فهرست

شمارهٔ صفحه

بخش ۱: مرورنامه ۷

بخش ۲: آزمون‌های فصلی ۵۷

شیمی دهم

فصل ۱: آزمون ۱ تا ۴ ..... ۵۸
فصل ۲: آزمون ۵ تا ۸ ..... ۶۴
فصل ۳: آزمون ۹ تا ۱۲ ..... ۷۱

شیمی یازدهم

فصل ۱: آزمون ۱۳ تا ۱۶ ..... ۷۸
فصل ۲: آزمون ۱۷ تا ۲۱ ..... ۸۵
فصل ۳: آزمون ۲۲ تا ۲۵ ..... ۹۵

شیمی دوازدهم

فصل ۱: آزمون ۲۶ تا ۲۹ ..... ۱۰۲
فصل ۲: آزمون ۳۰ تا ۳۳ ..... ۱۰۹
فصل ۳: آزمون ۳۴ تا ۳۶ ..... ۱۱۷
فصل ۴: آزمون ۳۷ تا ۴۰ ..... ۱۲۲

بخش ۳: آزمون‌های مبحثی ۱۲۹

آزمون۴۱: آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای ۱۳۰
آزمون۴۲: نام‌گذاری، فرمول‌نویسی، ساختار لوویس و شکل هندسی ۱۳۲
آزمون۴۳: استوکیومتری واکنش‌ها ۱۳۴
آزمون۴۴: شیمی آلی ۱۳۷
آزمون۴۵: ترموشیمی ۱۳۹
آزمون۴۶: اسیدها و بازها، ثابت یونش و pH ۱۴۱
آزمون۴۷: سینتیک ۱۴۳
آزمون۴۸: تعادل ۱۴۵
آزمون۴۹: الکتروشیمی ۱۴۷
آزمون۵۰: جامدهای بلوری ۱۵۰

بخش ۴: آزمون‌های جامع پایه و جامع مطابق با کنکور ۱۵۳

آزمون۵۱: آزمون جامع شیمی دهم ۱۵۴
آزمون۵۲: آزمون جامع شیمی یازدهم ۱۵۶
آزمون۵۳: آزمون جامع شیمی دوازدهم ۱۵۹
آزمون۵۴ تا ۶۳: آزمون‌های جامع مشابه کنکور سراسری ۱۶۱

بخش ۵: پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۰۱

بخش ۱

مرورنامه

این درسنامه‌ها به‌صورت مبحثی تنظیم شده اند، فارغ از این‌که مبحث مربوطه در کدام پایه‌ها یا کدام فصول از کتاب درسی شیمی ارائه شده باشند. به‌عنوان مثال، شیمی آلی در پنج فصل مختلف از شیمی یازدهم و دوازدهم ارائه شده است و ما در درسنامه شیمی آلی که در این‌جا آورده‌ایم، کل شیمی آلی را یکجا و به‌صورت پیوسته و منسجم ارائه کرده‌ایم.

مبحث اول اعداد کوانتومی، آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای

۱ عدد کوانتومی اصلی (n)

عدد کوانتومی اصلی که با نماد n نمایش داده می‌شود، نمایانگر لایهٔ اصلی است که الکترون در آن قرار گرفته است.

n یکی از عددهای ۱، ۲، ۳ و ... است.

هرچه مقدار n بزرگ‌تر باشد، به معنی بزرگ‌تر بودن آن لایه است و تعداد الکترون بیشتری می‌تواند در آن لایه قرار گیرد.

گنجایش هر لایهٔ معین برای الکترون، از رابطهٔ $2n^2$ مشخص می‌شود.

هرچه مقدار n بزرگ‌تر باشد، انرژی الکترون موجود در آن، بیشتر است.

لایهٔ اصلی nام شامل n زیرلایه است.

۲ عدد کوانتومی فرعی (l)

عدد کوانتومی فرعی که با نماد l مشخص می‌شود، نمایانگر نوع زیرلایه است.

مقدار l برای هر الکترون که عدد کوانتومی اصلی آن، n باشد، یکی از عددهای صحیح از صفر تا حداکثر (n−۱) است.

هرچه مقدار l کم‌تر باشد، نشانگر کم‌تر بودن انرژی زیرلایهٔ مربوطه است.

زیرلایه‌های دارای عدد کوانتومی فرعی از ۰ تا ۴ را به‌ترتیب با حروف s، p، d، f و g نمایش می‌دهند.

زیرلایهٔ دارای عدد کوانتومی فرعی l، حداکثر (۴l+۲) الکترون می‌تواند در خود جای دهد.

مقدار l	۰	۱	۲	۳	۴
نوع زیر لایه	s	p	d	f	g
گنجایش	۲	۶	۱۰	۱۴	۱۸

نماد هر زیرلایه شامل یک عدد (برای مشخص کردن n) و یک حرف (برای مشخص کردن l) است. مثلاً ۳p یعنی زیرلایه p از لایه الکترونی سوم.

۳ مقایسهٔ سطح انرژی زیرلایه‌ها

۱ از میان چند زیرلایه، هرکدام از مقدار (n+l) کم‌تری برخوردار باشد، سطح انرژی کم‌تری دارد.

۲ از دو زیرلایه با (n+l) یکسان، زیرلایهٔ دارای n کوچک‌تر، انرژی کم‌تری دارد.

مثال مقایسهٔ سطح انرژی زیرلایه‌های ۳p، ۳d، ۴s، ۴p، ۴d، ۴f، ۵s، ۵p، ۵d و ۶s:

زیرلایه	۳p	۳d	۴s	۴p	۴d	۴f	۵s	۵p	۵d	۶s
n+l	۴	۵	۴	۵	۶	۷	۵	۶	۷	۶
n	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶

مقایسهٔ سطح انرژی: $3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d$

۴ قاعدهٔ آفبا: ترتیب پر شدن الکترون در زیرلایه‌ها

۱s	۲s ۲p	۳s ۳p	۴s ۳d ۴p	۵s ۴d ۵p	۶s ۴f ۵d ۶p	۷s ۵f ۶d ۷p

ترتیب پر شدن الکترون

۵ نحوهٔ نوشتن آرایش الکترونی فشرده

برای این‌کار لازم است گازهای نجیب و عدد اتمی و شمارهٔ دورهٔ هر یک از آن‌ها را حفظ باشید.

شمارهٔ دورهٔ جدول	۱	۲	۳	۴	۵	۶
گاز نجیب	$_{2}He$	$_{10}Ne$	$_{18}Ar$	$_{36}Kr$	$_{54}Xe$	$_{86}Rn$

پس از نوشتن نماد گاز نجیب دورهٔ قبل، بسته به این‌که عنصر مورد نظر به کدام دوره متعلق باشد، مطابق یکی از الگوهای زیر ادامهٔ آرایش الکترونی را می‌نویسیم:

شمارهٔ دورهٔ عنصر	۲ و ۳	۴ و ۵	۶ و ۷
الگو	$ns \rightarrow np$	$ns \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$	$ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$

الگوهای مربوط به عنصرهای دوره‌های ۲ و ۳ مثل هم و دوره‌های ۴ و ۵ مثل هم و همین‌طور، دوره‌های ۶ و ۷ مثل هم هستند.

شمارهٔ دورهٔ عنصر	۲	۳	۴	۵	۶
گاز نجیب انتخاب شده	${}_{۲}He$	${}_{۱۰}Ne$	${}_{۱۸}Ar$	${}_{۳۶}Kr$	${}_{۵۴}Xe$
الگو	$۲s \rightarrow ۲p$	$۳s \rightarrow ۳p$	$۴s \rightarrow ۳d \rightarrow ۴p$	$۵s \rightarrow ۴d \rightarrow ۵p$	$۶s \rightarrow ۴f \rightarrow ۵d \rightarrow ۶p$

مثال

❸ ${}_{۸۳}Bi:[{}_{۵۴}Xe]۶s^{۲}۴f^{۱۴}۵d^{۱۰}۶p^{۳}$ ❷ ${}_{۵۰}Sn:[{}_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۱۰}۵p^{۲}$ ❶ ${}_{۳۵}Br:[{}_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۵}$

۶ آرایش غیرعادی ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۹}Cu$

اگر آرایش الکترونی ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۹}Cu$ را مطابق قاعدهٔ آفبا بنویسیم، خواهیم داشت: ${}_{۲۹}Cu:[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۲}۳d^{۹}$ و ${}_{۲۴}Cr:[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۲}۳d^{۴}$

اما داده‌های طیف‌سنجی نشان داده است که آرایش الکترونی ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۹}Cu$، در واقع به‌صورت زیر است:

${}_{۲۹}Cu:[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۱}۳d^{۱۰}$ و ${}_{۲۴}Cr:[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۱}۳d^{۵}$

۷ عنصرهای دستهٔ s، p، d و f

تعیین‌کنندهٔ دستهٔ عنصر، نوع آخرین زیرلایه‌ای است که الکترون وارد آن شده است (مطابق قاعدهٔ آفبا).

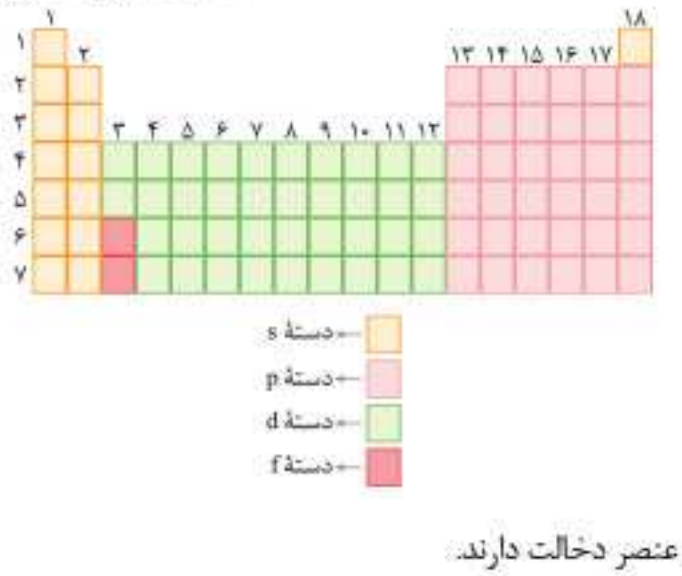
مثال

دستهٔ d ${}_{۲۶}Fe:[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۲}۳d^{۶}$

دستهٔ f ${}_{۵۸}Ce:[{}_{۵۴}Xe]\,۶s^{۲}۴f^{۲}$

دستهٔ p ${}_{۳۵}Br:[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۵}$

دستهٔ s ${}_{۵۶}Ba:[{}_{۵۴}Xe]\,۶s^{۲}$



در جدول دوره‌ای، عناصر دستهٔ s شامل عناصر دو گروه ۱ و ۲ و عنصر اول گروه ۱۸، عناصر دستهٔ d شامل عناصر گروه‌های ۳ تا ۱۲ و عناصر دستهٔ p شامل عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (غیر از ${}_{۲}He$) می‌باشند. عنصرهای دستهٔ f در دو خانهٔ انتهایی گروه ۳ قرار داده شده‌اند.

به عنصرهای دسته‌های s و p، عناصر اصلی و به عنصرهای دستهٔ d، عناصر واسطه می‌گویند.

۸ لایهٔ ظرفیت عنصرها

لایهٔ ظرفیت یک عنصر دربردارندهٔ الکترون یا الکترون‌هایی است که در رفتار شیمیایی آن عنصر دخالت دارند.

در عنصرهای **اصلی** (دسته‌های s و p)، الکترون‌های موجود در آخرین لایهٔ الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصر را تشکیل می‌دهند، مثال:

${}_{۵۶}Ba:[{}_{۵۴}Xe]\underbrace{۶s^{۲}}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$ و ${}_{۵۰}Sn:[{}_{۳۶}Kr]۴d^{۱۰}\underbrace{۵s^{۲}۵p^{۲}}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$ و ${}_{۱۷}Cl:[{}_{۱۰}Ne]\underbrace{۳s^{۲}۳p^{۵}}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$

در عنصرهای **واسطه** (دستهٔ d)، الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ s آخرین لایهٔ الکترونی به اضافهٔ الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ d لایهٔ ماقبل آخر، لایهٔ ظرفیت عنصر را تشکیل می‌دهند.

مثال

${}_{۲۶}Fe:[{}_{۱۸}Ar]\underbrace{۴s^{۲}۳d^{۶}}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$

تذکر ظرفیت یک عنصر را با لایهٔ ظرفیت آن اشتباه نگیرید! به عنوان مثال، آهن در ترکیب‌های خود از دو ظرفیت ۲ و ۳ برخوردار است، درحالی‌که لایهٔ ظرفیت اتم آن به‌صورت $۴s^{۲}\,۳d^{۶}$ بوده و دارای ۸ الکترون است.

۹ آرایش الکترونی و جدول تناوبی

تعیین **شمارهٔ دورهٔ** عنصری که آرایش الکترونی آن مشخص شده است، کافی است به ضریب عددی مربوط به زیرلایهٔ s (یا p) در لایهٔ ظرفیت عنصر توجه کنیم:

ضریب عددی زیرلایهٔ s در لایهٔ ظرفیت = شمارهٔ دورهٔ عنصر

مثال

$[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۲} \Rightarrow$ شمارهٔ دوره $= ۴$

$[{}_{۱۸}Ar]\,۴s^{۲}۳d^{۵} \Rightarrow$ شمارهٔ دوره $= ۴$

تعیین **شمارهٔ گروه** عنصری که آرایش الکترونی آن مشخص شده است، بسته به‌دسته عنصر، از یکی از قواعد زیر استفاده می‌کنیم:

	دستهٔ s	دستهٔ p	دستهٔ d	دستهٔ f
قاعدهٔ تعیین شمارهٔ گروه	تعداد الکترون زیرلایهٔ s در لایهٔ ظرفیت	۱۲+ تعداد الکترون زیرلایهٔ p درلایهٔ ظرفیت	مجموع تعداد الکترون در زیرلایه‌های s و d لایهٔ ظرفیت	۳ = شمارهٔ گروه

مثال

$[_{18}Ar]4s^2 \Rightarrow$ دستهٔ s $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2$

$[_{18}Ar]4s^2 3d^{10} 4p^2 \Rightarrow$ دستهٔ p $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2+12=14$

$[_{18}Ar]4s^2 3d^5 \Rightarrow$ دستهٔ d $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2+5=7$

$[_{54}Xe]6s^2 4f^4 \Rightarrow$ دستهٔ f $\Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 3$

تعیین شمارهٔ گروه عنصری که عدد اتمی آن مشخص شده است: از دو روش می‌توان به پاسخ رسید:

روش اول رسم آرایش الکترونی و تعیین شمارهٔ گروه عنصر، باتوجه به قواعدی که گفته شد.

روش دوم استفاده از گاز نجیب. اگر عدد اتمی عنصری ۱ یا ۲ واحد از گاز نجیب معینی بیشتر باشد، شماره گروه آن به‌ترتیب برابر ۱ یا ۲ است.

مثال $_{56}X \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2$

در غیر این‌صورت، شمارهٔ گروه عنصر برابر است با ۱۸ منهای اختلاف عدد اتمی عنصر با گاز نجیب هم‌دورهٔ آن.

مثال شماره گروه $_{50}Y$: عدد اتمی گاز نجیب هم‌دوره عنصر برابر ۵۴ است. بنابراین: $_{50}Y \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 18-(54-50)=14$

تذکر اگر عدد حاصل از رابطهٔ فوق، کم‌تر از ۳ باشد، مشخص می‌شود که عنصر مورد نظر جزء دستهٔ f است. مثال:

$_{61}X \Rightarrow 18-(86-61)=-7 \Rightarrow$ از دستهٔ f

تعیین عدد اتمی عنصری که شمارهٔ دوره و گروه آن در جدول دوره‌ای مشخص شده است: اگر شمارهٔ گروه عنصر برابر ۱ یا ۲ باشد، عدد اتمی آن از افزودن ۱ یا ۲ واحد به عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ قبل به‌دست می‌آید.

مثال عدد اتمی عنصر گروه ۲ از دورهٔ ۵ جدول: عدد اتمی گاز نجیب دوره قبل برابر ۳۶ است. بنابراین: عدد اتمی $= 36+2=38$

در غیر این‌صورت برای تعیین عدد اتمی عنصر، به اندازهٔ اختلاف شمارهٔ گروه عنصر با عدد ۱۸ از عدد اتمی گاز نجیب هم‌دوره آن کم می‌کنیم.

مثال عدد اتمی عنصر گروه ۱۳ از دورهٔ ۵ جدول: عدد اتمی $= 54-(18-13) = 49$

۱۰ آرایش الکترونی و اعداد کوانتومی

در آرایش الکترونی هر عنصر، ضریب عددی هر زیرلایهٔ معین، نشان می‌دهد که آن زیرلایه به کدام لایهٔ الکترونی تعلق دارد و عدد کوانتومی اصلی الکترون‌های مربوطه را مشخص می‌کند. همین‌طور یکی از چهار حرف s، p، d یا f در نماد هر زیرلایه، نوع زیرلایه و عدد کوانتومی فرعی الکترون‌های موجود در آن زیرلایه را نشان می‌دهد.

مثال

$_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$

$l=0 \quad l=0 \quad l=1$

عدد کوانتومی فرعی

$_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$

عدد کوانتومی اصلی

- تعیین عددهای کوانتومی اصلی (n) و فرعی (l) تک تک الکترون‌های یک اتم: اگر نماد کلی هر زیرلایه را به‌صورت nl نشان دهیم، عدد کوانتومی اصلی تمام الکترون‌های موجود در آن زیرلایه، برابر n و عدد کوانتومی فرعی تمام الکترون‌های موجود در آن زیرلایه، برابر عددی است که مطابق جدول زیر از روی نوع زیرلایه مشخص می‌شود.

نوع زیر لایه	s	p	d	f
l	۰	۱	۲	۳

مثال در زیرلایهٔ $3d^8$:

$3d^8 \Rightarrow$ یعنی ۸ الکترون با عدد کوانتومی $l=2$

$\Leftarrow 3d^8$ یعنی ۸ الکترون با عدد کوانتومی $n=3$

مثال در اتم $_{15}P$ مجموع عددهای کوانتومی اصلی کل الکترون‌ها و مجموع عددهای کوانتومی فرعی کل الکترون‌ها را حساب کنید.

پاسخ

	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^3$
مقدار n	۱	۲	۲	۳	۳

$\Rightarrow$ مجموع مقادیر n کل الکترون‌ها $= 2(1)+8(2)+5(3)=33$

	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^3$
مقدار l	۰	۰	۱	۰	۱

$\Rightarrow$ مجموع مقادیر l کل الکترون‌ها $= 6(1)+3(1)=9$

۱ نکات مربوط به جدول دوره‌ای

- عنصرها در جدول تناوبی یا دوره‌ای برحسب افزایش عدد اتمی آن‌ها چیده و مرتب شده‌اند.
- عنصرهای دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه در یک ستون قرار داده شده‌اند. به هر یک از این ستون‌ها، یک گروه یا خانواده از عنصرها گفته می‌شود.
- جدول دوره‌ای عنصرها شامل ۷ ردیف است و به هر ردیف از آن، دوره یا تناوب گفته می‌شود.
- جدول دوره‌ای عنصرها شامل ۱۸ ستون یا گروه است. شمارهٔ این گروه‌ها از چپ به راست، از ۱ تا ۱۸ نام‌گذاری شده است.
- با طی کردن هر دورهٔ جدول از چپ به راست، خواص عنصرها به طور تناوبی تکرار می‌شود. (قانون تناوبی عنصرها)
- ایزوتوپ‌های یک عنصر معین در خانهٔ واحدی از جدول تناوبی قرار دارند. بنابراین، به ایزوتوپ‌های یک عنصر، «هم مکان» نیز گفته می‌شود.

• برای هر عنصر از جدول تناوبی، عددی به نام «جرم اتمی میانگین» هم در نظر گرفته می‌شود. این عدد، میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های عنصر با در نظر گرفتن درصد فراوانی آن‌ها است.

• به هزار دلیل (یا بیشتر!) لازم است گازهای نجیب و شماره دوره و عدد اتمی هر یک از آن‌ها را حفظ باشید.

شمارهٔ دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶
گاز نجیب	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
عدد اتمی	۲	۱۰	۱۸	۳۶	۵۴	۸۶

• عنصرهای دستهٔ s در گروه‌های ۱ و ۲ جدول قرار دارند، غیر از هلیم که در رأس گروه ۱۸ جدول قرار دارد.
همهٔ عنصرهای دستهٔ s فلزند، غیر از هیدروژن و هلیم که نافلزند.

• همهٔ عنصرهای دسته‌های d و f فلزند.

• عنصرهای دستهٔ p معجونی هستند از فلزها، نافلزها و شبه‌فلزها.

• در جدول روبه‌رو، خانه‌های به رنگ سبز مربوط به فلزها، خانه‌های نارنجی رنگ مربوط به نافلزها و خانه‌های به رنگ صورتی مربوط به شبه‌فلزها هستند.

حفظ بودن شمارهٔ گروه تعدادی از عنصرها برای داوطلبان کنکور ضروری بوده و موجب افزایش سرعت در کنکور می‌شود. در جدول بالا عنصرهای اصلی که باید شمارهٔ گروه آن‌ها را حفظ باشید، ارائه شده‌اند.

• تعداد الکترون ظرفیتی عنصرهای اصلی مطابق جدول زیر است:

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
تعداد الکترون ظرفیتی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تعداد الکترون آخرین لایه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تعداد الکترون آخرین زیرلایه	۱	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶

• در دورهٔ سوم:

فلز — شبه‌فلز — نافلز

$Na - Mg - Al - Si - P - S - Cl - Ar$

ویژگی	فلز	نافلز	شبه‌فلز	براق	چکش‌خوار	دارای زیرلایهٔ نیمه‌پر	همهٔ زیرلایه‌ها پر	حالت جامد در دمای اتاق
تعداد عنصر	۳	۴	۱	۴	۳	۲	۲	۶
شماره گروه	۱ ـ ۲ ـ ۳	۱۵ ـ ۱۶ ـ ۱۷ ـ ۱۸	۱۴	۱ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ ۱۴	۱ ـ ۲ ـ ۱۳	۱ ـ ۱۵	۲ ـ ۱۸	۱ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ ۱۴ ـ ۱۵ ـ ۱۶

• در دورهٔ چهارم:

$K - Ca - Sc - Ti - V - Cr - Mn - Fe - Co - Ni - Cu - Zn - Ga - Ge - As - Se - Br - Kr$

ویژگی	فلز	نافلز	شبه‌فلز	براق	چکش‌خوار	دارای زیرلایهٔ نیمه‌پر	همه زیرلایه‌ها پر	حالت جامد در دمای اتاق
تعداد عنصر	۱۳	۳	۲	۱۵	۱۳	۵	۳	۱۶
شماره گروه	۱ تا ۱۳	۱۶ ـ ۱۷ ـ ۱۸	۱۴ ـ ۱۵	۱ تا ۱۵	۱ تا ۱۳	۱ ـ ۶ ـ ۷ ـ ۱۱ ـ ۱۵	۲ ـ ۱۲ ـ ۱۸	۱ تا ۱۶

ویژگی	لایهٔ سوم پر	زیرلایهٔ بیرونی نیمه‌پر	آرایش الکترونی به $4s^1$ ختم شده	آرایش الکترونی به $4s^2$ ختم شده	زیرلایهٔ بیرونی تک الکترونی
تعداد عنصر	۸	۴	۳	۹	۴
شماره گروه	۱۱ تا ۱۸	۱ ـ ۶ ـ ۱۱ ـ ۱۵	۱ ـ ۶ ـ ۱۱	۲ ـ ۳ ـ ۴ ـ ۵ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۹ ـ ۱۰ ـ ۱۲	۱ ـ ۶ ـ ۱۱ ـ ۱۳

• گروه ۱۴:

نماد	نام	لایه ظرفیت	خاصیت	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	ظاهر	چکش‌خوار	یون تک‌اتمی
C (گرافیت)	کربن	$2s^2 2p^2$	نافلز	خوب	ندارد	کدر	نیست	ندارد
Si	سیلیسیم	$3s^2 3p^2$	شبه‌فلز	کم	خوب	براق	نیست	ندارد
Ge	ژرمانیم	$4s^2 4p^2$	شبه‌فلز	کم	خوب	براق	نیست	ندارد
Sn	قلع	$5s^2 5p^2$	فلز	خوب	خوب	براق	هست	Sn^{2+} و Sn^{4+}
Pb	سرب	$6s^2 6p^2$	فلز	خوب	خوب	براق	هست	Pb^{2+} و Pb^{4+}

مبحث ششم اسیدها و بازها، ثابت یونش و pH

۱ آرنیوس و نظریه اسید-باز

آرنیوس ضمن پژوهش در زمینهٔ رسانایی الکتریکی محلول‌ها، متوجه شد که اسیدها و بازها، با حل شدن در آب، محلولی با رسانایی الکتریکی پدید می‌آورند.
آرنیوس به این نتیجه رسید که در محلول آبی، اسیدها موجب تولید یون H^+ و بازها موجب تولید یون OH^- می‌شوند.
آرنیوس اکسیدهای نافلزی مثل SO_3 و CO_2 را نیز به‌عنوان اسید معرفی کرد، چرا که حل شدن آن‌ها در آب، با تولید یون H^+ همراه است.

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ (سولفوریک‌اسید)

آرنیوس اکسیدهای فلزی مثل Na_2O و CaO را نیز به‌عنوان باز معرفی کرد، چرا که حل شدن آن‌ها در آب، با تولید یون OH^- همراه است.

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$ (سدیم‌هیدروکسید)

۲ رسانایی الکتریکی محلول‌ها

هرچه غلظت یون‌ها در آب بیشتر باشد، یعنی در یک لیتر از محلول تعداد مول بیشتری از یون‌ها حضور داشته باشند، رسانایی الکتریکی محلول بیشتر خواهد بود.
ترکیب‌های یونی مانند NaCl، KNO_3 و NaOH، صرفاً به‌صورت یونی در آب حل می‌شوند. این ترکیب‌ها به «الکترولیت قوی» موسوم‌اند.
ترکیب‌های مولکولی به دو فرم مولکولی و یا یونی ممکن است در آب حل شوند. برخی از این ترکیب‌ها صرفاً به‌صورت مولکولی در آب حل می‌شوند. این مواد به «مواد غیرالکترولیت» معروف‌اند، مانند اتانول (C_2H_5OH) و سایر الکل‌ها، استون (CH_3COCH_3) و سایر کتون‌ها، متانال (CH_2O) و سایر آلدهیدها، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$)، ساکارز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) و سایر کربوهیدرات‌ها.
اسیدهای قوی، ترکیب‌های مولکولی‌اند که تقریباً به‌طور کامل به‌صورت یونی در آب حل شده و همانند نمک‌ها، الکترولیت قوی به شمار می‌آیند. مانند: هیدرویدیک‌اسید (HI)، هیدروبرمیک‌اسید (HBr)، هیدروکلریک‌اسید (HCl)، سولفوریک‌اسید (H_2SO_4) و نیتریک‌اسید (HNO_3).
اسیدها و بازهای ضعیف در آب به هر دو فرم مولکولی و یونی حل می‌شوند و به‌عنوان «الکترولیت ضعیف» معرفی می‌شوند. هیدروفلوئوریک‌اسید (HF) مثالی از اسیدهای ضعیف است و آمونیاک (NH_3) جزء بازهای ضعیف به شمار می‌آید.
اگر رسانایی الکتریکی دو محلول آبی مورد مقایسه قرار گیرد که مواد حل‌شونده، الکترولیت قوی هستند، برای هر یک از دو محلول، حاصل‌ضرب غلظت مولی حل‌شونده در تعداد مول یون حاصل از هر مول آن را حساب می‌کنیم. هرچه عدد حاصل بزرگ‌تر باشد، رسانایی الکتریکی محلول، بیشتر است.

رسانایی الکتریکی الکترولیت قوی $\propto M \cdot i$
i: تعداد مول یون حاصل از هر مول حل‌شونده
M: غلظت مولی حل‌شونده

مثال مقایسهٔ رسانایی الکتریکی چند محلول زیر:

آ) محلول ۰/۵ مولار سدیم‌کلرید (NaCl)
ب) محلول ۰/۴ مولار کلسیم‌کلرید ($CaCl_2$)
پ) محلول ۰/۳ مولار آلومینیم‌نیترات ($Al(NO_3)_3$)
ت) محلول ۰/۲ مولار آلومینیم‌سولفات ($Al_2(SO_4)_3$)
ث) محلول ۰/۶ مولار هیدروکلریک‌اسید (HCl)

پاسخ

آ) $M \cdot i = 0/5 \times 2 = 1 \ mol \cdot L^{-1}$
ب) $M \cdot i = 0/4 \times 3 = 1/2 \ mol \cdot L^{-1}$
پ) $M \cdot i = 0/3 \times 4 = 1/2 \ mol \cdot L^{-1}$
ت) $M \cdot i = 0/2 \times 5 = 1 \ mol \cdot L^{-1}$
ث) $M \cdot i = 0/6 \times 2 = 1/2 \ mol \cdot L^{-1}$

$\Rightarrow$ مقایسهٔ رسانایی الکتریکی: ت = آ > ث = پ = ب

۳ درجهٔ یونش اسید تک‌پروتون‌دار

$$\text{درجهٔ یونش اسید} = \alpha = \frac{\text{شمار مول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مول‌های حل شده}}$$

هرچه درجهٔ یونش اسید بیشتر باشد، قدرت اسیدی آن بیشتر است.
در مورد اسیدهای قوی و به‌طور کلی، الکترولیت‌های قوی، $\alpha = 1$ در نظر گرفته می‌شود.
از آنجا که تعداد مول یونیده شدهٔ اسید HA برابر تعداد مول H_3O^+ و نیز، برابر تعداد مول A^- تولید شده است، می‌توان نوشت: (M غلظت مولی اسید در محلول است)

$$\text{درجهٔ یونش اسید} = \frac{[H_3O^+]}{M} = \frac{[A^-]}{M}$$

$$\text{درصد یونش اسید} = 100 \times \alpha$$

همین‌طور می‌توان نوشت:

$$[H_3O^+] = [A^-] = \alpha \cdot M$$

و اگر $[HA]$ تعداد مول‌های یونیده نشده اسید در هر لیتر از محلول باشد، می‌توان نوشت:

$$[HA] = M - \alpha \cdot M = M(1 - \alpha)$$

مثال در محلول ۰/۴ مولار اسید HA با درجهٔ یونش ۰/۱، $[H_3O^+]$، $[A^-]$ و $[HA]$ را به‌دست آورید. $(\alpha = 0/1 \ , \ M = 0/4 mol \cdot L^{-1})$

پاسخ

$$[H_3O^+] = [A^-] = \alpha \cdot M = 0/1 \times 0/4 = 0/04 \ mol \cdot L^{-1}$$

$$[HA] = M - \alpha \cdot M = 0/4 - 0/1(0/4) = 0/36 \ mol \cdot L^{-1}$$

۴ مقایسهٔ رسانایی الکتریکی الکترولیت‌های ضعیف با توجه به درجه یونش آن‌ها

برای محاسبهٔ غلظت کل یون‌ها در محلول یک الکترولیت ضعیف به فرمول کلی HA، درجهٔ یونش α و غلظت مولی M، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی کل یون‌ها} = M \times \alpha \times 2$$

مثال رسانایی الکتریکی محلول ۰/۰۰۲ مولار هیدروکلریک‌اسید بیشتر است یا محلول ۰/۵ مولار هیدروفلوئوریک‌اسید با درجهٔ یونش ۰/۰۶؟

پاسخ برای اسیدهای قوی درجهٔ یونش برابر ۱ است.

$$HCl \Rightarrow \text{غلظت مولی کل یون‌ها} = 0/002 \times 1 \times 2 = 0/004 \ mol \cdot L^{-1}$$

$$HF \Rightarrow \text{غلظت مولی کل یون‌ها} = 0/5 \times 0/06 \times 2 = 0/06 \ mol \cdot L^{-1} \Rightarrow \text{رسانایی الکتریکی بیشتر}$$

۵ قدرت اسیدی و ثابت یونش اسید (K_a)

هرچه درصد بیشتری از مولکول‌های اسید هنگام حل شدن اسید در آب، یونیده شوند، قدرت اسید بیشتر است.

مهم‌ترین معیار برای تعیین قدرت نسبی یک اسید در محلول آبی، ثابت یونش آن است که با نماد K_a مشخص می‌شود.

مثالی از یونیده شدن اسید و ثابت یونش آن:

$$HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons F^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$K_a = \frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} = 5/9 \times 10^{-4} \ mol \cdot L^{-1}$$

ثابت یونش هر اسید معین، صرفاً تابع دما بوده و تغییر سایر عوامل در دمای ثابت، مقدار K_a را تغییر نمی‌دهد.

هر چه اسید قوی‌تر باشد، درصد یونش بالاتری داشته و ثابت یونش آن بزرگ‌تر است.

تعدادی از اسیدهای مهم به‌ترتیب قدرت اسیدی و مقدار ثابت یونش آن‌ها:

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش	معادلهٔ یونش در آب
هیدرویدیک‌اسید	HI	بسیار بزرگ	$HI(aq) \longrightarrow H^+(aq) + I^-(aq)$
هیدروبرمیک‌اسید	HBr	بسیار بزرگ	$HBr(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$
هیدروکلریک‌اسید	HCl	بسیار بزرگ	$HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
سولفوریک‌اسید	H_2SO_4	بسیار بزرگ	$H_2SO_4(aq) \longrightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$
نیتریک‌اسید	HNO_3	بزرگ	$HNO_3(aq) \longrightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
نیترواسید	HNO_2	$4/5 \times 10^{-4}$	$HNO_2(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_2^-(aq)$
فورمیک‌اسید	HCOOH	$1/8 \times 10^{-4}$	$HCOOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCOO^-(aq)$
استیک‌اسید	CH_3COOH	$1/8 \times 10^{-5}$	$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
هیدروسیانیک‌اسید	HCN	$4/9 \times 10^{-10}$	$HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$

یکای ثابت یونش تمام اسیدها، $mol \cdot L^{-1}$ است.

قدرت اسید و سرعت واکنش: هرچه قدرت یک اسید بیشتر باشد، سرعت واکنش آن در مقایسه با اسیدهای ضعیف‌تر، بیشتر است.

به عنوان مثال، محلول هریک از سه اسید HCl، HF و CH_3COOH با فلز منیزیم واکنش می‌دهد. اما سرعت این سه واکنش (با فرض یکسان بودن غلظت محلول اسید و شرایط دیگر مثل دما) یکسان نیست.

سرعت واکنش با فلز منیزیم: $HCl > HF > CH_3COOH$

مقدار ثابت یونش: $HCl > HF > CH_3COOH$

۶ قدرت بازی و ثابت یونش باز (K_b)

مطابق مدل آرنیوس، باز ماده‌ای است که حل شدن آن در آب، با افزایش غلظت یون OH^- همراه است.

بازهایی مانند NaOH، KOH و $Ca(OH)_2$ که انحلال آن‌ها در آب، کاملاً به‌صورت یونی صورت می‌گیرد، باز قوی درنظر گرفته می‌شوند. درجهٔ یونش این بازها برابر «۱» است.

آمونیاک (NH_3) نمونه‌ای از بازهای ضعیف است که انحلال آن در آب، به‌طور عمده به‌صورت مولکولی و به مقدار اندکی به‌صورت یونی انجام می‌گیرد.

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1/8 \times 10^{-5}\ mol \cdot L^{-1}$$

K_b هر باز معین همانند K_a اسیدها، صرفاً تابع دماست و مهم‌ترین معیار تعیین قدرت بازی است.

۷ چند نکته در مورد ثابت یونش اسیدها و بازها و مسائل مربوطه

۱ در محلول اسید HA:

$$[A^-] = [H_3O^+] = \alpha.M \quad و \quad [HA] = (1-\alpha)\ M$$

۲ از رابطهٔ ثابت یونش اسید HA می‌توان به رابطه‌ای میان K_a با α و M رسید:

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{(\alpha.M)\cdot(\alpha.M)}{M-\alpha.M} \Rightarrow K_a = \frac{\alpha^2.M}{1-\alpha}$$

۳ اگر اسید خیلی ضعیف باشد، می‌توان با تقریب $1-\alpha \simeq 1$ در نظر گرفت و به رابطهٔ تقریبی روبه‌رو رسید:

$$K_a \simeq \alpha^2.M$$

در مورد یک باز یک ظرفیتی نیز مطالب و روابط مشابهی قابل طرح است:

$$BOH \Rightarrow K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]}$$

$$[B^+] = [OH^-] = \alpha.M$$

$$[BOH] = M - \alpha.M$$

$$K_b = \frac{\alpha^2.M}{1-\alpha}$$

در مورد بازهای خیلی ضعیف: $K_b \simeq \alpha^2.M$

توجه روابط تقریبی $K_a \simeq \alpha^2.M$ و $K_b \simeq \alpha^2.M$ بهتر است در صورتی استفاده شود که α در حد چند صدم یا K_a و K_b کم‌تر از ۰/۰۰۱ باشد.

۸ مفهوم pH

pH عددی است که مقدار آن برای آب و محلول‌های آبی از رابطهٔ $pH = -\log[H^+]$ مشخص می‌شود.

هرچه $[H_3O^+]$ در محلول آبی بیشتر شود، pH کم‌تر می‌شود.

هرچه $[OH^-]$ در محلول آبی بیشتر شود، $[H_3O^+]$ کم‌تر شده و pH بیشتر می‌شود.

۹ روابط تعیین pH محلول یک اسید

pH آب و محلول‌های آبی از رابطهٔ روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$pH = -\log[H^+]$$

اگر این رابطه را برحسب $[H^+]$ تنظیم کنیم، خواهیم داشت:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

از آنجا که در محلول اسید HA داریم: $[H^+] = \alpha.M$، می‌توان نوشت:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(\alpha.M) \quad یا \quad \alpha.M = 10^{-pH}$$

۱۰ خودیونش آب

معلوم شده است که در آب خالص هم مقدار بسیار کمی یون‌های H_3O^+ و OH^- وجود دارند. این‌ها از کجا آمده‌اند؟!

منشأ ایجاد این یون‌ها در آب خالص، پدیده‌ای است که به آن خودیونش آب می‌گوییم.

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K = [H_3O^+][OH^-]$$

در دمای ۲۵°C، ثابت تعادل خودیونش آب برابر 10^{-14} است.

از آن‌جا که $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ در آب خالص، برابر هم است، آب خالص خنثی است.

خلاصهٔ کلام

در آب خالص (در دمای ۲۵°C) خنثی است و $K = 10^{-14}\ mol^2 \cdot L^{-2}$ و $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ mol \cdot L^{-1}$

در محلول اسیدی و همین‌طور در محلول بازی، با وجود برابر نبودن غلظت یون‌های هیدرونیوم (H_3O^+) و هیدروکسید (OH^-)، همانند آب خالص $[H_3O^+][OH^-]=10^{-14}$ است.

پس اگر با افزودن اسید به آب خالص (در دمای ثابت $25^\circ C$)، $[H_3O^+]$ را افزایش دهیم، $[OH^-]$ به همان نسبت، کم‌تر خواهد شد تا ثابت تعادل خودیونش آب، ثابت بماند. از طرفی، افزودن باز به آب، موجب افزایش $[OH^-]$ می‌شود، در مقابل $[H_3O^+]$ به همان نسبت، کم‌تر می‌شود تا حاصل‌ضرب آن‌ها، یعنی K خودیونش آب، دچار تغییر نشود، البته به این شرط که دما تغییر نکرده باشد.

۱۱ تعیین pH محلول یک باز

در محلول بازی و اساساً در هر محلول آبی، pH از رابطهٔ $pH=-\log[H^+]$ مشخص می‌شود. اما در محلول بازی، با $[H^+]$ سروکار نداریم.

در محلول بازی سروکار ما با یون OH^- است. حل شدن باز در آب، موجب تولید یون OH^- می‌شود. پس می‌توان pOH را از رابطهٔ زیر به‌دست آورد تا آن‌گاه pH را هم حساب کنیم.

$$pOH=-\log[OH^-] \quad \text{یا} \quad [OH^-]=10^{-pOH}$$

در دمای $25^\circ C$، در هر محلول آبی داریم:

$$pH+pOH=14$$

بنابراین، با معلوم شدن pOH در محلول بازی، می‌توان pH را هم تعیین کرد.

در محلول هر باز یک ظرفیتی، $[OH^-]$ از رابطهٔ روبه‌رو قابل محاسبه است:

$$[OH^-]=\alpha\cdot M$$

$M=$ غلظت مولی باز در محلول

$\alpha=$ درجهٔ یونش باز در محلول

بنابراین، در محلول باز BOH می‌توان نوشت:

$$pOH=-\log(\alpha\cdot M) \quad \text{یا} \quad \alpha.M=10^{-pOH}$$

۱۲ مسائل استوکیومتری واکنش + pH

برای حل مسائل استوکیومتری واکنش به روش «برابری مول به ضریب» لازم است بتوانید تعداد مول هر ماده را در حالت‌های مختلف مطابق روابط زیر به‌دست آورید تا آنگاه «مول به ضریب» دو ماده معلوم و مجهول را برابر هم قرار دهید.

کسر مول به ضریب	کمیت مطرح شده
$\frac{n}{\text{ضریب مولی}}$	تعداد مول ماده (n)
$\frac{m}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب مولی}}$	جرم ماده برحسب گرم (m)
$\frac{m\times\frac{P}{100}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب مولی}}$	جرم ناخالص ماده برحسب گرم (m) با خلوص P%
$\frac{V}{22/4\times\text{ضریب مولی}}$	حجم گاز برحسب لیتر (V) در شرایط STP
$\frac{V}{22400\times\text{ضریب مولی}}$	حجم گاز برحسب میلی‌لیتر (V) در شرایط STP
$\frac{V\times d}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب مولی}}$	حجم گاز برحسب لیتر (V) با چگالی d گرم بر لیتر
$\frac{V\times M}{\text{ضریب مولی}}$	حجم محلول به لیتر (V) و غلظت مولی محلول (M)
$\frac{m\times\frac{a}{100}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب مولی}}$	جرم محلول به گرم (m) و درصد جرمی حل‌شونده (a%)
$\frac{m\times\frac{ppm}{10^6}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب مولی}}$	جرم محلول به گرم (m) و غلظت ppm
$\frac{m\times\frac{S}{100+S}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب مولی}}$	جرم محلول سیرشده (m) و انحلال‌پذیری (S)

توجه اگر بازده درصدی واکنش ($\frac{R}{۱۰۰}$) مطرح شده باشد، آن را در مقدار واکنش‌دهنده (در صورت کسر مول به ضریب مربوط به واکنش‌دهنده) ضرب می‌کنیم و اگر هر دو ماده مربوط به واکنش‌دهنده‌ها باشند، $\frac{R}{۱۰۰}$ را در مقدار واکنش‌دهندهٔ مجهول ضرب می‌کنیم.

۳ تغییر pH محلول یک اسید قوی در اثر رقیق شدن

اگر با افزودن آب به محلول اسید قوی HA، حجم آن را n برابر کنیم، pH محلول به اندازهٔ $\log n$ افزایش خواهد یافت.
برای اینکه pH محلول اسید قوی HA را از طریق رقیق‌تر کردن، x واحد افزایش دهیم، لازم است به اندازه‌ای به آن آب اضافه کنیم که حجم محلول جدید ۱۰^{x} برابر حجم محلول قبلی گردد.

۴ تغییر pH محلول یک اسید ضعیف در اثر رقیق شدن آن

اگر حجم محلول یک اسید بسیار ضعیف را با افزودن آب، n برابر کنیم، pH محلول به اندازهٔ $\log \sqrt{n}$ افزایش می‌یابد.

مثال **اگر به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروسیانیک اسید با $pH = ۵$، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم، pH محلول به‌دست آمده به چه عددی می‌رسد؟**
پاسخ حجم محلول در اثر رقیق‌شدن، از ۱۰۰ میلی‌لیتر به ۴۰۰ میلی‌لیتر می‌رسد، یعنی ۴ برابر می‌شود. بنابراین:

$pH = ۵ + \log \sqrt{۴} = ۵/۳$ محلول جدید

۱۵ تغییر pH محلول یک باز قوی در اثر رقیق شدن

اگر با افزودن آب به محلول یک باز قوی، حجم آن را n برابر کنیم، pH محلول به اندازهٔ $\log n$ کاهش می‌یابد.
برای اینکه pH محلول یک باز قوی را از طریق رقیق‌تر کردن، x واحد کاهش دهیم، لازم است به اندازه‌ای به آن آب اضافه کنیم که حجم محلول رقیق شده، ۱۰^{x} برابر حجم محلول اولیه گردد.

۱۶ تغییر pH محلول یک باز خیلی ضعیف در اثر رقیق شدن آن

اگر حجم محلول یک باز بسیار ضعیف را با افزودن آب، n برابر کنیم، pH محلول به اندازهٔ $\log \sqrt{n}$ کاهش می‌یابد.

مثال **به ۵ لیتر محلول آمونیاک با $pH = ۱۱$، چند لیتر آب لازم است اضافه کنیم تا pH محلول به ۱۰/۴ برسد؟**
پاسخ pH محلول در اثر رقیق‌شدن، ۰/۶ واحد کم‌تر شده است. بنابراین:

$$\log \sqrt{n} = ۰/۶ \Rightarrow \sqrt{n} = ۱۰^{۰/۶} = (۱۰^{۰/۳})^{۲} = ۲^{۲} = ۴ \Rightarrow n = ۴^{۲} = ۱۶$$

پس حجم محلول در اثر رقیق‌شدن، به ۱۶ برابر مقدار اولیه رسیده است. بنابراین:

$$\text{حجم محلول رقیق‌شده} = ۵ \times ۱۶ = ۸۰L$$
$$\Rightarrow \text{حجم آب افزوده شده} = ۸۰ - ۵ = ۷۵L$$

۱۷ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط شدن محلول دو یا چند اسید یا باز قوی

اگر دو محلول خاصیت مشابه داشته باشند (هر دو اسیدی یا هر دو بازی باشند) در این صورت:

۱. تعداد مول H^{+} (یا OH^{-}) در هر یک از محلول‌ها را مشخص می‌کنیم.
۲. مجموع تعداد مول H^{+} (یا OH^{-}) کل محلول‌ها را به مجموع حجم محلول‌ها تقسیم می‌کنیم تا $[H^{+}]$ (یا $[OH^{-}]$) در محلول نهایی مشخص شود.
۳. اگر دو اسید با یکدیگر مخلوط شده باشند، با استفاده از رابطهٔ $pH = -\log[H^{+}]$، به محاسبهٔ pH محلول نهایی می‌پردازیم. در صورتی که دو باز با یکدیگر مخلوط شده باشند، با استفاده از رابطهٔ $pOH = -\log[OH^{-}]$ به محاسبهٔ pOH پرداخته و سپس از طریق رابطهٔ $pH + pOH = ۱۴$ اقدام به محاسبهٔ pH محلول نهایی می‌کنیم.

اگر دو محلول خاصیت متفاوتی داشته باشند (یکی اسیدی و دیگری بازی باشد)، در این صورت:

۱. تعداد مول H^{+} در محلول اسید و نیز تعداد مول OH^{-} در محلول باز را حساب می‌کنیم.
۲. اگر تعداد مول H^{+} بیشتر از تعداد مول OH^{-} باشد، $[H^{+}]$ در محلول نهایی را از رابطهٔ (I) و اگر عکس آن باشد، $[OH^{-}]$ در محلول نهایی را از رابطهٔ (II) به‌دست می‌آوریم:

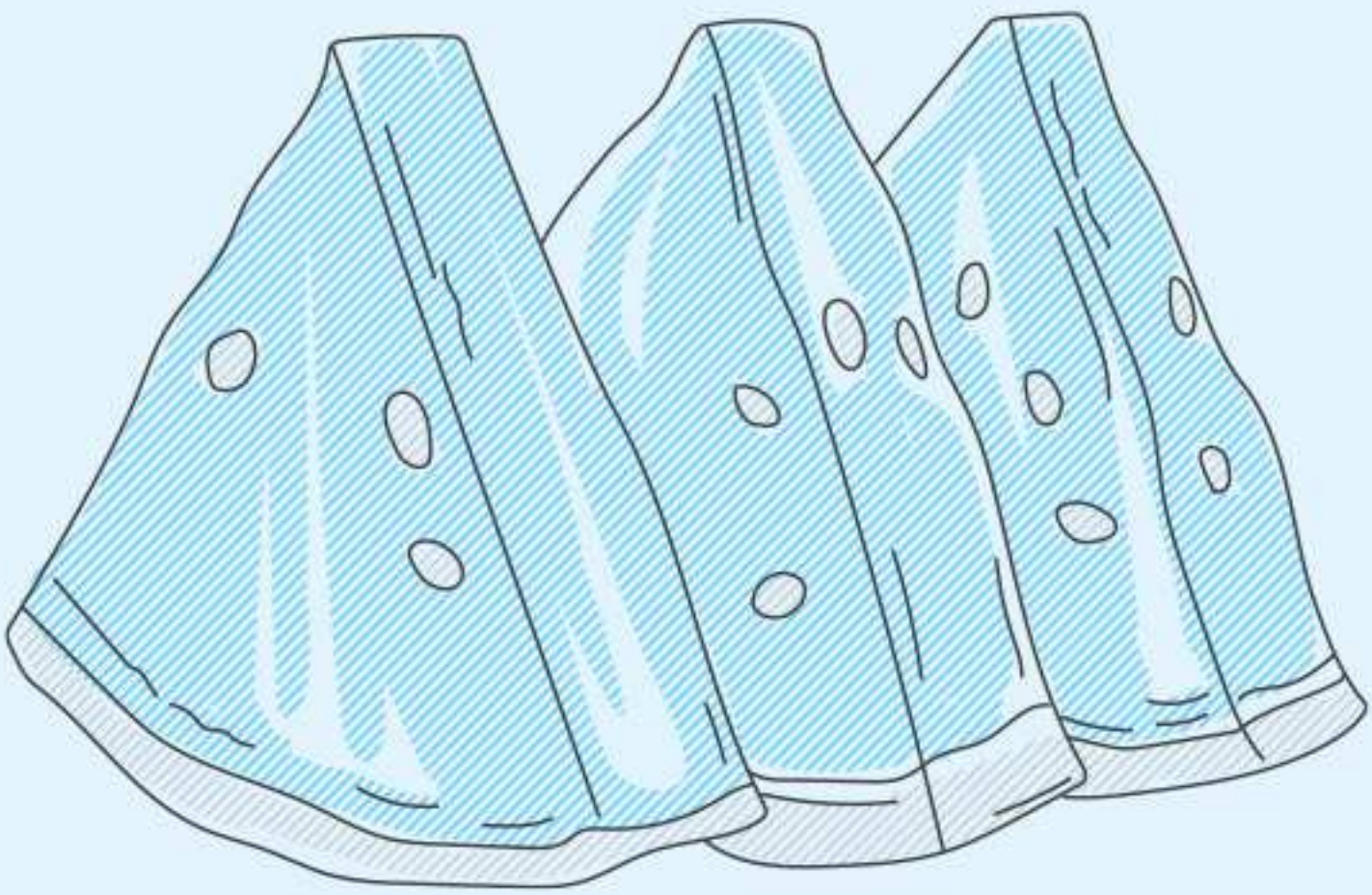
$$(I)\ [H^{+}] = \frac{\text{تعداد مول } H^{+} - \text{تعداد مول } OH^{-}}{\text{حجم محلول نهایی}}$$

$$(II)\ [OH^{-}] = \frac{\text{تعداد مول } OH^{-} - \text{تعداد مول } H^{+}}{\text{حجم محلول نهایی}}$$

۳. با معلوم شدن $[H^{+}]$ (یا $[OH^{-}]$) در محلول نهایی، pH (یا pOH) را برای محلول نهایی حساب می‌کنیم.

توجه کنید که در هر دو حالت بالا، pH محلول نهایی حتماً عددی بین pH دو محلول ابتدایی است.

بخش ۲



آزمون‌های فصلی

کتاب‌های درسی شیمی شامل ۱۰ فصل است (شیمی ۱ شامل سه فصل، شیمی ۲ شامل سه فصل و شیمی ۳ شامل چهار فصل)

در این بخش از کتاب، به‌طور کلی از هر یک از فصول ده‌گانهٔ شیمی، چهار آزمون ۱۵ تستی قرار داده‌ایم تا با حل این آزمون‌ها، آمادهٔ دست و پنجه نرم کردن با آزمون‌های مبحثی و جامع بشوید؛ البته فصل ۲ یازدهم، شامل ۵ آزمون و فصل ۳ دوازدهم شامل ۳ آزمون می‌باشند. این آزمون‌ها شامل آزمون‌هایی از متن کتاب، آزمون‌های صرفاً مسئله و دو آزمون جامع از هر فصل می‌باشد. سطح این آزمون‌ها کمی بالاتر از حد نرمال است تا با حل آن‌ها، تعداد بیشتری از اشکالاتتون برطرف شده و با آمادگی بیشتری به سراغ آزمون‌های کلی‌تر بعدی بروید.

۱ آزمون متنی فصل ۱ شیمی دهم

زمان پیشنهادی: ۱۵ تا ۲۰ دقیقه

۱. چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟

آ) سه عنصر از هشت عنصر فراوان‌تر سیارهٔ زمین، جزو فلزهای واسطه هستند.

ب) پس از وقوع مهبانگ در سرآغاز کیهان، اتم‌های هیدروژن و هلیم اولین ذرات مادی بودند که پدید آمدند.

پ) نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هلیم به هیدروژن در واکنش‌های هسته‌ای است.

ت) سحابی‌ها مجموعه‌های گازی هستند که در نتیجهٔ متراکم‌شدن گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده پس از وقوع مهبانگ به‌وجود آمدند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) هر هسته‌ای که نسبت شمار نوترون به پروتون در آن، کم‌تر از ۱/۵ باشد، پایدار است.

ب) در حدود ۲۲٪ عنصرهای شناخته‌شده، ساختگی بوده و در طبیعت یافت نمی‌شوند.

پ) تکنسیم نخستین عنصری بود که در راکتور هسته‌ای ساخته شد.

ت) طی انجام فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی، مقدار ایزوتوپ ^{235}U را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش می‌دهند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) عنصر هیدروژن دو ایزوتوپ پایدار و سه ایزوتوپ طبیعی دارد.

ب) نماد پروتون و نوترون به ترتیب به صورت $_1^1p^+$ و $_0^1n$ است.

پ) ایزوتوپ‌ها اتم‌هایی هستند که در جدول تناوبی، هم‌مکان هستند، ولی جرم اتمی یکسانی ندارند.

ت) فلز اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا است و همهٔ ایزوتوپ‌های آن، به عنوان سوخت در راکتورهای هسته‌ای به‌کار می‌روند.

ث) یون حاوی ^{99}Tc اندازهٔ مشابهی با یون یدید داشته و همراه با آن، جذب غدهٔ تیروئید شده و امکان تصویربرداری از تیروئید را فراهم می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) بار الکتریکی نوترون و الکترون، به‌ترتیب برابر صفر و (۱−) است.

ب) فراوانی ایزوتوپ دارای شمار نوترون بیشتر در هر یک از عنصرها، کمتر از ایزوتوپ‌های سبک‌تر آن است.

پ) جرم نسبی سبک‌ترین ذرهٔ زیراتمی برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

ت) جرم ۱amu معادل $۶/۰۲\times۱۰^{-۲۳}$ گرم است.

ث) عدد جرمی هر اتم، جرم $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم را در مقیاس گرم نشان می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ اتم $_1^3H$ شامل $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ نوترون است.

ب) جرم هر اتم $_{۲۴}Cr$، بیست و چهار برابر جرم $\frac{۱}{۱۲}$ اتم ^{۱۲}C است.

پ) جرم یون $_8^{16}O^{2-}$، در حدود $\frac{۴}{۳}$ برابر جرم کربن −۱۲ است.

ت) جرم اتم‌ها با دقت زیاد توسط طیف‌سنج نوری اندازه‌گیری می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶. تعداد پروتون موجود در ۰/۳۳ مول متان (CH_4) با شمار ذرات زیراتمی موجود در چند مول کربن دی‌اکسید برابر است؟ ($_1^1H$ ، $_6^{12}C$ ، $_8^{16}O$)

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۲۵

۷. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) پرتوهای فرابنفش در مقایسه با پرتوهای فروسرخ، انرژی کم‌تری با خود حمل می‌کنند.

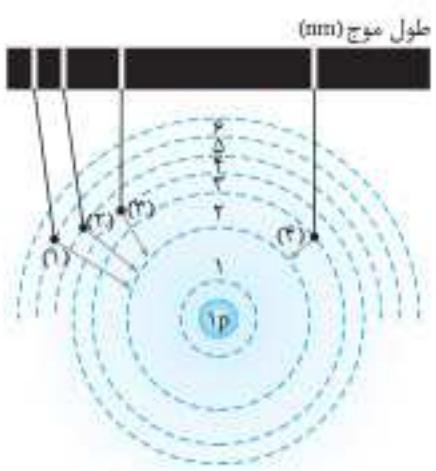
ب) لایهٔ چهارم اتم‌ها شامل ۳ زیرلایه است که در مجموع ۱۸ الکترون را می‌توانند در خود جای دهند.

پ) هرچه فاصلهٔ الکترون از هستهٔ اتم بیشتر باشد، انرژی بیشتری دارد.

ت) الکترونی که دارای عدد کوانتومی $l=۲$ است، قطعاً انرژی کم‌تری نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ 4f دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸. با توجه به شکل روبه‌رو (طیف نشری خطی هیدروژن):



۱) انتقال (۴) در مقایسه با سایر انتقال‌ها با گسیل طول موج کوتاه‌تری همراه است.

۲) انتقال (۱) با نشر طیفی به رنگ بنفش همراه است.

۳) انتقال (۳) با نشر طیفی به رنگ نیلی همراه است.

۴) انتقال (۲) با نشر طول موج کوتاه‌تری نسبت به طول موج نشریافته ضمن انتقال الکترون از لایهٔ چهارم به لایهٔ اول همراه است.

۹. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) برای الکترون واقع در لایهٔ چهارم، مقدار عدد کوانتومی l حداکثر برابر ۴ است.

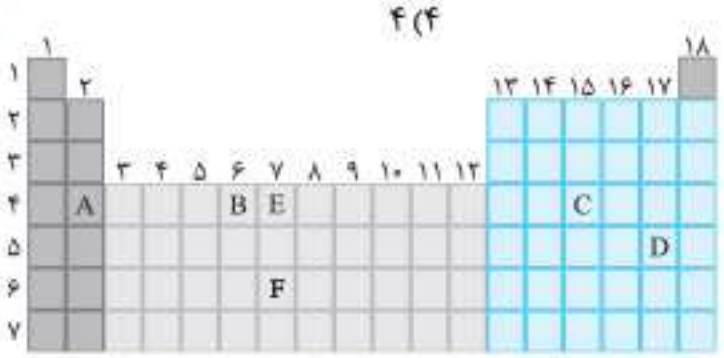
ب) تعداد الکترون ظرفیتی اتم عنصرهای $_{۳۵}D$ و $_{۲۵}B$ در لایهٔ ظرفیت یکسان است.

پ) آخرین لایهٔ الکترونی $_{۵۰}Sn$ شامل ۱۴ الکترون است.

ت) لایهٔ پنجم اتم‌ها گنجایش ۴۶ الکترون را دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰. باتوجه به عنصرهای مشخص‌شده در جدول مقابل که بخشی از جدول دوره‌ای است:



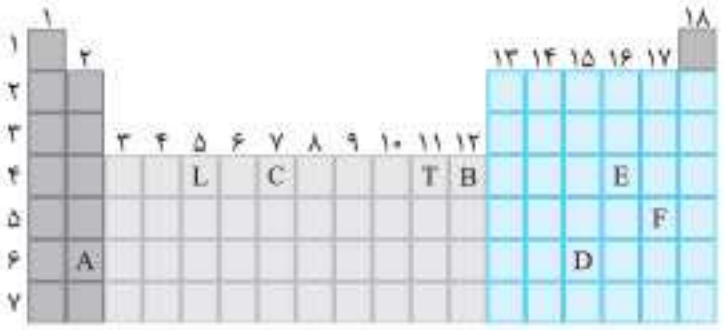
۱) تعداد الکترون ظرفیتی D و B برابر هم است.

۲) تعداد الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم‌های A و E برابر هم است.

۳) اتم دو عنصر دارای زیرلایهٔ نیمه‌پر است.

۴) میان C و F، ۴۲ عنصر دیگر در جدول دوره‌ای وجود دارد.

۱۱. با توجه به عنصرهای مشخص‌شده در جدول که به بخشی از جدول تناوبی مربوط است، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟



آ) T اولین عنصری است که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن پر می‌شود.

ب) در اتم‌های A، C و D لایهٔ الکترونی پنجم پر شده است.

پ) در اتم‌های A و B همهٔ زیرلایه‌های اشغال‌شده، پر هستند.

ت) تعداد الکترون‌های ظرفیتی L و D یکسان است.

ث) در لایهٔ ظرفیت اتم E، مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌ها برابر ۲۴ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲. اگر مجموع ذرات زیراتمی در اتم عنصر X برابر ۱۶۹ و اختلاف تعداد نوترون و پروتون آن برابر ۱۹ باشد، شمارهٔ گروه عنصر X کدام است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۷

۱۳. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) در آرایش الکترونی $_{۵۰}X$، تعداد ۲۶ الکترون با عدد کوانتومی $l = ۱$ وجود دارد.

ب) بار یون‌های پایدار $_{۵۳}A$، $_{۳۸}C$، $_{۱۵}D$ و $_{۱۹}E$ به‌ترتیب (از راست به چپ) برابر $۱-$، $۲+$، $۳-$ و $۱+$ است.

پ) هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی، خنثی است.

ت) در هر ترکیب یونی، تعداد کاتیون با تعداد آنیون برابر است.

ث) شعاع اتمی Na بیشتر از Cl و شعاع یونی Na^+ کم‌تر از Cl^- است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) در آلومینیم‌اکسید نسبت تعداد آنیون به تعداد کاتیون برابر ۱/۵ است.

ب) مدل فضا پرکن و همین‌طور، آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول‌های $O_۲$ و $Cl_۲$ مثل هم است.

پ) از واکنش عنصرهای دارای عدد اتمی ۵۵ و ۳۴، یک ترکیب یونی حاصل می‌شود.

ت) اتم گروه ۱۳ از دورهٔ ۴ جدول دوره‌ای، با از دست دادن تمام الکترون‌های ظرفیتی خود، به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل می‌رسد.

ث) تشکیل هر مول منیزیم‌نیترید از اتم‌های منیزیم و نیتروژن، با جابه‌جایی ۶ مول الکترون همراه است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) رنگ شعلهٔ سدیم‌نیترات و مس (II) نیترات، به‌ترتیب زرد و سبز است.

ب) از میان کل عنصرهای جهان، فقط در اتم دو عنصر، آخرین لایهٔ الکترونی پر است.

پ) آرایش الکترونی ۴ عنصر از دورهٔ چهارم جدول تناوبی، به یک زیرلایهٔ پر ختم می‌شود.

ت) مدل فضاپرکن یک مولکول، تعداد پیوند موجود در مولکول را نشان می‌دهد.

ث) ضمن انجام واکنش میان اتم‌های کلر و سدیم، آنیون و کاتیون حاصل، در مقایسه با اتم‌های کلر و سدیم، به‌ترتیب بزرگ‌تر و کوچک‌ترند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲ آزمون مسائل فصل ۱ شیمی دهم

زمان پیشنهادی: ۲۵ تا ۳۰ دقیقه

۱. اگر ۰/۲ مول از عنصر X دارای $۶/۰۲\times۱۰^{۲۴}$ عدد پروتون بوده و ۲۴ گرم جرم داشته باشد، ۰/۸ مول از این عنصر شامل چند مول نوترون است؟

۱) ۵۰ ۲) ۵۲ ۳) ۵۴ ۴) ۵۶

۲. تعداد نوترون موجود در ۷۲ گرم $_{۳۵}^{۸۰}Br$ چند برابر تعداد الکترون موجود در ۶۰۲ اتم $_{۲۷}^{۵۹}Co$ است؟

۱) $۱/۵\times۱۰^{۲۱}$ ۲) $۱/۵\times۱۰^{۲۲}$ ۳) ۳×۱۰^{۲۲} ۴) ۳×۱۰^{۲۱}

۳. اختلاف تعداد نوترون و الکترون در X_1^{3+} برابر ۷ است. اگر تعداد ذرات بدون بار موجود در هستهٔ X_2 برابر ۳۰ باشد و بدانیم درصد فراوانی X_1 در نمونهٔ طبیعی آن ٪۸۰ بیشتر از درصد فراوانی X_2 است، جرم مولی ترکیب XO چند گرم بر مول خواهد بود؟ $(O=16 g.mol^{-1})$ (در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر فرضی X، فقط دو ایزوتوپ X_1 و X_2 وجود دارد.)

۱) ۶۸/۲ ۲) ۶۸/۴ ۳) ۶۹/۸ ۴) ۶۹/۶

۴. مولکول فرضی AB_2 شامل ۸۶ پروتون بوده و عدد جرمی A دو برابر عدد اتمی آن و عدد جرمی B، ۱۰ واحد بیشتر از دو برابر عدد اتمی آن می‌باشد، در صورتی که عدد جرمی B، ۲/۵ برابر عدد جرمی A باشد، تعداد ذرات زیراتمی موجود در مولکول AB_2 چقدر است؟

۱) ۱۱۲ ۲) ۱۶۳ ۳) ۱۹۲ ۴) ۲۷۸

۵. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون A^{2+}، ۷۰ برابر تعداد نوترون‌های سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن باشد و همچنین مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های عنصر A، ۲۴ برابر تعداد نوترون‌های ایزوتوپ ساختگی هیدروژن با بیشترین نیم‌عمر باشد، عدد اتمی عنصر A کدام است؟

۱) ۴۲ ۲) ۴۳ ۳) ۴۴ ۴) ۴۵

۶. عنصر D دارای دو ایزوتوپ D^{183} (پایدار) و D^{179} (ناپایدار) است. اگر جرم اتمی میانگین D برابر ۱۸۰/۹ و نیم عمر ایزوتوپ D^{179} برابر ۲۵ سال باشد، پس از گذشت ۲۵ سال، فراوانی ایزوتوپ D^{183} در مخلوط حدود چند درصد می‌شود؟

۱) ۷۶/۸ ۲) ۶۴/۴ ۳) ۵۵/۶ ۴) ۴۷/۵

۷. اگر مس دارای دو ایزوتوپ Cu^{63} و Cu^{65} با فراوانی به‌ترتیب ۶۹/۲٪ و ۳۰/۸٪ و کلر دارای دو ایزوتوپ Cl^{35} و Cl^{37} باشد و جرم مولی $CuCl_2$ برابر ۱۳۴/۵۸۸ گرم بر مول باشد، فراوانی ایزوتوپ Cl^{37} چقدر است؟

۱) ٪۱۲/۴ ۲) ٪۲۴/۳ ۳) ٪۳۷/۶ ۴) ٪۵۱/۵

۸. اگر رادیوایزوتوپ X پس از ۲۰ ساعت واپاشی، به میزان ۶/۲۵ درصد باقی بماند و ۸۷/۵ درصد از هسته‌های رادیوایزوتوپ Y پس از ۶ ساعت متلاشی شود، با در اختیار داشتن جرم‌های برابری از این دو رادیوایزوتوپ، پس از گذشت چند ساعت مقدار باقی‌ماندهٔ رادیوایزوتوپ با نیم‌عمر کمتر، ۰/۱۲۵ برابر رادیوایزوتوپ دیگر است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۰

۹. اگر هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ H^1، H^2، H^3 و اکسیژن نیز دارای سه ایزوتوپ O^{16}، O^{17} و O^{18} باشد، چه تعداد مولکول آب با جرم متفاوت قابل تشکیل است؟

۱) ۹ ۲) ۷ ۳) ۱۰ ۴) ۶

۱۰. اگر جرم اتمی عنصر C^{13}، ۳/۰ برابر جرم اتمی عنصر A و ۰/۱۶ برابر جرم اتمی عنصر D باشد، جرم اتمی D برابر چند amu بوده و چند برابر جرم اتمی A است؟

۱) ۶۵ − ۱/۸۷۵ ۲) ۶۵ − ۱/۶۲۵ ۳) ۷۵ − ۱/۸۷۵ ۴) ۷۵ − ۱/۶۲۵

۱۱. اگر جرم $۳/۰۱\times۱۰^{۲۴}$ عدد از اتم‌های A و B، به‌ترتیب ۷۰ و ۸۰ گرم باشد، ۳۸ گرم گاز A_2B_2 شامل چند اتم است؟

۱) $۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۴}$ ۲) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۴}$ ۳) $۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۵}$ ۴) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۵}$

۱۲. تعداد اتم‌های موجود در ۲۸/۴ گرم ترکیب P_4O_x با تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در ۴۲ گرم گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ برابر است. مجموع اتم‌های موجود در هر مولکول P_4O_x و اختلاف تعداد اتم‌های اکسیژن و فسفر موجود در ۱۴/۲ گرم P_4O_x کدام است؟ $(P=31, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}-۱۰$ ۲) $۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}-۱۴$ ۳) $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۳}-۱۰$ ۴) $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۳}-۱۴$

۱۳. اگر جرم $۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}$ مولکول از اکسیدی با فرمول عمومی Cl_mO_n برابر ۱۵/۱ گرم باشد، نسبت شمار اتم‌های اکسیژن به شمار اتم‌های کلر در ساختار این مولکول برابر چند است؟ $(Cl=35/5, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

۱۴. اگر تعداد اتم‌های هیدروژن در مخلوطی گازی از CO_2 و H_2O به جرم ۵۳ گرم در یک ظرف دربسته برابر $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ باشد، چند گرم از مخلوط را گاز CO_2 تشکیل می‌دهد؟ $(C=12, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۴۴ ۲) ۹ ۳) ۳۵ ۴) ۲۲

۱۵. ۲۰ درصد جرمی آلیاژی از مس و نیکل را مس تشکیل می‌دهد. شمار اتم‌های نیکل در چند گرم از این آلیاژ با شمار اتم‌های هیدروژن در ۱۲/۸ گرم متان برابر است؟ $(H=1, C=12, Cu=64, Ni=59: g.mol^{-1})$

۱) ۹۴۴ ۲) ۲۳۶ ۳) ۱۸۸/۸ ۴) ۲۵۶

۳ آزمون جامع فصل ۱ شیمی دهم

زمان پیشنهادی: ۲۰ تا ۲۵ دقیقه

۱. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) اولین عنصر ساختهٔ دست بشر، عنصری پرتوزا بود.

ب) اختلاف تعداد عناصر دو دورهٔ اول جدول دوره‌ای برابر با ظرفیت الکترونی زیرلایه‌ای با $l=1$ است.

پ) در اتم هیدروژن از انتقال الکترون از لایهٔ بالاتر به لایهٔ $n=1$ (حالت پایه)، طیف رنگی ایجاد می‌شود.

ت) در نماد ذرهٔ زیر اتمی $_a^bX$، a و b به ترتیب نشان‌دهندهٔ بار و جرم X است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲. اتم عنصری در مجموع دارای ۱۸۰ ذرهٔ زیراتمی (پروتون، نوترون و الکترون) بوده و اختلاف شـــمار نوترون و پروتون آن، برابر ۲۴ است. اختلاف شمار الکترون اتم این عنصر در دو لایهٔ الکترونی آخر آن کدام است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) ۱۵

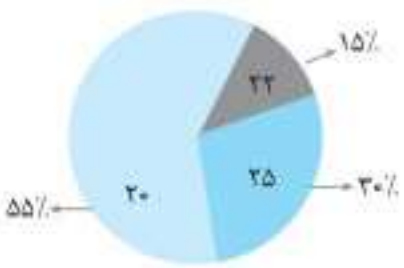
۳. کدام گزینه فرایند غنی‌سازی ایزوتوپ △ را در مخلوط روبه‌رو به درستی نشان می‌دهد؟ (هر دو ایزوتوپ پایدارند.)

۱)
۲)
۳)
۴)

۴. طبق داده‌های عمرسنجی، نسبت فراوانی ایزوتوپ $X^{۲۳۰}$ به ایزوتوپ $X^{۲۳۵}$ در ۱۰۰ میلیون سال قبل ۹ به ۴۱ بوده است. اگر ۹۵ / ۴۶ گرم از مخلوط این دو ایزوتوپ در حال حاضر معادل ۲ / ۰ مول باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر برداشت درستی در مورد دو ایزوتوپ بیان می‌کند؟ (هر دو ایزوتوپ ناپایدارند.)

۱) نیم‌عمر ایزوتوپ $X^{۲۳۰}$ کمتر از نیم‌عمر ایزوتوپ $X^{۲۳۵}$ است.
۲) نیم‌عمر ایزوتوپ $X^{۲۳۵}$ کمتر از نیم‌عمر ایزوتوپ $X^{۲۳۰}$ است.
۳) فراوانی ایزوتوپ $X^{۲۳۵}$ در طی ۱۰۰ میلیون سال کاهش یافته است.
۴) جرم اتمی میانگین دو ایزوتوپ در طی ۱۰۰ میلیون سال کاهش پیدا کرده است.

۵. در نمودار دایره‌ای مقابل اختلاف شـــمار نوترون‌ها و پروتون‌هـــا در ایزوتوپ‌های عنصر $X_{۵}$ و همچنین فراوانی هر کدام از ایزوتوپ‌ها را مشاهده می‌کنید. جرم اتمی میانگین این عنصر کدام است؟



۱) ۱۲۱ / ۸
۲) ۱۲۲ / ۶
۳) ۱۱۹ / ۸
۴) ۱۲۰ / ۶

۶. با توجه به عدد اتمی عنصرهای ارائه شده در جدول زیر، چه تعداد از عبارت‌ها در مورد آن‌ها درست است؟

$_{۲۵}A$	$_{۲۹}B$	$_{۳۱}C$	$_{۳۷}D$	$_{۴۸}E$	$_{۵۱}F$	$_{۸۲}G$

آ) دو عنصر از دستهٔ d وجود دارد که لایهٔ الکترونی سوم اتم آن‌ها پر است.
ب) فقط در اتم یکی از عنصرها، لایهٔ الکترونی چهارم پر است.
پ) سه عنصر به دستهٔ p تعلق دارد.
ت) اتم چهار عنصر از زیرلایهٔ نیمه‌پر، برخوردار است.
ث) در اتم سه عنصر، زیرلایهٔ تک‌الکترونی وجود دارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۷. شمار اتم‌ها در ۱ گرم از کدام ترکیب زیر بیشتر است؟ $(Na=۲۳, O=۱۶, N=۱۴, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) کربن‌دی‌اکسید ۲) اتان ۳) سدیم‌هیدروژن کربنات ۴) سدیم‌نیترات

۸. تعداد نوترون موجود در ۲۱ گرم $Fe_{۲۶}^{۵۶}$، با تعداد اتم موجود در چند گرم نفتالن یکسان است؟ $(C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۲۰

۹. نور ســـبزرنگ، نسبت به پرتوی A، طول موج کوتاه‌تر و نسبت به پرتوی B، دارای انرژی بیشتری است. اگر در هنگام عبور از منشور، پرتوی C از نور سبز بیشتر منحرف شود، A، B و C به ترتیب کدام امواج می‌توانند باشند؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) نور با رنگ بنفش ـ امواج رادیویی ـ نور با رنگ آبی
۲) نور با رنگ زرد ـ پرتو فروسرخ ـ پرتو X
۳) امواج فرابنفش ـ نور با رنگ سرخ ـ نور با رنگ زرد
۴) نور با رنگ نارنجی ـ امواج رادیویی ـ ریزموج‌ها

۱۰. با توجه به جدول زیر که طول موج انتقال الکترون بین لایه‌های مختلف اتم هیدروژن را نشان می‌دهد، چند مورد از مقایسه‌های زیر درست است؟

انتقال از لایهٔ ...	۳ به ۲	۲ به ۱	۵ به ۳	۶ به ۳	۶ به ۲
طول موج (λ)	a	d	e	g	b

● $a > b > d$ ● $e < g$ ● $g > a$ ● $d > a$ ● $b > d$

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۱۱. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- مقدار معین و مجاز عدد کوانتومی فرعی در هر لایه از ۰ تا $n-۱$ است.
- مجموع اعداد کوانتومی فرعی زیرلایه‌های موجود در لایهٔ چهارم برابر ۵ است.
- حداکثر گنجایش الکترون در یک لایهٔ اصلی (a) را می‌توان از رابطهٔ $۲n^۲$ به‌دست آورد.
- در یون $A_{۲۶}^{۳+}$، مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های آخرین زیرلایهٔ اشغال شده از الکترون برابر ۲۵ است.

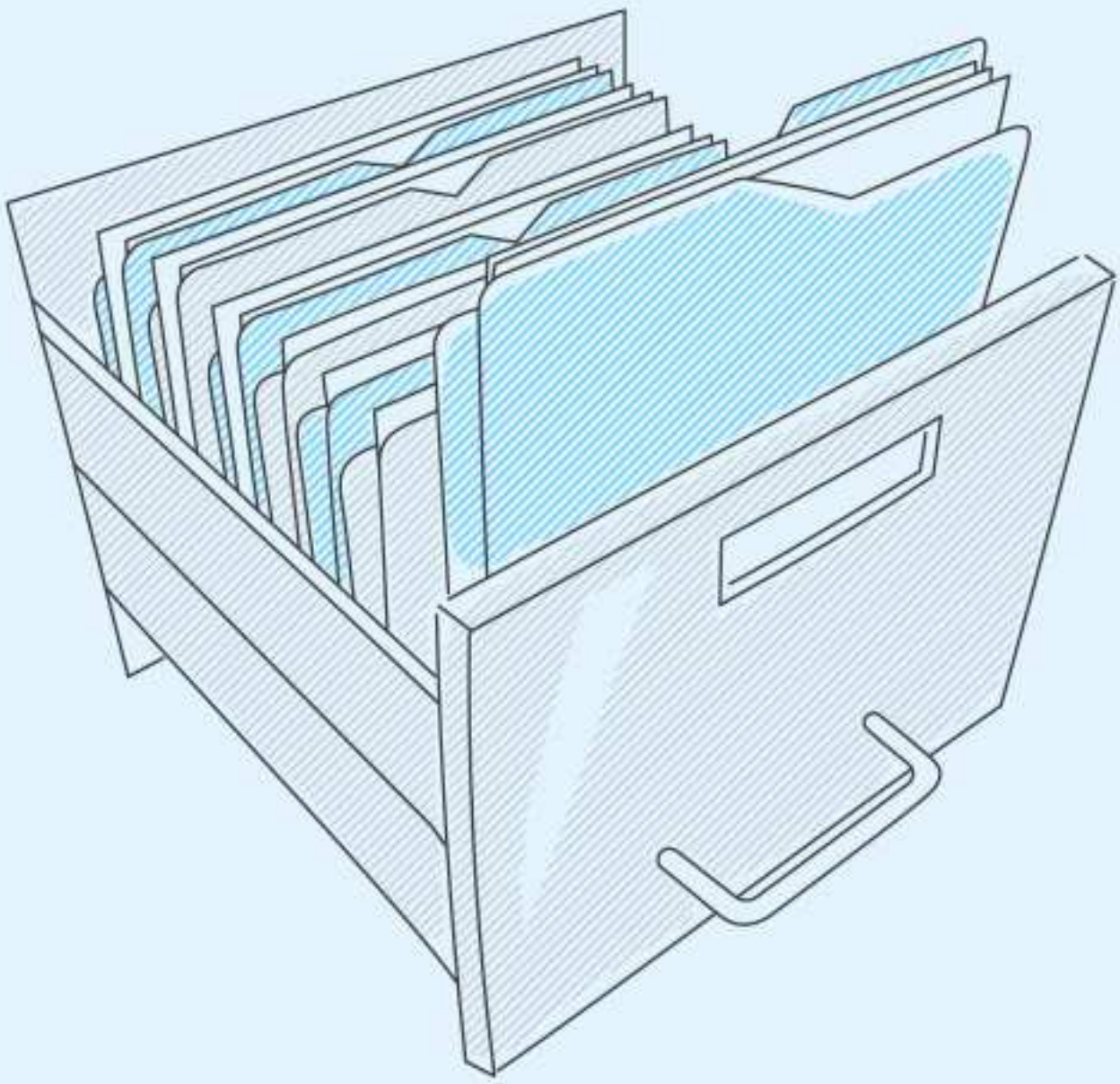
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲. طبق قاعدهٔ آفبا چه تعداد از موارد زیر در مورد عنصرهای دستهٔ p نادرست است؟

آ) دقیقاً در ۵۰٪ از عناصر این دسته از جدول دوره‌ای، لایهٔ الکترونی چهارم پر است.
ب) اکثر عنصرهای فلزی متعلق به این دسته، می‌توانند به کاتیونی با آرایش هشت‌تایی تبدیل شوند.
پ) تعداد الکترون ظرفیتی هر اتم از این دسته، برابر تعداد الکترون در آخرین لایهٔ اتم آن‌ها می‌باشد.
ت) لایهٔ الکترونی پنجم فقط در اتم ۶ عنصر از این دسته، پر شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بخش ۳



آزمون‌های مبحثی

فلسفهٔ وجودی این آزمون‌ها، پخش بسیاری از مباحث شیمی در بیش از یک فصل یا حتی یک پایه از کتاب‌های درسی شیمی است. به عنوان نمونه، مبحث شیمی آلی در ۵ فصل از ۱۰ فصل کتاب‌های درسی ارائه شده است: فصل ۱، ۲ و ۳ شیمی یازدهم و فصل ۱ و ٤ شیمی دوازدهم.
نمونهٔ دیگر، مبحث استوکیومتری واکنش‌ها است که در ۷ فصل از کتاب درسی ارائه شده است: فصل ۲ و ۳ شیمی دهم، فصل ۱، ۲ و ۳ شیمی یازدهم و فصل ۱ و ۲ شیمی دوازدهم.
این کتاب تنها کتاب آزمون شیمی است که علاوه بر آزمون های فصلی، ۱۰ آزمون مبحثی منحصربه فرد نیز در آن ارائه شده است که کل مباحث کتاب درسی را به‌صورت مبحثی پوشش داده است.
بیش از ۲۸ سال تجربهٔ مؤلف این کتاب، گواهی است بر این‌که آمادگی عموم دانش‌آموزان برای کنکور در درس شیمی، بدون «آزمون‌های مبحثی»، نمی‌تواند به حد مطلوب برسد.

۴۱ آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای

زمان پیشنهادی: ۲۰ تا ۲۵ دقیقه

۱. کدام گزینه دربارهٔ عنصر $_{۵۳}X$ درست است؟

۱) دارای ۲۹ الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l=۱$ است.

۲) چهار لایهٔ الکترونی در اتم آن پر شده و پنج لایهٔ الکترونی اشغال‌شده دارد.

۳) با عنصر $_{۸۵}A$، هم‌گروه و با عنصر $_{۳۸}B$، هم‌دوره است.

۴) تعداد الکترون در آخرین زیرلایهٔ اتم آن و آخرین زیرلایهٔ اتم $_{۲۵}D$ یکسان است.

۲. چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصرهای $_{۲۲}A$ و $_{۳۳}B$ درست است؟

آ) مجموع شمارهٔ گروه آن‌ها، برابر ۲۲ است.

ب) تعداد الکترون ظرفیتی اتم آن‌ها، یکسان است.

پ) مجموع تعداد الکترون در آخرین زیرلایهٔ اتم آن‌ها، برابر ۵ است.

ت) تعداد لایهٔ الکترونی اشغال‌شده در اتم آن‌ها، یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳. مقایسهٔ انجام‌شده در چه تعداد از موارد (آ) تا (ت) درست است؟

آ) تعداد الکترون در آخرین لایهٔ الکترونی $_{۱۵}A$ و $_{۸۳}B$، یکسان است.

ب) تعداد لایهٔ الکترونی پر شده در اتم‌های $_{۳۴}Se$ و $_{۵۲}Te$ یکسان است.

پ) تعداد الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l=۰$ در اتم‌های $_{۱۹}K$ و $_{۲۹}Cu$ یکسان است.

ت) تعداد الکترون $_{۲۶}Fe$ و $_{۲۸}Ni^{۲+}$ در آخرین لایهٔ الکترونی یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴. اگر مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی $_{۲۶}Fe$ را با حرف a و مجموع عددهای کوانتومی فرعی همان الکترون‌ها را با حرف b نشان دهیم، اختلاف دو عدد a و b چقدر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) ۱۶

۵. در مورد کدام عنصر (با توجه به عدد اتمی داده‌شده)، ویژگی ذکر شده نادرست است؟

۱) $_{۴۸}A$: همهٔ زیرلایه‌های اشغال‌شده در اتم آن، پر هستند.

۲) $_{۷۵}B$: به عنصرهای دستهٔ d تعلق دارد.

۳) $_{۸۶}E$: دارای ۴ لایهٔ الکترونی پر است.

۴) $_{۳۱}D$: با از دست دادن تمام الکترون‌های ظرفیتی، به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل می‌رسد.

۶. عنصر واقع در ..... جدول دوره‌ای در مقایسه با عنصر واقع در ..... ، واکنش‌پذیری بیشتر و شعاع اتمی ..... دارد.

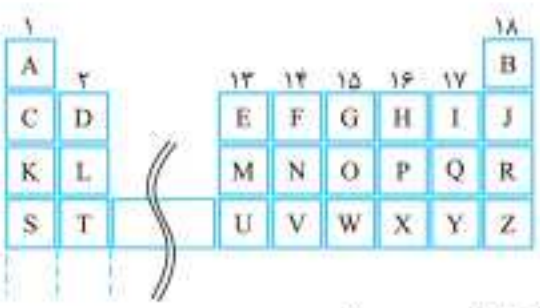
۱) دورهٔ چهارم و گروه ۱ ـ دورهٔ چهارم و گروه ۲ ـ کوچک‌تری

۲) دورهٔ چهارم و گروه ۱ ـ دورهٔ پنجم و گروه ۱ ـ کوچک‌تری

۳) دورهٔ سوم و گروه ۱۷ ـ دورهٔ چهارم و گروه ۱۷ ـ بزرگ‌تری

۴) دورهٔ سوم و گروه ۱۷ ـ دورهٔ سوم و گروه ۱۶ ـ کوچک‌تری

۷. با توجه به شکل روبه‌رو که بخشی از جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟



آ) در ۷ عنصر، همهٔ زیرلایه‌های اشغال‌شده، پر هستند.

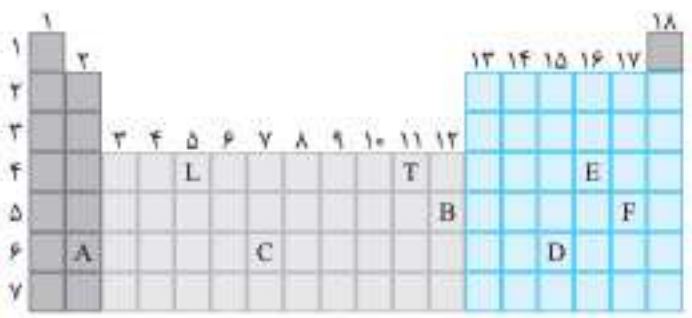
ب) در ۷ عنصر، زیرلایهٔ نیمه‌پر وجود دارد.

پ) ۷ عنصر از دستهٔ s وجود دارد.

ت) از عنصرهای فلزی مشخص‌شده، ۷ عنصر با از دست دادن تمام الکترون‌های ظرفیتی به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸. باتوجه به عنصرهای مشخص شده در شکل روبه‌رو، از میان عبارت‌های زیر، کدام مورد یا موارد نادرست است؟



آ) T اولین عنصری است که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن کامل می‌شود.

ب) در اتم‌های A، C و D لایهٔ الکترونی پنجم پر شده است.

پ) در اتم‌های A و B همهٔ زیرلایه‌های اشغال‌شده، پر هستند.

ت) تعداد الکترون‌های ظرفیتی L و F یکسان است.

ث) در لایهٔ ظرفیت اتم E، مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌ها برابر ۱۶ است.

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

۹. اگر اختلاف شمار نوترون و الکترون یون $^{۲۰۹}X^{۳+}$ برابر ۴۶ باشد، شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین لایهٔ X و لایهٔ قبل از آن، به‌ترتیب کدام است؟

۱) ۵، ۱۸ ۲) ۳، ۱۸ ۳) ۳، ۳۲ ۴) ۵، ۳۲

۱۰. کدام عبارت‌ها در مورد لایهٔ الکترونی چهارم اتم عنصرها درست است؟

آ) شامل ۴ زیرلایه است که مجموعاً ۳۲ الکترون را می‌توانند در خود جای دهند.

ب) همهٔ زیرلایه‌های مربوط به این لایه، در عنصرهای دوره ۴ و ۵ جدول دوره‌ای پر می‌شوند.

پ) در اتم گاز نجیب دورهٔ پنجم، تعداد الکترون موجود در این لایه ۲۵ / ۵۶٪ از گنجایش آن است.

ت) در اتم گاز نجیب دورهٔ چهارم، به اندازهٔ ۲۰٪ گنجایش این لایه، الکترون وارد آن شده است.

۱) آ، ب ۲) آ، پ ۳) پ، ت ۴) ب، ت

۱۱. با توجه به عنصرهای ارائه‌شده در کادر زیر، چه تعداد از عبارت‌های داده‌شده در مورد آن‌ها صدق می‌کند؟

$_{۳}A$ ، $_{۱۳}B$ ، $_{۳۱}C$ ، $_{۲۴}D$ ، $_{۳۳}E$ ، $_{۴۸}F$ ، $_{۵۱}G$ ، $_{۸۰}H$

آ) زیرلایهٔ p در بیرونی‌ترین لایهٔ اشغال‌شدهٔ اتم سه عنصر، الکترون ندارد.

ب) سه عنصر به دستهٔ d تعلق دارند.

پ) در اتم دو عنصر، همهٔ زیرلایه‌های اشغال‌شده، پر هستند.

ت) در اتم سه عنصر، زیرلایهٔ نیمه‌پر وجود دارد.

ث) در اتم پنج عنصر، لایهٔ ماقبل آخر پر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲. عدد اتمی کدام عنصر، درست مشخص نشده است؟

۱) اولین عنصر دستهٔ p از دورهٔ چهارم جدول: ۳۱

۲) اولین عنصر دستهٔ d از دورهٔ پنجم جدول: ۳۹

۳) آخرین عنصر دستهٔ d از دورهٔ ششم جدول: ۷۸

۴) عنصری از دستهٔ p در دورهٔ پنجم با یک زیرلایهٔ نیمه‌پر: ۵۱

۱۳. اختلاف تعداد الکترون $_{۳۱}A^{۳+}$ و $_{۵۲}B^{۲-}$ در آخرین لایهٔ الکترونی، برابر ____ و اختلاف تعداد الکترون این دو یون با عدد کوانتومی $l = ۱$ برابر ____ است.

۱) ۱۰، ۱۲ ۲) ۸، ۱۲ ۳) ۱۰، ۶ ۴) ۸، ۱۰

۱۴. چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با جدول دوره‌ای عنصرها درست است؟

آ) شامل ۳۶ عنصر از دستهٔ p و ۱۴ عنصر از دستهٔ s است.

ب) آخرین لایهٔ الکترونی هر یک از عنصرهای گروه ۱۷، دارای ۷ الکترون است.

پ) همهٔ فلزهای متعلق به دستهٔ s، با از دست دادن الکترون‌های ظرفیتی به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.

ت) تعداد عنصرها با نماد تک‌حرفی در دورهٔ سوم و چهارم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵. چه تعداد از موارد زیر در رابطه با دورهٔ ۴ جدول دوره‌ای صادق است؟

آ) دارای ۳ عنصر که تمام زیرلایه‌های اشغال شده در اتم آن‌ها، پر هستند.

ب) دارای ۴ عنصر با زیرلایهٔ نیمه‌پر

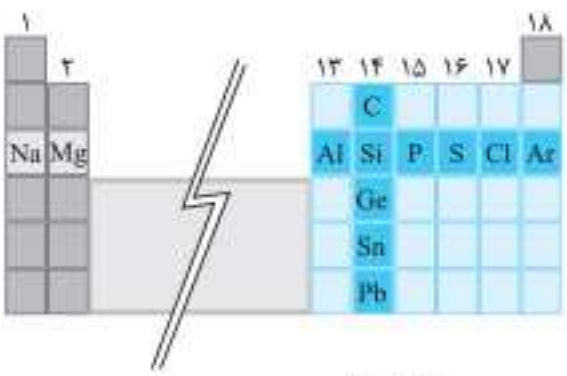
پ) شامل ۱۴ عنصر فلزی

ت) شامل ۷ عنصر که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن‌ها، پر است.

ث) شامل ۹ عنصر که آرایش الکترونی اتم آن‌ها به $۴s^۲$ ختم می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶. شکل روبه‌رو بخشی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد. در رابطه با عنصرهای مشخص‌شده، کدام عبارت‌ها نادرست‌اند؟ (در مورد عنصر کربن (C)، دگر شکل گرافیت این عنصر را در نظر بگیرید.)



آ) تعداد عنصرهایی که رسانایی الکتریکی بالایی دارند، سه برابر تعداد عنصرهای نیمه‌رسانا است.

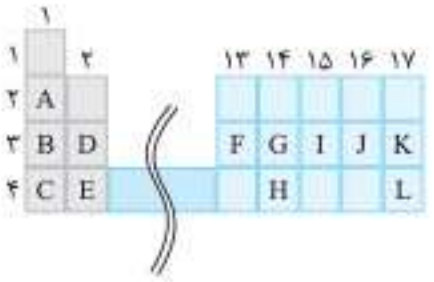
ب) هفت عنصر دارای سطح براق یا درخشان هستند.

پ) هفت عنصر در حالت جامد، شکننده بوده و قابلیت شکل‌پذیری ندارند.

ت) سه عنصر در دمای اتاق، گازی‌شکل‌اند.

۱) آ ، ب ۲) آ ، ت ۳) ب ، ت ۴) فقط ت

۱۷. شکل روبه‌رو بخشی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد. از میان عنصرهای مشخص‌شده در این شکل، ـــــ عنصر با گرفتن الکترون، به آنیونی با آرایش الکترونی گاز نجیب تبدیل می‌شوند و اختلاف عدد اتمی فعال‌ترین عنصر فلزی با فعال‌ترین عنصر نافلزی برابر ـــــ است.



۱) ۶ ، ۳۲ ۲) ۴ ، ۳۲

۳) ۴ ، ۲ ۴) ۶ ، ۲

۱۸. در مورد عنصرهای دستهٔ p از دورهٔ سوم جدول دوره‌ای، اختلاف مجموع اعداد کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی با مجموع اعداد کوانتومی فرعی الکترون‌های ظرفیتی برابر چه عددی است؟

۱) ۶۲ ۲) ۶۸ ۳) ۷۳ ۴) ۷۸

۱۹. با توجه به این‌که آرایش الکترونی یون X^{3+} به $3d^5$ ختم می‌شود، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) عنصر دارای عدد اتمی ۴۴، با X هم‌گروه است.

ب) میان X و عنصر گروه ۱۶ از دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای، ۲۳ عنصر دیگر قرار دارد.

پ) واکنش‌پذیری X در مقایسه با فلز روی، کم‌تر است.

ت) یون X^{3+} دارای ۸ الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۰. آرایش الکترونی یون A^{2+} به زیرلایهٔ $5s^2$ ختم می‌شود. عنصر A با عنصر ـــــ هم‌گروه بوده و دارای ـــــ الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ است.

۱) $_{82}X$ ، ۲۰ ۲) $_{84}Y$ ، ۲۰ ۳) $_{22}T$ ، ۱۲ ۴) $_{82}X$ ، ۱۲

۴۲ نام‌گذاری، فرمول‌نویسی، ساختار لوویس و شکل هندسی

زمان پیشنهادی: ۱۵ تا ۲۰ دقیقه

۱. نام چه تعداد از ترکیب‌های زیر درست است؟

آ) SO_2: گوگرد دی‌اکسید

ب) N_2O: دی‌نیتروژن اکسید

پ) MnO_2: منگنز دی‌اکسید

ت) P_4O_6: تترا فسفر هگزا اکسید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲. در کدام موارد زیر، نام ترکیب درست نوشته نشده است؟

آ) NO: نیتروژن مونوکسید

ب) ZnF_2: روی (II) فلوئورید

پ) H_2S: دی‌هیدروژن سولفید

ت) PbI_2: سرب یدید

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

۳. نام درست چه تعداد از ترکیب‌های ارائه شده در کادر I را می‌توان در کادر II پیدا کرد؟

I	$Mg(NO_3)_2$, Ba_3P_2 , TiO_2 , $Sn(SO_4)_2$, $COCl_2$
II	منیزیم دی‌نیترات، منیزیم (II) نیترات، تری‌باریم‌دی‌فسفید، تیتانیم دی‌اکسید، قلع (IV) سولفات، کبالت (II) کلرید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴. چه تعداد از فرمول‌ها و نام‌های ارائه شده در جدول زیر، درست و مربوط به هم هستند؟

فرمول	$MgPO_4$	$Cu(NO_3)_2$	NH_4SO_4	Ti_3P_4	$ZnMnO_4$
نام	منیزیم فسفات	مس نیترات	آمونیوم سولفات	تیتانیم (IV) فسفید	روی پرمنگنات

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵. نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های اکسیژن در آمونیوم هیدروژن فسفات در مقایسه با نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در کدام ترکیب، کوچک‌تر است؟

۱) باریم فسفات ۲) آلومینیم کربنات ۳) باریم پرمنگنات ۴) آلومینیم نیترات

۶. اختلاف نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون، میان کدام دو ترکیب کم‌تر است؟

ستون / ردیف	I	II
۱	آمونیوم سولفات	روی هیدروژن سولفات
۲	منیزیم فسفید	لیتیم پرمنگنات
۳	آلومینیم کربنات	پتاسیم نیترید

۱) ترکیب ردیف ۱ ستون II و ردیف ۲ ستون I
۲) ترکیب ردیف ۲ ستون I و ردیف ۱ ستون I
۳) ترکیب ردیف ۳ ستون II و ردیف ۱ ستون II
۴) ترکیب ردیف ۳ ستون I و ردیف ۲ ستون II

۷. تعداد پیوند کووالانسی کدام دو گونه متفاوت است؟

۱) یون کربنات و کربن دی‌اکسید ۲) یون سولفات و هیدروژن سیانید
۳) یون نیتریت و گوگرد تری‌اکسید ۴) یون آمونیوم و کربونیل سولفید

۸. ساختار لوویس یون SO_4^{2-} مشابه ساختار لوویس ..... است.

۱) CO_3^{2-} ۲) NO_3^- ۳) SO_4^{2-} ۴) ClO_3^-

۹. در ساختار لوویس کدام مولکول، اختلاف شمار جفت الکترون‌های پیوندی با شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی بیشتر است؟

۱) $NOCl$ ۲) HNO_3 ۳) $HOCl$ ۴) N_2F_2

۱۰. شکل هندسی کدام ترکیب زیر، شبیه شکل هندسی یون ClO_2^- است؟

۱) NO_2^- ۲) SO_3 ۳) NH_3 ۴) PO_4^{3-}

۱۱. چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با مولکول‌های ارائه‌شده در کادر درست است؟

CH_2O ، SOF_2 ، O_3 ، SO_3 ، POF_3

آ) در ساختار لوویس یکی از این مولکول‌ها، اتم مرکزی الکترون ناپیوندی دارد.
ب) در ساختار لوویس سه مولکول، یکی از پیوندها دوگانه است.
پ) تعداد پیوند کووالانسی در سه تا از مولکول‌ها برابر ۴ است.
ت) تعداد پیوند کووالانسی در دوتا از مولکول‌ها برابر ۳ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲. در رابطه با گونه‌های شیمیایی نیترات و سولفات، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) تعداد پیوند کووالانسی یکسانی دارند.
ب) شکل هندسی آن‌ها متفاوت است.
پ) عدد اکسایش اتم مرکزی آن‌ها یکسان است.
ت) تعداد الکترون ناپیوندی در ساختار لوویس سولفات، ۱/۵ برابر نیترات است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳. شکل هندسی چه تعداد از گونه‌های ارائه‌شده در کادر، خمیده است؟

SO_2 ، NO_2^- ، NO_2^+ ، O_3 ، HCN ، SCO

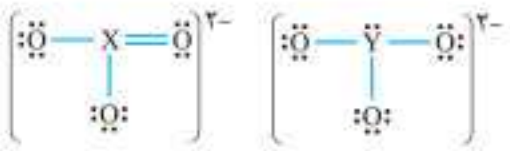
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۴. یون‌های ClO_2^- و NO_2^- در چند مورد زیر، تشابه دارند؟

آ) عدد اکسایش اتم مرکزی
ب) تعداد پیوند کووالانسی
پ) شکل هندسی
ت) تعداد الکترون ناپیوندی اتم مرکزی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵. با توجه به ساختار لوویس دو یون XO_4^{2-} و YO_4^{2-}، شکل هندسی این دو یون، ..... و عدد اکسایش اتم مرکزی آن‌ها، ..... است و اختلاف تعداد الکترون ظرفیتی عنصرهای X و Y با یکدیگر، برابر ..... می‌باشد.



۱) متفاوت ـ متفاوت ـ ۱
۲) متفاوت ـ متفاوت ـ ۲
۳) یکسان ـ یکسان ـ ۱
۴) متفاوت ـ یکسان ـ ۲

۴۳ استوکیومتری واکنش‌ها

زمان پیشنهادی: ۳۵ تا ۴۰ دقیقه

حالت ساده و پایه‌ای (شیمی ۱/ فصل ۲)

۱. برای تولید ۵۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP، چند گرم فلز آلومینیم در واکنش با هیدروکلریک اسید مصرف می‌شود؟ $(Al = 27 g.mol^{-1})$

$Al(s) + HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + H_2(g)$ (معادلهٔ واکنش موازنه نشده)

۱) ۴۵ ۲) ۵۴ ۳) ۸۱ ۴) ۹۰

۲. یک نمونه گاز هیدروژن را که شامل $3/01 \times 10^{24}$ مولکول H_2 است، بر گاز نیتروژن اثر می‌دهیم. هنگامی که ۳۰٪ از مولکول‌های هیدروژن مصرف می‌شود، حجم گاز آمونیاک تولیدشده به ۱۲/۵ لیتر می‌رسد. چگالی گاز NH_3 تولیدشده چند گرم بر لیتر است؟ $(N = 14, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۶۸ ۲) ۱/۰۲ ۳) ۱/۲۴ ۴) ۱/۳۶

۳. در واکنش سوختن کامل گاز اتان، اگر حجم گاز اکسیژن مصرف‌شده با دمای $5^{\circ}C$ / ۴۰۹ و فشار ۸ اتمسفر برابر ۴۹ لیتر باشد، چند گرم گاز اتان سوخته است؟ $(C_2H_6 = 30 g.mol^{-1})$

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۵

غلظت محلول‌ها (شیمی ۱/ فصل ۳)

۴. با استفاده از ۴۰ گرم محلول ۲٪ سود، چند لیتر محلول ۰/۰۸ مولار سولفوریک‌اسید را می‌توان خنثی کرد؟ $(NaOH = 40 g.mol^{-1})$

$2NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۲/۵

۵. برای خنثی کردن ۸۱۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۵ مولار باریم هیدروکسید، چند میلی‌لیتر محلول ۹۸۰۰ppm فسفریک‌اسید با چگالی ۱/۰۸ گرم بر میلی‌لیتر لازم است؟ (معادلهٔ واکنش موازنه شود) $(H = 1, P = 31, O = 16 : g.mol^{-1})$

$Ba(OH)_2(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow Ba_3(PO_4)_2(s) + H_2O(l)$

۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۵۰

انحلال‌پذیری (شیمی ۱/ فصل ۳)

۶. اگر انحلال‌پذیری NaOH در دمای معین، برابر ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، با استفاده از ۵۰ گرم محلول سیرشدهٔ سود در این دما، چند گرم محلول ۴/۹٪ سولفوریک‌اسید را می‌توان خنثی کرد؟ $(H_2SO_4 = 98, NaOH = 40 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۲۵

درصد خلوص (شیمی ۲/ فصل ۱)

۷. با استفاده از ۴ لیتر محلول ۰/۰۳ مولار هیدروکلریک‌اسید، چند گرم آلومینیم با خلوص ۶۰٪ را می‌توان حل کرد؟ $(Al = 27 g.mol^{-1})$

$Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$ (معادله واکنش موازنه نشده)

۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۵/۴ ۴) ۹

۸. اگر با اثر دادن ۵ گرم فلز آلومینیم بر مقدار کافی هیدروکلریک‌اسید، ۴/۴۸ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP حاصل شود، درصد خلوص Al در نمونهٔ مصرف‌شده چقدر است؟ $(Al = 27 g.mol^{-1})$

۱) ۶۰ ۲) ۷۲ ۳) ۸۵ ۴) ۹۶

بازده درصدی (شیمی ۲ / فصل ۱)

۹. در واکنش محلول ۰/۰۶ مولار کلسیم هیدروکسید با محلول آهن (III) کلرید، اگر جرم رسوب تولیدشده برابر ۷۷/۰۴ گرم باشد، چند لیتر محلول کلسیم هیدروکسید مصرف می‌شود؟ بازده واکنش را ۸۰٪ فرض کنید. $(Fe=56, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

$Ca(OH)_2(aq) + FeCl_3(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + Fe(OH)_3(s)$ (معادله واکنش موازنه نشده)

۱) ۲۲/۵ ۲) ۱۱/۲۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵

۱۰. اگر در واکنش ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱/۲۵ مولار هیدروکلریک‌اسید با فلز آلومینیم، ۴ لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰/۰۶ گرم بر لیتر تولیدشده باشد، بازده واکنش انجام شده چند درصد است؟ $(H=1 g.mol^{-1})$

$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$

۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

آنتالپی واکنش (شیمی ۲ / فصل ۲)

۱۱. اگر سوختن ۲/۹ گرم بوتان با آزاد شدن ۱۴۵ کیلوژول گرما همراه باشد، ΔH واکنش زیر چند کیلوژول است؟ $(C_4H_{10}=58 g.mol^{-1})$

$2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g) \quad , \quad \Delta H = ?kJ$

۱) ۴۲۰۰− ۲) ۴۲۰۰+ ۳) ۵۸۰۰+ ۴) ۵۸۰۰−

۱۲. با توجه به معادلهٔ واکنش زیر و ΔH آن، اگر ۴۹۰ گرم محلول ۸ درصد جرمی فسفریک اسید با مقدار کافی محلول کلسیم هیدروکسید وارد واکنش شود، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ $(H_3PO_4=98 g.mol^{-1})$

$2H_3PO_4(aq) + 3Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 6H_2O(l) \quad , \quad \Delta H = -115kJ$

۱) ۱۶ ۲) ۲۳ ۳) ۳۲ ۴) ۶۴

شیمی آلی (شیمی ۲ / فصل ۱، ۲ و ۳)

۱۳. اگر سوختن کامل ۱۱/۶ گرم از یک آلکان، با مصرف ۴۰ لیتر گاز اکسیژن با چگالی ۱/۰۴ گرم بر لیتر همراه باشد، هر مولکول از این آلکان چند پیوند کووالانسی دارد؟ $(C=12, H=1, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۳ ۳) ۱۶ ۴) ۱۹

۱۴. در واکنش ۹۲ گرم محلول ۲۵٪ جرمی اتانول با ترکیبی از خانوادهٔ کربوکسیلیک‌اسیدها، ۶۵ گرم استر تشکیل می‌شود. تعداد پیوند کووالانسی در مولکول کربوکسیلیک‌اسید مورد استفاده چقدر است؟ (در زنجیر کربنی اسید مصرف‌شده و استر تولیدشده، همهٔ پیوندهای کربن ـ کربن، از نوع یگانه هستند.) $(C=12, H=1, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱۴ ۲) ۱۷ ۳) ۲۰ ۴) ۲۳

اسید چرب، چربی و صابون (شیمی ۳ / فصل ۱)

۱۵. ۷۱ گرم از یک اسید چرب ۱۸ کربنی با زنجیر کربنی سیرشده را با مقدار کافی محلول سود وارد واکنش می‌کنیم تا صابون تشکیل شود. اگر صابون تشکیل‌شده را وارد محلولی با مقدار کافی یون منیزیم کنیم، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟ $(C=12, H=1, O=16, Na=23, Mg=24: g.mol^{-1})$

۱) ۳۶/۸ ۲) ۵۲/۲۵ ۳) ۷۳/۷۵ ۴) ۱۴۷/۵

۱۶. با استفاده از اثر دادن محلول سود بر مقداری از یک چربی که مولکول‌های آن به‌صورت استر سنگین با زنجیرهای کربنی سیرشده است، صابون تهیه می‌کنیم. اگر با مصرف ۵۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی سود، ۱۳۹ گرم صابون تولیدشده باشد، فرمول مولکولی چربی مورد استفاده چیست؟ $(C=12, H=1, O=16, Na=23: g.mol^{-1})$

۱) $C_{51}H_{98}O_6$ ۲) $C_{51}H_{104}O_6$ ۳) $C_{54}H_{104}O_6$ ۴) $C_{54}H_{108}O_6$

درجهٔ یونش و ثابت یونش (شیمی ۳ / فصل ۱)

۱۷. با استفاده از ۴ لیتر محلول هیدروفلوئوریک‌اسید با درجهٔ یونش $\alpha = 0/02$ و ثابت یونش $K_a = 8 \times 10^{-5}$، چند کیلوگرم محلول ۳۷۰ppm کلسیم هیدروکسید را می‌توان خنثی کرد؟ $(Ca(OH)_2 = 74 g.mol^{-1})$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

بخش ۴

آزمون‌های جامع

- ۳ آزمون از پایه‌های دهم تا دوازدهم
- ۱۰ آزمون مطابق با کنکور

در این بخش از کتاب، ۳ آزمون جامع از شیمی دهم، شیمی یازدهم، شیمی دوازدهم و ۱۰ آزمون جامع از کل شیمی (مطابق با کنکور و با همان بودجه‌بندی) ارائه شده است.
کنکورهای برگزار شده در سال‌های اخیر از نظر سطح دشواری و نوع و تیپ سؤال‌ها در درس شیمی یکسان نبوده است.
کنکورهای ۹۸ نسبتاً ساده بودند، در کنکورهای ۹۹ و ۱۴۰۰، ضمن افزایش شدید سطح دشواری، سؤال‌ها به طور محسوسی زمخت، سنگین و حجیم و طولانی شدند.
دو کنکور برگزار شده در تیر و دی ۱۴۰۱، هم از نظر دشواری و هم از نظر کیفیت به طور محسوسی افت کردند و تعداد قابل توجهی از سؤال‌ها دارای ابهام و ایرادهای ریز و درشت بودند.
کنکور ۱۴۰۲ هم از نظر سطح دشواری و از نظر کیفیت سؤال‌ها منطقی‌تر و مناسب‌تر شد.
اما کنکورهایی که در اردیبهشت و تیر ۱۴۰۳ برگزار شدند، از هر لحاظ و بدون تردید، بهترین، استانداردترین و منطقی‌ترین کنکورهایی بوده‌اند که من در این ۳۵ سال فعالیت خود در عرصه کنکور دیده‌ام.
آزمون‌های جامعی که در این مجموعه خواهید دید، همسو و هم‌تراز کنکورهای ۱۴۰۳ و البته، گاهاً، کمی دشوارتر و پرملات‌تر از آن‌ها می‌باشند.

۳۱. با توجه به نمودار مقابل، کدام مطلب نادرست است؟

۱) تنوع شمار مواد $B < D < A$ است.

۲) مولکول‌های B را می‌توان فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد زمین دانست.

۳) مادهٔ C در حالت جامد و مایع رسانای جریان برق است.

۴) نقطهٔ ذوب B از A بیشتر است.

۳۲. اگر اختلاف سطح انرژی فراورده‌ها با قلهٔ نمودار در یک واکنش برابر ۱۰۰ کیلوژول باشد و مقدار عددی ΔH برابر ۵۰ کیلوژول باشد، کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

آ) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت می‌تواند ۱/۵ برابر انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت باشد.

ب) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت می‌تواند با $|\Delta H|$ واکنش برابر باشد.

پ) این واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد.

ت) سرعت واکنش گرماده بیشتر از سرعت واکنش گرماگیر است.

۱) آ، ب ۲) ب، پ ۳) پ، ت ۴) همهٔ موارد

۳۳. با توجه به واکنش تعادلی $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightleftharpoons 2Fe(l) + 3CO_2(g)$ ، $K = 27$، کدام گزینه رابطهٔ بین غلظت‌های تعادلی را به‌درستی نشان می‌دهد؟

۱) $[CO] = [CO_2]^3$ ۲) $[CO_2] = 27[CO]$

۳) $[CO_2] = 3[CO]$ ۴) $[CO] = 3[CO_2]$

۳۴. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) کاهش حجم در سامانهٔ تعادلی $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$، موجب افزایش غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل می‌شود.

۲) حضور $CaCO_3$ در تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ بی‌تأثیر است.

۳) اثر دما بر سرعت و ثابت تعادل واکنش‌های گرماگیر و گرماده متفاوت است.

۴) افزودن کاتالیزگر، تعادل را جابه‌جا می‌کند ولی تأثیری بر مقدار عددی ثابت تعادل ندارد.

۳۵. کدام گزینه درست است؟

۱) براساس اصول شیمی سبز و از دیدگاه اتمی، تولید مستقیم متانول از متان، صرفهٔ اقتصادی دارد.

۲) ترفتالیک اسید همانند بنزن به‌طور مستقیم از نفت خام استخراج می‌شود.

۳) PET برخلاف سایر پلیمرهای سنتزی، ماندگاری زیادی دارد.

۴) هنگام تبدیل اتن به اتیلن گلیکول، عدد اکسایش اتم‌های کربن کاهش می‌یابد.

۶۳ آزمون جامع مطابق باکنکور سراسری

زمان پیشنهادی: ۴۰ تا ۵۰ دقیقه

۱. میان موقعیت دو عنصر مشخص در جدول دوره‌ای ۱۰ عنصر دیگر قرار دارد. اگر اختلاف تعداد ذرات زیراتمی بدون بار در اتم این دو عنصر برابر ۱۵ باشد، اختلاف عدد جرمی آن‌ها کدام است؟

۱) ۲۵ ۲) ۲۶ ۳) ۲۷ ۴) ۲۸

۲. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) تولید میزان بسیار بالای انرژی به‌ازای مصرف هیدروژن در خورشید می‌تواند دلیلی بر تجدیدناپذیر بودن انرژی خورشید باشد.

ب) در نمونهٔ طبیعی برخی از عنصرها، هیچ ایزوتوپی وجود ندارد.

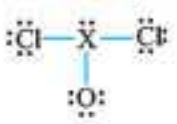
پ) ذرات زیراتمی باردار را می‌توان با نمادهای $_{-1}^{0}E$ و $_{+1}^{0}P$ نشان داد.

ت) هلیم همانند سایر گازهای نجیب تمایلی برای انجام واکنش با اتم‌های دیگر ندارد.

ث) $n = 1$ فقط در اتم عنصرهای هیدروژن و هلیم به‌عنوان حالت پایه در نظر گرفته می‌شود.

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) پنج

۳. ساختار لوویس ترکیب اتم X (از دورهٔ سوم جدول دوره‌ای) با اتم‌های اکسیژن و کلر به‌صورت شکل زیر است. اگر ۰/۲ مول از این ترکیب شامل ۱۲ مول نوترون باشد، جرم مولی آن به‌تقریب چند $g.mol^{-1}$ است؟



۱) ۱۱۶ ۲) ۱۱۷ ۳) ۱۱۸ ۴) ۱۲۰

۴. پرسش مطرح‌شده در کدام موارد زیر به‌درستی پاسخ داده شده است؟

آ) اولین عنصری که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن نیمه‌پر می‌شود، چند پروتون در هسته دارد؟ ۲۴

ب) عدد اتمی چهارمین عنصر از دستهٔ d در دورهٔ هفتم جدول تناوبی چیست؟ ۱۰۶

پ) در آرایش الکترونی یون پایدار چه تعداد از عنصرهای دوره‌های سوم و چهارم جدول، همهٔ لایه‌های الکترونی اشغال‌شده پر شده است؟ ۶

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

۵. با توجه به جدول مقابل، به‌ترتیب در ساختار چه تعداد از ترکیب‌های ستون I، عنصر نیتروژن وجود دارد و نام یا فرمول شیمیایی چه تعداد از ترکیب‌های ستون II، به‌درستی نوشته شده است؟

I	II
سیانو اتن	کبالت (II) کلرید: $COCl_2$
جوش شیرین	کربونیل سولفید: CSO
کولار	روی (II) سولفید: ZnS
کلروفرم	آمونیوم سیلیکات: $(NH_4)_4SiO_4$
اوره	

۴،۵ (۱

۳،۳ (۲

۱،۲ (۳

۱،۳ (۴

۶. بعد از موازنهٔ معادلهٔ واکنش‌های زیر، در معادلهٔ کدام واکنش‌ها فراورده‌ای با ضریب استوکیومتری یکسان وجود دارد؟

I) $Al_2O_3 + C \longrightarrow Al + CO_2$

II) $Fe + H_2O + O_2 \longrightarrow Fe(OH)_3$

III) $NO_2 + NH_3 \longrightarrow N_2 + H_2O$

۱) I و II ۲) I و III ۳) II و III ۴) I، II و III

۷. مخلوطی به جرم ۲۰۰ گرم از دو گاز پروپان و اتن در ظرفی وجود دارد. با افزودن ۸۰ گرم بخار قرمز رنگ برم به این ظرف (قبل از شروع واکنش) درصد جرمی اتن به میزان ۱۶ واحد کاهش می‌یابد. پس از بی‌رنگ شدن کامل مخلوط گازی، درصد جرمی اتن کدام است؟ $(Br = 80, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) صفر ۲) ۵۶ ۳) ۴۰ ۴) ۳۵

۸. مخلوطی از دو گاز NO_2 و NO_2 به جرم ۵۸ گرم درون محفظه دربسته‌ای وجود دارد. در اثر افزودن مقداری گاز اوزون به ظرف، NO_2 به‌طور کامل مصرف شده و جرم گاز NO_2 به ۶۲ گرم می‌رسد. با توجه به واکنش انجام شده، پاسخ درست سؤالات زیر به‌ترتیب در کدام گزینه آمده است؟ (فراوردهٔ دیگر واکنش گاز NO_2 با اوزون، گاز اکسیژن است و $(O = 16, N = 14 : g.mol^{-1})$

آ) جرم گاز اوزون اضافه‌شده برابر چند گرم است؟

ب) نسبت مولی گاز NO_2 به گاز NO_2 در مخلوط اولیه چند است؟

پ) اختلاف جرم دو گاز در مخلوط اولیه چند گرم است؟

۱) ۴ ـ ۳ ـ ۳۵ ۲) ۱۲ ـ ۳ ـ ۳۵ ۳) ۴ ـ ۴ ـ ۴۶/۵ ۴) ۱۲ ـ ۴ ـ ۴۶/۵

۹. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) آب یکی از موادی است که در هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود.

ب) مقایسهٔ نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای اول گروه‌های ۱۴ تا ۱۷ به‌صورت: $H_2O > HF > NH_3 > CH_4$ است.

پ) برهم‌کنش مولکول‌ها در مواد جامد، بیشترین مقدار و در حالت گازی برابر صفر است.

ت) میان هر دو ماده مولکولی در شرایط مشابه، آن که پیوند هیدروژنی دارد، نقطه جوش بالاتری دارد.

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

۱۰. درصد جرمی نمک فرضی A در محلولی از آن در دمای $90^\circ C$ برابر ٪۳۷/۵ و معادلهٔ انحلال‌پذیری آن به‌صورت $S = 0/33\theta + 25$ است. این محلول در دمای $90^\circ C$ ـــــ بوده و ۱۶۰ گرم از این محلول، به‌تقریب با ـــــ، به‌صورت سیرشده درمی‌آید.

۱) سیرنشده، افزودن ۵ گرم نمک A ۲) سیرنشده، تبخیر ۹ گرم از حلال در دمای $90^\circ C$

۳) فراسیرشده، رسوب‌کردن ۵ گرم از نمک A ۴) فراسیرشده، افزودن ۱۱ گرم آب با دمای $90^\circ C$

۱۱. فسفر تری کلرید به عنوان ماده اولیه بسیاری از آفت کش‌ها، در صنعت طی واکنش مستقیم گاز کلر با فسفر (P_4) تهیه می‌شود. گاز کلر مورد نیاز را از اثر دادن کدام گاز (X_2) بر سدیم کلرید مطابق معادله زیر، می‌توان به دست آورد؟ و برای تبدیل ۴۹۶ گرم از فسفر جامد به فسفر تری کلرید (با بازده ۸۰ درصد)، چند گرم گاز X_2 باید با سدیم کلرید واکنش دهد تا گاز کلر مورد نیاز تأمین شود؟ $(Br = 80, Cl = 35/5, P = 31, F = 19 : g.mol^{-1})$

$NaCl(s) + X_2(g) \longrightarrow NaX(s) + Cl_2(g)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

۱) F_2، ۱۹۶۰ ۲) F_2، ۱۱۴۰ ۳) Br_2، ۱۱۴۰ ۴) Br_2، ۱۹۶۰

۱۲. با توجه به این‌که آرایش الکترونی یون‌های X^{3+}، Y^{2-} و Z^{2+} به‌ترتیب به زیرلایه‌های $3d^3$، $3p^6$ و $3d^{10}$ ختم می‌شـــود، چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) تعداد الکترون در آخرین لایهٔ الکترونی اشغال‌شدهٔ اتم X، برابر با یک است.

ب) تعداد پروتون در هستهٔ یون Y^{2+} با شمارهٔ گروه Y در جدول دوره‌ای برابر است.

پ) Z آخرین عنصر دستهٔ d دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای بوده و در ترکیب‌های پایدار خود، اغلب به شکل Z^{2+} یافت می‌شود.

ت) مجموع بالاترین عدد اکسایش اتم‌های X، Y و Z برابر ۱۳+ است.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۱۳. اوره به‌عنوان کود شـــیمیایی نیتروژن‌دار از واکنش آمونیاک و کربن‌دی‌اکســـید در صنعت تهیه می‌شود. اگر آمونیاک از واکنش ۱۲۸ مول نیتروژن و ۳۸۴ مول هیدروژن طی شرایط بهینهٔ هابر تولید شود، حداکثر چند کیلوگرم اوره را با خلوص ۸۷/۵ درصد می‌توان تهیه کرد؟ اگر در شرایطی دیگر بازده واکنش دوم ۶۴ درصد باشد، بازده کل فرایند تولید و مصرف آمونیاک چند درصد است؟ $(O=16, N=14, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $N_2(g)+3H_2(g)\longrightarrow 2NH_3(g)$

۲) $2NH_3(g)+CO_2(g)\longrightarrow (NH_2)_2CO(s)+H_2O(l)$

۱) ۳/۸۴، ۲۸ ۲) ۳/۸۴، ۹۲ ۳) ۱/۹۲، ۲۸ ۴) ۱/۹۲، ۹۲

۱۴. نمودار تغییرات انرژی کدام واکنش از الگوی مقابل پیروی نمی‌کند؟

۱) $N_2(g)+O_2(g)\longrightarrow 2NO(g)$

۲) $Cl_2(g)+Br(g)\longrightarrow ClBr(g)+Cl(g)$

۳) $I_2(g)+H_2(g)\longrightarrow 2HI(g)$

۴) $3O_2(g)\longrightarrow 2O_3(g)$

۱۵. اگر انحلال ۱/۱۱ گرم از کلسیم‌کلرید خالص و خشک، دمای ۱۹۷ گرم آب خالص را یک درجهٔ سلسیوس افزایش دهد، آنتالپی انحلال کلسیم‌کلرید در آب، به‌تقریب چند کیلوژول بر مول است؟ ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب را ۴/۲ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس در نظر بگیرید. $(Ca=40, Cl=35/5: g.mol^{-1})$

۱) +۴۱/۵ ۲) +۸۳ ۳) −۴۱/۵ ۴) −۸۳

۱۶. با توجه به واکنش: $C_2H_2(g)+H_2(g)\longrightarrow C_2H_6(g)$ که در دمای $25^\circ C$ انجام می‌شود، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟ (آنتالپی سوختن اتن، هیدروژن و اتان با واحد کیلوژول بر مول، به‌ترتیب برابر a−، b− و c− است.)

آ) با افزایش فشار در دمای ثابت، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

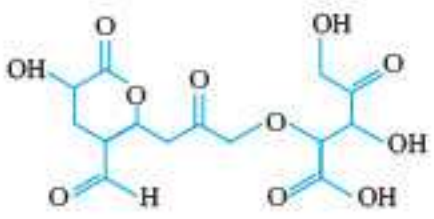
ب) اگر واکنش در حضور ورق نیکلی انجام شود، مقدار اتان تولیدشده در واحد زمان بیشتر می‌شود.

پ) مقایسهٔ آنتالپی سوختن مواد شرکت‌کننده در واکنش به‌صورت: $a>c>b$ است.

ت) مطابق قانون هس، آنتالپی واکنش برابر است با: $-a-b+c$

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۱۷. با توجه به ساختار ترکیب مقابل، کدام گزینه درست است؟



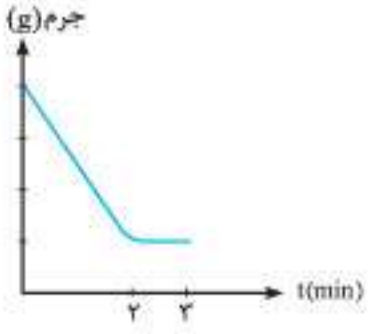
۱) اختلاف تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن در ساختار آن برابر ۳ است.

۲) ترکیبی سیرشده بوده و با برقراری پیوند هیدروژنی در آب حل می‌شود.

۳) نسبت شمار گروه‌های عاملی کربوکسیل به هیدروکسیل برابر $\frac{2}{3}$ است.

۴) ساختار حلقه در این ترکیب مشابه ساختار حلقه در ویتامین C است.

۱۸. نمودار روبه‌رو، تغییرات جرم مخلوط واکنش در تجزیهٔ حرارتی آمونیوم دی‌کرومات را تا پایان واکنش نشان می‌دهد. اگر ســـرعت متوسط واکنش از لحظهٔ شروع تا پایان آن، ۰/۱۲۵ مول بر دقیقه باشد، مقدار اولیهٔ واکنش‌دهنده چند گرم بوده و جرم جامد باقی‌مانده در پایان واکنش چند گرم است؟ $(Cr=52, O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1})$



(معادلهٔ واکنش موازنه شود.) $(NH_4)_2Cr_2O_7(s)\longrightarrow N_2(g)+H_4O(g)+Cr_2O_3(s)$

۱) ۱۴، ۶۳ ۲) ۳۸، ۶۳ ۳) ۳۸، ۹۴/۵ ۴) ۵۷، ۶۳

۱۹. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) از تیتانیم می‌توان در واکنش بسپارش اتن به‌عنوان کاتالیزگر در استفاده کرد.

ب) کاهش مصرف غذاهای فراوری‌شده به منظور کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست، بیانی از اصول شیمی سبز است.

پ) لیکوپن هیدروکربنی است که در فرمول ساختاری آن، تنها پیوندهای یگانه و دوگانه وجود دارد.

ت) شیب منحنی تغییرات غلظت کلسیم‌کربنات در نمودار «غلظت ـ زمان» واکنش زیر، قرینهٔ شیب منحنی تغییرات غلظت کربن‌دی‌اکسید است.

$CaO(s)+CO_2(g)\longrightarrow CaCO_3(s)$

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۲۰. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ $(Br = ۸۰, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

آ) تعداد اتم H در چهارمین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها و ششمین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها (از نظر تعداد کربن) یکسان است.

ب) در صنعت از اثردادن گاز اتن بر مخلوط آب و سولفوریک‌اسید، اتانول تولید می‌شود.

پ) ۱۵/۶ گرم بنزن با جذب ۰/۶ مول گاز هیدروژن، به سیکلوهگزان تبدیل می‌شود.

ت) جرم مولی فراوردهٔ واکنش پروپن با برم، پنج برابر جرم مولی پروپن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱. با توجه به شکل روبه‌رو، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

(I) (II)

آ) ترکیب‌های (I) و (II) ایزومر یکدیگرند.

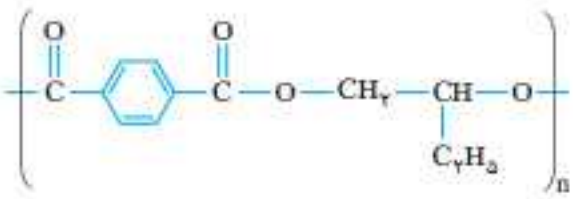
ب) هر یک از دو مولکول، ۱۹ پیوند اشتراکی داشته و به همین دلیل، محتوای انرژی یکسانی دارند.

پ) خواص شیمیایی دو ترکیب، متفاوت و خواص فیزیکی آن‌ها، یکسان است.

ت) شمار پیوندهای اشتراکی یگانه در مولکول (I)، سه برابر شمار پیوندهای C – C در مولکول (II) است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲. با توجه به واحد تکرارشوندهٔ پلیمر مقابل، چه تعداد از عبارت‌های ارائه‌شده درست است؟



آ) اسید سازندهٔ آن از اکسایش پارازایلن توسط محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات حاصل می‌شود.

ب) الکل سازندهٔ آن، ایزومر دی‌اتیل اتر است.

پ) از اثردادن الکل سازندهٔ آن بر مقدار کافی استیک‌اسید، ترکیب آلی به فرمول مولکولی $C_۸H_{۱۴}O_۴$ حاصل می‌شود.

ت) از اثردادن اسید سازندهٔ آن بر مقدار کافی متانول، ترکیبی با ۲۴ پیوند اشتراکی یگانه حاصل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳. از آبکافت ۵۷/۲ گرم از یک آمید ۸ کربنی، ۲۳/۶ گرم آمین سیرشـــده همراه با مقداری کربوکسیلیک‌اسید با زنجیر کربنی سیرشده پدید می‌آید. از اثر کربوکسیلیک‌اسید تولیدشده از این واکنش بر مقدار کافی ۲– بوتانول، چند گرم استر حاصل می‌شود؟ $(O = ۱۶, N = ۱۴, C = ۱۲ : g.mol^{-1})$

۱) ۵۲/۴ ۲) ۵۹/۲ ۳) ۶۳/۲ ۴) ۷۲/۴

۲۴. چه تعداد از عبارات زیر نادرست است؟

آ) شمار کل ذرات حل‌شده در ۱ لیتر محلول سولفوریک‌اسید با $pH = ۳$، برابر با شمار این ذرات در ۱ لیتر محلول نیترواسید با همان pH است.

ب) $[H_۳O^+]$ در محلول ۰/۱ مولار سود، بیشتر از محلول ۰/۱ مولار آمونیاک است.

پ) واکنش پودر مخلوط آلومینیم و سود با آب، گرماده بوده و با تولید گاز اکسیژن همراه است.

ت) pH محلول آمونیاک، بیشتر از محلول هیدروسیانیک‌اسید است.

ث) سرعت واکنش نوار منیزیم با محلول ۰/۱ مولار هیدروبرمیک اسید، بیشتر از محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک‌اسید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۵. در ظرف «۱»، یک لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با $pH = ۲/۸$ و در ظرف «۲»، یک لیتر محلول هیدروسیانیک‌اسید با $pH = ۵$ وجود دارد. اگر در دمای ثابت به هر یک از دو محلول، ۱۵ لیتر آب مقطر اضافه کنیم، نســـبت pH محلول «۲» به محلول «۱» به‌تقریب برابر چه عددی خواهد بود؟ (ثابت یونش هیدروکلریک‌اسید بسیار بزرگ و ثابت یونش هیدروسیانیک اسید برابر $۴/۹ \times ۱۰^{-۱۰}$ است.)

۱) ۱/۴ ۲) ۰/۷۱ ۳) ۱/۵۵ ۴) ۰/۶۴

۲۶. با اثردادن محلول سود بر مقداری از یک چربی (استر سه‌عاملی سنگین) با زنجیرهای کربنی سیرشدهٔ یکسان، صابون تهیه می‌کنیم. اگر با مصرف ۵۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی سود، ۱۳۹ گرم صابون تولید شده باشد، فرمول مولکولی چربی مورد استفاده کدام است؟ $(Na = ۲۳, O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) $C_{۵۱}H_{۹۸}O_۶$ ۲) $C_{۵۱}H_{۱۰۴}O_۶$ ۳) $C_{۵۴}H_{۱۰۴}O_۶$ ۴) $C_{۵۱}H_{۱۰۸}O_۶$

۲۷. در ظرف شـــمارهٔ (۱)، مقدار ۴/۷ گرم $K_۲O$ ریخته و با افزودن آب، حجم محلول را به ۸۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. در ظرف شمارهٔ (۲)، مقدار ۱۷ گرم $NaNO_۲$ را در کمی آب حل می‌کنیم. با افزودن آب به ظرف شمارهٔ (۲)، حجم آن را به چند میلی‌لیتر باید برسانیم تا رسانایی الکتریکی دو محلول با هم برابر شود؟ $(K = ۳۹, O = ۱۶, Na = ۲۳, N = ۱۴, H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۱۳۳ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۲۱۳۳

۲۸. با توجه به مقادیر E° ارائه‌شده، کدام واکنش به‌طور طبیعی انجام می‌گیرد؟

$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn \quad E^\circ = -0/14\ V$ $\quad Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe \quad E^\circ = -0/44\ V$

$Sn^{4+} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+} \quad E^\circ = +0/15\ V$ $\quad Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+} \quad E^\circ = +0/77\ V$

$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^- \quad E^\circ = +0/54\ V$ $\quad Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^- \quad E^\circ = +1/07\ V$

۱) $Br^- + I_2 \longrightarrow$ ۲) $Sn^{4+} + I_2 \longrightarrow$ ۳) $Fe^{3+} + Sn^{2+} \longrightarrow$ ۴) $Sn^{2+} + Fe^{2+} \longrightarrow$

۲۹. با توجه به E° سلول‌های زیر، E° سلول منیزیم ـ نیکل چند ولت است؟

سلول	منیزیم ـ روی	روی ـ نقره	نیکل ـ نقره	منیزیم ـ نیکل
$E^\circ(V)$	۱/۶۲	۱/۵۶	۱/۰۵	؟

۱) ۲/۳۲ ۲) ۱/۲۸ ۳) ۲/۱۳ ۴) ۱/۸۴

۳۰. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) به دلیل واکنش‌پذیری بسیار کم فلز آلومینیم، این فلز در هوای مرطوب اکسید نشده و خورده نمی‌شود.

ب) گونهٔ اکسنده در واکنش اکسایش ـ کاهش انجام‌شده در حلبی و آهن سفید یکسان است.

پ) در سلول آبکاری یک قاشق آهنی با نیکل، قاشق آهنی را به قطب مثبت باتری اتصال می‌دهند.

ت) در سلول سوختی همانند سلول آبکاری فلز، نیم‌واکنش کاهش در قطب منفی انجام می‌گیرد.

ث) در سلول الکترولیتی مربوط به فرایند هال، جنس هر دو الکترود کاتدی و آندی از گرافیت است.

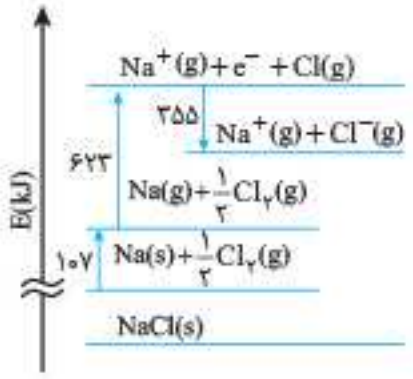
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۱. در چند مورد زیر، مقایسه انجام‌شده درست نیست؟

- شعاع یونی: $Mg^{2+} > Na^+$
- چگالی بار: $O^{2-} > F^-$
- گشتاور دوقطبی: $CHCl_3 > CCl_4$
- نقطهٔ ذوب: $MgF_2 > MgO$

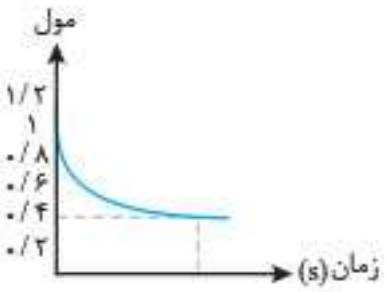
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۲. با توجه به نمودار روبه‌رو، اگر آنتالپی فروپاشی شبکهٔ سدیم‌کلرید برابر ۷۸۶ کیلوژول بر مول باشد، واکنش ۲۸/۴ گرم گاز کلر با مقدار کافی Na(s) برای تشکیل سدیم‌کلرید جامد، با مبادلهٔ چند کیلوژول انرژی همراه است؟ $(Na = 23 , Cl = 35/5 : g.mol^{-1})$



۱) ۱۶۴/۴ ۲) ۳۲۸/۸ ۳) ۴۹۳/۲ ۴) ۶۵۷/۶

۳۳. نمودار روبه‌رو به یکی از مواد واکنش: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ مربوط بوده که در یک ظرف دو لیتری انجام شده است. ثابت تعادل چه‌قدر است؟



۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۳۴. واکنش فرضی: $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$ در یک ظرف ۳ لیتری در حال تعادل قرار دارد. با کاهش فشار و کاهش دما، تعادل به‌ترتیب در جهت رفت و در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد سامانهٔ تعادلی مطرح‌شده درست است؟

۱) واکنش گرماگیر و سطح انرژی A از سطح انرژی C کمتر است.

۲) در دمای ثابت با افزایش فشار شمار مول‌های گازی موجود در سامانه کاهش می‌یابد.

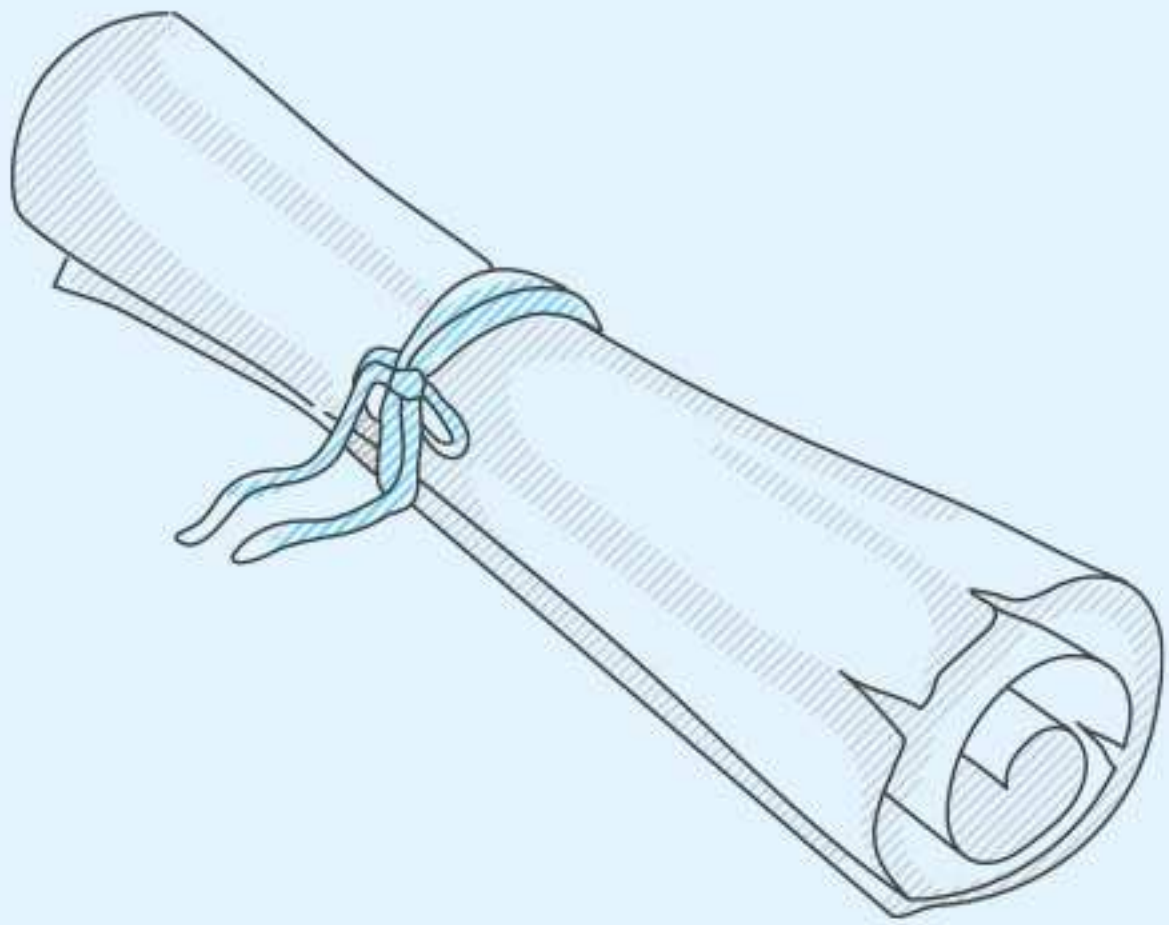
۳) در دما و حجم ثابت با افزودن گاز He به ظرف، تعادل جابه‌جا نشده و سرعت واکنش رفت و برگشت تغییر نمی‌کند.

۴) در دمای ثابت اگر حجم ظرف به ۱ لیتر کاهش یابد، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت D و C نسبت به تعادل اول کاهش می‌یابد.

۳۵. با توجه به نمودار روبه‌رو، انرژی فعال‌سازی واکنش: $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ چند کیلوژول است و تولید هر مول گاز آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن، با تولید چند کیلوژول گرما همراه است؟

۱) ۱۲۰، ۴۶ ۲) ۱۲۰، ۹۲ ۳) ۲۱۲، ۹۲ ۴) ۲۱۲، ۴۶

بخش ۵



پاسخ‌نامهٔ تشریحی

پاسخ های تشریحی تست‌ها درعین کامل بودن، به دور از زیاده‌گویی نوشته شده‌اند.
در صورت نیاز به مطالب بنیادی و کامل‌تر، توصیه می‌کنیم درسنامه های مربوطه را که در ابتدای کتاب ارائه شده‌اند، مطالعه کنید.

آزمون شمارهٔ ۱

۱. (گزینه ۱) تنها عبارت درست، عبارت (ت) است.

بررسی عبارت‌های نادرست آ) دو عنصر از هشت عنصر فراوان‌تر سیارهٔ زمین، فلز واسطه‌اند: Fe و Ni

ب) اولین ذرات مادی که پدید آمدند، ذرات زیراتمی (الکترون، پروتون و نوترون) بودند و پس از آن، H و He پا به عرصهٔ وجود گذاشتند.

پ) نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم است.

۲. (گزینه ۳) فقط عبارت (آ) نادرست است.

بررسی عبارت نادرست آ) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون به پروتون در آن‌ها، بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند.

۳. (گزینه ۳) عبارت‌های (آ)، (پ) و (ث) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست ب) نماد پروتون به‌صورت $_{1}^{1}p^{+}$ و نماد نوترون به‌صورت $_{0}^{1}n$ نوشته می‌شود.

ت) یکی از ایزوتوپ‌های عنصر اورانیم ($^{235}_{92}U$) به عنوان سوخت در راکتورهای هسته‌ای به‌کار برده می‌شود.

۴. (گزینه ۱) تنها عبارت درست عبارت (پ) است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها آ) بار نسبی نوترون و الکترون، برابر صفر و ۱− در نظر گرفته می‌شود.

ب) نخیر! گاهی اتم دارای شمار نوترون بیشتر، فراوان‌تر است. به عنوان مثال، فراوانی ^{7}Li در مقایسه با ^{6}Li بیشتر است.

پ) جرم الکترون (سبک‌ترین ذرهٔ زیراتمی) معادل ۰/۰۰۰۵ amu است که در مقایسه با جرم پروتون و نوترون، خیلی کمتر است. جرم نسبی الکترون صفر در نظر گرفته می‌شود.

ت) جرم یک اتم ^{12}C برابر ۱۲ amu فرض می‌شود. از طرفی، جرم $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم کربن ۱۲ گرم در نظر گرفته می شود. پس:

$$\frac{\text{جرم (g)}}{۱۲\,g}=\frac{\text{تعداد اتم کربن}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$$

$$x=\frac{۱۲}{N_A}\,g\sim ۱۲\,amu \qquad ۱$$

پس جرم هر amu برابر است با $\frac{۱}{N_A}$ گرم.

$$۱\,amu=\frac{۱}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\,g\simeq ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۳}\,g$$

ث) عدد جرمی هر اتم برابر مجموع تعداد پروتون و نوترون آن است. جرم N_A عدد از یک اتم درمقایسه با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم $^{12}_{6}C$، جرم اتمی آن را نشان می‌دهد.

۵. (گزینه ۲) عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست ب) هر اتم کروم، ۲۴ پروتون دارد و جرم اتمی آن، قطعاً بیش از دو برابر این است. پس جرم هر اتم کروم، بیشتر از ۲۴ برابر جرم $\frac{۱}{۱۲}$ اتم ^{12}C است.

ت) جرم اتم‌ها با دقت زیاد توسط طیف‌سنج جرمی اندازه‌گیری می‌شود. طیف‌سنج نوری برای مطالعهٔ نور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶. (گزینه ۳) هر مول CH_4 شامل (۴+۶) یا ۱۰ پروتون و هر مول CO_2 شامل (۲×۲۴)+ ۱۸ یا ۶۶ ذره زیراتمی است.

اگر تعداد مول CO_2 موردنظر را برابر x درنظر بگیریم:

$$۰/۳۳\times۱۰=x\times۶۶\Rightarrow x=۰/۰۵\ mol\,CO_2$$

۷. (گزینه ۱) عبارت (پ) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست آ) پرتوهای فرابنفش پرانرژی‌تر از پرتوهای فروسرخ هستند.

ب) لایهٔ چهارم اتم‌ها دارای ۴ زیرلایه (۴s، ۴p، ۴d و ۴f) است که در مجموع گنجایش ۳۲ الکترون را دارد.

راه دوم: لایهٔ n اُم گنجایش $۲n^2$ الکترون را دارد، بنابراین:

(الکترون) ۳۲ $=۲\times۴^2=$ گنجایش لایهٔ چهارم

ت) الکترون دارای عدد کوانتومی $l=۲$ در زیرلایه‌ای از نوع d قرار دارد. الکترون‌های واقع در زیرلایه‌های ۳d و ۴d انرژی کم‌تری نسبت به ۴f دارند، اما الکترون‌های مربوط به زیرلایه‌های ۵d و ۶d در مقایسه با ۴f، انرژی بیشتری دارند.

۸. (گزینه ۲) انتقال (۱) یعنی انتقال الکترون از لایهٔ $n=۶$ به لایهٔ $n=۲$، با نشر طیفی به رنگ بنفش همراه است.

شمارهٔ انتقال	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
انتقال	۶ → ۲	۵ → ۲	۴ → ۲	۳ → ۲
رنگ خط طیفی	بنفش	نیلی	آبی	قرمز

انتقال (۲) یعنی انتقال الکترون از لایهٔ $n=۵$ به $n=۲$ در مقایسه با انتقال از $n=۴$ به $n=۱$، با نشر خط طیفی با انرژی کم‌تر و طول موج بزرگ‌تری همراه است.

نکته: اختلاف انرژی هر دو لایهٔ متوالی الکترونی در یک اتم، هنگامی بیشتر است که شمارهٔ آن لایه‌ها، کوچک‌تر بوده و به هسته نزدیک‌تر باشند.

۹. (گزینه ۱) عبارت (پ) درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها آ) الکترون واقع در لایهٔ چهارم دارای عدد کوانتومی $n=۴$ است، مقدار عدد کوانتومی برای این الکترون، می‌تواند ۰، ۱، ۲ یا حداکثر ۳ باشد.

زیرلایه‌های متعلق به لایهٔ چهارم: 4s , 4p , 4d , 4f

مقدار l: ۰ ۱ ۲ ۳

نکته: مقدار عدد کوانتومی فرعی (l) هر الکترون با عدد کوانتومی اصلی (n)، حداکثر برابر $(n-۱)$ است.

ب) $_{۳۵}D$ و $_{۲۵}B$ در لایهٔ ظرفیت، تعداد الکترون یکسانی دارند. $_{۳۵}D$ در گروه ۱۷ و $_{۲۵}B$ در گروه ۷ جدول قرار داشته و لذا هر دو عنصر، از ۷ الکترون ظرفیتی برخوردارند.

پ) آخرین لایهٔ الکترونی $_{۵۰}Sn$ (متعلق به گروه ۱۴)، دارای ۴ الکترون است.

نکته: آخرین لایهٔ الکترونی اتم هیچ عنصری، بیشتر از ۸ الکترون ندارد.

شمارهٔ گروه	۱	۲	۳–۱۲	۱۳–۱۸
تعداد الکترون در آخرین لایه	۱	۲	۱ یا ۲	۳–۸

گروه‌های ۶ و ۱۱ ← ۱ یا ۲ ← بقیهٔ عنصرهای واسطه

ت) لایهٔ پنجم گنجایش ۵۰ الکترون را دارد: $۲n^2=۲\times۵^2=۵۰$

۱۰. (گزینه ۲) در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ هر یک از دو اتم A و E، ۲ الکترون وجود دارد. A در گروه ۲ و E در گروه ۷ قرار دارند و بیرونی‌ترین زیرلایهٔ هر دوی آن‌ها، به‌صورت s^2 است.

بررسی سایر گزینه‌ها ۱) B به گروه ۶ و D به گروه ۱۷ تعلق داشته و در لایهٔ ظرفیت، به‌ترتیب دارای ۶ و ۷ الکترون هستند.

۳) اتم ۳ عنصر B (گروه ۶)، E (گروه ۷) و C (گروه ۱۵) دارای زیرلایهٔ نیمه‌پر است.

گروه ۶: $s^1d^5\Rightarrow$ نیمه‌پر : $d^5\,,s^1$

گروه ۷: $s^2d^5\Rightarrow$ نیمه‌پر : d^5

گروه ۱۵: $s^2p^3\Rightarrow$ نیمه‌پر : p^3

۴) عدد اتمی C و E، به‌ترتیب برابر ۳۳ و ۷۵ است.

تعداد عنصری که در جدول دوره‌ای، میان دو عنصر مشخص قرار دارد، یک واحد کم‌تر از اختلاف عدد اتمی آن دو عنصر است. بنابراین:

تعداد عنصر بین C و E $=(۷۵-۳۳)-۱=۴۱$

۱۱. (گزینه ۴) عبارت (ب) نادرست و بقیهٔ عبارت‌ها، درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها آ) T با آرایش لایهٔ ظرفیت $۴s^1۳d^{10}$، اولین عنصری است که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن پر می‌شود. در تمام عنصرهای بعد از این عنصر نیز لایهٔ سوم پر است.

ب) لایهٔ پنجم در هیچ‌یک از عنصرهای واقع در جدول دوره‌ای امروزی پر نیست، زیرا زیرلایهٔ پنجم این لایه (5g) در هیچ اتمی از عنصرهای شناخته‌شده، الکترون ندارد.

پ) در اتم A (گروه ۲) و B (گروه ۱۲)، همهٔ زیرلایه‌های اشغال‌شده پر است.

$A: \ldots 6s^2 \quad , \quad B: \ldots 5s^2 4d^{10}$

ت) L (گروه ۵) و D (گروه ۱۵)، هر کدام ۵ الکترون ظرفیتی دارند.

ث) لایهٔ ظرفیت E به‌صورت $4s^2 4p^4$ است. عدد کوانتومی اصلی هر ۶ الکترون ظرفیتی این عنصر برابر ۴ است. بنابراین: $6 \times 4 = 24$

۱۲. گزینه ۱ اگر عدد اتمی عنصر X را با Z و تعداد نوترون آن را با n نشان دهیم، در این صورت:

$$\begin{cases} 2Z + n = 169 \\ n - Z = 19 \end{cases}$$

$$3Z = 150 \Rightarrow Z = 50 \Rightarrow {}_{54}Xe$$

چهار خانه عقب‌تر از

پس عنصر X در گروه ۱۴ قرار دارد.

۱۳. گزینه ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست

آ) آرایش الکترونی ${}_{50}X$ به $5p^2$ ختم می‌شود. عدد کوانتومی $l = 1$ یعنی زیرلایهٔ p.

$2p^6 3p^6 4p^6 5p^2 \Rightarrow l = 1$ تعداد الکترون با $= 6 + 6 + 6 + 2 = 20$

ت) در یک ترکیب یونی، فقط درصورتی تعداد کاتیون با تعداد آنیون برابر است که مقدار بار کاتیون و آنیون، یکسان باشد، مثل Na^+F^- و $Ca^{2+}S^{2-}$

۱۴. گزینه ۲ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ث) درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها

آ) در Al_2O_3 نسبت تعداد آنیون (O^{2-}) به تعداد کاتیون (Al^{3+}) برابر $\frac{3}{2}$ یا ۱/۵ است.

ب) مدل فضا پرکن آن‌ها مثل هم است:

O_2 Cl_2

اما آرایش الکترون ـ نقطه‌ای این دو مولکول، متفاوت‌اند: $\ddot{O}=\ddot{O}$ $:\ddot{Cl}-\ddot{Cl}:$

پ) عنصر دارای عدد اتمی ۵۵ در گروه ۱ و عنصر دارای عدد اتمی ۳۴ در گروه ۱۶ جدول قرار داشته و به‌ترتیب، فلز و نافلزند. پس از واکنش آن‌ها با یکدیگر ترکیب یونی پدید می‌آید.

ت) اتم گروه ۱۳ از دورهٔ ۴ جدول تناوبی دارای عدد اتمی ۳۱ است و ۳ الکترون ظرفیتی دارد. اگر این اتم هر سه الکترون ظرفیتی را از دست دهد، تعداد الکترون آن به ۲۸ می‌رسد. خب! گاز نجیبی با ۲۸ الکترون نداریم که!

$${}_{31}Ga: [{}_{18}Ar]3d^{10}4s^2 4p^1 \xrightarrow{-3e^-} Ga^{3+}: [{}_{18}Ar]3d^{10}$$

ث) برای تشکیل منیزیم نیترید (Mg_3N_2)، ۶ الکترون از سه اتم Mg به دو اتم N منتقل می‌شود:

$$3\,Mg + N_2 \longrightarrow \underbrace{3\,Mg^{2+} + 2N^{3-}}_{Mg_3N_2}$$

۱۵. گزینه ۲ عبارت‌های (آ)، (ب) و (ث) درست‌اند.

بررسی برخی از عبارت‌ها

ب) $_2He$ و $_{10}Ne$ تنها عنصرهایی هستند که آخرین لایهٔ الکترونی اتم آن‌ها پر است.

پ) آرایش الکترونی عنصرهای گروه‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۲ و ۱۸ از تناوب چهارم جدول، به یک زیرلایهٔ پر ختم می‌شود.

ت) تعداد پیوند بین اتم‌ها در مدل فضاپرکن مشخص نیست.

ث) از نظر شعاع (اندازه):

$Na^+ < Na$

$Cl^- > Cl$

آزمون شمارهٔ ۲

۱. گزینه ۴ ابتدا محاسبه می‌کنیم که هر مول عنصر X شامل چند مول پروتون است تا عدد اتمی آن مشخص شود:

$$1\,mol\,X \times \frac{6/02 \times 10^{24}\,(\text{پروتون})}{0/2\,mol\,X} \times \frac{1\,mol\,(\text{پروتون})}{6/02 \times 10^{23}\,(\text{پروتون})} = 50p$$

پس عدد اتمی عنصر X برابر ۵۰ است.

حالا جرم یک مول عنصر X را حساب می‌کنیم تا عدد جرمی آن مشخص شود:

$$1\,mol\,X \times \frac{24\,g\,X}{0/2\,mol\,X} = 120\,g\,X$$

پس عدد جرمی عنصر X برابر ۱۲۰ است.

تعداد مول نوترون در هر مول از X:

$$\text{تعداد نوترون } X = 120 - 50 = 70$$

$$\Rightarrow 0/8\,mol\,X \times \frac{70\,mol\,(\text{نوترون})}{1\,mol\,X} = 56\,mol\,(\text{نوترون})$$

۲. گزینه ۱ هر اتم ${}^{80}_{35}Br$ دارای ۴۵ $(80-35)$ نوترون است. از طرفی:

$$1\,mol\,Br = 80\,g \ , \ 1\,mol\,Br = 6/02 \times 10^{23}\,Br$$

تعداد نوترون در ۷۲ گرم Br:

$$n = 72\,g\,Br \times \frac{1\,mol\,Br}{80\,g\,Br} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,Br}{1\,mol} \times \frac{45\,(\text{نوترون})}{1\,Br}$$

$$= 81 \times 3/01 \times 10^{23} \quad (\text{نوترون})$$

$$\text{تعداد الکترون موجود در ۶۰۲ اتم Co} = 602\,atom\,Co \times \frac{27\,(\text{الکترون})}{1\,atom\,Co}$$

$$= 602 \times 27\,(\text{الکترون}) \Rightarrow \frac{81 \times 3/01 \times 10^{23}}{602 \times 27} = 1/5 \times 10^{21}$$

۳. گزینه ۱ از آن‌جایی که در X_2، ۳۰ ذرهٔ بدون بار (نوترون) وجود دارد، عدد جرمی X_2 برابر ۵۴ می‌باشد.

$$\left.\begin{array}{l} X_1^{3+}: n - e = 7 \\ e = p - 3 \xrightarrow{p=24} e = 21 \end{array}\right\} \Rightarrow n - 21 = 7 \Rightarrow n = 28$$

در نتیجه عدد جرمی X_1 برابر ۵۲ می‌باشد.

درصد فراوانی X_1 را با F_1 و درصد فراوانی X_2 را با F_2 نشان می‌دهیم:

$$\left.\begin{array}{l} F_1 + F_2 = 100 \\ F_1 - F_2 = 80 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = \%90 \\ F_2 = \%10 \end{cases}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین } X = \frac{X_1F_1 + X_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{52(90) + 54(10)}{100} = 52/2\,g$$

پس جرم مولی XO برابر ۶۸/۲ گرم بر مول خواهد بود.

۴. گزینه ۴ اگر عدد اتمی A و B را به‌ترتیب، x و y فرض کنیم، با توجه به داده‌های ارائه‌شده در صورت سؤال:

$${}_xA \ , \ {}_yB \Rightarrow x + 2y = 86 \Rightarrow y = \frac{86 - x}{2} \Rightarrow \text{عدد جرمی } A = 2x$$

$$\Rightarrow \text{عدد جرمی } B = 2\left(\frac{86 - x}{2}\right) + 10 = 96 - x$$

پس نماد دو عنصر A و B را می‌توان به این صورت نوشت:

$${}^{2x}_{x}A \ , \ {}^{96-x}_{\frac{86-x}{2}}B$$

عدد جرمی B، ۲/۵ برابر عدد جرمی A است. بنابراین:

$$96 - x = 2/5(2x) \Rightarrow x = 16 \Rightarrow {}^{32}_{16}A \ , \ {}^{80}_{35}B$$

$$\Rightarrow AB_2 \text{ مجموع تعداد ذرات زیراتمی} = 32 + 16 + 2[80 + 35] = 278$$

۵. گزینه ۱ سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن ${}^{3}_{1}H$ است که تعداد نوترون‌های آن برابر ۲ است.

$$n - e = 14 \xrightarrow{e=p-2} n - p = 12$$

ایزوتوپ ساختگی هیدروژن با بیشترین نیم‌عمر ${}^{5}_{1}H$ است که تعداد نوترون‌های آن برابر ۴ است.

$$\begin{cases} n + p = 96 \\ n - p = 12 \end{cases} \Rightarrow n = 54 \, , \, p = 42$$

۶. (گزینه ۲) اگر فراوانی ایزوتوپ‌های D^{179} و D^{183} را در آغاز، به‌ترتیب F_1 و F_2 در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$180/9 = 179 + \frac{F_2}{100}(183-179) \Rightarrow F_2 = \%47/5 \Rightarrow F_1 = \%52/5$$

بعد از گذشت ۲۵ سال، تعداد اتم‌های ایزوتوپ پایدار، ثابت مانده و تعداد اتم‌های ایزوتوپ ناپایدار به نصف کاهش می‌یابد.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } D^{183} = \frac{47/5}{47/5+26/25}\times 100 \simeq \%64/4$$

ترفند ریاضی، با توجه به اختلاف نسبی قابل توجه گزینه‌ها با یکدیگر، در محاسبات قسمت آخر مسئله، از ترفند رندا‌سیون استفاده می‌کنیم:

$$\frac{47/5}{47/5+26/25}\times 100 = \frac{47/5}{73/75}\times 100 \xrightarrow{\text{رندا‌سیون}} \frac{48/5}{75}\times 100$$

$$= \frac{48/5\times 4}{3} = \frac{194}{3} \simeq \frac{195}{3} = 65 \Rightarrow$$

درستی گزینهٔ «۲»

۷. (گزینه ۲) جرم اتمی میانگین مس را حساب می‌کنیم:

$$M = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) = 63 + \frac{30/8}{100}(65-63) = 63/616$$

حالا با توجه به جرم مولی $CuCl_2$، می‌توان جرم اتمی میانگین اتم کلر را حساب کرد:

$$134/588 = 63/616 + 2M_{Cl} \Rightarrow M_{Cl} = 35/486$$

حالا اگر فراوانی ایزوتوپ Cl^{37} را $x\%$ فرض کنیم، فراوانی ایزوتوپ Cl^{35} برابر $(100-x)\%$ خواهد بود.

$$35/486 = 35 + \frac{x}{100}(2) \Rightarrow x = 24/3$$

ترفند ریاضی، طراح تست به عمد اختلاف نسبی میان گزینه‌ها را قابل توجه گرفته تا راه تقریب بر ما باز باشد. اگر در مورد عددهای ناهنجار از تقریب بهره می‌گرفتیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین مس} = 63 + \frac{30}{100}(2) = 63/6$$

$$134/6 = 63/6 + 2M_{Cl} \Rightarrow M_{Cl} = 35/5 \quad \text{(جرم اتمی میانگین کلر)}$$

به همان گزینهٔ «۲» می‌رسیم.

$$\Rightarrow 35/5 = 35 + \frac{x}{100}(2) \Rightarrow x = 25$$

۸. (گزینه ۴)

$$\%100 \rightarrow \%50 \rightarrow \%25 \rightarrow \%12/5 \rightarrow \%6/25$$

۴ نیم‌عمر معادل ۲۰ ساعت $\Leftarrow$ نیم‌عمر $X = 5$ ساعت

$$Y: \%100 \rightarrow \%50 \rightarrow \%25 \rightarrow \%12/5$$

۸۷/۵ درصد متلاشی شود، یعنی ۱۲/۵ درصد باقی بماند.

۳ نیم‌عمر معادل ۶ ساعت $\Leftarrow$ نیم‌عمر $Y = 2$ ساعت

رابطهٔ ریاضی میان جرم اولیه مادهٔ پرتوزا m_0 و جرم باقی‌ماندهٔ آن (m) به‌صورت زیر است:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \text{ و } n = \frac{\text{زمان کل}}{\text{نیم‌عمر}}$$

از این رو خواهیم داشت:

$$m_y = \frac{125}{1000}m_x \Rightarrow \frac{100}{2^n} = \frac{125}{1000}\times\frac{100}{2^m} \Rightarrow \frac{40}{2^n} = \frac{5}{2^m}$$

$$\Rightarrow \frac{40}{2^n} = \frac{5\times 8}{2^m\times 2^3} \Rightarrow n = m+3 \Rightarrow \begin{cases} n = \frac{t}{2} \\ m = \frac{t}{5} \Rightarrow t = 10\,h \end{cases}$$

۹. (گزینه ۲) در حالتی که عدد جرمی ایزوتوپ‌ها فاصلهٔ ۱ واحدی داشته باشد، می‌توان از رابطهٔ زیر برای محاسبهٔ تعداد مولکول‌هایی با جرم مولی متفاوت استفاده کرد:

$$1 + (\text{جرم سبک‌ترین مولکول} - \text{جرم سنگین‌ترین مولکول})$$

$$1 + (\text{جرم سبک‌ترین مولکول آب} - \text{جرم سنگین‌ترین مولکول آب}) \Rightarrow$$
$$(^3H_2{}^{18}O) \qquad (^1H_2{}^{16}O)$$

$$= 24 - 18 + 1 = 7$$

۱۰. (گزینه ۳) جرم اتمی C^{12} برابر ۱۲ amu است. بنابراین:

$$\frac{12}{\text{جرم اتمی D}} = 0/16 \Rightarrow \text{جرم اتمی D} = \frac{12\times 100}{16} = 75$$

$$\frac{12}{\text{جرم اتمی A}} = 0/3 \Rightarrow \text{جرم اتمی A} = \frac{12}{0/3} = 40$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم اتمی D}}{\text{جرم اتمی A}} = \frac{75}{40} = 1/875$$

۱۱. (گزینه ۱) جرم مولی (یعنی جرم یک مول) عنصرهای A و B:

$$\text{جرم مولی A} \qquad 6/02\times 10^{23}\,A \times \frac{70\,g\,A}{3/01\times 10^{24}\,A} = 14\,g$$

$$\text{جرم مولی B} \qquad 6/02\times 10^{23}\,B \times \frac{80\,g\,B}{3/01\times 10^{24}\,B} = 16\,g$$

$$\text{جرم مولی } A_2B_3 = (2\times 14)+(3\times 16) = 76\,g.mol^{-1}$$

هر مول A_2B_3 شامل ۵ مول اتم بوده و جرمی معادل ۷۶ گرم دارد.

$$38\,g\,A_2B_3 \times \frac{1\,mol\,A_2B_3}{76\,g\,A_2B_3} \times \frac{5\,mol\,(\text{اتم})}{1\,mol\,A_2B_3} \times \frac{6/02\times 10^{23}\,(\text{اتم})}{1\,mol\,(\text{اتم})}$$

$$= 1/505\times 10^{24}\,(\text{اتم})$$

۱۲. (گزینه ۴)

$$28/4\,g\,P_4O_x \times \frac{1\,mol\,P_4O_x}{(4\times 31)+(x\times 16)\,g\,P_4O_x} \times \frac{(4+x)\,mol\,\text{اتم}}{1\,mol\,P_4O_x}$$

$$\times \frac{N_A\,atom}{1\,mol} = 42\,g\,\text{گلوکز} \times \frac{1\,mol\,\text{گلوکز}}{180\,g\,\text{گلوکز}} \times \frac{6\,mol\,O}{1\,mol\,\text{گلوکز}}$$

$$\times \frac{N_A\,atom\,O}{1\,mol\,O} \Rightarrow x = 10$$

بنابراین P_4O_x همان مولکول P_4O_{10} است که هر مولکول از آن ۱۴ اتم دارد.

$$14/2\,g\,P_4O_{10} \times \frac{1\,mol\,P_4O_{10}}{(4\times 31)+(10\times 16)\,g\,P_4O_{10}} \times \frac{4\,mol\,P}{1\,mol\,P_4O_{10}}$$

$$\times \frac{N_A\,atom\,P}{1\,mol\,P} = 0/2N_A\,P$$

$$14/2\,g\,P_4O_{10} \times \frac{1\,mol\,P_4O_{10}}{(4\times 31)+(10\times 16)\,g\,P_4O_{10}} \times \frac{10\,mol\,O}{1\,mol\,P_4O_{10}}$$

$$\times \frac{N_A\,atom\,O}{1\,mol\,O} = 0/5N_A\,O$$

پس اختلاف شمار اتم‌های اکسیژن و فسفر موجود در ۱۴/۲ گرم P_4O_{10} برابر است با:

$$\text{اختلاف تعداد اتم} = 0/5N_A - 0/2N_A$$

$$\xrightarrow{N_A = 6/02\times 10^{23}} \text{اختلاف} = 0/3\times 6/02\times 10^{23} = 1/806\times 10^{23}$$

۱۳. (گزینه ۳)

$$\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}=۰/۱\,mol\,Cl_mO_n=۱۵/۱\,g\,Cl_mO_n$$

$$\Rightarrow M_{Cl_mO_n}=۱۵۱\,g.mol^{-۱}\Rightarrow ۳۵/۵m+۱۶n=۱۵۱\ *$$

نسبت شمار اتم‌های اکسیژن به کلر، برابر نسبت $\frac{n}{m}$ است.

تنها در **گزینهٔ «۳»** این نسبت به درستی در معادلهٔ به‌دست آمده صدق می‌کند.

بدین صورت:

$$\frac{n}{m}=۲/۵\Rightarrow n=۲/۵m\xrightarrow{*}۳۵/۵m+۴۰m=۱۵۱$$

$$\Rightarrow m=\frac{۱۵۱}{۷۵/۵}=۲\xrightarrow{n=۲/۵m}n=۵$$

ترکیب مورد نظر $Cl_۲O_۵$ است که جرم مولی آن برابر $۱۵۱\,g.mol^{-۱}$ است.

۱۴. (گزینه ۱) با توجه به اینکه تنها در ساختار $H_۲O$، اتم هیدروژن داریم، از تعداد اتم‌های هیدروژن به جرم $H_۲O$ موجود در مخلوط گازی می‌رسیم:

$$۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\,H\times\frac{۱\,mol\,H}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\,H}\times\frac{۱\,mol\,H_۲O}{۲\,mol\,H}$$

$$\times\frac{۱۸\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O}=۹\,g\,H_۲O$$

در نهایت جرم $CO_۲$ موجود در ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$?g\,CO_۲=۵۳-۹=۴۴\,g\,CO_۲$$

۱۵. (گزینه ۲)

$$\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}=۱۲/۸\,g\,CH_۴\times\frac{۱\,mol\,CH_۴}{۱۶\,g\,CH_۴}\times\frac{۴\,mol\,H}{۱\,mol\,CH_۴}$$

$$\times\frac{N_AH}{۱\,mol\,H}=۳/۲N_AH$$

$$?g\,Ni=۳/۲N_A\,Ni\times\frac{۱\,mol\,Ni}{N_A\,Ni}\times\frac{۵۹\,g\,Ni}{۱\,mol\,Ni}=۱۸۸/۸\,g\,Ni$$

$$?\,g\,\text{آلیاژ}=۱۸۸/۸\,g\,Ni\times\frac{۱۰۰\,g\,\text{آلیاژ}}{۸۰\,g\,Ni}=۲۳۶\,g\,\text{آلیاژ}$$

آزمون شمارهٔ ۳

۱. (گزینه ۲) عبارت‌های (آ) و (ب) درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها

آ) اولین عنصر ساختهٔ دست بشر، تکنسیم بود که خاصیت پرتوزایی دارد.

ب) دورهٔ اول دارای ۲ عنصر و دورهٔ دوم دارای ۸ عنصر است که اختلاف تعداد عنصرهای آن‌ها برابر ۶ می‌شود. زیرلایهٔ l نیز دارای گنجایش ۶ الکترون است.

پ) در اتم هیدروژن، انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n=۱$ (حالت پایه) با نشر طیف‌رنگی همراه نیست.

ت) a و b به‌ترتیب بار نسبی و جرم نسبی است.

۲. (گزینه ۲) اگر تعداد پروتون، نوترون و الکترون را به‌ترتیب با n، p و e^- نشان دهیم:

$$n-p=۲۴\ \text{و}\ p+n+e^-=۱۸۰$$

از آن‌جا که در هر اتم (به‌صورت خنثی) تعداد پروتون و الکترون یکسان است:

$$\begin{cases}۲p+n=۱۸۰\\ n-p=۲۴\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}۲p+n=۱۸۰\\ \underline{p-n=-۲۴}\end{cases}$$

$$۳p=۱۵۶\Rightarrow p=۵۲$$

پس عدد اتمی عنصر موردنظر برابر ۵۲ است. بنابراین:

$$_{۵۲}X:[_{۳۶}Kr]۴d^{۱۰}۵s^{۲}۵p^{۴}\Rightarrow$$ دو لایهٔ الکترونی آخر، لایه‌های چهارم و پنجم است.

$$\left.\begin{array}{l}\text{لایهٔ چهارم: } ۴s^{۲}۴p^{۶}۴d^{۱۰}\Rightarrow ۱۸\,e^-\\ \text{لایهٔ پنجم: } ۵s^{۲}۵p^{۴}\Rightarrow ۶\,e^-\end{array}\right\}\Rightarrow ۱۸-۶=۱۲$$

۳. (گزینه ۴) برای غنی‌سازی ایزوتوپ △ باید مقدار □ در مخلوط اولیه کم شود تا درصد فراوانی △ در مخلوط افزایش یابد. در گزینه‌های ۱ و ۳ مقدار △ افزایش یافته که عملاً ممکن نیست. در گزینهٔ ۲ نیز مقدار ایزوتوپ △ کاهش یافته است. در گزینهٔ ۴ مقدار △ ثابت بوده ولی مقدار □ کم شده که در نهایت درصد فراوانی △ افزایش یافته.

۴. (گزینه ۱) **استراتژی حل:** با مقایسهٔ جرم اتمی میانگین این دو ایزوتوپ قبل و بعد از ۱۰۰ میلیون سال می‌توان به مقایسهٔ نسبی نیم‌عمر آن‌ها دست یافت.

$$\text{جرم اتمی میانگین ۱۰۰ میلیون سال قبل}:\ \bar{M}=۲۳۰+\frac{۴۱}{۵۰}(۲۳۵-۲۳۰)$$

$$=۲۳۴/۱\,g.mol^{-۱}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین بعد از ۱۰۰ میلیون سال}:\ ۰/۲\,mol=\frac{۴۶/۹۵}{x}$$

$$\Rightarrow x=۲۳۴/۷۵\,g.mol^{-۱}$$

فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر بعد از ۱۰۰ میلیون سال برابر است با:

$$۲۳۴/۷۵=۲۳۰+\frac{F_۲\times۵}{۱۰۰}\Rightarrow F_۲=\frac{۹۵}{۱۰۰}$$

فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر افزایش یافته، یعنی سرعت فروپاشی ایزوتوپ سبک‌تر بیشتر بوده و نیم‌عمر کمتری داشته است.

۵. (گزینه ۱) اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها را با $n-p$ و عدد جرمی را با $n+p$ نمایش می‌دهیم. برای هر سه ایزوتوپ عدد جرمی را محاسبه می‌کنیم:

$$M_۱\begin{cases}n-p=۲۰\Rightarrow n-۵۰=۲۰\Rightarrow n=۷۰\\ n+p=۷۰+۵۰=۱۲۰\Rightarrow M_۱=۱۲۰\\ F_۱=٪۵۵\end{cases}$$

$$M_۲\begin{cases}n-p=۲۵\Rightarrow n-۵۰=۲۵\Rightarrow n=۷۵\\ n+p=۷۵+۵۰=۱۲۵\Rightarrow M_۲=۱۲۵\\ F_۲=٪۳۰\end{cases}$$

$$M_۳\begin{cases}n-p=۲۲\Rightarrow n-۵۰=۲۲\Rightarrow n=۷۲\\ n+p=۷۲+۵۰=۱۲۲\Rightarrow M_۳=۱۲۲\\ F_۳=٪۱۵\end{cases}$$

حال طبق فرمول زیر جرم اتمی میانگین را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{M}=M_۱+\frac{F_۲(M_۲-M_۱)+F_۳(M_۳-M_۱)}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow\bar{M}=۱۲۰+\frac{(۱۵\times۲)+(۳۰\times۵)}{۱۰۰}=۱۲۱/۸\,amu$$

۶. (گزینه ۴) هر پنج عبارت درست‌اند، بی‌کم و کاست!

بررسی همهٔ عبارت‌ها آ) عنصرهای $_{۲۵}A$، $_{۲۹}B$ و $_{۴۸}E$ از دستهٔ d هستند، اما لایهٔ الکترونی سوم اتم عنصر $_{۲۵}A$، پر نیست. پس فقط در دو عنصر $_{۲۹}B$ و $_{۴۸}E$ لایهٔ الکترونی سوم اتم آن‌ها پر است.