



تقدیم به 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:

بر کسی پوشیده نیست که بیشترین مشکل دانش‌آموزان و داوطلبان کنکور در درس شیمی به مسائل اون مربوط می‌شود. اگر دانش‌آموزی قرار باشد توی کنکور به درصد‌های بالاتر از ۶۰ و ۷۰ برسد، 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 رساندند 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 اگر توی فصلی مانند فصل ۲ 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. در ضمن، 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 «رنداسیون» 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 منحصر به فرد برای حل مسائل دو قسمتی رونمایی کردم. ناگفته نماند برای تدوین این تکنیک و درآوردن آن به یک فرم کاملاً کاربردی، ساعت‌های متعددی 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 کم‌تر 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 همیشه 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.

ساختار کتاب:

کتاب دارای ۶ بخش است:

بخش صفر مبانی حل مسائل شیمی

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

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

بخش سوم فصل ۹ تا ۱۵ (مسائل مربوط به فصول ۱ تا ۴ پایه 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 از کتاب:

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 تیتز متمایز است، مسائل مربوط به هر تیتز را به طور مستقل کار کرده و تا جایی که با استفاده از پاسخ‌های تشریحی، اشکال‌های خود را از آن تیتز برطرف نکرده‌اید، سراغ مسائل تیتز بعدی نروید.

■ مسائلی را که نتوانستید حل کنید یا این که پس از حل کردن، با توجه به پاسخ تشریحی، متوجه نادرست بودن 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

شماره صفحه

۷

مبانی حل مسائل شیمی

بخش صفر

۳۸

فصل ۱ ساختار اتم و آرایش الکترونی

۵۷

فصل ۲ استوکیومتری پایه + گازها

۷۵

فصل ۳ غلظت + استوکیومتری

بخش اول

شیمی ۱

۱۱۰

فصل ۴ بازده درصدی و درصد خلوص

۱۲۹

فصل ۵ هیدروکربنها

۱۳۹

فصل ۶ ترموشیمی

۱۶۳

فصل ۷ سینتیک

۱۷۸

فصل ۸ ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار و نیتروژن‌دار- پلیمرها

بخش دوم

شیمی ۲

۱۹۸

فصل ۹ پاک‌کننده‌ها

۲۰۶

فصل ۱۰ اسیدها و بازها - pH

۲۳۹

فصل ۱۱ الکتروشیمی

۲۶۷

فصل ۱۲ جامدهای بلوری

۲۸۱

فصل ۱۳ انرژی فعالسازی

۲۹۰

فصل ۱۴ تعادل و عوامل مؤثر بر آن + اصل لوشاتلیه

۳۰۷

فصل ۱۵ گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

بخش سوم

شیمی ۳

۳۱۶

فصل ۱۶ حل سریع مسائل دو قسمتی

بخش چهارم

۳۲۱

پاسخ‌نامه پاسخ‌نامه تشریحی

بخش پنجم

پیوست سؤال‌ها و پاسخ‌های تشریحی مسائل ارائه شده در کنکورهای

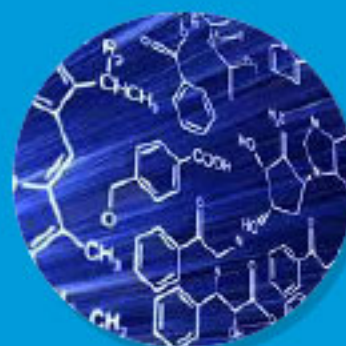
۵۳۷

۱۴۰۳ (به صورت مبحث‌بندی شده)

بخش ششم

فصل صفر:

مبانی حل مسائل شیمی



قواعد فرمول نویسی



در بسیاری از مسائل ارائه شده در کنکور، در صورت مسئله، به جای 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 محاسبه 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...»، خوب! اگر جرم اتمی Mn ، O را داده باشد، برای تبدیل ۶۰/۶ گرم به مول، ۶۰/۶ را به چپ باید تقسیم کنی؟ به جرم مولی ترکیب. اگر فرمول شیمیایی روی پرمنگنات را نتونی بنویسی، آیا می‌تونی جرم داده شده را به مول تبدیل کنی؟ مسلماً، نخیر! پس همونجا پنجر می‌شی! در این جا نام و فرمول یون‌های چنداتی را ارائه می‌کنیم و قواعد نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی را هم به‌طور مختصر و مفید و البته کامل، در اختیارتان قرار می‌دهیم:

۱ | عددهای رومی

در نام ترکیب‌های یونی، اگر از عدد رومی استفاده شده باشد، مقدار عدد رومی، دقیقاً 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 سمت چپ V ، یک یا چند تا I قرار داده شود، 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	IIIX	XI	XII

۱ | 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 چنداتمی

فرمول	نام	فرمول	نام
PO_4^{3-}	فسفات	CO_3^{2-}	کربنات
SO_4^{2-}	سولفات	CN^-	سیانید
MnO_4^-	پرمنگنات	NO_3^-	نیتрат
CH_3COO^-	استات (نام دیگر: اتانوات)	NO_2^-	نیتريت
HCOO^-	فرمات (نام دیگر: متانوات)	OH^-	هیدروکسید
NH_4^+	آمونیم	SiO_4^{4-}	سیلیکات

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 ساده کردن باشند، ضروری است این کار انجام داده شود. به بیان دیگر زیروندها باید ساده‌ترین اعداد طبیعی ممکن باشند.

مثال

- ۱ روی پرمنگنات $\Rightarrow \begin{cases} \text{Zn}^{2+} \\ \text{MnO}_4^- \end{cases} \Rightarrow \text{Zn}(\text{MnO}_4)_2$
- ۲ سرب (IV) کربنات $\Rightarrow \begin{cases} \text{Pb}^{4+} \\ \text{CO}_3^{2-} \end{cases} \Rightarrow \text{Pb}_2(\text{CO}_3)_4 \xrightarrow{\text{به ۲ ساده می‌کنیم}} \text{Pb}(\text{CO}_3)_2$
- ۳ آلومینیم فسفات $\Rightarrow \begin{cases} \text{Al}^{3+} \\ \text{PO}_4^{3-} \end{cases} \Rightarrow \text{Al}_3(\text{PO}_4)_3 \xrightarrow{\text{به ۳ ساده می‌کنیم}} \text{AlPO}_4$
- ۴ اسکاندیم نیتريد $\Rightarrow \begin{cases} \text{Sc}^{3+} \\ \text{N}^{3-} \end{cases} \Rightarrow \text{Sc}_3\text{N}_3 \xrightarrow{\text{به ۳ ساده می‌کنیم}} \text{ScN}$
- ۵ آهن (III) هیدروژن کربنات $\Rightarrow \begin{cases} \text{Fe}^{3+} \\ \text{HCO}_3^- \end{cases} \Rightarrow \text{Fe}(\text{HCO}_3)_3$

نکته

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

مثال



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

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:

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

نکته

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

شماره گروه نافلز	۱	۱۵	۱۶	۱۷
بار آنیون	-۱	-۳	-۲	-۱
مثال	هیدرید H^-	نیتريد N^{3-} فسفید P^{3-}	اکسید O^{2-} سولفید S^{2-}	فلوئورید F^- کلرید Cl^- برمید Br^- یدید I^-

فرمول ترکیب‌های مهم ارائه شده در متن کتاب درسی

اسیدهای مهم

نام	هیدروکلریک اسید	هیدروبرمیک اسید	هیدرویدیک اسید	هیدروفلوئوریک اسید
فرمول	$HCl(aq)$	$HBr(aq)$	$HI(aq)$	HF
نام	نیتريك اسید	نیترواسید	سولفوریک اسید	فسفریک اسید
فرمول	HNO_3	HNO_2	H_2SO_4	H_3PO_4
نام	کربنیک اسید			
فرمول	H_2CO_3			

نام	هیدروسیانیک اسید	استیک اسید	فورمیک اسید	بنزوئیک اسید
فرمول	HCN	CH ₃ COOH	HCOOH	C ₆ H ₅ COOH

ترکیبات آلی مهم با نام خاص

نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	اتیلن	استیلن	بنزن	نفتالن	سیکلوهگزان
فرمول	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	C ₆ H ₆	C ₁₀ H ₈	C ₆ H ₁₂

نام	استیرن	متانول	اتانول	دی متیل اتر	دی اتیل اتر	استون
فرمول	C ₈ H ₈	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	(CH ₃) ₂ O	(C ₂ H ₅) ₂ O	C ₃ H ₆ O

نام	اتیلن گلیکول	بنزآلدهید	اتیل استات	فورمیک اسید	استیک اسید
فرمول	C ₂ H ₄ (OH) ₂	C ₆ H ₅ CHO	CH ₃ COOC ₂ H ₅	HCOOH	CH ₃ COOH

نام	وینیل کلرید	گلوکز	تترا فلوئورو اتن	اوره	بنزین	گریس	وازلین
فرمول	C ₂ H ₃ Cl	C ₆ H ₁₂ O ₆	C ₂ F ₄	(NH ₂) ₂ CO	C ₈ H 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 ₂ H ₄	SCO	SiO ₂	NH ₃

نام	جوش شیرین	هیدروژن پراکسید	کلروفرم
فرمول	NaHCO ₃	H ₂ O ₂	CHCl ₃

نحوه 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	این	آل	اتر	آل	آن	اویک‌اسید	اوات	آمین	آمید
پسوند	آلکان	آلکن	آلکین	الکل	اتر	آلدهید	کتون	کربوکسیلیک‌اسید	استر	آمین

پس از مشخص شدن خانواده ترکیب آلی، تعداد کربن در زنجیره 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
 پنتانوئیک‌اسید ← کربوکسیلیک‌اسید ۵ کربنی
 بوتین ← آلکین ۴ کربنی

فصل ۱: ساختار اتم و آرایش الکترونی



فصل ۱، شیمی ۱

صفحه ۵ کتاب درسی

ذرات زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی



عدد اتمی

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

عدد جرمی

به مجموع شمار پروتون‌ها (p) و نوترون‌ها (n) در هسته 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 به صورت ${}^A_Z E$ 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: Z = شمار پروتون‌ها، $A - Z$ = شمار نوترون‌ها، Z = شمار الکترون‌ها

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

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 اندازه بار یون، به ترتیب، بیشتر و کمتر از شمار پروتون‌های اتم خنثی است.

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



مثال

اگر شمار ذرات زیراتمی یون ${}^{56}_{23} \text{A}^{3+}$ در مقایسه با یون ${}^{31}_{13} \text{B}^{3-}$ ، ۳۰ عدد بیشتر باشد، اختلاف عدد اتمی A با عدد اتمی B چه قدر است؟

پاسخ ابتدا شمار ذرات زیراتمی ${}^{56}_{23} \text{A}^{3+}$ را حساب می‌کنیم. اگر شمار پروتون‌های عنصر A را با Z_A نشان دهیم:

$${}^{56}_{23} X^{3+} \Rightarrow \begin{cases} p + n = 56 \\ e^- = p - 3 = Z_A - 3 \end{cases}$$

$${}^{56}_{23} \text{A}^{3+} \text{ شمار ذرات زیراتمی} = p + n + e^- = 56 + Z_A - 3 = 53 + Z_A$$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} {}^{56}\text{A}^{3+} \text{ شمار ذرات زیراتمی یون} - {}^{31}\text{B}^{3-} \text{ شمار ذرات زیراتمی یون} &= 53 + Z_A - (34 + Z_B) = 19 + Z_A - Z_B = 30 \\ \Rightarrow Z_A - Z_B &= 11 \end{aligned}$$

محاسبه عدد اتمی عنصر با مشخص بودن عدد جرمی عنصر و اختلاف شمار نوترون و پروتون در اتم آن

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



مثال

اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ${}^{127}\text{X}$ برابر ۲۳ باشد، عدد اتمی عنصر X چه قدر است؟

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

پاسخ



نکته

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



مثال

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

۲ اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ${}^{79}\text{Y}^{2-}$ ، با اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ${}^{79}\text{Y}$ 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 رابطه زیر استفاده کرد:

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



مثال

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

پاسخ

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

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

پاسخ

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

در مورد آنیون‌هایی که عدد جرمی آن‌ها، بیشتر از ۳۵ نباشد، استفاده از رابطه 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 دست آمده، عدد اتمی عنصر را نشان می‌دهد.



اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{31}\text{X}^{3-}$ برابر ۲ باشد، عدد اتمی عنصر X چه قدر است؟
پاسخ از آنجا که عدد جرمی بیشتر از ۳۵ نیست، پس به جای استفاده از رابطه 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.

صفحه ۶ تا ۹ کتاب درسی

نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌ها



- 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 ^3H برابر ۱۲/۳۲ سال است، یعنی با گذشت هر ۱۲/۳۲ سال، نیمی از اتم‌های ^3H موجود در یک نمونه 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 ^4H 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 باقی‌مانده آن در نمونه مورد بررسی، از رابطه زیر قابل محاسبه است:

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



۱ اگر نیم‌عمر رادیوایزوتوپ ^3H برابر ۱۲ سال باشد، پس از گذشت ۶۰ سال، از ۸۰۰ گرم از یک نمونه ^3H ، چند گرم آن تجزیه می‌شود؟

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

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

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

درصد جرم متلاشی شده $= 100 - 6/25 = 93/75\%$ $\Rightarrow 6/25 = 24\%$ $\Rightarrow$ درصد جرم باقی‌مانده $= \frac{m}{m_0} \times 100 = \frac{m}{2^4 \times m} \times 100 = 6/25$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای



ذرات زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

- اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ^{209}X برابر ۴۳ باشد، عدد اتمی عنصر X چه قدر است؟
 (۱) ۸۳ (۲) ۸۴ (۳) ۸۵ (۴) ۸۷
- اگر شمار پروتون‌ها در اتم ^{80}X ، $\frac{7}{9}$ شمار نوترون‌های آن باشد، شمار نوترون‌های اتم ^{80}X ، چند برابر شمار ذرات زیراتمی یون ${}^7_3\text{Li}^+$ است؟
 (۱) ۴/۵ (۲) ۵ (۳) ۶ (۴) ۷/۵
- اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{269}\text{A}^{2+}$ برابر ۵۵ است. عدد اتمی و شمار نوترون‌های این عنصر به ترتیب کدام‌اند؟
 (۱) ۱۶۳، ۱۰۶ (۲) ۱۶۱، ۱۰۸ (۳) ۱۳۸، ۱۳۱ (۴) ۱۳۶، ۱۳۳
- اگر شمار الکترون‌های یون A^{2-} ، نصف عدد جرمی آن باشد، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتم عنصر A کدام است؟
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
- اگر شمار الکترون‌های یون A^{+} $^{65}\text{A}^{+}$ ، ۲ واحد بیشتر از شمار الکترون‌های یون $^{64}\text{B}^{2+}$ باشد، تفاوت شمار نوترون‌های دو عنصر کدام است؟
 (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

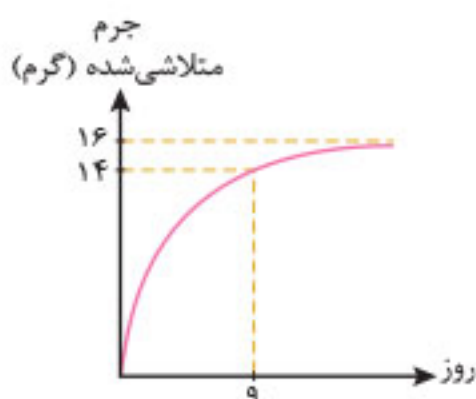
درگوشی حالا وقتشه با یک سؤال چالشی ایده‌دار مواجه بشی. حواستو جمع کن و حمله کن!

- کمترین و بیشترین اختلاف ممکن در شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون اگزالات $(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (کربن دارای ۳ ایزوتوپ ^{12}C ، ^{13}C و ^{14}C و اکسیژن دارای ۳ ایزوتوپ ^{16}O ، ^{17}O و ^{18}O است.)
 (۱) ۸، ۰ (۲) ۱۰، ۰ (۳) ۱۰، ۲ (۴) ۸، ۲
- اگر مجموع شمار ذرات باردار یون $^{90}\text{A}^{2+}$ ، ۳ برابر شمار الکترون‌های یون B^{2+} 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
- اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون‌های $^{79}\text{A}^{2-}$ و $^{31}\text{B}^{3-}$ به ترتیب 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

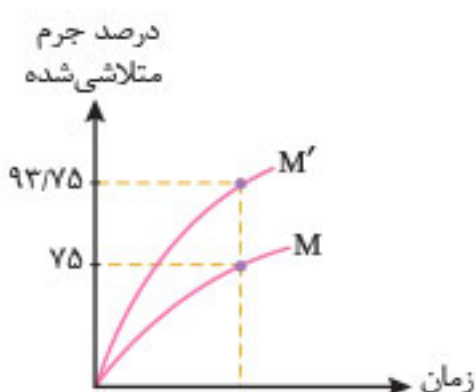
- درگوشی** از مسائل نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ‌ها از شروع نظام جدید (۱۳۹۸) تا حال حاضر، مسئله‌ای تو کنکور نیومده. اما نه به دلیل این که این موضوع در چارچوب کتاب درسی قابل پرسیدن نیست، بلکه صرفاً به این دلیل که طراحان کنکور تا اینجا اراده‌ای برای ارائه تست از این موضوع نداشته‌اند. اما هرکنکوری که در آینده برگزار بشه، میتونه شامل تستی از مسائل نیم‌عمر هم باشه.
- 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
 - در یک نمونه از هیدروژن، ۱۶۰ گرم ایزوتوپ ${}^3\text{H}$ وجود دارد. اگر نیم‌عمر این ایزوتوپ برابر ۱۲ سال باشد، پس از گذشت ۶۰ سال، چند گرم ${}^3\text{H}$ در این نمونه باقی مانده است؟
 (۱) ۲/۵ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۸
 - اگر در مدت ۳ شبانه‌روز، ۹۳/۷۵٪ 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 متلاشی‌شده رادیوایزوتوپ X را نشان می‌دهد، نیم‌عمر آن چند ساعت است؟



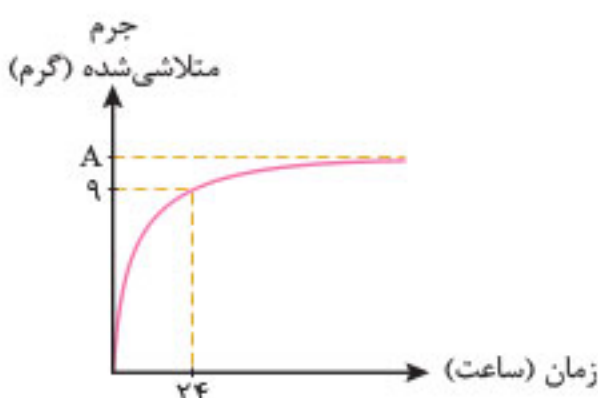
- (۱) ۳۶
(۲) ۷۲
(۳) ۶
(۴) ۳

۱۳. نمودار مقابل، درصد جرم متلاشی‌شده 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) $\frac{1}{2}$
(۲) $\frac{3}{4}$
(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، ۷۵٪ گرم از این عنصر باقی خواهد ماند؟



- (۱) ۲، ۱۲
(۲) ۱۵، ۲
(۳) ۴۸، ۱۲
(۴) ۱۵، ۴۸

واحد جرم اتمی (amu)

amu + ذرات زیراتمی

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

(تجربی ۸۹)

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

۱۶. اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون A^{2-} برابر ۹ باشد، جرم نوترون‌های موجود در یون A^{2-} در حدود چند amu است؟ (عنصر A در گروه ۱۶ و دوره چهارم قرار دارد.)

- (۱) ۴۱ (۲) ۴۳ (۳) ۴۵ (۴) ۴۷

۱۷. اگر اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون X^{3-} برابر ۹ باشد، جرم یک اتم از این عنصر چند گرم است؟ (جرم هر پروتون و نوترون را برابر ۱ amu در نظر بگیرید و از جرم الکترون‌ها صرف‌نظر کنید؛ $1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$)

- (۱) $1/328 \times 10^{-22}$ (۲) $13/28 \times 10^{-22}$ (۳) $2/656 \times 10^{-22}$ (۴) $26/56 \times 10^{-22}$

۱۸. اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم ${}^2_1\text{H}$ برابر چند گرم خواهد بود؟ ($1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$)

(ریاضی ۹۳)

- (۱) $4/96 \times 10^{-24}$ (۲) $9/112 \times 10^{-24}$ (۳) $4/34 \times 10^{-22}$ (۴) $9/815 \times 10^{-22}$

۱۹. اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون ${}^{48}_{20}\text{X}^{2+}$ برابر ۶ باشد و جرم هر پروتون و هر نوترون، برابر ۱ amu و ۱۸۰۰ برابر جرم الکترون فرض شود، جرم الکترون‌های موجود در ${}^{48}_{20}\text{X}^{2+}$ در حدود چند amu است؟

- (۱) 5×10^3 (۲) 5×10^4 (۳) 10^4 (۴) 10^5

درگوشی  فکر نکن تست زیرمال درس فیزیکه و اشتباهاً اینجا وارد شده! نخی! ما تو درس شیمی هم گه‌گذاری از تستایی مثل

این داشته‌ایم. حالا نمی‌خواد دستپاچه بشی! به اطلاعات داده شده در صورت سؤال، خوب توجه کن، راحت از پس حلش برمیای.
۲۰. چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود $9 \times 10^{-28} \text{ g}$ و بار الکتریکی آن $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.)
 (ریاضی ۹۵)

- (۱) 1.78×10^{-3} ، 3.11×10^{-22} (۲) 1.11×10^{-23} ، 1.66×10^{-4}
 (۳) 1.648×10^{-3} ، 3.11×10^{-22} (۴) 1.11×10^{-23} ، 1.78×10^{-4}

< amu + جرم اتمی عنصرها

- ۲۱.** اگر جرم هر اتم ^{12}C ۰/۳ و 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 ۰/۷۵ و 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 جذاب!

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 دوره جدول تناوبی جای دارد؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی در نظر بگیرید. $\text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)
 (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 در نظر بگیرید. $\text{S} = 32 \text{ amu}$)
 (۱) ۵۹ (۲) ۶۳ (۳) ۶۹ (۴) ۷۳

۲۵. اگر ۲۰٪ از جرم مولکول SCO را ^{12}C و ۶۰٪ از جرم مولکول SO_2 را اکسیژن تشکیل داده باشد، نسبت جرم S_8 به SO_2 کدام است؟
 (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۲۶. با توجه به این که جرم نسبی AB_3 ، A_2D_3 و DB_2 به ترتیب 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 از پرسؤال‌ترین 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 108 amu و 111 amu است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر $109/92 \text{ amu}$ باشد، شمار ایزوتوپ‌های سبک‌تر عنصر X در یک نمونه 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) به ترتیب برابر ۶۰ و ۱۰ درصد باشد، جرم اتمی میانگین عنصر E (برحسب جرم اتمی ایزوتوپ‌های آن) در کدام گزینه به درستی 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) $72/6$

- (۲) $72/8$

- (۳) ۷۳

- (۴) $73/2$

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

- (۱) $6/25$ (۲) ۲۵ (۳) $31/25$ (۴) $37/5$

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 در نظر بگیرید.)

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

- (۱) $213/6$ (۲) $203/4$ (۳) $198/5$ (۴) $188/7$

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 به تقریب برابر ۱ amu در نظر بگیرید.)

- (۱) $35/123$ (۲) $35/264$ (۳) $35/625$ (۴) $35/968$

۳۷. منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg با جرم اتمی $24/99 \text{ amu}$ و فراوانی ۷۹ درصد، ^{25}Mg با جرم اتمی $24/99 \text{ amu}$ و فراوانی ۱۰ درصد، ^{26}Mg با جرم اتمی $25/98 \text{ amu}$ و فراوانی ۱۱ درصد و فلئور تنها به صورت ^{19}F با جرم اتمی $18/99 \text{ amu}$ وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلئورید طبیعی برابر چند گرم است؟

- (۱) $61/86$ (۲) $62/28$ (۳) $64/12$ (۴) $66/45$

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

ایزوتوپ	درصد فراوانی	اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها
X_1	۷۹	۰
X_2	۱۰	۱
X_3	۱۱	۲

(۱) ۲۲/۳۰

(۲) ۲۴/۳۲

(۳) ۲۵/۲۰

(۴) ۲۵/۸۲

۳۹. در نمونه‌ای طبیعی از ایزوتوپ‌های منیزیم که شامل ^{24}Mg ، ^{25}Mg و ^{26}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 نمونه ۲۰۰ تایی از ایزوتوپ‌های منیزیم، چند ایزوتوپ ^{24}Mg وجود دارد؟

(۱) ۱۸۶

(۲) ۱۶۷

(۳) ۱۷۶

(۴) ۱۶۸

۴۰. عنصر Z 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، به ترتیب 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 به تقریب برابر ۱ amu در نظر 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، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A ، برابر ۵۰/۹۵ amu فرض شود).

(تجربی ۹۹)

(۱) ۲۹/۵، ۳۵/۵

(۲) ۱۷/۵، ۴۷/۵

(۳) ۱۵، ۵۰

(۴) ۱۴/۵، ۵۰/۵

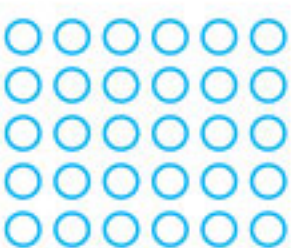
۴۲. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴ amu و ۲۷ amu است که در شکل مقابل باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه‌رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر $26\frac{1}{2}$ amu باشد، چند دایره در شکل باید سیاه‌رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟

(۱) ۱۶

(۲) ۱۹

(۳) ۲۲

(۴) ۲۷



درگوشی ایده‌دار دوست داریم؟ واقعاً؟ آفرین!

پس از چند تست بعدی لذت ببرین!

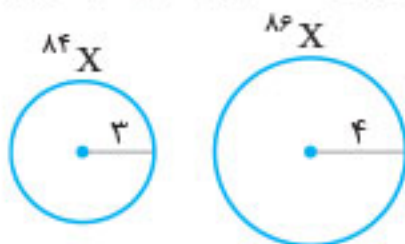
۴۳. اگر نسبت درصد فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر فرضی X برابر نسبت مساحت دایره‌ها (مطابق شکل) باشد، جرم اتمی میانگین عنصر X چند amu است؟

(۱) ۸۴/۸۸

(۲) ۸۵/۰۲

(۴) ۸۵/۴۷

(۳) ۸۵/۲۸



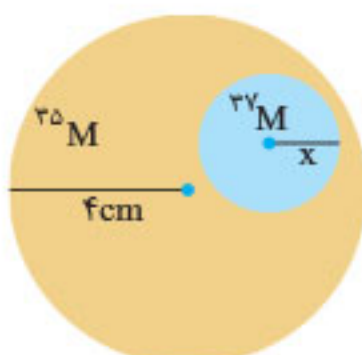
۴۴. عنصر M با جرم اتمی میانگین ۳۵/۵ amu، دارای ۲ ایزوتوپ ^{35}M و ^{37}M است. اگر مساحت قسمت‌های زرد و آبی در شکل مقابل، به ترتیب نشان‌دهنده فراوانی ایزوتوپ‌های سبک‌تر و سنگین‌تر این عنصر باشد، شعاع دایره کوچک (x) چند cm است؟

(۱) ۰/۵

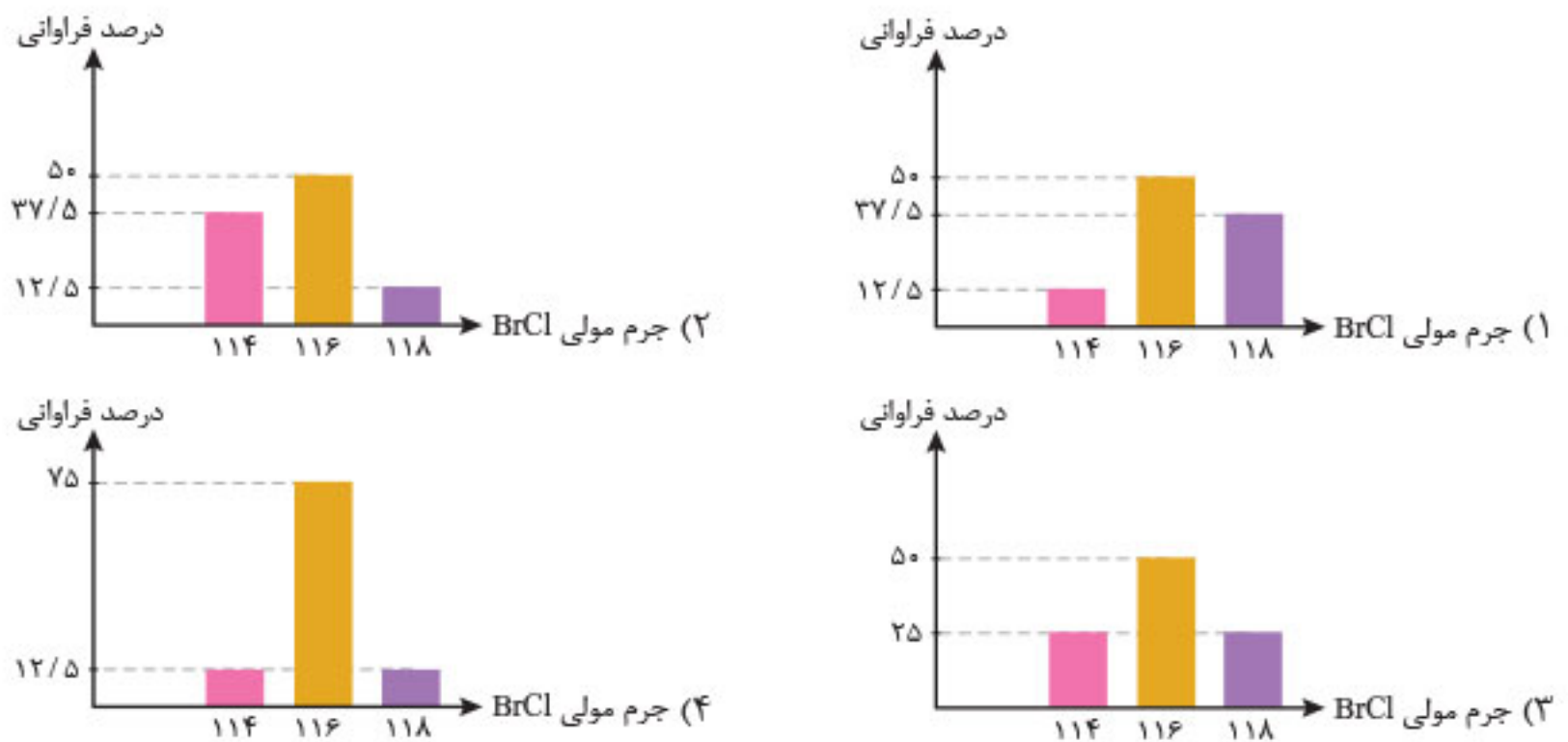
(۲) ۱

(۴) ۳

(۳) ۲



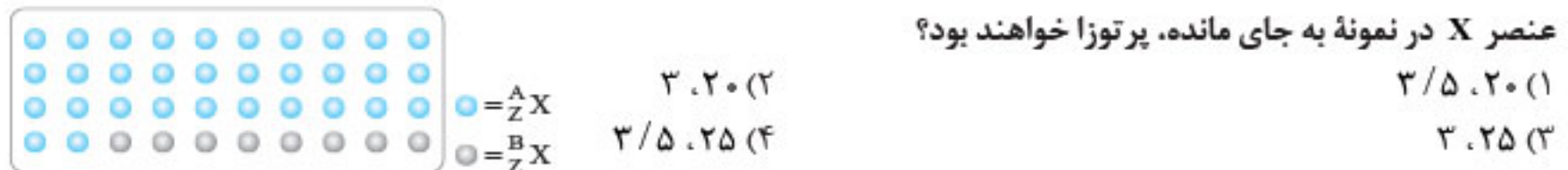
۴۵. کلر دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{35}Cl و ^{37}Cl با درصدهای فراوانی (به ترتیب) ۷۵ و ۲۵ و برم دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{79}Br و ^{81}Br با درصدهای فراوانی برابر است. از واکنش میان این دو عنصر، برم مونوکلرید (BrCl) تولید می‌شود. کدام یک از نمودارهای زیر، درصد فراوانی مولکول‌های BrCl تولیدشده را به درستی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



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 به ترتیب برابر ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ سال است.)

(۱) ۱۴ (۲) ۲۸ (۳) ۵۶ (۴) ۱۱۲

۴۷. شکل زیر نمایانگر فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر X در یک نمونه طبیعی از این عنصر است. اگر ایزوتوپ $^B_Z X$ پرتوزا بوده و نیم‌عمر آن، ۵ سال باشد، چند درصد از اتم‌ها در این نمونه، پرتوزا هستند و پس از ۱۵ سال، در حدود چند درصد از اتم‌های عنصر X در نمونه به جای مانده، پرتوزا خواهند بود؟



تبدیلات (گرم - مول - شمارمولکول‌ها و اتم‌ها)

درگوشی رسیدیم به تبدیلات!

اگره استاد تبدیلات نشین، عمراً نمی‌تونین از پس مهم‌ترین قسمت شیمی یعنی استوکیومتری بر بیاین. مطمئن باشین اگر در سنامه‌ها 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؟ ($\text{Na} = 23$, $\text{Ne} = 20$, $\text{Li} = 7$, $\text{He} = 4$: g.mol^{-1})

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

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؟ ($\text{Fe} = 56$, $\text{Al} = 27$: 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؟ ($\text{Cl} = 35.5$, $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$: 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؟

($\text{N} = 14$, $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$: 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 نمونه CO_2 ، به شمار اتم‌های موجود در نمونه C_3H_8 کدام است؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (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 ماده C_xH_y ، ۹ برابر شمار اتم‌های یک گرم آب باشد، نسبت y به x کدام است؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵۴. نسبت جرم اتم‌های کربن در $\frac{68}{4}$ گرم مالتوز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) به جرم اتم‌های اکسیژن در ۴۵ گرم گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) کدام است؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $0/9$ (۲) ۱ (۳) $1/1$ (۴) $1/2$

۵۵. اگر شمار اتم‌های اکسیژن در یک نمونه ۵۴ گرمی از ترکیب X_2O_5 برابر $1/505 \times 10^{24}$ باشد، جرم مولی عنصر X ، چند برابر جرم مولی اتم اکسیژن است؟ ($\text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

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

۵۶. گوگرد می‌تواند در شرایط معین با فلئور ترکیبی با فرمول شیمیایی SF_n تشکیل دهد. اگر $2/92$ گرم از فراورده، $12/04 \times 10^{21}$ مولکول را در بر داشته باشد، n کدام عدد است؟ ($F = 19, S = 32: \text{g.mol}^{-1}$) (تجربی ۱۴۰۲)

- (۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

۵۷. در مخلوطی از NO_2 و H_2O به جرم $56/1$ گرم، $43/2$ گرم اکسیژن وجود دارد. در این مخلوط چند اتم نیتروژن وجود دارد؟ ($\text{O} = 16, \text{N} = 14, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $1/204 \times 10^{23}$ (۲) $1/204 \times 10^{22}$ (۳) $4/515 \times 10^{22}$ (۴) $4/515 \times 10^{23}$

۵۸. اگر ۲۰۰ گرم از آلیاژ «کلسیم – منیزیم»، مجموعاً شامل $4/214 \times 10^{24}$ اتم باشد، چند درصد از جرم این آلیاژ را فلز کلسیم تشکیل می‌دهد؟ ($\text{Ca} = 40, \text{Mg} = 24: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

تبدیلات + ذرات زیراتمی

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

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

۶۰. شمار اتم‌ها در ۱۰ گرم اتانویک اسید (CH_3COOH)، چند برابر مجموع شمار ذرات زیراتمی درون هسته اتم‌های مولکول $\text{F}_2(\text{g})$ ، در یک نمونه $4/75$ گرمی از آن است؟ (مقدار عددی جرم اتمی و عدد جرمی هر عنصر را برابر در نظر بگیرید؛

($F = 19, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (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_xH_x باشد، مقدار x کدام است؟ ($^{31}_{15}\text{P} = 31, ^{16}_8\text{O} = 16, ^{12}_6\text{C} = 12, ^1_1\text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (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. $2/40.8 \times 10^{22}$ اتم سدیم، چند گرم جرم دارد و جرم هر اتم آن به تقریب چند amu است؟
($\text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$, $1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$)

(۱) $23 \cdot 0/92$ (۲) $23/92$ (۳) $23 \cdot 9/2$ (۴) $23/N_A \cdot 9/2$

۶۴. شمار اتم‌های فلزی در ۱۳ گرم فلز روی، $\frac{1}{3}$ برابر شمار مولکول‌ها در $42/6$ گرم از یک گاز دو اتمی (X_2) است. جرم اتمی میانگین عنصر X، چند amu است؟ ($\text{Zn} = 65 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۸ (۲) ۱۹ (۳) $35/5$ (۴) ۸۰

تبدیلات + جرم اتمی میانگین و ایزوتوپ‌ها

۶۵. جرم ۰/۲۵ مول منیزیم (شامل ایزوتوپ‌های ^{24}Mg و ^{26}Mg) برابر $6/34$ گرم است. درصد فراوانی ^{26}Mg ، چند درصد از فراوانی ^{24}Mg بیشتر است؟

(۱) ۳۲ (۲) ۳۴ (۳) ۳۶ (۴) ۳۸

۶۶. عنصر X دارای دو ایزوتوپ طبیعی $^a X_1$ و $^{a+2} X_2$ است و به صورت مولکول‌های دو اتمی (X_2) در طبیعت وجود دارد. اگر جرم $1/80.6 \times 10^{23}$ مولکول X_2 برابر $21/3$ گرم باشد، نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟ (در اتم ایزوتوپ سبک‌تر ۱۷ پروتون و ۱۸ نوترون وجود دارد.)

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

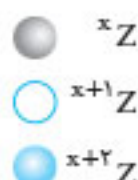
۶۷. اگر جرم ۰/۲۵ مول آهن (شامل ایزوتوپ‌های ^{55}Fe و ^{58}Fe) برابر $13/96$ گرم باشد، جرم ایزوتوپ ^{58}Fe موجود در 1396 گرم آهن برابر چند گرم است؟

(۱) ۳۹۰ (۲) ۴۰۶ (۳) ۴۳۲ (۴) ۴۶۴

۶۸. عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{55}A (با فراوانی ۷۵٪)، ^{58}A (با فراوانی ۲۰٪) و ^{66}A (با فراوانی ۵٪) است. اگر جرم مولی ترکیب AB_2 برابر $309/85$ گرم بر مول باشد، ۰/۰۴ مول B شامل چند مول نوترون است؟

(۱) $1/24$ (۲) $2/96$ (۳) $4/82$ (۴) $7/25$

۶۹. شکل زیر فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های عنصر فرضی Z را نشان می‌دهد. اگر شمار اتم‌های موجود در نمونه‌ای به جرم $31/05$ گرم از عنصر Z، برابر $4/515 \times 10^{23}$ 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؟

($\text{Ca} = 40, \text{S} = 32, \text{P} = 31, \text{Al} = 27, \text{Mg} = 24, \text{F} = 19, \text{N} = 14; \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) آلومینیم سولفید (۲) آلومینیم نیتريد (۳) منیزیم فسفید (۴) کلسیم فلوئورید

۷۱. شمار یون‌های موجود در ۳۶ گرم منیزیم نیتريد با شمار یون‌های موجود در چند گرم کلسیم برمید برابر است؟

($\text{Br} = 80, \text{Ca} = 40, \text{Mg} = 24, \text{N} = 14; \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۱۶۰ (۴) ۲۰۰

۷۲. شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در $16/6$ گرم سدیم نیتريد است؟ (ریاضی خارج ۹۹)

($\text{N} = 14, \text{Na} = 23, \text{Mg} = 24, \text{S} = 32; \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) $0/27$ (۲) $2/5$ (۳) $3/75$ (۴) ۵

۷۳. در ۱۰ گرم آلومینیم سولفید، به تقریب، چند یون وجود دارد و نسبت جرم گوگرد به جرم آلومینیم در آن کدام است؟ (ریاضی تیرا ۱۴۰)

($\text{Al} = 27, \text{S} = 32; \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) $\frac{16}{9} \cdot 2 \times 10^{23}$ (۲) $\frac{32}{27} \cdot 2 \times 10^{23}$ (۳) $\frac{16}{9} \cdot 4 \times 10^{23}$ (۴) $\frac{32}{27} \cdot 4 \times 10^{23}$

۷۴. ۴۵ گرم از یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی A_2B_3 ، در ساختار خود $1/5$ مول یون دارد. جرم مولی عنصر A کدام است و در کدام گروه از جدول دوره‌ای قرار دارد؟ ($B = 32 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (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)، $12/04 \times 10^{23}$ الکترون مبادله شود، جرم مولی فلز قلیایی کدام است؟ ($O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (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)، $18/06 \times 10^{23}$ الکترون مبادله شود، جرم اتمی فلز در این اکسید، چند برابر جرم اتمی اکسیژن است؟ ($O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

(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 $3/01 \times 10^{24}$ الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به تقریب کدام است؟ ($O = 16, F = 19, Al = 27 \text{ g.mol}^{-1}$)

(ریاضی ۹۹)

- (۱) ۱/۵۶ (۲) ۱/۶۵ (۳) ۲/۳۵ (۴) ۳/۲۵

۷۸. در واکنش بین عنصرهای X و Y ، ضمن تشکیل ۴۵ گرم ترکیب یونی، الکترون مبادله می‌شود و در مجموع، یون پدید می‌آید.

- (۱) $3/612 \times 10^{23}$ ، $2/408 \times 10^{23}$ (۲) $2/408 \times 10^{23}$ ، $2/408 \times 10^{23}$

- (۳) $2/408 \times 10^{23}$ ، $4/816 \times 10^{23}$ (۴) $3/612 \times 10^{23}$ ، $4/816 \times 10^{23}$

۷۹. اگر جرم نوترون‌های موجود در 400 اتم X ، در حدود $2 \times 10^4 \text{ amu}$ باشد، فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از X با Y کدام است؟

- (۱) XY (۲) X_2Y (۳) XY_2 (۴) XY_3

۸۰. اگر یک نمونه طبیعی به جرم $485/16$ گرم از ترکیب یونی $MgCl_2$ دارای $9/03 \times 10^{24}$ یون باشد، اختلاف فراوانی ایزوتوپ‌های کلر برابر چند درصد است؟ (کلر دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{35}Cl و ^{37}Cl است؛ $Mg = 24 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) $49/6$ (۲) ۵۰ (۳) $50/4$ (۴) $51/6$

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 A برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر A و شمار الکترون‌های لایه 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 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 واسطه دوره 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 $52/4 \text{ amu}$ 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 $I = 2$ 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 مسئله 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. اما ما روشی ابداع کردیم که ضمن این که 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 ماده مجهول را با تکیه بر قواعد مربوط به موازنه معادله واکنش و ضرایب استوکیومتری مواد مشخص می‌کنیم. آن‌گاه رابطه نسبی دو ماده 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 نحوه 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 ($\alpha = 0.2$) برابر $1/4$ باشد، در 200 میلی‌لیتر از آن، چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص 80% درصد واکنش می‌دهد؟
(تجربی ۹۹)



$$(H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23 : g.mol^{-1})$$

$$4/20.0/0.4 \quad (4)$$

$$3/36.0/0.2 \quad (3)$$

$$4/20.0/0.2 \quad (2)$$

$$3/36.0/0.4 \quad (1)$$

۱۰۸۲. اگر با وارد کردن یک تیغه روی در 200 میلی‌لیتر محلول $1/25$ مولار مس (II) سولفات، پس از 50 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 همه ذرات مس آزاد شده بر سطح تیغه روی نشسته است. $Cu = 64, Zn = 65 : g.mol^{-1}$)
(تجربی خارج ۱۴۰۰)

$$0/0.5, 16/25 \quad (4)$$

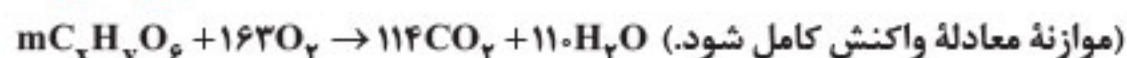
$$0/0.25, 16/25 \quad (3)$$

$$0/0.25, 0/25 \quad (2)$$

$$0/0.5, 0/25 \quad (1)$$

۱۰۸۳. در اثر سوختن کامل 89 گرم از یک نوع چربی ($C_xH_yO_z$) مطابق واکنش زیر، به ترتیب از راست به چپ، چند لیتر اکسیژن مصرف و چند مول گاز CO_2 تولید می‌شود؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش، برابر $25L$ فرض شود؛
(تجربی خارج ۹۹)

$$(H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1})$$



$$7/5, 203/75 \quad (4)$$

$$5/7, 203/75 \quad (3)$$

$$7/5, 302/75 \quad (2)$$

$$5/7, 302/75 \quad (1)$$

فصل ۱

۱. گزینه «۱» با توجه به رابطه ارائه‌شده در درسنامه، به راحتی می‌توان عدد اتمی را حساب کرد:

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

$$\Rightarrow \text{عدد اتمی} = \frac{209 - 43}{2} = 83$$

۲. گزینه «۲» اگر شمار پروتون و نوترون اتم $^{A}_{Z}X$ را به ترتیب با p و n نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} n + p = 80 \\ p = \frac{7}{9}n \end{cases} \Rightarrow n + \frac{7}{9}n = 80 \Rightarrow n = 45$$

شمار ذرات زیراتمی یون $^{A}_{Z}\text{Li}^{+}$ برابر است با: $7 + 3 - 1 = 9$

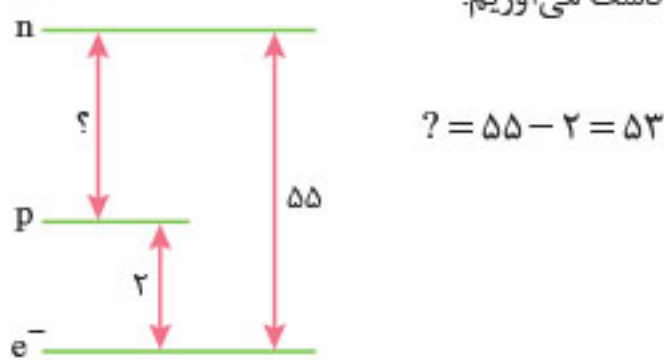
$$\Rightarrow \frac{\text{شمار نوترون‌های اتم } ^{A}_{Z}X}{\text{شمار ذرات زیراتمی یون } ^{A}_{Z}\text{Li}^{+}} = \frac{45}{9} = 5$$

۳. گزینه «۲»

قسمت اول: روش اول در کاتیون‌ها، همواره رابطه زیر برقرار است:

$$Z = \frac{A - (n + e^{-})}{2} = \frac{269 - 55 + 2}{2} = 108$$

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



حالا با استفاده از رابطه زیر می‌توان نوشت:

$$Z = \frac{A - (p + n)}{2} = \frac{269 - 53}{2} = \frac{216}{2} = 108$$

قسمت دوم: شمار نوترون‌های عنصر A برابر است با:

$$n = A - Z = 269 - 108 = 161$$

۴. گزینه «۴» شمار الکترون‌های یون A^{2-} برابر $p + 2$ است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{e^{-} (A^{2-})}{\text{عدد جرمی عنصر } A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{p + 2}{n + p} = \frac{1}{2} \Rightarrow n + p = 2p + 4 \Rightarrow n - p = 4$$

۵. گزینه «۱» ابتدا رابطه شمار الکترون‌های هر کدام از یون‌ها را برحسب شمار پروتون‌های آن به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} ^{65}_{29}\text{A}^{+} \Rightarrow e^{-}_{A^{+}} = p_A - 1 \\ ^{64}_{28}\text{B}^{2+} \Rightarrow e^{-}_{B^{2+}} = p_B - 2 \end{cases} \quad \frac{(e^{-}_{A^{+}}) - (e^{-}_{B^{2+}})}{2} = 2$$

$$(p_A - 1) - (p_B - 2) = 2$$

$$\Rightarrow p_A - p_B = 1$$

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

$$A_A - A_B = \underbrace{(n_A + p_A)}_{65} - \underbrace{(n_B + p_B)}_{64} = 1$$

$$\Rightarrow (n_A - n_B) + \underbrace{(p_A - p_B)}_1 = 1$$

$$\Rightarrow n_A - n_B = 0$$

۶. گزینه «۲» تعداد الکترون موجود در یون اگزالات $(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ،

صرف‌نظر از این که کدام ایزوتوپ‌ها از کربن و اکسیژن به کار رفته باشند، برابر است با: $2(6) + 4(8) + 2 = 46$ = تعداد الکترون

اگر در ساختار یون اگزالات از ایزوتوپ‌های $^{13}_6\text{C}$ و $^{16}_8\text{O}$ استفاده شده باشد، تعداد نوترون نیز برابر ۴۶ خواهد بود:

$$\text{تعداد نوترون} = 2(13 - 6) + 4(16 - 8) = 46$$

پس کمترین اختلاف میان شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها می‌تواند برابر صفر باشد. اما بیشترین اختلاف میان شمار نوترون‌ها و

الکترون‌ها، در صورتی است که از سنگین‌ترین ایزوتوپ‌ها یعنی $^{18}_8\text{O}$ و $^{14}_6\text{C}$ استفاده شود که در این صورت شمار نوترون

به صورت زیر خواهد بود: $^{18}_8\text{O}, ^{14}_6\text{C}$

$$\Rightarrow \text{شمار نوترون } \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = 2(14 - 6) + 4(18 - 8) = 56$$

$$\Rightarrow \text{حداکثر اختلاف شمار نوترون و الکترون} = 56 - 46 = 10$$

۷. گزینه «۳» ابتدا شمار ذرات زیراتمی یون A^{2+} را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} p = 40 = e^{-}_{A^{2+}} + 2 \Rightarrow e^{-}_{A^{2+}} = 38 \\ n = A - p = 90 - 40 = 50 \end{cases}$$

ذرات زیراتمی باردار، پروتون‌ها و الکترون‌ها هستند:

$$\Rightarrow A^{2+} \text{ مجموع شمار ذرات باردار یون } = p + e^{-}$$

$$= 40 + 38 = 78$$

حالا می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{مجموع شمار ذرات باردار یون } A^{2+}}{\text{شمار الکترون‌های یون } (e^{-}_{B^{2+}})B^{2+}} = 3 \xrightarrow{*} e^{-}_{B^{2+}} = \frac{78}{3} = 26$$

در نتیجه، شمار پروتون‌های هسته اتم عنصر B برابر $p_B = e^{-}_{B^{2+}} + 2 = 28$ است.

از طرفی اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم عنصر A برابر است با: $n_A - p_A = 50 - 40 = 10$

اکنون می‌توان شمار نوترون‌های اتم عنصر B و در نهایت عدد جرمی

$$n_B = 2(n_A - p_A) = 2(10) = 20$$

$$\text{عدد جرمی عنصر } B = p_B + n_B = \frac{p_B = 28}{n_B = 20} \rightarrow 28 + 20 = 48$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2^{\left(\frac{72}{T}\right)}} = \frac{6/25}{100} = \frac{1}{16} \Rightarrow 2^{\left(\frac{72}{T}\right)} = 16$$

$$\Rightarrow 2^{\left(\frac{72}{T}\right)} = 2^4 \xrightarrow{\text{پایه‌ها برابر}} \frac{72}{T} = 4 \Rightarrow T = 18 \text{ (ساعت)}$$

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

$$m_0 = 100 \text{ g} \Rightarrow m = 100 - 93/75 = 6/25 \text{ g}$$

$$\Rightarrow \frac{m_0}{2^{\left(\frac{72}{T}\right)}} = m \Rightarrow \frac{100}{2^{\left(\frac{72}{T}\right)}} = 6/25 \Rightarrow 2^{\left(\frac{72}{T}\right)} = \frac{100}{6/25} = 16$$

$$\Rightarrow T = 18 \text{ (ساعت)}$$

۱۲. **گزینه «۲»** با توجه به نمودار می‌توان دریافت که حداکثر جرم تلاشی شده این رادیوایزوتوپ برابر ۱۶ گرم خواهد بود که با جرم اولیه آن برابر است. (پس جرم اولیه این رادیوایزوتوپ برابر ۱۶ گرم است.)

همچنین پس از ۹ روز، ۱۴ گرم از آن تلاشی شده است، یعنی ۲ گرم از آن به صورت فعال باقی مانده است، پس داریم:

$$16 \text{ g} \xrightarrow{\text{نیم‌عمر سوم}} 4 \text{ g} \xrightarrow{\text{نیم‌عمر دوم}} 8 \text{ g} \xrightarrow{\text{نیم‌عمر اول}} 16 \text{ g}$$

پس از ۳ نیم‌عمر، ۱۴ گرم تلاشی شده است.
روز $9 = 3 \times T \Rightarrow T = 3$

$$72 = 3 \times 24 = \text{هر نیم‌عمر بر حسب ساعت}$$

۱۳. **گزینه «۱»** برای تلاشی شدن ۹۳/۷۵ درصد از جرم عنصر پرتوزای M' ، باید به اندازه ۴ نیم‌عمر زمان بگذرد؛ زیرا:

$$M' \xrightarrow{T'} \frac{M'}{2} \xrightarrow{T'} \frac{M'}{4} \xrightarrow{T'} \frac{M'}{8} \xrightarrow{T'} \frac{M'}{16}$$

$$\text{جرم تجزیه شده} = M' - \frac{M'}{16} = \frac{15M'}{16}$$

$$\frac{15M'}{16} \times 100 = 93/75\%$$

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

$$M \xrightarrow{T} \frac{M}{2} \xrightarrow{T} \frac{M}{4}$$

$$\text{جرم تجزیه شده} = M - \frac{M}{4} = \frac{3M}{4}$$

$$\frac{3M}{4} \times 100 = 75\%$$

$$4T' = 2T \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{1}{2}$$

در نتیجه:

۸. **گزینه «۴»** از آن‌جا که یون‌های ارائه شده بار منفی دارند، لازم است عدد جرمی بزرگ‌تر از ۲۵ باشد تا بتوانیم از رابطه زیر برای تعیین عدد اتمی عنصر استفاده کنیم:

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

پس در مورد یون ${}^{79}_{29}\text{A}^{2-}$ می‌توان از رابطه فوق استفاده کرد:

$$A = \text{عدد اتمی} = \frac{79 - 9 + (-2)}{2} = 34$$

مطابق قاعده‌ای که در درسنامه هم گفتیم، اگر عدد جرمی آنیون از ۲۵ بیشتر نباشد، کافی است عدد جرمی را تقسیم بر ۲ کنیم تا جزء صحیح عدد به دست آمده، عدد اتمی عنصر مورد نظر را مشخص کند.

$${}^{31}_{15}\text{B}^{3-} \Rightarrow \text{عدد اتمی} = \left[\frac{31}{2}\right] = [15/5] = 15$$

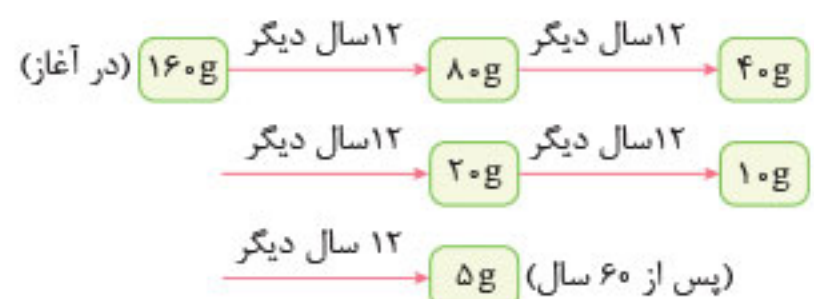
بنابراین اختلاف عدد اتمی دو عنصر A و B برابر است با:

$$34 - 15 = 19$$

۹. **گزینه «۲»** اگر نیم‌عمر این عنصر را برابر T ساعت در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$m = \frac{m_0}{2^{\left(\frac{t}{T}\right)}} \Rightarrow 20 = \frac{640}{2^{\left(\frac{20}{T}\right)}} \Rightarrow T = 4 \text{ (ساعت)}$$

۱۰. **گزینه «۳»** پاسخ بدون استفاده از فرمول: در آغاز ۱۶۰ گرم ${}^3_1\text{H}$ داریم. هر ۱۲ سال که سپری شود، نصف اتم‌های ${}^3_1\text{H}$ تلاشی شده و نیم دیگر باقی می‌ماند. بازه زمانی ۶۰ سال شامل ۵ تا ۱۲ سال است. پس ۵ بار مقدار ${}^3_1\text{H}$ موجود نصف می‌شود. بنابراین:



$$m = \frac{m_0}{2^{\left(\frac{t}{T}\right)}} = \frac{160}{2^{\left(\frac{60}{12}\right)}} = \frac{160}{32} = 5 \text{ g}$$

۱۱. **گزینه «۳»**

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

$$\frac{m_0}{2^{\left(\frac{72}{T}\right)}} = m \Rightarrow m_0 = 2^{\left(\frac{72}{T}\right)} \times m$$

۹۳/۷۵٪ از اتم‌های این عنصر در مدت $3 \times 24 = 72$ ساعت تلاشی شده‌اند. نتیجه می‌شود که ۶/۲۵٪ از اتم‌های آن پس از گذشت ۷۲ ساعت باقی مانده‌اند. بنابراین:

$$\frac{m}{m_0} \times 100 = 6/25 \Rightarrow \frac{m}{2^{\left(\frac{72}{T}\right)} \times m} \times 100 = 6/25$$

۱۴. گزینه «۱»

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

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

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

قسمت دوم:



حداکثر جرمی از عنصر که می‌تواند متلاشی شود، تقریباً برابر همان جرم اولیه عنصر پرتوزا (A) است.

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

با توجه به این که در هر نیم‌عمر، جرم عنصر نصف می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که پس از گذشت ۴ نیم‌عمر، ۰/۷۵ گرم از جرم آن باقی می‌ماند: $12 \xrightarrow{T} 6 \xrightarrow{T} 3 \xrightarrow{T} 1.5 \xrightarrow{T} 0.75$ (شبهانه روز) = ۲ (ساعت) = ۴۸ = ۴ × ۱۲ = زمان

۱۵. گزینه «۳» اتم ${}^Z_A$ دارای Z عدد پروتون، Z عدد نوترون و Z عدد الکترون است. بنابراین:

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

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

ترفند محاسباتی

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

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

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

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

از آن جا که جرم هر نوترون در حدود ۱ amu است؛ پس جرم نوترون‌های A و همین‌طور A^{2-} در حدود ۴۵ amu است.

۱۷. گزینه «۱»

ابتدا عدد جرمی عنصر X را به دست می‌آوریم:

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

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

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

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

۱۸. گزینه «۱» اتم ${}^3_1\text{H}$ دارای یک پروتون، دو نوترون و یک الکترون است، بنابراین:

$${}^3_1\text{H} \text{ جرم} = (1840) \times (0/00054) \times (1/66 \times 10^{-24} \text{ g})$$

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

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

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

$${}^3_1\text{H} \text{ جرم} = (0/00054)(1/66 \times 10^{-24})(1840 + 2(1850) + 1)$$

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

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

ترفند محاسباتی

با توجه به کلمه تقریب در صورت تست و اختلاف کافی گزینه‌ها با یکدیگر، از تکنیک رنداسیون استفاده کرده و محاسبات را ساده‌تر می‌کنیم.

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

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

عدد ۱۷۸ از سه برابر عدد ۵۵/۴۱ اندکی بیشتر است؛ پس ۵/۴۱ واحد از ۵۵/۴۱ کم کرده و ۲۰ واحد به ۱۷۸ اضافه می‌کنیم:

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

حالا با استفاده از تکنیک تقریب، عدد ۱۹۸ را ۲۰۰ در نظر می‌گیریم؛ اما یادمان باشد که پاسخ واقعی از آن چه به دست می‌آید، قدری کمتر است:

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

جواب باید اندکی کمتر از این باشد. $\Leftarrow$ گزینه «۱»؛ یعنی $4/96 \times 10^{-24}$

۲۲. گزینه «۳»

$$\frac{\text{جرم } ^{12}\text{C}}{\text{جرم } \text{Br}_2} = \frac{75}{1000} \Rightarrow \text{جرم } \text{Br}_2 = \frac{1000 \times 12}{75} = 160 \Rightarrow \text{Br} = 80$$

$$\frac{\text{جرم } ^{12}\text{C}}{\text{جرم } \text{As}} = 0.16 \Rightarrow \text{جرم اتم } \text{As} = \frac{12}{0.16} = 75$$

$$\Rightarrow \text{AsBr}_3 = 75 + 3(80) = 315 \text{ amu}$$

۲۳. گزینه «۱» $\frac{2}{7}$ جرم ترکیب را O تشکیل می‌دهد؛ پس $\frac{5}{7}$

جرم ترکیب هم به X تعلق دارد؛ بنابراین نسبت جرم O به جرم X در ترکیب، برابر $\frac{2}{5}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم } X} = \frac{3 \times 16}{2 \times M_X} = \frac{2}{5} \Rightarrow M_X = 60 \text{ amu}$$

$$X \text{ عدد اتمی} = \frac{A - (p \text{ و } n \text{ اختلاف})}{2} = \frac{60 - 6}{2} = 27$$

$\Rightarrow$ دوره چهارم جدول

۲۴. گزینه «۱» ابتدا جرم اتمی عنصر B را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی عنصر B} = \frac{\text{جرم عنصر B}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100$$

$$\Rightarrow 36 = \frac{2 \times M_B}{(2 \times M_B) + (3 \times 32)} \times 100 \Rightarrow M_B = 27 \text{ amu}$$

حالا می‌توان خواسته مسئله را به دست آورد:

$$M_B + M_S = 27 + 32 = 59 \text{ amu}$$

۲۵. گزینه «۲» جرم ^{12}C برابر ۱۲ amu است. بنابراین:

$$\text{SCO} \Rightarrow \frac{12}{S + O + 12} = \frac{20}{100} \Rightarrow S + O = 48 \text{ amu}$$

$$\text{SO}_2 \Rightarrow \frac{32}{S + 2O} = \frac{60}{100} \Rightarrow S = 20$$

اگر در معادله « $S + O = 48$ »، به جای S، ۲۰ قرار داده شود:

$$\Rightarrow 2O + O = 48 \Rightarrow O = 16 \text{ amu}, S = 32 \text{ amu}$$

حالا نسبت جرم S_8 به SO_2 را حساب می‌کنیم:

$$\frac{S_8}{\text{SO}_2} = \frac{8(32)}{32 + 2(16)} = \frac{8(32)}{64} = 4$$

۲۶. گزینه «۲» اگر عدد جرمی اتم‌های A، B و D بر حسب

amu را به ترتیب a، b و d در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} a + 3b = 84 \text{ amu} \\ 2a + 3d = 150 \text{ amu} \\ d + 2b = 70 \text{ amu} \end{cases} \xrightarrow{\text{حل دستگاه}} \begin{cases} a = 27 \\ b = 19 \\ d = 32 \end{cases}$$

بنابراین مجموع پروتون‌ها و نوترون‌های سه اتم a، b و d روی هم در حدود $(27 + 19 + 32) \text{ amu}$ یا ۷۸ amu جرم دارند. می‌توان نتیجه گرفت:

$$\text{مجموع جرم پروتون‌های سه اتم} \approx 78 - 40 = 38 \text{ amu}$$

۱۹. گزینه «۴» ابتدا عدد اتمی عنصر X را به دست می‌آوریم:

$$n - e^- = 6, e^- = p - 2 \Rightarrow n - (p - 2) = 6 \Rightarrow n - p = 4$$

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

$$= \frac{48 - 4}{2} = 22$$

پس اتم X دارای ۲۲ پروتون است؛ بنابراین یون X^{2+} دارای ۲۰ الکترون است. جرم هر پروتون و نوترون در حدود ۱ amu است؛ بنابراین جرم هر الکترون در حدود $\frac{1}{1800} \text{ amu}$ خواهد بود و می‌توان نوشت:

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

$$= 9 \times 10^6 \times 20 \times \frac{1}{1800} \text{ amu} = 10^5 \text{ amu}$$

۲۰. گزینه «۴»

قسمت اول: در واقع باید حساب کنیم جرم چه تعداد الکترون معادل 0.1 میلی گرم است. اگر تعداد الکترون‌های جدا شده را x در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$x(9 \times 10^{-28}) = 0.1 \times 10^{-3} \Rightarrow x = \frac{1}{9} \times 10^{24} = \frac{1}{9} \times 10^{23}$$

ترفند محاسباتی

لزومی نداره جواب دقیق نهایی را به دست بیاری! خُب! $\frac{1}{9}$ کمی از یک بیشتره. پس جواب میشه یک و خرده‌ای ضرب در $10^{23} \leq$ گزینه «۲» یا «۴».

قسمت دوم: $10^{23} \times \frac{1}{11} \times 10^{-19}$ الکترون داریم که هر کدام

$$10^{-19} \times \frac{1}{6} \text{ بار دارند.}$$

بار کل این تعداد الکترون را حساب می‌کنیم:

$$10^{23} \times \frac{1}{11} \times 10^{-19} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{11} \times \frac{1}{6} \times 10^4 \text{ بار کل الکترون‌ها}$$

ترفند محاسباتی

نیازی به ضرب $\frac{1}{11}$ در $\frac{1}{6}$ نیست. خُب! 0.1 عدد $\frac{1}{6}$ که اگر آن را به $\frac{1}{6}$ اضافه کنیم، حاصل می‌شه $\frac{1}{76} \leq$ گزینه «۴»

۲۱. گزینه «۳» جرم اتمی ^{12}C ، 0.3 جرم اتمی A است؛

پس جرم اتمی A، $\frac{1}{3}$ جرم اتمی ^{12}C است.

$$\text{جرم اتمی } A = \frac{1}{3} \times 12 = 40 \text{ amu}$$

به همین ترتیب می‌توان نوشت:

$$\text{جرم اتمی } AB_2 = \frac{1}{6} \times 12 = 200 \text{ amu}$$

حالا می‌توان جرم اتمی B را حساب کرد:

$$AB_2 = 200 = 40 + 2B \Rightarrow B = 80 \text{ amu}$$

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

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

۲۹. گزینه «۳» ابتدا درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ‌ها را به دست می‌آوریم:

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

$$\Rightarrow F_p = 64\% \xrightarrow{F_l + F_p = 100\%} F_l = 36\%$$

حالا شمار ایزوتوپ‌های سبک‌تر را در نمونهٔ طبیعی آن به دست می‌آوریم:

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

۳۰. گزینه «۲» جرم هر کدام از ترکیب‌ها را به صورت جداگانه

$$\left. \begin{aligned} \text{سبک‌ترین: } 24 + 2 \times 35 &= 94 \\ \text{سنگین‌ترین: } 26 + 2 \times 37 &= 100 \end{aligned} \right\} \text{حساب می‌کنیم:}$$

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

۳۱. گزینه «۳» ابتدا درصد فراوانی ایزوتوپ وسطی (Y) را به دست می‌آوریم:

$$F_l + F_p + F_y = 100 \Rightarrow 60 + F_p + 10 = 100 \Rightarrow F_p = 30\%$$

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر، جرم اتمی میانگین عنصر E را به دست

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

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

۳۲. گزینه «۳» ابتدا درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را بر حسب

$$\text{درصد فراوانی } {}^{26}\text{E} \text{ به دست می‌آوریم: } F_l + F_p + F_p = 100$$

$$\Rightarrow 30 + F_p + F_p = 100 \Rightarrow F_p = 70 - F_p$$

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر، درصد فراوانی ${}^{26}\text{E}$ را حساب

$$\text{می‌کنیم: } 26 = 24 + \frac{F_p}{100}(26 - 24) + \frac{70 - F_p}{100}(28 - 24)$$

$$\Rightarrow F_p = 40\%$$

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

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

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

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

طبق شکل، درصد فراوانی هر مولکول را به دست می‌آوریم:

$$74 \rightarrow 70\%$$

$$72 \rightarrow 20\%$$

$$70 \rightarrow 10\%$$

سپس جرم مولی میانگین را محاسبه می‌کنیم:

$$\Rightarrow 70 + \frac{20}{100}(72 - 70) + \frac{10}{100}(74 - 70) = 73/2 \text{ g.mol}^{-1}$$

۲۷. گزینه «۲» شکل ارائه شده نشان می‌دهد که ۲۴ اتم از کل

۳۰ اتم بور، به ایزوتوپ ${}^{11}\text{B}$ اختصاص دارد. بنابراین به راحتی می‌توان درصد فراوانی ${}^{11}\text{B}$ در نمونه ارائه شده را حساب کرد:

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

برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین بور باید توجه کنیم که از ۳۰ اتم بور، ۶ اتم به ${}^{10}\text{B}$ و بقیه یعنی ۲۴ اتم به ${}^{11}\text{B}$ 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. به دلیل پرتوزا نبودن هیچ‌یک از دو ایزوتوپ ${}^{10}\text{B}$ و ${}^{11}\text{B}$ ، 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. گزینه «۲»

• روش اول راه حل 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 به ترتیب دارای

فراوانی $\frac{F_1}{100}$ و $\frac{F_2}{100}$ باشند، جرم اتمی میانگین عنصر از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

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

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

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

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

$$= 35.625$$

• **گزینه ۲۷** ابتدا باید جرم اتمی میانگین منیزیم را حساب کنیم:

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

$$(\bar{M}) = 24 + \frac{10}{100}(25 - 24) + \frac{11}{100}(26 - 24)$$

$$= 24.32 \text{ g.mol}^{-1}$$

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:

$$\text{MgF}_2 \Rightarrow \text{جرم مولی} \approx 24.32 + 2(19) \approx 62.32 \text{ g.mol}^{-1}$$

واضح است که جواب دقیق‌تر، 62.28 است که در **گزینه ۲۷** آمده است. بهترین عنوان برای شگرد ریاضی که در این‌جا استفاده کردیم، **شگرد درایت** است. هر کس به ذره درایت به خرج بدهد، به جای عددهای ناجور جرم اتمی، همان عدد جرمی‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهد که بسیار نزدیک به هم‌اند.

• **گزینه ۲۸** عدد اتمی عنصر X برابر ۱۲ است.

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

$$n = p = 12 \Rightarrow X_1 = 12 + 12 = 24 \text{ amu}$$

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

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

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

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

در نتیجه جرم اتمی میانگین عنصر X برابر است با:

$$X = 24 + \frac{10}{100}(25 - 24) + \frac{11}{100}(26 - 24) = 24.32 \text{ amu}$$

• **گزینه ۳۹** درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ را

x می‌گیریم، همچنین ایزوتوپ با ۱۳ نوترون، $^{25}_{12}\text{Mg}$ می‌گیریم، $(25 - 12 = 13)$ است.

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

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

$$\Rightarrow x = 2\%$$

• **گزینه ۲۹** اگر درصد فراوانی ایزوتوپ ^xA را برابر X درصد در نظر بگیریم، داریم:

$$\begin{cases} F(^xA) = X \\ F(^yA) = \Delta F(^xA) = \Delta X \\ F(^zA) = 2F(^yA) = 2 \times \Delta X = 10X \end{cases}$$

مجموع درصد فراوانی‌های ایزوتوپ‌ها برابر ۱۰۰ است:

$$F(^xA) + F(^yA) + F(^zA) = 100$$

$$\Rightarrow X + \Delta X + 10X = 100 \Rightarrow 16X = 100$$

$$\Rightarrow X = F(^xA) = 6.25\%$$

$$\Rightarrow F(^yA) = \Delta \times 6.25 = 31.25\%$$

$$^yA \text{ و } ^xA \text{ اختلاف درصد فراوانی} = 31.25 - 6.25 = 25\%$$

• **گزینه ۳۵**

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 محاسبه 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:

$$\bar{M}_X = 35 + \frac{10}{100}(37 - 35) = 35 + 1/6 = 36/6$$

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

$$A_2X_3 \text{ جرم مولی} = 2(46.8) + 3(36/6) = 203.4 \text{ g.mol}^{-1}$$

• **گزینه ۳۶**

• **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:

$$A = 35 + \frac{37.5}{100}(36 - 35) + \frac{12.5}{100}(37 - 35) = 35.625 \text{ amu}$$



پس اگر شمار کل ایزوتوپ‌ها را برابر ۲۵ واحد در نظر 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. گزینه «۳» اگر درصد فراوانی ^{37}M را برابر F و درصد فراوانی ^{35}M را برابر $100 - F$ در نظر بگیریم؛ با توجه به رابطه 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 به ترتیب ۲۵ و ۷۵ درصد است. از آن جایی که درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها، متناسب با مساحت هر قسمت است؛ پس با استفاده از آن، مقدار x را محاسبه می‌کنیم.

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

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

۴۵. گزینه «۲» ابتدا حالت‌های مختلف تشکیل مولکول BrCl با ایزوتوپ‌های مختلف را نوشته و درصد فراوانی هر مولکول را به صورت جداگانه به دست می‌آوریم:

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

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

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

$M = 116$ (جرم مولی)

$$\Rightarrow \text{BrCl} \text{ های درصد فراوانی مولکول} = 37 / 5 + 12 / 5 = 50\%$$

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

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

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

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

۴۰. گزینه «۲» اگر شمار نوترون‌های سبک‌ترین ایزوتوپ را برابر n در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

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

حالا درصد فراوانی هریک از ایزوتوپ‌ها را به دست می‌آوریم:

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

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

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

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

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. گزینه «۲» فراوانی ایزوتوپ‌ها به قرار زیر می‌باشند:

$$\begin{cases} ^{49}\text{A} \rightarrow 65 - x \\ ^{51}\text{A} \rightarrow x \\ ^{53}\text{A} \rightarrow 15 \\ ^{54}\text{A} \rightarrow 20 \end{cases} \rightarrow \text{جمعاً } 65\%$$

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

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

$$+ \frac{20}{100} (54 - 49)$$

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

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

۴۲. گزینه «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:

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

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

۴۳. گزینه «۳» ابتدا نسبت مساحت دو دایره را به دست می‌آوریم:

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

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

۴۹. گزینه «۱»

• **روش اول** ابتدا شمار اتم‌ها در سیم آلومینیومی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ atom} = 279 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{N_A \text{ Al}}{1 \text{ mol Al}} \\ = 27N_A \text{ Al}$$

پس مجموع شمار اتم‌های آهن در قوطی‌های آهنی برابر

$$\frac{27}{3} N_A = 9N_A \text{ خواهد بود، در نتیجه:}$$

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

حالا می‌توان تعداد قوطی‌های آهنی را به دست آورد:

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

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

$$(\text{شمار اتم‌ها در } x \text{ قوطی}) \times 3 = (\text{شمار اتم‌های سیم})$$

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

$$\left(\frac{279}{27} \times \frac{N_A \text{ Al}}{1 \text{ mol Al}} \right) = 3 \left(\frac{m_{\text{Fe}}}{56} \times \frac{N_A \text{ Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \right)$$

$$\Rightarrow m_{\text{Fe}} = \frac{56 \times 279}{3 \times 27} = (9 \times 56) \text{ g Fe}$$

حالا تعداد قوطی‌ها را به دست می‌آوریم:

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

۵۰. گزینه «۳»

• روش اول < کسرهای تبدیل

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

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

$$? \text{ g C}_7\text{H}_6 = 4 \text{ mol atom} \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6}{8 \text{ mol atom}} \\ \times \frac{30 \text{ g C}_7\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6} = 15 \text{ g C}_7\text{H}_6$$

• روش دوم < برابری نسبت مول به ضریب

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

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

$$\text{C}_7\text{H}_6 \sim (2+6) \text{ mol atom}$$

$$\frac{y \text{ g C}_7\text{H}_6}{1 \times 30} = \frac{4 \text{ mol atom}}{8} \Rightarrow y = 15 \text{ g C}_7\text{H}_6$$

۴۶. گزینه «۲» در رابطه مربوط به نیم‌عمر، به جای جرم اولیه

رادیوایزوتوپ و جرم ثانویه آن، می‌توان فراوانی اولیه و فراوانی ثانویه رادیوایزوتوپ را هم قرار داد. زیرا زمانی که ۵۰ درصد از جرم اولیه رادیوایزوتوپ در نمونه مورد آزمایش کاسته می‌شود، در همان زمان، فراوانی آن در نمونه نیز نصف می‌شود. با توجه به رابطه زیر و برابر بودن فراوانی اولیه دو ایزوتوپ می‌توان نوشت:

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow n_1 - n_2 = 7$$

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

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

۴۷. گزینه «۲»

قسمت اول: از ۴۰ اتم نشان داده شده 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 ${}^B_ZX$ است، از ۸ اتم ${}^B_ZX$ 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 ${}^B_ZX$ متلاشی شده و از ۳۳ اتم

باقی‌مانده از عنصر X، فقط یک اتم پرتوزای ${}^B_ZX$ باقی مانده

است. در آن شرایط:

$$\left(\frac{B}{Z} X \text{ درصد اتم پرتوزای} \right) = \frac{1}{33} \times 100 \approx 3\%$$

۴۸. گزینه «۱» جرم دو نمونه «۱» و «۲» برابر است. پس نمونه «۱»

به دلیل جرم اتمی بیشتر سدیم نسبت به نئون، شمار اتم‌های کمتری دارد.

جرم دو نمونه «۳» و «۴» برابر است. پس نمونه «۳» به دلیل جرم

اتمی بیشتر لیتیم نسبت به هلیوم، شمار اتم‌های کمتری دارد.

شمار اتم‌ها در دو نمونه «۱» و «۳» را حساب می‌کنیم تا مشخص

شود کدام یک دارای شمار اتم‌های کمتری است.

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

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

• **روش دوم** اگر شمار اتم‌های نمونه C_xH_y ، ۹ برابر شمار اتم‌های یک گرم آب باشد، می‌توان گفت که شمار اتم‌های نمونه 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: $9g H_2O \sim 7g C_xH_y$

$$9g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18g H_2O} \times \frac{3 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{1 \text{ mol } C_xH_y}{(x+y) \text{ mol atom}} \times \frac{(12x+y)g C_xH_y}{1 \text{ mol } C_xH_y} = 7g C_xH_y$$

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

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

• **گزینه «۴»** جرم اتم‌های کربن در نمونه‌ی مالتوز برابر است با:

$$?g C = 68/4g C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{1 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}}{342g C_{12}H_{22}O_{11}} \times \frac{12 \text{ mol C}}{1 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}} \times \frac{12g C}{1 \text{ mol C}} = 28/8g C$$

جرم اتم‌های اکسیژن در نمونه‌ی گلوکز برابر است با:

$$?g O = 45g C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180g C_6H_{12}O_6} \times \frac{6 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{16g O}{1 \text{ mol O}} = 24g O$$

حالا می‌توان نسبت موردنظر را به‌دست آورد:

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



میانبر

نسبت موردنظر را به‌صورت مستقیم می‌نویسیم:

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

شمار C مول مالتوز M_C شمار O مول گلوکز M_O

• **گزینه «۱»**

$$1 \text{ mol } X_2O_5 \sim 5 \text{ mol O}$$

• **روش اول < کسرهای تبدیل**

$$1/50.5 \times 10^{23} O \times \frac{1 \text{ mol O}}{6.02 \times 10^{23} O}$$

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

• **گزینه «۱»** اگر جرم NH_3 را برابر x گرم در نظر بگیریم:

$$\frac{\frac{x}{17} \times 4}{\frac{0.08}{16} \times 5} = \frac{\text{شمار اتم‌ها در نمونه آمونیاک}}{\text{شمار اتم‌ها در نمونه متان}}$$

$$\Rightarrow x = \frac{17 \times 0.08 \times 5}{16 \times 4} = \frac{17}{16} \times 0.1 = (0.1 \text{ بیشتر از } 0.1)$$

• **گزینه «۱»**

توضیح محاسبات

اگر $1/7$ را بر ۱۶ تقسیم کنید، حاصل دقیق‌تری شود: 0.10625 . و البته حداقل نیم دقیقه از وقت ارزشمند شما را هم خواهد گرفت. اما نیازی به حرام کردن این قدر وقت و انرژی نیست! شگرد درایت را اگر به کار بگیرید، بدون انجام تقسیم هم در یک چشم به هم زدن، متوجه می‌شوید که پاسخ اندکی بزرگ‌تر از 0.1 است و فقط **گزینه «۱»** این ویژگی را دارد.

• **گزینه «۴»** جرم مولکولی CO_2 با C_3H_8 یکسان و برابر $44g \cdot mol^{-1}$ 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 سازنده هر کدام از مولکول‌ها است.

$$\frac{\text{شمار اتم‌های سازنده } CO_2}{\text{شمار اتم‌های نمونه } C_3H_8} = \frac{\text{شمار اتم‌های نمونه } CO_2}{\text{شمار اتم‌های نمونه } C_3H_8}$$

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

• **گزینه «۲»**

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

$$? \text{ atom} = 1g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18g H_2O} \times \frac{3 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{N_A}{6} \text{ atom}$$

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

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

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

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

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

بخش ششم

پایه

تعداد مسئله مربوط به هریک 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 از کشور ۱۴۰۳



رشته‌های ریاضی و تجربی

فصل ۱: ساختار اتم و آرایش الکترونی



۱. نسبت مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ${}^5_1\text{H}$ به مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ${}^2_1\text{H}$ ، چند برابر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ${}^3_1\text{H}$ است؟

(تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

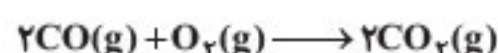
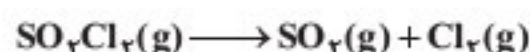
۲ (۱) ۱ (۲) ۰/۵ (۳) ۰/۲۵ (۴)

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 در نظر گرفته شود، واکنش دیگری انجام نمی‌شود).

(تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)



۱۲/۵ (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۳۷/۵ (۴)

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

(تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

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

(۱) شمار اتم‌های نمونه ۴، دو برابر شمار مولکول‌های نمونه ۱ است.

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

(۳) مجموع جرم گاز در نمونه‌های ۱ و ۳، برابر جرم گاز در نمونه ۲ است.

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