

فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

در ابتدای این فصل، مطالبی دربارهٔ پیدایش جهان هستی، چگونگی پدید آمدن عناصر مختلف و ارتباط این دو با رابطهٔ اینشتین بیان شده است. در ادامه فصل نیز دربارهٔ ایزوتوپها و کاربرد آنها و نحوهٔ دسته‌بندی عناصر در جدول دوره‌ای صحبت شده و ضمن آموزش روابط موجود بین جرم اتم‌ها، تعداد ذرات و مول مواد، تفاوت عدد جرمی و جرم اتمی، بیان شده است. در انتهای فصل نیز به بیان ساختار اتم و نحوهٔ آرایش الکترون‌ها و تاثیر آن بر چگونگی تشکیل پیوندهای یونی و کووالانسی پرداخته شده است.

تعداد سوالات فصل

نوع سوال	تعداد	نوع سوال	تعداد
سوالات تالیفی	۲۷۴	سوالات کنکور	۳۵
سوالات ترکیبی	۴۷	سوالات سطح دوم	۳۳

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

فضاییماهای وویجر ۱ و ۲

در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیش‌تر سامانه خورشیدی به فضا فرستاده شدند. مأموریت داشتند که ۱- گذر از کنار برخی از سیاره‌ها (مشتري، زحل، اورانوس و نپتون (سیاره‌های گازی شکل))، ۲- تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌ها شامل: ۱- نوع عنصرهای سازنده ۲- ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها ۳- ترکیب درصد این مواد می‌باشد. آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفت، از ۷ میلیارد کیلومتری بود.

عنصرهای سازنده زمین و مشتري

ترتیب فراوانی عناصر

زمین $\leftarrow$ $Al < Ca < S < Ni < Mg < Si < O < Fe$

مشتري $\leftarrow$ $Ne < Ar < S < N < O < C < He < H$

فراوان‌ترین عنصر

زمین $\leftarrow$ Fe (آهن)

مشتري $\leftarrow$ H (هیدروژن)

کم‌ترین فراوانی در بین ۸ عنصر اصلی

زمین $\leftarrow$ Al (آلومینیم)

مشتري $\leftarrow$ Ne (نئون)

در سیاره مشتري برخلاف زمین، عنصر فلزی یافت نمی‌شود. سیاره مشتري عمدتاً از جنس گاز می‌باشد. درحالی که سیاره زمین عمدتاً از جنس سنگ است. در دو سیاره عناصر دیگری نیز وجود دارد ولی درصد فراوانی آن‌ها ناچیز است. عناصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) در هر دو سیاره مشترک هستند و رتبه فراوانی گوگرد در هر دو سیاره، یکسان است. درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیاره زمین بیش‌تر از سیاره مشتري است.

سرآغاز کیهان و چگونگی پیدایش عناصرها

سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. ابتدا ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون به‌وجود آمدند. سپس عنصرهای هیدروژن و هلیوم به‌وجود آمدند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند. درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. طی واکنش‌های هسته‌ای از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. دما و اندازه هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود. مرگ ستاره‌ها با یک انفجار بزرگ همراه است که باعث پراکنده شدن عنصرهای موجود در آن‌ها در سرتاسر گیتی می‌شود. ستاره‌ها کارخانه تولید عنصرها هستند.

روند تشکیل عنصرها:

هیدروژن $\rightarrow$ هلیوم $\rightarrow$ عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... $\rightarrow$ عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ...

رابطهٔ اینشتین^۱ ($E=mc^2$)

این رابطه به اصل هم‌ارزی جرم و انرژی معروف است. $E=mc^2$

مقدار جرم تبدیل شده و انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای را نشان می‌دهد.

در واکنش‌های هسته‌ای مجموع جرم و انرژی واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم و انرژی فراورده‌ها برابر است.

E : انرژی تولید شده (بر حسب J)

m : جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده (بر حسب kg)

c : سرعت نور در خلأ ($3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

عدد اتمی و عدد جرمی

نماد ${}_Z^A E$

عدد اتمی Z (تعداد الکترون‌ها = تعداد پروتون‌های هستهٔ اتم = عدد اتمی (Z))

عدد جرمی A (مجموع تعداد پروتون‌ها (تعداد الکترون‌ها) و نوترون‌های هستهٔ اتم = عدد جرمی (A)) $A=Z+N$

$Z \leq N$; به جز در اتم 1_1H

ایزوتوپ (هم‌مکان)

۱- تعداد پروتون‌ها

۲- عدد اتمی

۳- تعداد الکترون‌ها

۴- خواص شیمیایی

۵- موقعیت در جدول دوره‌ای

۶- آرایش الکترونی

۱- تعداد نوترون‌ها

۲- عدد جرمی

۳- جرم اتمی

۴- خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند نقطهٔ جوش

۵- خواص فیزیکی ترکیب‌های حاصل از آن‌ها

ایزوتوپ‌های پرتوزا

هستهٔ ناپایدار دارند.

اغلب نسبت $\left(\frac{N}{Z} \geq 1/5\right)$ تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از $1/5$

اغلب بر اثر تلاشی هسته‌ای، افزون بر ذره‌های پرنانرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند و هستهٔ پایدار نیز تشکیل می‌شود.

مدت زمان نیم‌عمر (زمان ماندگاری) $\left\{ \begin{array}{l} \text{رابطهٔ مستقیم با پایداری} \\ \text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت} \end{array} \right.$

درصد فراوانی ایزوتوپ A : $\frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های } A}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100$

ایزوتوپ‌های هیدروژن

شامل 1H و 2H و 3H

ترتیب درصد فراوانی در نمونهٔ طبیعی: ${}^1H < {}^2H < {}^3H$

1H و 2H نیم‌عمر ندارند. نیم‌عمر 3H : $12/32$ سال

ترتیب پایداری: ${}^1H < {}^2H < {}^3H$

شامل 4H ، 5H ، 6H و 7H

درصد فراوانی همهٔ آن‌ها در طبیعت صفر است.

مدت نیم‌عمر: ${}^4H < {}^5H < {}^6H < {}^7H$

ترتیب پایداری: ${}^4H < {}^5H < {}^6H < {}^7H$

نیم عمر

$$n = \frac{\Delta t(\text{زمان کل})}{T(\text{نیم عمر})} \leftarrow \text{تعداد نیم عمرها}$$

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times \text{مقدار اولیه ماده پرتوزا} \leftarrow \text{مقدار ماده پرتوزای باقی مانده}$$

تکنسیم
($^{99}_{43}\text{Tc}$)

نخستین عنصر ساخت بشر است. (از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر (حدود ۷۸٪) طبیعی و ۲۶ عنصر (حدود ۲۲٪) ساختگی هستند. در تصویربرداری پزشکی به ویژه برای تصویربرداری از غده تیروئید که یک غده پروانه‌ای شکل است، استفاده می‌شود. یون‌های حاوی این عنصر با یون یدید، اندازه مشابهی دارد. همه تکنسیم موجود در جهان به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود. نیم عمر کمی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها بسیار خطرناک هستند اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. امروزه از رادیوایزوتوپ‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی (تولید انرژی الکتریکی) استفاده می‌شود. از گلوکز حاوی اتم پرتوزا که به آن گلوکز نشان‌دار می‌گویند، برای تشخیص توده‌های سرطانی استفاده می‌شود. عنصرهای مس (Cu) و فسفر (P) در میان ایزوتوپ‌های خود، دارای ایزوتوپ پرتوزا هستند. رادیوایزوتوپ‌های تکنسیم و فسفر از جمله رادیوایزوتوپ‌هایی هستند که ایران قادر به ساخت آن‌ها است.

اورانیم
($^{238}_{92}\text{U}$)

شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا و سنگین‌ترین عنصری است که به‌طور طبیعی در زمین وجود دارد. ایزوتوپ ^{235}U ، اغلب به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد، کم‌تر است. دانشمندان هسته‌ای ایران، مقدار ^{235}U را به کمک فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی در مخلوط ایزوتوپ‌ها افزایش داده‌اند. پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارند و خطرناک هستند و دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

جدول دوره‌ای عناصرها

- هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. (مانند کربن (C) یا سدیم (Na))
- ۱- دسترسی سریع و آسان به اطلاعات مربوط به عنصرها
 - ۲- پیش‌بینی رفتار عنصرهای گوناگون
 - ۳- به دست آوردن اطلاعات ارزشمند از ویژگی عنصرها

عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند.

کوچک‌ترین دوره ۱

شامل ۷ ردیف یا دوره است. بزرگ‌ترین دوره‌های ۶ و ۷

شماره دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تعداد عنصرها	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

در هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود.

شامل ۱۸ گروه یا خانواده یا ستون است. کوچک‌ترین گروه‌های ۴ تا ۱۲

شماره گروه	۱	۲	۳	۴ تا ۱۲	۱۳ تا ۱۷	۱۸
تعداد عنصرها	۷	۶	۳۲	هر گروه ۴ عنصر	هر گروه ۶ عنصر	۷

عنصرهای یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند.

عدد اتمی	۲۱
نماد شیمیایی	Sc
نام	اسکاندیم
جرم اتمی میانگین	۴۴/۹۵۶

هر خانه از جدول به یک عنصر تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.

یکای جرم اتمی (amu)

معادل $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.

جرمی برابر با 1.66×10^{-24} g دارد.

مقایسه جرم
 به طور دقیق: جرم الکترون (e) >>> ۱ amu > جرم پروتون (n) > جرم نوترون (n)
 به طور تقریبی: ۱ amu $\approx$ جرم پروتون $\approx$ جرم نوترون و $\frac{1}{1836}$ amu $\approx$ جرم الکترون

ذره های زیر اتمی

الکترون (${}_{-1}^0e$)
 بار نسبی: -۱
 جرم نسبی: ۰.۰۰۰۵ amu

پروتون (${}_{+1}^1p$)
 بار نسبی: +۱
 جرم نسبی: ۱.۰۰۷۳ amu

نوترون (${}_{0}^1n$)
 بار نسبی: ۰
 جرم نسبی: ۱.۰۰۸۷ amu

جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$)

بر حسب درصد فراوانی (F): $\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots + M_nF_n}{100}$

بر حسب کسر فراوانی (P): $\bar{M} = \frac{M_1P_1 + M_2P_2 + \dots + M_nP_n}{1}$

بر حسب تعداد (X): $\bar{M} = \frac{M_1X_1 + M_2X_2 + \dots + M_nX_n}{X_1 + X_2 + \dots + X_n}$

دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی، موفق شده اند که جرم اتمها را با دقت زیاد، اندازه گیری کنند.

عدد آووگادرو

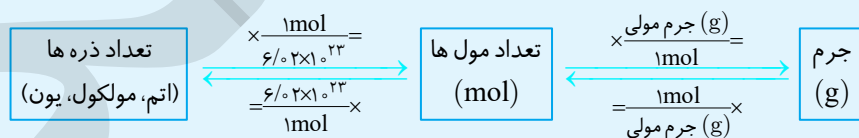
با N_A نمایش داده می شود و مقدار عددی آن برابر 6.02×10^{23} است.

هر 6.02×10^{23} ذره معادل یک مول ذره است.

جرم 6.02×10^{23} ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن ذره نامیده می شود.

جرم مولی یک عنصر از نظر عددی برابر جرم اتمی آن است، با این تفاوت که یکای جرم مولی g.mol^{-1} است ولی یکای جرم اتمی، واحد کربنی (amu) است.

عامل تبدیل (کسر)



نور

نوری که از ستاره یا سیاره ای به ما می رسد، نشان می دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.

امواج الکترومغناطیس (نور) با خود انرژی حمل می کنند.

هر چه طول موج (λ) این امواج کوتاه تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می کنند. (رابطه معکوس)

امواج الکترومغناطیس
 طول موج $\leftarrow$ رادیویی < ریزموج < فروسرخ < مرئی < فرابنفش < ایکس < گاما
 انرژی موج $\leftarrow$ رادیویی > ریزموج > فروسرخ > مرئی > فرابنفش > ایکس > گاما

چشم انسان فقط محدوده مرئی نور خورشید (از حدود ۴۰۰ تا حدود ۷۰۰ نانومتر) را می بیند.

امواج ناحیه مرئی
 طول موج $\leftarrow$ سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش
 انرژی موج $\leftarrow$ سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش

هنگام عبور نور از منشور، هر چه انرژی نور بیشتر (طول موج کم تر) باشد، میزان شکست و در نتیجه میزان انحراف آن بیشتر است.

هر چه دمای جسمی بالاتر باشد، پرتوهای نشر شده از آن انرژی بیشتری (رابطه مستقیم) و طول موج کم تر (رابطه معکوس) دارند.

رنگ شعله

کاتیون موجود در بسیاری از نمک‌ها باعث تغییر رنگ شعله می‌شود. مس و ترکیب‌های آن: سبز
سدیم و ترکیب‌های آن: زرد
لیتیم و ترکیب‌های آن: سرخ

رنگ نشر شده از هر فلز فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را در بر می‌گیرد.
از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.
هر فلز طیف نشری خطی ویژه خود را دارد؛ مانند اثر انگشت انسان‌ها
از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

انواع طیف

پیوسته ← مثل: طیف نور مرئی
گسسته ← مثل: طیف نشری خطی

تیلز بور

با بررسی تعداد و جایگاه نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد.
پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند.
مدل او با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند.
مدل او توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عناصر را نداشت.

مدل کوانتومی اتم

در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته پراکنده شده‌اند.
در اطراف هر هسته ۷ لایه الکترونی قرار دارد که این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند.
الکترون‌ها بیش‌تر (نه همه) وقت خود را در فاصله معینی از هسته که لایه نام دارد، سپری می‌کنند. یعنی در لایه الکترونی احتمال حضور الکترون بیش‌تر است.
اگر به اتم در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند و اتم برانگیخته ایجاد می‌شود.
اتم‌های برانگیخته با از دست دادن انرژی (به صورت نشر نور با طول موج معین) به حالت پایه برمی‌گردند.
داد و ستد انرژی هنگام جابه‌جایی الکترون میان لایه‌ها به صورت کوانتومی (بسته‌ای یا پیمانه‌ای یا گسسته) است.
انرژی در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.
انرژی الکترون با افزایش فاصله از هسته افزایش می‌یابد. در واقع انرژی الکترون با فاصله از هسته رابطه مستقیم دارد.
انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هر هسته به عدد اتمی آن عنصر وابسته است.
با دور شدن از هسته، سطح انرژی لایه‌های متوالی، بیش‌تر به هم نزدیک می‌شود.

طیف نشری خطی اتم هیدروژن

اختلاف طول موج (nm)	رنگ خط	طول موج (nm)	انتقال الکترون از
۲۴	بنفش	۴۱۰	$n=6 \rightarrow n=2$
۵۲	آبی	۴۳۴	$n=5 \rightarrow n=2$
۱۷۰	سبز	۴۸۶	$n=4 \rightarrow n=2$
	سرخ	۶۵۶	$n=3 \rightarrow n=2$

نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم

- در اطراف هر اتم ۷ لایه الکترونی وجود دارد.
- لایه‌ها از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌شوند.
- شماره هر لایه را با n که عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود، نمایش می‌دهند.
- هر لایه شامل یک یا تعداد بیش‌تری زیرلایه است.
- شماره لایه الکترونی، تعداد زیرلایه‌های آن لایه را نشان می‌دهد.
- به هر نوع زیرلایه، یک عدد کوانتومی (l) نسبت می‌دهند.
- با استفاده از l می‌توان نوع زیرلایه را مشخص کرد. محدوده تغییرات l از ۰ تا $n-1$ است.

مقدار عددی l	۰	۱	۲	۳
نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش الکترون در زیرلایه	۲	۶	۱۰	۱۴

- حداکثر گنجایش الکترونی
- در زیر لایه $4l+2$ از رابطه
- در لایه $2n^2$ از رابطه

آرایش الکترونی اتم

- خواص فیزیکی و شیمیایی هر عنصر به نحوه قرارگیری الکترون‌ها در اطراف هسته آن بستگی دارد.
- قاعده آفبا نحوه پر شدن زیرلایه‌ها برحسب سطح انرژی آن‌ها را برای اغلب اتم‌ها نشان می‌دهد.
- هر چه زیرلایه به هسته‌ای اتم نزدیک‌تر باشد، سطح انرژی آن پایین‌تر است.
- الکترون ابتدا وارد زیرلایه با انرژی کم‌تر می‌شود.
- انرژی زیرلایه‌ها ابتدا به $n+1$ و در صورت یکسان بودن برای دو یا چند زیرلایه، به n (زیر لایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیش‌تر) بستگی دارد.
- ترتیب نحوه پر شدن زیرلایه‌ها را می‌توان به کمک رابطه زیر تعیین کرد:

$$ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$n \geq 1 \quad n \geq 6 \quad n \geq 4 \quad n \geq 2$$

شیوه نوشتن مرتب آرایش الکترونی فشرده: $(n-2)f (n-1)d ns np$ [نماد شیمیایی گاز نجیب]

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها:

$$1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s \rightarrow 4d \rightarrow 5p \rightarrow 6s \rightarrow 4f \rightarrow 5d \rightarrow 6p \rightarrow 7s \rightarrow 5f \rightarrow 6d$$

$$\rightarrow 7p \rightarrow 8s$$

آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، مثل مس (Cu) و کروم (Cr).

$$(n-1)d^4 ns^2 \text{ و } (n-1)d^5 ns^1 \leftarrow \text{اصلاح}$$

دسته‌بندی و موقعیت‌یابی عناصر

دسته	زیرلایه‌ای که در حال الکترون‌گیری است	شامل	تعداد عنصرها	لایه ظرفیت	شماره گروه
s	s	۱- عناصر گروه ۱ و ۲ ۲- هلیوم (He)	۱۴	s	تعداد الکترون‌های زیرلایه s (به جز He)
p	p	عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به جز هلیوم)	۳۶	s+p	تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت + ۱۰
d	d	عناصر گروه‌های ۳ تا ۱۰ (به جز عناصر دسته f)	۴۰	s+d	تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت
f	f	۱- عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ (لانتانیدها) ۲- عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ (اکتینیدها)	۲۸	s+f	۳

شماره دوره عنصرها برابر بزرگ‌ترین ضریب (عدد کوانتومی اصلی) در آرایش الکترونی است.

لایه ظرفیت

اگر آخرین الکترون وارد زیرلایه s یا p شود ← لایه ظرفیت = بیرونی‌ترین لایه الکترونی
اگر آخرین الکترون وارد زیرلایه d شود ← لایه ظرفیت $\neq$ بیرونی‌ترین لایه الکترونی

آرایش الکترونی یون‌ها

کاتیون } برای ایجاد کاتیون از بیرونی‌ترین زیرلایه(ها)، به تعداد بار کاتیون، الکترون جدا می‌شود.
بعضی از فلزها با از دست دادن الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب دوره قبل می‌رسند.
ابعاد کاتیون از اتم اولیه‌اش کوچک‌تر است.

آنیون } برای ایجاد آنیون به اتم خنثی به تعداد بار آنیون، الکترون داده می‌شود.
اغلب نافلزها با گرفتن الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند.
ابعاد آنیون از اتم اولیه‌اش بزرگ‌تر است.

آرایش الکترونی ختم شده به

$ns^2 np^6$ } مربوط به اتم گاز نجیب (به جز هلیم)
یون مثبت (کاتیون) پایدار
یون منفی (آنیون) پایدار

زیر لایه d ← فقط مربوط به یون مثبت (کاتیون)

واکنش پذیری

رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن بستگی دارد.
دستیابی به آرایش الکترونی گاز نجیب را می‌توان مبنای میزان واکنش‌پذیری اتم‌ها دانست.
اتم‌ها می‌توانند با مبادله و یا به اشتراک گذاشتن الکترون پایدار شوند.

آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم

الکترون‌های ظرفیت با نقطه پیرامون نماد شیمیایی قرار می‌گیرند.
در اتم‌های یک گروه (به جز هلیم در گروه ۱۸) یکسان است.

گروه	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳
آرایش الکترون نقطه‌ای	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}:$

یون‌های متداول گروه‌های مربوط به دسته p و s

مورد	گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
فرمول یون پایدار		M^+	M^{2+}	M^{3+}	ندارد	M^{3-}	M^{2-}	M^-
مثال		Li^+, Na^+	Mg^{2+}, Ca^{2+}	Al^{3+}		N^{3-}, P^{3-}	O^{2-}, S^{2-}	F^-, Cl^-

روش رسیدن به آرایش الکترونی پایدار

دسته s ← مبادله الکترون و رسیدن به پایداری (به جز He)

دسته p به جز گروه ۱۸ ← هم مبادله الکترون و هم به اشتراک گذاری الکترون و رسیدن به پایداری

ترکیب یونی

بر اثر ایجاد پیوند یونی میان اتم‌ها ایجاد می‌شود. (ترکیب یونی → نافلز + فلز)

پیوند یونی: نوعی نیروی جاذبه بسیار قوی میان یون‌های با بار ناهمنام است.

میان یون‌ها مبادله الکترون صورت می‌گیرد.

در شبکه ترکیب‌های یونی مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی برابر است.

در شبکه ترکیب‌های یونی مجموع تعداد کاتیون لزوماً با مجموع تعداد آنیون برابر نیست (مانند Al_2O_3).

تشخیص ترکیب‌های یونی

اغلب ترکیب‌های یونی که شامل فلز و نافلز هستند:

$NaCl$, KF , $MgBr_2$

پیوند هیدروژن با فلزها:

NaH , KH , CaH_2

پیوند واسطه‌ها با نافلزها:

$FeCl_3$, ZnF_2 , $CuBr_2$

فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

فرمول کاتیون در سمت چپ و فرمول آنیون در سمت راست قرار می‌گیرد.

مجموع بار آنیون = مجموع بار کاتیون

بار کاتیون به عنوان زیروند آنیون و همچنین بار آنیون به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌گیرد.

زیروندها را ساده می‌کنیم.

به مراحل فرمول‌نویسی آلومینیم اکسید توجه نمایید: $Al^{3+}O^{2-} \Rightarrow Al_2O_3$

نام گذاری

اغلب کاتیون‌های تک‌اتمی دسته‌های s و p ← واژه «یون» در ابتدای نام فلز (یون منیزیم Mg^{2+})

آنیون‌های تک‌اتمی دسته‌های s و p ← واژه «یون» در ابتدای نام نافلز و افزودن پسوند «ید» به ریشه نام نافلز (یون نیتريد N^{3-})

ترکیب‌های یونی ← ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون (MgO ← منیزیم اکسید)

ترکیب کووالانسی

حاصل به اشتراک گذاشتن الکترون(ها) میان اتم‌ها است. (ترکیب مولکولی → نافلز + نافلز)

معمولاً میان دو نافلز تشکیل می‌شود.

ترکیب‌هایی هستند که در ساختار خود مولکول دارند.

اغلب در این ترکیب‌ها، اتم‌ها به آرایش الکترونی گاز نجیب می‌رسند و پایدار می‌شوند.

فصل دوم

ردپای گازها در زندگی



در ابتدای این فصل به تغییرات دما و فشار هوا در لایه‌های مختلف هوا کره، جداسازی اجزای هوا کره و ویژگی‌های این گازها به‌ویژه گاز اکسیژن، به عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای هوا کره، پرداخته‌شده و سپس در ادامه، مطالبی دربارهٔ واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم، ساختار لوویس مواد، آلاینده‌ها و گرم‌تر شدن کرهٔ زمین و گازهای گلخانه‌ای، بیان شده است. در انتهای فصل هم، بحث‌هایی مانند خواص و رفتار گازها، استوکیومتری واکنش و فرایند هابر برای تولید مادهٔ پرارزش آمونیاک، انجام شده است.

تعداد سوالات فصل

نوع سوال	تعداد	نوع سوال	تعداد
سوالات تالیفی	۲۸۸	سوالات کنکور	۲۹
سوالات ترکیبی	۵۴	سوالات سطح دوم	۲۹

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

- ۱- لایه‌ای فیروزه‌ای پیرامون زمین که مخلوطی از گازهای مختلف است.
- ۲- نوع و رفتار گازهای موجود در هواکره، حیات ما روی کره زمین را ممکن ساخته است.
- ۳- تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد دارد.
- ۴- ضخامت آن نسبت به زمین بسیار کم‌تر است.
- ۵- اجزای سازنده: ۱- اتم ۲- مولکول ۳- یون (در لایه‌های بالایی)
- ۶- گازهای سازنده: O_2 (۲۱٪)، N_2 (۷۸٪) (بخش عمده هواکره) $Xe/Kr/He/Ne/Ar/H_2O/O_3/CO_2/N_2/O_2$

- از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری
- ۱- تروپوسفر: $\uparrow$ ارتفاع به اندازه $1km = \downarrow 6^\circ C$ دما
- ۷۵٪ از جرم هواکره
- ۱۱ تا ۵۰ کیلومتری از سطح زمین
- ۲- استراتوسفر: ترکیب هوا تقریباً مشابه تروپوسفر + مقداری O_3
- ۷- لایه‌های هواکره
- O_3 در این لایه مانع رسیدن تابش خطرناک فرابنفش به سطح زمین می‌شود.
- ۳- مزوسفر: ارتفاع ۵۰ تا ۸۰ کیلومتری
- ۴- ترموسفر: ارتفاع ۸۰ تا ۵۰۰ کیلومتری
- وجود یون‌های آزاد در این لایه ($N_2^+, O_2^+, O^+, He^+, H^+$)

علت لایه‌لایه بودن هواکره تغییرات دمایی در ارتفاعات مختلف است.

- ۸- رابطه فشار با ارتفاع: $\uparrow$ ارتفاع = $\downarrow$ فشار

- ۹- رابطه دما با ارتفاع
- ۱- $\uparrow$ ارتفاع در لایه‌های ۱، ۳ = $\downarrow$ دما
- ۲- $\uparrow$ ارتفاع در لایه ۲، ۴ = $\uparrow$ دما

$$a + \Delta T \times h = b$$

دما در ابتدا تغییر دما ارتفاع دما در انتها

- ۱۰- دو رابطه مهم
- ۱- محاسبه ارتفاع لایه‌ها در هواکره $\leftarrow$
- ۲- رابطه تبدیل درجه سلسیوس به کلوین $\leftarrow$ درجه سلسیوس + ۲۷۳ = کلوین

تقطیر جزیه‌جز هوای مایع

- ۱- در صنعت، گازهای درون هواکره را از تقطیر جزیه‌جز هوای مایع تهیه می‌کنند.
 - ۲- ترتیب جدا شدن گازها در ستون تقطیر بستگی به دمای جوش آن‌ها دارد.
- هرچه دمای جوش گاز پایین‌تر (منفی‌تر) ← جدا شدن زودتر
- ۳- مراحل تقطیر جزیه‌جز هوای مایع:
 - مرحله ۱: هوا را از صافی عبور می‌دهند → نتیجه ← گردوغبار از هوا جدا می‌شود.
 - مرحله ۲: کاهش دما تا 0°C با استفاده از $\uparrow$ فشار → نتیجه ← رطوبت هوا به صورت یخ جدا می‌شود.
 - مرحله ۳: کاهش دما تا -78°C → نتیجه ← گاز کربن دی‌اکسید به صورت جامد از هوا جدا می‌شود.
 - مرحله ۴: کاهش دما تا -20°C → نتیجه ← مخلوط بسیار سرد چند مایع به نام هوای مایع تولید می‌شود.
 - مرحله ۵: تقطیر جزیه‌جز هوای مایع → نتیجه ← اجزای هوا در دماهای متفاوت جدا می‌شوند.
 - ۴- ترتیب جدا شدن اجزای هوای مایع با توجه به نقطه جوش آن‌ها:

مقایسه نقطه جوش: $\text{N}_2 < \text{Ar} < \text{O}_2$

$-196^{\circ}\text{C} \quad -186^{\circ}\text{C} \quad -183^{\circ}\text{C}$

ترتیب جدا شدن گازها: $\text{N}_2 \rightarrow \text{Ar} \rightarrow \text{O}_2$
 - ۵- تهیه اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است → زیرا ← نقطه جوش O_2 و Ar بسیار به هم نزدیک‌اند.

آشنایی با آرگون

- ۱- آرگون گاز نجیب تناوب سوم بوده و در هواکره به مقدار ناچیزی یافت می‌شود (گاز کمیاب).
- ۲- کاربردها
 - ۱- پر کردن حباب لامپ‌های رشته‌ای
 - ۲- فراهم کردن محیط بی‌اثر به هنگام جوشکاری و برشکاری
- ۳- استفاده از گاز آرگون در جوشکاری ← باعث → استحکام بیش‌تر و افزایش طول عمر فلز جوشکاری می‌شود.

آشنایی با هلیوم

- ۱- هلیوم گاز نجیب تناوب اول بوده و در هواکره به مقدار ناچیزی یافت می‌شود (گاز کمیاب).
- ۲- هلیوم در هواکره (بسیار ناچیز) و در مخلوط گاز طبیعی (۷٪ گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد) یافت می‌شود.
- ۳- تهیه هلیوم از روش تقطیر جزیه‌جز گاز طبیعی نسبت به تقطیر هوای مایع مقرون به صرفه‌تر است.
- ۴- کاربردهای هلیوم
 - ۱- پر کردن بالون‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی
 - ۲- استفاده در جوشکاری
 - ۳- پر کردن کپسول غواصی
 - ۴- خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری (مانند MRI). (مهم‌ترین کاربرد)

آشنایی با اکسیژن

- ۱- اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به آن گره خورده است.
- ۲- اکسیژن پس از گاز نیتروژن، فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره است.
- ۳- منابع اکسیژن
 - ۱- در هواکره به صورت مولکول‌های دو اتمی (O_2)
 - ۲- در آب کره (اقیانوس‌ها، دریاها و...) در ساختار مولکول‌های H_2O
 - ۳- در سنگ کره (پوسته جامد کره زمین) به صورت ترکیب با عنصرهای دیگر
 - ۴- در ساختار همه مولکول‌های زیستی (کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها)
- ۴- هرچه از سطح زمین بالاتر می‌رویم ← هواکره رقیق‌تر شده ← $\downarrow$ تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا
- بنابراین: $\uparrow$ ارتفاع از سطح زمین = $\downarrow$ فشار همه مولکول‌های گازی مانند اکسیژن.
- ۵- اکسیژن گازی است با واکنش‌پذیری زیاد که با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد.

واکنش سوختن

۱- گرما یا نور + ترکیب اکسیژن دار $\xrightarrow{\text{به سرعت}}$ O_2 + یک ماده

۱- واکنش فلزهای گروه اول و دوم با اکسیژن (به جز Be)

۲- مهم ترین واکنش های سوختن

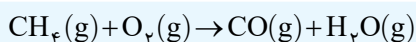
۲- واکنش ترکیب های آلی با اکسیژن

۳- واکنش برخی نافلزها (C, H, S, ...) با اکسیژن

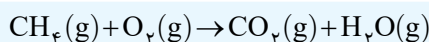
۳- اگر واکنش با اکسیژن به آرامی و بدون شعله انجام شود، واکنش سوختن نبوده و از نوع اکسایش است.

مانند: زنگ زدن آهن، مصرف گلوکز در بدن، واکنش بریلیم با اکسیژن

سوختن ناقص (در اکسیژن ناکافی و رنگ زرد)



سوختن کامل (در اکسیژن کافی و رنگ شعله آبی)

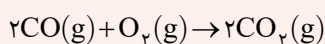


نکات کربن مونوکسید (CO)

۱- از سوختن ناقص سوخت ها تولید می شود.

۲- بسیار سمی، بی رنگ و بی بو است و استنشاق آن باعث مسمومیت می شود.

۳- CO ناپایدارتر از CO_2 است و در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می سوزد و به CO_2 تبدیل می شود.



۴- این گاز سبک تر از هوا است (چگالی آن از هوا کم تر است). به همین دلیل قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.

۵- میل ترکیبی هموگلوبین خون با CO، ۲۰۰ برابر میل ترکیبی آن با اکسیژن است.

هموگلوبین + CO $\leftarrow$ اکسیژن به بافت ها نمی رسد $\leftarrow$ مسمومیت + فلج شدن سامانه عصبی

شیوه های نمایش واکنش های شیمیایی

۱- تغییر شیمیایی: که در آن ساختار و ماهیت مواد تغییر می کند و با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز،

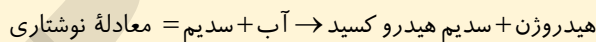
تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه است. مثال های مهم: سوختن مواد، فساد مواد غذایی، زنگ

زدن آهن، گرم کردن شکر

۲- تغییر فیزیکی: که در آن فقط حالت فیزیکی ماده تغییر می کند. مثال های مهم: ذوب، تبخیر، میعان، انجماد، تصعید

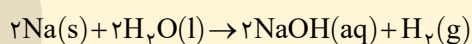
۱- در معادله نوشتاری فقط نام مواد نوشته می شود. (نام فراورده ها $\rightarrow$ نام واکنش دهنده ها)

۲- معادله نوشتاری حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها را مشخص نمی کند.



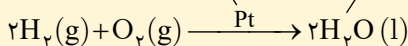
۱- در معادله نمادی تمام مواد شرکت کننده در واکنش را با نمادها و فرمول های شیمیایی نمایش می دهیم.

۲- در معادله نمادی حالت فیزیکی مواد باید مشخص باشد.



۴- اطلاعات موجود در معادله نمادی

نماد و فرمول شیمیایی مواد



حالت فیزیکی ماده

شرایط انجام واکنش

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

- ۱- براساس قانون پایستگی جرم، جرم مواد پیش از واکنش با جرم مواد پس از واکنش برابر است.
- ۲- جرم کل مواد موجود در واکنش و نیز تعداد کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.
- ۳- براساس قانون پایستگی جرم مجموع تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یک واکنش یکسان است.
- ۱- موازنه کردن یک واکنش شیمیایی در واقع پیدا کردن ضریب هر ماده است.
- ۴- سه قانون مهم در موازنه
 - ۲- هنگام موازنه کردن نباید زیروندهای موجود در فرمول شیمیایی مواد را تغییر داد.
 - ۳- ضرایب به کار رفته در معادله موازنه شده، باید کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیر کسری) ممکن باشند.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها^۱

- ۱- اکسایش: به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش گفته می‌شود.
- ۱- فلزها در معرض هوا دچار تغییر شیمیایی شده و در اثر واکنش با اکسیژن، به اکسید فلزی تبدیل می‌شوند.
- ۲- ترکیب اکسیژن با فلزها
 - ۱- $4\text{Al(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$
 - ۲- نام Al_2O_3 ، آلومینیم اکسید است.
 - ۳- آلومینیم اکسید دارای ویژگی‌های زیر است: جامد، ساختار متراکم و پایدار، مقاوم در برابر خوردگی
 - ۴- آلومینیم اکسید به سطح فلز می‌چسبد و از اکسایش و خورده شدن لایه‌های درونی فلز جلوگیری می‌کند.
 - ۵- کاربرد آلومینیم اکسید: در سیم‌های انتقال برق با ولتاژ بالا (فشار قوی) رشته درونی سیم از فولاد و روکش آن از آلومینیم می‌باشد.
 - ۶- همه سیم را از فولاد نمی‌سازند، چون در اثر افزایش جرم تغییر شکل داده و آسیب می‌بیند.
- ۳- ترکیب اکسیژن با نافلزها
 - ۱- $4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$
 - ۲- نام Fe_2O_3 ، آهن (III) اکسید (زنگ آهن) است.
 - ۳- زنگ آهن یک اکسید قهوه‌ای متخلخل می‌باشد که ساختار متخلخل آن باعث می‌شود، بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین فلز آهن نفوذ کرده و بقیه فلز آهن نیز اکسید شده و زنگ بزند.
 - ۴- برای زنگ زدن آهن علاوه بر اکسیژن به رطوبت هوا نیز نیاز داریم.
 - ۵- به ترد و خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش (واکنش با اکسیژن)، خوردگی گفته می‌شود.
 - ۶- آهن در اثر اکسایش ابتدا به FeO و سپس Fe_2O_3 تبدیل می‌شود.
- ۳- ترکیب اکسیژن با نافلزها ← از واکنش نافلزها با اکسیژن دسته‌ای از ترکیبات شیمیایی به نام اکسیدهای نافلزی تشکیل می‌شود.

مانند: SO_2 (گوگرد دی‌اکسید)، SO_3 (گوگرد تری‌اکسید)، CO_2 (کربن دی‌اکسید)، NO_2 (نیتروژن دی‌اکسید)

 - ۱- اغلب فلزها با محلول اسیدها واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند.
 - ۲- هر چه واکنش‌پذیری فلز بیش‌تر باشد، سرعت واکنش آن با اسید بیش‌تر است و در یک بازه زمانی معین گاز هیدروژن بیش‌تری تولید می‌شود.
 - ۳- مقایسه واکنش‌پذیری سه فلز Fe و Zn ، Al با هیدروکلریک اسید (HCl(aq)) به صورت $\text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe}$ می‌باشد.

نام گذاری ترکیبات دوتایی

۱- نام گذاری و فرمول نویسی کاتیون هایی با چند بار الکتریکی

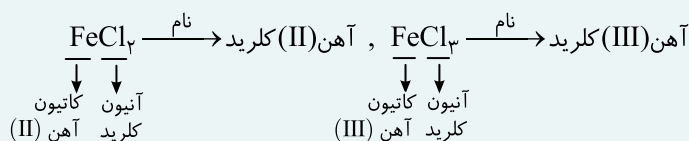
۱- برخی فلزها دو کاتیون با بار الکتریکی متفاوت تشکیل می دهند، به عنوان مثال، مس (Cu) می تواند دو کاتیون Cu^{2+} و Cu^{+} تشکیل دهد.

۲- نام گذاری کاتیون این فلزها مشابه سایر کاتیون های تک اتمی است، با این تفاوت که بار کاتیون را با اعداد رومی در داخل پرانتز مشخص می کنیم. (به عنوان مثال نام Cu^{2+} ، یون مس (II) می باشد)

۳- در جدول زیر نام کاتیون فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می دهند را مشاهده می کنید:

نام عنصر	کروم (Cr)	آهن (Fe)	مس (Cu)
بار الکتریکی یونها	Cr^{2+}, Cr^{3+}	Fe^{2+}, Fe^{3+}	Cu^{+}, Cu^{2+}

۱- ابتدا نام فلز به همراه بار الکتریکی آن که با اعداد رومی داخل پرانتز آورده می شود و به دنبال آن نام نافلز به همراه پسوند «ید». به مثال های زیر توجه نمایید:



۲- نام گذاری ترکیبات یونی دوتایی که کاتیونی با بیش از یک بار الکتریکی دارند

۲- در نام گذاری ترکیب هایی که کاتیون آن ها فقط یک نوع بار الکتریکی دارد، از اعداد رومی استفاده نمی کنیم: $MgCl_2 \rightarrow$ منیزیم کلرید، $AlF_3 \rightarrow$ آلومینیم فلوئورید، $AgF \rightarrow$ نقره فلوئورید

۳- نام گذاری ترکیب های $\rightarrow$ روش نام گذاری این ترکیبات به صورت زیر است:

مولکولی پیشوند یونانی + نام عنصر سمت چپ (پسوند یونانی + نام عنصر سمت راست + پسوند «ید»)

نیتروژن مونواکسید: NO / فسفر پنتا برمید: PBr_5 / دی نیتروژن تترا اکسید: N_2O_4

ساختار لوویس

۱- به موارد روبه رو توجه کنید

- ۱- تا حد امکان همه اتم های موجود در ترکیب (به جز H) از قاعده هشت تایی پیروی کنند.
- ۲- اتم های هیدروژن و هالوژن در پیرامون اتم مرکزی قرار گرفته و یک پیوند کووالانسی می دهند.
- ۳- معمولاً اتمی که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته می شود، اتم مرکزی است.
- ۴- مجموع الکترون های پیوندی و ناپیوندی در ساختار لوویس باید با مجموع الکترون های لایه ظرفیت اتم های سازنده آن برابر باشد.
- ۵- اتم های اطراف اتم مرکزی با یک (-) یا دو (=) یا سه ($\equiv$) پیوند اشتراکی به اتم مرکزی متصل می شوند.
- ۶- در ساختار لوویس باید الکترون های غیر پیوندی اتم ها را نیز نمایش دهیم.

توجه: در رسم ساختار لوویس اگر در دو ساختار متفاوت مجموع الکترون های پیوندی و ناپیوندی برابر مجموع الکترون های لایه ظرفیت باشد، نمایش پیوند دو گانه معمولاً بر پیوند سه گانه مقدم است.

۲- ساختار لوویس مولکول های مهم:

ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس
CO_2	$\text{:}\ddot{O}=\text{C}=\ddot{O}\text{:}$	CO	$\text{:C}\equiv\text{O:}$	SO_2	$\text{:}\ddot{O}=\ddot{S}-\ddot{O}\text{:}$	SO_3	$\text{:}\ddot{O}=\ddot{S}(\ddot{O})_2\text{:}$
NH_3	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{N} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	CCl_4	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{C}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{C}-\text{Cl}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{C}\text{:} \end{array}$	HCN	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N:}$	Cl_2O	$\text{:}\ddot{Cl}-\ddot{O}-\ddot{Cl}\text{:}$

شیمی سبز

- ۱- شاخه‌ای از شیمی است که هدف آن } ۱- افزایش کیفیت زندگی با بهره‌گیری از منابع طبیعی
۲- محافظت از طبیعت و هواکره زمین

- ۲- شیمی سبز برای محافظت از هواکره ۵ پیشنهاد دارد
- ۱- تولید سوخت سبز
 - ۲- تولید پلاستیک سبز
 - ۳- تبدیل CO_2 به مواد معدنی
 - ۴- دفن کردن CO_2 در سنگ‌های متخلخل در زیرزمین و ...
 - ۵- تولید خودرو و سوخت با کیفیت

- ۳- سوخت سبز
- ۱- در ساختار خود کربن، هیدروژن و اکسیژن دارند.
 - ۲- از پسماندهای گیاهی (شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی) به‌دست می‌آیند.
 - ۳- زیست تخریب‌پذیر هستند.
 - ۴- اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

شیمی و توسعه پایدار

- ۱- توسعه پایدار یعنی این‌که در تولید هر فراورده
- ۱- ملاحظات زیست محیطی
 - ۲- ملاحظات اجتماعی
 - ۳- ملاحظات اقتصادی

- ۲- پلاستیک پایه نفتی
- ۱- زیست تخریب‌ناپذیر
 - ۲- قیمت تمام شده تولید کم
 - ۳- تهدیدی برای سلامت جانداران و محیط‌زیست
- پلاستیک‌های سبز
- ۱- زیست تخریب‌پذیر
 - ۲- هزینه تولید بیشتر
 - ۳- دوستدار محیط زیست

- ۳- گرمای آزاد شده به ازای یک گرم سوخت: زغال سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

- ۱- به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر آلوتروپ یا دگرشکل می‌گویند. به عنوان مثال: اکسیژن دو آلوتروپ دارد: گاز اکسیژن (O_2) و مولکول سه اتمی اوزون (O_3)

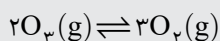
- ۲- ساختار هر ماده تعیین‌کننده خواص و رفتار آن است. دو آلوتروپ اکسیژن نیز به دلیل داشتن ساختار متفاوت دارای خواص و رفتار متفاوتی هستند:

- ۳- چند مقایسه مهم بین O_2 و O_3 :

رنگ	رنگ	انحلال‌پذیری	مقایسه نقطه جوش	مقایسه پایداری	مقایسه واکنش‌پذیری	ساختار لوویس	
حالت مایع	حالت گاز	در آب					
هر دو آبی	هر دو بی‌رنگ	$\text{O}_3 > \text{O}_2$	$\text{O}_3 > \text{O}_2$	$\text{O}_2 > \text{O}_3$	$\text{O}_3 > \text{O}_2$	$\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}\text{:}$	گاز اکسیژن (O_2)
						$\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	اوزون (O_3)

- ۴- در صنعت از O_3 برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.

- ۵- در لایه اوزون (۱۵ تا ۳۰ کیلومتری از سطح زمین) مولکول‌های O_2 و O_3 طی یک واکنش برگشت‌پذیر مدام در حال تبدیل به یکدیگرند:



- ۶- اگر فقط واکنش رفت ($2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$) انجام می‌شد ← با کاهش شدید O_3 ، پرتوهای خطرناک فرابنفش مستقیم به ما می‌رسیدند!

- اگر فقط واکنش برگشت ($3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$) انجام می‌شد ← با کاهش شدید اکسیژن در لایه استراتوسفر مواجه می‌شدیم!

اوزون دگرشکلی از اکسیژن

اوزون دگرشکلی از اکسیژن

۷- در لایه استراتوسفر ما با نقش مفید و محافظتی اوزون مواجه هستیم، به طوری که لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش پراثری فرابنفش خورشید را جذب و تابش‌های کم انرژی تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌کند.

۸- اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می‌شود اما در این لایه ما با نقش زیان‌بار و مضر اوزون مواجه هستیم.

۹- از آن‌جا که اوزون از اکسیژن واکنش‌پذیرتر است، این ماده آلاینده‌ای سمی و خطرناک به‌شمار می‌آید، به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

واکنش‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر

۱- تا مصرف شدن کامل واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌روند.

۱- واکنش‌های برگشت‌ناپذیر ۲- مثال: سوختن گاز طبیعی در اجاق گاز، سوختن بنزین در موتور خودرو، زنگ زدن آهن

۳- در این واکنش‌ها فراورده‌ها نمی‌توانند دوباره به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند.

۱- واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کامل مصرف نمی‌شوند.

۲- واکنش‌های برگشت‌پذیر ۲- مثال: تبدیل اوزون به اکسیژن در لایه اوزون، تبخیر آب

۳- در این واکنش‌ها فراورده‌ها می‌توانند با هم واکنش دهند و واکنش‌دهنده‌ها را دوباره به وجود آورند.

خواص و رفتار گازها

۱- گازها سرعت انتشار زیادی دارند، پخش شدن بوی نان تازه، گلاب و دود اسفند به همین دلیل است.

۲- می‌دانیم جامدها حجم و شکل معینی دارند. مایع‌ها حجم معین دارند اما شکل معینی ندارند، در حالی که گازها شکل و حجم معین ندارند. به همین دلیل گازها به شکل ظرف محتوی خود درمی‌آیند و حجم آن‌ها برابر با حجم ظرف محتوی آن‌ها است.

۳- گازها تراکم‌پذیرند به طوری که با افزایش فشار می‌توان حجم آن‌ها را کاهش داد: مقدار ثابت $P \cdot V = \text{ثابت} \rightarrow \frac{1}{P} \propto V_{\text{گاز}}$

۴- اگر فشار و حجم یک گاز را در یک حالت با P_1 و V_1 و در حالت دیگر با P_2 و V_2 نمایش دهیم؛ با فرض ثابت بودن دما داریم: $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

۵- اگر در فشار ثابت دمای یک گاز را افزایش دهیم، حجم آن افزایش می‌یابد: مقدار ثابت $V_{\text{گاز}} \propto T \rightarrow \frac{V}{T} = \text{ثابت}$

۶- اگر حجم و دمای یک گاز (برحسب کلون) را در حالت (۱) با V_1 و T_1 و در حالت (۲) با V_2 و T_2 نمایش دهیم؛ با فرض ثابت بودن فشار داریم: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

۷- ارتباط بین سه کمیت حجم، فشار و دمای (برحسب کلون) گازها:

$$\frac{PV}{T} = \text{مقدار ثابت} \rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

۸- حجم یک نمونه گاز وابسته به: ۱- مقدار ۲- دما ۳- فشار است.

۹- اگر دما و فشار را ثابت در نظر بگیریم، می‌توانیم رابطه بین حجم و مقدار یک گاز را به‌دست آوریم.

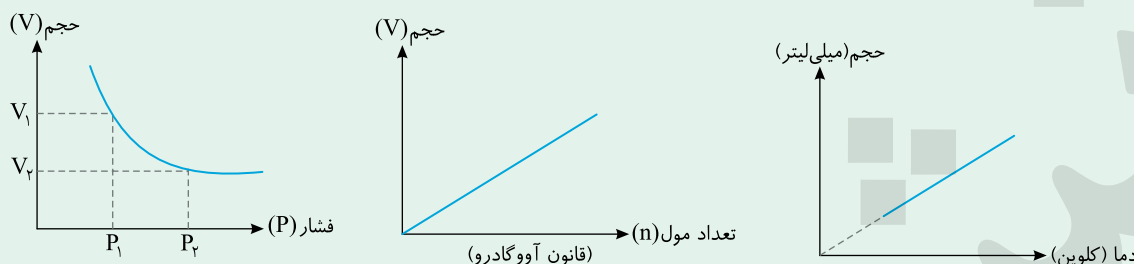
۱۰- شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس (273°K) و فشار یک اتمسفر (1 atm) را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر می‌گیرند.

- ۱۱- قانون آووگادرو در مورد گازها بیان می‌کند که در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون، با هم برابر است.
- ۱۲- حجمی که یک مول گاز (یعنی 6.022×10^{23} ذره گاز) اشغال می‌کند را حجم مولی گازها می‌گوییم. براساس قانون آووگادرو، اگر دما و فشار یکسان باشد حجم مولی گازهای مختلف با هم برابر است.

$$V \propto n \rightarrow \frac{V}{n} = \text{ثابت} \rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

- ۱۳- حجم مولی گازها در شرایط STP برابر است با 22.4 لیتر یا 22400 میلی‌لیتر.

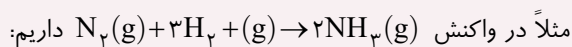
- ۱۴- نمودارهای مهم:



- ۱- اغلب لازم است مقدار ماده‌ای را که در یک واکنش شیمیایی با مقدار معینی از ماده دیگر واکنش می‌دهد یا از آن تولید می‌شود را حساب کنیم که با استوکیومتری واکنش می‌توان این محاسبات را انجام داد.
- ۲- استوکیومتری واکنش بخشی از دانش شیمی است که به ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده در یک واکنش می‌پردازد.
- ۳- در محاسبات استوکیومتری فقط از معادله شیمیایی موازنه شده واکنش استفاده می‌کنیم.
- ۴- برای حل مسائل استوکیومتری از کسرهای تبدیل استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{یکایی که می‌خواهیم}}{\text{یکایی که باید حذف شود}} \times \text{داده مسئله با ذکر یکای مربوطه}$$

- ۱- برای تبدیل مول یک گاز به حجم آن در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:
- $$\text{حجم (گاز)} = \text{مول (گاز)} \times \frac{22.4 \text{ L (گاز)}}{1 \text{ mol (گاز)}}$$
- ۲- برای تبدیل حجم یک گاز به مول آن در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:
- $$\text{مول (گاز)} = \text{حجم (گاز)} \times \frac{1 \text{ mol (گاز)}}{22.4 \text{ L (گاز)}}$$
- ۳- برای تبدیل لیتر به میلی‌لیتر در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:
- $$\text{میلی‌لیتر گاز} = \text{لیتر (گاز)} \times \frac{1000 \text{ mL (گاز)}}{1 \text{ L (گاز)}}$$
- ۴- ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های گازی علاوه بر این که نسبت میان مول‌ها و یا مولکول‌ها را نمایش می‌دهند (مانند همه واکنش‌ها) نسبت میان حجم‌ها را نیز بیان می‌کند.



$$\frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3}, \frac{3 \times 22.4 \text{ L } H_2}{2 \times 22.4 \text{ L } NH_3} = \frac{3 \text{ L } H_2}{2 \text{ L } NH_3}$$

نیتروژن

- ۱- فراوان ترین جز سازنده هواکره است.
- ۲- در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است.
- $$\begin{cases} \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{جرقه یا pt(s)}} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \\ \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{جرقه یا کاتالیزگر}} \text{واکنشی رخ نمی دهد} \end{cases}$$
- ۳- گاز نیتروژن به «جو بی اثر» شهرت یافته است و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است، به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.
- ۴- برخلاف گاز نیتروژن، برخی اکسیدهای نیتروژن واکنش پذیری بسیار زیادی دارند. به عنوان مثال NO و NO_۲ واکنش پذیری زیادی دارند. این گازها که در هوای آلوده وجود دارند، با ورود به بدن جانداران و انسان به بافت‌های بدن آسیب می‌رسانند.
- ۵- برای پر کردن و تنظیم باد لاستیک خودروها بهتر است به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده کنیم تا از زنگ زدن و خوردگی رینگ و تایر جلوگیری کنیم.
- ۱- پر کردن تایر خودروها
- ۲- استفاده به عنوان محیط بی اثر در بسته بندی مواد غذایی
- ۳- در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
- ۴- نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی
- ۶- کاربردهای نیتروژن
- ۷- هر چند گاز نیتروژن واکنش پذیری ناچیزی دارد اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می کنند که آمونیاک (NH_۳) یکی از مهم ترین آنهاست.

فرایند هابر

- ۱- هابر واکنش روبه رو را برای تولید آمونیاک مبنای پژوهش های خود قرار داد:
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2\text{NH}_3(\text{g})$$
- ۲- بزرگ ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود بنابراین واکنش بالا را بارها در دما و فشار مختلف انجام داد.
- ۳- دو چالش هابر برای یافتن شرایط بهینه انجام واکنش بالا
 - ۱- واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی شود.
 - ۲- چگونه می توان فرآورده واکنش را از مخلوط آن جدا کرد.
- ۴- شرایط بهینه انجام واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن از نظر هابر :
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{Fe, 450}^\circ\text{C, 200 atm}]{} 2\text{NH}_3(\text{g})$$
- ۵- واکنش N_۲ و H_۲ گازی، واکنشی برگشت پذیر است و در ظرف واکنش مخلوطی از ۳ گاز N_۲ و H_۲ و NH_۳ وجود دارد.
- ۱- پس از انجام فرایند هابر دما را کمی پایین تر از نقطه جوش NH_۳ (-۳۴°C)
 - ۲- آمونیاک مایع شده و از مخلوط گازها جدا می شود.
 - ۳- می آوریم (مثلاً -۴۰°C).
- ۶- برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش:
- ۷- در فرایند هابر N_۲ و H_۲ واکنش نداده را دوباره جمع آوری کرده و به محفظه انجام واکنش بازگردانی می کنند.

فصل سوم

آب، آهنگ زندگی

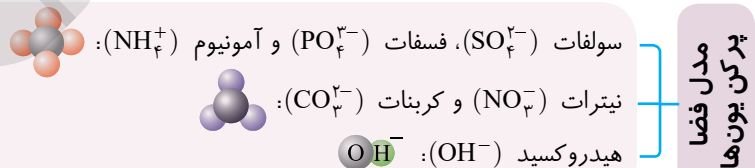
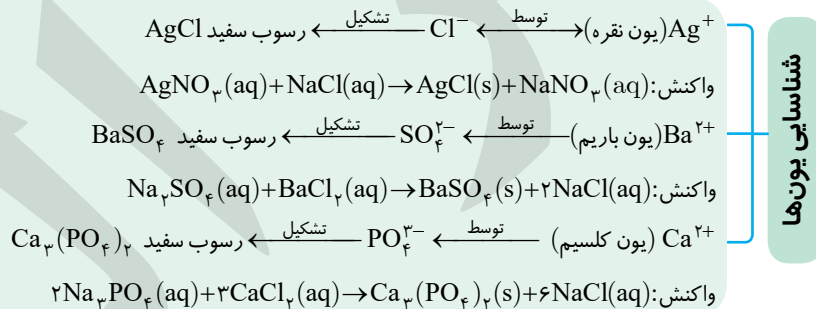
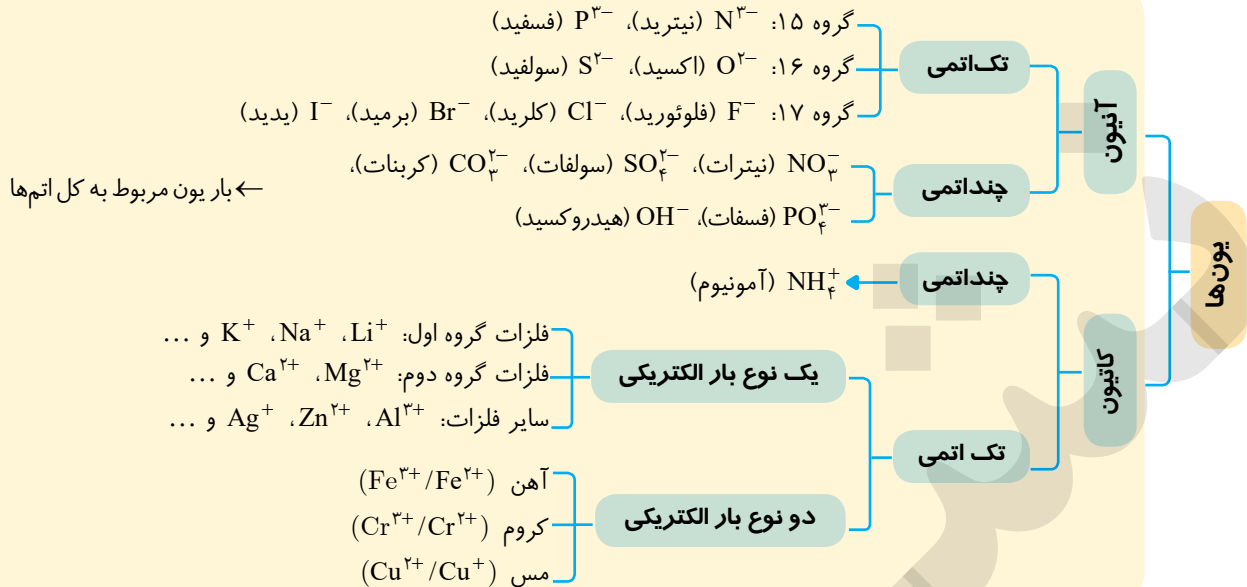


در ابتدای این فصل، مطالبی در ارتباط با منابع آب شیرین و مواد محلول در آن، از جمله یون‌های چند اتمی بیان شده و سپس ضمن معرفی انواع غلظت ها و روابط بین آنها، به انحلال پذیری مواد مختلف از جمله گازها پرداخته شده است، سپس اطلاعاتی درباره رفتار مولکول‌ها در میدان الکتریکی و نیز نیروهای بین مولکولی بیان می‌شود. در انتهای فصل نیز علاوه بر بررسی حلال‌های مختلف و ویژگی‌های مولکولی آنها، به رسانایی الکتریکی محلول‌ها، پرداخته شده است.

تعداد سوالات فصل

نوع سوال	تعداد	نوع سوال	تعداد
سوالات تالیفی	۲۸۵	سوالات کنکور	۳۰
سوالات ترکیبی	۳۴	سوالات سطح دوم	۳۲

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی



اجزای محلول

حل شونده

حلال

حل شونده را در خود حل می کند.
نسبت به حل شونده، شمار مول های بیش تری دارد.

حلالی

انحلال پذیری (S)

غلظت

محلولی

ppm

جرم محلول: $\text{جرم حل شونده} \times 10^6$
 $\text{ppm} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم حل شونده}}$

حجم محلول رقیق: جرم حل شونده (mg)
 $\text{ppm} = \frac{\text{حجم محلول (L)}}{\text{جرم محلول}}$

ترکیبی $\text{ppm} = a \times 10^4$

درصد جرمی (a) (w/w): $\text{جرم حل شونده} \times 100$
 $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم حل شونده}}$

غلظت مولی (مولار): $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$
 $\text{غلظت مولی} = \frac{\text{حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$

ترکیبی $\frac{10 \times a \times d}{M} = \text{مولار}$

انواع کاربردهای نمک خوراکی (NaCl)

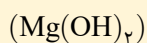
تهیه گاز کلر (Cl_2)، فلز سدیم، سود سوزآور (NaOH)، گاز هیدروژن (H_2) ← بیش ترین کاربرد
ذوب کردن یخ درجاده ها
فرآوری گوشت، کنسرو تن، تهیه خمیر کاغذ، پارچه، رنگ پلاستیک و صنعت نفت
تولید سدیم کربنات
تغذیه جانوران
تولید مواد شیمیایی دیگر
مصارف خانگی ← کم ترین کاربرد

منیزیم (Mg) ویژگی های فلز

برای تهیه آلیاژها، شربت معده و ...

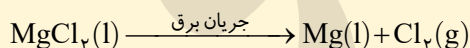
یکی از منابع آن، آب دریا ← به شکل محلول ($\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$)

مرحله اول: رسوب دادن منیزیم به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید



مرحله دوم: تبدیل منیزیم هیدروکسید به منیزیم کلرید (MgCl_2)

مرحله سوم: تبدیل منیزیم کلرید به عنصرهای سازنده اش با استفاده از جریان برق:



مراحل تولید فلز منیزیم ($\text{Mg}(\text{s})$)

محلول های مولار $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$

رقیق کردن ← یعنی ← کاهش غلظت مولی ← به روش ← افزایش حجم محلول (افزایش حلال) به ازای ثابت ماندن حل شونده

کاهش حجم محلول (تبخیر حلال) به ازای ثابت ماندن حل شونده

غلظت کردن ← یعنی ← افزایش غلظت مولی ← به روش ← افزایش حل شونده در حجم ثابت

مخلوط دو محلول هم جنس

با غلظت مولی مشخص:

$$\text{غلظت مولی محلول نهایی} = \frac{M_1 \times V_1 + M_2 \times V_2}{V_1 + V_2}$$

با درصد جرمی مشخص:

$$\text{درصد جرمی محلول نهایی} = \frac{a_1 \times m_1 + a_2 \times m_2}{m_1 + m_2} \times 100$$

انواع ترکیب‌های (حل‌شونده)

ترکیب‌های مولکولی

به هر نسبت در آب حل می‌شوند. مثال: اتانول (C_2H_5O)، استون (C_3H_6O)سایر ترکیبات؛ مثال: شکر، HCl و ...

محلول:

 $S > 1g$

ترکیب‌های یونی

دارای کاتیون آمونیوم (NH_4^+)؛ مثال: NH_4Cl و ...دارای کاتیون فلزات گروه اول؛ مثال: $NaCl$ ، K_2SO_4 و ...دارای آنیون نیترات (NO_3^-)؛ مثال: $Al(NO_3)_3$ ، $NaNO_3$ و ...سایر ترکیب‌های؛ مثال: $CaCl_2$ ، $MgSO_4$ و ...کم‌محلول $0.1g < S < 1g$ ← $CaSO_4$ نامحلول $S < 0.1g$ ترکیب مولکولی: ید (I_2)، هگزان (C_6H_{14})ترکیب یونی: $AgCl$ ، $BaSO_4$ ، $Ca_3(PO_4)_2$

انواع محلول

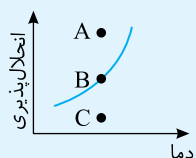
سیرشده

 $S =$ مقدار حل‌شونده ← تمام نقاط روی منحنی انحلال‌پذیری (B)

سیرنشده

 $S <$ مقدار حل‌شونده ← تمام نقاط زیر منحنی انحلال‌پذیری (C)

فراسیرشده

 $S >$ مقدار حل‌شونده ← تمام نقاط بالای منحنی انحلال‌پذیری (A)

انواع نمودارهای انحلال‌پذیری

صعودی

افزایش دما: افزایش انحلال‌پذیری

مثال: KNO_3 ، $NaNO_3$ و KCl

کاهش دما: کاهش انحلال‌پذیری

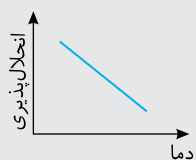
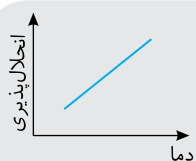
نزولی

افزایش دما: کاهش انحلال‌پذیری

مثال: Li_2SO_4

کاهش دما: افزایش انحلال‌پذیری

شیب تقریباً ثابت

مثال: $NaCl$ 

بر انحلال‌پذیری مقایسه تأثیر دما

از طریق نمودار انحلال‌پذیری

هرچه شیب نمودار بیش‌تر باشد، تأثیر دما بیش‌تر است.

از طریق جدول انحلال‌پذیری

هرچه نسبت $\left(\frac{\text{انحلال پذیری در دمای بالاتر}}{\text{انحلال پذیری در دمای پایین‌تر}} \right)$ بزرگ‌تر باشد، تأثیر دما بیش‌تر است.

محلول سیر شده

نمودار نزولی

افزایش دما ← باعث کاهش انحلال پذیری شده و محلول فراسیر شده (ناپایدار) تشکیل می شود.
کاهش دما ← باعث افزایش انحلال پذیری شده و محلول سیر نشده (پایدار) تشکیل می شود.

نمودار صعودی

افزایش دما ← باعث افزایش انحلال پذیری شده و محلول سیر نشده (پایدار) تشکیل می شود.
کاهش دما ← باعث کاهش انحلال پذیری شده و محلول فراسیر شده (ناپایدار) تشکیل می شود.

معادله انحلال پذیری

$$S = m\theta + S_0$$

شیب (m): $m = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$
اگر $m > 0$ نمودار صعودی
با افزایش دما، انحلال پذیری افزایش می یابد.
اگر $m < 0$ نمودار نزولی
با کاهش دما، انحلال پذیری افزایش می یابد.
هرچه اندازه m بیش تر باشد ← دما تأثیر بیش تری بر انحلال پذیری دارد.
عرض از مبدأ (S_0) ← انحلال پذیری در دمای 0°C

انواع مواد

ترکیب های یونی

(شامل فلز و نافلز)
اجزاء سازنده: یون (کاتیون و آنیون)
شبکه گسترده و به هم پیوسته از یونها
یونها با پیوند یونی متصل هستند.

ترکیب های مولکولی

(اغلب شامل نافلز)
اجزاء سازنده: مولکول
شامل مولکول های مجزاء
مولکول ها با نیروی بین مولکولی در ارتباط هستند.

ویژگی های مولکول آب (H_2O)

تنها ماده ای که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز وجود دارد.
اغلب ترکیب های (مولکولی و یونی) در آب محلول هستند.
هنگام انجماد، افزایش حجم دارد.
به سمت میله شیشه ای مالیده شده به موی خشک منحرف می شود.
دارای ساختار خمیده (شکل ۷) بوده و می تواند در میدان الکتریکی جهت گیری کند.
در مقایسه با مولکول های هم جرم خود، نقطه جوش، ظرفیت گرمایی و کشش سطحی بالایی دارد.
نوع اتم های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین کننده ای در خواص آن دارد.

انواع ترکیب های مولکولی

قطبی

در میدان الکتریکی جهت گیری دارند.
 $\mu \neq 0$ (گشتاور دوقطبی)

ناقطبی

در میدان الکتریکی جهت گیری ندارند.
 $\mu = 0$ (گشتاور دوقطبی)

تعیین مولکول های قطبی و ناقطبی

مولکول هایی به فرم A_2

ناقطبی؛ مانند: H_2 , Br_2 , Cl_2 , I_2 و ...

مولکول هایی به فرم AB

قطبی؛ مانند: HF , HCl , HBr , HI , NO , CO

مولکول هایی به فرم AB_n ($n \geq 2$)

برروی اتم مرکزی الکترون ناپیوندی نباشد و ناقطبی
اتم های اطراف اتم مرکزی یکسان باشند
قطبی: یک یا هر دو شرط مولکول ناقطبی وجود نداشته باشد. مانند: NH_3 , SO_2

مولکول هایی که بیش از دو نوع اتم دارند

اغلب قطبی؛ مانند: H_2SO_4 , HNO_3 , SO_2Cl_2 , HCN و ...

هیدروکربن ها (ترکیباتی که فقط C و H داشته باشند) (C_xH_y) ناقطبی

انواع ارتباط

بین اتم‌ها یا یون‌ها ← پیوند

یونی (جاذبه بین کاتیون‌ها و آنیون‌ها)
کووالانسی (جاذبه بین اتم‌ها)

بین مولکول‌ها ← نیرو

واندروالس
هیدروژنی

نیروهای واندروالس

عوامل مؤثر بر

قطبی بودن مولکول

در چند مولکول با جرم تقریباً برابر، نیروی بین مولکول‌های قطبی، قوی‌تر از نیروی بین مولکول‌های ناقطبی است ← نقطه جوش مولکول قطبی بیش‌تر مولکول ناقطبی است.

مانند: قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی HCl (قطبی)، نسبت به نیروی بین مولکولی F_۲ (ناقطبی)

جرم و حجم مولکول

در میان چند مولکول ناقطبی، هرچه جرم مولی بیش‌تر باشد، قدرت نیروی بین مولکولی بیش‌تر می‌شود ← نقطه جوش افزایش می‌یابد.

مانند: قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی SO_۳ (ناقطبی)، نسبت به نیروی بین مولکولی CO_۲ (ناقطبی)

پیوند هیدروژنی

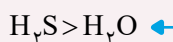
شرط تشکیل، وجود حداقل یکی از پیوندهای

N-H مانند: NH_۳
O-H مانند: C_۲H_۵OH-H_۲O
F-H مانند: HF

نسبت به نیروهای واندروالس قوی‌تر است.

مقایسه مولکول آب (H_۲O) و هیدروژن سولفید (H_۲S)

جرم مولی



مولکول‌های قطبی

گشتاور دوقطبی ≠ ← گشتاور دوقطبی H_۲O < گشتاور دوقطبی H_۲S
در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

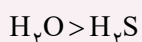
حالت فیزیکی (۲۵°C)

آب ← مایع
هیدروژن سولفید ← گاز

نیروی بین مولکولی

H_۲O ← هیدروژنی
H_۲S ← واندروالس

نقطه جوش



ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ و ۱۷

گروه ۱۵

ترتیب نقطه جوش: NH_۳ > AsH_۳ > PH_۳
افزایش جرم مولی ← تشکیل پیوند هیدروژنی

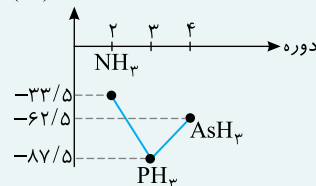
با افزایش جرم مولی، ابتدا نقطه جوش کاهش و سپس افزایش می‌یابد ←

همگی قطبی ← نیروی بین مولکولی

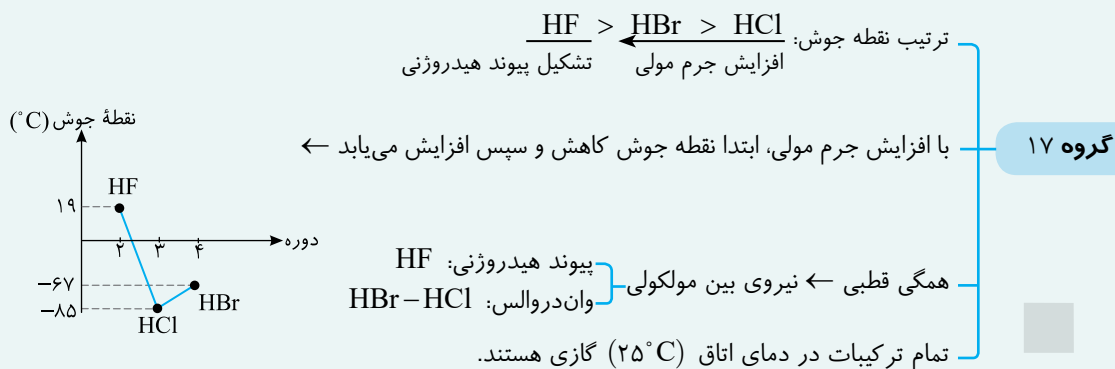
پیوند هیدروژنی: NH_۳
واندروالس: AsH_۳-PH_۳

تمام ترکیب‌های در دمای اتاق (۲۵°C) گازی هستند.

نقطه جوش (°C)



ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ و ۱۷



افزایش گشتاور دو قطبی

- افزایش قطبیت مولکول
- افزایش نیروی بین مولکولی
- افزایش نقطه جوش
- افزایش جهت‌گیری در میدان الکتریکی
- افزایش انحلال‌پذیری در حلال‌های قطبی
- کاهش انحلال‌پذیری در حلال‌های ناقطبی

انواع حلال

- حلال آبی: آب (H_2O)**
- فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است.
 - بسیاری از ترکیب‌های یونی و مولکولی در آن محلول هستند.
 - اغلب فرایندهای شیمیایی مانند گوارش و ... در حضور آب انجام می‌شوند.
 - با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آن‌ها، نقش کلیدی در حفظ سلامتی بدن دارد.
- حلال غیرآبی (آلی)**
- اتانول (الکل معمولی، $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ← قطبی ← حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
 - استون ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) ← حلال قطبی ← حلال رنگ‌ها، چربی و انواع لاک‌ها
 - هگزان (C_6H_{14}) ← حلال ناقطبی ← حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

انواع حالت‌های فیزیکی مولکول آب

- جامد**
- مولکول‌ها در جاهای به نسبت ثابت قرار دارند.
 - ساختار منظم دارند.
 - حداکثر ۴ پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها تشکیل می‌شود.
 - هر اتم اکسیژن یا دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن مولکول مجاور با پیوند هیدروژنی متصل است.
 - ساختار شش‌ضلعی منظم تشکیل می‌شود.
 - اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانهٔ عسل را تشکیل می‌دهند.
 - دارای ساختار باز است.
 - دیوارهٔ یاخته‌ها در بافت کرم تخریب می‌شود.
 - حجم هنگام یخ زدن افزایش می‌یابد.
 - طبق رابطهٔ چگالی ($\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$)، چگالی یخ کاهش می‌یابد ← یخ روی آب شناور می‌شود.
- مایع**
- بین مولکول‌ها پیوند هیدروژنی قوی تشکیل می‌شود.
 - مولکول‌ها روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.
- گاز**
- آزادانه و نامنظم حرکت می‌کنند.
 - مولکول‌ها از یکدیگر جدا هستند.
 - تعداد پیوند هیدروژنی بسیار کاهش می‌یابد.

انواع انحلال

مولکولی ← با حفظ ساختار

انحلال مولکول‌های قطبی در حلال‌های قطبی؛ مثال: انحلال استون در آب
 انحلال مولکول‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی؛ مثال: انحلال ید در هگزان
 انحلال مولکول‌های دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی؛
 مثال: انحلال اتانول در آب

یونی ← بدون حفظ ساختار

انحلال اغلب ترکیب‌های یونی در حلال قطبی مانند آب؛ مثال: انحلال سدیم کلرید در آب

انحلال اتانول در آب

بین مولکول‌های اتانول (حل شونده) و مولکول‌های آب (حلال) پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.
 ترتیب قدرت پیوندهای هیدروژنی: اتانول-آب < آب-آب < اتانول-اتانول
 مخلوط همگن: میانگین جاذبه‌ها در آب خالص و اتانول خالص > جاذبه آب-اتانول در محلول

انحلال ترکیب‌های یونی در آب

تفکیک یون‌ها

تشکیل نیروی یون-دوقطبی میان مولکول‌های آب و یون‌های موجود در ساختار ترکیب یونی

آبپوشی یون‌ها

تشکیل نیروی یون-دوقطبی میان مولکول‌های آب و یون‌های تفکیک شده
 کاتیون ← از سمت اتم O مولکول آب
 آنیون ← از سمت اتم‌های H مولکول آب

انواع ترکیب‌های مولکولی و یونی از لحاظ انحلال‌پذیری

ترکیب‌های مولکولی

محلول: میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص > جاذبه‌های حل‌شونده-حلال در محلول
 نامحلول: میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص < جاذبه‌های حل‌شونده-حلال در محلول

ترکیب‌های یونی

محلول: میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوندهای هیدروژنی در آب > نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول
 نامحلول: میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی در آب < نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول

عوامل مؤثر بر انحلال گازها در آب

نوع گاز

هر چه نیروی بین مولکولی قوی‌تر، انحلال بیش‌تر ← $\text{CO}_2 > \text{NO} > \text{O}_2 > \text{N}_2$

دما

با n برابر کردن دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد، اما $\frac{1}{n}$ برابر نمی‌شود.
 نمودار (دما - انحلال‌پذیری) خطی نیست.
 هرچه شیب منحنی بیش‌تر باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری بیش‌تر است.

فشار (قانون هنری)

با n برابر کردن فشار، انحلال‌پذیری گازها نیز n برابر می‌شود.
 نمودار (فشار - انحلال‌پذیری) خطی است. ← معادله خط: $S = k \times P$
 هرچه شیب نمودار بیش‌تر باشد، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری بیش‌تر است.
 در فشار ۱ atm، انحلال‌پذیری گازها صفر است.

مقدار نمک حل شده در آب

با حل کردن نمک در آب، توانایی آب برای حل کردن گازها کاهش می‌یابد.

انواع رسانایی

یونی

رسانایی به دلیل حرکت یون‌ها ← ترکیب‌های یونی
 در حالت محلول
 در حالت مذاب

الکترونی

رسانایی به دلیل حرکت الکترون‌ها
 فلزات
 گرافیت (مغز مداد)



B ۳۵۷- گزینه ۳ عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

عبارت (الف): تنها عناصر مشترک در بین ۸ عنصر فراوان سیاره‌های مشتری و زمین، اکسیژن و گوگرد است و رتبهٔ گوگرد در فراوانی عناصر در آن‌ها یکسان است.

عبارت (ب): با توجه به آن که $A=75$ و $N-Z=9$ می‌باشد:
در هر اتم شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها (عدد اتمی) یکسان است. بنابراین تعداد الکترون‌های عنصر X برابر ۳۳ است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (پ): عناصر آهن، اکسیژن، سیلیسیم و منیزیم به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ کرهٔ زمین می‌باشند.

عبارت (ت): در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم، فراوانی نسبیه ایزوتوپ ${}^6\text{Li}$ از ${}^7\text{Li}$ بیش‌تر است. پس جرم اتمی میانگین عنصر لیتیم به جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر (${}^7\text{Li}$ یعنی) نزدیک‌تر است.

C ۳۵۸- گزینه ۴ در هر اتم شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها (عدد اتمی) یکسان است، بنابراین:

چون مجموع تعداد ذرات زیراتمی آن دو برابر اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها است:

$$N + 2Z = 2(N - Z) \Rightarrow 2Z = N - 2Z \Rightarrow N = 4Z \quad (I)$$

چون عدد جرمی (A) این ایزوتوپ ۴ واحد از اختلاف شمار الکترون‌ها (یا پروتون‌ها) و نوترون‌های آن بیش‌تر است:

$$(I) \rightarrow \begin{cases} A = N + Z = (N - Z) + 4 \\ N = 4Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z = -Z + 4 \\ N = 4Z \end{cases} \Rightarrow Z = 2, N = 8$$

عدد اتمی و عدد جرمی ایزوتوپ عنصر X به ترتیب برابر ۲ و ۱۰ است، پس X عنصر هلیم است و نسبت $\frac{A}{Z}$ آن برابر ۵ می‌باشد.

C ۳۵۹- گزینه ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

$${}_{13}^{27}\text{Y} \Rightarrow \begin{cases} -1e = 13 \\ +1p = 13 \\ +0n = 14 \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{تعداد ذرات زیراتمی با قدرمطلق بار نسبیه یک}}{\text{تعداد ذرات زیراتمی با جرم تقریباً ۱ amu}} = \frac{26}{27} < 1$$

عبارت (پ): اگر در اتم عنصری، تعداد پروتون‌ها با تعداد نوترون‌ها برابر باشد، آن‌گاه تعداد الکترون‌ها با تعداد نوترون‌ها نیز در آن برابر است.

$${}_{7}^{14}\text{Z}^{3-} \Rightarrow \begin{cases} -1e = 10 \\ +1p = 7 \\ +0n = 7 \end{cases} \Rightarrow 24 - |(-10) + 7| = 21 \Rightarrow 21 < 2 \times 14$$

عبارت (ت):

بررسی عبارت نادرست:

عبارت (الف): با توجه به آن که شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در عنصر ${}_{6}^{12}\text{X}$ برابر است، نادرست می‌باشد.

$${}_{6}^{12}\text{X} \Rightarrow \begin{cases} -1e = 6 \\ +1p = 6 \\ +0n = 6 \end{cases}$$

C ۳۶۰- گزینه ۲ هستهٔ عنصر تکنسیم (${}_{43}^{99}\text{Tc}$) دارای ۴۳ پروتون و ۵۶ نوترون ($99 - 43 = 56$) است. ابتدا باید مجموع جرم پروتون‌ها و

نوترون‌ها را بیابیم (برحسب kg):

$$? \text{ kg} = (43 \times 1/67 \times 10^{-27}) + (56 \times 1/68 \times 10^{-27}) = 1/6589 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

با توجه به جرم هستهٔ تکنسیم تشکیل شده در صورت سؤال، جرم مادهٔ تبدیل شده به انرژی برابر است با (جرم تکنسیم باید برحسب kg نوشته

$$\Delta m = 1/6589 \times 10^{-25} - 1/6575 \times 10^{-25} = 0.0014 \times 10^{-25} \text{ kg} = 1/4 \times 10^{-28} \text{ kg} \quad (\text{شود:})$$

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 1/4 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 = 1/26 \times 10^{-11} \text{ J} = 1/26 \times 10^{-14} \text{ kJ}$$

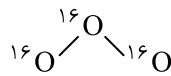
براساس رابطهٔ اینشتین:

C

اتم مرکزی اکسیژن نیز می‌تواند هر یک از اتم‌های ^{16}O ، ^{17}O و ^{18}O باشد؛ در نتیجه $3 \times 6 = 18$ مولکول مختلف اوزون داریم. همچنین با توجه به عدد جرمی ایزوتوپ‌های اکسیژن که نسبت به یکدیگر، تنها یک واحد اختلاف دارند، می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم:

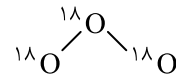
+1 جرم مولکولی سبک‌ترین مولکول - جرم مولکولی سنگین‌ترین مولکول = تعداد جرم مولکولی متفاوت

سبک‌ترین مولکول اوزون :



جرم مولکولی $= 3 \times 16 = 48$

سنگین‌ترین مولکول اوزون :



جرم مولکولی $= 3 \times 18 = 54$

$7 = 54 - 48 + 1 =$ تعداد جرم مولکولی متفاوت اوزون

۳-۳۶۶ گزینه ۳

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 X_1 + M_2 X_2}{X_1 + X_2} \Rightarrow a + \frac{0}{6} = \frac{(7 \times a) + (3 \times b)}{7 + 3} \Rightarrow 10a + 6 = 7a + 3b \Rightarrow 6 = 3b - 3a \Rightarrow b - a = 2$$

۴-۳۶۷ گزینه ۴

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 20/4 = \frac{(10+10) \times 80 + (10+y) \times 20}{80+20} = \frac{1600+200+20y}{100} \Rightarrow y = 12$$

۲-۳۶۸ گزینه ۲

$$C_2H_2 \text{ جرم مولی} = (12 \times 2) + (1 \times 2) = 26 \text{ g.mol}^{-1} \quad CH_4 \text{ جرم مولی} = (12 \times 1) + (1 \times 4) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? C_2H_2 \text{ مولکول} = 13 \text{ g } C_2H_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_2}{26 \text{ g } C_2H_2} \times \frac{N_A \text{ مولکول } C_2H_2}{1 \text{ mol } C_2H_2} = \frac{N_A}{2} (C_2H_2 \text{ مولکول})$$

$$? \text{ atom } CH_4 = 12 \text{ g } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} \times \frac{N_A \text{ مولکول } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{5 \text{ atom } CH_4}{1 \text{ مولکول } CH_4} = \frac{15}{4} N_A (\text{atom } CH_4)$$

$$\Rightarrow \frac{N_A}{2} \neq \frac{15}{4} N_A \Rightarrow C_2H_2 \text{ تعداد مولکول‌های} \neq CH_4 \text{ تعداد اتم‌های}$$

۳-۳۶۹ گزینه ۳

A تعداد اتم‌های $= y$

B تعداد اتم‌های $= 2y$

A جرم مولی $= 2x$

B جرم مولی $= x$

$$? \text{ g A} = y \text{ atom A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{N_A \text{ atom A}} \times \frac{2x \text{ g A}}{1 \text{ mol A}} = \frac{2xy}{N_A} \text{ g A}$$

$$? \text{ g B} = 2y \text{ atom B} \times \frac{1 \text{ mol B}}{N_A \text{ atom B}} \times \frac{x \text{ g B}}{1 \text{ mol B}} = \frac{2xy}{N_A} \text{ g B}$$

$$\text{نسبت جرم دو گاز} : \frac{\text{جرم A}}{\text{جرم B}} = \frac{\frac{2xy}{N_A} \text{ g A}}{\frac{2xy}{N_A} \text{ g B}} = 1$$

۳-۳۷۰ گزینه ۳

A تعداد مولکول‌های $= B$ تعداد مولکول‌های $= y$

$$B \text{ جرم مولی} = x \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad A \text{ جرم مولی} = 2/5x \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\left. \begin{array}{l} ? \text{ g A} = y \text{ مولکول A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{N_A \text{ مولکول A}} \times \frac{2/5x \text{ g A}}{1 \text{ mol A}} = \frac{2/5xy}{N_A} \text{ g A} \\ ? \text{ g B} = y \text{ مولکول B} \times \frac{1 \text{ mol B}}{N_A \text{ مولکول B}} \times \frac{x \text{ g B}}{1 \text{ mol B}} = \frac{xy}{N_A} \text{ g B} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\text{جرم نمونه A}}{\text{جرم نمونه B}} = \frac{\frac{2/5xy}{N_A}}{\frac{xy}{N_A}} = 2/5$$

۱-۳۷۱ گزینه ۱

$$\text{مجموع مول آهن و گوگرد} = \frac{3}{4} = \frac{1 \text{ mol}}{4/0.22 \times 10^{23} \text{ atom}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6/0.22 \times 10^{23} \text{ atom}} = \frac{3}{4}$$

جرم آهن را x و جرم گوگرد را $(30-x)$ در نظر می‌گیریم و مول هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} \text{mol Fe} &= x \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{x}{56} \text{ mol Fe} \\ \text{mol S} &= (30-x) \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} = \frac{30-x}{32} \text{ mol S} \end{aligned} \right\} \text{مول مخلوط} = \frac{x}{56} + \frac{30-x}{32}$$

با توجه به اینکه مجموع مول آهن و گوگرد برابر $\frac{3}{4}$ است داریم:

$$\frac{x}{56} + \frac{30-x}{32} = \frac{3}{4} \rightarrow \begin{cases} x = 14 \text{ g Fe} \\ 30-x = 16 \text{ g S} \end{cases}, \text{ درصد آهن در مخلوط} = \frac{14}{30} \times 100 = 46.6\%$$

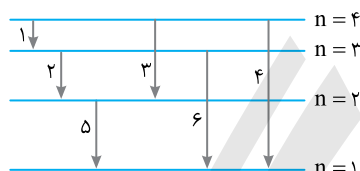
۳۷۲- گزینه ۲ انرژی لایه‌های الکترونی با دور شدن از هسته افزایش می‌یابد. هر چه از هسته دورتر می‌شویم، فاصله انرژی لایه‌ها از یکدیگر کمتر می‌شود. انتقال‌های $n=4$ و $n=3$ به $n=2$ ، در ناحیه مرئی قرار دارند. با توجه به این که اختلاف انرژی لایه‌های $n=5$ و $n=3$ کمتر از لایه‌های $n=4$ و $n=2$ است، پس انرژی انتقال $n=5$ به $n=3$ در ناحیه فروسرخ و کمتر از دو انتقال قبلی است. همچنین، اختلاف انرژی لایه‌های $n=2$ و $n=1$ زیاد است و انرژی انتقال $n=2$ به $n=1$ در ناحیه فرابنفش و بیشتر از ۳ انتقال قبلی است؛ بنابراین از نظر اختلاف انرژی می‌توان نوشت:

$$n=2 \text{ به } n=1 < n=4 \text{ به } n=2 < n=3 \text{ به } n=2 < n=5 \text{ به } n=3$$

۳۷۳- گزینه ۴ همه عبارت‌ها درست هستند.

عبارت (الف): هر چه فاصله بین لایه‌ها بیشتر باشد، انرژی آزاد شده به هنگام بازگشت الکترون بیشتر است.
عبارت (ب): در اتم هیدروژن انتقال‌های بین لایه $n=2$ تا $n=6$ (یعنی A و D و G) در محدوده نور مرئی قرار دارند.
عبارت (پ): هر چه از هسته دورتر می‌شویم، فاصله بین لایه‌ها کمتر می‌شود، چون انرژی F از E بیشتر است، پس طول موج کوتاه‌تری دارد.
عبارت (ت): انتقال B از لایه سوم به لایه اول انجام شده است و انرژی بیشتری از بازگشت لایه سوم به لایه دوم (که در محدوده نور مرئی است) دارد، پس می‌تواند در محدوده فرابنفش قرار گیرد.

۳۷۴- گزینه ۱ ۶ انتقال انرژی ممکن در شکل روبه‌رو مشخص شده‌اند.



انتقال‌هایی که به لایه الکترونی $n=2$ ختم می‌شوند (انتقال‌های ۲ و ۳)، در ناحیه نور مرئی قرار دارند و با چشم قابل مشاهده هستند.

۳۷۵- گزینه ۲ فقط عبارت (الف) درست است.

عبارت (الف): آرایش الکترونی اتم X به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ است. در لایه الکترونی سوم آن، دو زیرلایه پر و یک زیرلایه نیم‌پر وجود دارد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): در دوره چهارم، عنصرهای گروه‌های ۴ تا ۱۳ با تشکیل کاتیون به آرایش الکترونی گاز نجیب نمی‌رسند. هم‌چنین عناصر گروه ۱۴ معمولاً الکترون مبادله نمی‌کنند.

عبارت (پ): این عنصر جزو عناصر دسته d است، اما لایه‌های الکترونی سوم و چهارم آن به‌طور کامل پر نشده است.

عبارت (ت): در این اتم ۴ لایه از الکترون اشغال شده است. هم‌چنین ۶ زیرلایه این اتم توسط الکترون کاملاً پر شده است.

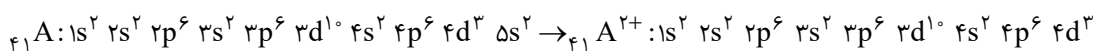
۳۷۶- گزینه ۳ هفتمین عنصر دسته d از تناوب چهارم، در واقع عنصری است که در زیرلایه ۳d آن هفت الکترون وجود دارد. پس آرایش الکترونی آن به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ است. زیرلایه‌های حاوی الکترون‌های ظرفیت این عنصر، ۳d و ۴s هستند که مجموع مقادیر n و l آن‌ها برابر $9 = (4+0) + (3+2)$ است.

آرایش الکترونی اتم ^{79}Ge به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$ می‌باشد. تعداد زیرلایه‌های دو الکترونی این اتم برابر ۵ است. بنابراین نسبت ۹ به ۵ برابر ۱/۸ خواهد بود.

C ۳۷۷- گزینه ۱ با توجه به عدد جرمی یون ${}^{94}_{41}\text{A}^{2+}$ می‌توان گفت:

$$\begin{cases} N+Z=94 \\ N-e=14 \end{cases} \xrightarrow{e=Z-2} \begin{cases} N+Z=94 \\ N-Z=12 \end{cases} \Rightarrow Z=41$$

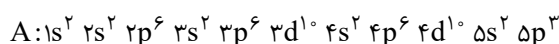
بنابراین عدد اتمی A برابر ۴۱ و تعداد الکترون‌های A^{2+} برابر ۳۹ است. آرایش الکترونی این یون به صورت زیر است:



تعداد الکترون‌ها با $l=0$ در این یون برابر ۸ است، یعنی $a=8$ و تعداد الکترون‌های موجود در لایه الکترونی با $n=4$ در آن برابر ۱۱ است، یعنی $b=11$. در نتیجه نسبت b به a برابر $1/375$ می‌باشد.

C ۳۷۸- گزینه ۱ عبارتهای (ب) و (پ) درست است.

عنصر A در گروه پانزدهم و دوره پنجم قرار دارد. آرایش الکترونی این اتم به صورت زیر است:



عبارت (ب): این عنصر جزو عناصر دسته p بوده و زیرلایه p آن در حال پر شدن است.

عبارت (پ): این اتم با تشکیل یک آنیون ۳ بار منفی، به آرایش الکترونی گاز نجیب زنون دست پیدا می‌کند.

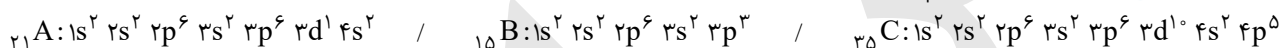
بررسی عبارتهای نادرست:

عبارت (الف): عدد اتمی این عنصر برابر ۵۱ است.

عبارت (ت): تعداد الکترون‌های موجود در لایه الکترونی با $n=5$ در آن برابر ۵ و تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های با $l=2$ در آن برابر ۲۰ است.

عبارت (ث): در این اتم برخلاف اتم پلاتین زیرلایه $4f$ پر نشده است.

B ۳۷۹- گزینه ۳ آرایش الکترونی اتم‌ها به صورت زیر است:



تعداد الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه آنیون C^- برابر ۶ است. تعداد الکترون‌های با $l=0$ (زیرلایه‌های s) در آنیون B^{3-} نیز برابر ۶ است و این دو مقدار با هم مساوی‌اند.

C ۳۸۰- گزینه ۳ عبارتهای (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

تنها آرایش الکترونی که برای این یون می‌توان فرض کرد به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ است، بنابراین آرایش الکترونی اتم آن به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ خواهد بود.

عبارت (ب): در این اتم، تعداد الکترون‌های زیرلایه‌هایی با $l=1$ برابر ۱۲ است. در کاتیون آن نیز، زیرلایه‌های s دارای ۶ الکترون هستند.

عبارت (پ): این اتم با عنصر A هم دوره (دوره ۴) و با عنصر B هم گروه (گروه ۵) است.

عبارت (ت): هردو عنصر جزو عنصرهای دسته d هستند و زیرلایه d آن‌ها در حال پر شدن است.

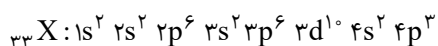
بررسی عبارت نادرست:

عبارت (الف): این عنصر در دوره چهارم و گروه پنجم جدول دوره‌ای قرار دارد.

C ۳۸۱- گزینه ۲ عبارتهای (ب) و (ت) درست هستند.

عبارت (ب): با توجه به محاسبات زیر متوجه می‌شویم که عدد اتمی این عنصر برابر ۳۳ است و در گروه ۱۵ و ردیف چهارم قرار دارد.

$$\left. \begin{aligned} Z+N &= 75 \\ Z+3 &= e \\ N-e &= 6 \Rightarrow N-(Z+3)=6 \Rightarrow N-Z=9 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} Z+(Z+9) &= 75 \Rightarrow 2Z=66 \Rightarrow Z=33 \end{aligned}$$



عبارت (ت): آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصر A به صورت $3d^5 4s^2$ است. بنابراین این عنصر در دوره چهارم و هم‌دوره با عنصر کریپتون است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (الف): اتمی که دارای الکترون با عددهای کوانتومی $l=3$ و $n=4$ ($4f$) است، می‌تواند متعلق به عناصر دسته f ، عناصر دوره‌های ششم و هفتم در دسته‌های p و d و عناصر دوره هفتم در دسته s باشد.

عبارت (ب): فقط آرایش الکترونی کاتیون‌ها می‌تواند به $3d^1$ ختم شود. آرایش الکترونی همه آنیون‌های تک اتمی، به گاز نجیب ختم می‌شود.

۳۸۲- گزینه ۱ آرایش الکترونی عنصرهای دسته d دوره پنجم و همچنین دسته s دوره پنجم، همگی به $5s$ ختم می‌شود که مجموعاً شامل ۱۲ عنصر است. ($a=12$)

همچنین در جدول دوره‌ای فقط آرایش الکترونی عنصرهای دسته p دوره چهارم به $4p$ ختم می‌شود که شامل ۶ عنصر است. ($b=6$) پس نسبت a به b برابر ۲ است.

۳۸۳- گزینه ۲ عبارت‌های (الف)، (ت) و (ث) درست هستند.

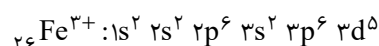
عبارت (الف): با توجه به آرایش الکترونی اتم پالادیم، حدود $39/13$ درصد الکترون‌ها در زیرلایه p قرار دارند.

$${}_{46}\text{Pd}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2 4p^6 4d^8 5s^2 \Rightarrow 18 \div 46 \approx 39/13 = 39/13\%$$

عبارت (ت): با توجه به آرایش‌های الکترونی زیر، تعداد الکترون‌های ظرفیت هر دو برابر هفت است.



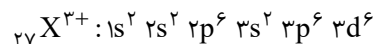
عبارت (ث): می‌دانیم اتم اکسیژن آنیون دو بار منفی ایجاد می‌کند، پس کاتیون به صورت Fe^{3+} است. آرایش الکترونی کاتیون آهن به صورت زیر است:



واضح است که تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه با $l=2$ برابر ۵ و تعداد الکترون‌ها در دو لایه الکترونی اول برابر ۱۰ است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): عدد اتمی عنصر برابر ۲۷ و آرایش الکترونی یون آن مطابق زیر است. در این یون شش زیرلایه توسط الکترون اشغال شده است.



عبارت (پ): اگر عنصر A در لایه الکترونی سوم خود ۱۰ الکترون داشته باشد، آرایش الکترونی آن به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ خواهد بود. بنابراین عدد اتمی این عنصر برابر ۲۲ است و جزو عناصر دسته d محسوب می‌شود.

۳۸۴- گزینه ۳ با توجه به شکل، یون منیزیم به صورت Mg^{2+} و یون فلئورید به صورت F^- است و فرمول شیمیایی ترکیب یونی منیزیم فلئورید به صورت MgF_2 است و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در این ترکیب برابر $\frac{1}{2}$ است.

۳۸۵- گزینه ۳ اتم A یک آنیون به صورت A^{2-} و اتم C یک کاتیون به صورت C^+ ایجاد می‌کند. بنابراین ترکیب یونی آن‌ها به صورت C_2A بوده و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در آن برابر ۲ است. هم‌چنین هر دوی این یون‌ها، به آرایش الکترونی اتم B می‌رسند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): اتم‌های A و D به ترتیب آنیون‌های A^{2-} و D^{3-} ایجاد می‌کنند و با یکدیگر پیوند یونی ایجاد نمی‌کنند.

گزینه (۲): اتم B دارای آرایش هشت‌تایی است و در واکنش شرکت نمی‌کند و یون تشکیل نمی‌دهد.

گزینه (۴): اتم‌های C و D به ترتیب یون‌های C^+ و D^{3-} را ایجاد می‌کنند و ترکیب یونی آن‌ها به صورت C_3D است که نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در آن برابر ۳ است.

۳۸۶- گزینه ۴ اتم هلیم جزو عناصر دسته s است اما کاتیون پایدار با بار $1+$ یا $2+$ تشکیل نمی‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): عنصر A با عدد اتمی ۳۵ جزو عناصر گروه ۱۷ بوده و یک آنیون به صورت A^- ایجاد می‌کند. اتم B با عدد اتمی ۲۰ جزو عناصر گروه ۲ بوده و یک کاتیون به صورت B^{2+} ایجاد می‌کند و ترکیب یونی حاصل از آن‌ها به صورت BA_2 است.

گزینه (۲): با توجه به آخرین زیرلایه‌های آرایش الکترونی اتم‌ها می‌فهمیم که اتم X یک کاتیون پایدار به صورت X^{2+} و اتم Y یک آنیون پایدار به صورت Y^{2-} ایجاد می‌کند و ترکیب یونی حاصل از آن‌ها به صورت XY است.

گزینه (۳): اتم M که در ستون ۱۵ و ردیف دوم جدول دوره‌ای قرار دارد، آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^3$ دارد. با توجه به این آرایش الکترونی می‌فهمیم که این اتم یک آنیون پایدار به صورت M^{3-} ایجاد می‌کند. (در واقع اتم M همان N است.)

۳۸۷- گزینه ۳ عبارتهای (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

عبارت (الف): اتم B با تشکیل کاتیون B^{2+} و اتم X با تشکیل آنیون X^{-} به آرایش الکترونی گاز نجیب Y می‌رسد.

عبارت (ب): اتم‌های D ، M ، N و X به ترتیب یون‌هایی به صورت D^{3+} ، M^{3-} ، N^{2-} و X^{-} ایجاد می‌کنند و تمام فرمول‌های شیمیایی در صورت سؤال درست هستند.

عبارت (پ): اتم C با تشکیل کاتیون C^{3+} به آرایش گاز نجیب Y می‌رسد. هم‌چنین اتم X با تشکیل آنیون X^{-} به آرایش گاز نجیب Y می‌رسد.

بررسی عبارت نادرست:

عبارت (ت): اتمی که با اتم D هم‌گروه و با اتم C هم‌دوره است، دارای آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2 4p^1$ می‌باشد. با توجه به آرایش الکترونی آن، مشخص است که با تشکیل کاتیون ۳ بار مثبت، به آرایش الکترونی گاز نجیب دست پیدا نمی‌کند.

۳۸۸- گزینه ۲ با توجه به جدول زیر به این نتیجه می‌رسیم که نمودار گزینه (۲) بهترین انتخاب است.

عنصر	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
تعداد الکترون‌های ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون - نقطه‌ای	Li.	Be.	B.	C.	N.	O.	F.	Ne:
تعداد الکترون‌های تک	۱	۲	۳	۴	۳	۲	۱	۰

در جدول بالا آرایش الکترون - نقطه‌ای عناصر تناوب دوم رسم شده است. عناصر سایر دوره‌ها در این گروه‌ها، هم به همین صورت هستند.

۳۸۹- گزینه ۴ همه عبارتها درست هستند.

عبارت (الف): در جدول دوره‌ای عناصر، تعداد عناصر موجود در دسته s ، p و d به ترتیب برابر ۱۴، ۳۶ و ۴۰ عنصر است.

عبارت (ب): منظور سؤال زیرلایه d است که گنجایش ۱۰ الکترون را دارد و با ۵ الکترون به حالت نیم پر درمی‌آید. عدد کوانتومی فرعی (l) زیرلایه d برابر ۲ است.

عبارت (پ): رنگ شعله ترکیب یونی سدیم سولفات، زرد رنگ و گاز کلر نیز، گازی زرد رنگ است.

عبارت (ت): طول موج همه پرتوهای مرئی و تعداد کمی از پرتوهای فرابنفش در بازه ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر قرار می‌گیرد.

C ۳۷۲- گزینه ۲ عبارتهای (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): در تقطیر جزء به جزء هوای مایع در دمای 0°C ، رطوبت هوا به صورت یخ جدا می‌شود و در دمای -78°C گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید؛ بنابراین تمام مواد به شکل گازی جدا نمی‌شوند.
عبارت (پ): پس از لایه تروپوسفر و با افزایش ارتفاع از سطح زمین، هواکره رقیق و رقیق‌تر شده و فاصله بین ذرات سازنده آن، بیش‌تر می‌شود.
عبارت (ث): انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

C ۳۷۳- گزینه ۳ عبارتهای (الف)، (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت (ب):

با کاهش دما و رسیدن دما به 273K (-153°C) فقط گاز A به صورت مایع در می‌آید.

توجه وقتی دما را کاهش می‌دهیم به ترتیب A، سپس B و در آخر C به حالت مایع در می‌آیند. درواقع با کاهش دما گازی زودتر مایع می‌شود که نقطه جوش بالاتری داشته باشد.

توجه در صورت افزایش دما هر کدام از اجزا که زودتر به نقطه جوش خود برسند، زودتر نیز به صورت گازی شکل از مخلوط مایع جدا می‌شوند. درواقع با افزایش دما (از -265°C) ابتدا C، سپس B و در آخر A به صورت گازی شکل از مخلوط مایع جدا خواهند شد!

C ۳۷۴- گزینه ۳ عبارتهای (الف)، (ب) و (پ) نادرست هستند.

عبارت (الف): کربن مونواکسید از کربن دی‌اکسید ناپایدارتر است (سطح انرژی بالاتری دارد)، به‌طوری که CO تولید شده در سوختن ناقص در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO_2 تبدیل می‌شود.

عبارت (ب): در واکنش سوختن چربی، انرژی شیمیایی به انرژی نورانی و گرمایی تبدیل می‌شود.

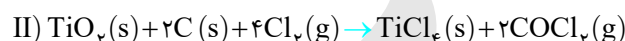
عبارت (پ): اکسیژن در هواکره به‌طور عمده به صورت مولکول‌های دواتمی (O_2) وجود دارد.

C ۳۷۵- گزینه ۳ توجه نمایید که در گزینه‌های (۱) و (۲) دما برحسب کلوین است. می‌دانیم در مقیاس کلوین (K)، دما نمی‌تواند منفی باشد بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) رد می‌شوند.

با توجه به شکل صفحه ۴۷ کتاب درسی دمای هواکره در ارتفاعی بین ۲۵ تا 50° درجه سانتی‌گراد برابر صفر می‌باشد. بنابراین دما در ارتفاع ۷۵ کیلومتری صفر نیست بنابراین گزینه (۴) نیز رد می‌شود.

توجه البته در ارتفاعات بیش از ۸۰ کیلومتری از سطح زمین دما افزایش می‌یابد که این موضوع در گزینه‌های (۲) و (۴) رعایت نشده است.

C ۳۷۶- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش‌های (I) و (II) به صورت زیر است:

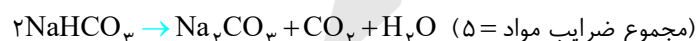


بنابراین نسبت ضریب $\text{Cl}_2(\text{g})$ در واکنش (II) به ضریب $\text{KI}(\text{aq})$ در واکنش (I) $\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ است.

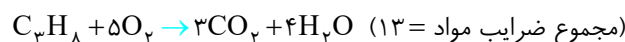
C ۳۷۷- گزینه ۲ معادله موازنه شده تمام واکنش‌ها، به صورت زیر است:



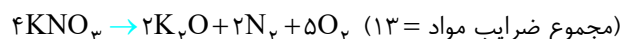
عبارت (الف):



عبارت (ب):



عبارت (پ):

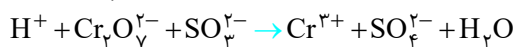


عبارت (ت):



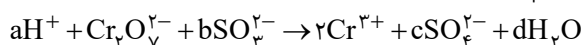
بنابراین مجموع ضرایب مواد شرکت کننده در واکنش‌های (ب) و (پ) بزرگ‌تر از مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش سوختن اتان است.

C ۳۷۸- گزینه ۲ در واکنش‌هایی که همه یا تعدادی از مواد شرکت کننده در واکنش به صورت یونی هستند، علاوه بر موازنه جرم باید موازنه بار نیز انجام شود، یعنی مجموع تعداد بار در دو طرف واکنش باید برابر باشد:



ضریب $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ را یک قرار می‌دهیم.

چون نمی‌توانیم ضریب ماده دیگری را ثابت کنیم، از روش پارامتری استفاده می‌کنیم:



$$\text{H موازنه: } a = 2d$$

$$\text{O موازنه: } 7 + 3b = 4c + d$$

$$\text{S موازنه: } b = c$$

$$a - 2 - 2b = 6 - 2c \xrightarrow{b=c} a = 8$$

$$a = 2d \xrightarrow{a=8} d = 4$$

$$7 + 3b = 4c + d \xrightarrow[b=c]{d=4} c = 7 - 4 = 3 \Rightarrow b = 3$$



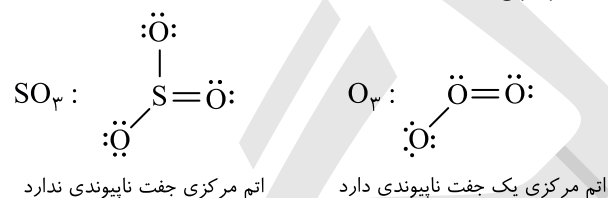
مجموع ضرایب فراورده‌ها برابر ۹ و مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها برابر ۱۲ است. بنابراین نسبت مجموع ضرایب فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها برابر $\frac{9}{12} = \frac{3}{4}$ است.

C ۳۷۹- گزینه ۳ در ردیف (۱) نام هر دو ترکیب درست است.

در ردیف (۲) نام هر دو ترکیب نادرست است. نام درست آن‌ها به صورت روبه‌رو است: Fe_2O_3 : آهن (III) اکسید / CCl_4 : کربن تتراکلرید
ردیف (۳): نام درست CO کربن مونواکسید است. / ردیف (۴): نام درست AlF_3 ، آلومینیم فلئورید است.

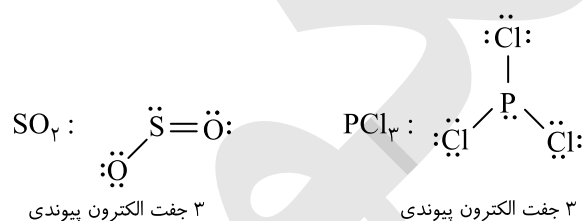
توجه ترکیبات CuO ، Fe_2O_3 ، Cr_2O_3 و AlF_3 یونی هستند در ضمن Al با O و F و بنیان‌های اکسیژن‌دار مانند SO_4^{2-} تشکیل ترکیب یونی می‌دهد، ترکیبات CO ، CCl_4 ، N_2O_5 و Cl_2O_7 مولکولی هستند.

C ۳۸۰- گزینه ۴

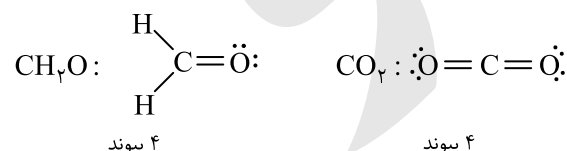


ساختار لوویس سایر گزینه‌ها به صورت زیر است:

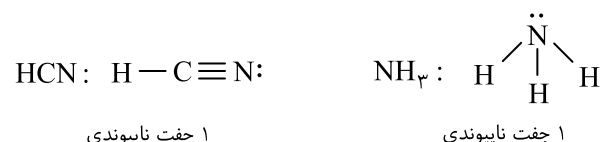
گزینه (۱):



گزینه (۲):



گزینه (۳):



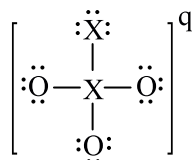
- C ۳۸۱- گزینه ۲ چون اتم X در حالت پایه خود ۱۰ الکترون در زیر لایه p دارد، بنابراین آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:
- $$X: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^4$$
- بنابراین X عضوی از گروه ۱۶ است.

در ساختار یون مطرح شده در سؤال، اگر الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها را جمع کنیم، خواهیم داشت:

$$3O + 2X = 3 \times 6 + 2 \times 6 = 30$$

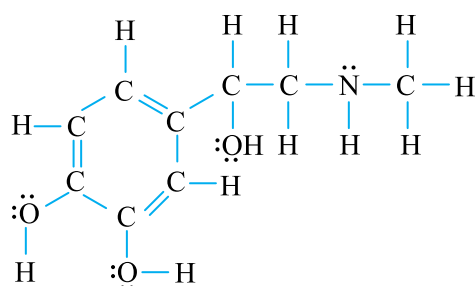
حال با توجه به این که هر اتم در این ساختار به آرایش هشتایی پایدار رسیده است،

مجموع الکترون‌های اطراف اتم‌ها را به دست می‌آوریم:



$$16 \times 2 = 32e^-$$

در مجموع اطراف اتم‌ها ۳۲ الکترون داریم، در حالی که مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها برابر ۳۰ است، بنابراین ۲ الکترون اضافی است. یعنی بار یون ۲- است.



- C ۳۸۲- گزینه ۱ فقط عبارت (پ) درست است.

عبارت (الف): فرمول مولکولی این ترکیب $C_9H_{13}O_3N$ است.

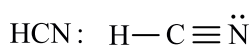
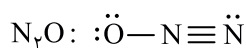
عبارت (ب): تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در این ساختار ۲۹ است.

عبارت (پ): در این ساختار ۳ اتم اکسیژن داریم که هر کدام، ۲ جفت الکترون

ناپیوندی دارند ($3 \times 2 = 6$) و یک اتم نیتروژن داریم که یک جفت الکترون ناپیوندی

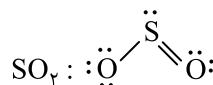
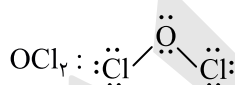
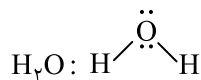
دارد. بنابراین در کل ۷ جفت الکترون ناپیوندی داریم.

عبارت (ت): در این ساختار به جز اتم هیدروژن مابقی اتم‌ها به آرایش هشتایی رسیده‌اند.

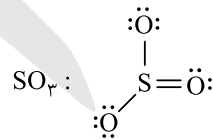
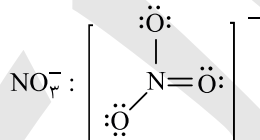
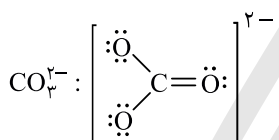


- C ۳۸۳- گزینه ۲ (۱): درست است.

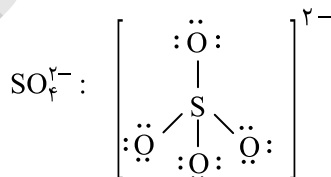
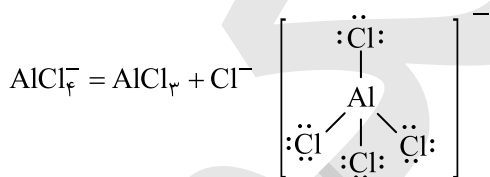
گزینه ۲: نادرست است.



گزینه ۳: درست است.



گزینه ۴: درست است.



توجه برای رسم ساختار لوویس $AlCl_4^-$ دانستن این نکته کافی بود که هالوژن‌ها فقط با پیوند یگانه به اتم مرکزی متصل می‌شوند.

- C ۳۸۴- گزینه ۱ فقط عبارت (الف) صحیح است. می‌دانید که اکسیدهای نافلزی خاصیت اسیدی و اکسیدهای فلزی خاصیت بازی دارند.
- عبارت (الف): NO_2 و SO_2 اکسید نافلزی بوده و خاصیت اسیدی دارند، ولی CaO اکسید فلزی است که خاصیت بازی دارد. بنابراین عبارت (الف) صحیح است.

عبارت (ب): K_2O اکسید فلزی است و خاصیت بازی دارد. (نادرست است)

عبارت (پ): محلول آمونیاک و محلول صابون خاصیت بازی دارند و کاغذ pH در این محلول‌ها به رنگ آبی است، در حالی که محلول کربن دی‌اکسید اسیدی است و کاغذ pH در آن به رنگ قرمز است. (نادرست است)

عبارت (ت): اسیدهای عمده باران سولفوریک اسید و نیتریک اسید هستند که در اثر انحلال SO_2 و NO_2 در آب باران تشکیل می‌شوند.

(نادرست است)

C ۳۸۵- گزینه ۳ x مگاوات ساعت معادل $x \times 10^3$ کیلووات ساعت است.

$$\frac{40}{100} \times x \times 10^3 = 400 \times x \Rightarrow 0.4 \times 400 \times x = 280 \times x \text{ kg CO}_2$$

$$\frac{35}{100} \times x \times 10^3 = 350 \times x \Rightarrow 0.35 \times 350 \times x = 122.5 \times x \text{ kg CO}_2$$

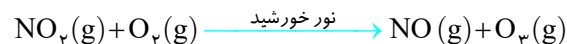
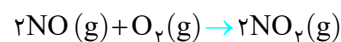
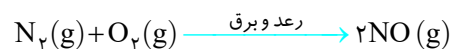
$$\frac{15}{100} \times x \times 10^3 = 150 \times x \Rightarrow 0.15 \times 150 \times x = 22.5 \times x \text{ kg CO}_2$$

$$\frac{10}{100} \times x \times 10^3 = 100 \times x \Rightarrow 0.1 \times 100 \times x = 10 \times x \text{ kg CO}_2$$

$$\text{مگاوات ساعت} = 542/5x = 16275 \Rightarrow x = 30$$

C ۳۸۶- گزینه ۴ بخش قابل توجهی (تقریباً ۷۰٪) از گرمایی که از زمین به سمت فضا گسیل می‌شود، از هواکره عبور کرده و وارد فضا می‌شود و بخشی از آن (تقریباً ۳۰٪) توسط گازهای گلخانه‌ای جذب شده و دوباره به سطح زمین باز می‌گردد.

C ۳۸۷- گزینه ۱ ابتدا واکنش‌های انجام شده را می‌نویسیم:



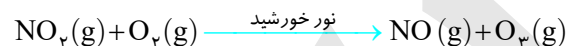
$$? \text{ L O}_3 = 50 \text{ g N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} \times \frac{2 \text{ mol NO}}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{2 \text{ mol NO}_2}{2 \text{ mol NO}} \times \frac{1 \text{ mol O}_3}{1 \text{ mol NO}_2} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol O}_3} = 80 \text{ L}$$

C ۳۸۸- گزینه ۲ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): اوزون بسیار واکنش‌پذیر است و در برابر تابش فرابنفش ناپایدار است.

عبارت (ب): اوزون در لایه تروپوسفر از راه جذب پرتوهای مناسب خورشیدی توسط مولکول‌های NO_2 به وجود می‌آید:



عبارت (پ): اوزون در لایه تروپوسفر نقش زیان‌بار و مخرب دارد و به عنوان یک آلاینده هواکره عمل می‌کند. این لایه از سطح زمین تا ارتفاع تقریباً ۱۲ کیلومتری را شامل می‌شود. در واقع در ارتفاع ۲۵ کیلومتری از سطح زمین با نقش مفید و محافظتی اوزون مواجه هستیم.

عبارت (ت): همان‌طور که در عبارت (ب) بررسی شد، از واکنش NO_2 و O_3 ، اوزون تروپوسفری ساخته می‌شود. NO_2 گازی قهوه‌ای رنگ است.

C ۳۸۹- گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): اگر M_xO_y اکسید اسیدی باشد، M باید یک نافلز (مثلاً گوگرد یا کربن) باشد.

گزینه (۲): اگر آرایش الکترونی لایه ظرفیت یون پایدار M به $3d^5$ ختم شود، قطعاً این یون یک کاتیون می‌باشد و می‌دانیم که یون پایدار فلزات، به صورت کاتیون است. (فلزات الکترون از دست می‌دهند). بنابراین M فلز است و اکسید آن خاصیت بازی دارد.

گزینه (۳): اگر در اثر حل شدن این اکسید در آب pH آب افزایش یابد، می‌توان نتیجه گرفت که M_xO_y یک اکسید بازی (اکسید فلزی) است بنابراین الزاماً $x+y$ بزرگ‌تر از ۳ نیست. مثلاً اگر M متعلق به گروه ۱ باشد فرمول اکسید آن MO می‌باشد.

گزینه (۴): در صورتی که نسبت x به y برابر $\frac{2}{5}$ باشد (M_2O_5) این اکسید، اکسید نافلزی از گروه ۱۵ می‌باشد بنابراین خاصیت اسیدی دارد.

C ۳۹۰- گزینه ۳ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) نادرست هستند. بررسی عبارت‌های نادرست:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

عبارت (الف): در فشار ثابت، حجم گازها با دما رابطه مستقیم دارد:

عبارت (پ): برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد، برای مثال ۰/۲ مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق مثالی از یک نمونه گاز است.

عبارت (ت): حجم یک مول (نه یک نمونه) از گاز اکسیژن و گاز نیتروژن در شرایط STP با هم برابر و برابر ۲۲/۴ لیتر است.

C ۳۹۱- گزینه ۳ می‌دانیم در دما و فشار ثابت حجم گازها با تعداد مول آن‌ها رابطه مستقیم دارد، بنابراین کافی است مول‌ها را با هم مقایسه کنیم:

$$? \text{ mol NO}_2 = 9/2 \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} = 0/2 \text{ mol NO}_2$$

عبارت (الف):

$$? \text{ mol CO}_2 = 8/8 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 0/2 \text{ mol CO}_2$$

عبارت (ب):

$$? \text{ mol O}_2 = 6/4 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0/2 \text{ mol O}_2$$

عبارت (پ):

$$? \text{ mol He} = 2/5 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} = 0/25 \text{ mol He}$$

عبارت (ت):

$$? \text{ mol SO}_2 = 12/8 \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64 \text{ g SO}_2} = 0/2 \text{ mol SO}_2$$

در سه مورد (الف)، (ب) و (ت) این مقادارها برابرند.

C ۳۹۲- گزینه ۱ چگالی گاز کامل با فشار آن رابطه مستقیم و با دمای مطلق آن رابطه عکس دارد:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

ابتدا تغییر حجم را محاسبه می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2 = P_1 + \frac{4}{100} P_1 = \frac{14}{10} P_1 \\ T_2 = T_1 - \frac{20}{100} T_1 = \frac{4}{5} T_1 \end{array} \right., \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{14}{5} \times \frac{P_1 \times V_2}{\frac{4}{5} T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{4}{5} \times \frac{5}{14} \times V_1 = \frac{4}{7} V_1$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{m}{V_2}}{\frac{m}{V_1}} \xrightarrow{\text{جرم ثابت است}} \frac{d_2}{d_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{V_1}{\frac{4}{7} V_1} = \frac{7}{4}, \quad \frac{d_2}{d_1} = 1 + \frac{3}{4} \Rightarrow \text{چگالی ۷۵ درصد افزایش می‌یابد}$$

C ۳۹۳- گزینه ۲ از روش کسرهای تبدیل برای حل این تست استفاده می‌کنیم:



$$? \text{ گاز} = 16/8 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{85}{100} \times \frac{(18+44) \text{ g}}{2 \text{ mol NaHCO}_3} = 5/27 \text{ g گاز}$$

$$? \text{ g Na}_2\text{CO}_3(s) = 16/8 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{85}{100} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = 9/01 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

حال می‌توانیم اختلاف جرم گازها و فراورده جامد (Na_2CO_3) را به دست آوریم:

$$9/01 - 5/27 = 3/74 \text{ g}$$

توجه چون ۸۵٪ جوش شیرین تجزیه شده است، در محاسبات استوکیومتری فقط $\frac{85}{100} \times 16/8$ را در نظر می‌گیریم.

C ۳۹۴- گزینه ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

عبارت (الف): برای به دست آوردن تعداد مولکول باید ابتدا تعداد مول را محاسبه کنیم، سپس در عدد آووگادرو (N_A) ضرب کنیم:

$$\text{اتانول } (C_2H_5OH): 100 \text{ mL } C_2H_5OH \times \frac{0.8 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mL } C_2H_5OH} \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46 \text{ g } C_2H_5OH} = 1.74 \text{ mol } C_2H_5OH \Rightarrow \text{تعداد مولکول} = 1.74 N_A$$

$$\text{متان } (CH_4): 16/8 \text{ L } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{22.4 \text{ L } CH_4} \times \frac{N_A \text{ تعداد مولکول}}{1 \text{ mol } CH_4} = 0.75 N_A$$

عبارت (ب):

$$\text{از هر گازی } 1 \text{ mol} \times \frac{0.56 \text{ L}}{22.4 \text{ L}} = 0.025 = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

عبارت (پ): اگر جرم چند نمونه گازی برابر باشد، نمونه‌ای که جرم مولی (M) آن کم‌تر است، تعداد مول بیش‌تری داشته، بنابراین در شرایط یکسان، حجم و تعداد مولکول‌های آن نیز بیش‌تر است.

عبارت (ت): می‌دانیم در شرایط یکسان، حجم مول مساوی از گازهای مختلف برابر است. پس کافی است مول‌ها را با هم مقایسه کنیم:

$$5/6 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} = 0.2 \text{ mol CO}$$

$$1/20.2 \times 10^{23} \text{ مولکول } C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{6.022 \times 10^{23} \text{ مولکول}} \approx 0.2 \text{ mol } C_2H_6$$

C ۳۹۵- گزینه ۱ ابتدا حجم N_2 حاصل از واکنش اول را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ L } N_2 = 130 \text{ g } NaN_3 \times \frac{1 \text{ mol } NaN_3}{65 \text{ g } NaN_3} \times \frac{3 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NaN_3} \times \frac{22.4 \text{ L } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 67.2 \text{ L } N_2$$

بنابراین حجم بخار آب تولید شده در واکنش دوم نیز برابر 67.2 L است.



$$? \text{ g } H_2O = 100/8 \text{ g } (NH_4)_2Cr_2O_7 \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7}{252 \text{ g } (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{4 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 28/8 \text{ g } H_2O$$

میان‌بر محاسباتی

$$\frac{100/8 \times 4 \times 18}{252} \xrightarrow{\text{تکنیک دسته‌بندی}} \frac{100/8 \times 4 \times 18}{252} \times 10^{-1} \xrightarrow{\text{صورت ضربی از مخرج است}} 16 \times 18 \times 10^{-1} \xrightarrow{\text{تکنیک جزیه‌ج}} 16(10 + 8) = 16 + 128 = 28/8$$

حال می‌توانیم با داشتن حجم و جرم بخار آب، چگالی آن را محاسبه کنیم:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \frac{28/8}{67.2} = 0.43 \text{ g.L}^{-1}$$

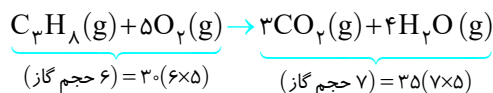
C ۳۹۶- گزینه ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ث) نادرست هستند.

عبارت (الف): جانداران ذره‌بینی علاوه بر این که گاز نیتروژن مورد نیاز گیاهان را در خاک تثبیت می‌کنند، در تجزیه سوخت سبز به مواد ساده‌تر نیز دخالت دارند.

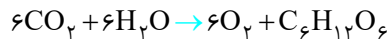
عبارت (پ): در مقادیر برابر از گاز طبیعی و بنزین، سوختن گاز طبیعی گرمای بیش‌تری تولید می‌کند.

عبارت (ث): توسعه پایدار یعنی این که در تولید هر فراورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

C ۳۹۷- گزینه ۴ ابتدا معادله واکنش‌های انجام شده را می‌نویسیم:



می‌دانیم در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای مختلف با هم برابر است. پس هر مول از گازهای شرکت کننده در این واکنش ۵ لیتر حجم دارد. پس حجم CO_2 برابر $3 \times 5\text{L}$ است. حال واکنش فتوستنز را می‌نویسیم:



$$\frac{\text{لیتر CO}_2}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی گازها}} = \frac{\text{گرم O}_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{15}{5 \times 6} = \frac{g}{32 \times 6} \Rightarrow g \text{ O}_2 = 96$$

حال باید از لیتر CO_2 برسیم به گرم گاز اکسیژن:

C ۳۹۸- گزینه ۲



$$? \text{ Cu} = 16/8 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{63.5}{1 \text{ mol Cu}} = 1/8 \times 63.5 \text{ Cu}$$

$$? \text{ L H}_2\text{O} = 16/8 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 6/7 \text{ L H}_2\text{O}$$

C ۳۹۹- گزینه ۳ **روش اول:** در واکنش (I) ابتدا از گرم NaHCO_3 به مول گاز CO_2 می‌رسیم و سپس مول به دست آمده را در واکنش (II) قرار می‌دهیم تا به میلی لیتر گاز اکسیژن برسیم. از روش کسرهای تبدیل استفاده می‌کنیم:

$$4/2 \text{ kg NaHCO}_3 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} = 25 \text{ mol CO}_2$$

$$25 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}_2} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ mL}}{1/4 \text{ g O}_2} = 280 \text{ mL O}_2$$

توجه در تست‌هایی که دو واکنش مطرح می‌شود، اگر این دو واکنش ماده مشترکی داشتند (به طوری که این ماده مشترک در یک واکنش جزو فراورده‌ها و در واکنش دیگر جزو واکنش دهنده‌ها باشد) می‌توانیم ابتدا ضریب ماده مشترک را یکسان کنیم (با ضرب عددی در یکی از واکنش‌ها) و سپس بین داده و خواسته سؤال به طور مستقیم تناسب برقرار کنیم.

توجه در واقع در چنین مسائلی داده سؤال در یک واکنش و خواسته سؤال در واکنشی دیگر است.

روش دوم: ابتدا ضریب ماده مشترک (CO_2) را با ضرب عدد ۲ در واکنش (I) یکسان می‌کنیم، سپس بین NaHCO_3 و O_2 به طور مستقیم تناسب برقرار می‌کنیم:

$$4\text{NaHCO}_3 \sim \text{O}_2 \rightarrow \frac{4/2 \times 1000}{84 \times 4} = \frac{1/4 \times V}{32 \times 1} \Rightarrow V = 280 \text{ mL O}_2$$

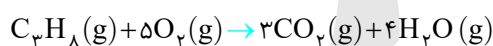
C ۴۰۰- گزینه ۲ ابتدا جرم متان را برابر a و جرم پروپان را برابر (a-۶۳) در نظر می‌گیریم. سپس جرم CO_2 حاصل از سوختن متان را



b گرم و CO_2 حاصل از سوختن پروپان را c گرم در نظر می‌گیریم:

با روش تناسب (مول به ضریب) داریم:

$$\frac{\text{CH}_4}{a} = \frac{\text{CO}_2}{b} \Rightarrow b = \frac{44}{16} a = \frac{11}{4} a \text{ g CO}_2$$



$$\frac{\text{C}_3\text{H}_8}{63-a} = \frac{\text{CO}_2}{c} \Rightarrow c = (189-3a) \text{ g CO}_2$$

$$\frac{11}{4} a + (189-3a) = 180 \Rightarrow -\frac{a}{4} = -9 \Rightarrow a = 36 \text{ g}$$

می‌دانیم در مجموع ۱۸۰ گرم CO_2 داریم:

بنابراین جرم متان در این مخلوط ۳۶ گرم و جرم پروپان برابر ۶۳-۳۶=۲۷ گرم است.

C ۳۵۰- گزینه ۲ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

عنصرهای A_{11} و B_{12} به ترتیب مربوط به گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی بوده و کاتیون‌های A^+ و B^{2+} را تشکیل می‌دهند. عنصرهای C_8 و E_{17} نیز به ترتیب مربوط به گروه‌های ۱۶ و ۱۷ جدول تناوبی بوده و آنیون‌های C^{2-} و E^- را تشکیل می‌دهند. با توجه به این اطلاعات به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

عبارت (الف): A^+ با آنیون SO_4^{2-} ، ترکیب A_2SO_4 و E^- با کاتیون NH_4^+ ترکیب NH_4E را تشکیل می‌دهند.

عبارت (ب): ترکیب حاصل از A^+ و یون نیتрат (NO_3^-) ، به صورت ANO_3 بوده و در این ترکیب، ۵ اتم و ۳ عنصر وجود دارد که مجموع آن‌ها ۸ است.

عبارت (پ):

$$\left\{ \begin{array}{l} B^{2+}, CO_3^{2-} : BCO_3 \rightarrow 5 \text{ اتم} \\ Al^{3+}, C^{2-} : Al_2C_3 \rightarrow 5 \text{ اتم} \end{array} \right. \rightarrow \text{تفاوت تعداد اتم‌ها} = 0$$

عبارت (ت): A^+ با هیدروکسید (OH^-) ، ترکیب AOH را تشکیل می‌دهد که در این ترکیب، حاصل ضرب تعداد کاتیون در بار کاتیون برابر یک است، بنابراین یک الکترون از کاتیون به آنیون منتقل می‌شود.

C ۳۵۱- گزینه ۳ ترکیب‌های یونی که کاتیون و آنیون آن‌ها تک‌اتمی باشد، فقط پیوند یونی دارند. اگر کاتیون و یا آنیون یک ترکیب یونی چند اتمی باشد، در این ترکیب‌ها، علاوه بر پیوند یونی، پیوند کووالانسی نیز وجود دارد. در گزینه (۳)، نقره کلرید $(AgCl)$ دارای کاتیون و آنیون تک‌اتمی بوده، بنابراین فقط پیوند یونی دارد. ترکیب‌های آمونیوم کربنات $((NH_4)_2CO_3)$ و کروم (II) نیترات $(Cr(NO_3)_2)$ به ترتیب دارای ۴ و ۳ نوع اتم (عنصر) هستند، بنابراین ۴ تایی و ۳ تایی می‌باشند و در ترکیب آمونیوم سولفید $((NH_4)_2S)$ ، کاتیون (آمونیوم) یون چند اتمی بوده، بنابراین دارای پیوند کووالانسی است.

C ۳۵۲- گزینه ۲ کاتیون X^{n+} با یون سولفات (SO_4^{2-}) ترکیب $X_2(SO_4)_n$ و کاتیون Y^{m+} با یون فسفات (PO_4^{3-}) ترکیب $Y_3(PO_4)_m$ را تشکیل می‌دهند، بنابراین:

$$X_2(SO_4)_n : \text{مجموع تعداد اتم‌ها} = 2 + 5n = 17 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow X^{3+}$$

$$Y_3(PO_4)_m : \text{مجموع تعداد اتم‌ها} = 3 + 5m = 13 \Rightarrow m = 2 \Rightarrow Y^{2+}$$

با توجه به دو کاتیون X^{3+} و Y^{2+} ، دو ترکیب بیان شده در گزینه (۲)، نادرست هستند و شکل صحیح آن‌ها به صورت $X_2(CO_3)_3$ و $Y(NO_3)_2$ است.

C ۳۵۳- گزینه ۲ با توجه به چگالی محلول سدیم هیدروکسید، جرم محلول را به دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 1/2 \text{ g.mL}^{-1} = \frac{X \text{ g محلول}}{60 \text{ mL}} \Rightarrow X = 72 \text{ g محلول}$$

درصد جرمی دو محلول پتاسیم نیترات و سدیم هیدروکسید برابر است، بنابراین: درصد جرمی محلول $NaOH$ = درصد جرمی محلول KNO_3

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم } KNO_3}{\text{جرم محلول } KNO_3} \times 100 = \frac{\text{جرم } NaOH}{\text{جرم محلول } NaOH} \times 100 \Rightarrow \frac{3/2 \text{ g } KNO_3}{24 \text{ g محلول } KNO_3} = \frac{X \text{ g } NaOH}{72 \text{ g محلول } NaOH} \Rightarrow X = 9/6 \text{ g } NaOH$$

$$? \text{ mol } NaOH = 9/6 \text{ g } NaOH \times \frac{1 \text{ mol } NaOH}{40 \text{ g } NaOH} = 0/24 \text{ mol } NaOH$$

C ۳۵۴- گزینه ۳ جرم حل شونده موجود در ۲۰۰ گرم محلول ۱۰۰ppm را به دست می آوریم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 100 \text{ ppm} = \frac{X \text{ g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{200 \text{ g محلول}} \times 10^6 = 0.2 \text{ g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$$

با توجه به جرم آمونیوم سولفات موجود در محلول، فرض می کنیم با اضافه کردن m گرم آب به ۲۰۰ گرم محلول آمونیوم سولفات، غلظت محلول حاصل برابر ۲۸/۵ppm خواهد شد که برای گیاه مفید است. در این صورت مقدار آب اضافه شده (m) را به دست می آوریم:

$$\frac{0.2 \text{ g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{200 \text{ g محلول} + m \text{ g H}_2\text{O}} \times 10^6 = 28/5 \text{ ppm} \Rightarrow m = 500 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\text{چگالی آب} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{حجم آب}} \Rightarrow 1 \text{ g.cm}^3 = \frac{500 \text{ g H}_2\text{O}}{X \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}} \Rightarrow X = 500 \text{ cm}^3 = 0.5 \text{ L H}_2\text{O}$$

C ۳۵۵- گزینه ۲ چگالی آب استخر ۱ kg.L⁻¹ است، بنابراین با توجه به چگالی، جرم آب استخر را به دست می آوریم:

$$\text{چگالی} = 1 \text{ kg.L}^{-1} \Rightarrow 7 \times 10^5 \text{ L} \xrightarrow{1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}} 700 \text{ m}^3 = \text{حجم آب استخر}$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم آب استخر}}{\text{حجم آب استخر}} \Rightarrow 1 \text{ kg.L}^{-1} = \frac{X \text{ g آب استخر}}{7 \times 10^5 \text{ L آب استخر}} \Rightarrow X = 7 \times 10^5 \text{ kg}$$

مقدار مجاز کلر موجود در آب استخر ۱ ppm است، بنابراین مقدار گرم آن را در ۷ × ۱۰^۵ kg آب استخر به دست می آوریم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 1 \text{ ppm} = \frac{X \text{ g کلر}}{7 \times 10^5 \text{ g آب استخر}} \times 10^6 \Rightarrow X = 700 \text{ g کلر}$$

$$\text{جرم محلول } 0.7\% \text{ درصد جرمی کلر را به دست می آوریم: } \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 0.7\% = \frac{700 \text{ g کلر}}{X \text{ g محلول}} \times 100 \Rightarrow X = 10^5 \text{ g}$$

C ۳۵۶- گزینه ۳ محلول ۱ مولار غلیظ است و مقدار حل شونده را در این محلول به دست می آوریم:

$$\text{غلظت محلول غلیظ} = \frac{\text{مقدار حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 1 \text{ mol.L}^{-1} = \frac{X \text{ mol شکر}}{15 \times 10^{-2} \text{ L}} \Rightarrow X = 0.15 \text{ mol شکر}$$

با اضافه کردن آب، غلظت محلول ۲۵٪ کاهش می یابد و برابر ۷۵٪ مول بر لیتر می شود. مقدار مول شکر در دو محلول رقیق و غلیظ یکسان است، بنابراین با توجه به غلظت محلول رقیق و مقدار مول شکر، حجم محلول رقیق را به دست می آوریم:

$$\text{محلول رقیق } 0.2 \text{ L} = \frac{0.15 \text{ mol شکر}}{X \text{ L محلول رقیق}} \Rightarrow X = 0.2 \text{ L}$$

$$\text{حجم آب اضافه شده} = \text{حجم محلول غلیظ} - \text{حجم محلول رقیق} = 0.15 - 0.2 = -0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

با توجه به این که چگالی آب ۱ g.mL⁻¹ است، بنابراین جرم آب اضافه شده ۵۰ g خواهد بود.

C ۳۵۷- گزینه ۴ مقدار NaOH حل شده در ۲۰۰ گرم محلول ۷۰ درصد جرمی را به دست می آوریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 70\% = \frac{X \text{ g NaOH}}{200 \text{ g محلول}} \times 100 \Rightarrow X = 140 \text{ g NaOH}$$

با اضافه کردن ۱۰ گرم سدیم هیدروکسید به محلول، جرم حل شونده و محلول جدید را به دست می آوریم:

$$\text{محلول جدید } 210 \text{ g} = 200 \text{ g} + 10 \text{ g} \quad , \quad \text{جرم NaOH جدید } 150 \text{ g} = 140 \text{ g} + 10 \text{ g}$$

$$? \text{ mol NaOH} = 150 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 3.75 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 1.4 \text{ g.mL}^{-1} = \frac{210 \text{ g محلول}}{X \text{ mL محلول}} \Rightarrow X = 150 \text{ mL} = 0.15 \text{ L محلول}$$

غلظت مولی محلول جدید را به دست می آوریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مقدار حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} = \frac{3/75 \text{ mol NaOH}}{0/15 \text{ L}} = 25 \text{ mol.L}^{-1}$$

C ۳۵۸- گزینه ۱ چون دو محلول هم جنس را با حجم و غلظت مولی مشخص مخلوط می کنیم، با استفاده از رابطه زیر، غلظت مولی محلول نهایی را به دست می آوریم:

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow M = \frac{25 \times 0/25 + 25 \times 0/1}{0/25 + 0/1} = 25 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به رابطه بین درصد جرمی و غلظت مولی، درصد جرمی محلول نهایی را به دست می آوریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times a \times d}{M} \Rightarrow 25 \text{ mol.L}^{-1} = \frac{10 \times a \times 1 \text{ g.mL}^{-1}}{58/5 \text{ g.mol}^{-1}} \Rightarrow a = 11/7 \text{ w/w}$$

C ۳۵۹- گزینه ۴ دو محلول هم جنس با غلظت مولی و حجم مشخص را با یکدیگر مخلوط می کنیم و غلظت مولی محلول نهایی به صورت زیر به دست می آید:

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow M = \frac{25 \times 0/5 + 1/5 \times 0/15}{0/5 + 0/15} = 1/625 \text{ mol.L}^{-1}$$

مقدار مول حل شونده (MgCl_2) را در محلول نهایی به دست می آوریم:

$$\text{غلظت مولی محلول نهایی} = 1/625 \text{ mol.L}^{-1}, \quad \text{حجم محلول نهایی} = 50 \text{ mL} + 150 \text{ mL} = 200 \text{ mL} = 0/2 \text{ L}$$

$$\text{غلظت محلول} = \frac{\text{مقدار حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 1/625 \text{ mol.L}^{-1} = \frac{X \text{ mol MgCl}_2}{0/2 \text{ L}} \Rightarrow X = 3/25 \times 10^{-1} \text{ mol MgCl}_2$$

$$? \text{ g AgNO}_3 = 3/25 \times 10^{-1} \text{ mol MgCl}_2 \times \frac{2 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ mol MgCl}_2} \times \frac{170 \text{ g AgNO}_3}{1 \text{ mol AgNO}_3} = 110/5 \text{ g AgNO}_3$$

$$\text{درصد جرمی محلول} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 65 = \frac{110/5 \text{ g AgNO}_3}{X \text{ g محلول}} \times 100 \Rightarrow X = 170 \text{ g محلول}$$

C ۳۶۰- گزینه ۲ با توجه به این که در هر مرحله رقیق کردن، غلظت نصف می شود، بنابراین غلظت محلول در دو مرحله قبل را به دست می آوریم:

$$0/6 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{\times 2} 1/2 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{\times 2} 2/4 \text{ mol.L}^{-1} \text{ (محلول اولیه)}$$

با توجه به مولاریته و چگالی محلول، درصد جرمی محلول را به دست می آوریم:

$$\text{مولاریته} = \frac{10 \times a \times d}{M} \Rightarrow 2/4 \text{ mol.L}^{-1} = \frac{10 \times a \times 1/2 \text{ g.mL}^{-1}}{85 \text{ g.mol}^{-1}} \Rightarrow a = 17 \text{ w/w}$$

C ۳۶۱- گزینه ۱ با توجه به چگالی، جرم محلول را به دست می آوریم:

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 1/2 \text{ g.mL}^{-1} = \frac{X \text{ g محلول}}{250 \text{ mL محلول}} \Rightarrow X = 300 \text{ g محلول}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{محلول } 100 \text{ g آب} + 60 \text{ g حل شونده: در دمای } 80^\circ \text{C} \\ \text{محلول } 100 \text{ g آب} + x \text{ g حل شونده: در دمای } 40^\circ \text{C} \end{array} \right\} \text{جرم رسوب} = (60 - x) \text{ g}$$

بنابراین به ازای 160 گرم محلول، $(60 - x)$ گرم رسوب خواهیم داشت، حال می توانیم با یک تناسب مقدار x را به دست آوریم:

$$\left[\begin{array}{cc} (160 \text{ g محلول}) & (60 - x) \text{ g (رسوب)} \\ (300 \text{ g محلول}) & 12 \text{ g (رسوب)} \end{array} \right] \Rightarrow 12 \times 160 = (60 - x) \times 300 \Rightarrow x = 53/6 \text{ g}$$

در نتیجه انحلال پذیری در دمای 40°C (x) برابر $53/6$ گرم است.

۳۶۲- گزینه ۴ با توجه به نمودار، انحلال پذیری محلول KI در دمای 60°C برابر 60 گرم است، یعنی در هر 100 گرم آب، 60 گرم KI حل می شود، بنابراین در 160 گرم محلول ($100\text{g H}_2\text{O} + 60\text{g KI}$) نیز، 60 گرم KI حل شده است. با توجه به اطلاعات مسأله، با کاهش دمای 250 گرم محلول KI، $31/25$ گرم رسوب تشکیل می شود، بنابراین مقدار رسوب تشکیل شده به ازای کاهش دمای 160 گرم محلول KI را به دست می آوریم:

$$\left[\begin{array}{cc} 250(\text{g محلول}) & 31/25(\text{g رسوب}) \\ 160(\text{g محلول}) & X(\text{g رسوب}) \end{array} \right] \Rightarrow X = 20\text{g رسوب}$$

$X =$ انحلال پذیری در دمای ثانویه ، $60\text{g} =$ انحلال پذیری در دمای $60^{\circ}\text{C} \rightarrow 60^{\circ}\text{C}$ دمای اولیه ، $20\text{g} =$ مقدار رسوب

$$20\text{g رسوب} = |60\text{g} - X| \Rightarrow X = 40\text{g}$$

بنابراین انحلال پذیری در دمای ثانویه برابر 40 گرم است. با توجه به نمودار، در دمای 40°C انحلال پذیری 40 گرم است، بنابراین باید دما را $20^{\circ}\text{C} = 40 - 60$ کاهش دهیم.

۳۶۳- گزینه ۳ با توجه به نمودار در دمای 49°C در هر 100 گرم آب، حداکثر 80 گرم KNO_3 حل می شود، بنابراین مقدار نمک حل شده در 200 گرم آب را به دست می آوریم:

$$\left[\begin{array}{cc} 100(\text{g H}_2\text{O}) & 80(\text{g KNO}_3) \\ 200(\text{g H}_2\text{O}) & X(\text{g KNO}_3) \end{array} \right] \Rightarrow X = 160\text{g KNO}_3$$

بنابراین در 200 گرم آب، حداکثر 160 گرم KNO_3 حل می شود، اما در محلول داده شده، مقدار 120 گرم نمک در 200 گرم آب حل شده است، پس محلول حاصل سیر نشده است و اگر مقدار $160\text{g} - 120\text{g} = 40\text{g}$ نمک به محلول اضافه شود، محلول سیر شده به دست می آید. با توجه به مسأله، در دمای 49°C ، در 200 گرم آب، 120 گرم نمک حل شده است، بنابراین می توان گفت در 100 گرم آب، نیز 60 گرم نمک حل شده است که با توجه به نمودار، اگر دمای محلول (49°C) را حدود 10°C کاهش دهیم (39°C) روی منحنی قرار گرفته و محلول سیر شده به دست می آید.

۳۶۴- گزینه ۳ انحلال پذیری ترکیب B را در دمای 10°C و 55°C به دست می آوریم:

$$S = 0/8\theta + 72 \Rightarrow \theta = 10^{\circ}\text{C} \Rightarrow S = 80\text{g} , \theta = 55^{\circ}\text{C} \Rightarrow S = 116\text{g}$$

در دمای 10°C ، در 100 گرم آب حداکثر 80 گرم ترکیب B حل می شود، پس می توان گفت: در دمای 10°C ، در 180g محلول ($80\text{g B} + 100\text{g H}_2\text{O}$) نیز، حداکثر 80 گرم ترکیب B حل شده است. با توجه به این که انحلال پذیری ترکیب B در دمای 55°C برابر 116 گرم است، بنابراین جرم رسوب تولید شده در نتیجه کاهش دما از 55°C به 10°C را به دست می آوریم:

$$\text{رسوب } 36\text{g} = 116\text{g} - 80\text{g} = |116\text{g} - 80\text{g}| = \text{مقدار رسوب}$$

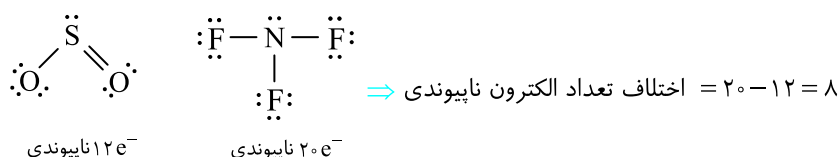
پس در اثر کاهش دمای 180 گرم محلول ترکیب B، 36 گرم رسوب تشکیل می شود، بنابراین مقدار رسوب تشکیل شده در اثر کاهش دما 45 گرم محلول را به دست می آوریم:

$$\left[\begin{array}{cc} 180(\text{g محلول}) & 36(\text{g رسوب}) \\ 45(\text{g محلول}) & X(\text{g رسوب}) \end{array} \right] \Rightarrow X = 9\text{g B رسوب}$$

با توجه به رسوب به دست آمده، مقدار حجم محلول $0/5$ مولار را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol B} = 9\text{g B} \times \frac{1\text{mol B}}{180\text{g B}} = 0/05\text{mol B} , \text{ غلظت مولی} = \frac{\text{مقدار حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 0/05\text{mol.L}^{-1} = \frac{0/05\text{mol B}}{XL \text{ محلول}} \Rightarrow X = 0/1\text{L}$$

۳۶۵- گزینه ۲ ساختار لوویس مولکول های NF_3 و SO_3 به صورت زیر است. در این دو مولکول، به دلیل وجود الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، قطبی هستند و اختلاف تعداد الکترون های ناپیوندی آن ها برابر 8 است.



C ۳۶۶- گزینه ۲ مولکول PCl_3 قطبی و مولکولهای SO_3 و O_3 ناقطبی هستند از طرف دیگر، جرم مولی مولکول PCl_3 از دو مولکول

دیگر بیشتر است، بنابراین قدرت نیروی بین مولکولی PCl_3 بیشتر از دو مولکول دیگر است و چون جرم مولی SO_3 (80 g.mol^{-1}) بیشتر از

از O_3 (48 g.mol^{-1}) می باشد، بنابراین نیروی بین مولکولی SO_3 نیز بیشتر از O_3 خواهد بود. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۱): $\text{NH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3$ ، گزینه (۳): $\text{HF} > \text{HBr} > \text{HCl}$ ، گزینه (۴): $\text{H}_2\text{O} > \text{SO}_2 > \text{H}_2\text{S}$

در سه گزینه بالا، مولکول اول، به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی، قوی ترین نیروی بین مولکولی را دارد و مولکول دوم به دلیل بیشتر بودن جرم، نسبت به مولکول سوم نیروی بین مولکولی قوی تری دارد.

C ۳۶۷- گزینه ۳ قدرت پیوند کووالانسی (C) بیشتر از تمام نیروهای بین مولکولی (A, B, D, E, F) است (گزینه ۴) نادرست).

قدرت پیوند هیدروژنی (A, F) بیشتر از نیروهای وان دروالس (E, D, B) است (گزینه ۲ نادرست) در میان پیوند هیدروژنی A و F، پیوند

هیدروژنی بین مولکولهای اتانول و آب در محلول قوی تر از پیوند هیدروژنی بین مولکولهای اتانول است، بنابراین F قوی تر از A می باشد.

در میان نیروهای وان دروالس (E, D, B)، قدرت نیروی بین مولکولهای قطبی SO_2 (D) بیشتر از قدرت نیروی بین مولکولهای ناقطبی

O_3 و $(\text{E}, \text{B}) \text{N}_2$ است. در میان مولکولهای ناقطبی O_3 و $(\text{E}, \text{B}) \text{N}_2$ جرم مولکول O_3 بیشتر از N_2 است، بنابراین قدرت نیروی بین

مولکولی $(\text{B}) \text{O}_3$ بیشتر می باشد (گزینه ۳) درست).

C ۳۶۸- گزینه ۲ عبارات (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت ها:

عبارت (الف): ترکیب حاصل از دو عنصر A (سدیم) و D (اکسیژن) یونی است که از مولکولهای مجزا تشکیل نشده است.

عبارت (ب): عنصر B (کربن) با آرایش الکترون - نقطه $(\cdot \dot{\text{C}} \cdot)$ با عنصر D (اکسیژن) با آرایش الکترون - نقطه $(\cdot \ddot{\text{O}} \cdot)$ ترکیب ناقطبی CO_2

را تشکیل می دهد که در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند.

عبارت (پ): عنصر F (گوگرد) با آرایش الکترونی $(\cdot \ddot{\text{S}} \cdot)$ با عنصر D (اکسیژن) دو ترکیب SO_2 و SO_3 را تشکیل می دهند

که تعداد الکترونهای پیوندی ترکیب SO_3 بیشتر از و برابر ۸ است.

عبارت (ت): عنصر G (هیدروژن) با عنصر D (اکسیژن) ترکیب H_2O و با عنصر F (گوگرد) ترکیب H_2S را تشکیل

می دهد که مولکول H_2O به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی نقطه جوش بیشتری دارد.

عبارت (ث): عنصر C (نیتروژن) با آرایش الکترونی $(\cdot \ddot{\text{N}} \cdot)$ با عنصر E (فلوئور) با آرایش الکترونی $(\cdot \ddot{\text{F}} \cdot)$ ، ترکیب قطبی NF_3 را تشکیل

می دهند که گشتاور دوقطبی آن صفر نیست، اما عنصر B (کربن) با عنصر F (گوگرد) ترکیب ناقطبی CS_2 را تشکیل می دهند که گشتاور

دوقطبی آن صفر است.

C ۳۶۹- گزینه ۳ با توجه به مسأله، عنصر D گاز نجیب بوده و اتم E در دوره سوم جدول تناوبی قرار دارد (چون دارای سه لایه اصلی انرژی

است)، بنابراین D گاز نجیب ${}_{10}\text{Ne}$ بوده و عنصرهای A, B, C, D و E به ترتیب ${}_{7}\text{N}$ ، ${}_{8}\text{O}$ ، ${}_{9}\text{F}$ ، ${}_{10}\text{Ne}$ و ${}_{11}\text{Na}$ هستند.

آرایش الکترون - نقطه ای اتم A (نیتروژن) به صورت $\cdot \ddot{\text{N}} \cdot$ است که با اتم ${}_{17}\text{Cl}$ ($\cdot \ddot{\text{Cl}} \cdot$) ترکیب ACl_3 را ایجاد می کند.

با توجه با ساختار لوویس آن، اختلاف تعداد الکترونهای ناپیوندی و پیوندی برابر ۱۴ است.

$$\begin{cases} \text{تعداد الکترون پیوندی} = 6 \\ \text{تعداد الکترون ناپیوندی و پیوندی} = 20 - 6 = 14 \\ \text{تعداد الکترون ناپیوندی} = 20 \end{cases} \Rightarrow$$

بررسی سایر گزینه ها:

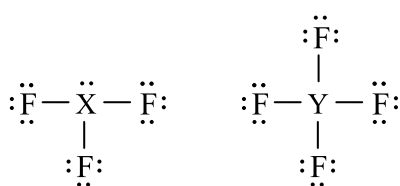
گزینه (۱): مولکول ACl_3 همان NF_3 است که قطبی بوده و نیروی بین مولکولی آن از مولکول ناقطبی CO_2 قوی تر است.

گزینه (۲): اتم H می تواند با اتمهای A (N)، B (O) و C (F) به ترتیب ترکیبات NH_3 ، H_2O و HF را ایجاد کند که توانایی تشکیل

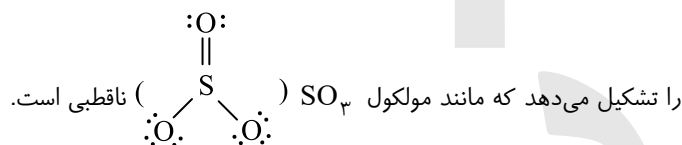
پیوند هیدروژنی را دارند.

گزینه (۴): عنصرهای B (O) و E (Na)، ترکیب یونی $(\text{Na})_2\text{O}$ را تشکیل می دهند که برای ذوب کردن آن باید بر پیوندهای یونی

بین کاتیون E^+ و آنیون B^{2-} غلبه کرد.



۳۷۰- گزینه ۲ عبارتهای (الف) و (ب) نادرست هستند. هر اتم F دارای سه جفت الکترون ناپیوندی است. با توجه به تعداد کل الکترونهای ناپیوندی دو ترکیب XF_3 (۲۰ الکترون) و YF_4 (۲۴ الکترون) می توان نتیجه گرفت که ساختار لوویس آنها به صورت روبه رو است. که با توجه به ساختار لوویس می توان نتیجه گرفت، آرایش الکترون - نقطه ای اتمهای X و Y به ترتیب به صورت $(\cdot\ddot{\text{X}}\cdot)$ و $(\cdot\ddot{\text{Y}}\cdot)$ است. با توجه به این اطلاعات به بررسی عبارتهای می پردازیم: عبارت (الف): با توجه به ساختار لوویس دو مولکول XF_3 و YF_4 می توان گفت که XF_3 مولکول قطبی و YF_4 ناقطبی است. عبارت (ب): با توجه به آرایش الکترون - نقطه ای Y $(\cdot\ddot{\text{Y}}\cdot)$ ، این اتم با اکسیژن $(\cdot\ddot{\text{O}}\cdot)$ ، ترکیب YO_2 با ساختار لوویس $(\cdot\ddot{\text{O}}=\text{Y}=\ddot{\text{O}}\cdot)$ را تشکیل می دهد که مانند مولکول SO_2 $(\cdot\ddot{\text{O}}=\text{S}=\ddot{\text{O}}\cdot)$ ناقطبی است.



عبارت (پ): با توجه به آرایش الکترون - نقطه ای دو اتم X و Y، تعداد الکترونهای ظرفیت آنها به ترتیب ۵ و ۴ است. عبارت (ت): اتم Y $(\cdot\ddot{\text{Y}}\cdot)$ با گوگرد $(\cdot\ddot{\text{S}}\cdot)$ ترکیب YS_2 را تشکیل می دهد که براساس ساختار لوویس آن، تعداد الکترونهای ناپیوندی، دو برابر تعداد جفت الکترونهای پیوندی آن است.

$$\left\{ \begin{array}{l} 8 = \text{تعداد الکترونهای ناپیوندی} \\ \Rightarrow \text{تعداد جفت الکترونهای پیوندی} = 2 \\ 4 = \text{تعداد جفت الکترونهای پیوندی} \end{array} \right.$$

۳۷۱- گزینه ۱ فقط عبارت (ب) درست است. **بررسی عبارتهای:**

عبارت (الف): ترکیب یونی A در آب نامحلول است، بنابراین نیروی جاذبه یون - دوقطبی (y)، کوچک تر از میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب یونی A و پیوند هیدروژنی آب $(\frac{x+M_A}{2})$ است، یعنی $y < \frac{x+M_A}{2}$.

عبارت (ب): ترکیب یونی B در آب محلول است، بنابراین نیروی جاذبه یون - دوقطبی (y)، بزرگ تر از میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیبهای یونی B و پیوند هیدروژنی آب $(\frac{x+M_B}{2})$ است، یعنی $y > \frac{x+M_B}{2}$.

عبارت (پ): نیروی جاذبه یون - دوقطبی (y) قوی تر از پیوند هیدروژنی (x) است، یعنی $y > x$.

عبارت (ت): پیوند یونی (M_A یا M_B) قوی تر از نیروی یون - دوقطبی (y) است، یعنی $M_A > y$.

۳۷۲- گزینه ۲ در فشار ۱ atm، انحلال پذیری گاز N_2 در دمای 20°C برابر 0.54% گرم است، زمانی که در فشار ثابت، دمای گاز N_2 را افزایش داده و به 60°C می رسانیم، یعنی دما ۳ برابر می شود، انحلال پذیری کاهش می یابد، اما $\frac{1}{3}$ برابر نمی شود، بنابراین گزینه های (۱) و

(۳) که انحلال پذیری گاز NO، $\frac{1}{3}$ برابر شده است (0.18% گرم) نادرست هستند. در دما و فشار ثابت (60°C و ۱ atm)، انحلال پذیری گاز

NO بیش تر از گاز N_2 است (یعنی بیش تر از 0.22% گرم) زمانی که در دمای ثابت (60°C)، فشار گاز NO را افزایش داده و به ۳ atm می رسانیم، یعنی فشار ۳ برابر می شود، انحلال پذیری گاز NO نیز ۳ برابر شده و برابر 0.12% گرم می شود، بنابراین گزینه (۴) نادرست است.

۳۷۳- گزینه ۳ چون فشار از ۱ atm به ۴ atm تغییر کرده است، بنابراین طبق رابطه هنری ($S=k \times P$)، انحلال پذیری نیز نصف شده و از 0.4% به 0.2% گرم کاهش می یابد. از طرف دیگر، دما نیز از 20°C به 15°C کاهش یافته است، پس انحلال پذیری نهایی باید عددی بیش تر از 0.2% گرم شود. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

۳۷۴- گزینه ۱ مقدار گاز اکسیژن حل شده در ۱۰۰ گرم آب را در دمای 15°C و فشار ۲ atm به دست می آوریم:

$$\left[\begin{array}{cc} 500(\text{g H}_2\text{O}) & 0.35(\text{g O}_2) \\ 100(\text{g H}_2\text{O}) & X(\text{g O}_2) \end{array} \right] \Rightarrow X = 7 \times 10^{-3} \text{ g O}_2$$

پس، انحلال پذیری گاز O_2 در دمای 15°C و فشار ۲ atm، 7×10^{-3} گرم است و زمانی که در دمای ثابت، فشار گاز را از ۲ atm به ۵ atm می رسانیم (یعنی فشار را $\frac{5}{2}$ برابر می کنیم)، طبق قانون هنری، انحلال پذیری نیز $\frac{2}{5}$ برابر می شود.

$$5 \text{ atm} \text{ انحلال پذیری در } 7 \times 10^{-3} \text{ g O}_2 \times \frac{2}{5} = 1.4 \times 10^{-3} \text{ g O}_2$$

C ۳۷۵- گزینه ۲ با توجه به فشار و انحلال پذیری در دو حالت، معادله هنری ($S=k \times P$) را برای دو حالت بیان می کنیم:

با توجه به این که نوع ماده و دما در دو حالت یکسان است، بنابراین k در دو حالت یکسان می باشد، پس مقدار P_1 را به دست می آوریم:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{k_1 P_1}{k_2 P_2} \xrightarrow{k_1=k_2} \frac{S_1}{S_2} = \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow \frac{50 \text{ mg}}{10 \text{ mg}} = \frac{1 \text{ atm}}{X \text{ atm}} \Rightarrow X = P_2 = 12 / 8 \text{ atm}$$

بنابراین باید فشار گاز را $12/8 - 8 = 4/8 \text{ atm}$ افزایش دهیم تا انحلال پذیری گاز NO از 50 به 80 میلی گرم افزایش یابد.

C ۳۷۶- گزینه ۳ با توجه به انحلال پذیری گاز CO_2 در دماهای 40°C و 60°C ، مقدار گاز CO_2 آزاد شده بر اثر افزایش دمای 100

گرم آب از 40°C تا 60°C را به دست می آوریم:

$$\text{CO}_2 = 0.04 \text{ g} - 0.057 \text{ g} = 0.097 \text{ g} = 0.097 \text{ g} \text{ انحلال پذیری در دمای } 60^\circ\text{C} - \text{انحلال پذیری در دمای } 40^\circ\text{C} = \text{مقدار } \text{CO}_2 \text{ آزاد شده}$$

سپس مقدار گاز CO_2 آزاد شده در اثر افزایش دمای 2 کیلوگرم محلول (یا حلال) را به دست می آوریم:

$$\left[\begin{array}{cc} 100 \text{ (g H}_2\text{O)} & 4 \times 10^{-2} \text{ (g CO}_2\text{)} \\ 2000 \text{ (g H}_2\text{O)} & X \text{ (g CO}_2\text{)} \end{array} \right] \Rightarrow X = 0.8 \text{ g CO}_2$$

با توجه به واکنش، مقدار کربنیک اسید (H_2CO_3) را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol H}_2\text{CO}_3 = 0.8 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} = 1/8 \times 10^{-2} \text{ mol H}_2\text{CO}_3$$

C ۳۷۷- گزینه ۱ فقط عبارت (ب) درست است. بررسی عبارت ها:

عبارت (الف): اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)، برخلاف کلسیم کلرید (CaCl_2)، غیرالکترولیت است، بنابراین محلول آن نارسا است.

عبارت (ب): برای مواد الکترولیت، هرچه تعداد یون بیش تر باشد، رسانایی محلول بیش تر است، بنابراین رسانایی الکتریکی محلول مواد الکترولیت به شمار یون ها در محلول بستگی دارد.

عبارت (پ): ترکیبی که گشتاور دوقطبی آن صفر نیست، یعنی قطبی است و ترکیباتی مانند استون، اتانول و ... قطبی بوده و غیر الکترولیت هستند.

عبارت (ت): رسانایی الکتریکی محلول های 1 مولار الکترولیت های قوی، بستگی به تعداد یون های تولید شده دارد، به طوری که هرچه تعداد یون های حاصل از تفکیک یا یونیده شدن بیش تر باشد، محلول رسانا تر خواهد بود.

C ۳۷۸- گزینه ۳ عبارت های (الف) و (ب) نادرست هستند. بررسی عبارت ها:

عبارت (الف): در فرایند اسمز، مولکول های آب از راست به چپ منتقل می شوند، بنابراین حجم محلول سمت چپ افزایش و در نتیجه غلظت محلول کاهش می یابد.

عبارت (ب): چون گونه X از سمت اتم های اکسیژن مولکول آب آب پوشیده شده است، بنابراین گونه X کاتیون است، در حالی که سولفات آنیون می باشد.

عبارت (پ): مورد Y غشای نیمه تراوا است که در دیواره سلولی میوه ها نیز وجود دارد.

عبارت (ت): اگر جهت حرکت مولکول های آب از چپ به راست (محیط غلیظ به رقیق) باشد، نشان دهنده فرایند اسمز معکوس می باشد.

C ۳۷۹- گزینه ۲ شکل نشان داده شده مربوط به فرایند تقطیر است که با انجام دو واکنش فیزیکی (تبخیر و میعان)، آبی حاصل می شود که

دارای ترکیب های آلی فرار و میکروب است و با کلرزی آن، میکروب ها از بین می روند ولی ترکیبات آلی فرار باقی می ماند، بنابراین آب حاصل بدون آلودگی نمی باشد.

C ۳۸۰- گزینه ۱ عبارت (الف) نادرست است.

$$\text{غلظت مولی محلول های (a) و (b) را به دست می آوریم: } \frac{10 \times a \times d}{M} = \frac{10 \times 5 \times 1 / 34 \text{ g.mL}^{-1}}{134 \text{ g.mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{(a)}$$

$$? \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}_2 = 15 / 5 \text{ g C}_2\text{H}_6\text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}_2}{62 \text{ g C}_2\text{H}_6\text{O}_2} = 0.25 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}_2$$

$$\text{(b) غلظت مولی محلول} = \frac{\text{مقدار حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} = \frac{0.25 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}_2}{0.1 \text{ L}} = 2.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت محلول (b) بیش تر از محلول (a) است، بنابراین مولکول های آب از محلول رقیق (محلول (a)) به محلول غلیظ (محلول (b)) منتقل می شوند، در نتیجه با گذشت زمان، غلظت محلول (a) افزایش یافته و شدت رنگ آبی محلول CuCl_2 بیش تر می شود. به این نکته توجه شود

که با گذشت زمان، مقدار مول حل شونده محلول (b) ثابت، اما به دلیل افزایش حجم محلول (b)، غلظت آن کاهش می یابد.

C ۳۸۱- گزینه ۱ غلظت مولی دو محلول سدیم هیدروکسید و گلوکز را به دست می آوریم:

محاسبه غلظت مولی محلول NaOH:

با توجه به انحلال پذیری NaOH، می توان گفت: در ۱۰۰ گرم آب، حداکثر ۴۰ گرم سدیم هیدروکسید حل می شود، پس در ۱۴۰g محلول NaOH نیز ۴۰ گرم NaOH وجود دارد، بنابراین مقدار سدیم هیدروکسید حل شده در ۳۵ گرم محلول را به دست می آوریم:

$$\begin{bmatrix} 140(\text{g محلول}) & 40(\text{g NaOH}) \\ 35(\text{g محلول}) & X(\text{g NaOH}) \end{bmatrix} \Rightarrow X = 10\text{g NaOH}$$

$$? \text{ mol NaOH} = 10\text{g NaOH} \times \frac{1\text{mol NaOH}}{40\text{g NaOH}} = 0.25\text{mol NaOH}$$

می دانیم هر مول NaOH در اثر انحلال در آب، دو مول یون (OH^- , Na^+) به وجود می آورد بنابراین:

$$\text{تعداد مول یون ها} = 0.25 \times 2 = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{محلول} = 0.25\text{L} = 250\text{mL} = \frac{35\text{g محلول}}{1.4\text{g mL}^{-1}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{چگالی محلول}}$$

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{\text{مقدار حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} = \frac{0.5 \text{ mol NaOH}}{0.25\text{L}} = 2\text{mol.L}^{-1}$$

محاسبه غلظت مولی محلول گلوکز:

می دانیم انحلال گلوکز در آب به صورت مولکولی است و یون تولید نمی کند.

$$? \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 40\text{g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180\text{g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 0.22\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{0.22\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{0.1\text{L}} = 2.2\text{mol.L}^{-1}$$

با توجه به این که غلظت مولی محلول گلوکز کم تر از محلول سدیم هیدروکسید است، بنابراین مولکول های آب از محلول رقیق (محلول گلوکز) به محلول غلیظ (محلول سدیم هیدروکسید) منتقل می شوند. این انتقال تا زمانی انجام می شود که غلظت دو محلول یکسان شود. فرض می کنیم باید X میلی لیتر آب از محلول گلوکز به محلول سدیم هیدروکسید منتقل شود تا این که غلظت دو محلول یکسان گردد (توجه شود که مقدار مول حل شونده در دو محلول تغییر نمی کند):

$$\text{غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید} = \text{غلظت مولی محلول گلوکز} \Rightarrow \frac{0.22\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{50\text{mL} - x\text{mL}} = \frac{2\text{mol (Cl}^-, \text{Na}^+)}{250\text{mL} + x\text{mL}} \Rightarrow x \approx 36\text{mL}$$

↓ حجم کم شده از محلول گلوکز
↓ حجم اضافه شده به محلول NaOH

۱- گزینه ۴ عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (آ): نور بنفش کمترین طول موج را در نور مرئی دارد. بنابراین طول موج نور بنفش از طول موج نور سبز کوتاه‌تر است.
عبارت (ب): انرژی هر رنگ نور مرئی، با طول موج آن نسبت (رابطه) وارون دارد. به عنوان مثال در رنگ‌های موجود در نور مرئی، رنگ بنفش کمترین طول موج و بیشترین انرژی را دارد.

عبارت (پ): نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه $n=2$ است.

انتقال الکترون	$n=3 \rightarrow n=2$	$n=4 \rightarrow n=2$	$n=5 \rightarrow n=2$	$n=6 \rightarrow n=2$
طول موج	۶۵۶	۴۸۶	۴۳۴	۴۱۰
رنگ	سرخ	سبز	آبی	بنفش

عبارت (ت): هر چه فاصله میان لایه‌های الکترونی در اتم برانگیخته هیدروژن بیشتر باشد، طول موج نور تولید شده کوتاه‌تر است.

۲- گزینه ۲ در یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، سه ایزوتوپ ^1H ، ^2H و ^3H وجود دارند. بنابراین سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی

عنصر هیدروژن، ^3H است که دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون است، نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در این ایزوتوپ، برابر ۲ است.

۳- گزینه ۳ در واکنش $8^1\text{H} + 8^1\text{n} \rightarrow 16^1\text{O}$ یک مول اکسیژن (۱۶ گرم اکسیژن) تولید شده است و $1/4 \times 10^{-4}$ گرم افت جرم، به

دلیل تولید ۱۶ گرم اکسیژن است، ابتدا باید مقدار افت جرم به ازای تولید ۳۲ گرم اکسیژن را محاسبه کنیم:

$$\left[\begin{array}{l} 16\text{g O}_2 \rightarrow 1/4 \times 10^{-4} \text{g} \\ 32\text{g O}_2 \rightarrow x \end{array} \right] \Rightarrow x = 2/8 \times 10^{-4} \text{g}$$

اکنون می‌توانیم مقدار انرژی آزاد شده به ازای تولید ۳۲ گرم اکسیژن را به دست آوریم:

$$E = mc^2 \Rightarrow E = \frac{2/8 \times 10^{-4} \times 10^{-3}}{\text{kg}} \times (3 \times 10^8)^2 = 2/52 \times 10^{10} \text{J} = 2/52 \times 10^7 \text{kJ}$$

۴- گزینه ۱ آرایش الکترونی 19K و سایر عناصر مطرح شده در زیر آورده شده است. لایه ظرفیت 19K به صورت $4s^1$ بوده و 29Cu

در آخرین لایه خود که لایه چهارم است، دارای یک الکترون در زیرلایه $4s^1$ می‌باشد.

**۵- گزینه ۲** رابطه جرم اتمی میانگین به صورت زیر است. درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر را x در نظر می‌گیریم.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{درصد فراوانی} \times \text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم}) + (\text{درصد فراوانی} \times \text{جرم اتمی ایزوتوپ اول})}{100}$$

$$\Rightarrow 14/2 = \frac{14x + 16(100-x)}{100} \Rightarrow x = 90\% \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین}}{\text{شمار اتم‌های ایزوتوپ سبک}} = \frac{100-x}{x} = \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

۶- گزینه ۲ بعد از عنصر باریوم در جدول تناوبی، ۱۴ عنصر دسته f و ۱۰ عنصر واسطه تناوب ششم قرار دارند و پس از آن‌ها عناصر

دسته p تناوب ششم شروع می‌شوند. از ۷۱ تا ۸۰ عنصر ۱۰ عنصر واسطه از ۵۷ تا ۷۰ عنصر ۱۴ عنصر → لاتانیدها

بنابراین، نخستین عنصر دسته p تناوب ششم دارای عدد اتمی ۸۱ است.

۷- گزینه ۴ دومین فلز قلیایی، نخستین عنصر واسطه و دومین گاز نجیب به ترتیب 11Na ، 18Ar و 10Ne هستند که به ترتیب در

دوره‌های سوم، چهارم و دوم جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند.

۸- گزینه ۳ عبارت سوم نادرست است. تکنسیم (99Tc) نخستین عنصری است که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. از

تکنسیم برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود. نیمه عمر این عنصر کوتاه است؛ به همین دلیل زمان ماندگاری آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد. یون یدید (I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است، اندازه مشابهی دارد، به همین دلیل غده تیروئید هنگام جذب یون یدید این یون را نیز جذب می‌کند.

۹- گزینه ۳ تعداد خطوط در ناحیه مرئی طیف نشری خطی هلیوم، لیتیم، نئون و هیدروژن به ترتیب برابر ۹، ۴، ۲۲ و ۴ است.

۱۰- گزینه ۱ عبارتهای (آ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): سومین لایه الکترونی اتم، گنجایش ۱۸ الکترون را دارد و شامل زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d است.

عبارت (ب): طبق قاعده آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها علاوه بر عدد کوانتومی اصلی (n)، به عدد کوانتومی فرعی (l) نیز وابسته است.

عبارت (پ): سومین دوره جدول، شامل عناصری با اعداد اتمی ۱۱ تا ۱۸ است و ۸ عنصر در این تناوب جای دارند. از میان این ۸ عنصر، دو عنصر $^{35}_{17}\text{Cl}$ و $^{39}_{19}\text{K}$ در دمای اتاق حالت گازی دارند.

عبارت (ت): در اتم عنصرهای دوره سوم، ابتدا زیرلایه ۳s دو الکترون دریافت کرده و پس از آن زیرلایه ۳p شش الکترون دریافت می‌کند.

۱۱- گزینه ۴ درصد فراوانی ایزوتوپ ^{24}X را برابر y و درصد فراوانی ایزوتوپ ^{27}X را برابر $(100-y)$ در نظر می‌گیریم.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{درصد فراوانی} \times \text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم}) + (\text{درصد فراوانی} \times \text{جرم اتمی ایزوتوپ اول})}{100}$$

$$\Rightarrow 26.7 = \frac{24y + 27(100-y)}{100} \Rightarrow y = 10 \Rightarrow f(^{27}\text{X}) = 9\%$$

فراوانی ایزوتوپ ^{27}X برابر با ۹۰٪ است؛ بنابراین ۹۰٪ از ۳۰ دایره (یعنی ۲۷ دایره) باید سیاه‌رنگ باشند.

۱۲- گزینه ۲ فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیوم، ^4He است. از به هم پیوستن ۶ اتم ^4He ، یک اتم $^{24}_{12}\text{Mg}$ می‌تواند به وجود آید.

$$x\ ^4_2\text{He} \rightarrow \ ^{24}_{12}\text{Mg} \Rightarrow \begin{cases} 2x = 12 \\ 4x = 24 \end{cases} \Rightarrow x = 6$$

۱۳- گزینه ۲

$$\theta(^{\circ}\text{C}) = -6 - 2\sqrt{h} \Rightarrow \theta(^{\circ}\text{C}) = -6 - 2\sqrt{4} = -10^{\circ}\text{C}$$

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 \Rightarrow T(\text{K}) = -10 + 273 = 263\text{K}$$

۱۴- گزینه ۲ ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:



روش اول (کسر تبدیل):

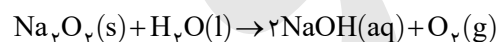
$$? \text{ L CO} = 1 \text{ kg SiC} \times \frac{1000 \text{ g SiC}}{1 \text{ kg SiC}} \times \frac{1 \text{ mol SiC}}{40 \text{ g SiC}} \times \frac{2 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol SiC}} \times \frac{22.4 \text{ L CO}}{1 \text{ mol CO}} = 1120 \text{ L}$$

روش دوم (تناسب):

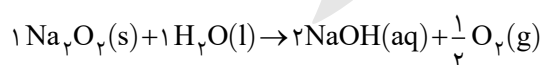
$$\frac{\text{SiC گرم}}{\text{لیتر CO}} = \frac{1000}{40 \times 1} = \frac{x}{22.4 \times 2} \Rightarrow x = 1120 \text{ L}$$

۱۵- گزینه ۲ برای شروع موازنه این واکنش، ابتدا به Na_2O_3 ضریب ۱ می‌دهیم و برای موازنه شدن تعداد یون‌های سدیم، برای

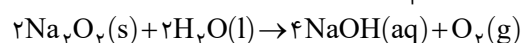
NaOH ضریب ۲ را در نظر می‌گیریم.



اکنون اگر به H_2O ضریب ۱ و به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ دهیم، تعداد اتم‌های H و O در دو طرف برابر می‌شود.

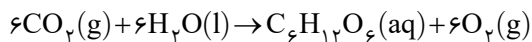


برای اینکه همه ضرایب را به عدد صحیح تبدیل کنیم، تمامی ضرایب را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم.



($9 = 2 + 2 + 4 + 1$ = مجموع ضرایب استوکیومتری مواد)

۱۶- گزینه ۱) معادله موازنه شده این واکنش به صورت روبه‌رو است:



روش اول (کسر تبدیل):

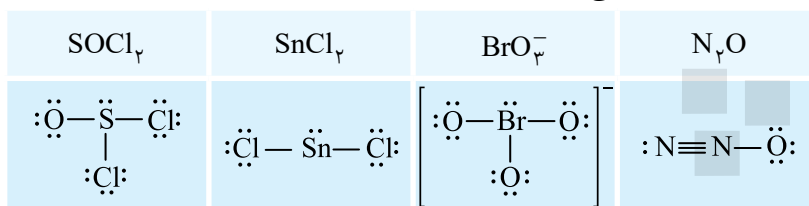
$$? \text{ kg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 66 \text{ kg CO}_2 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{6 \text{ mol CO}_2} \times \frac{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 45 \text{ kg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم CO}_2}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم گلوکز}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{66 \times 10^3}{44 \times 6} = \frac{\text{جرم گلوکز}}{180 \times 1} \Rightarrow \text{جرم گلوکز} = 45 \times 10^3 \text{ g} = 45 \text{ kg}$$

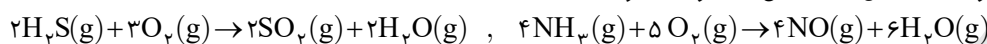
۱۷- گزینه ۴) همه عبارت‌ها درست هستند. گاز آرگون پس از گازهای نیتروژن و اکسیژن فراوان‌ترین گاز سازنده هوای خشک و پاک است.

۱۸- گزینه ۴) ساختار لوویس گونه‌های مطرح شده در گزینه‌ها به صورت زیر است:



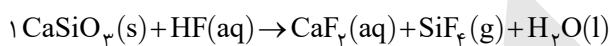
اتم مرکزی در N_2O فاقد جفت الکترون ناپیوندی است.

۱۹- گزینه ۴) معادله‌های موازنه شده این دو واکنش به صورت زیر است:



بنابراین تفاوت مجموع ضرایب‌های استوکیومتری مواد در آن‌ها برابر است با: $(19 - 9 = 10)$

۲۰- گزینه ۳) برای موازنه این واکنش، ابتدا به CaSiO_3 ضریب ۱ می‌دهیم:



سپس برای برابر شدن تعداد اتم‌های Ca ، Si و O به ترتیب به CaF_2 ، SiF_4 و H_2O ضرایب یک، یک و سه می‌دهیم.



نهایتاً برای برابر شدن تعداد اتم‌های H و F در دو طرف معادله، به HF ضریب ۶ می‌دهیم.



۲۱- گزینه ۱) معادله موازنه شده واکنش به صورت $2\text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 6\text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{BCl}_3(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ است.

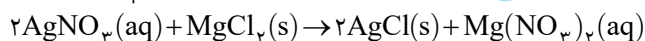
روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L O}_2 = 1 \text{ mol B}_2\text{O}_3 \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol B}_2\text{O}_3} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 33.6 \text{ L O}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول بور اکسید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز اکسیژن}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{V}{3 \times 22.4 / 4} \Rightarrow V = 33.6 \text{ L O}_2$$

۲۲- گزینه ۱) ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g MgCl}_2 = 0.2 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2} = 9.5 \text{ g MgCl}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول نقره نیترات}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم MgCl}_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{0.2}{2} = \frac{x}{95 \times 1} \Rightarrow x = 9.5 \text{ g}$$

۲۳- گزینه ۳ ابتدا مقدار مول یون های Na^+ و Mg^{2+} را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol Na}^+ = 184 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} = 8 \text{ mol Na}^+$$

$$? \text{ mol Mg}^{2+} = 72 \text{ g Mg}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{24 \text{ g Mg}^{2+}} = 3 \text{ mol Mg}^{2+}$$

نمک بدون آب سدیم و منیزیم به ترتیب سدیم سولفات (Na_2SO_4) و منیزیم سولفات (MgSO_4) است؛ بنابراین با ۸ مول Na^+ می توان ۴ مول Na_2SO_4 و با ۳ مول Mg^{2+} می توان ۳ مول MgSO_4 تهیه کرد:

$$? \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 : \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}^+} \times 8 \text{ mol Na}^+ = 4 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

$$? \text{ mol MgSO}_4 : \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} \times 3 \text{ mol Mg}^{2+} = 3 \text{ mol MgSO}_4$$

$$\frac{4 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{3 \text{ mol MgSO}_4} = \frac{4 \times 142}{3 \times 120} = 1/58$$

نسبت جرم نمک بدون آب سدیم به جرم نمک بدون آب منیزیم برابر است با:

۲۴- گزینه ۱

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{136 \times 10^{-3} \text{ g}}{10^3 \text{ g}} \times 100 = 0/136$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{غلظت مولار} = \frac{(136 \times 10^{-3}) \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/136 \text{ mol.L}^{-1}$$

۲۵- گزینه ۴ همه عبارت ها درست هستند. در نمودار انحلال پذیری، نقاط روی نمودار محلول سیر شده، نقاط زیر نمودار محلول سیر نشده و نقاط بالای نمودار، محلول فراسیر شده را نشان می دهند. با توجه به نمودار، نقاط A و B محلول سیر شده ای از نمک MX را در دماهای 0°C و 40°C نشان می دهند. نقطه C بالای نمودار و نشان دهنده یک محلول فراسیر شده و نقطه D زیر نمودار و نشان دهنده یک محلول سیر نشده از نمک MX است.

۲۶- گزینه ۳ پدیده ته نشین شدن گل و لای در دریاچه ها، مربوط به چگالی بیشتر گل و لای نسبت به آب است که باعث می شود گل و لای ته نشین شود و ارتباطی با فرایند اسمز ندارد.

۲۷- گزینه ۲ محلول ۲۳ درصد جرمی اتانول در آب را به صورت ۲۳ گرم اتانول در ۱۰۰ گرم محلول در نظر می گیریم. برای محاسبه غلظت مولار، باید تعداد مول اتانول و حجم محلول را بر حسب لیتر محاسبه کنیم.

$$? \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} = 23 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0/5 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$? \text{ L محلول} = 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{0/9 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} = \frac{1}{9} \text{ L محلول}$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/5}{\frac{1}{9}} = 4/5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M = \frac{10 \text{ a d}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36/5 \times 1/2}{36/5} = 12 \text{ mol.L}^{-1}$$

۲۸- گزینه ۳ ابتدا باید غلظت محلول اولیه HCl را به دست آوریم:

سیس باید مول یون کلرید موجود در محلول را محاسبه کنیم.

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol Cl}^- = 10 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{109/5 \text{ g Cl}^-}{10^6 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{35/5 \text{ g Cl}^-} = 0/308 \text{ mol Cl}^-$$

روش دوم (استفاده از ppm):

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم های حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 109/5 = \frac{x}{10} \Rightarrow x = 1095 \text{ mg Cl}^- = 1/095 \text{ g Cl}^-$$

$$? \text{ mol Cl}^- = 1/095 \text{ g Cl}^- \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{35/5 \text{ g Cl}^-} = 0/0308 \text{ mol Cl}^-$$

در نهایت باید حجم محلول اولیه را محاسبه کنیم:

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 12 = \frac{0/0308 \text{ mol}}{V} \Rightarrow V = 0/00257 \text{ L} = 2/57 \text{ mL}$$

۲۹- گزینه ۱

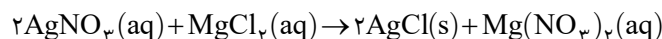
$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم های حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 2 = \frac{1 \text{ g AgCl} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}}{V} = \frac{1000}{V} \Rightarrow V = 500 \text{ L محلول}$$

۳۰- گزینه ۲

$$\text{جرم شکر قوطی} = 10^5 \times 320 \text{ g} \times \frac{12}{100} = 3840 \times 10^3 \text{ g} = 3840 \text{ kg}, \quad \text{جرم آب} = 3200 \times 10^4 - 3840 \times 10^4 = 2816 \times 10^4 \text{ g}$$

$$d_{\text{آب}} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{حجم آب}} \Rightarrow \text{حجم آب} = \frac{2816 \times 10^4 \text{ g}}{1 \text{ g.mL}^{-1}} = 2816 \times 10^4 \text{ mL} = 2816 \times 10^4 \text{ cm}^3 = 28/16 \text{ m}^3$$

۳۱- گزینه ۱



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mL MgCl}_2 = 0/02 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{22/8 \text{ g MgCl}_2} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 41/6 \text{ mL}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{AgNO}_3 \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{حجم} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/02}{2} = \frac{22/8 \times V}{95 \times 1} \Rightarrow \begin{cases} V = 0/0416 \text{ L} \\ V = 41/6 \text{ mL} \end{cases}$$

۳۲- گزینه ۱

در ظرف (۱)، ۴ ذره معادل ۰/۴ مول ذره در ۲۵ میلی لیتر محلول وجود دارد، بنابراین غلظت مولی محلول (۱) برابر 16 mol.L^{-1} است:

$$\text{غلظت مولی محلول (۱)} = \frac{0/4}{0/025} = 16 \text{ mol.L}^{-1}$$

در ظرف (۲)، ۸ ذره معادل ۰/۸ مول ذره در ۵۰ میلی لیتر محلول وجود دارد، بنابراین غلظت مولی محلول (۲) برابر 16 mol.L^{-1} است:

$$\text{غلظت مولی محلول (۲)} = \frac{0/8}{0/05} = 16 \text{ mol.L}^{-1}$$

اگر دو محلول را با هم مخلوط کنیم، غلظت محلول به دست آمده برابر 16 mol.L^{-1} است که با غلظت محلول (۲) برابر است:

$$\text{غلظت محلول نهایی} = \frac{0/4 + 0/8}{0/075} = \frac{1/2}{0/075} = 16 \text{ mol.L}^{-1}$$

۳۳- گزینه ۴

بررسی عبارت ها:

عبارت اول: نقطه جوش اتانول به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، بالاتر از نقطه جوش استون است.

عبارت دوم: آمونیاک پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد، به همین دلیل نسبت به H_2S نیروی بین مولکولی قوی تر و در نتیجه نقطه جوش بالاتری دارد.

عبارت سوم: سه ترکیب HCl ، HF و HBr ترکیب های مولکولی هستند، در ترکیب های مولکولی هر چه جرم و حجم بیشتر باشد نیروهای بین مولکولی قوی تر بوده و نقطه جوش ترکیب بالاتر است؛ البته HF به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی از دو ترکیب دیگر نقطه جوش بالاتری دارد:

مقایسه نقطه جوش: $\text{HF} > \text{HBr} > \text{HCl}$

عبارت چهارم: بخش عمده نیروی جاذبه بین مولکولی در هیدروژن فلوئورید (HF(g)) پیوند هیدروژنی است.

۳۴- گزینه ۲

$$\text{تong آب} = 1 \text{ ماه} \times \frac{30 \text{ روز}}{1 \text{ ماه}} \times \frac{270 \text{ kg Mg}}{1 \text{ روز}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{10^6 \text{ g آب}}{1350 \text{ g Mg}} \times \frac{1 \text{ ton آب}}{10^6 \text{ g آب}} \times \frac{100}{10} = 7500 \text{ ton آب}$$

۳۵- گزینه ۲ با توجه به اینکه چگالی آب برابر با 1 g.mL^{-1} است، حجم ۱۰۰ گرم آب برابر با ۱۰۰ میلی‌لیتر یا ۱/۰ لیتر است.

$$M = \frac{\text{مول}}{\text{لتر}} \Rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{\text{mol NO}}{\text{L}} \Rightarrow \text{mol NO} = \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \text{L}$$

جرم NO حل شده در آب برابر است با:

$$\text{? g NO} = \frac{\text{? mol NO}}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} = \text{? g NO}$$

با توجه به نمودار، اگر فشار در حدود ۴/۴ اتمسفر باشد، ۳g % گاز NO در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

۳۶- گزینه ۳ ابتدا باید جرم ساکارز حل شده در ۲۵۰ گرم آب را به دست آوریم:

$$? \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 25^\circ \text{ B} \times \frac{2^\circ \Delta \text{g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{100^\circ \text{g}} = 512 / \Delta \text{g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم آب} + \text{جرم ساکارز} = 512/5\text{g} + 250\text{g} = 762/5\text{g}$$

تعداد مول‌های حل‌شونده برابر است با:

$$? \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 250 \text{ g} \times \frac{250 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{342 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} \approx 1/5 \text{ mol}$$