تقدیم بـه روان پاک استاد محمدرضا شجریان،
هنرمند تکرار نشدنی و محبوب دل ایرانیان
که بدون انرژی گرفتن از آواز اصیل و جاودانه‌اش
هرگز قلم و ذوقی برای نوشتن نداشتم.

مقدمه مؤلف

ضرورت تألیف کتاب:

برکسی پوشیده نیست که بیشترین مشکل دانش‌آموزان و داوطلبان کنکور در درس شیمی به **مسائل** اون مربوط می‌شه. اگه دانش‌آموزی قرار باشه توی کنکور به درصدهای بالاتر از ۶۰ و ۷۰ برسه، بدون تسلط بر مسائل شیمی ممکن نیست. تألیف این کتاب در یک بازه زمانی طولانی (بیش از سه سال متمادی) بر اساس بیش از ۳۰ **سال تجربه** نگارنده این سطور در زمینه تدریس و تألیف شیمی دبیرستان و کنکور صورت گرفته است. در ضمن، همکار تألیف‌های بسیار خوبم در زمینه پوشش‌دهی حداکثری **تیپ‌های استاندارد** و **ایده‌های متنوع** در هر یک از ریزمبحث‌های شیمی، با تمام توان به من یاری رسوندند تا کتابی با کامل‌ترین مجموعه مسائل شیمی دبیرستان و کنکور را به دست شما برسونیم.

ویژگی‌های اساسی کتاب:

۱ در این کتاب، مسائل مربوطه به فصول دهگانه کتاب‌های درسی شیمی ۱، ۲ و ۳ توی **۱۶ فصل** به صورت مبحثی و البته، هماهنگ با فصول کتاب درسی ارائه شده است. دلیل بیشتر بودن تعداد بخش‌های کتاب نسبت به فصول کتاب درسی اینه که اگه توی فصلی مانند فصل۲ شیمی ۲، دو مبحث کاملاً متمایز و مستقل (ترموشیمی و سینتیک) قرار داده شده، ما اون دو مبحث را در دو فصل مستقل ارائه کردیم.

۲ در آغاز کتاب، یه بخش خوشگل تحت عنوان **بخش صفر** با موضوع «**مبانی حل مسائل شیمی**» براتون گذاشتیم که برخی از اونا به **قواعد پایه‌ای شیمی** مثل قواعد **فرمول‌نویسی** و **موازنه معادله واکنش‌ها** مربوط میشن و برخی دیگه هم به **قواعد ریاضی** مربوطند، مثل بعضی از قواعد لگاریتم.

۳ در هر یک از بخش‌ها، مسائل مربوط به اون بخش را از نظر **مبحثی** و گاه از دید **تیپ‌بندی**، تا ریزترین حالت ممکن تقسیم بندی کردیم .

۴ هر مبحث به چندین **ریزمبحث** تقسیم بندی شده و هر ریزمبحث، همراه با مثالای کافی، آموزش داده شده است. درضمن، تست‌های هر ریزمبحث هم به صورت مستقل زیر یه تیتر جداگانه ارائه شده است.

۵ در هر ریزمبحث، ابتدا مسائل ساده‌تر و متعارف ارائه شده و به تدریج، **سطح دشواری** مسائل بالاتر رفته و ایده‌دارتر شده‌اند.

۶ در حل مسائل از دو روش > کسرهای تبدیل و > برابری نسبت مول به ضریب استفاده شده و بسیاری از مسائل، از هر دو روش حل شده است.

۷ ضمن حل مسائل، به آموزش **ترفندهای محاسباتی** جهت کوتاه کردن مسیر انجام محاسبات نیز پرداخته شده است. بذار به صراحت بگم که تمام روش‌های منحصربه‌فردی را که در طول سال‌های متمادی تدریس، در زمینه روش‌های تقریب و میانبرهای محاسباتی ابداع کرده بودم، بی‌کم و کسر در این کتاب ارائه کرده‌ام. به‌ویژه این که در موارد متعددی، ترفند محشری به نام «**رُنداسیون**» را برای اجتناب از طولانی شدن محاسبات انتهایی مسائل آموزش داده‌ام که حقیقتاً بدون آن، حل مسائل در مدت زمان در نظر گرفته شده در کنکور، عملاً غیرممکنه.

۸ **پاسخ‌های تشریحی** بسیار کامل و همراه با توضیحات کافی نوشته شده‌اند. به ویژه در مورد مسائل دشوارتر، با نهایت حوصله به تشریح پاسخ پرداخته‌ایم.

۹ در این کتاب، برای اولین بار در تاریخ، از یک تکنیک منحصربه‌فرد برای حل **مسائل دو قسمتی** رونمایی کردم. ناگفته نماند برای تدوین این تکنیک و درآوردن آن به یک فرم کاملاً کاربردی، ساعت‌های متمادی با همکار عزیزم آقای دکتر مرتضی نصیرزاده به بحث و بررسی پرداخته‌ایم . با این تکنیک، شما می‌توانید بسیاری از مسائل دو قسمتی را که حل هر قسمت آن در کم تر از دو سه دقیقه ممکن نیست، در کمتر از یک یا حتی نیم دقیقه حل کنید.

۱۰ در بخش ششم کتاب، ۸۳ مسئله ارائه شده در کنکورهای اردیبهشت و تیر ۱۴۰۳ را به صورت مبحث بندی شده (همراه با پاسخ‌های کاملاً تشریحی) قرار دادیم تا تعداد و نوع مسائل ارائه شده از هر فصل و مبحث،براتون مشخص بشه. این برای شما میشه یه قطب‌نمای درست حسابی، تا مسیر کار روی مسائلو درست و دقیق انتخاب کنین.

۱۱ در لبه برگردان جلد کتاب، یک QR-Code مشاهده می‌کنید که از طریق آن، به **ویدئوهای مربوط به پاسخ تشریحی** بسیاری از مسائل کتاب که احتمالاً فهمیدن آن‌ها از روی کاغذ، دشوار است، دسترسی پیدا خواهید کرد. این ویدئوها در طول سال جاری، به تدریج بارگذاری و کامل‌تر خواهند شد.

ساختارکتاب:

کتاب دارای **۶ بخش** است:

بخش صفر **مبانی حل مسائل شیمی**

بخش اول **فصل ۱ تا ۳** (مسائل مربوط به فصول ۱ تا ۳ پایهٔ دهم)

بخش دوم **فصل ۴ تا ۸** (مسائل مربوط به فصول ۱ تا ۳ پایهٔ یازدهم)

بخش سوم **فصل ۹ تا ۱۵** (مسائل مربوط به فصول ۱ تا ۴ پایهٔ دوازدهم)

بخش چهارم **فصل ۱۶** (تکنیک ویژه حل مسائل دو قسمتی)

بخش پنجم **پاسخ تشریحی** کل تست‌های فصل‌های ۱ تا ۱۶

بخش ششم **مسائل ارائه شده در کنکورهای اردیبهشت و تیر ۱۴۰۳** (مبحث بندی شده، همراه با پاسخ تشریحی)

- در هر یک از فصل‌های ۱ تا ۱۵ کتاب، ابتدا ریزمبحث‌های آن بخش تا **ریزترین** و **کامل‌ترین حالت ممکن**، آموزش داده شده و در این آموزش‌ها، بنیادی‌ترین مسائل هم به عنوان مثال ارائه شده‌اند.
- پس از تکمیل درسنامه هر یک از این بخش‌ها، **تست‌های** آن بخش نیز همانند درسنامه‌ها، با ریزترین طبقه‌بندی و تیپ‌بندی ممکن ارائه شده است.

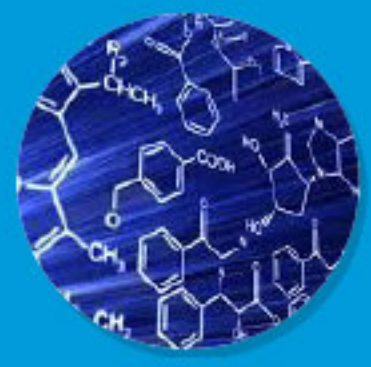
بهترین شیوه برای استفاده ازکتاب:

برای یادگیری مسائل مربوط به یک بخش معین، ابتدا درسنامه آن مبحث را همراه با مثال‌های مربوطه به طور کامل و دقیق خوانده و یاد بگیرید. سپس تست‌ها را به ترتیب حل کنید. در حل تست‌ها به ترتیب زیر عمل کنید:

- اگر تست‌های یک مبحث شامل n زیرمبحث و تیتر متمایز است، مسائل مربوط به هر تیتر را به طور مستقل کار کرده و تا جایی که با استفاده از پاسخ‌های تشریحی، اشکال‌های خود را از آن تیتر برطرف نکرده‌اید، سراغ مسائل تیتر بعدی نروید.
- مسائلی را که نتوانستید حل کنید یا این که پس از حل کردن، با توجه به پاسخ تشریحی، متوجه نادرست بودنِ پاسخ خود شدید، با استفاده از پاسخ‌های تشریحی مشکل خود را برطرف کنید. شماره این مسائل را در کتاب خود، حتماً با هایلایت زرد (برای تست‌هایی که پاسختون نادرست بود) و قرمز (برای تست‌هایی که نتوانستید حل کنید) مشخص کنید و یک تا دو هفته بعد، همین مسائل را یکبار دیگر حل کنید تا ببینید آیا از پس حل مسئله برمی‌آیید؟ اگر نتوانستید حل کنید، دو تا سه هفته بعد، برای بار سوم به حل مسائلی که در نوبت دوم نیز نتوانستید به درستی حل کنید، بپردازید.

فهرست

		شمارهٔ صفحه
بخش صفر	مبانی حل مسائل شیمی	۷
بخش اول شیمی ۱	فصل ۱ ساختار اتم و آرایش الکترونی	۳۸
	فصل ۲ استوکیومتری پایه + گازها	۵۷
	فصل ۳ غلظت + استوکیومتری	۷۵
بخش دوم شیمی ۲	فصل ۴ بازده درصدی و درصد خلوص	۱۱۰
	فصل ۵ هیدروکربن‌ها	۱۲۹
	فصل ۶ ترموشیمی	۱۳۹
	فصل ۷ سینتیک	۱۶۳
	فصل ۸ ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار و نیتروژن‌دار- پلیمرها	۱۷۸
بخش سوم شیمی ۳	فصل ۹ پاک‌کننده‌ها	۱۹۸
	فصل ۱۰ اسیدها و بازها - pH	۲۰۶
	فصل ۱۱ الکتروشیمی	۲۳۹
	فصل ۱۲ جامدهای بلوری	۲۶۷
	فصل ۱۳ انرژی فعالسازی	۲۸۱
	فصل ۱۴ تعادل و عوامل مؤثر بر آن + اصل لوشاتلیه	۲۹۰
	فصل ۱۵ گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی	۳۰۷
بخش چهارم	فصل ۱۶ حل سریع مسائل دوقسمتی	۳۱۶
بخش پنجم	پاسخ‌نامه پاسخ‌نامه تشریحی	۳۲۱
بخش ششم	پیوست سؤال‌ها و پاسخ‌های تشریحی مسائل ارائه شده در کنکورهای ۱۴۰۳ (به صورت مبحث‌بندی شده)	۵۳۷



فصل صفر:
مبانی حل مسائل شیمی

قواعد فرمول‌نویسی

در بسیاری از مسائل ارائه‌شده در کنکور، در صورت مسئله، به‌جای دادن فرمول شیمیایی ترکیبات، نام آن‌ها ارائه شده و جرم ترکیب، داده شده یا خواسته می‌شود. در این صورت، برای حل مسئله، نیازمند جرم مولی ترکیب خواهیم بود تا بتوانیم از جرم ماده به تعداد مول آن (یا بالعکس) برسیم و برای محاسبهٔ جرم مولی ماده، لازم است فرمول شیمیایی آن نوشته شود.
به این ترتیب، اگر نتوانیم از نام ترکیب، به فرمول شیمیایی آن برسیم، کارمان تمام است و تمام!
فرض کنید در صورت سؤال گفته باشد: «.... ۶۰/۶ گرم روی پرمنگنات ...»، خب! اگر جرم اتمی Zn ، Mn و O را داده باشد، برای تبدیل ۶۰/۶ گرم به مول، ۶۰/۶ را به چی باید تقسیم کنی؟ به جرم مولی ترکیب. اگر فرمول شیمیایی روی پرمنگنات را نتونی بنویسی، آیا می‌تونی جرم‌داده شده را به مول تبدیل کنی؟ مسلما، نخیر! پس همونجا پنچر میشی!
در این‌جا نام و فرمول یون‌های چنداتمی را ارائه می‌کنیم و قواعد نوشـــتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی را هم به‌طور مختصر و مفید و البته کامل، در اختیارتان قرار می‌دهیم:

عددهای رومی

در نام ترکیب‌های یونی، اگر از عدد رومی استفاده شده باشد، مقدار عدد رومی، دقیقا نشانگر مقدار بار کاتیون موجود در ترکیب یونی است.
برای نوشتن عددهای رومی از سه نماد I، V و X استفاده می‌شود که به ترتیب به معنی ۱، ۵ و ۱۰ است.

عدد با نماد فارسی	۱	۵	۱۰
عدد با نماد رومی	I	V	X

اگر ســمت چپ V، یک یا چند تا I قرار داده شــود، به تعداد I از ۵ کم می‌شود و اگر یک یا چند تا I سمت راست V قرار داده شود، به تعداد I به ۵ اضافه می‌شود.

عدد با نماد فارسی	۴	۳	۶	۷
عدد با نماد رومی	IV	III	VI	VII

قرار دادن یک یا چند I در سمت چپ یا راست X هم تأثیر مشابهی دارد:

عدد با نماد فارسی	۹	۸	۱۱	۱۲
عدد با نماد رومی	IX	IIX	XI	XII

عددهای یونانی

در نام ترکیب‌های مولکولی، اگر از عدد یونانی استفاده شده باشد، مقدار عدد یونانی، تعداد اتم عنصر مربوطه را در مولکول نشان می‌دهد.

عدد فارسی	یک	دو	سه	چهار	پنج	شش	هفت	هشت	نه	ده
عدد یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اوکتا	نونا	دکا

نام و فرمول یون‌های چندااتمی

نام	فرمول	نام	فرمول
کربنات	CO_3^{2-}	فسفات	PO_4^{3-}
سیانید	CN^-	سولفات	SO_4^{2-}
نیترات	NO_3^-	پرمنگنات	MnO_4^-
نیتریت	NO_2^-	استات (نام دیگر: اتانوآت)	CH_3COO^-
هیدروکسید	OH^-	فرمات (نام دیگر: متانوآت)	$HCOO^-$
سیلیکات	SiO_4^{4-}	آمونیوم	NH_4^+

قواعد نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب یونی از روی نام آن

از چپ به راست، ابتدا فرمول کاتیون و پس از آن، فرمول آنیون را (بدون نوشتن بار آن‌ها) می‌نویسیم. آن‌گاه مقدار بار هر کدام را زیروند دیگری قرار می‌دهیم. اگر دو زیروند به عددی قابل تقسیم و ساده‌کردن باشند، ضروری است این کار انجام داده شود. به بیان دیگر زیروندها باید ساده‌ترین اعداد طبیعی ممکن باشند.

مثال

۱ روی پرمنگنات $\Rightarrow \begin{cases} Zn^{2+} \\ MnO_4^- \end{cases} \Rightarrow Zn(MnO_4)_2$

۲ سرب (IV) کربنات $\Rightarrow \begin{cases} Pb^{4+} \\ CO_3^{2-} \end{cases} \Rightarrow Pb_2(CO_3)_4 \xrightarrow{\text{به ۲ ساده می‌کنیم}} Pb(CO_3)_2$

۳ آلومینیم فسفات $\Rightarrow \begin{cases} Al^{3+} \\ PO_4^{3-} \end{cases} \Rightarrow Al_3(PO_4)_3 \xrightarrow{\text{به ۳ ساده می‌کنیم}} AlPO_4$

۴ اسکاندیم نیترید $\Rightarrow \begin{cases} Sc^{3+} \\ N^{3-} \end{cases} \Rightarrow Sc_3N_3 \xrightarrow{\text{به ۳ ساده می‌کنیم}} ScN$

۵ آهن (III) هیدروژن کربنات $\Rightarrow \begin{cases} Fe^{3+} \\ HCO_3^- \end{cases} \Rightarrow Fe(HCO_3)_3$

نکته

اگر نام هیدروژن قبل از نام آنیون آمده باشد، به‌ازای هر اتم هیدروژن، از بار منفی آنیون، یک واحد کاسته می‌شود.

مثال

$PO_4^{3-} \Rightarrow HPO_4^{2-}$ ، $H_2PO_4^-$
فسفات — هیدروژن فسفات — دی‌هیدروژن فسفات

$CO_3^{2-} \Rightarrow HCO_3^-$
کربنات — هیدروژن کربنات

$S^{2-} \Rightarrow HS^-$
سولفید — هیدروژن‌سولفید

نکته

اگر در انتهای نام کاتیون تک اتمی، عدد رومی(I، II، III، IV و V) آمده است، مقدار عدد رومی دقیقاً مقدار بار کاتیون را نشان می‌دهد.

مثال

نام	آهن (II)	آهن (III)	سرب (II)	سرب (IV)
نماد	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Pb^{2+}	Pb^{4+}

نکته

اگر در انتهای نام کاتیون تک اتمی، عدد رومی نیامده باشد، به معنی این است که فلزی که کاتیون به آن مربوط است، فقط یک نوع یون می‌تواند به وجود آورد که مقدار بار آن را باید حفظ باشید. در جدول زیر، مهم‌ترین این یون‌ها را مشاهده می‌کنید:

یون‌های دارای بار (+۱)	$Ag^{+}, Cs^{+}, Rb^{+}, K^{+}, Na^{+}, Li^{+}$
یون‌های دارای بار (+۲)	$Cd^{2+}, Zn^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$
یون‌های دارای بار (+۳)	$Sc^{3+}, Ga^{3+}, Al^{3+}$

نکته

نام آنیون‌های تک اتمی به «ید» (بخوانید: اید) ختم می‌شـود. مقدار بار آنیون‌های تک‌اتمی با موقعیت عنصر نافلزی مربوطه در جدول دوره‌ای، رابطهٔ مشخصی دارد:

شمارهٔ گروه نافلز	۱	۱۵	۱۶	۱۷
بار آنیون	-1	-3	-2	-1
مثال	هیدرید H^{-}	نیترید N^{3-} فسفید P^{3-}	اکسید O^{2-} سولفید S^{2-}	فلوئورید F^{-} کلرید Cl^{-} برمید Br^{-} یدید I^{-}

فرمول ترکیب‌های مهم ارائه‌شده در متن کتاب درسی

اسیدهای مهم

نام	هیدروکلریک اسید	هیدروبرمیک اسید	هیدرویدیک اسید	هیدروفلوئوریک اسید
فرمول	$HCl(aq)$	$HBr(aq)$	$HI(aq)$	HF

نام	نیتریک اسید	نیترواسید	سولفوریک اسید	فسفریک اسید	کربنیک اسید
فرمول	HNO_3	HNO_2	H_2SO_4	H_3PO_4	H_2CO_3

نام	هیدروسیانیک اسید	استیک اسید	فورمیک اسید	بنزوئیک اسید
فرمول	HCN	CH_3COOH	$HCOOH$	C_6H_5COOH

ترکیبات آلی مهم با نام خاص

نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	اتیلن	استیلن	بنزن	نفتالن	سیکلوهگزان
فرمول	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_2H_4	C_2H_2	C_6H_6	$C_{10}H_8$	C_6H_{12}

نام	استیرن	متانول	اتانول	دی متیل اتر	دی اتیل اتر	استون
فرمول	C_8H_8	CH_3OH	C_2H_5OH	$(CH_3)_2O$	$(C_2H_5)_2O$	C_3H_6O

نام	اتیلن گلیکول	بنزآلدهید	اتیل استات	فورمیک اسید	استیک اسید
فرمول	$C_2H_4(OH)_2$	C_6H_5CHO	$CH_3COOC_2H_5$	$HCOOH$	CH_3COOH

نام	وینیل کلرید	گلوکز	تترا فلوئورو اتن	اوره	بنزین	گریس	وازلین
فرمول	C_2H_3Cl	$C_6H_{12}O_6$	C_2F_4	$(NH_2)_2CO$	C_8H_{18}	$C_{18}H_{38}$	$C_{25}H_{52}$

فرمول تقریبی

ترکیبات غیرآلی مهم

نام	سود سوزآور	پتاس سوزآور	هیدرازین	کربونیل سولفید	سیلیس	آمونیاک
فرمول	$NaOH$	KOH	N_2H_4	SCO	SiO_2	NH_3

نام	جوش شیرین	هیدروژن پراکسید	کلروفرم
فرمول	$NaHCO_3$	H_2O_2	$CHCl_3$

نحوهٔ نوشتن فرمول مولکولی ترکیب‌های آلی از روی نام آیوپاکی آن‌ها

از پسوند نام آیوپاکی ترکیب، می‌توان فهمید که آن ترکیب از کدام خانواده است:

خانواده	آن	اِن	این	اُل	اتر	آل	اُن	اوییک‌اسید	اوآت	آمین	آمید
پسوند	آلکان	آلکن	آلکین	الکل	اتر	آلدهید	کتون	کربوکسیلیک‌اسید	استر	آمین	آمید

پس از مشخص‌شدن خانوادهٔ ترکیب آلی، تعداد کربن در زنجیرهٔ اصلی کربنی مولکول را با توجه به جدول زیر تعیین می‌کنیم:

نام قبل از پسوند	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان
تعداد کربن	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

مثال

هپتانون ⇐ کتون ۷ کربنی
پروپانول ⇐ الکل ۳ کربنی
پنتانوییک‌اسید ⇐ کربوکسیلیک‌اسید ۵ کربنی
بوتین ⇐ آلکین ۴ کربنی

فصل ۱:
ساختار اتم و آرایش الکترونی

ذرات زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

صفحهٔ ۵ کتاب درسی

عدد اتمی

برای هر عنصر، عدد اتمی نمایانگر شمار پروتون‌ها در هستهٔ آن است و با نماد Z نشان داده می‌شود.
مهم‌ترین وجه تمایز عنصرها از یکدیگر، عدد اتمی آن‌ها است.

عدد جرمی

به مجموع شمار پروتون‌ها (p) و نوترون‌ها (n) در هستهٔ هر اتم، عدد جرمی گفته می‌شود و با نماد A نشان داده می‌شود.

نماد همگانی اتم‌ها

برای هر اتم از یک عنصر با نماد شیمیایی E ، نماد همگانی آن به‌صورت $\mathrm{{}^{A}_{Z}E}$ نمایش داده می‌شود که در آن، Z عدد اتمی و A عدد جرمی اتم است.

ذرات زیراتمی

به ذره‌های داخل اتم، ذرات زیراتمی گفته می‌شود که شامل پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها هستند.

شمار ذرات زیراتمی در اتم

با توجه به نماد همگانی هر اتم، شمار هریک از ذرات زیراتمی آن قابل تعیین است:

$$\mathrm{{}^{A}_{Z}X} \Rightarrow \begin{cases} \text{شمار پروتون‌ها} = Z \\ \text{شمار نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{شمار الکترون‌ها} = Z \end{cases}$$

شمار ذرات زیراتمی در یون

اگر اتم یک عنصر چند الکترون بگیرد یا از دست دهد، به یون (تک‌اتمی) تبدیل می‌شود. شمار پروتون‌ها و نوترون‌های یون با اتم عنصر مربوطه یکسان است؛ اما شمار الکترون‌ها در یون منفی و مثبت، به اندازهٔ بار یون، به‌ترتیب، بیشتر و کمتر از شمار پروتون‌های اتم خنثی است.

$$\mathrm{{}^{A}_{Z}X^{m+}} \Rightarrow \begin{cases} \text{شمار پروتون‌ها} = Z \\ \text{شمار نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{شمار الکترون‌ها} = Z - m \end{cases}$$

$$\mathrm{{}^{A}_{Z}X^{m-}} \Rightarrow \begin{cases} \text{شمار پروتون‌ها} = Z \\ \text{شمار نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{شمار الکترون‌ها} = Z + m \end{cases}$$

مثال

اگر شمار ذرات زیراتمی یون $\mathrm{{}^{۵۶}A^{۳+}}$ در مقایسه با یون $\mathrm{{}^{۳۱}B^{۳-}}$، ۳۰ عدد بیشتر باشد، اختلاف عدد اتمی A با عدد اتمی B چه‌قدر است؟

پاسخ ابتدا شمار ذرات زیراتمی $\mathrm{{}^{۵۶}A^{۳+}}$ را حساب می‌کنیم. اگر شمار پروتون‌های عنصر A را با Z_A نشان دهیم:

$$\mathrm{{}^{۵۶}X^{۳+}} \Rightarrow \begin{cases} p + n = ۵۶ \\ e^- = p - ۳ = Z_A - ۳ \end{cases}$$

$$\text{شمار ذرات زیراتمی } \mathrm{{}^{۵۶}A^{۳+}} = p + n + e^- = ۵۶ + Z_A - ۳ = ۵۳ + Z_A$$

حالا شمار ذرات زیراتمی $^{31}B^{3-}$ را حساب می‌کنیم. اگر شمار پروتون‌های عنصر B را با Z_B نشان دهیم:

$$^{31}B^{3-} \Rightarrow \begin{cases} p+n=31 \\ e^- = p+3 = Z_B+3 \end{cases}$$

$$\text{شمار ذرات زیراتمی } ^{31}B^{3-} = 31+Z_B+3 = 34+Z_B$$

شمار ذرات زیراتمی یون $^{56}A^{3+}$ در مقایسه با یون $^{31}B^{3-}$، ۳۰ عدد بیشتر است؛ بنابراین:

$$\text{شمار ذرات زیراتمی یون } ^{56}A^{3+} - \text{شمار ذرات زیراتمی یون } ^{31}B^{3-} = 53+Z_A-(34+Z_B)=19+Z_A-Z_B=30$$

$$\Rightarrow Z_A-Z_B=11$$

محاسبهٔ عدد اتمی عنصر با مشخص‌بودن عدد جرمی عنصر و اختلاف شمار نوترون و پروتون در اتم آن

$$Z=\frac{A-(\text{اختلاف } n \text{ و } p)}{2} \quad \text{یا} \quad \text{عدد اتمی}=\frac{(\text{عدد جرمی})-(\text{اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{2}$$

مثال

اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ^{127}X برابر ۲۳ باشد، عدد اتمی عنصر X چه‌قدر است؟

پاسخ

$$Z=\frac{127-23}{2}=52$$

نکته

اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در هر یون تک‌اتمی با اتم خنثی مربوطه یکسان است.

مثال

۱ اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در $^{65}X^{2+}$، با اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ^{65}X یکسان است.

۲ اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در $^{79}_{34}Y^{2-}$، با اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در $^{79}_{34}Y$ یکسان است.

رابطه عدد اتمی با عدد جرمی یونی که اختلاف شمار نوترون (n) و شمار الکترون (e^-) آن داده شده است

در مورد هر کاتیون و همینطور، آنیون‌های دارای عدد جرمی بیشتر از ۳۵ می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{عدد جرمی}-e^- \text{ و } n \text{ اختلاف شمار} + \text{مقدار جبری بار}}{2}$$

مثال

۱ اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون $^{65}X^{2+}$ برابر ۷ باشد، عدد اتمی عنصر X چه‌قدر است؟

پاسخ

$$\text{عدد اتمی}=\frac{65-7+2}{2}=30$$

۲ اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{78}A^{2-}$ برابر ۸ باشد، عدد اتمی عنصر A چه‌قدر است؟

پاسخ

$$\text{عدد اتمی}=\frac{78-8+(-2)}{2}=34$$

در مورد آنیون‌هایی که عدد جرمی آن‌ها، بیشتر از ۳۵ نباشد، استفاده از رابطهٔ فوق، ممکن است ما را به پاسخ درست نرساند. بنابراین در مورد این آنیون‌ها از روش دیگری که ساده‌تر و سریع‌تر هم هست، استفاده می‌کنیم:
عدد جرمی را به ۲ تقسیم می‌کنیم؛ جزء صحیح عدد به دست‌آمده، عدد اتمی عنصر را نشان می‌دهد.

مثال

اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{31}X^{3-}$ برابر ۲ باشد، عدد اتمی عنصر X چه‌قدر است؟

پاسخ از آن‌جا که عدد جرمی بیشتر از ۳۵ نیست، پس به جای استفاده از رابطهٔ بالا، از تکنیک ساده‌ای که گفته شد، استفاده می‌کنیم: اگر ۳۵ را به ۲ تقسیم کنیم، حاصل برابر ۱۵/۵ می‌شود که جزء صحیح آن برابر ۱۵ است. پس عدد اتمی عنصر X برابر ۱۵ است.

نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌ها

صفحهٔ ۶ تا ۹ کتاب درسی

- نیم‌عمر یک رادیوایزوتوپ، نمایانگر مدت زمانی است که طی آن، نیمی از اتم‌های آن ایزوتوپ متلاشی شده و از بین می‌روند.
- هرچه «نیم‌عمر» رادیوایزوتوپی کمتر باشد، پایداری کمتری داشته و فراوانی آن در طبیعت نیز کمتر خواهد بود.
- نیم‌عمر هر رادیوایزوتوپ، معین و محدود است. به عنوان مثال، نیم‌عمر ایزوتوپ $^{3}_{1}H$ برابر ۱۲/۳۲ سال است، یعنی با گذشت هر ۱۲/۳۲ سال، نیمی از اتم‌های $^{3}_{1}H$ موجود در یک نمونهٔ طبیعی، متلاشی شده و از بین می‌روند.
- نیم‌عمر برخی از رادیوایزوتوپ‌ها، ناچیز است و لذا یافتن آن‌ها در طبیعت، در عمل ممکن نیست یا به عبارتی، فراوانی آن‌ها در طبیعت برابر صفر است. مانند رادیوایزوتوپ $^{4}_{1}H$ که صرفاً ساختگی بوده و در طبیعت یافت نمی‌شود.
- اگر نیم‌عمر رادیوایزوتوپی برابر T و جرم نمونه‌ای از آن در آغاز تجزیه شدن، برابر m_0 گرم باشد، پس از گذشت مدت زمان t، جرم باقی‌ماندهٔ آن در نمونهٔ مورد بررسی، از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$m = \frac{m_0}{2^{(\frac{t}{T})}}$$

مثال

۱ اگر نیم‌عمر رادیوایزوتوپ $^{3}_{1}H$ برابر ۱۲ سال باشد، پس از گذشت ۶۰ سال، از ۸۰۰ گرم از یک نمونهٔ $^{3}_{1}H$، چند گرم آن تجزیه می‌شود؟

پاسخ
$$m = \frac{m_0}{2^{(\frac{t}{T})}} = \frac{800}{2^{(\frac{60}{12})}} = 25\,g \text{ (جرم } ^{3}_{1}H \text{ باقی‌مانده)} \Rightarrow \text{جرم } ^{3}_{1}H \text{ تجزیه شده} = 800 - 25 = 775\,g$$

۲ نیم‌عمر رادیوایزوتوپی از یک عنصر برابر ۱۲ ساعت است. پس از گذشت ۲ روز، چند درصد از آن متلاشی می‌شود؟

پاسخ
$$m = \frac{m_0}{2^{(\frac{t}{T})}} \xrightarrow{t=2(24)=48} m = \frac{m_0}{2^{(\frac{48}{12})}} \Rightarrow m_0 = 2^4 \times m$$

$$\text{درصد جرم باقی‌مانده} = \frac{m}{m_0} \times 100 = \frac{m}{2^4 \times m} \times 100 = 6/25\% \Rightarrow \text{درصد جرم متلاشی شده} = 100 - 6/25 = 93/75\%$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

ذرات زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

۱. اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ^{۲۰۹}X برابر ۴۳ باشد، عدد اتمی عنصر X چه‌قدر است؟

۱) ۸۳ ۲) ۸۴ ۳) ۸۵ ۴) ۸۷

۲. اگر شمار پروتون‌ها در اتم ^{۸۰}X، $\frac{۷}{۹}$ شمار نوترون‌های آن باشد، شمار نوترون‌های اتم ^{۸۰}X، چند برابر شمار ذرات زیراتمی یون $^{۷}_{۳}Li^{+}$ است؟

۱) ۴/۵ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷/۵

۳. اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{۲۶۹}A^{۲+}$ برابر ۵۵ است. عدد اتمی و شمار نوترون‌های این عنصر به‌ترتیب کدام‌اند؟

۱) ۱۰۶، ۱۶۳ ۲) ۱۰۸، ۱۶۱ ۳) ۱۳۱، ۱۳۸ ۴) ۱۳۳، ۱۳۶

۴. اگر شمار الکترون‌های یون $A^{۲-}$، نصف عدد جرمی آن باشد، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتم عنصر A کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵. اگر شمار الکترون‌های یون $^{۶۵}A^{+}$، ۲ واحد بیشتر از شمار الکترون‌های یون $^{۶۴}B^{۲+}$ باشد، تفاوت شمار نوترون‌های دو عنصر کدام است؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

درگوشی حالا وقتشه با یک سؤال چالشی ایده‌دار مواجه بشی. حواستو جمع کن و حمله کن!

۶. کمترین و بیشترین اختلاف ممکن در شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون اگزالات $(C_۲O_۴^{۲-})$ به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (کربن دارای ۳ ایزوتوپ $^{۱۲}_{۶}C$، $^{۱۳}_{۶}C$ و $^{۱۴}_{۶}C$ و اکسیژن دارای ۳ ایزوتوپ $^{۱۶}_{۸}O$، $^{۱۷}_{۸}O$ و $^{۱۸}_{۸}O$ است.)

۱) ۰، ۸ ۲) ۰، ۱۰ ۳) ۲، ۱۰ ۴) ۲، ۸

۷. اگر مجموع شمار ذرات باردار یون $^{۹۰}_{۴۰}A^{۲+}$، ۳ برابر شمار الکترون‌های یون ^{۲+}B و شمار نوترون‌های اتم عنصر B، ۳ برابر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم عنصر A باشد، عدد جرمی B کدام است؟

۱) ۵۴ ۲) ۵۶ ۳) ۵۸ ۴) ۶۰

۸. اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون‌های $^{۷۹}A^{۲-}$ و $^{۳۱}B^{۳-}$ به‌ترتیب برابر ۹ و ۲ باشد، اختلاف عدد اتمی دو عنصر A و B کدام است؟

۱) ۱۶ ۲) ۱۷ ۳) ۱۸ ۴) ۱۹

نیم‌عمر ایزوتوپ‌های پرتوزا

درگوشی ازمسائل نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ‌ها ازشروع نظام جدید (۱۳۹۸) تا حال حاضر، مسئله‌ای توکنکور نیومده. اما نه به دلیل این‌که این موضوع درچارچوب کتاب درسی قابل پرسیدن نیست. بلکه صرفاً به این دلیل که طراحان کنکور تا اینجا اراده‌ای برای ارائه تست از این موضوع نداشته‌اند. اما هرکنکوری که درآینده برگزار بشه، میتونه شامل تستی ازمسائل نیم‌عمر هم باشه.

۹. ۶۴۰ گرم از یک عنصر پرتوزا موجود است. اگر پس از گذشت ۲۰ ساعت، فقط ۲۰ گرم از آن باقی مانده باشد، نیم‌عمر این عنصر برابر چند ساعت است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۸

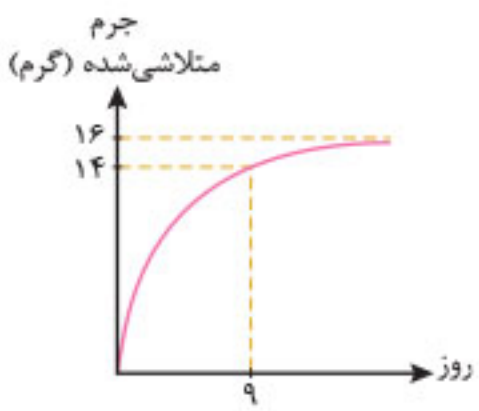
۱۰. در یک نمونه از هیدروژن، ۱۶۰ گرم ایزوتوپ $^{۳}_{۱}H$ وجود دارد. اگر نیم‌عمر این ایزوتوپ برابر ۱۲ سال باشد، پس از گذشت ۶۰ سال، چند گرم $^{۳}_{۱}H$ در این نمونه باقی مانده است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۸

۱۱. اگر در مدت ۳ شبانه‌روز، ٪۷۵/۹۳ از اتم‌های یک عنصر پرتوزا متلاشی شده باشد، نیم‌عمر این عنصر برابر چند ساعت است؟

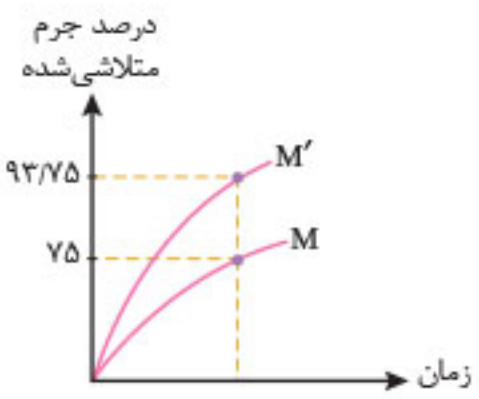
۱) ۹ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۱۲. با توجه به نمودار مقابل که جرم متلاشی‌شدهٔ رادیوایزوتوپ X را نشان می‌دهد، نیم‌عمر آن چند ساعت است؟



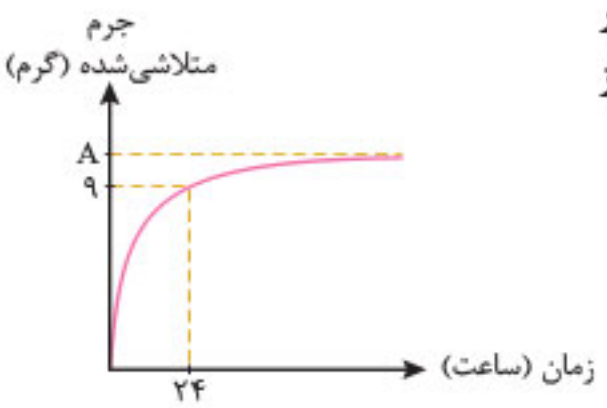
۱) ۳۶
۲) ۷۲
۳) ۶
۴) ۳

۱۳. نمودار مقابل، درصد جرم متلاشی‌شدهٔ جرم‌های برابری از دو عنصر M و M′ را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، نسبت نیم‌عمر عنصر M′ به M کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) ۲
۴) ۳

۱۴. نمودار مقابل جرم متلاشی‌شده از یک عنصر پرتوزا با نیم‌عمر ۱۲ ساعت را در ساعت‌های مختلف نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، مقدار A کدام است و پس از چند شبانه‌روز، ۰/۷۵ گرم از این عنصر باقی خواهد ماند؟



۱) ۱۲، ۲
۲) ۱۵، ۲
۳) ۱۲، ۴۸
۴) ۱۵، ۴۸

واحد جرم اتمی (amu)

amu + ذرات زیراتمی

۱۵. اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم هر یک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم $_{z}^{۲z}A$ ، به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک‌تر است؟ (تجربی ۸۹)

۱) $\frac{۱}{۱۰۰۰}$
۲) $\frac{۱}{۲۰۰۰}$
۳) $\frac{۱}{۴۰۰۰}$
۴) $\frac{۱}{۵۰۰۰}$

۱۶. اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون $A^{۲-}$ برابر ۹ باشد، جرم نوترون‌های موجود در یون $A^{۲-}$ در حدود چند amu است؟ (عنصر A در گروه ۱۶ و دورهٔ چهارم قرار دارد.)

۱) ۴۱
۲) ۴۳
۳) ۴۵
۴) ۴۷

۱۷. اگر اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $_{۳۵}X^{-}$ برابر ۹ باشد، جرم یک اتم از این عنصر چندگرم است؟ (جرم هر پروتون و نوترون را برابر ۱amu درنظر بگیرید و از جرم الکترون‌ها صرف‌نظر کنید؛ $۱amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$)

۱) $۱/۳۲۸\times۱۰^{-۲۲}$
۲) $۱۳/۲۸\times۱۰^{-۲۲}$
۳) $۲/۶۵۶\times۱۰^{-۲۲}$
۴) $۲۶/۵۶\times۱۰^{-۲۲}$

۱۸. اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴ amu درنظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم $_{۱}^{۳}H$ برابر چند گرم خواهد بود؟ ($۱amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$) (ریاضی ۹۳)

۱) $۴/۹۶\times۱۰^{-۲۴}$
۲) $۹/۱۱۲\times۱۰^{-۲۴}$
۳) $۴/۳۴\times۱۰^{-۲۲}$
۴) $۹/۸۱۵\times۱۰^{-۲۲}$

۱۹. اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $_{۴۸}X^{۲+}$ برابر ۶ باشد و جرم هر پروتون و هر نوترون، برابر ۱amu و ۱۸۰۰ برابر جرم الکترون فرض شود، جرم الکترون‌های موجود در ۹ میلیون یون $_{۴۸}X^{۲+}$ در حدود چند amu است؟

۱) ۵×۱۰^{۳}
۲) ۵×۱۰^{۴}
۳) $۱۰^{۴}$
۴) $۱۰^{۵}$

درگوشی فکرنکن تست زیرمال درس فیزیکه و اشتباهاً اینجا وارد شده! نخیر! ما تو درس شیمی هم گهگداری ازتستایی مثل این داشته‌ایم. حالا نمی‌خواد دستپاچه بشی! به اطلاعات داده شده درصورت سؤال، خوب توجه کن، راحت ازپس حلش برمیای.

۲۰. چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کرهٔ پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به‌تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود $9\times10^{-28}\ g$ و بار الکتریکی آن $1/6\times10^{-19}\ C$ است.) (ریاضی ۹۵)

۱) $3/011\times10^{22}$ ، $1/78\times10^{3}$
۲) $1/11\times10^{23}$ ، $1/66\times10^{4}$
۳) $3/011\times10^{22}$ ، $1/648\times10^{3}$
۴) $1/11\times10^{23}$ ، $1/78\times10^{4}$

amu + جرم اتمی عنصرها

۲۱. اگر جرم هر اتم $^{12}_{6}C$، ۰/۳ جرم هر اتم A و ۰/۰۶ جرم ترکیب AB_2 باشد، جرم هر اتم B چند amu است؟

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۲۰

۲۲. اگر جرم اتم ^{12}C، ۰/۰۷۵ جرم Br_2 و ۰/۱۶ جرم As باشد، جرم هر مولکول $AsBr_3$ برابر چند amu است؟

۱) ۲۲۵ ۲) ۲۸۵ ۳) ۳۱۵ ۴) ۳۷۵

درگوشی چه تست ترکیبی ایده‌دارو جذابی!
مهم‌ترین ویژگی کنکورای ۹۹ به بعد توی درس شیمی همین بوده: تست‌های ترکیبی، ایده‌دارو البته جذاب!

۲۳. $\frac{2}{7}$ جرم اکسید X_2O_3 را اکسیژن تشکیل می‌دهد. جرم اتمی عنصر X چند amu است و در صورتی که تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم آن برابر ۶ باشد، عنصر X، در کدام دورهٔ جدول تناوبی جای دارد؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی درنظر بگیرید. $O=16\ g.mol^{-1}$) (تجربی ۱۴۰۰)

۱) ۶۰، چهارم ۲) ۶۰، پنجم ۳) ۷۰، چهارم ۴) ۷۰، پنجم

۲۴. ۳۶ درصد از جرم ترکیب B_2S_3 را عنصر B تشکیل می‌دهد. مجموع جرم اتمی عنصرهای B و گوگرد چند واحد جرم اتمی (amu) است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی درنظر بگیرید. $S=32\ amu$)

۱) ۵۹ ۲) ۶۳ ۳) ۶۹ ۴) ۷۳

۲۵. اگر ٪۲۰ ازجرم‌مولکول SCO را ^{12}C و ٪۶۰ ازجرم‌مولکول SO_3 رااکسیژن تشکیل داده‌باشد، نسبت‌جرم S_8 به SO_2 کدام‌است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

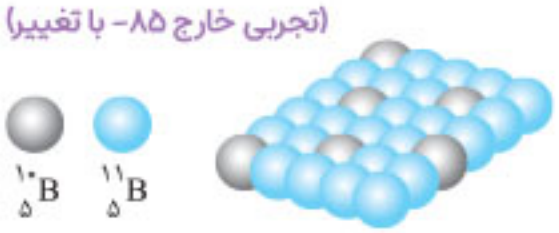
۲۶. با توجه به این‌که جرم نسبی AB_3 ، A_2D_3 و DB_2 به‌ترتیب ۸۴ amu ، ۱۵۰ amu و ۷۰ amu است، اگر جرم نوترون‌های موجود در اتم‌های A ، B و D ، روی هم در حدود ۴۰ amu باشد، جرم پروتون‌های موجود در این سه اتم، روی هم در حدود چند amu است؟

۱) ۳۴ ۲) ۳۸ ۳) ۴۲ ۴) ۴۶

جرم اتمی میانگین

درگوشی بالاخره رسیدیم به دشوارترین و یکی ازپرسؤال‌ترین و مهم‌ترین قسمتای فصل ۱ پایه دهم: جرم اتمی میانگین

۲۷. با توجه به شکل، که اتم‌های بور را در بور طبیعی نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر، برابر ..... درصد و جرم اتمی میانگین بور برابر با amu ..... است. (تجربی خارج ۸۵- با تغییر)



۱) ۷۵، ۱۰/۸ ۲) ۸۰، ۱۰/۸
۳) ۷۵، ۱۰/۹ ۴) ۸۰، ۱۰/۹

۲۸. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های ۱۴ amu و ۱۶ amu و جرم اتمی میانگین ۱۴/۲ amu است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟ (ریاضی ۹۸)

۱) $\frac{1}{8}$ ۲) $\frac{1}{9}$ ۳) $\frac{1}{10}$ ۴) $\frac{1}{11}$

۲۹. عنصر X دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۱۰۸ amu و ۱۱۱amu است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر ۱۰۹/۹۲amu باشد، شمار ایزوتوپ‌های سبک‌تر عنصر X در یک نمونهٔ طبیعی ۲۰۰ تایی از آن کدام است؟

۱) ۳۶ ۲) ۶۴ ۳) ۷۲ ۴) ۱۴۴

۳۰. عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی ^{24}Mg ، ^{25}Mg و ^{26}Mg و عنصر کلر دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{35}Cl و ^{37}Cl است. تفاوت جرم مولی سنگین‌ترین و سبک‌ترین ترکیب $MgCl_2$ کدام است؟

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

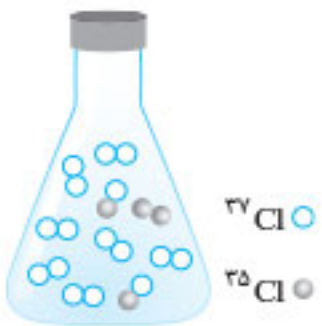
۳۱. عنصر E دارای سه ایزوتوپ X ، Y و Z است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ (X) و سنگین‌ترین ایزوتوپ (Z) به‌ترتیب برابر ۶۰ و ۱۰ درصد باشد، جرم اتمی میانگین عنصر E (برحسب جرم اتمی ایزوتوپ‌های آن) در کدام گزینه به‌درستی آمده است؟

۱) $\frac{6Z+3Y+X}{10}$ ۲) $\frac{6Z+Y+3Z}{10}$ ۳) $\frac{6X+3Y+Z}{10}$ ۴) $\frac{6Y+3X+Z}{10}$

۳۲. عنصر فرضی E دارای ۳ ایزوتوپ ^{24}E ، ^{26}E و ^{28}E است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶ و درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن برابر ۳۰ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ ^{26}E کدام است؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۳۳. مطابق شکل مقابل که نمونه‌ای از گاز کلر را نشان می‌دهد، جرم مولی میانگین گاز کلر کدام است؟



۱) ۷۲/۶
۲) ۷۲/۸
۳) ۷۳
۴) ۷۳/۲

۳۴. مخلوطی از اتم‌های عنصر فرضی A ، شامل ایزوتوپ‌های ^{x}A ، ^{y}A و ^{z}A در اختیار داریم. اگر در این مخلوط به ازای هر ایزوتوپ ^{x}A ، ۵ ایزوتوپ ^{y}A و به ازای هر ایزوتوپ ^{y}A ، دو ایزوتوپ ^{z}A وجود داشته باشد، اختلاف درصد فراوانی ^{x}A و ^{y}A کدام است؟

۱) ۶/۲۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۱/۲۵ ۴) ۳۷/۵

۳۵. با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولی ترکیب A_2X_3 چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu درنظر بگیرید.) (ریاضی خارج ۹۵)

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

۳۶. عنصر فرضی A دارای ۳ ایزوتوپ ^{35}A ، ^{36}A و ^{37}A است. اگر نسبت فراوانی ^{35}A به ^{37}A برابر ۴ و نسبت فراوانی ^{36}A به ^{37}A برابر ۳ باشد، جرم اتمی میانگین A چند amu است؟ (جرم هر پروتون و نوترون را به‌تقریب برابر 1amu درنظر بگیرید.)

۱) ۳۵/۱۲۳ ۲) ۳۵/۲۶۴ ۳) ۳۵/۶۲۵ ۴) ۳۵/۹۶۸

۳۷. منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg با جرم اتمی ۲۳/۹۹amu و فراوانی ۷۹ درصد، ^{25}Mg با جرم اتمی ۲۴/۹۹amu و فراوانی ۱۰ درصد، ^{26}Mg با جرم اتمی ۲۵/۹۸amu و فراوانی ۱۱ درصد و فلوئور تنها به‌صورت ^{19}F با جرم اتمی ۱۸/۹۹ amu وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلوئورید طبیعی برابر چند گرم است؟ (تجربی خارج ۹۹)

۱) ۶۱/۸۶ ۲) ۶۲/۲۸ ۳) ۶۴/۱۲ ۴) ۶۶/۴۵

۳۸. با توجه به جدول زیر، جرم اتمی میانگین عنصر $X_{۱۲}$، چند amu است؟ (جرم نوترون و پروتون را تقریباً ۱amu فرض کنید.)

ایزوتوپ	درصد فراوانی	اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها
$X_۱$	۷۹	۰
$X_۲$	۱۰	۱
$X_۳$	۱۱	۲

۱) ۲۲/۳۰ ۲) ۲۴/۳۲ ۳) ۲۵/۲۰ ۴) ۲۵/۸۲

۳۹. در نمونه‌ای طبیعی از ایزوتوپ‌های منیزیم که شامل $^{۲۴}_{۱۲}Mg$، $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ است، درصد فراوانی ایزوتوپی با ۱۳ نوترون، ۸ درصد از فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ آن بیشتر است و درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ، ۸۶ درصد کمتر از فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ است. در یک نمونهٔ ۲۰۰ تایی از ایزوتوپ‌های منیزیم، چند ایزوتوپ $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ وجود دارد؟

۱) ۱۸۶ ۲) ۱۶۷ ۳) ۱۷۶ ۴) ۱۶۸

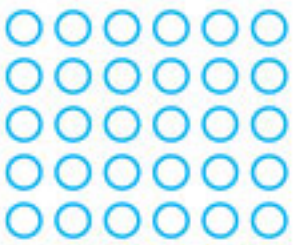
۴۰. عنصر $Z_{۳۰}$ دارای ۳ ایزوتوپ است که شمار نوترون‌های ایزوتوپ‌های متوالی آن، ۲ واحد با یکدیگر اختلاف دارند. اگر مجموع شمار نوترون‌های ایزوتوپ‌ها، برابر ۹۶ و فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ، به‌ترتیب ۱۵ و ۵ درصد از فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ و ایزوتوپ دیگر بیشتر باشد، جرم اتمی میانگین عنصر Z کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را به‌تقریب برابر 1amu درنظر بگیرید.)

۱) ۶۳/۲ ۲) ۶۲/۳ ۳) ۶۱/۲ ۴) ۶۲/۱

۴۱. عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با عددهای 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، به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A، برابر 50/95amu فرض شود.) (تجربی ۹۹)

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

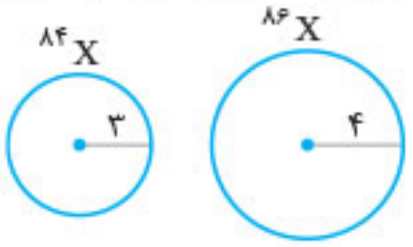
۴۲. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 24amu و 27amu است که در شکل مقابل باید به‌ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه‌رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر 26/7amu باشد، چند دایره در شکل باید سیاه‌رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به‌درستی نشان دهد؟ (ریاضی خارج ۹۸)



۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۲۲ ۴) ۲۷

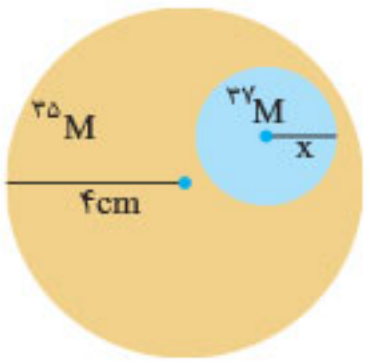
درگوشی ایده‌دار دوست دارین؟ واقعاً؟ آفرین!
پس از چند تست بعدی لذت ببرین!

۴۳. اگر نسبت درصد فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر فرضی X برابر نسبت مساحت دایره‌ها (مطابق شکل) باشد، جرم اتمی میانگین عنصر X چند amu است؟



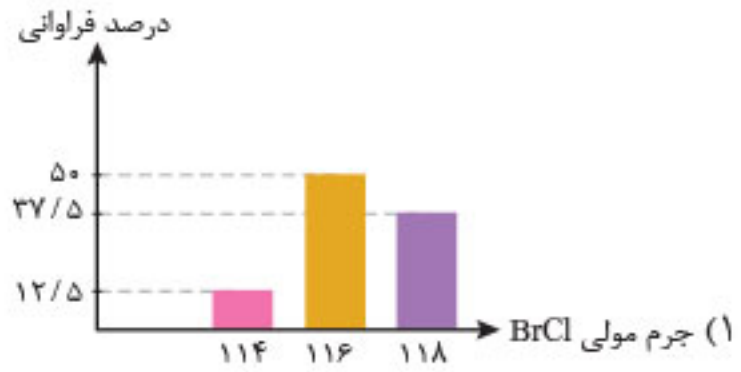
۱) ۸۴/۸۸ ۲) ۸۵/۰۲
۳) ۸۵/۲۸ ۴) ۸۵/۴۷

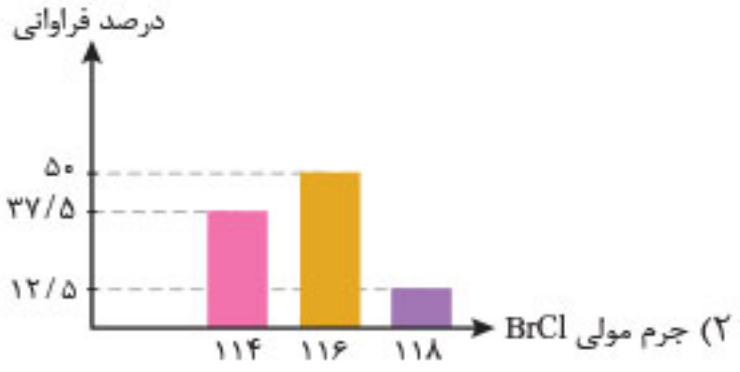
۴۴. عنصر M با جرم اتمی میانگین 35/5amu، دارای ۲ ایزوتوپ ^{۳۵}M و ^{۳۷}M است. اگر مساحت قسمت‌های زرد و آبی در شکل مقابل، به ترتیب نشان‌دهندهٔ فراوانی ایزوتوپ‌های سبک‌تر و سنگین‌تر این عنصر باشد، شعاع دایرهٔ کوچک (x) چند cm است؟

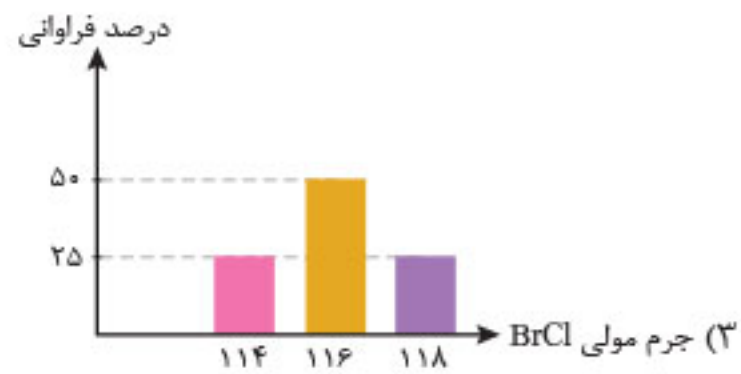


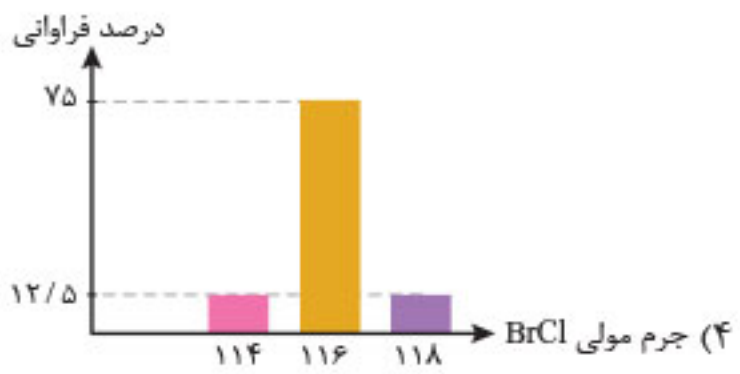
۱) ۰/۵ ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۳

۴۵. کلر دارای دو ایزوتـــوپ طبیعی ^{35}Cl و ^{37}Cl با درصدهای فراوانی (به‌ترتیب) ۷۵ و ۲۵ و برم دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{79}Br و ^{81}Br با درصدهای فراوانی برابر است. از واکنش میان این دو عنصر، برم مونوکلرید (BrCl) تولید می‌شود. کدام‌یک از نمودارهای زیر، درصد فراوانی مولکول‌های BrCl تولیدشده را به‌درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

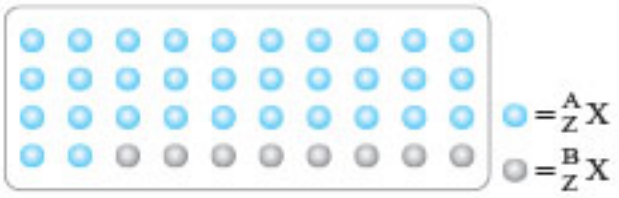
۳) 

۴) 

۴۶. اگر فرض کنیم فراوانی دو ایزوتوپ فرضی X_1 و X_2 با هم برابر است، پس از گذشت چند هزار سال، فراوانی ایزوتوپ X_2، ۱۲۸ برابر فراوانی ایزوتوپ X_1 می‌شود؟ (نیم‌عمر ایزوتوپ‌های X_1 و X_2 به‌ترتیب برابر ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ سال است.)

۱) ۱۴ ۲) ۲۸ ۳) ۵۶ ۴) ۱۱۲

۴۷. شـــکل زیر نمایانگر فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر X در یک نمونهٔ طبیعی از این عنصر است. اگر ایزوتوپ $^{B}_{Z}X$ پرتوزا بوده و نیم‌عمر آن، ۵ سال باشـــد، چند درصد از اتم‌ها در این نمونه، پرتوزا هستند و پس از ۱۵ سال، در حدود چند درصد از اتم‌های عنصر X در نمونهٔ به جای مانده، پرتوزا خواهند بود؟



۱) ۲۰، ۳/۵ ۲) ۲۰، ۳
۳) ۲۵، ۳ ۴) ۲۵، ۳/۵

تبدیلات (گرم - مول - شمار مولکول‌ها و اتم‌ها)

درگوشی رسیدیم به تبدیلات!
اگه استاد تبدیلات نشین، عمراً نمی‌تونین از پس مهم‌ترین قسمت شیمی یعنی استوکیومتری بر بیاین.
مطمئن باشین اگه درسنامه‌ها رو دقیق بخونین و تستای خوشگل این قسمت رو هم حل کنین، به درجه «استادی تبدیلات» می‌رسین!

۴۸. از میان نمونه‌های زیر، کدام نمونه، شمار اتم‌های کمتری دارد؟ $(Na=23, Ne=20, Li=7, He=4: g.mol^{-1})$

۱) ۹۲ گرم فلز سدیم ۲) ۹۲ گرم گاز نئون ۳) ۳۵ گرم فلز لیتیم ۴) ۳۵ گرم گاز هلیم

۴۹. شمار اتم‌های Al موجود در یک سیم آلومینیمی به جرم ۷۲۹ گرم، ۳ برابر شمار اتم‌های Fe موجود در چند قوطی آهنی (هر کدام به جرم ۱۶۸ گرم) است؟ $(Fe=56, Al=27: g.mol^{-1})$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۵۰. شمار اتم‌ها در ۱۴۲ گرم گاز کلر با شمار اتم‌ها در چند گرم گاز اتان (C_2H_6) برابر است؟ $(Cl=35/5, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۰/۷۵

۵۱. شمار اتم‌ها در ۰/۰۸ گرم متان (CH_4)، با شمار اتم‌ها در حدود چند گرم آمونیاک (NH_3) برابر است؟
$(N=14, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۰/۱۰۶ ۲) ۰/۲۰۴ ۳) ۰/۳۰۲ ۴) ۰/۰۹۴

۵۲. در نمونه‌هایی به جرم برابر از CO_2 و C_3H_8، نسبت شمار اتم‌های موجود در نمونهٔ CO_2، به شمار اتم‌های موجود درنمونهٔ C_3H_8 کدام است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $\frac{11}{3}$ ۲) $\frac{3}{8}$ ۳) $\frac{8}{3}$ ۴) $\frac{3}{11}$

۵۳. اگر شمار اتم‌ها در یک نمونه به جرم ۷ گرم از مادهٔ C_xH_y، ۹ برابر شمار اتم‌های یک گرم آب باشد، نسبت y به x کدام است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴. نسبت جرم اتم‌های کربن در ۶۸/۴ گرم مالتوز $(C_{12}H_{22}O_{11})$ به جرم اتم‌های اکسیژن در ۴۵ گرم گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ کدام است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۰/۹ ۲) ۱ ۳) ۱/۱ ۴) ۱/۲

۵۵. اگر شمار اتم‌های اکسیژن در یک نمونهٔ ۵۴ گرمی از ترکیب X_2O_5 برابر $1/505\times10^{24}$ باشد، جرم مولی عنصر X، چند برابر جرم مولی اتم اکسیژن است؟ $(O=16 g.mol^{-1})$

۱) $\frac{7}{8}$ ۲) $\frac{31}{16}$ ۳) $\frac{71}{32}$ ۴) $\frac{5}{2}$

۵۶. گوگرد می‌تواند در شرایط معین با فلوئور ترکیبی با فرمول شیمیایی SF_n تشکیل دهد. اگر ۲/۹۲ گرم از فراورده، $12/04\times10^{21}$ مولکول را در بر داشته باشد، n کدام عدد است؟ $(F=19, S=32: g.mol^{-1})$ (تجربی ۱۴۰۲)

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۵۷. در مخلوطی از NO_2 و H_2O به جرم ۵۶/۱ گرم، ۴۳/۲ گرم اکسیژن وجود دارد. در این مخلوط چند اتم نیتروژن وجود دارد؟ $(O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $1/204\times10^{23}$ ۲) $1/204\times10^{22}$ ۳) $4/515\times10^{22}$ ۴) $4/515\times10^{23}$

۵۸. اگر ۲۰۰ گرم از آلیاژ «کلسیم ـ منیزیم»، مجموعاً شامل $4/214\times10^{24}$ اتم باشد، چند درصد از جرم این آلیاژ را فلز کلسیم تشکیل می‌دهد؟ $(Ca=40, Mg=24: g.mol^{-1})$

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

تبدیلات + ذرات زیراتمی

۵۹. نسبت شمار پروتون‌ها در ۷ گرم آهن $(^{56}_{26}Fe)$ به شمار الکترون‌ها در ۱۰ گرم یون کلسیم $(^{40}_{20}Ca^{2+})$ کدام است؟

۱) $\frac{18}{13}$ ۲) $\frac{13}{18}$ ۳) $\frac{13}{45}$ ۴) $\frac{45}{13}$

۶۰. شمار اتم‌ها در ۱۰ گرم اتانوییک اسید (CH_3COOH)، چند برابر مجموع شمار ذرات زیراتمی درون هستهٔ اتم‌های مولکول $F_2(g)$، در یک نمونهٔ ۴/۷۵ گرمی از آن است؟ (مقدار عددی جرم اتمی و عدد جرمی هر عنصر را برابر در نظر بگیرید؛ $(F=19, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $\frac{8}{57}$ ۲) $\frac{57}{8}$ ۳) $\frac{16}{57}$ ۴) $\frac{57}{16}$

۶۱. اگر شمار الکترون‌ها در ۱۵۲ گرم یون PO_4^{3-}، دو برابر شمار اتم‌ها در ۱۵۰ گرم ترکیب C_2H_x باشد، مقدار x کدام است؟ $(_{15}P=31, _8O=16, _6C=12, _1H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

تبدیلات + واحد جرم اتمی

۶۲. اگر هر اتم از عنصر فلزی X، تقریباً 4×10^{-23} گرم جرم داشته باشد، جرم هر اتم آن در مقیاس amu کدام است؟

۱) ۱۱ ۲) ۱۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۶۳. $۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۲}$ اتم سدیم، چند گرم جرم دارد و جرم هر اتم آن به‌تقریب چند amu است؟
$(Na = ۲۳\ g.mol^{-۱}, ۱amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\ g)$

۱) ۲۳ ، ۰/۹۲ ۲) $\frac{۲۳}{N_A}$ ، ۰/۹۲ ۳) ۲۳ ، ۹/۲ ۴) $\frac{۲۳}{N_A}$ ، ۹/۲

۶۴. شمار اتم‌های فلزی در ۱۳ گرم فلز روی، $\frac{۱}{۳}$ برابر شمار مولکول‌ها در ۴۲/۶ گرم از یک گاز دو اتمی $(X_۲)$ است. جرم اتمی میانگین عنصر X، چند amu است؟ $(Zn = ۶۵\ g.mol^{-۱})$

۱) ۸ ۲) ۱۹ ۳) ۳۵/۵ ۴) ۸۰

تبدیلات + جرم اتمی میانگین و ایزوتوپ‌ها

۶۵. جرم ۰/۲۵ مول منیزیم (شامل ایزوتوپ‌های $Mg^{۲۴}$ و $Mg^{۲۶}$) برابر ۶/۳۴ گرم است. درصد فراوانی $Mg^{۲۶}$، چند درصد از فراوانی $Mg^{۲۴}$ بیشتر است؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۴ ۳) ۳۶ ۴) ۳۸

۶۶. عنصر X دارای دو ایزوتوپ طبیعی $X_۱^{a}$ و $X_۲^{a+۲}$ است و به‌صورت مولکول‌های دو اتمی $(X_۲)$ در طبیعت وجود دارد. اگر جرم $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۳}$ مولکول $X_۲$ برابر ۲۱/۳ گرم باشد، نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟ (در اتم ایزوتوپ سبک‌تر ۱۷ پروتون و ۱۸ نوترون وجود دارد.)

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) ۱/۵ ۴) ۳

۶۷. اگر جرم ۰/۲۵ مول آهن (شامل ایزوتوپ‌های $Fe^{۵۵}$ و $Fe^{۵۸}$) برابر ۱۳/۹۶ گرم باشد، جرم ایزوتوپ $Fe^{۵۸}$ موجود در ۱۳۹۶ گرم آهن برابر چند گرم است؟

۱) ۳۹۰ ۲) ۴۰۶ ۳) ۴۳۲ ۴) ۴۶۴

۶۸. عنصر A دارای سه ایزوتوپ $^{۵۵}_{۲۶}A$ (با فراوانی ٪۷۵)، $^{۵۸}_{۲۶}A$ (با فراوانی ٪۲۰) و $^{۶۰}_{۲۶}A$ (با فراوانی ٪۵) است. اگر جرم مولی ترکیب $AB_۲$ برابر ۳۰۹/۸۵ گرم بر مول باشد، ۰/۰۴ مول $B_{۵۳}$، شامل چند مول نوترون است؟

۱) ۱/۲۴ ۲) ۲/۹۶ ۳) ۴/۸۲ ۴) ۷/۲۵

۶۹. شکل زیر فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های عنصر فرضی Z را نشان می‌دهد. اگر شمار اتم‌های موجود در نمونه‌ای به جرم ۳۱/۰۵ گرم از عنصر Z، برابر $۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۳}$ باشد، عدد اتمی عنصر Z کدام است؟ (شمار پروتون‌ها و نوترون‌های سبک‌ترین ایزوتوپ عنصر Z با یکدیگر برابر است.)

۱) ۱۸ ۲) ۱۹
۳) ۲۰ ۴) ۲۱

ترکیبات یونی

۷۰. نسبت جرم کاتیون‌ها به جرم آنیون‌ها در کدام ترکیب بیشتر است؟
$(Ca = ۴۰, S = ۳۲, P = ۳۱, Al = ۲۷, Mg = ۲۴, F = ۱۹, N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

۱) آلومینیم‌سولفید ۲) آلومینیم‌نیترید ۳) منیزیم‌فسفید ۴) کلسیم‌فلوئورید

۷۱. شمار یون‌های موجود در ۳۶ گرم منیزیم‌نیترید با شمار یون‌های موجود در چند گرم کلسیم‌برمید برابر است؟
$(Br = ۸۰, Ca = ۴۰, Mg = ۲۴, N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۰۰

۷۲. شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم‌سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم‌نیترید است؟ (ریاضی خارج ۹۹)
$(N = ۱۴, Na = ۲۳, Mg = ۲۴, S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۲۷ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵

۷۳. در ۱۰ گرم آلومینیم‌سولفید، به‌تقریب، چند یون وجود دارد و نسبت جرم گوگرد به جرم آلومینیم در آن کدام است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۱)
$(Al = ۲۷, S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

۱) $\frac{۱۶}{۹}$ ، ۲×۱۰^{۲۳} ۲) $\frac{۳۲}{۲۷}$ ، ۲×۱۰^{۲۳} ۳) $\frac{۱۶}{۹}$ ، ۴×۱۰^{۲۲} ۴) $\frac{۳۲}{۲۷}$ ، ۴×۱۰^{۲۲}

۷۴. ۴۵ گرم از یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی A_2B_3، در ساختار خود ۱/۵ مول یون دارد. جرم مولی عنصر A کدام است و در کدام گروه از جدول دوره‌ای قرار دارد؟ $(B = 32\ g.mol^{-1})$

۱) ۳۱، ۱۳ ۲) ۳۱، ۱۵ ۳) ۲۷، ۱۳ ۴) ۲۷، ۱۵

۷۵. اگر به‌ازای تشکیل ۹۴ گرم اکسید فلز قلیایی (از واکنش فلز با اکسیژن)، $12/04\times10^{23}$ الکترون مبادله شود، جرم مولی فلز قلیایی کدام است؟ $(O = 16\ g.mol^{-1})$

۱) ۱۴ ۲) ۲۳ ۳) ۳۹ ۴) ۸۵/۵

۷۶. اگر برای تشکیل ۶۰ گرم از اکسید یک فلز قلیایی خاکی (از واکنش فلز با اکسیژن)، $18/06\times10^{23}$ الکترون مبادله شود، جرم اتمی فلز در این اکسید، چند برابر جرم اتمی اکسیژن است؟ $(O = 16\ g.mol^{-1})$ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

۷۷. اگر آلومینیم در واکنش با هریک از گازهای اکسیژن و فلوئور $3/01\times10^{24}$ الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به‌تقریب کدام است؟ $(O = 16, F = 19, Al = 27 : g.mol^{-1})$ (ریاضی ۹۹)

۱) ۱/۵۶ ۲) ۱/۶۵ ۳) ۲/۳۵ ۴) ۳/۲۵

۷۸. در واکنش بین عنصرهای $^{80}_{35}X$ و $^{65}_{30}Y$، ضمن تشکیل ۴۵ گرم ترکیب یونی، ..... الکترون مبادله می‌شود و در مجموع، ..... یون پدید می‌آید.

۱) $3/612\times10^{23}$، $2/408\times10^{23}$ ۲) $2/408\times10^{23}$، $2/408\times10^{23}$

۳) $2/408\times10^{23}$، $4/816\times10^{23}$ ۴) $3/612\times10^{23}$، $4/816\times10^{23}$

۷۹. اگر جرم نوترون‌های موجود در ۴۰۰ اتم ^{88}X، در حدود $2\times10^{4}\ amu$ باشد، فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از X با ^{35}Y کدام است؟

۱) XY ۲) X_2Y ۳) XY_2 ۴) XY_3

۸۰. اگر یک نمونهٔ طبیعی به جرم ۴۸۵/۱۶ گرم از ترکیب یونی $MgCl_2$ دارای $9/03\times10^{24}$ یون باشد، اختلاف فراوانی ایزوتوپ‌های کلر برابر چند درصد است؟ (کلر دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{35}Cl و ^{37}Cl است؛ $Mg = 24\ g.mol^{-1}$)

۱) ۴۹/۶ ۲) ۵۰ ۳) ۵۰/۴ ۴) ۵۱/۶

ساختار اتم + آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای

درگوشی حالا وقتشه از ترکیب دل‌انگیز «ساختار اتم + آرایش الکترونی + جدول دوره‌ای» لذت ببرین!

۸۱. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم عنصر ^{75}A برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر A و شمار الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم آن کدام‌اند؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.) (ریاضی خارج ۸۷)

۱) ۳، ۳۱ ۲) ۵، ۳۱ ۳) ۳، ۳۳ ۴) ۵، ۳۳

۸۲. اگر آرایش الکترون‌های ظرفیت اتم ^{96}X، مشابه آرایش الکترون‌های ظرفیت اتم عنصر بیست و چهارم جدول تناوبی و شمار الکترون‌ها در یکی از یون‌های پایدار آن، برابر با شمار الکترون‌ها در اتم نخستین عنصر واسطهٔ دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای باشد، شمار نوترون‌ها در اتم X کدام است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

۱) ۵۲ ۲) ۵۴ ۳) ۵۶ ۴) ۵۸

۸۳. عنصر E دارای دو ایزوتوپ ^{50}E و ^{54}E است. اگر جرم اتمی میانگین عنصر E برابر $52/4\ amu$ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون E^{2+} در ایزوتوپ با فراوانی بیشتر، برابر ۸ واحد باشد، نسبت شمار الکترون‌های با $n = 4$ به شمار الکترون‌های با $l = 2$ در اتم عنصر E کدام است؟

۱) $\frac{1}{10}$ ۲) $\frac{1}{5}$ ۳) $\frac{2}{5}$ ۴) $\frac{3}{10}$

فصل ۱۶:
حل سریع مسائل دو قسمتی

حل سریع مسائل دو قسمتی با استفاده از یک تکنیک منحصر به فرد

در کنکورهای چند سال اخیر تعداد زیادی مسئلهٔ استوکیومتری دو قسمتی ارائه شده است که حتی آماده‌ترین دانش‌آموزان نیز از روش‌های معمول، نمی‌توانند در کمتر از ۳ یا ۴ دقیقه به پاسخ مسئله برسند. امّا ما روشی ابداع کردیم که ضمن این‌که کاملاً علمی و مستدل است، می‌تواند شما را در کمتر از حتی نیم دقیقه به پاسخ درست برساند. در تکنیک منحصر به فردی که در این روش مورد استفاده قرار می‌دهیم، به معلومات و داده‌های مسئله کاری نداریم. بلکه صاف می‌رویم سراغ مجهول‌های مسئله: مجهول اول و مجهول دوم. در گام اول شمار مول مربوط به دو مادهٔ مجهول را با تکیه بر قواعد مربوط به موازنهٔ معادلهٔ واکنش و ضرایب استوکیومتری مواد مشخص می‌کنیم. آن‌گاه رابطهٔ نسبی دو مادهٔ مجهول را با واحدهای خواسته‌شده به دست می‌آوریم. پس از آن، گزینه‌ای را پیدا می‌کنیم که عددهای ارائه‌شده در آن با نسبت تعیین‌شده مطابقت داشته باشد. تمام!

تردیدی ندارم که با توضیح مختصری که در مورد نحوهٔ کار در استفاده از تکنیک یادشده دادیم، چیز زیادی نفهمیدید! خب، کاملاً طبیعی و بدیهی است. اگر توضیح بیشتری هم بدهیم، زیاد فرقی نخواهد کرد! بهترین کار این است که ضمن حل مسائل دو قسمتی کنکورهای دو سه سال اخیر، به آموزش این تکنیک بپردازیم.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱۰۸۱. اگر pH محلول اسید $HA(\alpha = ۰/۲)$ برابر ۱/۴ باشد، در ۲۰۰ میلی‌لیتر از آن، چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۸۰ درصد واکنش می‌دهد؟ (تجربی ۹۹)

$$NaHCO_۳(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

$$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۰/۰۴ ، ۳/۳۶ ۲) ۰/۰۲ ، ۴/۲۰ ۳) ۰/۰۲ ، ۳/۳۶ ۴) ۰/۰۴ ، ۴/۲۰

۱۰۸۲. اگر با وارد کردن یک تیغهٔ روی در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱/۲۵ مولار مس (II) سولفات، پس از ۵۰ دقیقه، واکنش پایان یافته باشد، تفاوت جرم تیغه پیش و پس از انجام واکنش، برابر چند گرم و سرعت متوسط مصرف فلز روی، برابر چند مول بر لیتر بر دقیقه است؟ (فرض شود که همهٔ ذرات مس آزاد شده بر سطح تیغهٔ روی نشسته است. $Cu = ۶۴, Zn = ۶۵ : g.mol^{-۱}$) (تجربی خارج ۱۴۰۰)

۱) ۰/۲۵ ، ۰/۰۵ ۲) ۰/۲۵ ، ۰/۰۲۵ ۳) ۱۶/۲۵ ، ۰/۰۲۵ ۴) ۱۶/۲۵ ، ۰/۰۵

۱۰۸۳. در اثر سوختن کامل ۸۹ گرم از یک نوع چربی $(C_xH_yO_۶)$ مطابق واکنش زیر، به‌ترتیب از راست به چپ، چند لیتر اکسیژن مصرف و چند مول گاز $CO_۲$ تولید می‌شود؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش، برابر ۲۵L فرض شود؛ $(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$ (تجربی خارج ۹۹)

$$mC_xH_yO_۶ + ۱۶۳O_۲ \rightarrow ۱۱۴CO_۲ + ۱۱۰H_۲O$$ (موازنهٔ معادلهٔ واکنش کامل شود.)

۱) ۵/۷ ، ۳۰۲/۷۵ ۲) ۷/۵ ، ۳۰۲/۷۵ ۳) ۵/۷ ، ۲۰۳/۷۵ ۴) ۷/۵ ، ۲۰۳/۷۵

فصل ۱

۱. گزینهٔ «۱» با توجه به رابطهٔ ارائه‌شـــده در درسنامه، به‌راحتی می‌توان عدد اتمی را حساب کرد:

$$\text{عدد اتمی} = \frac{\text{اختلاف تعداد نوترون و پروتون} - \text{عدد جرمی}}{۲}$$

$$\Rightarrow \text{عدد اتمی} = \frac{۲۰۹ - ۴۳}{۲} = ۸۳$$

۲. گزینهٔ «۲» اگر شمار پروتون و نوترون اتم ^{۸۰}X را به‌ترتیب با p و n نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} n + p = ۸۰ \\ p = \frac{۷}{۹}n \end{cases} \Rightarrow n + \frac{۷}{۹}n = ۸۰ \Rightarrow n = ۴۵$$

شمار ذرات زیراتمی یون $^{۷}_{۳}Li^{+}$ برابر است با: $۷ + ۳ - ۱ = ۹$

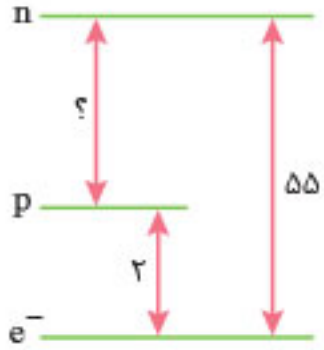
$$\Rightarrow \frac{\text{شمار نوترون‌های اتم } ^{۸۰}X}{\text{شمار ذرات زیراتمی یون } ^{۷}_{۳}Li^{+}} = \frac{۴۵}{۹} = ۵$$

۳. گزینهٔ «۲»

قسمت اول: • **روش اول** در کاتیون‌ها، همواره رابطهٔ زیر برقرار است:

$$Z = \frac{A - (\text{اختلاف } n \text{ و } e^{-}) + \text{بار}}{۲} = \frac{۲۶۹ - ۵۵ + ۲}{۲} = ۱۰۸$$

• **روش دوم** ابتدا با استفاده از طرح زیر، اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها را به دست می‌آوریم:



$$? = ۵۵ - ۲ = ۵۳$$

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توان نوشت:

$$Z = \frac{A - (\text{اختلاف } p \text{ و } n)}{۲} = \frac{۲۶۹ - ۵۳}{۲} = \frac{۲۱۶}{۲} = ۱۰۸$$

قسمت دوم: شمار نوترون‌های عنصر A برابر است با:

$$n = A - Z = ۲۶۹ - ۱۰۸ = ۱۶۱$$

۴. گزینهٔ «۴» شمار الکترون‌های یون $A^{۲-}$ برابر $p + ۲$ است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{e^{-}_{(A^{۲-})}}{\text{عدد جرمی عنصر } A} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{p + ۲}{n + p} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow n + p = ۲p + ۴$$

$$\Rightarrow n - p = ۴$$

۵. گزینهٔ «۱» ابتدا رابطهٔ شمار الکترون‌های هر کدام از یون‌ها را برحسب شمار پروتون‌های آن به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} ^{۶۵}A^{+} \Rightarrow e^{-}_{A^{+}} = p_A - ۱ \\ ^{۶۴}B^{۲+} \Rightarrow e^{-}_{B^{۲+}} = p_B - ۲ \end{cases} \xrightarrow{(e^{-}_{A^{+}}) - (e^{-}_{B^{۲+}}) = ۲}$$

$$(p_A - ۱) - (p_B - ۲) = ۲$$

$$\Rightarrow p_A - p_B = ۱$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $(A = n + p)$، می‌توان نوشت:

$$A_A - A_B = \underbrace{(n_A + p_A)}_{۶۵} - \underbrace{(n_B + p_B)}_{۶۴} = ۱$$

$$\Rightarrow (n_A - n_B) + \underbrace{(p_A - p_B)}_{۱} = ۱$$

$$\Rightarrow n_A - n_B = ۰$$

۶. گزینهٔ «۲» تعداد الکترون موجود در یون اگزالات $(C_۲O_۴^{۲-})$، صرف‌نظر از این‌که کدام ایزوتوپ‌ها از کربن و اکسیژن به کار رفته باشند، برابر است با:

$$\text{تعداد الکترون} = ۲(۶) + ۴(۸) + ۲ = ۴۶$$

اگر در ساختار یون اگزالات از ایزوتوپ‌های $^{۱۳}_{۶}C$ و $^{۱۶}_{۸}O$ استفاده شده باشد، تعداد نوترون نیز برابر ۴۶ خواهد بود:

$$\text{تعداد نوترون} = ۲(۱۳ - ۶) + ۴(۱۶ - ۸) = ۴۶$$

پس کمترین اختلاف میان شـــمار نوترون‌ها و الکترون‌ها می‌تواند برابر صفر باشـــد. امّا بیشـــترین اختلاف میان شـــمار نوترون‌ها و الکترون‌ها، در صورتی اســـت که از سنگین‌ترین ایزوتوپ‌ها یعنی $^{۱۴}_{۶}C$ و $^{۱۸}_{۸}O$ اســـتفاده شـــود که در این‌صورت شـــمار نوترون به‌صورت زیر خواهد بود:

$$^{۱۴}C, ^{۱۸}O$$

$$\Rightarrow C_۲O_۴^{۲-} \text{ شمار نوترون} = ۲(۱۴ - ۶) + ۴(۱۸ - ۸) = ۵۶$$

$$\Rightarrow \text{حداکثر اختلاف شمار نوترون و الکترون} = ۵۶ - ۴۶ = ۱۰$$

۷. گزینهٔ «۳» ابتدا شمار ذرات زیراتمی یون $^{۹۰}_{۴۰}A^{۲+}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$^{۹۰}_{۴۰}A^{۲+} \begin{cases} p = ۴۰ = e^{-}_{A^{۲+}} + ۲ \Rightarrow e^{-}_{A^{۲+}} = ۳۸ \\ n = A - p = ۹۰ - ۴۰ = ۵۰ \end{cases}$$

ذرات زیراتمی باردار، پروتون‌ها و الکترون‌ها هستند:

$$\Rightarrow A^{۲+} \text{ مجموع شمار ذرات باردار یون} = p + e^{-}$$

$$= ۴۰ + ۳۸ = ۷۸ \quad (*)$$

حالا می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{مجموع شمار ذرات باردار یون } A^{۲+}}{\text{شمار الکترون‌های یون } B^{۲+}(e^{-}_{B^{۲+}})} = ۳ \xrightarrow{(*)} e^{-}_{B^{۲+}} = \frac{۷۸}{۳} = ۲۶$$

در نتیجـــه، شـــمار پروتون‌هـــای هســـتهٔ اتـــم عنصـــر B برابر $p_B = e^{-}_{B^{۲+}} + ۲ = ۲۸$ است.

از طرفی اختلاف شـــمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم عنصر $^{۹۰}_{۴۰}A$ برابر است با:

$$n_A - p_A = ۵۰ - ۴۰ = ۱۰$$

اکنون می‌توان شمار نوترون‌های اتم عنصر B و در نهایت عدد جرمی آن را به دست آورد:

$$n_B = ۳(n_A - p_A) = ۳(۱۰) = ۳۰$$

$$\text{عدد جرمی عنصر } B = p_B + n_B \xrightarrow[n_B = ۳۰]{p_B = ۲۸} ۲۸ + ۳۰ = ۵۸$$

۸. گزینهٔ «۴» از آن‌جا که یون‌های ارائه‌شده بار منفی دارند، لازم است عدد جرمی بزرگ‌تر از ۳۵ باشد تا بتوانیم از رابطهٔ زیر برای تعیین عدد اتمی عنصر استفاده کنیم:

$$\text{عدد اتمی} = \frac{\text{عدد جرمی} - \text{شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها} + \text{اختلاف} + \text{مقدار جبری بار}}{۲}$$

پس در مورد یون $^{۷۹}A^{۲-}$ می‌توان از رابطهٔ فوق استفاده کرد:

$$\text{عدد اتمی } A = \frac{۷۹ - ۹ + (-۲)}{۲} = ۳۴$$

مطابق قاعده‌ای که در درسنامه هم گفتیم، اگر عدد جرمی آنیون از ۳۵ بیشتر نباشد، کافی است عدد جرمی را تقسیم بر ۲ کنیم تا جزء صحیح عدد به‌دست‌آمده، عدد اتمی عنصر مورد نظر را مشخص کند.

$$^{۳۱}B^{۳-} \Rightarrow \text{عدد اتمی} = [\frac{۳۱}{۲}] = [۱۵/۵] = ۱۵$$

بنابراین اختلاف عدد اتمی دو عنصر A و B برابر است با:

$$۳۴ - ۱۵ = ۱۹$$

۹. گزینهٔ «۲» اگر نیم‌عمر این عنصر را برابر T ساعت درنظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$m = \frac{m_۰}{۲^{(\frac{t}{T})}} \Rightarrow ۲۰ = \frac{۶۴۰}{۲^{(\frac{۲۰}{T})}} \Rightarrow T = ۴ \text{ (ساعت)}$$

۱۰. گزینهٔ «۳» پاسخ بدون استفاده از فرمول: در آغاز ۱۶۰ گرم $^{۳}_{۱}H$ داریم. هر ۱۲ سال که سپری شود، نصف اتم‌های $^{۳}_{۱}H$ متلاشی شده و نیم دیگر باقی می‌ماند. بازهٔ زمانی ۶۰ سال شامل ۵ تا ۱۲ سال است. پس ۵ بار مقدار $^{۳}_{۱}H$ موجود نصف می‌شود. بنابراین:

(در آغاز) ۱۶۰g —۱۲سال دیگر→ ۸۰g —۱۲سال دیگر→ ۴۰g —۱۲سال دیگر→ ۲۰g —۱۲سال دیگر→ ۱۰g —۱۲سال دیگر→ (پس از ۶۰ سال) ۵g

پاسخ با استفاده از فرمول:

$$m = \frac{m_۰}{۲^{(\frac{t}{T})}} = \frac{۱۶۰}{۲^{(\frac{۶۰}{۱۲})}} = \frac{۱۶۰}{۳۲} = ۵ \text{ g}$$

۱۱. گزینهٔ «۳»

• **روش اول** اگر نیم‌عمر عنصر مورد نظر برابر T ساعت باشد، می‌توان نوشت:

$$\frac{m_۰}{۲^{(\frac{۷۲}{T})}} = m \Rightarrow m_۰ = ۲^{(\frac{۷۲}{T})} \times m$$

$۹۳/۷۵٪$ از اتم‌های این عنصر در مدت $۷۲ = ۳ \times ۲۴$ ساعت متلاشی شده‌اند. نتیجه می‌شود که $۶/۲۵٪$ از اتم‌های آن پس از گذشت ۷۲ ساعت باقی مانده‌اند. بنابراین:

$$\frac{m}{m_۰} \times ۱۰۰ = ۶/۲۵ \Rightarrow \frac{m}{۲^{(\frac{۷۲}{T})} \times m} \times ۱۰۰ = ۶/۲۵$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲^{(\frac{۷۲}{T})}} = \frac{۶/۲۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow ۲^{(\frac{۷۲}{T})} = ۱۶$$

$$\Rightarrow ۲^{(\frac{۷۲}{T})} = ۲^{۴} \xrightarrow{\text{پایه‌ها برابر}} \frac{۷۲}{T} = ۴ \Rightarrow T = ۱۸ \text{ (ساعت)}$$

• **روش دوم** اگر جرم اولیهٔ عنصر پرتوزا مطرح نشده، اما درصد متلاشی‌شدن آن در یک بازهٔ زمانی معین، مشخص شده باشد، می‌توان جرم اولیهٔ عنصر پرتوزا را ۱۰۰ گرم فرض کرد. بنابراین:

$$m_۰ = ۱۰۰ \text{ g} \Rightarrow m = ۱۰۰ - ۹۳/۷۵ = ۶/۲۵ \text{ g}$$

$$\Rightarrow \frac{m_۰}{۲^{(\frac{۷۲}{T})}} = m \Rightarrow \frac{۱۰۰}{۲^{(\frac{۷۲}{T})}} = ۶/۲۵ \Rightarrow ۲^{(\frac{۷۲}{T})} = \frac{۱۰۰}{۶/۲۵} = ۱۶$$

$$\Rightarrow T = ۱۸ \text{ (ساعت)}$$

۱۲. گزینهٔ «۲» با توجه به نمودار می‌توان دریافت که حداکثر جرم متلاشی‌شدهٔ این رادیوایزوتوپ برابر ۱۶ گرم خواهد بود که با جرم اولیهٔ آن برابر است. (پس جرم اولیهٔ این رادیوایزوتوپ برابر ۱۶ گرم است.)

همچنین پس از ۹ روز، ۱۴ گرم از آن متلاشی شده است، یعنی ۲ گرم از آن به‌صورت فعال باقی مانده است، پس داریم:

۱۶ g —نیم‌عمر اول→ ۸ g —نیم‌عمر دوم→ ۴ g —نیم‌عمر سوم→ ۲ g

پس از ۳ نیم‌عمر، ۱۴ گرم متلاشی شده است.

$$\Rightarrow ۹ = ۳ \times T \Rightarrow T = ۳ \text{ روز}$$

$$\text{هر نیم‌عمر برحسب ساعت} = ۳ \times ۲۴ = ۷۲$$

۱۳. گزینهٔ «۱» برای متلاشی‌شدن ۹۳/۷۵ درصد از جرم عنصر پرتوزای M'، باید به اندازهٔ ۴ نیم‌عمر زمان بگذرد؛ زیرا:

$$M' \xrightarrow{T'} \frac{M'}{۲} \xrightarrow{T'} \frac{M'}{۴} \xrightarrow{T'} \frac{M'}{۸} \xrightarrow{T'} \frac{M'}{۱۶}$$

$$\text{جرم تجزیه‌شده} = M' - \frac{M'}{۱۶} = \frac{۱۵M'}{۱۶}$$

$$\text{درصد تجزیه‌شده} = \frac{\frac{۱۵M'}{۱۶}}{M'} \times ۱۰۰ = ۹۳/۷۵٪$$

همچنین برای متلاشی شدن ۷۵ درصد از جرم عنصر پرتوزای M، باید به اندازهٔ ۲ نیم‌عمر زمان بگذرد؛ زیرا:

$$M \xrightarrow{T} \frac{M}{۲} \xrightarrow{T} \frac{M}{۴}$$

$$\text{جرم تجزیه‌شده} = M - \frac{M}{۴} = \frac{۳M}{۴}$$

$$\text{درصد تجزیه‌شده} = \frac{\frac{۳M}{۴}}{M} \times ۱۰۰ = ۷۵٪$$

در نتیجه:

$$۴T' = ۲T \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{۱}{۲}$$

۱۴. گزینهٔ «۱»

قسمت اول: با توجه به نمودار مشـــاهده می‌شود که در مدت ۲۴ ساعت (معادل ۲ نیم‌عمر)، ۹ گرم از جرم عنصر پرتوزا متلاشی شده اســـت، همچنین جرم اولیهٔ عنصر برابر A گرم است؛ پس داریم:

$$A \xrightarrow{T} \frac{A}{2} \xrightarrow{T} \frac{A}{4} \Rightarrow A - \frac{A}{4} = 9$$

$$\Rightarrow \frac{3}{4}A = 9 \Rightarrow A = 12\,g$$

قسمت دوم:

نکته

حداکثر جرمی از عنصر که می‌تواند متلاشی شود، تقریبا برابر **همان جرم اولیهٔ عنصر پرتوزا (A)** است.

حالا زمان لازم برای این‌کـــه از ۱۲ گرم مقدار اولیهٔ عنصر پرتوزا، فقط ۰/۷۵ گرم آن باقی بماند را حساب می‌کنیم:

با توجه به این‌که در هر نیم‌عمر، جرم عنصر نصف می‌شـــود، می‌توان نتیجه گرفت که پس از گذشـــت ۴ نیم‌عمر، ۰/۷۵ گرم از جرم آن باقی‌می‌ماند: $12 \xrightarrow{T} 6 \xrightarrow{T} 3 \xrightarrow{T} 1/5 \xrightarrow{T} 0/75$

$$\text{زمان} = 4 \times 12 = 48\,(\text{ساعت}) = 2\,(\text{شبانه روز})$$

۱۵. گزینهٔ «۳» اتم ${}^{2z}_{z}A$ دارای Z عدد پروتون، Z عدد نوترون و Z عدد الکترون است. بنابراین:

$$\frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم اتم A}} = \frac{(Z \times \frac{1}{2000})\,amu}{(2Z)\,amu + (Z \times \frac{1}{2000})\,amu}$$

$$\simeq \frac{Z \times \frac{1}{2000}}{2Z} = \frac{1}{4000}$$

ترفند محاسباتی

به مخرج کسر توجه کنید: $(2Z + \frac{1}{2000}Z)$، خُب! جملهٔ اول ۴۰۰۰ برابر بزرگ‌تر از جملهٔ دوم است، پس از جملهٔ دوم در برابر جملهٔ اول با تقریب بسیار خوبی می‌توان صرف‌نظر کرد که در این‌صورت، مخرج کسر برابر 2Z می‌شود.

۱۶. گزینهٔ «۳» از روی شـــمارهٔ دوره و گروه عنصر A، می‌توان عدد اتمی آن را به‌دست آورد. عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ ۴ (که در گروه ۱۸ قرار دارد)، برابر ۳۶ ($_{36}Kr$) اســـت. عنصر A که در گروه ۱۶ قرار دارد، ۲ خانه عقب‌تر از گاز نجیب دورهٔ ۴ قرار دارد؛ بنابراین عدد اتمی عنصر A برابر ۳۴ اســـت؛ پس در هســـتهٔ اتم عنصر A، ۳۴ پروتون وجود دارد. حالا با توجه به داده‌های مربوط به A^{2-}، شمار نوترون آن را به‌دست می‌آوریم:

$$A^{2-}: n - e^- = q\,,\ e^- - p = 2 \Rightarrow e^- - 34 = 2 \Rightarrow e^- = 36$$

$$\Rightarrow n - 36 = 9 \Rightarrow n = 45$$

از آن‌جـــا که جرم هر نوترون در حدود 1amu اســـت؛ پس جرم نوترون‌های A و همین‌طور A^{2-} در حدود 45 amu است.

۱۷. گزینهٔ «۱» ابتدا عدد جرمی عنصر X را به‌دست می‌آوریم:

$$Z = \frac{A - (\text{اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها}) \text{ بار} +}{2}$$

$$\Rightarrow 35 = \frac{A - 9 + (-1)}{2} \Rightarrow A = 80$$

پس در هستهٔ اتم عنصر X، مجموعاً ۸۰ پروتون و نوترون وجود دارد؛ پس جرم هر اتم از این عنصر برابر است با:

$$?g = 80\,amu \times \frac{1/66 \times 10^{-24}\,g}{1\,amu} = 1/328 \times 10^{-22}\,g$$

۱۸. گزینهٔ «۱» اتـــم ${}^{3}_{1}H$ دارای یک پروتـــون، دو نوترون و یک الکترون است، بنابراین:

$$\text{جرم } {}^{3}_{1}H = (1840) \times (0/00054) \times (1/66 \times 10^{-24}\,g)$$

$$+ (2(1850) \times (0/00054) \times (1/66 \times 10^{-24}\,g))$$

$$+ ((0/00054) \times (1/66 \times 10^{-24}\,g))$$

اگر از عوامل مشترک ۳ جمله فاکتور بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{جرم } {}^{3}_{1}H = (0/00054)(1/66 \times 10^{-24})(1840 + 2(1850) + 1)$$

$$= (54 \times 10^{-5}) \times (166 \times 10^{-26}) \times (5541)$$

$$= (54) \times (166) \times (55/41) \times (10^{-31}) \simeq 4/97 \times 10^{-24}$$

ترفند محاسباتی

بـــا توجه به کلمـــهٔ تقریب در صورت تســـت و اختلاف کافی گزینه‌هـــا با یکدیگر، از تکنیک رُنداســـیون اســـتفاده کرده و محاسبات را ساده‌تر می‌کنیم.

عدد ۱۶۶ حدود سه برابر عدد ۵۴ است؛ پس ۴ واحد از ۵۴ کم کرده و ۴×۳ یا ۱۲ واحد به ۱۶۶ اضافه می‌کنیم:

$$= 55/41 \times 50 \times 178 \times 10^{-29}$$

عدد ۱۷۸ از ســـه برابر عدد ۵۵/۴۱ اندکی بیشـــتر است؛ پس ۵/۴۱ واحد از ۵۵/۴۱ کم کرده و ۲۰ واحد به ۱۷۸ اضافه می کنیم:

$$= 50 \times 50 \times 198 \times 10^{-29} = 25 \times 198 \times 10^{-27}$$

حالا با اســـتفاده از تکنیک تقریب، عدد ۱۹۸ را ۲۰۰ درنظر می‌گیریم؛ اما یادمان باشـــد که پاسخ واقعی از آن‌چه به دست می‌آید، قدری کمتر است:

$$= 25 \times 200 \times 10^{-27} = 5000 \times 10^{-27} = 5 \times 10^{-24}$$

جـــواب باید اندکی کمتر از این باشـــد. ⇐ گزینهٔ «۱»؛ یعنی $4/96 \times 10^{-24}$

۱۹. گزینهٔ «۴» ابتدا عدد اتمی عنصر X را به‌دست می‌آوریم.

$$n-e^-=۶\,,\,e^-=p-۲\Rightarrow n-(p-۲)=۶\Rightarrow n-p=۴$$

$$\Rightarrow \text{عدد اتمی}=\frac{\text{عدد جرمی}-(\text{اختلاف شمار n و p})}{۲}$$

$$=\frac{۴۸-۴}{۲}=۲۲$$

پس اتم X دارای ۲۲ پروتون است؛ بنابراین یون X^{2+} دارای ۲۰ الکترون است. جرم هر پروتون و نوترون در حدود ۱amu است؛ بنابراین جرم هر الکترون در حدود $\frac{۱}{۱۸۰۰}$ amu خواهد بود و می‌توان نوشت:

جرم الکترون‌های موجود در ۹ میلیون یون X^{2+}

$$=۹\times۱۰^۶\times۲۰\times\frac{۱}{۱۸۰۰}\text{amu}=۱۰^۵\text{amu}$$

۲۰. گزینهٔ «۴»

قسمت اول: در واقع باید حساب کنیم جرم چه تعداد الکترون معادل ۰/۱ میلی‌گرم است. اگر تعداد الکترون‌های جداشده را x درنظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$x(۹\times۱۰^{-۲۸})=۰/۱\times۱۰^{-۳}\Rightarrow x=\frac{۱}{۹}\times۱۰^{۲۴}=\frac{۱۰}{۹}\times۱۰^{۲۳}$$

ترفند محاسباتی

لزومی نداره جواب دقیق نهایی را به‌دست بیاری! خُب! $\frac{۱۰}{۹}$ کمی از یک بیشتره.
پس جواب میشه یک و خرده‌ای ضرب در $۱۰^{۲۳}$ ⟸ گزینهٔ «۲» یا «۴».

قسمت دوم: $۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$ الکترون داریم که هر کدام $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C$ بار دارند.

بار کل این تعداد الکترون را حساب می‌کنیم:

$$\text{بار کل الکترون‌ها}=۱/۱۱\times۱/۶\times۱۰^{۴}\,C=۱/۱۱\times۱/۶\times۱۰^{۲۳}\times۱۰^{-۱۹}$$

ترفند محاسباتی

نیازی به ضرب ۱/۱۱ در ۱/۶ نیست. خب! ۱/۱ عدد ۱/۶ که اگر آن را به ۱/۶ اضافه کنیم، حاصل می‌شه ۱/۷۶ ⟸ گزینهٔ «۴»

۲۱. گزینهٔ «۳» جرم اتمی $C^{۱۲}$، ۰/۳ جرم اتمی A است؛ پس جرم اتمی A، $\frac{۱۰}{۳}$ جرم اتمی $C^{۱۲}$ است.

$$\text{جرم اتمی A}=\frac{۱۰}{۳}\times۱۲=۴۰\,\text{amu}$$

به همین ترتیب می‌توان نوشت:

$$\text{جرم اتمی }AB_۲=\frac{۱۰۰}{۶}\times۱۲=۲۰۰\,\text{amu}$$

حالا می‌توان جرم اتمی B را حساب کرد:

$$AB_۲=۲۰۰=۴۰+۲B\Rightarrow B=۸۰\,\text{amu}$$

۲۲. گزینهٔ «۳»

$$\frac{\text{جرم }^{۱۲}C}{\text{جرم }Br_۲}=\frac{۷۵}{۱۰۰۰}\Rightarrow \text{جرم }Br_۲=\frac{۱۰۰۰\times۱۲}{۷۵}=۱۶۰\Rightarrow Br=۸۰$$

$$\frac{\text{جرم }^{۱۲}C}{\text{جرم As}}=۰/۱۶\Rightarrow \text{جرم اتم As}=\frac{۱۲}{۰/۱۶}=۷۵$$

$$\Rightarrow AsBr_۳=۷۵+۳(۸۰)=۳۱۵\,\text{amu}$$

۲۳. گزینهٔ «۱» $\frac{۲}{۷}$ جرم ترکیب را O تشکیل می‌دهد؛ پس $\frac{۵}{۷}$ جرم ترکیب هم به X تعلق دارد؛ بنابراین نسبت جرم O به جرم X در ترکیب، برابر $\frac{۲}{۵}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم X}}=\frac{۳\times۱۶}{۲\times M_X}=\frac{۲}{۵}\Rightarrow M_X=۶۰\,\text{amu}$$

$$\text{عدد اتمی X}=\frac{A-(\text{اختلاف n و p})}{۲}=\frac{۶۰-۶}{۲}=۲۷$$

$\Rightarrow$ دورهٔ چهارم جدول

۲۴. گزینهٔ «۱» ابتدا جرم اتمی عنصر B را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی عنصر B}=\frac{\text{جرم عنصر B}}{\text{جرم کل ترکیب}}\times۱۰۰$$

$$\Rightarrow ۳۶=\frac{۲\times M_B}{(۲\times M_B)+(۳\times۳۲)}\times۱۰۰\Rightarrow M_B=۲۷\,\text{amu}$$

حالا می‌توان خواستهٔ مسئله را به‌دست آورد:

$$M_B+M_S=۲۷+۳۲=۵۹\,\text{amu}$$

۲۵. گزینهٔ «۲» جرم $C^{۱۲}$ برابر ۱۲ amu است. بنابراین:

$$SCO\Rightarrow\frac{۱۲}{S+O+۱۲}=\frac{۲۰}{۱۰۰}\Rightarrow S+O=۴۸\,\text{amu}$$

$$SO_۳\Rightarrow\frac{۳O}{S+۳O}=\frac{۶۰}{۱۰۰}\Rightarrow S=۲O$$

اگر در معادلهٔ «$S+O=۴۸$»، به جای S، $۲O$ قرار داده شود:

$$\Rightarrow ۲O+O=۴۸\Rightarrow O=۱۶\,\text{amu}\,,\,S=۳۲\,\text{amu}$$

حالا نسبت جرم $S_۸$ به $SO_۲$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{S_۸}{SO_۲}=\frac{۸(۳۲)}{۳۲+۲(۱۶)}=\frac{۸(۳۲)}{۶۴}=۴$$

۲۶. گزینهٔ «۲» اگر عدد جرمی اتم‌های A، B و D برحسب amu را به‌ترتیب a، b و d درنظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}a+۳b=۸۴\,\text{amu}\\ ۲a+۳d=۱۵۰\,\text{amu}\\ d+۲b=۷۰\,\text{amu}\end{cases}\xrightarrow{\text{حل دستگاه}}\begin{cases}a=۲۷\\ b=۱۹\\ d=۳۲\end{cases}$$

بنابراین مجموع پروتون‌ها و نوترون‌های سه اتم a، b و d روی هم در حدود amu $(۲۷+۱۹+۳۲)$ یا ۷۸ amu جرم دارند. می‌توان نتیجه گرفت:

$$\text{مجموع جرم پروتون‌های سه اتم}\simeq ۷۸-۴۰=۳۸\,\text{amu}$$

بخش ۵

۲۷. گزینهٔ «۲» شکل ارائه‌شده نشان می‌دهد که ۲۴ اتم از کل ۳۰ اتم بور، به ایزوتوپ ^{11}B اختصاص دارد. بنابراین به راحتی می‌توان درصد فراوانی ^{11}B در نمونهٔ ارائه شده را حساب کرد:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } ^{11}B = \frac{24}{30}\times 100 = 80\ \%$$

برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین بور باید توجه کنیم که از ۳۰ اتم بور، ۶ اتم به $^{10}_{5}B$ و بقیه یعنی ۲۴ اتم به $^{11}_{5}B$ اختصاص دارد. بنابراین:

$$\text{جرم اتمی میانگین بور} = 10+\frac{24}{30}(11-10) = 10/8\ \text{amu}$$

تذکر

متأسفانه در صورت این تست که در کنکور ارائه شده بود، پایداری دو ایزوتوپ غیر پرتوزای بور ۱۰ و ۱۱ مورد سؤال قرار گرفته شده بود. لازم است بدانید که مقایسهٔ پایداری ایزوتوپ‌های غیرپرتوزا از یک عنصر جایز نیست و فقط در صورتی می‌توان پایداری دو ایزوتوپ از یک عنصر را مورد مقایسه قرار داد که حداقل یکی از آن‌ها ناپایدار و به عبارتی پرتوزا باشد. به‌دلیل پرتوزا نبودن هیچ‌یک از دو ایزوتوپ $^{11}_{5}B$ و $^{10}_{5}B$، اصولاً مقایسهٔ پایداری آن‌ها درست نیست، زیرا با گذشت زمان، از مقدار هیچ یک از دو ایزوتوپ کاسته نمی‌شود. بنابراین، برای جلوگیری از مسموم شدن ذهن دانش‌آموزان، ناگزیر شدیم قسمتی از تست را اصلاح کرده و تغییر دهیم.

۲۸. گزینهٔ «۲»

• **روش اول** راه‌حل تشریحی و طولانی که در کتاب درسی و بسیاری از کتاب‌های کمک آموزشی ارائه شده است:

$$(\bar{M}) = \frac{M_1\cdot F_1 + M_2\cdot F_2}{100},\ F_1 = x \Rightarrow F_2 = 100-x$$

$$\Rightarrow 14/2 = \frac{(14\times x)+[16\times(100-x)}{100}$$

$$\Rightarrow 14x+1600-16x = 1420$$

$$\Rightarrow 2x = 180 \Rightarrow x = 90 = F_1 \Rightarrow F_2 = 100-90 = 10\ \%$$

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

• **روش دوم** اگر ایزوتوپ‌های دارای جرم M_1 و M_2 به‌ترتیب دارای فراوانی $\frac{F_1}{100}$ و $\frac{F_2}{100}$ باشند، جرم اتمی میانگین عنصر از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = (\bar{M}) = M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)$$

$$\Rightarrow (\bar{M}) = 14/2 = 14+\frac{F_2}{100}(16-14)$$

$$\Rightarrow 1420 = 1400+2F_2 \Rightarrow F_2 = 10\ \%$$

$$\Rightarrow F_1 = 100-10 = 90 \Rightarrow \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

۲۹. گزینهٔ «۳» ابتدا درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$109/92 = 108+\frac{F_2}{100}(111-108)$$

$$\Rightarrow F_2 = 64\ \% \xrightarrow{F_1+F_2=100\ \%} F_1 = 36\ \%$$

حالا شمار ایزوتوپ‌های سبک‌تر را در نمونهٔ طبیعی آن به‌دست می‌آوریم:

$$\text{تعداد ایزوتوپ‌های سبک‌تر} = 200\times\frac{36}{100} = 72$$

۳۰. گزینهٔ «۲» جرم هر کدام از ترکیب‌ها را به‌صورت جداگانه حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{سبک‌ترین}: 24+2\times 35 = 94 \\ \text{سنگین‌ترین}: 26+2\times 37 = 100 \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow \text{تفاوت} = 100-94 = 6$$

۳۱. گزینهٔ «۳» ابتدا درصد فراوانی ایزوتوپ وسطی (Y) را به‌دست می‌آوریم:

$$F_1+F_2+F_3 = 100 \Rightarrow 60+F_2+10 = 100 \Rightarrow F_2 = 30\ \%$$

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر، جرم اتمی میانگین عنصر E را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{M} = X+\frac{30}{100}(Y-X)+\frac{10}{100}(Z-X)$$

$$\Rightarrow \bar{M} = X+\frac{3Y-3X}{10}+\frac{Z-X}{10} = \frac{6X+3Y+Z}{10}$$

۳۲. گزینهٔ «۳» ابتدا درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را برحسب درصد فراوانی ^{26}E به‌دست می‌آوریم: $F_1+F_2+F_3 = 100$

$$\Rightarrow 30+F_2+F_3 = 100 \Rightarrow F_3 = 70-F_2$$

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر، درصد فراوانی ^{26}E (F_2) را حساب می‌کنیم:

$$26 = 24+\frac{F_2}{100}(26-24)+\frac{70-F_2}{100}(28-24)$$

$$\Rightarrow F_2 = 40\ \%$$

۳۳. گزینهٔ «۴» ابتدا جرم مولی مولکول‌های کلر را محاسبه می‌کنیم:

$$\Rightarrow 37+37 = 74\ \text{g.mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow 35+37 = 72\ \text{g.mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow 35+35 = 70\ \text{g.mol}^{-1}$$

طبق شکل، درصد فراوانی هر مولکول را به‌دست می‌آوریم:

$$74 \rightarrow 70\ \%$$

$$72 \rightarrow 20\ \%$$

$$70 \rightarrow 10\ \%$$

سپس جرم مولی میانگین را محاسبه می‌کنیم:

$$\Rightarrow 70+\frac{20}{100}(72-70)+\frac{70}{100}(74-70) = 73/2\ \text{g.mol}^{-1}$$

۳۴. گزینهٔ «۲» اگر درصد فراوانی ایزوتوپ ^{x}A را برابر X درصد درنظر بگیریم، داریم:

$$\begin{cases} F(^{x}A)=X \\ F(^{y}A)=5F(^{x}A)=5X \\ F(^{z}A)=2F(^{y}A)=2\times 5X=10X \end{cases}$$

مجموع درصد فراوانی‌های ایزوتوپ‌ها برابر ۱۰۰ است:

$$F(^{x}A)+F(^{y}A)+F(^{z}A)=100$$
$$\Rightarrow X+5X+10X=100 \Rightarrow 16X=100$$
$$\Rightarrow X=F(^{x}A)=6/25\%$$
$$\Rightarrow F(^{y}A)=5\times 6/25=31/25\%$$

اختلاف درصد فراوانی ^{x}A و ^{y}A $=31/25-6/25=25\%$

۳۵. گزینهٔ «۲»

استراتژی حل

ابتدا با توجه به عدد جرمی و درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها، جرم اتمی میانگین هر یک از دو عنصر A و X را محاسبه می‌کنیم. سپس با توجه به فرمول A_2X_3 جرم مولی آن را از روی جرم‌های اتمی میانگین A و X حساب می‌کنیم.

• **روش اول**

$$\text{جرم اتمی میانگین } A=\frac{(45\times 10)+(47\times 90)}{100}$$
$$\Rightarrow \frac{450+4230}{100}=\frac{4680}{100}=46/8$$

• **روش دوم** راه کوتاه‌تری برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین هم هست:

$$\text{جرم اتمی میانگین } A=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)$$
$$\Rightarrow 45+\frac{90}{100}(47-45)=46/8$$

جرم اتمی میانگین X را هم از همین رابطه حساب می‌کنیم:

$$\bar{M}_X=35+\frac{80}{100}(37-35)=35+1/6=36/6$$

حالا جرم مولی A_2X_3 را از روی جرم‌های اتمی میانگین A و X حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی } A_2X_3=2(46/8)+3(36/6)=203/4\ g.mol^{-1}$$

۳۶. گزینهٔ «۳»

• **روش اول** ابتدا درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$F_1=4F_3\ ,\ F_2=3F_3 \Rightarrow F_1+F_2+F_3=100$$
$$4F_3+3F_3+F_3=100 \Rightarrow F_3=12/5\%$$
$$F_1=4\times 12/5=50\%\ ,\ F_2=3\times 12/5=37/5\%$$

اکنون می‌توان جرم اتمی میانگین عنصر A را به‌دست آورد:

$$A=35+\frac{37/5}{100}(36-35)+\frac{12/5}{100}(37-35)$$
$$=35/625\ amu$$

• **روش دوم** بدون به‌دست آوردن درصد فراوانی هر ایزوتوپ می‌توان جرم اتمی میانگین را محاسبه کرد: $F_1=4F_3\ ,\ F_2=3F_3$

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}=$$
$$\frac{35(4F_3)+36(3F_3)+37(F_3)}{4F_3+3F_3+F_3}=\frac{35(4)+36(3)+37(1)}{8}$$
$$=35/625$$

۳۷. گزینهٔ «۲» ابتدا باید جرم اتمی میانگین منیزیم را حساب کنیم:

$$(\bar{M})=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)$$
$$(\bar{M})=24+\frac{10}{100}(25-24)+\frac{11}{100}(26-24)$$
$$=24/32\ g.mol^{-1}$$

البته چون به جای جرم اتمی هر ایزوتوپ، عدد جرمی آن را نوشتیم، مقادیر حاصل تقریبی هستند. حالا جرم مولی MgF_2 را (با تقریب) به‌دست می‌آوریم:

$$MgF_2 \Rightarrow \text{جرم مولی} \simeq 24/32+2(19)\simeq 62/32\ g.mol^{-1}$$

واضح است که جواب دقیق‌تر، ۶۲/۲۸ است که در گزینهٔ «۲» آمده است. بهترین عنوان برای شگرد ریاضی که در این‌جا استفاده کردیم، شگرد درایت است. هر کس یه ذره درایت به خرج بده، به جای عددهای ناجور جرم اتمی، همان عدد جرمی‌ها را مورد استفاده قرار می‌ده که بسیار نزدیک به هم‌اند.

۳۸. گزینهٔ «۲» عدد اتمی عنصر X_{12} برابر ۱۲ است.

چون در ایزوتوپ X_1، اختلاف n و p برابر صفر است؛ پس:

$$n=p=12 \Rightarrow X_1=12+12=24\ amu$$

در ایزوتوپ X_2، تعداد n یک واحد از p بیشتر است؛ پس:

$$p=12 \Rightarrow n=12+1=13 \Rightarrow X_2=12+13=25\ amu$$

در ایزوتوپ X_3 نیز تعداد n دو واحد از p بیشتر است؛ پس:

$$p=12 \Rightarrow n=12+2=14 \Rightarrow X_3=12+14=26\ amu$$

در نتیجه جرم اتمی میانگین عنصر X برابر است با:

$$X=24+\frac{10}{100}(25-24)+\frac{11}{100}(26-24)=24/32\ amu$$

۳۹. گزینهٔ «۳» درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ را x می‌گیریم، همچنین ایزوتوپ با ۱۳ نوترون، $^{25}_{12}Mg$ $(25-12=13)$ است.

اگر درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ را برابر x درنظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} {}^{26}Mg=x \\ {}^{25}Mg=x+8 \\ {}^{24}Mg=x+86 \end{array}\right\} \Rightarrow x+(x+8)+(x+86)=100$$
$$\Rightarrow x=2\%$$

بخش ۵

پس فراوانی $^{24}_{12}Mg$ برابر $88\% + 2 + 86 = 88\%$ و شمار آن در نمونهٔ ۲۰۰ تایی از ایزوتوپ‌های عنصر منیزیم، برابر است با:

$$\text{تعداد } {}^{24}Mg = 200 \times \frac{88}{100} = 176$$

۴۰. گزینهٔ «۲» اگر شمار نوترون‌های سبک‌ترین ایزوتوپ را برابر n درنظر بگیریم، می‌توان نوشت: $n + (n+2) + (n+4) = 96$

$$\Rightarrow n = 30 \begin{cases} Z_1 = 30 + 30 = 60 \\ Z_2 = 30 + 32 = 62 \\ Z_3 = 30 + 34 = 64 \end{cases}$$

حالا درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$F_3 = F_1 + 15 = F_2 + 5 \Rightarrow F_2 = F_1 + 10$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow F_1 + (F_1 + 10) + (F_1 + 15) = 100$$

$$\Rightarrow F_1 = 25\% \Rightarrow F_2 = 25 + 10 = 35\%$$

$$\Rightarrow F_3 = 25 + 15 = 40\%$$

در نتیجه جرم اتمی میانگین عنصر Z برابر خواهد بود با:

$$Z = 60 + \frac{35}{100}(62 - 60) + \frac{40}{100}(64 - 60) = 62/3 \text{ amu}$$

۴۱. گزینهٔ «۲» فراوانی ایزوتوپ‌ها به قرار زیر می‌باشند:

$$\begin{cases} \left.\begin{matrix} {}^{49}A \to 65 - x \\ {}^{51}A \to x \end{matrix}\right\} \to \text{جمعاً } 65\% \\ {}^{53}A \to 15 \\ {}^{54}A \to 20 \end{cases}$$

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

$$50/95 = 49 + \frac{x}{100}(51 - 49) + \frac{15}{100}(53 - 49) + \frac{20}{100}(54 - 49)$$

$$^{51}A \text{ فراوانی ایزوتوپ} \Rightarrow x = 17/5\%$$

$$^{49}A \text{ فراوانی ایزوتوپ} \Rightarrow 65 - 17/5 = 47/5\%$$

۴۲. گزینهٔ «۴» مجموع تعداد ایزوتوپ‌های نشان داده شده در شکل برابر ۳۰ است. اگر تعداد ایزوتوپ‌های ^{27}X (سیاه رنگ) را برابر x فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{x}{30}(M_2 - M_1) \Rightarrow 26/7 = 24 + \frac{x}{30}(27 - 24)$$

$$\Rightarrow x = 27 \Rightarrow \begin{cases} \text{تعداد دایرهٔ سیاه} = 27 \\ \text{تعداد دایرهٔ سفید} = 3 \end{cases}$$

۴۳. گزینهٔ «۳» ابتدا نسبت مساحت دو دایره را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{مساحت دایرهٔ بزرگ}}{\text{مساحت دایرهٔ کوچک}} = \frac{\pi \times 4^2}{\pi \times 3^2} = \frac{16}{9}$$

پس اگر شمار کل ایزوتوپ‌ها را برابر ۲۵ واحد درنظر بگیریم، ۱۶ واحد آن مربوط به ^{86}X و ۹ واحد آن مربوط به ^{84}X است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$A = M_1 + \frac{F_2}{F_1 + F_2}(M_2 - M_1) = 84 + \frac{16}{16 + 9}(86 - 84)$$

$$= 85/28 \text{ amu}$$

۴۴. گزینهٔ «۳» اگر درصد فراوانی ^{37}M را برابر F و درصد فراوانی ^{35}M را برابر $100 - F$ درنظر بگیریم؛ با توجه به رابطهٔ جرم اتمی میانگین، مقدار F را محاسبه می‌کنیم:

$$\Rightarrow 35/5 = 35 + \frac{F}{100}(37 - 35)$$

$$\Rightarrow 0/5 = \frac{2F}{100} \Rightarrow F = 25\%$$

در نتیجه، فراوانی ایزوتوپ‌های ^{37}M و ^{35}M به‌ترتیب ۲۵ و ۷۵ درصد است. از آن‌جایی که درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها، متناسب با مساحت هر قسمت است؛ پس با استفاده از آن، مقدار x را محاسبه می‌کنیم.

$$^{37}M \text{ درصد فراوانی} = \frac{\text{مساحت دایرهٔ کوچک}}{\text{مساحت دایرهٔ بزرگ}} \times 100$$

$$\Rightarrow 25 = \frac{\pi \times x^2}{\pi \times 4^2} \times 100 \Rightarrow x^2 = 4 \Rightarrow x = 2 \text{ cm}$$

۴۵. گزینهٔ «۲» ابتدا حالت‌های مختلف تشکیل مولکول $BrCl$ با ایزوتوپ‌های مختلف را نوشته و درصد فراوانی هر مولکول را به‌صورت جداگانه به‌دست می‌آوریم:

$$^{79}Br - {}^{35}Cl \begin{cases} M = 79 + 35 = 114 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{درصد فراوانی} = (\frac{50}{100} \times \frac{75}{100}) \times 100 = 37/5\% \end{cases}$$

$$^{79}Br - {}^{37}Cl \begin{cases} M = 79 + 37 = 116 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{درصد فراوانی} = (\frac{50}{100} \times \frac{25}{100}) \times 100 = 12/5\% \end{cases}$$

$$^{81}Br - {}^{35}Cl \begin{cases} M = 81 + 35 = 116 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{درصد فراوانی} = (\frac{50}{100} \times \frac{75}{100}) \times 100 = 37/5\% \end{cases}$$

$M = 116$ (جرم‌مولی)

$\Rightarrow$ جمع درصدفراوانی مولکول‌های $BrCl = 37/5 + 12/5 = 50\%$

$$^{81}Br - {}^{37}Cl \begin{cases} M = 37 + 81 = 118 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{درصد فراوانی} = (\frac{50}{100} \times \frac{25}{100}) \times 100 = 12/5\% \end{cases}$$

توزیع صحیح درصد فراوانی مولکول‌های $BrCl$ قابل تهیه از ایزوتوپ‌های نامبرده، در گزینهٔ «۲» مشاهده می‌شود.

۴۶. گزینهٔ «۲» در رابطهٔ مربوط به نیم‌عمر، به جای جرم اولیهٔ رادیوایزوتوپ و جرم ثانویهٔ آن، می‌توان فراوانی اولیه و فراوانی ثانویهٔ رادیوایزوتوپ را هم قرار داد. زیرا زمانی که ۵۰ درصد از جرم اولیه رادیوایزوتوپ در نمونهٔ مورد آزمایش کاسته می‌شود، در همان زمان، فراوانی آن در نمونه نیز نصف می‌شود. با توجه به رابطهٔ زیر و برابر بودن فراوانی اولیهٔ دو ایزوتوپ می‌توان نوشت:

(F : فراوانی، n : تعداد نیم‌عمر، t : زمان کل، T : زمان نیم‌عمر)

$$F_{(\text{ثانویه})}=\frac{F_{(\text{اولیه})}}{2^{n}}\begin{cases}F_{(X_2\ \text{ثانویهٔ})}=\dfrac{F_{(X_2\ \text{اولیهٔ})}}{2^{n_2}}\\ F_{(X_1\ \text{ثانویهٔ})}=\dfrac{F_{(X_1\ \text{اولیهٔ})}}{2^{n_1}}\end{cases}$$

$$\Rightarrow F_{(X_2\ \text{اولیهٔ})}=F_{(X_1\ \text{اولیهٔ})}$$

$$\Rightarrow F_{(X_2\ \text{ثانویهٔ})}\times 2^{n_2}=F_{(X_1\ \text{ثانویهٔ})}\times 2^{n_1}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{(X_2\ \text{ثانویهٔ})}}{F_{(X_1\ \text{ثانویهٔ})}}=\frac{2^{n_1}}{2^{n_2}}=128=2^{7}\Rightarrow 2^{n_1-n_2}=2^{7}$$

$$\Rightarrow n_1-n_2=7$$

$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow \frac{t}{T_1}-\frac{t}{T_2}=7\Rightarrow \frac{t}{2000}-\frac{t}{4000}=7$$

$$\Rightarrow t=28000\ (\text{۲۸ هزار سال})$$

۴۷. گزینهٔ «۲»

قسمت اول: از ۴۰ اتم نشان‌داده‌شده در نمونه، ۸ اتم پرتوزا هستند.

بنابراین: $\frac{8}{40}\times 100=20\ \%=$ درصد اتم‌های پرتوزا در آغاز

قسمت دوم: پس از گذشت ۱۵ سال که معادل ۳ برابر نیم‌عمر ایزوتوپ اتم $^{B}_{Z}X$ است، از ۸ اتم $^{B}_{Z}X$، فقط یک اتم باقی می‌ماند:

$$8\ \text{atom}\xrightarrow{\text{پس از ۵ سال}}4\ \text{atom}\xrightarrow{\text{پس از ۵ سال}}2\ \text{atom}\xrightarrow{\text{پس از ۵ سال}}1\ \text{atom}$$

بنابراین، پس از ۱۵ سال، ۷ اتم $^{B}_{Z}X$ متلاشی شده و از ۳۳ اتم باقی‌مانده از عنصر X ، فقط یک اتم پرتوزای $^{B}_{Z}X$ باقی مانده است. در آن شرایط:

$$\begin{pmatrix}\text{درصد اتم پرتوزای } ^{B}_{Z}X\\ \text{در مخلوط باقی‌مانده}\end{pmatrix}=\frac{1}{33}\times 100\simeq 3\%$$

۴۸. گزینهٔ «۱» جرم دو نمونهٔ «۱» و «۲» برابر است. پس نمونهٔ «۱» به دلیل جرم اتمی بیشتر سدیم نسبت به نئون، شمار اتم‌های کمتری دارد.

جرم دو نمونهٔ «۳» و «۴» برابر است. پس نمونهٔ «۳» به دلیل جرم اتمی بیشتر لیتیم نسبت به هلیم، شمار اتم‌های کمتری دارد.

شمار اتم‌ها در دو نمونهٔ «۱» و «۳» را حساب می‌کنیم تا مشخص شود کدام‌یک دارای شمار اتم‌های کمتری است.

$$92\ \text{g Na}\times\frac{1\ \text{mol Na}}{23\ \text{g Na}}=4\ \text{mol Na}$$

$$35\ \text{g Li}\times\frac{1\ \text{mol Li}}{7\ \text{g Li}}=5\ \text{mol Li}$$

نمونه‌ای که شمار مول‌های کمتری دارد، شمار اتم‌های آن نیز کمتر است. پس شمار اتم‌ها در نمونهٔ «۱» کمتر است.

۴۹. گزینهٔ «۱»

• **روش اول** ابتدا شمار اتم‌ها در سیم آلومینیمی را به‌دست می‌آوریم:

$$?\ \text{atom}=729\ \text{g Al}\times\frac{1\ \text{mol Al}}{27\ \text{g Al}}\times\frac{N_A\ \text{Al}}{1\ \text{mol Al}}$$

$$=27N_A\ \text{Al}$$

پس مجموع شمار اتم‌های آهن در قوطی‌های آهنی برابر $\frac{27}{3}N_A=9N_A$ خواهد بود، در نتیجه:

$$?\ \text{g Fe}=9N_A\ \text{Fe}\times\frac{1\ \text{mol Fe}}{N_A\ \text{Fe}}\times\frac{56\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}}=(9\times 56)\ \text{g Fe}$$

حالا می‌توان تعداد قوطی‌های آهنی را به‌دست آورد:

$$\text{تعداد قوطی‌های آهنی}=\frac{9\times 56}{168}=3$$

• **روش دوم** با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:

(شمار اتم‌ها در x قوطی) × ۳ = (شمار اتم‌های سیم)

ابتدا مجموع جرم قوطی‌ها را به‌دست آورده و در ادامه تعداد آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\left(\underbrace{\frac{729}{27}}_{\text{mol Al}}\times\frac{N_A\ \text{Al}}{1\ \text{mol Al}}\right)=3\left(\underbrace{\frac{m_{Fe}}{56}}_{\text{mol Fe}}\times\frac{N_A\ \text{Fe}}{1\ \text{mol Fe}}\right)$$

$$\Rightarrow m_{Fe}=\frac{56\times 729}{3\times 27}=(9\times 56)\ \text{g Fe}$$

حالا تعداد قوطی‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{تعداد قوطی‌های آهنی}=\frac{9\times 56}{168}=3$$

۵۰. گزینهٔ «۳»

• **روش اول** > **کسرهای تبدیل**

ابتدا شمار مول‌های اتم کلر را در نمونهٔ آن به دست می‌آوریم:

$$?\ \text{mol Cl}=142\ \text{g Cl}_2\times\frac{1\ \text{mol Cl}_2}{71\ \text{g Cl}_2}\times\frac{2\ \text{mol Cl}}{1\ \text{mol Cl}_2}=4\ \text{mol Cl}$$

$$?\ \text{g C}_2\text{H}_6=4\ \text{mol atom}\times\frac{1\ \text{mol C}_2\text{H}_6}{8\ \text{mol atom}}\times\frac{30\ \text{g C}_2\text{H}_6}{1\ \text{mol C}_2\text{H}_6}=15\ \text{g C}_2\text{H}_6$$

• **روش دوم** > **برابری نسبت مول به ضریب**

$$1\ \text{mol Cl}_2\sim 2\ \text{mol Cl}$$

$$\frac{142\ \text{g Cl}_2}{1\times 71}=\frac{x\ \text{mol atom}}{2}\Rightarrow x=4\ \text{mol atom}$$

$$\text{C}_2\text{H}_6\sim(2+6)\ \text{mol atom}$$

$$\frac{y\ \text{g C}_2\text{H}_6}{1\times 30}=\frac{4\ \text{mol atom}}{8}\Rightarrow y=15\ \text{g C}_2\text{H}_6$$

۵۱. گزینهٔ «۱» اگر جرم NH_3 را برابر x گرم درنظر بگیریم:

$$\underbrace{\frac{0/08}{16}\times 5}_{\text{شمار اتم‌ها در نمونهٔ متان}}\ \text{mol } CH_4 = \underbrace{\frac{x}{17}\times 4}_{\text{شمار اتم‌ها در نمونهٔ آمونیاک}}\ \text{mol } NH_3$$

$$\Rightarrow x=\frac{17\times 0/08\times 5}{16\times 4}=\frac{17}{16}\times 0/1=(0/1 \text{ از بیشتر اندکی})$$

$\Rightarrow$ گزینهٔ «۱»

توضیح محاسبات

اگر ۱/۷ را بر ۱۶ تقسیم کنید، حاصل دقیقا می‌شود: ۰/۱۰۶۲۵ و البته حداقل نیم دقیقه از وقت ارزشمند شما را هم خواهد گرفت. امّا نیازی به حرام کردن این‌قدر وقت و انرژی نیست! شگرد درایت را اگر به‌کار بگیرید، بدون انجام تقسیم هم در یک چشم به‌هم زدن، متوجه می‌شوید که پاسخ اندکی بزرگ‌تر از ۰/۱ است و فقط گزینهٔ «۱» این ویژگی را دارد.

۵۲. گزینهٔ «۴» جرم مولکولی CO_2 با C_3H_8 یکسان و برابر $44\,g.mol^{-1}$ است. از آن‌جایی که جرم نمونه‌های آن‌ها نیز با یکدیگر برابر است، پس مقدار مول هر نمونه نیز با یکدیگر برابر است. بنابراین می‌توان گفت نسبت مورد نظر برابر با نسبت شمار اتم‌های سازندهٔ هر کدام از مولکول‌ها است.

$$\frac{\text{شمار اتم‌های سازندهٔ } CO_2}{\text{شمار اتم‌های سازندهٔ } C_3H_8}=\frac{\text{شمار اتم‌های نمونهٔ } CO_2}{\text{شمار اتم‌های نمونهٔ } C_3H_8}$$

$$\Rightarrow \frac{1+2}{3+8}=\frac{3}{11}$$

۵۳. گزینهٔ «۲»

• **روش اول** ابتدا شمار اتم‌ها در نمونهٔ آب را برحسب عدد آووگادرو (N_A، برای سادگی محاسبات) به‌دست می‌آوریم:

$$?\text{atom}=1\,g\ H_2O\times\frac{1\,mol\ H_2O}{18\,g\ H_2O}\times\frac{3\,mol\,atom}{1\,mol\ H_2O}$$

$$\times\frac{N_A\,atom}{1\,mol\,atom}=\frac{N_A}{6}atom$$

حالا با استفاده از شمار اتم‌های $(9\times\frac{N_A}{6})atom)C_xH_y$ و جرم نمونهٔ آن، نسبت y به x را به‌دست می‌آوریم:

$$(9\times\frac{N_A}{6})atom\times\frac{1\,mol\ C_xH_y}{(x+y)N_A\,atom}$$

$$\times\frac{(12x+y)\,g\ C_xH_y}{1\,mol\ C_xH_y}=7\,g\ C_xH_y$$

$$\Rightarrow 1/5(12x+y)=7(x+y)\Rightarrow 18x+1/5y=7x+7y$$

$$\Rightarrow 11x=5/5y\Rightarrow\frac{y}{x}=\frac{11}{5/5}=2$$

• **روش دوم** اگر شمار اتم‌های نمونهٔ C_xH_y، ۹ برابر شمار اتم‌های یک گرم آب باشد، می‌توان گفت که شمار اتم‌های نمونهٔ C_xH_y با شمار اتم‌های موجود در ۹ گرم آب برابر است و در ادامه می‌توان مستقیماً بین دو ماده ارتباط برقرار کرد. پس می‌توان نوشت: $9\,g\,H_2O\sim 7\,g\,C_xH_y$

$$9\,g\ H_2O\times\frac{1\,mol\ H_2O}{18\,g\ H_2O}\times\frac{3\,mol\,atom}{1\,mol\ H_2O}$$

$$\times\frac{1\,mol\ C_xH_y}{(x+y)mol\,atom}\times\frac{(12x+y)\,g\ C_xH_y}{1\,mol\ C_xH_y}=7\,g\ C_xH_y$$

$$\Rightarrow 1/5(12x+y)=7(x+y)$$

$$\Rightarrow 11x=5/5y\Rightarrow\frac{y}{x}=\frac{11}{5/5}=2$$

۵۴. گزینهٔ «۴» جرم اتم‌های کربن در نمونهٔ مالتوز برابر است با:

$$?g\ C=68/4\,g\ C_{12}H_{22}O_{11}\times\frac{1\,mol\ C_{12}H_{22}O_{11}}{342\ C_{12}H_{22}O_{11}}$$

$$\times\frac{12mol\ C}{1\,mol\ C_{12}H_{22}O_{11}}\times\frac{12\,g\ C}{1\,mol\ C}=28/8\,g\ C$$

جرم اتم‌های اکسیژن در نمونهٔ گلوکز برابر است با:

$$?\,g\ O=45\,g\ C_6H_{12}O_6\times\frac{1\,mol\ C_6H_{12}O_6}{180\,g\ C_6H_{12}O_6}$$

$$\times\frac{6mol\ O}{1\,mol\ C_6H_{12}O_6}\times\frac{16\,g\ O}{1\,mol\ O}=24\,g\ O$$

حالا می‌توان نسبت موردنظر را به‌دست آورد:

$$\frac{\text{جرم کربن در مالتوز}}{\text{جرم اکسیژن در گلوکز}}=\frac{28/8}{24}=\frac{24+4/8}{24}=1/2$$

(۱ ← ۲۴ ، ۰/۲ ← ۴/۸)

میانبر

نسبت موردنظر را به‌صورت مستقیم می‌نویسیم:

$$\frac{\text{جرم کربن در مالتوز}}{\text{جرم اکسیژن در گلوکز}}=\frac{\frac{68/4}{342}\times 12\times 12}{\frac{45}{180}\times 6\times 16}=1/2$$

(مول مالتوز، شمار C، M_C — مول گلوکز، شمار O، M_O)

۵۵. گزینهٔ «۱»

$$1\,mol\ X_2O_5\sim 5\,mol\ O$$

• **روش اول** > کسرهای تبدیل

$$1/505\times10^{24}O\times\frac{1\,mol\ O}{6/02\times10^{23}\ O}$$

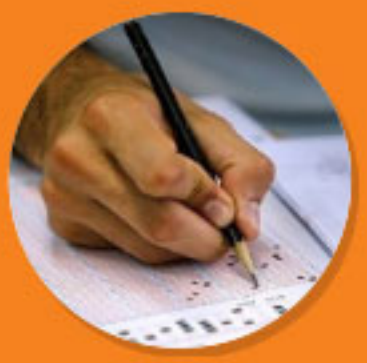
$$\times\frac{1\,mol\,X_2O_5}{5\,mol\,O}\times\frac{(2M_X+5(16))gX_2O_5}{1\,mol\ X_2O_5}=54\,g\ X_2O_5$$

بخش ششم

پیوست

تعداد مسئلهٔ مربوط به هر یک از فصل‌های ۱ تا ۱۵ در ۶ کنکور برگزار شده در اردیبهشت و تیر ۱۴۰۳:

شماره فصل مسئله‌نامه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
پایه و فصل کتاب درسی	دهم/ فصل ۱	دهم/ فصل ۲	دهم/ فصل ۳	یازدهم/ فصل ۱	یازدهم/ فصل ۱	یازدهم/ فصل ۲	یازدهم/ فصل ۲	یازدهم/ فصل ۳	دوازدهم/ فصل ۱	دوازدهم/ فصل ۱	دوازدهم/ فصل ۲	دوازدهم/ فصل ۳	دوازدهم/ فصل ۴	دوازدهم/ فصل ۴	دوازدهم/ فصل ۴
تعداد مسئله	۱	۶	۱۳	۷	۶	۹	۵	۷	۲	۹	۱۰	۲	۲	۴	صفر



مسائل کنکورهای داخل و خارج ازکشور ۱۴۰۳

رشته‌های ریاضی و تجربی

فصل ۱: ساختار اتم و آرایش الکترونی

۱. نسبت مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در $_{1}^{5}H$ به مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در $_{1}^{2}H$، چند برابر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در $_{1}^{7}H$ است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

فصل ۲: استوکیومتری پایه + گازها

۲. در یک ظرف دربسته، ۰/۵ مول گاز SO_2Cl_2 به‌طور کامل تجزیه می‌شود. اگر در همین ظرف و پس از پایان واکنش، به‌ترتیب، ۰/۸ و ۰/۴ مول گازهای CO و O_2 وارد شده و ۵۰ درصد آن‌ها به فراورده تبدیل شوند، چند درصد از مول‌های گازی درون ظرف را SO_2 تشکیل می‌دهد؟ (واکنش‌ها برگشت‌ناپذیر درنظر گرفته شود، واکنش دیگری انجام نمی‌شود.) (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

$$SO_2Cl_2(g) \longrightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$$

$$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$$

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۳۷/۵

۳. با توجه به شکل داده‌شده که ظرف‌های محتوی گازهای مختلف را در دما و فشار یکسان نشان می‌دهد، کدام مورد درست است؟ (هر ذرّه، معادل ۰/۱ مول است، $He = 4, C = 12, N = 14, O = 16, Ne = 20 : g.mol^{-1}$) (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

شمارهٔ نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	CO	Ne	CO_2	N_2	He
ظرف محتوی گاز					

۱) شمار اتم‌های نمونهٔ ۴، دو برابر شمار مولکول‌های نمونهٔ ۱ است.

۲) حجم گاز نمونهٔ ۴، دو برابر حجم گاز نمونهٔ ۱ و برابر ۲۲/۴ لیتر است.

۳) مجموع جرم گاز در نمونه‌های ۱ و ۳، ۲/۹ برابر جرم گاز در نمونهٔ ۲ است.

۴) جرم گاز نمونهٔ ۵، ۸۰ درصد جرم گاز نمونهٔ ۲ و حجم آن، ۴ برابر حجم گاز نمونهٔ ۱ است.