت آن برابر است با:

$$n = A - Z = 26 - 12 = 14, \quad e = Z - 2 = 12 - 2 = 10$$

$14 - 10 = 4$ = اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها

گزینه (۴) صحیح است.

ارتباط بین فراوانی ایزوتوپ‌ها

در بعضی از سؤال‌ها ارتباط بین تعداد ایزوتوپ‌های یک عنصر را به ما می‌دهند و فراوانی ایزوتوپ‌ها را می‌خواهند.

نکته: مجموع درصد فراوانی در ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر برابر با 100 است.

$$100 = \dots + \text{درصد فراوانی } A'X + \text{درصد فراوانی } AX + \dots \times 100 = \frac{A'X \text{ اتم‌های} + AX \text{ اتم‌های} + \dots}{\text{تعداد کل اتم‌ها}}$$

نکته اگر بین ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر X، به ازای هر اتم $^a X$ ، $^a X$ اتم $^{a+2} X$ و به ازای هر اتم $^{a+2} X$ ، $^{a+2} X$ اتم $^{a+4} X$ وجود داشته باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر کدام است؟
 ۱۱/۱ (۱) ۲۲/۲ (۲) ۶۶/۶ (۳) ۱۶/۶ (۴)

پاسخ **راول** به ازای هر اتم $^a X$ ، $^a X$ اتم $^{a+2} X$ داریم؛ یعنی فراوانی $^{a+2} X$ ، (F_2) ، ۲ برابر فراوانی $^a X$ (F_1) است:

$$F_2 = 2 \times F_1 \quad (I)$$

به ازای هر اتم $^{a+2} X$ ، $^{a+2} X$ اتم $^{a+4} X$ داریم؛ یعنی فراوانی $^{a+4} X$ ، (F_3) ، ۳ برابر فراوانی $^{a+2} X$ (F_2) است:

$$F_3 = 3 \times F_2 \xrightarrow{F_2 = 2 \times F_1} F_3 = 3 \times 2 \times F_1 = 6 \times F_1 \quad (II)$$

مجموع درصد فراوانی در ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر برابر با ۱۰۰ است:

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \quad (I), (II) \rightarrow F_1 + 2 \times F_1 + 6 \times F_1 = 100 \Rightarrow 9 \times F_1 = 100 \Rightarrow F_1 = \frac{100}{9} = \frac{1}{9} \times 100 = 11.1\%$$

به ازای هر اتم $^a X$ ، $^a X$ اتم $^{a+2} X$ و به ازای هر $^{a+2} X$ ، $^{a+2} X$ اتم $^{a+4} X$ داریم؛ پس: $^a X \approx 2^{a+2} X \approx 6^{a+4} X$

بنابراین درصد فراوانی $^a X$ برابر است با: $\frac{^a X}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{1}{9} \times 100 = 11.1\%$ درصد فراوانی $^a X$

$$\frac{a}{9} = 0/\bar{a} \Rightarrow \frac{1}{9} = 0/\bar{1}, \frac{5}{9} = 0/\bar{5}$$

نکته اگر مخرج کسری ۹ باشد، جواب آن برابر است با:

گزینه (۱) صحیح است.

متلاشی شدن ایزوتوپ‌های ناپایدار

هسته بعضی از ایزوتوپ‌های یک عنصر، ناپایدار هستند؛ یعنی با گذشت زمان متلاشی می‌شوند و علاوه بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی تولید می‌کنند.

نکته اغلب هسته‌هایی که نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها، بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۵ باشد، ناپایدارند.

$$\frac{n}{p} \geq 1/5 \Rightarrow \text{اغلب هسته ناپایدار}$$

به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ** می‌گوییم. میزان پایداری رادیوایزوتوپ‌ها را با کمیتی به نام **نیم‌عمر** نشان می‌دهیم؛ هر چه نیم‌عمر ایزوتوپی کم‌تر باشد، ناپایدارتر است. نیم‌عمر تعریف ساده‌ای دارد:

«نیم‌عمر، مدت‌زمانی است که نصف رادیوایزوتوپ متلاشی می‌شود.» مثلاً اگر نیم‌عمر یک ایزوتوپ ۲۰ دقیقه باشد، بعد از ۲۰

دقیقه جرم آن به $\frac{1}{4}$ جرم اولیه و بعد از ۲۰ دقیقه دیگر جرم آن به $\frac{1}{8}$ جرم اولیه می‌رسد.

اگر نیم‌عمر ایزوتوپی را به ما بدهند و بعد از گذشت چند نیم‌عمر، جرم باقی‌مانده را از ما بخواهند، می‌توانیم با رسم جدولی مثل

جدول زیر، جرم باقی‌مانده را حساب کنیم (T: نیم‌عمر، m: جرم اولیه ایزوتوپ):

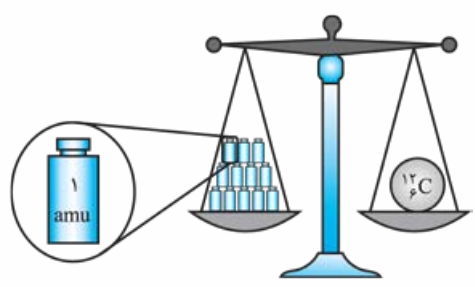
زمان (t)	۰	T	۲T	۳T	۴T	۵T	...
جرم باقی‌مانده (m)	m_0	$\frac{1}{2} m_0$	$\frac{1}{4} m_0$	$\frac{1}{8} m_0$	$\frac{1}{16} m_0$	$\frac{1}{32} m_0$...

آگه حال و محصله نداری برای هر سوال جدول بکشی می‌تونی از روابط زیر هم استفاده کنی:

$$m = \left(\frac{1}{2}\right)^n \cdot m_0$$

اگر تعداد نیم‌عمرها (n) را داشته باشیم، جرم باقی‌مانده (m) برابر است با:

amu و جرم ذره‌های زیراتمی



اتم ذره بسیار کوچکی است که جرم خیلی خیلی کمی دارد و با ترازوهای معمولی نمی‌توانیم جرم آن را اندازه بگیریم. برای همین دانشمندان اومدن به کلکی وزن و جرم اتم‌ها را به صورت نسبی در نظر گرفتند و یکایی معرفی کردند به اسم ^1amu !

«به $\frac{1}{12}$ جرم یک اتم کربن - ^{12}C یک amu می‌گوییم.»
بنابراین جرم هر اتم ^{12}C برابر با 12amu است و جرم اتمی منیزیم - ^{24}Mg که ۲ برابر جرم ^{12}C است، برابر با 24amu خواهد بود. به همین ترتیب جرم بقیه اتم‌ها هم محاسبه می‌شود.

جرم پروتون و نوترون تقریباً با هم برابر و حدود 1amu است، ولی جرم الکترون خیلی ناچیز و حدود $\frac{1}{1836} \text{amu}$ است.

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}_{-1}^0\text{e}$	-۱	$0/0005$
پروتون	${}_{+1}^1\text{p}$	+۱	$1/0073$
نوترون	${}_{0}^1\text{n}$	۰	$1/0087$

به همین دلیل جرم اتمی هر ذره را می‌توانیم با استفاده از عدد جرمی ($p+n$) آن تخمین بزنیم. مثلاً جرم اتمی ^{23}Na تقریباً برابر با 23amu است.
هر amu تقریباً معادل $1/66 \times 10^{-24}$ گرم است.

تست کلر در طبیعت دارای ۲ ایزوتوپ با جرم اتمی 35amu و 37amu و کربن دارای ۲ ایزوتوپ با جرم اتمی 12amu و 13amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول کربن تتراکلرید (CCl_4)، چند amu است؟

پاسخ سبک‌ترین مولکول CCl_4 از سبک‌ترین ایزوتوپ‌ها یعنی ^{12}C و ^{35}Cl تشکیل شده است:
 $12 + 4(35) = \text{جرم مولکولی سبک‌ترین } \text{CCl}_4$

سنگین‌ترین مولکول CCl_4 از سنگین‌ترین ایزوتوپ‌ها یعنی ^{13}C و ^{37}Cl تشکیل شده است:
 $13 + 4(37) = \text{جرم مولکولی سنگین‌ترین } \text{CCl}_4$

بنابراین تفاوت آن‌ها برابر است با:
 $[13 + 4(37)] - [12 + 4(35)] = 9 \text{amu}$
گزینه (۴) صحیح است.

تست اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{1836}$ جرم هر یک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم ${}^Z_A X$ ، به جرم این اتم، به کدام کسر نزدیک‌تر است؟

- (سراسری تجربی ۸۹)
- (۱) $\frac{1}{1000}$
 - (۲) $\frac{1}{2000}$
 - (۳) $\frac{1}{4000}$
 - (۴) $\frac{1}{5000}$

atomic mass unit - 1

۲- در این نماد، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.

پاسخ اگر جرم پروتون و نوترون را با هم یکسان و برابر m_p در نظر بگیریم: $\frac{1}{\cancel{2000}} m_p =$ جرم الکترون

بنابراین جرم الکترون‌ها برابر است با: $\frac{2Z}{Z} A = Z \times \frac{1}{\cancel{2000}} m_p$ جرم الکترون‌های ${}^Z_Z A$

از آنجا که جرم الکترون در مقابل پروتون و نوترون ناچیز است، جرم اتم را می‌توانیم به تقریب برابر جرم پروتون‌ها و

نوترون‌ها در نظر بگیریم، پس: $\frac{2Z}{Z} A = 2Z \times m_p$ جرم اتم ${}^Z_Z A$

بنابراین نسبت جرم الکترون‌ها به جرم اتم در ${}^Z_Z A$ برابر است با: $\frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم اتم}} = \frac{Z \times \frac{1}{\cancel{2000}} m_p}{2Z \times m_p} = \frac{1}{\cancel{4000}}$

گزینه (۳) صحیح است.

جرم اتمی میانگین

می‌دانیم که ایزوتوپ‌های یک عنصر در طبیعت فراوانی‌های متفاوتی دارند، پس برای محاسبه جرم اتمی یک عنصر باید از جرم ایزوتوپ‌های مختلف آن میانگین بگیریم؛ ولی نه میانگین‌گیری ساده! باید میانگین‌گیری با در نظر گرفتن فراوانی هر ایزوتوپ باشد. میانگین‌گیری با در نظر گرفتن فراوانی، مثل معدل‌گیری از درس‌های مختلف است. مثلاً اگر نمره درس شیمی شما ۲۰ باشد (با ضریب ۳) و نمره درس ورزش شما ۱۰ باشد (با ضریب ۱)، معدل این دو درس برابر است با:

$$\text{معدل شیمی و ورزش} = \frac{(\text{ضریب ورزش} \times \text{نمره ورزش}) + (\text{ضریب شیمی} \times \text{نمره شیمی})}{\text{مجموع ضریب‌ها}} = \frac{(20 \times 3) + (10 \times 1)}{4} = \frac{70}{4} = 17.5$$

جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های یک عنصر از رابطه مقابل محاسبه می‌شود:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

\bar{M} : جرم اتمی میانگین ، M_i : جرم اتمی هر ایزوتوپ ، F_i : فراوانی هر ایزوتوپ

$$F_1 + F_2 + \dots = 100$$

توجه اگر فراوانی‌ها برحسب درصد باشد، مجموع درصد فراوانی‌ها برابر با ۱۰۰ می‌شود:

حالا می‌خواهیم از فرمولی برایتان رونمایی کنیم که مثل باقلوا مناسباتان را شیرین کند!

$$\bar{M} = M_1 + [(\text{تفاوت جرم ایزوتوپ (۲) با ایزوتوپ (۱)}) \times \frac{F_2}{100}] + [(\text{تفاوت جرم ایزوتوپ (۳) با ایزوتوپ (۱)}) \times \frac{F_3}{100}] + \dots$$

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

در فرمول روبه‌رو M_1 ایزوتوپ سبک‌تر است.

تست نقره دارای ۲ ایزوتوپ با جرم اتمی $106/9$ و $108/9$ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر با ۵۲ درصد باشد، جرم اتمی متوسط نقره کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۴)

$$107/84 \quad (1) \quad 107/88 \quad (3) \quad 107/86 \quad (2)$$

پاسخ اول فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر (F_2) را حساب می‌کنیم: $F_2 + F_1 = 100 \Rightarrow F_2 = 100 - F_1 = 100 - 52 = 48$

راول با توجه به اطلاعات سؤال جرمی اتمی میانگین برابر است با:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(106/9 \times 52) + (108/9 \times 48)}{100}$$

بیا بید ببینیم با این راه چه محاسباتی باید انجام بدهیم:

$$(1) \begin{array}{r} 106/9 \\ \times 52 \\ \hline 213/8 \\ \hline 5345/0 \\ \hline 5558/8 \end{array} \quad (2) \begin{array}{r} 108/9 \\ \times 48 \\ \hline 871/2 \\ \hline 4356/0 \\ \hline 5227/2 \end{array} \quad (3) \begin{array}{r} 5558/8 \\ + 5227/2 \\ \hline 10786/0 \end{array}$$

$$\bar{M} = \frac{10786/0}{100} = 107/86$$

وع در نوایت:

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

دوم با توجه به اطلاعات سؤال:

$$\Rightarrow \bar{M} = 106/9 + (108/9 - 106/9) \times \frac{48}{100} = 106/9 + \frac{2 \times 48}{100} = 106/9 + 0/96 = 107/86$$

تو راه دو مساویه مردافکن! $(\frac{2 \times 48}{100})$ و $(106/9 + 0/96)$ داشتیم!

گزینه (2) صحیح است.

تست عنصر A دارای 3 ایزوتوپ A^{84} ، A^{86} و A^{88} است. اگر درصد فراوانی سبک ترین ایزوتوپ آن 20٪ و جرم اتمی میانگین A برابر 86/4 باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ (عدد جرمی را به تقریب معادل جرمی اتمی هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.) (سراسری تجربی خارج 95)

(1) 60، 20 (2) 40، 40 (3) 50، 30 (4) 60، 20

پاسخ مجموع درصد فراوانی ها برابر 100 است؛ بنابراین: $F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow 20 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow F_2 + F_3 = 80 - F_2$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

راول با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$86/4 = \frac{(84 \times 20) + (86 \times (80 - F_2)) + 88 \times F_2}{100} \Rightarrow 8640 = 1680 + 6880 - 86F_2 + 88F_2$$

$$\Rightarrow 8640 - 1680 - 6880 = 2F_2 \Rightarrow 80 = 2F_2 \Rightarrow F_2 = 40, F_3 = 80 - F_2 = 40$$

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

دوم (محاسبات ساده تر):

$$\Rightarrow 86/4 = 84 + \frac{(86 - 84) \times 40}{100} + \frac{(88 - 84) \times 40}{100} \Rightarrow 2/4 = \frac{160 - 2F_2 + 4F_2}{100}$$

$$\Rightarrow 240 = 160 + 2F_2 \Rightarrow 80 = 2F_2 \Rightarrow F_2 = 40, F_3 = 80 - F_2 = 40$$

گزینه (2) صحیح است.

مول

از آن جا که اتم ها خیلی ریز تشریف دارند، برای این که تعداد اتم های یک توده ماده (حتی 0/01 گرم) را بشماریم تا صبح طول می کشد. (البته دقیق ترش اینه که تا آفر عمر هم نمی شه شمردش!) برای همین دانشمندان زرنگ آمدند و یک واحد شمارش اختراع کردند به نام مول! «یک مول از هر ماده ای تعداد $6/02 \times 10^{23}$ تا از ذرات (اتم، مولکول یا یون) آن ماده است.» مثلاً 1 مول اسکناس هزار تومانی برابر با $6/02 \times 10^{23}$ تا اسکناس هزار تومانی است. شیمی دان ها هم وقتی می گویند 1 مول اتم کربن، یعنی تعداد $6/02 \times 10^{23}$ تا اتم کربن.

1- همون بوری که می دونید، قسمت بزرگی از مسائل شیمی کنکور، به طور مستقیم یا غیرمستقیم به استوکیومتری مربوط می شه. توی این قسمت با مول و مسائل مربوط به اون آشنا می شین. یادتون باشه که رابطه مول به استوکیومتری، مثل رابطه الفبای فارسی به ادبیات فارسی می مونه؛ پس سعی کنید مسائل این قسمت رو خیلی خوب یاد بگیرید!

نکته به عدد $6/02 \times 10^{23}$ عدد آووگادرو می‌گوییم و آن را با N_A نشان می‌دهیم.

شاید بپرسید چرا عدد $6/02 \times 10^{23}$ مثلاً چرا نگفتند ۱ میلیارد؟
در واقع دانشمندان با زرنگی خاصی، عدد آووگادرو را جوری تعریف کردند که اگر جرم یک اتم x amu باشد، جرم ۱ مول از آن هم x گرم بشود. مثلاً:

$$^{23}_{11}\text{Na} : \text{جرم اتمی} = 23 \text{ amu}$$

$$^{23}_{11}\text{Na} : \text{جرم مولی} = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۱۳ مول - ذره

در بعضی سؤال‌ها تعداد ذره‌های یک ماده را به ما می‌دهند و تعداد مول آن را از ما می‌خواهند و یا برعکس. برای حل این سؤال‌ها از راه کسر تبدیل، باید به هم‌ارزی روبه‌رو توجه داشته باشیم:

$$1 \text{ mol} = 6/02 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ mol Cu} = 6/02 \times 10^{23} \text{ اتم Cu}$$

مثلاً ۱ مول از اتم‌های Cu برابر $6/02 \times 10^{23}$ اتم Cu است:

$$1 \text{ mol H}_2\text{O} = 6/02 \times 10^{23} \text{ مولکول H}_2\text{O}$$

و ۱ مول از مولکول‌های H_2O برابر $6/02 \times 10^{23}$ مولکول H_2O است:

$$\text{تعداد ذره‌ها} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{N_A} \times \text{تعداد مول}$$

نکته تعداد مول‌های یک ماده را می‌توانیم از رابطه روبه‌رو محاسبه کنیم.

تست چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

(آ) $9/03 \times 10^{20}$ اتم مس برابر $0/0015$ مول مس است.

(ب) تعداد الکترون‌های $0/01$ مول $^{23}_{11}\text{Na}^+$ برابر با $6/02 \times 10^{23}$ است.

(پ) تعداد پروتون‌های $0/01$ مول $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$ برابر با $6/02 \times 10^{23}$ است.

(ت) $0/03$ مول آهن برابر با $1/806 \times 10^{21}$ اتم آهن است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ همه عبارتهای را باید تک‌تک بررسی کنیم:

(آ) **زوال** . تعداد اتم‌های مس را با کسر تبدیل $\frac{1 \text{ mol Cu}}{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم Cu}}$ به مول تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{9/03 \times 10^{20} \text{ اتم Cu}}{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم Cu}} \times 1 \text{ mol Cu} = 1/5 \times 10^{-3} \text{ mol Cu} = 0/0015 \text{ mol Cu}$$

زودوم

$$\text{تعداد مول} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{N_A} = \frac{9/03 \times 10^{20}}{6/02 \times 10^{23}} = 1/5 \times 10^{-3} = 0/0015 \text{ mol}$$

(ب) . اول تعداد الکترون‌ها را در یک ذره $^{23}_{11}\text{Na}^+$ حساب می‌کنیم:

$$^{23}_{11}\text{Na}^+ : e = Z - 1 = 11 - 1 = 10$$

بعد تعداد مول $^{23}_{11}\text{Na}^+$ را با کسر تبدیل $\frac{6/02 \times 10^{23} \text{ ذره } ^{23}_{11}\text{Na}^+}{1 \text{ mol } ^{23}_{11}\text{Na}^+}$ به تعداد ذره $^{23}_{11}\text{Na}^+$ تبدیل می‌کنیم:

$$0/01 \text{ mol } ^{23}_{11}\text{Na}^+ \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ ذره } ^{23}_{11}\text{Na}^+}{1 \text{ mol } ^{23}_{11}\text{Na}^+} \times \frac{10 \text{ الکترون}}{1 \text{ ذره } ^{23}_{11}\text{Na}^+} = 6/02 \times 10^{22} \text{ الکترون}$$

(پ) . تعداد پروتون‌ها در یک ذره $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$ برابر ۱۳ است؛ بنابراین:

$$0/01 \text{ mol } ^{27}_{13}\text{Al}^{3+} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ ذره } ^{27}_{13}\text{Al}^{3+}}{1 \text{ mol } ^{27}_{13}\text{Al}^{3+}} \times \frac{13 \text{ پروتون}}{1 \text{ ذره } ^{27}_{13}\text{Al}^{3+}} = 13 \times 6/02 \times 10^{21}$$

(ت) . $0/03 \text{ mol Fe} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 3 \times 6/02 \times 10^{21} = 18/06 \times 10^{21} = 1/806 \times 10^{21}$ **گزینه (۲) صحیح است.**

مول - جرم

جرم مولی هر اتم را با واحد گرم بر مول ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) بیان می‌کنیم. از جرم مولی هر ماده‌ای می‌توانیم یک هم‌ارزی استخراج کنیم. مثلاً جرم مولی Fe برابر با $56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ است؛ بنابراین:

$$1 \text{ mol Fe} = 56 \text{ g Fe}$$

$$7 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{7}{56} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ mol Fe}$$

تعداد مول آهن در 7 گرم از آن برابر است با:

تعداد مول‌های یک ماده را می‌توانیم از رابطه زیر محاسبه کنیم:

$$\text{تعداد مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} \rightarrow \text{تعداد مول Fe} = \frac{7}{56} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ mol Fe}$$

جرم مولی یک مولکول برابر با مجموع جرم مولی تک‌تک اتم‌های آن است. مثلاً جرم مولی H_2O برابر است با:

$$(\text{O} = 16, \text{H} = 1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$\text{H}_2\text{O} \text{ جرم مولی} = (2 \times \text{H} \text{ جرم مولی}) + (\text{O} \text{ جرم مولی}) = (2 \times 1) + (1 \times 16) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

تعداد مول‌های آب در 4 گرم از آن و جرم 0.5 مول از NaCl برحسب گرم به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟ ($\text{Cl} = 35.5, \text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

۱) 0.25 / 30 ، 0.25 / 30 (۲) ، 0.22 / 30 (۳) ، 0.25 / 29 (۴) ، 0.22 / 29

جرم مولی H_2O برابر است با:

$$\text{H}_2\text{O} \text{ جرم مولی} = (2 \times 1) + 16 = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

بنابراین تعداد مول H_2O در 4 گرم از آن برابر است با:

$$4 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = \frac{4}{18} = \frac{2}{9} = 0.22 \text{ mol H}_2\text{O}$$

جرم مولی NaCl برابر است با:

$$\text{NaCl} \text{ جرم مولی} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\frac{1}{2} \text{ mol NaCl} \times \frac{58.5 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = \frac{58.5}{2} = 29.25 \text{ g NaCl}$$

حالا جرم NaCl محاسبه می‌شود:

گزینه (۴) صحیح است.

جرم - ذره

در بعضی سؤال‌ها تعداد ذره‌های یک ماده را به ما می‌دهند و جرم ماده را از ما می‌خواهند. برای حل این سؤال‌ها:

۱) اول تعداد ذره‌ها را با کسر تبدیل $\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}}$ به مول تبدیل می‌کنیم.

۲) بعد با استفاده از کسر تبدیل $\frac{\text{g (جرم مولی)}}{1 \text{ mol}}$ جرم ماده را به دست می‌آوریم.

همه تبدیل‌هایی که تو این قسمت یاد گرفتیم را می‌توانیم به شکل زیر نمایش بدهیم:



اگر چگالی فلز مس $9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ باشد، تعداد اتم‌های مس در یک مکعب از فلز مس با ضلع 2 cm کدام است؟

$$(\text{Cu} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

۱) $6 / 7725 \times 10^{23}$ (۲) $5 / 825 \times 10^{23}$ (۳) $6 / 7725 \times 10^{23}$ (۴) $5 / 825 \times 10^{23}$



پاسخ اول حجم مس را حساب می کنیم:

$$\text{حجم مس} = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^3$$

$$8 \text{ cm}^3 \times \frac{9 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 72 \text{ g}$$

بعد با استفاده از چگالی، جرم مس را به دست می آوریم:

حالا جرم مس را به مول آن و مول آن را به تعداد اتم هایش تبدیل می کنیم:

$$72 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = \frac{9}{8} \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23}$$

↑ کمی بزرگ تر از ۱

↓ کمی بزرگ تر از 6.02×10^{23}

با توجه به گزینه ها تقریباً می نویسیم

گزینه (۳) صحیح است.

سوالات گزینهای

رابطه اینشتین

۱- اگر طی واکنش های انجام شده در یک واکنشگاه هسته ای، ۲ میکروگرم ماده به انرژی تبدیل شده باشد، مقدار انرژی آزاد شده در این فرایند برابر با چند کیلوژول است؟

- (۱) $1/8 \times 10^8$ (۲) $1/8 \times 10^5$ (۳) 6×10^7 (۴) 6×10^4

۲- طی تبدیل چند میلی گرم ماده به انرژی، گرمای لازم برای تبخیر ۰/۲ تن متانول به دست می آید؟ (انرژی مورد نیاز برای تبخیر هر گرم متانول، برابر ۱/۱۷ ژول است و $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)

- (۱) $5/2 \times 10^{-9}$ (۲) $2/6 \times 10^{-9}$ (۳) $2/6 \times 10^{-6}$ (۴) $5/2 \times 10^{-6}$

۳- بر اثر تبدیل هلیوم به لیتیم، ۰/۰۲ درصد از جرم واکنش دهنده ها به انرژی تبدیل می شود. اگر انرژی لازم برای تبخیر هر گرم آب، برابر ۲۲۵۰ J باشد، با انرژی حاصل از تبدیل ۷/۵ گرم هلیوم به لیتیم، چند کیلوگرم آب را می توان تبخیر کرد؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)

- (۱) 6×10^4 (۲) ۶۰ (۳) 12×10^4 (۴) ۱۲۰

۴- طی یک واکنش هسته ای، جرمی به اندازه 10^{15} amu به انرژی تبدیل می شود. انرژی حاصل از این فرایند برابر با چند کیلوژول است؟ ($1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$)

- (۱) $298/8$ (۲) $74/7$ (۳) $149/4$ (۴) $99/6$

۵- اگر جرم هسته اتم ${}^4_2\text{He}$ برابر $6/645 \times 10^{-24} \text{ g}$ باشد، به ازای تولید هر هسته هلیوم از ذرات زیراتمی سازنده آن، چند ژول انرژی آزاد می شود؟ (جرم هر نوترون و هر پروتون به ترتیب برابر با $1/675 \times 10^{-24} \text{ g}$ و $1/673 \times 10^{-24} \text{ g}$ است.)

- (۱) $4/59 \times 10^{-11}$ (۲) $4/59 \times 10^{-12}$ (۳) $5/98 \times 10^{-11}$ (۴) $5/98 \times 10^{-12}$

۶- اگر تفاوت جرم واکنش دهنده ها و فرآورده های یک واکنش هسته ای به اندازه جرم $2/5 \times 10^{-4}$ مول اورانیم باشد، طی این واکنش هسته ای چند مگاژول انرژی تولید می شود؟ (جرم هر مول اورانیم، برابر ۲۳۶ گرم است و $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)

- (۱) $2/124 \times 10^9$ (۲) $2/124 \times 10^6$ (۳) $5/31 \times 10^9$ (۴) $5/31 \times 10^6$

عدد اتمی، عدد جرمی و ذره های زیر اتمی

۷- نسبت شمار نوترون ها به شمار پروتون ها در سنگین ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟ (سراسری تجربی داخل ۹۶)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۷

۸- در کدام یک از گونه های زیر، شمار نوترون های موجود در هسته، ۱/۵ برابر شمار پروتون ها است؟

- (۱) ${}^{207}_{82}\text{Pb}$ (۲) ${}^{200}_{80}\text{Hg}$ (۳) ${}^{227}_{89}\text{Ac}$ (۴) ${}^{238}_{92}\text{U}$

۹- در چه تعداد از گونه های شیمیایی زیر، شمار نوترون های موجود در هسته از شمار الکترون ها بیشتر است؟

- (۱) ${}^{207}_{82}\text{Pb}$, ${}^{16}_8\text{O}^{2-}$, ${}^{225}_{88}\text{Ra}$, ${}^{19}_9\text{F}^-$, ${}^{58}_{27}\text{Co}^{3+}$

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۰- اگر شمار الکترون‌های موجود در یون حاصل از عنصر A، ۵ برابر تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هستهٔ این یون باشد، کدام یک از نمادهای شیمیایی زیر را می‌توان به یون مورد نظر نسبت داد؟



۱۱- مجموع تعداد ذرات زیراتمی در یون A^{2+} ، برابر ۲۰۸ است. اگر تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در این یون برابر ۱۸ باشد، کدام یک از نمادهای زیر را می‌توان به اتم A نسبت داد؟



۱۲- عدد جرمی یک عنصر فلزی برابر با ۱۰۳ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم‌های این عنصر برابر با ۱۳ عدد است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟



۱۳- در یون M^{2+} مجموع شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها، از ۲ برابر شمار نوترون‌ها ۳۴ واحد کم‌تر است. اگر عدد جرمی این یون برابر با ۱۰۸ باشد، شمار الکترون‌های موجود در یون M^{2+} کدام است؟



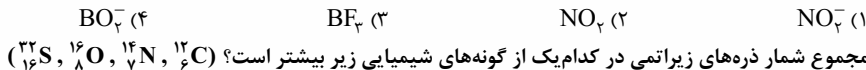
۱۴- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در ایزوتوپ ^{45}X ، نصف تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در ایزوتوپ ^{48}X باشد، عدد اتمی عنصر X کدام است؟



۱۵- در یون $^{177}\text{X}^{4+}$ ، شمارهٔ ذره‌های زیراتمی خنثی، $7/5$ برابر شمار ذره‌های زیراتمی باردار است. عدد اتمی عنصر X کدام است؟



۱۶- شمار الکترون‌های موجود در کدام گونهٔ زیر، با شمار الکترون‌های موجود در یون $^{52}\text{Cr}^{2+}$ برابر است؟ ($^{19}_9\text{F}$, $^{16}_8\text{O}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{11}_5\text{B}$)



۱۸- کدام یک از مطالب زیر، در رابطه با یون $^{31}\text{M}^{3-}$ درست است؟

- (۱) مجموع تعداد ذرات زیراتمی در این یون، ۳ برابر تعداد نوترون‌های موجود در آن است.
- (۲) تعداد الکترون‌ها در این یون با تعداد الکترون‌های موجود در یون $^{48}\text{Ti}^{2+}$ برابر است.
- (۳) مجموع تعداد ذرات زیراتمی در این یون، $1/4$ برابر مجموع تعداد ذرات زیراتمی در یون $^{25}\text{Mg}^{2+}$ است.
- (۴) تعداد نوترون‌های موجود در هستهٔ این یون، نصف تعداد الکترون‌های یون $^{65}\text{Zn}^{2+}$ است.

ایزوتوپ‌ها

۱۹- کدام یک از گونه‌های شیمیایی زیر، ایزوتوپ اتم ^{71}Ge به شمار می‌رود؟

- (۱) یون A^{3+} با عدد جرمی ۶۷ که در آن تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۶ است.
- (۲) یون D^- که دارای ۳۶ الکترون بوده و شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در آن برابر است.
- (۳) اتم E که عدد جرمی آن برابر ۶۹ بوده و در هستهٔ آن ۳۵ نوترون وجود دارد.
- (۴) اتم G با عدد جرمی ۶۷ که تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در آن برابر ۵ است.

۲۰- در یون $^{48}\text{X}^{2+}$ ، تعداد ذرات زیراتمی موجود در هسته، $2/4$ برابر تعداد الکترون‌ها است. کدام یک از گونه‌های زیر، ایزوتوپ این یون است؟

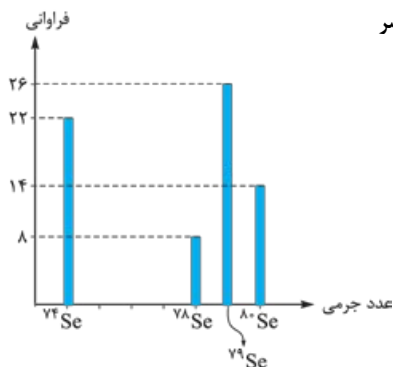


۲۱- در یک نمونه از اتم‌های منیزیم، به ازای هر اتم ^{26}Mg ، ۳ اتم ^{25}Mg وجود دارد و به ازای هر اتم ^{25}Mg نیز ۲ اتم ^{24}Mg وجود دارد. درصد فراوانی ایزوتوپ ^{25}Mg در این نمونه کدام است؟



۲۲- در یک نمونه از اتم‌های کلسیم که از ایزوتوپ‌های $^{40}_{20}\text{Ca}$ ، $^{42}_{20}\text{Ca}$ و $^{44}_{20}\text{Ca}$ تشکیل شده است، تعداد اتم‌های $^{42}_{20}\text{Ca}$ برابر تعداد اتم‌های $^{40}_{20}\text{Ca}$ و تعداد اتم‌های $^{44}_{20}\text{Ca}$ نیز ۲ برابر تعداد اتم‌های $^{42}_{20}\text{Ca}$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ $^{42}_{20}\text{Ca}$ در این نمونه کدام است؟

- ۱) ۱۲/۵ (۱) ۲) ۳۱/۲۵ (۲) ۳) ۶/۲۵ (۳) ۴) ۶۲/۵ (۴)



۲۳- با توجه به نمودار مقابل، درصد فراوانی ایزوتوپ ^{80}Se در نمونه‌ای از عنصر سلنیم (Se) کدام است؟

- ۱) ۱۴ (۱)
۲) ۲۰ (۲)
۳) ۸ (۳)
۴) ۲۵ (۴)

متلاشی شدن ایزوتوپ‌های ناپایدار

۲۴- به ازای هر ۵۰۰ میلی‌گرم رادیومی که امروز در سطح کره زمین وجود دارد، در ۶۴۰۰ سال پیش، ۸ گرم رادیوم وجود داشته است. نیم‌عمر عنصر رادیوم در این شرایط برابر با چند سال است؟

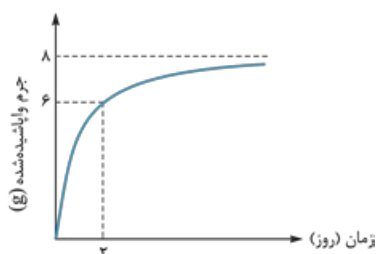
- ۱) ۸۰۰ (۱) ۲) ۳۲۰۰ (۲) ۳) ۶۴۰۰ (۳) ۴) ۱۶۰۰ (۴)

۲۵- نیم‌عمر یک عنصر رادیواکتیو برابر ۱۰ روز است. اگر در مدت ۶۰ روز، ۹۴/۵ گرم از این عنصر متلاشی شده باشد، جرم اولیه آن چند گرم بوده است؟

- ۱) ۹۶ (۱) ۲) ۹۸ (۲) ۳) ۱۰۰ (۳) ۴) ۱۲۰ (۴)

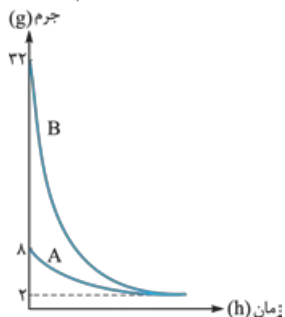
۲۶- ۲۰۰ g از یک عنصر رادیواکتیو با نیم‌عمر ۵ روز در اختیار داریم. پس از گذشت چند روز، ۱۹۳/۷۵ گرم از این عنصر بر اثر واپاشی از بین می‌رود؟

- ۱) ۲۰ (۱) ۲) ۲۵ (۲) ۳) ۳۰ (۳) ۴) ۱۵ (۴)



۲۷- نمودار مقابل، جرمی از یک ماده رادیواکتیو را که متلاشی شده است، را نشان می‌دهد. نیم‌عمر این ماده رادیواکتیو برابر چند ساعت است؟

- ۱) ۶ (۱)
۲) ۱۲ (۲)
۳) ۲۴ (۳)
۴) ۱۶ (۴)



۲۸- نمودار مقابل، جرم دو ماده رادیواکتیو A و B را در طول زمان نشان می‌دهد. نیم‌عمر عنصر A چند برابر نیم‌عمر عنصر B است؟

- ۱) ۲ (۱)
۲) ۴ (۲)
۳) ۵/۰ (۳)
۴) ۲۵/۰ (۴)

amu و جرم ذره های زیر اتمی

۲۹- اگر جرم پروتون 1.67×10^{-24} g برابر جرم الکترون، جرم نوترون 1.67×10^{-24} g برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر 9.11×10^{-31} g است. در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم ${}^3_1\text{H}$ برابر چند گرم خواهد بود؟ (g) $(1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g})$ (سراسری ریاضی ۹۳)

- (۱) $4/96 \times 10^{-24}$ (۲) $9/112 \times 10^{-24}$ (۳) $4/34 \times 10^{-24}$ (۴) $9/115 \times 10^{-24}$

۳۰- اگر در یون ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ ، تفاوت شمار نوترون ها و الکترون ها برابر ۳ باشد، جرم هر اتم ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ تقریباً برابر چند گرم است؟ (g) $(1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g})$

- (۱) $3/984 \times 10^{-23}$ (۲) $8/3 \times 10^{-23}$ (۳) $4/15 \times 10^{-23}$ (۴) $7/948 \times 10^{-23}$

۳۱- چند الکترون باید در اثر مالش از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازو با حساسیت 0.1 میلی گرم، قابل اندازه گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود 9.1×10^{-28} g) و بار الکتریکی آن 1.6×10^{-19} C است.) (سراسری ریاضی ۹۵)

- (۱) $1/78 \times 10^3$ ، $3/011 \times 10^{22}$ (۲) $1/66 \times 10^4$ ، $1/11 \times 10^{23}$
 (۳) $1/78 \times 10^4$ ، $1/11 \times 10^{23}$ (۴) $1/66 \times 10^4$ ، $3/011 \times 10^{22}$

۳۲- هیدروژن دارای ۲ ایزوتوپ پایدار ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ و اکسیژن دارای ۳ ایزوتوپ ${}^{16}_8\text{O}$ ، ${}^{17}_8\text{O}$ و ${}^{18}_8\text{O}$ است. در این شرایط، چند نوع مولکول H_2O با جرم مولکولی ۲۰ amu خواهیم داشت؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

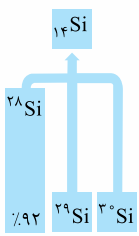
جرم اتمی میانگین

۳۳- در یک نمونه منیزیم که از ایزوتوپ های طبیعی این عنصر تشکیل شده است، درصد فراوانی ${}^{24}\text{Mg}$ برابر 40% بوده و به ازای هر اتم ${}^{26}\text{Mg}$ موجود در این نمونه، ۵ اتم ${}^{25}\text{Mg}$ وجود دارد. شمار اتم های ${}^{24}\text{Mg}$ موجود در این نمونه، برابر شمار اتم های ${}^{26}\text{Mg}$ می باشد و جرم اتمی میانگین منیزیم در این نمونه برابر amu است.

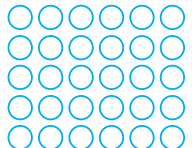
- (۱) $25/1.4$ (۲) $25/1.8$ (۳) $24/7.4$ (۴) $24/7.8$

۳۴- سیلیسیم دارای ۳ ایزوتوپ ${}^{28}\text{Si}$ ، ${}^{29}\text{Si}$ و ${}^{30}\text{Si}$ است. اگر جرم اتمی میانگین سیلیسیم را برابر 28.11 amu در نظر بگیریم، درصد فراوانی ${}^{29}\text{Si}$ در این نمونه کدام است؟

- (۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) $6/5$



۳۵- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرمی اتمی 24 amu و 27 amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر $26/7 \text{ amu}$ باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ ها را به درستی نشان دهد؟



- (۱) ۱۶ (۲) ۱۹ (۳) ۲۲ (۴) ۲۷

۳۶- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم های 14 amu و 16 amu و جرم اتمی میانگین $14/2 \text{ amu}$ است. نسبت شماره اتم های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟

- (۱) $1/8$ (۲) $1/9$ (۳) $1/10$ (۴) $1/11$

۳۷- عنصر ${}^{24}\text{M}$ دارای ۲ ایزوتوپ است که در هستهٔ یکی از آن‌ها ۳۴ نوترون و در هستهٔ دیگری، ۳۶ نوترون وجود دارد. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ${}^{63/6}\text{amu}$ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر کدام است؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۶۰ (۳) ۷۰ (۴) ۴۰

۳۸- عنصر ${}^{16}\text{X}$ دارای ۲ ایزوتوپ بوده و جرم اتمی میانگین آن برابر ${}^{33/08}\text{amu}$ است. اگر در ایزوتوپ ${}^{16}\text{X}$ ، ۶۴٪ از ذرات زیراتمی باردار باشند و درصد فراوانی این ایزوتوپ در نمونهٔ موردنظر برابر ۵۴٪ باشد، نماد ایزوتوپ دیگر این عنصر کدام است؟

- (۱) ${}^{35}\text{X}$ (۲) ${}^{34}\text{X}$ (۳) ${}^{32}\text{X}$ (۴) ${}^{33}\text{X}$

۳۹- اگر جرم اتمی میانگین کلر و بور در یک نمونهٔ طبیعی از این عناصر به ترتیب برابر با ${}^{35/5}\text{amu}$ و ${}^{10/8}\text{amu}$ باشد، در یک نمونهٔ طبیعی از مولکول‌های BCl_3 ، جرم مولکولی چند درصد از ذرات برابر ${}^{121}\text{amu}$ خواهد بود؟ (کلر دارای ۲ ایزوتوپ ${}^{35}\text{Cl}$ و ${}^{37}\text{Cl}$ و بور نیز دارای ۲ ایزوتوپ ${}^{10}\text{B}$ و ${}^{11}\text{B}$ است.)

- (۱) ۲/۵ (۲) ۱/۲۵ (۳) ۰/۳۱۲۵ (۴) ۰/۲۵

مول

۴۰- یک نمونهٔ ${}^{21/6}$ نانوگرمی از اتم‌های نقره، شامل چند اتم مجزا است؟ ($\text{Ag} = 108\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $1/204 \times 10^{17}$ (۲) $2/408 \times 10^{17}$ (۳) $1/204 \times 10^{14}$ (۴) $2/408 \times 10^{14}$

۴۱- نمونه‌ای از برم مایع (Br_2)، شامل $1/505 \times 10^{24}$ اتم است. این نمونهٔ برم، چند گرم جرم دارد؟ ($\text{Br} = 80\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۴۰۰

۴۲- مغز انسان، از تجمع ۱۰۰ میلیارد یاختهٔ عصبی تشکیل شده است. اگر این یاخته‌ها در هر دقیقه ۷۲ میلی‌گرم گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) را به عنوان منبع انرژی خود مصرف کنند، هر یاختهٔ عصبی در طول یک دقیقه، به طور متوسط به چند مولکول گلوکز نیاز دارد؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $2/408 \times 10^9$ (۲) $2/408 \times 10^{12}$ (۳) $4/816 \times 10^9$ (۴) $4/816 \times 10^{12}$

۴۳- در کدام یک از گزینه‌های زیر، جرم مولی ترکیب سمت چپ، ۲ برابر جرم مولی ترکیب سمت راست است؟

($\text{S} = 32, \text{Mg} = 24, \text{O} = 16, \text{C} = 12\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $\text{MgSO}_4, \text{CO}_2$ (۲) SO_2, MgO (۳) $\text{MgCO}_3, \text{SO}_2$ (۴) $\text{CS}_2, \text{MgSO}_4$

۴۴- اگر تعداد اتم‌ها در ۲۰ g فلز کلسیم، دو برابر تعداد اتم‌ها در ۱۴ گرم فلز M باشد، جرم مولی فلز M کدام است؟ ($\text{Ca} = 40\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۴ (۲) ۷۰ (۳) ۴۲ (۴) ۵۶

۴۵- جرم‌های برابر از آهن و مس را ذوب کرده و با استفاده از مخلوط حاصل، یک آلیاژ فلزی را ایجاد می‌کنیم. اگر تفاوت شمار اتم‌های آهن و مس موجود در این آلیاژ برابر با $3/01 \times 10^{23}$ باشد، جرم آلیاژ موردنظر برابر با چند گرم است؟ ($\text{Cu} = 64, \text{Fe} = 56\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۴۴۸ (۲) ۲۲۴ (۳) ۵۱۲ (۴) ۲۵۶

۴۶- جرم‌های برابری از گازهای SO_2 و CH_4 در اختیار داریم. شمار اتم‌های موجود در نمونهٔ SO_2 ، چند برابر شمار اتم‌های موجود در نمونهٔ CH_4 است؟ ($\text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۰/۴ (۲) ۰/۱۵ (۳) ۰/۲۵ (۴) ۰/۳

۴۷- شمار اتم‌های موجود در نمونه‌ای از گاز نیتروژن مونوکسید (NO)، با شمار اتم‌های موجود در نمونه‌ای از گاز گوگرد تری‌اکسید (SO_3) برابر است. جرم نمونهٔ نیتروژن مونوکسید چند برابر جرم گاز گوگرد تری‌اکسید است؟

($\text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{N} = 14\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۰/۶۶ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۱/۳۳ (۴) ۱/۵

۴۸- در هر گرم از گاز هپتان (C_7H_{16})، به ترتیب چند گرم کربن و چند مول نوترون وجود دارد؟ (${}^{12}\text{C} = 12, {}^1\text{H} = 1\text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۰/۴۲، ۰/۷ (۲) ۰/۳۵، ۰/۸۴ (۳) ۰/۳۵، ۰/۷ (۴) ۰/۴۲، ۰/۸۴

۴۹- مول‌های برابری از ترکیبات PX_3 و P_2O_5 را در اختیار داریم. اگر جرم نمونه P_2O_5 ، $2/5$ برابر نمونه PX_3 باشد، جرم

مولی عنصر X برابر با چند گرم بر مول است؟ ($P = 31, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$)

۱۷ (۱) ۶۸ (۲) ۱۹ (۳) ۷۶ (۴)

۵۰- اگر جرم یک اتم کلسیم برابر $6/65 \times 10^{-23} g$ باشد، جرم هر مول کلسیم برابر با چند گرم است و اگر این نمونه کلسیم، از

اتم‌های یکسان تشکیل شده باشد، شمار ذرات زیراتمی باردار در هر اتم $^{40}_{20}Ca$ ، چند برابر شمار ذرات زیراتمی بدون بار است؟

(عدد جرمی را به تقریب معادل جرم اتمی هر ذره در نظر بگیرید.)

۲،۴۰ (۱) ۲/۲،۴۲ (۲) ۱،۴۰ (۳) ۱/۱،۴۲ (۴)

۵۱- با توجه به جدول زیر، $25/4$ گرم مس، شامل چند اتم مس می‌شود؟

ایزوتوپ	^{65}Cu	^{63}Cu
درصد فراوانی	۲۵	۷۵

۱) $1/204 \times 10^{23}$

۲) $2/408 \times 10^{23}$

۳) $2/371 \times 10^{23}$

۴) $1/185 \times 10^{23}$

۵۲- عنصر X با جرم مولی $36/8 g \cdot mol^{-1}$ دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪

و دیگری دارای ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و

برابر $1 amu$ در نظر بگیرید.) (سراسری تجربی خارج ۹۰)

۲۱ (۱) ۲۲ (۲) ۲۳ (۳) ۲۴ (۴)

ياسخ نامه تشریحی



ابتدا جرم ماده تبدیل شده را بر حسب کیلوگرم به دست می آوریم:

۱- گزینه «۲»

$$2 \mu\text{g} = 2 \times 10^{-6} \text{g} \times \frac{1 \text{kg}}{10^3 \text{g}} = 2 \times 10^{-9} \text{kg}$$

حال مقدار انرژی آزاد شده را حساب می کنیم:

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 2 \times 10^{-9} \times (3 \times 10^8)^2 = 2 \times 9 \times 10^7 = 1.8 \times 10^8 \text{J}$$

و در نهایت ژول را به کیلوژول تبدیل می کنیم:

$$1.8 \times 10^8 \text{J} = 1.8 \times 10^5 \text{kJ}$$

مرحله اول محاسبه انرژی لازم برای تبخیر ۰/۲ تن متانول است:

۲- گزینه «۳»

$$2 \text{ ton} \times \frac{1000 \text{kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} \times \frac{1.17 \text{J}}{1 \text{g}} = 2.34 \times 10^6 \text{J}$$

مرحله دوم محاسبه جرمی است که به انرژی تبدیل می شود:

$$E = mc^2 \Rightarrow 2.34 \times 10^6 = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{2.34 \times 10^6}{9 \times 10^{16}} = \frac{2.34 \times 10^2}{9 \times 10^8} = 2.6 \times 10^{-12} \text{kg} = 2.6 \times 10^{-12} \text{kg}$$

حواسمان هست که جرم را باید بر حسب میلی گرم حساب کنیم:

$$2.6 \times 10^{-12} \text{kg} \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} \times \frac{1000 \text{mg}}{1 \text{g}} = 2.6 \times 10^{-6} \text{mg}$$

۰/۰۲ درصد از جرم واکنش دهنده قرار است به انرژی تبدیل شود؛ یعنی به ازای هر ۱۰۰ گرم هلیوم، ۰/۰۲

۳- گزینه «۱»

گرم جرم از بین می رود، بنابراین جرمی که به انرژی تبدیل می شود برابر است با:

$$7.5 \text{g He} \times \frac{2 \times 10^{-2}}{100} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} = 1.5 \times 10^{-7} \text{kg}$$

انرژی حاصل از این جرم برابر است با:

$$E = mc^2 = 1.5 \times 10^{-7} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.5 \times 10^{-7} \times 9 \times 10^{16} = 1.35 \times 10^9 \text{J}$$

در نهایت جرم آب تبخیر شده به دست می آید:

$$1.35 \times 10^9 \text{J} \times \frac{1 \text{g آب}}{2250 \text{J}} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} = \frac{1.35}{225} \times 10^5 = \frac{112.5 + 22.5}{225} \times 10^5 = 0.6 \times 10^5 = 6 \times 10^4 \text{kg آب}$$

اول این جرم را بر حسب kg می سبایم!

۴- گزینه «۳»

$$10^{15} \text{amu} \times \frac{1.66 \times 10^{-24} \text{g}}{1 \text{amu}} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} = 1.66 \times 10^{-12} \text{kg}$$

انرژی حاصل از این جرم برابر است با:

$$E = mc^2 = 1.66 \times 10^{-12} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.66 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^{16} = (1.66 - 1.66) \times 10^4 = 1.49 \times 10^4 \text{J} = 14.9 \text{kJ}$$

بد نیست ضرب یک عدد در ۹ را، این شکلی حساب کنید:

$$a \times 9 = a \times (10 - 1) = 10a - a$$

هسته هلیوم (${}^4_2\text{He}^{2+}$)، ۲ پروتون و ۲ نوترون دارد.

۵- گزینه «۲»

$$\Delta m = [2(1.673 \times 10^{-24}) + 2(1.675 \times 10^{-24})] - 6.645 \times 10^{-24}$$

$$= 0.51 \times 10^{-24} \text{g} = 0.51 \times 10^{-27} \text{kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 0.51 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 0.459 \times 10^{-11} = 4.59 \times 10^{-12} \text{J}$$

۴- گزینه «۴»

اول تفاوت جرم (Δm) بر حسب kg را حساب می‌کنیم.

$$\left(\frac{2}{5}\right) \times 10^{-4} \text{ mol اورانیم} \times \frac{236 \text{ g اورانیم}}{1 \text{ mol اورانیم}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = \frac{240}{4} \times 10^{-6} = 59 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

انرژی حاصل از این مقدار جرم برابر است با:

$$E = \Delta mc^2 = 59 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 59 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{16} = (540 - 9) \times 10^{10} = 531 \times 10^{10} \text{ J} = 5.31 \times 10^{12} \text{ J}$$

حالا این انرژی را به مگاژول تبدیل می‌کنیم:

$$5.31 \times 10^{12} \text{ J} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} \times \frac{1 \text{ MJ}}{1000 \text{ kJ}} = 5.31 \times 10^6 \text{ MJ}$$

سنگین ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن ${}^3_1\text{H}$ است که تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر است با:

۷- گزینه «۲»

$$\begin{cases} p = Z = 1 \\ n = A - Z \Rightarrow n = 3 - 1 = 2 \end{cases} \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2$$

تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها را در هر گزینه حساب می‌کنیم تا ببینیم در کدام گزینه نسبت $\frac{n}{p}$ برابر

۸- گزینه «۱»

۱/۵ می‌شود.

$${}^{207}_{82}\text{Pb} \Rightarrow p = Z = 82, n = A - Z = 207 - 82 = 125 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{125}{82} = \frac{82}{82} + \frac{43}{82} \neq 1/5$$

۱

$${}^{200}_{80}\text{Hg} \Rightarrow p = Z = 80, n = A - Z = 200 - 80 = 120 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{120}{80} = \frac{80}{80} + \frac{40}{80} = 1/5$$

۲

$${}^{227}_{89}\text{Ac} \Rightarrow p = Z = 89, n = A - Z = 227 - 89 = 138 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{138}{89} = \frac{89}{89} + \frac{49}{89} \neq 1/5$$

۳

$${}^{238}_{92}\text{U} \Rightarrow p = Z = 92, n = A - Z = 238 - 92 = 146 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{146}{92} = \frac{92}{92} + \frac{54}{92} \neq 1/5$$

۴

$$\frac{n}{p} = \frac{A - Z}{Z} = \frac{A}{Z} - \frac{Z}{Z} = \frac{A}{Z} - 1 \Rightarrow \frac{A}{Z} - 1 = 1/5 \Rightarrow \frac{A}{Z} = 2/5$$

باید به کم یا نسبت بازی کنیم.

حالا چک می‌کنیم در کدام گزینه نسبت $\frac{A}{Z}$ برابر ۲/۵ است.

$${}^{207}_{82}\text{Pb} \Rightarrow \frac{A}{Z} = \frac{207}{82} = \frac{164}{82} + \frac{43}{82} \neq 2/5$$

۱

$${}^{200}_{80}\text{Hg} \Rightarrow \frac{A}{Z} = \frac{200}{80} = 2/5$$

۲

$${}^{227}_{89}\text{Ac} \Rightarrow \frac{A}{Z} = \frac{227}{89} = \frac{178}{89} + \frac{49}{89} \neq 2/5$$

۳

$${}^{238}_{92}\text{U} \Rightarrow \frac{A}{Z} = \frac{238}{92} = \frac{184}{92} + \frac{54}{92} \neq 2/5$$

۴

تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها را در هر گونه حساب می‌کنیم:

۹- گزینه «۳»

$${}^{58}_{27}\text{Co}^{3+} \Rightarrow n = A - Z = 58 - 27 = 31, e = Z - 3 = 27 - 3 = 24 \Rightarrow n > e$$

$${}^{19}_{9}\text{F}^{-} \Rightarrow n = A - Z = 19 - 9 = 10, e = Z + 1 = 9 + 1 = 10 \Rightarrow n = e$$

$${}^{235}_{92}\text{U} \Rightarrow n = A - Z = 235 - 92 = 143, e = Z = 92 \Rightarrow n > e$$

$${}^{16}_{8}\text{O}^{2-} \Rightarrow n = A - Z = 16 - 8 = 8, e = Z + 2 = 8 + 2 = 10 \Rightarrow n < e$$

$${}^{207}_{82}\text{Pb} \Rightarrow n = A - Z = 207 - 82 = 125, e = Z = 82 \Rightarrow n > e$$

تعداد ذره‌های زیراتمی را در هر گونه حساب می‌کنیم تا ببینیم رابطه مورد نظر در کدام گزینه صدق می‌کند.

۱۰- گزینه «۳»

$${}^{57}_{27}\text{Co}^{2+} \Rightarrow p = Z = 27, n = A - Z = 57 - 27 = 30 \Rightarrow n - p = 3, e = Z - 2 = 27 - 2 = 25 \Rightarrow e \neq 5 \times 3$$

۱

$${}^{19}_{9}\text{F}^{-} \Rightarrow p = Z = 9, n = A - Z = 19 - 9 = 10 \Rightarrow n - p = 1, e = Z + 1 = 9 + 1 = 10 \Rightarrow e \neq 5 \times 1$$

۲

$${}^{26}_{12}\text{Mg}^{2+} \Rightarrow p = Z = 12, n = A - Z = 26 - 12 = 14 \Rightarrow n - p = 2, e = Z - 2 = 12 - 2 = 10 \Rightarrow e = 5 \times 2$$

۳

$${}^{31}_{15}\text{P}^{3-} \Rightarrow p = Z = 15, n = A - Z = 31 - 15 = 16 \Rightarrow n - p = 1, e = Z + 3 = 15 + 3 = 18 \Rightarrow e \neq 5 \times 1$$

۴



۱) $p - e = 2$

۲) $n - p = 18$

۳) $p + n + e = 208$

A^{2+} دارای ۲ بار مثبت است؛ یعنی:

۱۱- گزینه «۴»

اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها ۱۸ است، پس:

مجموع ذرات زیراتمی برابر ۲۰۸ است، بنابراین:

$$\begin{matrix} p \text{ را می‌خواهیم، پس} \\ \text{معادله (۲) را در منفی ضرب می‌کنیم} \end{matrix} \rightarrow \begin{cases} p - e = 2 \\ n + p = -18 \\ p + n + e = 208 \end{cases} \xrightarrow[\text{هم جمع می‌کنیم}]{\text{سه معادله را با}} 3p = 192 \Rightarrow p = \frac{192}{3} = 64$$

با توجه به آن چه در صورت سؤال گفته شد، داریم:

۱۲- گزینه «۳»

$$\begin{cases} A = 103 \Rightarrow n + p = 103 & \text{(I)} \\ n - p = 13 & \text{(II)} \end{cases}$$

$$I - II \Rightarrow (n + p) - (n - p) = 103 - 13 \Rightarrow 2p = 90 \Rightarrow p = 45 \Rightarrow Z = 45$$

در یون M^{2+} ، تعداد پروتون، ۲ واحد بیشتر از الکترون‌ها است. پس داریم:

۱۳- گزینه «۲»

$$\begin{cases} p + e = 2n - 2 \xrightarrow{e=p-2} p + p - 2 = 2n - 2 \Rightarrow 2p - 2 = 2n - 2 \Rightarrow 2p = 2n - 2 \Rightarrow p = n - 1 & \text{(I)} \\ A = 108 \Rightarrow p + n = 108 & \text{(II)} \end{cases}$$

$$(II) \xrightarrow{(I)} p + n = 108 \rightarrow n - 1 + n = 108 \Rightarrow 2n = 109 \Rightarrow n = 54.5 \rightarrow p = 54 - 1 = 53$$

حال تعداد الکترون‌های یون M^{2+} را حساب می‌کنیم: $e = 42$ تعداد تعداد n_1 و n_2 در نظر می‌گیریم، پس داریم:

۱۴- گزینه «۳»

تعداد نوترون ایزوتوپ‌های ^{48}X و ^{45}X را به ترتیب n_1 و n_2 در نظر می‌گیریم، پس داریم:

$$\frac{n_1 - e}{n_2 - e} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2n_1 - 2e = n_2 - e \Rightarrow 2n_1 = n_2 + e \quad (I)$$

$$A_2 = n_2 + p \xrightarrow{p=e} 48 = n_2 + e \xrightarrow{(I)} 2n_1 = 48 \Rightarrow n_1 = 24$$

در ایزوتوپ ^{48}X داریم:

$$A_1 = n_1 + Z \Rightarrow 45 = 24 + Z \Rightarrow Z = 21$$

بنابراین در ایزوتوپ ^{45}X عدد اتمی برابر است با:

۱۵- گزینه «۳»

ذره‌های زیراتمی خنثی همان نوترون‌ها و ذره‌های زیراتمی باردار، الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند. در یون X^{4+}

رابطه میان الکترون‌ها و پروتون‌ها به صورت $e = p - 4$ است، پس در گونه $^{177}X^{4+}$ داریم:

$$\begin{cases} \frac{n}{e+p} = 0.75 \Rightarrow \frac{n}{p-4+p} = \frac{0.75}{1.0} \Rightarrow 4n = 3(2p-4) \Rightarrow 4n = 6p-12 \Rightarrow 6p-4n = 12 & \text{(I)} \\ A = n+p \Rightarrow n+p = 177 & \text{(II)} \end{cases}$$

$$\xrightarrow[\text{رابطه (II) جمع می‌کنیم}]{\text{رابطه (I) را با ۲ برابر}} (I) + 2(II) \Rightarrow 6p - 4n + 2n + 2p = 12 + (2 \times 177) \Rightarrow 8p = 366 \Rightarrow p = 45.75$$

$$\Rightarrow p = 4 \times (20 - 2) = 80 - 8 \Rightarrow p = 72$$

شمار الکترون در همه گونه‌ها را به دست می‌آوریم: $^{24}Cr^{2+} : e = p - 2 = 24 - 2 = 22$

۱۶- گزینه «۴»

$$NO_2^- : e = p - (بار یون) \Rightarrow e = (7 + 2 \times 8) - (-1) = 23 + 1 = 24$$

$$NO_2 : e = p \Rightarrow e = 7 + (2 \times 8) = 23$$

$$BF_3 : e = p \Rightarrow e = 5 + (3 \times 9) = 32$$

$$BO_2^- : e = p - (بار یون) \Rightarrow e = (5 + 2 \times 8) - (-1) = 21 + 1 = 22$$

در هر یک از اتم‌های ^{12}C ، ^{14}N ، ^{16}O ، ^{32}S تعداد e ، p و n با هم برابر است؛ بنابراین در ذرات خنثی با ۳ برابر کردن تعداد e ها تعداد کل ذرات زیراتمی به دست می‌آید. در یون‌ها هم، در نهایت تعداد الکترون‌ها کم یا زیاد شده را محاسبه می‌کنیم:

۱۷- گزینه «۱»

$$CS_2 \Rightarrow e = 6 + 2(16) = 38$$

$$N_2O \Rightarrow e = 2(7) + 8 = 22$$

$$NO_2^- \Rightarrow e = 7 + 2(8) + 1 = 22 \Rightarrow$$

البته این‌جا تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها هر کدام ۳۱ هستند.

$$SO_2 \Rightarrow e = 16 + 2(8) = 32$$

اول تعداد ذرات زیراتمی را در ${}^{31}_{15}\text{M}^{3-}$ حساب می‌کنیم.

۱۸- گزینه «۳»

$${}^{31}_{15}\text{M}^{3-} \Rightarrow p = Z = 15$$

$$n = A - Z = 31 - 15 = 16$$

$$e = Z + 3 = 15 + 3 = 18 \Rightarrow \text{مجموع ذرات زیراتمی} = 49$$

مجموع تعداد ذرات زیراتمی در ${}^{25}_{12}\text{Mg}^{2+}$ برابر است با:

$${}^{25}_{12}\text{Mg}^{2+} \Rightarrow p = Z = 12, n = A - Z = 25 - 12 = 13, e = Z - 2 = 12 - 2 = 10 \Rightarrow \text{مجموع ذرات زیراتمی} = 35$$

$$\Rightarrow \frac{\text{مجموع ذرات زیراتمی در } {}^{31}_{15}\text{M}^{3-}}{\text{مجموع ذرات زیراتمی در } {}^{25}_{12}\text{Mg}^{2+}} = \frac{49}{35} = \frac{7}{5} = 1/4$$

گزینه‌ها

- ۱
- ۲
- ۳
- ۴

$$\frac{\text{مجموع ذرات زیراتمی در } {}^{31}_{15}\text{M}^{3-}}{\text{تعداد نوترون‌ها در } {}^{31}_{15}\text{M}^{3-}} = \frac{49}{16} \neq 3$$

تعداد الکترون‌های ${}^{48}_{22}\text{Ti}^{2+}$ برابر با ۲۰ است ($e = Z - 2 = 22 - 2 = 20$).

تعداد الکترون‌های ${}^{60}_{30}\text{Zn}^{2+}$ برابر با ۲۸ است ولی تعداد نوترون‌های ${}^{31}_{15}\text{M}^{3-}$ نصف این عدد (یعنی ۱۴) نیست!

ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوتی دارند.

۱۹- گزینه «۱»

عدد اتمی (p) برای عنصر A به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$3 + p - e = 3$$

$$67 + p + n = 67$$

$$6 - n - e = 6$$

$$\begin{aligned} & \left\{ \begin{array}{l} p - e = 3 \\ p + n = 67 \\ -n - e = -6 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{معادله (۲) را در منفی ضرب می‌کنیم}} \begin{array}{l} p - e = 3 \\ p + n = 67 \\ -n - e = -6 \end{array} \xrightarrow{\text{معادله را با هم جمع می‌کنیم}} \begin{array}{l} p - e = 3 \\ 2p = 64 \\ -n - e = -6 \end{array} \Rightarrow p = 32 \end{aligned}$$

بنابراین ${}^{71}_{32}\text{Ge}$ یا ${}^{67}_{32}\text{A}$ ایزوتوپ است.

گزینه‌ها

- ۱
- ۲
- ۳
- ۴

$$e = Z + 1 = 36 \Rightarrow Z = 35$$

$$A = n + p = 69 \Rightarrow 35 + p = 69 \Rightarrow p = Z = 34$$

$$p = \frac{A - (\text{اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{2} = \frac{67 - 5}{2} = 31$$

عدد اتمی D برابر ۳۵ است.

عدد اتمی E برابر ۳۴ است.

عدد اتمی G برابر ۳۱ است.

تعداد ذرات زیراتمی موجود در هسته، در واقع همان عدد جرمی، یعنی ۴۸ است؛ بنابراین:

۲۰- گزینه «۳»

$$\frac{A}{e} = 2/4 \Rightarrow \frac{48}{e} = 2/4 \Rightarrow e = \frac{48}{2/4} = 20$$

$$e = Z - 2 \Rightarrow 20 = Z - 2 \Rightarrow Z = 22$$

پس می‌توانیم عدد اتمی را حساب کنیم.

بنابراین ${}^{47}_{22}\text{Ti}$ یا ${}^{48}_{22}\text{X}^{2+}$ ایزوتوپ است.

$$(F_r) {}^{25}_{12}\text{Mg} \text{ فراوانی} = 3 \times ((F_r) {}^{26}_{12}\text{Mg})$$

با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

۲۱- گزینه «۱»

$$(F_r) {}^{24}_{12}\text{Mg} \text{ فراوانی} = 2 \times ((F_r) {}^{25}_{12}\text{Mg}) \xrightarrow{F_r = 3F_r} F_r = 6 \times F_r$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow 6 \times F_r + 3 \times F_r + F_r = 100 \Rightarrow F_r = 10\%$$

$$F_r = 3 \times F_r = 3 \times 10 = 30\%$$

بنابراین فراوانی ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ برابر است با:

۲۲- گزینه «۴»

با توجه به اطلاعات مسئله، می‌توانیم روابط زیر را بنویسیم:

$$(F_r) {}^{42}_{20}\text{Ca} \text{ فراوانی} = 5 \times ((F_r) {}^{40}_{20}\text{Ca})$$

$$(F_r) {}^{44}_{20}\text{Ca} \text{ فراوانی} = 2 \times ((F_r) {}^{42}_{20}\text{Ca}) \xrightarrow{F_r = 5 \times F_r} F_r = 10 \times F_r$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow F_1 + 5 \times F_1 + 10 \times F_1 = 100 \Rightarrow F_1 = \frac{100}{16} = 6.25\% \Rightarrow F_2 = 10 \times F_1 = 62.5\%$$

درصد فراوانی ${}^{80}_{34}\text{Se}$ در بین ایزوتوپ‌های مختلف آن برابر است با:

۲۳- گزینه «۲»

$$\% \text{Se}^{80} = \frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^{80}\text{Se}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{14}{22 + 8 + 26 + 14} \times 100 = \frac{14}{70} \times 100 = 20\%$$



$$m_0 = 8 \text{ g} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 8000 \text{ mg}$$

$$m = 500 \text{ mg}$$

جرم اولیهٔ رادیوم (m_0) برابر با ۸ گرم بوده است.

۲۴- گزینهٔ «۴»

جرم باقی ماندهٔ رادیوم (m) برابر با ۵۰۰ میلی گرم است.

بنابراین تعداد نیم‌عمرها برابر است با: (حواسمان هست که باید واحد جرم‌ها یکسان باشد)

$$m = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times m_0 \Rightarrow 500 = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times 8000 \Rightarrow 2^n = \frac{8000}{500} = 16 \Rightarrow n = 4$$

از طرفی کل زمان سپری شده (t) برابر با ۶۴۰۰ سال است. بنابراین نیم‌عمر برابر است با:

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{6400}{T} \Rightarrow T = \frac{6400}{4} = 1600 \text{ سال}$$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{6 \text{ روز}}{10 \text{ روز}} = 6$$

تعداد نیم‌عمرها برابر با ۶ است.

۲۵- گزینهٔ «۱»

جرم تجزیه شده برابر ۹۴/۵ گرم است؛ بنابراین داریم:

$$94/5 = m_0 \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n\right) \Rightarrow 94/5 = m_0 \times \left(1 - \frac{1}{64}\right) \Rightarrow m_0 = \frac{94/5 \times 64}{63} = 1/5 \times 64 = 96 \text{ g}$$

جرم باقی مانده (m)، برابر ۶/۲۵ گرم است ($200 - 193/75 = 6/25$). بنابراین داریم:

۲۶- گزینهٔ «۲»

$$m = \left(\frac{1}{2}\right)^n m_0 \Rightarrow 6/25 = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times 200 \Rightarrow 2^n = \frac{200 \times 16}{100} = 32 \Rightarrow n = 5$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 5 = \frac{t}{25 \text{ روز}} \Rightarrow t = 25 \text{ روز}$$

پس زمان کل برابر ۲۵ روز خواهد بود.

۲۷- گزینهٔ «۳»

وقتی هسته‌ای متلاشی می‌شود، این روند تا تمام شدن جرم اولیه ادامه می‌یابد؛ یعنی وقتی نمودار در نهایت

بر عدد ۸ مماس می‌شود، جرم اولیهٔ آن نیز ۸ گرم بوده است ($m_0 = 8 \text{ g}$).

$$m = 2 \text{ g}$$

جرم واپاشیده شده بعد از ۲ روز برابر ۶ گرم است؛ یعنی جرم باقی مانده برابر است با ۲ گرم:

$$m = \left(\frac{1}{2}\right)^n m_0 \Rightarrow 2 = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times 8 \Rightarrow 2^n = \frac{8}{2} = 4 \Rightarrow n = 2$$

کل زمان این فرایند ۲ روز یا ۴۸ ساعت است؛ بنابراین نیم‌عمر این ماده برابر ۲۴ ساعت بوده است.

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 2 = \frac{48 \text{ h}}{T} \Rightarrow T = 24 \text{ h}$$

تعداد نیم‌عمر مادهٔ A و B برابر است با:

۲۸- گزینهٔ «۱»

$$m_A = \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} m_{0A} \Rightarrow 2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \times 8 \Rightarrow 2^{n_A} = \frac{8}{2} = 4 \Rightarrow n_A = 2$$

$$m_B = \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} m_{0B} \Rightarrow 2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \times 32 \Rightarrow 2^{n_B} = \frac{32}{2} = 16 \Rightarrow n_B = 4$$

$$n_A = \frac{t}{T_A} \Rightarrow 2 = \frac{t}{T_A} \Rightarrow T_A = \frac{t}{2}$$

کل زمان سپری شده برای هر دو ماده یکسان است.

$$n_B = \frac{t}{T_B} \Rightarrow 4 = \frac{t}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{t}{4}$$

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{\frac{t}{2}}{\frac{t}{4}} = \frac{4}{2} = 2$$

پس نسبت $\frac{T_A}{T_B}$ برابر ۲ است.

۲۹- گزینهٔ «۱»

۱، پروتون، ۲ نوترون و ۱ الکترون دارد.

$${}^3_1\text{H} = (1 \times m_p) + (2 \times m_n) + (1 \times m_e)$$

$$= (1 \times 1840 \times 10^{-24} \text{ g}) + (2 \times 1840 \times 10^{-24} \text{ g}) + (1 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ g}) = 5541 \times 10^{-24} \text{ g} = 2/99214 \text{ amu}$$

$$2/99214 \text{ amu} \times \frac{1/66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ amu}} = 4/96 \times 10^{-24} \text{ g}$$

قدم دوم هم، محاسبهٔ جرم آن برحسب گرم است:

دوم اگر خاطر شریفتان باشد، گفتیم که جرم پروتون و نوترون تقریباً با هم برابر است و هم چنین می توانیم از جرم الکترون صرف نظر کنیم و در نهایت جرم یک اتم تقریباً معادل عدد جرمی آن برحسب amu خواهد بود؛ بنابراین:

$${}^3\text{H} \text{ اتم } = 3 \text{ amu}$$

$$3 \text{ amu} \times \frac{1/66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ amu}} = 4/98 \times 10^{-24} \text{ g}$$

تابونه که $3 \times 1/66$ مساوی $9/112$ نمی شه!

حالا خیلی راحت جرم آن برحسب گرم محاسبه می شود:

با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$e = Z - 2 = 12 - 2 = 10$$

$$n - e = 3 \Rightarrow n - 10 = 3 \Rightarrow n = 13, A = p + n = 12 + 13 = 25 \Rightarrow {}^{25}_{12}\text{Mg}^{2+} \text{ جرم ذره } = 25 \text{ amu}$$

$${}^{25}\text{amu} \times \frac{1/66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ amu}} = \frac{166}{4} \times 10^{-24} = \frac{160 + 6}{4} \times 10^{-24} = 41/5 \times 10^{-24} = 4/15 \times 10^{-23} \text{ g}$$

جرم الکترون ها باید به $1/1000$ میلی گرم برسد تا با این ترازو قابل اندازه گیری باشد، پس تعداد الکترون ها برابر است با:

$$0/1 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ الکترون}}{9 \times 10^{-28} \text{ g}} = \frac{1}{9} \times 10^{24} = 0/111 \times 10^{24} = 1/11 \times 10^{23} \text{ الکترون}$$

پس گزینه های (1) و (3) می پره!

حواسمان هست که اگر مخرج کسری 9 باشد، جواب آن برابر است با:

$$\frac{a}{9} = 0/\bar{a} \Rightarrow \frac{1}{9} = 0/111 \text{ یا } \frac{3}{9} = 0/333$$

حالا باید بار این الکترون ها را حساب کنیم.

$$\frac{1}{9} \times 10^{24} \text{ الکترون} \times \frac{1/6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ الکترون}} = \frac{16}{9} \times 10^4 = \left(\frac{9}{9} + \frac{7}{9}\right) \times 10^4 = 1/78 \times 10^4$$

باید حالت های مختلف را در نظر بگیریم.

اگر اکسیژن ایزوتوپ ${}^{16}_8\text{O}$ باشد، هیدروژن ها حتماً باید ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ باشند. ← حالت 1

اگر اکسیژن ایزوتوپ ${}^{17}_8\text{O}$ باشد، هیدروژن ها حتماً باید ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ باشند. ← حالت 1 (متماً می دونی که فرقی نداره این یکیش ${}^1_1\text{H}$ باشه یا اون یکیش!)

اگر اکسیژن ایزوتوپ ${}^{18}_8\text{O}$ باشد، هیدروژن ها حتماً باید ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ باشند. ← حالت 1

با توجه به اطلاعات سؤال داریم: (ترتیب شماره ها به ترتیب جرم ایزوتوپ ها است. 1: سبک ترین و 3: سنگین ترین)

$$F_1 = 40\% \text{ و } F_3 = 5F_2$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow 40 + 5F_2 + F_2 = 100 \Rightarrow 6F_2 = 60 \Rightarrow F_2 = 10\% \text{ و } F_3 = 50\% \Rightarrow \frac{F_1}{F_3} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5}$$

تا این جا می مونه گزینه های (1) و (3)!

جرم اتمی میانگین هم که به راحتی از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1) \times \frac{F_3}{100} \Rightarrow \bar{M} = 24 + (1 \times \frac{50}{100}) + (2 \times \frac{10}{100}) = 24/7 \text{ amu}$$

می دانیم که مجموع درصد فراوانی های ایزوتوپ های یک عنصر برابر 100 است؛ فراوانی ایزوتوپ ها را از سبک

گزینه «1»

به سنگین شماره گذاری می کنیم (F_2 و F_3 و F_1) بنابراین:

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow 92 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow F_2 = 8 - F_3$$

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

با توجه به فرمول داریم:

$$28/11 = 28 + (1 \times \frac{F_2}{100}) + (2 \times \frac{8 - F_2}{100}) \Rightarrow 0/11 = \frac{F_2}{100} + \frac{16 - 2F_2}{100} \Rightarrow \frac{11}{100} = \frac{16 - F_2}{100} \Rightarrow F_2 = 5$$



این تست با استفاده از رابطه روبه‌رو به راحتی حل می‌شود:

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

۳۶- گزینه «۴»

$$\Rightarrow 26/7 = 24 + (27 - 24) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 2/7 = 3 \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow F_2 = 70$$

$$F_2 = \frac{\text{تعداد دایره‌های سیاه} (27X)}{\text{تعداد کل دایره‌ها}} \times 100 \Rightarrow 90 = \frac{X}{30} \times 100 \Rightarrow X = 27$$

ابتدا درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین را حساب می‌کنیم:

۳۶- گزینه «۲»

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 14/2 = 14 + (16 - 14) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 0/2 = 2 \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow F_2 = 10$$

بنابراین درصد فراوانی ایزوتوپ سبک برابر ۹۰٪ است و نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک برابر است با:

$$\frac{\text{شمار اتم ایزوتوپ سنگین}}{\text{شمار اتم ایزوتوپ سبک}} = \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

جرم اتمی هر ایزوتوپ را حساب می‌کنیم.

۳۷- گزینه «۱»

۱) ایزوتوپ (۱): $A = p + n = 29 + 34 = 63 \Rightarrow {}_{29}^{63}M$ و ایزوتوپ (۲): $A = p + n = 29 + 36 = 65 \Rightarrow {}_{29}^{65}M$

با استفاده از فرمول، F_2 در سه سوت! به دست می‌آید.

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 63/6 = 63 + (2 \times \frac{F_2}{100}) \Rightarrow 0/6 = \frac{2F_2}{100} \Rightarrow F_2 = \frac{0/6 \times 100}{2} = 30$$

تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها (ذرات باردار) در ${}_{16}^A X$ برابر است با ۳۲ (۱۶ الکترون و ۱۶ پروتون).

۳۸- گزینه «۳»

بنابراین تعداد نوترون‌ها به دست می‌آید:

$$\frac{e+p}{n+e+p} \times 100 = 64 \Rightarrow \frac{32}{n+32} \times 100 = 64 \Rightarrow \frac{32}{n+32} = \frac{64}{100} \Rightarrow \frac{32}{n+32} = \frac{16}{25} \Rightarrow n+32 = 50 \Rightarrow n = 18$$

بنابراین نماد این ایزوتوپ ${}_{16}^{34}X$ است.

جرم ایزوتوپ دوم هم با فرمول زیر محاسبه می‌شود. (چون F_1 برابر ۵۴٪ است، F_2 برابر ۴۶٪ خواهد بود.)

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 33/0.8 = 34 + (M_2 - 34) \times \frac{46}{100} \Rightarrow M_2 - 34 = \frac{-0.92}{46} = \frac{-92}{46} = -2 \Rightarrow M_2 = 32$$

بنابراین نماد ایزوتوپ دیگر ${}_{16}^{32}X$ است.

۳۹- گزینه «۳»

تنها حالتی از BCl_3 که جرم مولکولی آن برابر ۱۲۱ amu شود، مولکول حاصل از ایزوتوپ 1B و ${}^{37}Cl$ است.

$$BCl_3 ({}^1B, {}^{37}Cl, {}^{37}Cl, {}^{37}Cl) = 10 + 3(37) = 121 \text{ amu}$$

است.

حالا درصد فراوانی‌ها را حساب می‌کنیم. درصد فراوانی ایزوتوپ 1B (F_1) برابر است با:

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 10/8 = 10 + (11 - 10) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow F_2 = 80 \Rightarrow F_1 = 20$$

درصد فراوانی ایزوتوپ ${}^{37}Cl$ (F_2) برابر است با:

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 35/5 = 35 + (37 - 35) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow \frac{2F_2}{100} = 0/5 \Rightarrow F_2 = 25$$

در نهایت فراوانی مولکول BCl_3 برابر حاصل ضرب فراوانی ایزوتوپ‌های آن است؛ یعنی:

$$BCl_3 \text{ فراوانی} = {}^1B \text{ فراوانی} \times {}^{37}Cl \text{ فراوانی} \times {}^{37}Cl \text{ فراوانی} \times {}^{37}Cl \text{ فراوانی} = 0/2 \times (0/25)^3 = \frac{1}{5} \times (\frac{1}{4})^3 = \frac{1}{320}$$

$$BCl_3 \text{ درصد فراوانی} = \frac{1}{320} \times 100 = 0/3125$$

۴۰- گزینه «۳»

راستش این تست رو صرفاً برای دست‌گرمی براتون طرح کردیم! باشه که بَورَه نشوید!

$$? \text{اتم Ag} = \frac{1}{21/6} \text{ ng Ag} \times \frac{10^{-9} \text{ g}}{1 \text{ ng}} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ Ag اتم}}{1 \text{ mol Ag}} = 1/204 \times 10^{14} \text{ Ag اتم}$$

با استفاده از چند کسر تبدیل، جرم به راحتی محاسبه می‌شود.

۴۱- گزینه «۲»

$$1/505 \times 10^{24} \text{ Br اتم} \times \frac{1 \text{ mol Br}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ Br اتم}} \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol Br}} \times \frac{160 \text{ g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} = \frac{800}{4} = 200 \text{ g Br}_2$$

تبدیل تعداد اتم Br به مول Br تبدیل مول Br به مول Br₂ تبدیل مول Br₂ به گرم Br₂

جرم مولی گلوکز C₆H₁₂O₆ برابر است با:

۴۲- گزینه «۱»

$$C_6H_{12}O_6 \text{ جرم مولی} = 6(12) + 12(1) + 6(16) = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$72 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ مولکول } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}$$

بنابراین:

$$= \frac{72}{18} \times 6/0.2 \times 10^{19} = 24/0.8 \times 10^{19} = 2/40.8 \times 10^{20} \text{ مولکول } C_6H_{12}O_6$$

کفیه تعداد مولکول لازم برای کل مغز را به تعداد سلول‌های مغز (یعنی ۱۰۰ میلیارد) تقسیم کنیم:

$$\text{تعداد مولکول های گلوکز مورد نیاز برای یک یاخته} = \frac{2/40.8 \times 10^{20}}{1 \times 10^{11}} = 2/40.8 \times 10^9 \text{ مولکول } C_6H_{12}O_6$$

باید جرم مولی هر ماده را در گزینه‌ها حساب کنیم.

۴۳- گزینه «۲»

۱) $\text{MgSO}_3 \text{ جرم مولی} = 24 + 32 + 3(16) = 104 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ و $\text{CO}_2 \text{ جرم مولی} = 12 + 2(16) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم مولی } \text{MgSO}_3}{\text{جرم مولی } \text{CO}_2} = \frac{104}{44} \neq 2 \times$$

۲) $\text{SO}_3 \text{ جرم مولی} = 32 + 3(16) = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ و $\text{MgO جرم مولی} = 24 + 16 = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم مولی } \text{SO}_3}{\text{جرم مولی } \text{MgO}} = \frac{80}{40} = 2 \checkmark$$

۳) $\text{MgCO}_3 \text{ جرم مولی} = 24 + 12 + 3(16) = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ و $\text{SO}_2 \text{ جرم مولی} = 32 + 2(16) = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم مولی } \text{MgCO}_3}{\text{جرم مولی } \text{SO}_2} = \frac{84}{64} \neq 2 \times$$

۴) $\text{MgSO}_4 \text{ جرم مولی} = 24 + 32 + 4(16) = 120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ و $\text{CS}_2 \text{ جرم مولی} = 12 + 2(32) = 76 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم مولی } \text{MgSO}_4}{\text{جرم مولی } \text{CS}_2} = \frac{120}{76} \neq 2 \times$$

تعداد اتم‌ها در دو فلز برابر است با:

۴۴- گزینه «۴»

$$20 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}} \times \frac{N_A \text{ اتم Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = \frac{1}{2} \times N_A \text{ اتم Ca}$$

$$14 \text{ g M} \times \frac{1 \text{ mol M}}{x \text{ g M}} \times \frac{N_A \text{ اتم M}}{1 \text{ mol M}} = \frac{14}{x} \times N_A \text{ اتم M}$$

حالا جرم مولی عنصر M (یعنی عدد X) به راحتی حساب می‌شود.

$$\frac{\text{اتم Ca}}{\text{اتم M}} = 2 \Rightarrow \frac{1/2 \times N_A}{14/x \times N_A} = 2 \Rightarrow \frac{x}{2 \times 14} = 2 \Rightarrow x = 2 \times 2 \times 14 = 56 \text{ g}$$



گزینه «۲» -۴۵

تفاوت شمار مول‌های این دو عنصر برابر است با:

$$1 \text{ mol} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23}} \times 2.3 = \frac{1}{2} \text{ mol}$$

جرم دو عنصر آهن و مس را برابر m گرم در نظر می‌گیریم. مقدار مول هر عنصر را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol Fe} = m \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{m}{56} \text{ mol Fe} \quad \text{اول آهن:}$$

$$? \text{ mol Cu} = m \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} = \frac{m}{64} \text{ mol Cu} \quad \text{حالا مس:}$$

$$\frac{m}{56} - \frac{m}{64} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m}{7 \times 8} - \frac{m}{8 \times 8} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{8m}{7 \times 8 \times 8} - \frac{7m}{7 \times 8 \times 8} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m}{7 \times 8 \times 8} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow m = 56 \times 4 = (60 - 4) \times 4 = 240 - 16 = 224 \text{ g} \rightarrow \text{جرم آلیاژ} = 2 \times 224 = 448 \text{ g}$$

فرض می‌کنیم جرم SO_2 و CH_4 برابر m است، بنابراین تعداد اتم‌های آن‌ها برابر است با:

گزینه «۲» -۴۶

$$m \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64 \text{ g SO}_2} \times \frac{3 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol SO}_2} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{3}{64} \times m N_A$$

$$m \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{5 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{5}{16} \times m N_A$$

بنابراین نسبت تعداد اتم‌ها به سادگی محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{تعداد اتم‌ها در SO}_2}{\text{تعداد اتم‌ها در CH}_4} = \frac{\frac{3}{64} \times m N_A}{\frac{5}{16} \times m N_A} = \frac{3 \times 16}{5 \times 64} = \frac{3}{20} = 0.15$$

اگر تعداد اتم‌ها در NO و SO_2 برابر n باشد، جرم NO و SO_2 برابر است با:

گزینه «۲» -۴۷

$$n \text{ atom} \times \frac{1 \text{ مولکول NO}}{2 \text{ atom}} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{N_A \text{ مولکول NO}} \times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} = 15 \times \frac{n}{N_A} \text{ g NO}$$

$$n \text{ atom} \times \frac{1 \text{ مولکول SO}_2}{4 \text{ atom}} \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{N_A \text{ مولکول SO}_2} \times \frac{80 \text{ g SO}_2}{1 \text{ mol SO}_2} = 20 \times \frac{n}{N_A} \text{ g SO}_2$$

حالا نسبت جرم‌ها را سه‌سوت می‌سازیم!

$$\frac{\text{جرم NO}}{\text{جرم SO}_2} = \frac{\frac{15}{2} \times \frac{n}{N_A}}{\frac{20}{4} \times \frac{n}{N_A}} = \frac{3}{4} = 0.75$$

اول جرم کربن را حساب می‌کنیم:

گزینه «۴» -۴۸

$$1 \text{ g C}_7\text{H}_{16} \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16}}{100 \text{ g C}_7\text{H}_{16}} \times \frac{7 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 0.84 \text{ g C}$$

پس تا این‌جا گزینه‌های (۱) و (۳) پراگمالات می‌ریم سرخ نوترون‌ها. دقت کنید که ^1_1H نوترون ندارد و هر $^{12}_6\text{C}$ دارای ۶ نوترون (n) است؛ بنابراین:

$$1 \text{ g C}_7\text{H}_{16} \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16}}{100 \text{ g C}_7\text{H}_{16}} \times \frac{7 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16}} \times \frac{6 \text{ mol n}}{1 \text{ mol C}} = 0.42 \text{ mol n}$$

۴۹- گزینه «۳» اول فرض می‌کنیم:

۱) تعداد مول هر کدام برابر a است.

۲) جرم مولی PX_3 برابر M است.

$$a \text{ mol } P_4O_6 \times \frac{220 \text{ g } P_4O_6}{1 \text{ mol } P_4O_6} = 220 \times a \text{ g } P_4O_6$$

حالا جرم هر کدام را حساب می‌کنیم:

$$a \text{ mol } PX_3 \times \frac{M \text{ g } PX_3}{1 \text{ mol } PX_3} = M \times a \text{ g } PX_3$$

با توجه به نسبت جرم این دو ترکیب، M محاسبه می‌شود. $\frac{P_4O_6 \text{ جرم}}{PX_3 \text{ جرم}} = \frac{220 \cdot a}{M \cdot a} = 2/5 \Rightarrow M = \frac{220}{2/5} = \frac{220 \times 5}{2} = 550 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

حالا جرم مولی X محاسبه می‌شود: $PX_3 \text{ جرم مولی} = 31 + 3(X) = 550 \Rightarrow 3X = 519 \Rightarrow X = 173 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

محاسبه جرم ۱ مول کلسیم:



۵۰- گزینه «۱»

$$1 \text{ mol Ca} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom Ca}}{1 \text{ mol Ca}} \times \frac{6/65 \times 10^{23} \text{ g Ca}}{1 \text{ atom Ca}} \approx 40$$

تا این‌جا فقط گزینه‌های (۱) و (۳) می‌مونه!

دوم نماد این اتم $^{40}_{20}\text{Ca}$ است که ۲۰ پروتون، ۲۰ نوترون و ۲۰ الکترون دارد؛ بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد ذرات زیراتمی باردار}}{\text{تعداد ذرات زیراتمی بدون بار}} = \frac{p+e}{n} = \frac{20+20}{20} = 2$$

اول باید جرم اتمی میانگین مس را به دست بیاوریم:

۵۱- گزینه «۲»

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} = 63 + (2 \times \frac{25}{100}) = 63.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

حالا تعداد اتم مس را می‌سازیم.

$$\frac{254 \times 10^{-1}}{25/4} \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.5 \text{ g Cu}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 24/0.8 \times 10^{22} = 2/40.8 \times 10^{23} \text{ atom Cu}$$

۱) $p=18, n=18 \Rightarrow A=36 \Rightarrow {}^{36}_{18}\text{X} \Rightarrow M_1=36, F_1=70\%$

۵۲- گزینه «۲»

۲) $p=18, n=20 \Rightarrow A=38 \Rightarrow {}^{38}_{18}\text{X} \Rightarrow M_2=38, F_2=20\%$

۳) $F_1+F_2+F_3=100 \Rightarrow 70+20+F_3=100 \Rightarrow F_3=10\%$

فراوانی ایزوتوپ سوم برابر با ۱۰ درصد است.

با توجه به فرمول جرم اتمی میانگین، M_3 محاسبه می‌شود:

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1) \times \frac{F_3}{100} \Rightarrow 36/8 = 36 + (2 \times \frac{20}{100}) + (M_3 - 36) \times \frac{10}{100}$$

$$\Rightarrow 0/4 = (M_3 - 36) \times \frac{10}{100} \Rightarrow M_3 - 36 = 4 \Rightarrow M_3 = 40$$

${}^{40}_{18}\text{X} \Rightarrow n = A - Z = 40 - 18 = 22$

بنابراین برای ایزوتوپ سوم داریم: