فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

درابتدای 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 ونحوهٔ 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 ساختاراتم 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 سطح‌دوم	۳۳

فصل اول

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی

فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲

- در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیش‌تر سامانهٔ خورشیدی به فضا فرستاده شدند.
- مأموریت داشتند که ۱- گذر از کنار برخی از سیاره‌ها (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (سیاره‌های گازی شکل))، ۲- تهیه و ارسال شناسنامهٔ 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 سامانهٔ خورشیدی از زمین گرفت، از ۷ میلیارد کیلومتری بود.

عنصرهای سازندهٔ زمین و مشتری

- ترتیب فراوانی عناصر
  - زمین ← $Al < Ca < S < Ni < Mg < Si < O < Fe$
  - مشتری ← $Ne < Ar < S < N < O < C < He < H$
- فراوان‌ترین عنصر
  - زمین ← Fe(آهن)
  - مشتری ← H(هیدروژن)
- کم‌ترین فراوانی در بین ۸ عنصر اصلی
  - زمین ← Al(آلومینیم)
  - مشتری ← Ne(نئون)
- در سیارهٔ مشتری برخلاف زمین، عنصر فلزی یافت **نمی‌شود**.
- سیارهٔ مشتری عمدتاً از جنس گاز می‌باشد. درحالی که سیارهٔ 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 رتبهٔ فراوانی گوگرد در هر دو سیاره، یکسان است.
- درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیارهٔ زمین **بیش‌تر** از سیارهٔ مشتری است.

سرآغاز کیهان و چگونگی پیدایش عنصرها

- 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 هلیم** به‌وجود آمدند.
- با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم 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 اندازهٔ** 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 کارخانهٔ تولید عنصرها هستند.
- روند تشکیل عنصرها:

هیدروژن ← هلیم ← عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← 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 $(۳\times۱۰^۸ \frac{m}{s})$

عدد اتمی و عدد جرمی

نماد ← ${}^{A}_{Z}E$

عدد اتمی ← Z (تعداد الکترون‌ها = تعداد پروتون های هستهٔ اتم = عدد اتمی (Z))

عدد جرمی ← A (مجموع تعداد پروتون‌ها (تعداد الکترون ها) و نوترون های هستهٔ اتم = عدد جرمی(A)) ← $A=Z+N$

$Z \leq N$ ؛ به جز در اتم ${}^{1}_{1}H$

ایزوتوپ (هم‌مکان)

شباهت‌ها:
۱- تعداد پروتون‌ها
۲- عدد اتمی
۳- تعداد الکترون‌ها
۴- خواص شیمیایی
۵- موقعیت در جدول دوره‌ای
۶- آرایش الکترونی

تفاوت‌ها:
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 ← تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ $(\frac{N}{Z}\geq ۱/۵)$

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

مدت زمان **نیم‌عمر** (زمان ماندگاری) و درصد **فراوانی** هر ایزوتوپ در طبیعت ← رابطهٔ مستقیم با **پایداری**

درصد فراوانی ایزوتوپ A : $\frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های } A}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}}\times ۱۰۰$

ایزوتوپ‌های هیدروژن

طبیعی:
شامل ${}^{1}H$، ${}^{2}H$ و ${}^{3}H$
ترتیب درصد فراوانی در نمونهٔ طبیعی: ${}^{1}H > {}^{2}H > {}^{3}H$
${}^{1}H$ و ${}^{2}H$ نیم‌عمر ندارند. نیم‌عمر ${}^{3}H$: ۱۲/۳۲ سال
ترتیب پایداری: ${}^{1}H > {}^{2}H > {}^{3}H$

ساختگی:
شامل ${}^{4}H$، ${}^{5}H$، ${}^{6}H$ و ${}^{7}H$
درصد فراوانی همهٔ آن‌ها در طبیعت **صفر** است.
مدت نیم‌عمر: ${}^{5}H > {}^{6}H > {}^{4}H > {}^{7}H$
ترتیب پایداری: ${}^{5}H > {}^{6}H > {}^{4}H > {}^{7}H$

۱- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب این تیتر را مطالعه نکنید.

نیم‌عمر

تعداد نیم‌عمرها ← $n=\frac{\Delta t(\text{زمان کل})}{T(\text{نیم‌عمر})}$

مقدار مادهٔ پرتوزای باقی مانده ← $m=m_{\circ}(\frac{1}{2})^{n}=(\text{مقداراولیهٔ مادهٔ پرتوزا})\times(\frac{1}{2})^{n}$

تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$)

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 غدهٔ تیروئید که یک غده پروانه‌ای شکل است، استفاده می‌شود.

یون‌های حاوی این عنصر با یون یدید، اندازهٔ مشابهی دارد.

همهٔ 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 ($_{92}U$)

شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا و سنگین‌ترین عنصری است که به‌طور **طبیعی** در زمین وجود دارد.

ایزوتوپ ^{235}U، اغلب به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به‌کار 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 عنصرها

هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. (مانند کربن (C) یا سدیم (Na))

مزیت طبقه‌بندی عنصرها:
۱- دسترسی سریع و آسان به اطلاعات مربوط به عنصرها
۲- پیش‌بینی رفتار عنصرهای گوناگون
۳- به‌دست آوردن اطلاعات ارزشمند از ویژگی عنصرها

عنصرها براساس افزایش **عدد اتمی** سازماندهی شده‌اند.

شامل ۷ ردیف یا دوره است.
کوچک‌ترین ← دورهٔ ۱
بزرگ‌ترین ← دوره‌های ۶ و ۷

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

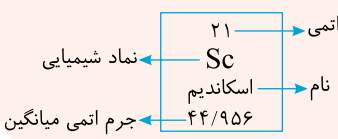
در هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود.

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

شمارهٔ 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.

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



یکای جرم اتمی (amu)

- معادل $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.
- جرمی برابر با $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\,g$ دارد.
- مقایسهٔ جرم
  - به‌طور **دقیق**: جرم الکترون (e) <<< ۱amu < جرم پروتون (n) < جرم نوترون (n)
  - به‌طور **تقریبی**: $۱\,amu \simeq$ جرم پروتون $\simeq$ جرم نوترون و $\frac{۱}{۲۰۰۰}\,amu \simeq$ جرم الکترون

ذره‌های زیر اتمی

- الکترون $({}^{۰}_{-۱}e)$
  - بار نسبی: -۱
  - جرم نسبی: $۰/۰۰۰۵\,amu$
- پروتون $({}^{۱}_{+۱}p)$
  - بار نسبی: $+۱$
  - جرم نسبی: $۱/۰۰۷۳\,amu$
- نوترون $({}^{۱}_{۰}n)$
  - بار نسبی: ۰
  - جرم نسبی: $۱/۰۰۸۷\,amu$

جرم اتمی میانگین ($\overline{M}$)

- بر حسب درصد فراوانی (F): $\overline{M}=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲+\cdots+M_nF_n}{۱۰۰}$
- بر حسب کسر فراوانی (P): $\overline{M}=\frac{M_۱P_۱+M_۲P_۲+\cdots+M_nP_n}{۱}$
- بر حسب تعداد (X): $\overline{M}=\frac{M_۱X_۱+M_۲X_۲+\cdots+M_nX_n}{X_۱+X_۲+\cdots+X_n}$

دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام **طیف‌سنج جرمی**، موفق شده‌اند که جرم اتم‌ها را با دقت **زیاد**، اندازه‌گیری کنند.

عدد آووگادرو

- با N_A نمایش داده می‌شود و مقدار عددی آن برابر $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ است.
- هر $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ ذره معادل یک مول ذره است.
- جرم $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ ذره بر حسب گرم، **جرم مولی** آن ذره نامیده می‌شود.
- جرم مولی یک عنصر از نظر عددی **برابر** جرم اتمی آن است، با این تفاوت که یکای جرم مولی $g.mol^{-۱}$ است ولی یکای جرم اتمی، واحد کربنی (amu) است.

عامل (کسر) تبدیل

جرم (g) $\rightleftarrows$ تعداد مول‌ها (mol) $\rightleftarrows$ تعداد ذره‌ها (اتم، مولکول، یون)

- جرم (g) $\rightarrow$ مول: $\times\frac{۱\,mol}{\text{جرم مولی (g)}}$
- مول $\rightarrow$ جرم (g): $\times\frac{\text{جرم مولی (g)}}{۱\,mol}$
- مول $\rightarrow$ ذره: $\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\,mol}$
- ذره $\rightarrow$ مول: $\times\frac{۱\,mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$

نور

نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.

امواج الکترومغناطیس (نور) با خود انرژی حمل می‌کنند.

هر چه طول موج (λ) این امواج **کوتاه‌تر** باشد، **انرژی بیش‌تری** با خود حمل می‌کنند. (رابطهٔ معکوس)

امواج الکترومغناطیس

- طول موج ← رادیویی > ریزموج > فروسرخ > مرئی > فرابنفش > ایکس > گاما
- انرژی موج ← رادیویی < ریزموج < فروسرخ < مرئی < فرابنفش < ایکس < گاما

چشم انسان فقط محدودهٔ مرئی نور خورشید (از حدود ۴۰۰ تا حدود ۷۰۰ نانومتر) را می‌بیند.

امواج ناحیهٔ مرئی

- طول موج ← سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش
- انرژی موج ← سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش

هنگام عبور نور از منشور، هرچه انرژی نور بیش‌تر (طول موج کم‌تر) باشد، میزان شکست و در نتیجه میزان انحراف آن بیش‌تر است.

هر چه دمای جسمی **بالاتر** باشد، پرتوهای نشر شده از آن **انرژی بیش‌تر** (رابطهٔ مستقیم) و **طول موج کم‌تر** (رابطهٔ 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 باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را در بر می‌گیرد.
- از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به‌وجود عنصر فلزی در آن پی برد.
- هر فلز طیف نشری‌خطی ویژهٔ 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

نیلز بور

- با بررسی تعداد و جایگاه نوارهای رنگی در طیف نشری‌خطی اتم هیدروژن، اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به‌دست 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 عنصرها** 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 لایهٔ** الکترونی قرار دارد که این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند.
- الکترون‌ها بیش‌تر (نه همه) وقت خود را در فاصلهٔ معینی از هســته که لایه نام دارد، ســپری می‌کنند. یعنی در لایهٔ 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 به‌صورت **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	$n=6 \rightarrow n=2$
	آبی	۴۳۴	$n=5 \rightarrow n=2$
۵۲	سبز	۴۸۶	$n=4 \rightarrow n=2$
۱۷۰	سرخ	۶۵۶	$n=3 \rightarrow n=2$

نحوهٔ توزیع الکترون‌ها در اتم

لایه
- در اطراف هر اتم **۷ لایهٔ** الکترونی وجود دارد.
- لایه‌ها از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌شوند.
- شمارهٔ هر لایه را با n که عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود، نمایش می‌دهند.

زیرلایه
- هر لایه شامل یک یا تعداد بیش‌تری زیرلایه است.
- شمارهٔ لایهٔ 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−۱ 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 ← از رابطهٔ $4l+2$
- در لایه ← از رابطهٔ $2n^2$

آرایش الکترونی اتم

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

$$ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$$
$$n\geq 1 \quad n\geq 6 \quad n\geq 4 \quad n\geq 2$$

- شیوهٔ 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 قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند، مثل مس (Cu) و کروم (Cr).
- $(n-1)d^4ns^2$ و $(n-1)d^9ns^2$ نداریم ← اصلاح ← $(n-1)d^5ns^1$ و $(n-1)d^{10}ns^1$

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- هلیم (He)	۱۴	s	تعداد الکترون‌های زیرلایه s (به جز He)
p	p	عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به جز هلیم)	۳۶	s+p	تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت +۱۰
d	d	عناصر گروه‌های ۳ تا ۱۲ (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 زیرلایهٔ s یا p شود ← لایه ظرفیت = بیرونی‌ترین لایه الکترونی
- اگر آخرین الکترون وارد زیرلایه d شود ← لایه ظرفیت ≠ 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 **دورهٔ 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 هم‌دورهٔ خود می‌رسند.
- ابعاد آنیون از اتم اولیه‌اش بزرگ‌تر است.

آرایش الکترونی ختم شده به

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

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

واکنش‌پذیری

- 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	·Ẍ:	·Ẍ:	·Ẍ·	·Ẍ·	Ẍ·

یون‌های متداول گروه‌های مربوط به دسته s و p

گروه / مورد	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

- دستهٔ s ← **مبادلهٔ الکترون** و رسیدن به پایداری (به جز He)
- دستهٔ p به جز گروه ۱۸ ← هم **مبادلهٔ الکترون** و هم به **اشتراک‌گذاری** الکترون و رسیدن به پایداری

ترکیب یونی

- بر اثر ایجاد پیوند یونی میان اتم‌ها ایجاد می‌شود. (ترکیب یونی ← نافلز + فلز)
- **پیوند یونی**: نوعی نیروی جاذبهٔ بسیار قوی میان یون‌های با بار ناهمنام است.
- میان یون‌ها **مبادلهٔ** الکترون صورت می‌گیرد.
- در شبکهٔ ترکیب‌های یونی مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی **برابر** است.
- در شبکهٔ 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: $FeCl_2$, 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: $Al^{3+}O^{2-} \Rightarrow Al_2O_3$

نام‌گذاری

- اغلب کاتیون‌های تک‌اتمی دسته‌های s و p ← واژهٔ «یون» در ابتدای نام فلز (یون منیزیم $= Mg^{2+}$)
- آنیون‌های تک‌اتمی دسته‌های s و p ← واژهٔ «یون» در ابتدای نام نافلز و افزودن پسوند «ید» به ریشهٔ نام نافلز (یون نیترید $= N^{3-}$)
- 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 به‌ویـژه گاز اکسیـژن، به عنوان یکـی از مهـم‌ترین گازهای هوا کره، پرداخته‌شده و سپس درادامه، مطالبی دربارهٔ واکنش های شیمیایی و قانون پایستگی جرم، ساختارلوویس مواد، آلاینده‌ها و گرم‌تر شدن کرهٔ زمین و گازهای گلخانه‌ای، بیان شده است. در انتهـای فصل هم، بحث‌هایـی مانند خـواص و رفتار گازها، استوکیومتـری واکنش و فرایند هابر برای تولید مادهٔ پرارزش آمونیاک، انجام شده است.

تـعـداد سـوالات فـصـل

نوع سـوال	تـعـداد	نوع سـوال	تـعـداد
سـوالات تـالـیـفـی	۲۸۸	سـوالات کـنـکـور	۲۹
سـوالات تـرکـیـبـی	۵۴	سـوالات سطح‌دوم	۲۹

فصل دوم

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی

آشنایی با هواکره (اتمسفر)

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 فاصلهٔ 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: $O_2 / N_2 / CO_2 / O_3 / H_2O / Ar / Ne / He / Kr / Xe$ (**بخش عمدهٔ** هواکره: $O_2(21\%), N_2(78\%)$)

۷- لایه‌های هواکره

- ۱- **تروپوسفر**
  - از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰ **تا** ۱۲ کیلومتری
  - ↑ ارتفاع به اندازهٔ $1km = \downarrow 6^\circ C$ دما
  - ۷۵٪ از جرم هواکره
- ۲- **استراتوسفر**
  - ۱۱ **تا** ۵۰ کیلومتری از سطح زمین
  - ترکیب هوا تقریباً مشابه تروپوسفر + مقداری O_3
  - 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- رابطهٔ فشار با ارتفاع: ↑ ارتفاع = ↓ فشار

۹- رابطهٔ دما با ارتفاع

- ۱- **ارتفاع** ↑ در لایه‌های ۳,۱ = **دما** ↓
- ۲- **ارتفاع** ↑ در لایهٔ ۴,۲ = **دما** ↑

۱۰- دو رابطهٔ مهم

- ۱- محاسبهٔ ارتفاع لایه‌ها در هواکره ←

دما در ابتدا، تغییر دما، ارتفاع، دما در انتها

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

- ۲- رابطهٔ تبدیل درجه سلسیوس به کلوین ← درجه سلسیوس + ۲۷۳ = کلوین

تقطیر جزبه‌جز هوای مایع

۱- در **صنعت**، گازهای درون هواکره را از تقطیر جزبه‌جز 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 جزبه‌جز هوای مایع:

مرحلهٔ ۱: هوا را از **صافی** عبور می‌دهند ←(نتیجه) گردوغبار از هوا جدا می‌شود.

مرحلهٔ ۲: کاهش دما تا $0^\circ C$ با استفاده از ↑ فشار ←(نتیجه) رطوبت هوا به‌صورت یخ جدا می‌شود.

مرحلهٔ ۳: کاهش دما تا $-78^\circ C$ ←(نتیجه) گاز کربن دی‌اکسید به‌صورت جامد از هوا جدا می‌شود.

مرحلهٔ ۴: کاهش دما تا $-200^\circ C$ ←(نتیجه) مخلوط بسیار سرد چند مایع به نام هوای مایع تولید می‌شود.

مرحلهٔ ۵: تقطیر جزبه‌جز هوای مایع ←(نتیجه) اجزای هوا در دماهای متفاوت جدا می‌شوند.

۴- ترتیب جدا شدن اجزای هوای مایع با توجه به نقطهٔ جوش آن‌ها:

مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $N_2 < Ar < O_2$

$-196^\circ C \quad -186^\circ C \quad -183^\circ C$

ترتیب جدا شدن گازها: $N_2 \rightarrow Ar \rightarrow O_2$

۵- تهیهٔ اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند **دشوار** است ←(زیرا) نقطهٔ 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 **محیطی 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 هلیم

۱- هلیم گاز نجیب تناوب اول بوده و در هواکره به مقدار ناچیزی یافت می‌شود (گاز کمیاب).

۲- هلیم در **هواکره** (بسیار ناچیز) و در مخلوط **گاز طبیعی** (۷٪ گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد) یافت می‌شود.

۳- تهیهٔ هلیم از روش تقطیر جزبه‌جز گاز طبیعی نسبت به تقطیر هوای مایع **مقرون به صرفه‌تر** است.

۴- **کاربردهای هلیم**
- 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 تشکیل‌دهندهٔ 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 به‌صورت مولکول‌های دو اتمی (O_2)
- ۲- در آب‌کره (اقیانوس‌ها، دریاها و...) در ساختار مولکول‌های H_2O
- ۳- در سنگ‌کره (پوستهٔ جامد کره زمین) به‌صورت ترکیب با عنصرهای دیگر
- ۴- در **ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی** (کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها)

۴- هرچه از سطح زمین بالاتر می‌رویم ← هواکره رقیق‌تر شده ← ↓ تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا

بنابراین: ↑ ارتفاع از سطح زمین = ↓ فشار همهٔ 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 اکسیژن‌دار $\xrightarrow{\text{به سرعت}}$ O_2+ یک ماده

۲- مهم‌ترین واکنش‌های سوختن
- ۱- واکنش فلزهای گروه اول و دوم با اکسیژن (به‌جز Be)
- ۲- واکنش ترکیب‌های آلی با اکسیژن
- ۳- واکنش برخی نافلزها $(\ldots, S, H, C)$ 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

۴-

سوختن کامل (در اکسیژن **کافی** و رنگ شعله **آبی**)	سوختن ناقص (در اکسیژن **ناکافی** و رنگ **زرد**)
$CH_4(g)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$	$CH_4(g)+O_2(g)\rightarrow CO(g)+H_2O(g)$

نکات کربن مونواکسید (CO)

۱- از سوختن **ناقص** سوخت‌ها تولید می‌شود.

۲- بسیار سمی، بی‌رنگ و بی‌بو است و استنشاق آن باعث مسمومیت می‌شود.

۳- **CO ناپایدارتر از CO_2** است و در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO_2 تبدیل می‌شود.

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

۴- این گاز **سبک‌تر** از هوا است (چگالی آن از هوا کم‌تر 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 ← اکسیژن به بافت‌ها نمی‌رسد ← مسمومیت + فلج شدن سامانه عصبی

شیوه‌های نمایش واکنش‌های شیمیایی

۱- **انواع تغییر**
- ۱- تغییر **شیمیایی**: که در آن ساختار و ماهیت مواد تغییر می‌کند و با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه است. مثال‌های مهم: سوختن مواد، فساد مواد غذایی، زنگ زدن آهن، گرم کردن شکر
- ۲- تغییر **فیزیکی**: که در آن فقط حالت فیزیکی ماده تغییر می‌کند. مثال‌های مهم: ذوب، تبخیر، میعان، انجماد، تصعید

۲- **معادلهٔ نوشتاری**
- ۱- در معادلهٔ نوشتاری فقط نام مواد نوشته می‌شود. (نام فراورده‌ها ← نام واکنش‌دهنده‌ها)
- ۲- معادلهٔ نوشتاری حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را مشخص نمی‌کند.

هیدروژن + سدیم هیدرو کسید ← آب + سدیم = معادلهٔ نوشتاری

۳- **معادلهٔ نمادی**
- ۱- در معادلهٔ نمادی تمام مواد شرکت‌کننده در واکنش را با نمادها و فرمول‌های شیمیایی نمایش می‌دهیم.
- ۲- در معادلهٔ نمادی **حالت فیزیکی** مواد باید مشخص باشد.

$$2Na(s)+2H_2O(l)\rightarrow 2NaOH(aq)+H_2(g)$$

۴- اطلاعات موجود در معادلهٔ نمادی

$$2H_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{Pt}2H_2O(l)$$

شرایط انجام واکنش — نماد و فرمول شیمیایی مواد — حالت فیزیکی ماده

موازنهٔ معادلهٔ 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 معادلهٔ یک واکنش یکسان است.

۴- سه قانون مهم در موازنه:

۱- موازنه کردن یک واکنش شیمیایی در واقع پیدا کردن **ضریب** هر ماده است.

۲- هنگام موازنه کردن **نباید** زیروندهای موجود در فرمول شیمیایی مواد را تغییر داد.

۳- ضرایب به‌کار رفته در معادلهٔ موازنه شده، باید **کوچک‌ترین اعداد صحیح** (غیر کسری) ممکن باشند.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها[1]

۱- **اکسایش**: به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش گفته می‌شود.

۲- ترکیب اکسیژن با فلزها

۱- فلزها در معرض هوا دچار تغییر شیمیایی شده و در اثر واکنش با اکسیژن، به اکسید فلزی تبدیل می‌شوند.

۲- واکنش آلومینیم با اکسیژن (نوع واکنش اکسایش است)

۱- $4Al(s)+3O_2(g)\rightarrow 2Al_2O_3(s)$

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) رشتهٔ درونی سیم از فولاد و روکش آن از آلومینیم می‌باشد.

۶- همهٔ سیم را از فولاد **نمی‌سازند**، چون در اثر افزایش جرم تغییر شکل داده و آسیب می‌بینند.

۳- واکنش آهن با اکسیژن (نوع واکنش اکسایش است.)

۱- $4Fe(s)+3O_2(g)\rightarrow 2Fe_2O_3(s)$

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 بقیهٔ 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)

۴- فلزها واکنش‌پذیری متفاوتی دارند

۱- **اغلب** فلزها با محلول اسیدها واکنش می‌دهند و **گاز هیدروژن** آزاد می‌کنند.

۲- هرچه واکنش‌پذیری فلز بیش‌تر باشد، **سرعت واکنش** آن با **اسید بیش‌تر** است و در یک بازهٔ زمانی معین گاز هیدروژن بیش‌تری تولید می‌شود.

۳- مقایسهٔ واکنش‌پذیری سه فلز Al ، Zn و Fe با هیدروکلریک اسید $(HCl(aq))$ به‌صورت $Al > Zn > Fe$ می‌باشد.

۱- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب این تیتر را مطالعه نکنید.

نام‌گذاری ترکیبات دوتایی

۱- نام‌گذاری و فرمول‌نویسی کاتیون‌هایی با چند بار الکتریکی

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

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

۳- در جدول زیر نام کاتیون فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می‌دهند را مشاهده می‌کنید:

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

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

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

$FeCl_2$ (کاتیون: آهن (II)، آنیون: کلرید) $\xrightarrow{\text{نام}}$ آهن(II) کلرید ، $FeCl_3$ (کاتیون: آهن (III)، آنیون: کلرید) $\xrightarrow{\text{نام}}$ آهن(III) کلرید

۲- در نام‌گذاری ترکیب‌هایی که کاتیون آن‌ها فقط یک نوع بار الکتریکی دارد، از اعداد رومی استفاده نمی‌کنیم:

AgF نقره فلوئورید ، AlF_3 آلومینیم فلوئورید ، $MgCl_2$ منیزیم کلرید

۳- نام‌گذاری ترکیب‌های مولکولی

روش نام‌گذاری این ترکیبات به‌صورت زیر است:

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

نیتروژن مونواکسید: NO / فسفر پنتابرمید: PBr_5 / دی‌نیتروژن تترااکسید: N_2O_4

ساختار لوویس

۱- در رسم ساختار لوویس به موارد روبه‌رو توجه کنید

۱- تا حد امکان همهٔ اتم‌های موجود در ترکیب (به‌جز H) از **قاعدهٔ هشت‌تایی** پیروی کنند.

۲- اتم‌های **هیدروژن و هالوژن** در پیرامون اتم مرکزی قرار گرفته و **یک پیوند کووالانسی** می‌دهند.

۳- معمولاً اتمی که در **سمت چپ** فرمول شیمیایی نوشته می‌شود، **اتم مرکزی** است.

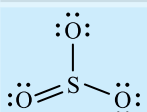
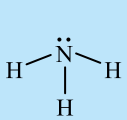
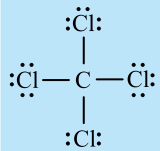
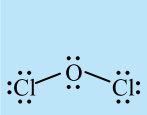
۴- مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در ساختار لوویس باید با مجموع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازندهٔ آن برابر باشد.

۵- اتم‌های اطراف اتم مرکزی با یک (−) یا دو (=) یا سه (≡) پیوند اشتراکی به اتم مرکزی متصل می‌شوند.

۶- در ساختار لوویس باید الکترون‌های غیرپیوندی اتم‌ها را نیز نمایش دهیم.

توجه: در رسم ساختار لوویس اگر در دو ساختار متفاوت مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی برابر مجموع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت باشد، نمایش پیوند دوگانه معمولاً بر پیوند سه‌گانه مقدم است.

۲- ساختار لوویس مولکول‌های مهم:

ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس
CO_2	$:\ddot{O}=C=\ddot{O}:$	CO	$:C\equiv O:$	SO_2	$:\ddot{O}=\ddot{S}-\ddot{O}:$	SO_3	
NH_3		CCl_4		HCN	$H-C\equiv N:$	Cl_2O	

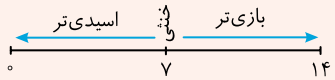
اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی محلول در آب ← اکسیدهای بازی هستند			اکسیدهای نافلزی محلول در آب ← اکسیدهای اسیدی هستند		
CaO	Na_2O	Al_2O_3	گچ و سیمان	آب‌گازدار	SO_2	NO_2
کاغذ pH آغشته به محلول این مواد ← آبی رنگ			کاغذ pH آغشته به محلول این مواد ← سرخ رنگ		

توجه: هر اکسید نافلزی خاصیت اسیدی ندارد. مثلاً اکسیدهایی مانند CO ، NO ، N_2O در آب انحلال مولکولی داشته و **تولید اسید نمی‌کنند.**

pH محلول‌های آبی

pH محلول‌های آبی در دمای اتاق بین ۰ **تا ۱۴** می‌باشد.



pH: آب باتری خودرو < اسید معده < آب گوجه فرنگی < قهوه < آب خالص < شربت معده < محلول آمونیاک < محلول تمیزکنندهٔ اجاق گاز < محلول لوله بازکن

محلول اسیدی $(pH<7)$ — خنثی $pH=7$ — محلول بازی $(pH>7)$

باران اسیدی

۱- **باران طبیعی** دارای $5/6<pH<7$ است. علت اسیدی بودن باران طبیعی، CO_2 محلول در آب باران است.

۲- **باران اسیدی** دارای pH کم‌تر از ۵/۶ است. علت کاهش pH نسبت به باران طبیعی حل شدن آلاینده‌هایی مانند NO_2 و SO_2 در آب باران و تولید نیتریک اسید (HNO_3) و سولفوریک اسید (H_2SO_4) است.

افزایش دمای کره زمین

۱- افزایش میزان CO_2 موجود در هوا باعث
- ۱- افزایش دمای کره زمین و افزایش سطح آب دریاها شده است.
- ۲- کاهش مساحت برف در نیم‌کرهٔ شمالی شده است.

۲- به دلیل گرم‌تر شدن زمین و کوتاه شدن فصل سرد زمستان، شواهد نشان می‌دهد که فصل بهار در نیم‌کرهٔ شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.

۳- از سال ۱۸۵۰ تا ۲۰۰۰ دمای زمین به‌طور میانگین از **۱۳/۷ تا ۱۴/۳** درجه سلسیوس **افزایش** یافته است.

۴- دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین **۱/۸ تا ۴** درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

۵- ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا در اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید می‌شود.

اثر گلخانه‌ای

۱- سرنوشت **امواج الکترومغناطیسی خورشید** که به زمین ارسال می‌شود
- ۱- بخش عمده‌ای **جذب زمین** می‌شود.
- ۲- بخش کوچکی **جذب هواکره** می‌شود.
- ۳- بخشی از پرتوهای خورشیدی بازتابیده شده و به **فضا** برمی‌گردد.

۲- پرتوهای خورشیدی جذب شده توسط زمین، باعث گرم شدن زمین می‌شود و زمین نیز مانند هر جسم داغ دیگری این گرما را به‌صورت پرتوهای الکترومغناطیس از خود ساطع می‌کند.

۳- دو مقایسهٔ مهم
- **انرژی:** پرتوهای ساطع شده از زمین > پرتوهای جذب شده توسط زمین
- **طول موج:** پرتوهای ساطع شده از زمین > پرتوهای جذب شده توسط زمین

۴- پرتوهای ساطع شده از زمین که بیش‌تر از نوع فروسرخ هستند
- ۱- بخش قابل توجهی وارد فضا می‌شوند.
- ۲- بخشی توسط گازهای گلخانه‌ای (مانند CO_2) جذب می‌شوند.

۵- به دام انداختن و برگرداندن پرتوهای فروسرخ به‌وسیلهٔ گازهای گلخانه‌ای (کربن دی‌اکسید (CO_2)، بخار آب (H_2O)، متان (CH_4) و ...) در هواکره که باعث گرم‌تر شدن زمین می‌شود را **اثر گلخانه‌ای** می‌گوییم.

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 سنگ های 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 (C_2H_5OH) و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

شیمی و توسعه پایدار

۱- **توسعه پایدار** یعنی این‌که در تولید هر فراورده در نظر گرفته شود.
- 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- هزینهٔ تولید بیش‌تر
  - ۳- دوستدار محیط زیست

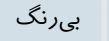
۳- **گرمای آزاد شده** به ازای **یک گرم** سوخت: زغال سنگ < بنزین < گاز طبیعی < هیدروژن

اوزون دگرشکلی از اکسیژن

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 تعیین‌کنندهٔ خواص و رفتار آن است. دو آلوتروپ اکسیژن نیز به دلیل داشتن ساختار متفاوت دارای خواص و رفتار متفاوتی هستند:

۳- چند مقایسهٔ مهم بین O_2 و O_3:

	ساختار لوویس	مقایسهٔ واکنش‌پذیری	مقایسهٔ پایداری	مقایسهٔ نقطهٔ جوش	انحلال‌پذیری درآب	رنگ حالت گاز	رنگ حالت مایع
گاز اکسیژن (O_2)		$O_3 > O_2$	$O_2 > O_3$	$O_3 > O_2$	$O_3 > O_2$	هر دو بی‌رنگ	هر دو آبی
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 لایهٔ اوزون (۱۵ تا ۳۰ کیلومتری از سطح زمین) مولکول‌های O_2 و O_3 طی یک واکنش برگشت‌پذیر مدام در حال تبدیل به یکدیگرند:

$$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$$

۶-
- اگر فقط واکنش رفت $(2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g))$ انجام می‌شد ← با کاهش شدید O_3، پرتوهای خطرناک فرابنفش مستقیم به ما می‌رسیدند!
- اگر فقط واکنش برگشت $(3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g))$ انجام می‌شد ← با کاهش شدید اکسیژن در لایهٔ استراتوسفر مواجه می‌شدیم!

اوزون دگرشکلی از اکسیژن

۷- در لایهٔ استراتوسفر ما با نقش مفید و محافظتی اوزون مواجه هستیم، به طوری‌که لایهٔ اوزون بخش قابل توجهی از تابش پرانرژی فرابنفش خورشید را جذب و تابش‌های کم انرژی‌تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌کند.

۸- **اوزون** در **لایهٔ 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 طوری‌که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

واکنش‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر

۱- واکنش‌های برگشت‌ناپذیر
- ۱- تا مصرف شدن **کامل** واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌روند.
- 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.

۲- واکنش‌های برگشت‌پذیر
- ۱- واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کامل مصرف **نمی‌شوند**.
- 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 حالی‌که 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 طوری‌که با افزایش فشار می‌توان حجم آن‌ها را کاهش داد: مقدار ثابت $\Rightarrow P.V = \text{مقدار ثابت} \Leftarrow V_{\text{گاز}} \propto \frac{1}{P}$

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

$$P_1.V_1 = P_2.V_2$$

۵- اگر در فشار ثابت دمای یک گاز را افزایش دهیم، حجم آن افزایش می‌یابد:

$$V_{\text{گاز}} \propto T \Leftarrow \frac{V}{T} = \text{مقدار ثابت}$$

۶- اگر حجم و دمای یک گاز (برحسب کلوین) 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 کلوین) گازها:

$$\frac{PV}{T} = \text{مقدار ثابت} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

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

۹- اگر دما و فشار را ثابت درنظر بگیریم، می‌توانیم رابطهٔ بین حجم و مقدار یک گاز را به‌دست آوریم.

۱۰- شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس ($0^\circ C$ یا $273 K$) و فشار یک اتمسفر ($1\ atm$) را به عنوان شرایط استاندارد (STP) درنظر می‌گیرند.

خواص و رفتار گازها

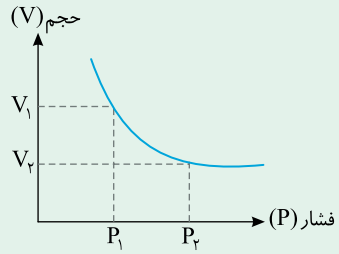
۱۱- **قانون آووگادرو** در مورد گازها بیان می‌کند که در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون، با هم برابر است.

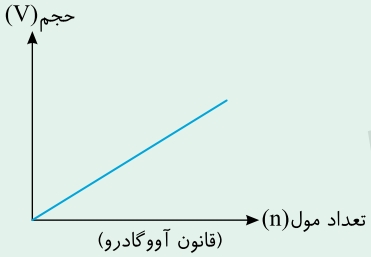
۱۲- حجمی که یک مول گاز (یعنی $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ ذره گاز) اشغال می‌کند را حجم مولی گازها می‌گوییم. براساس قانون آووگادرو، اگر دما و فشار یکسان باشد حجم مولی گازهای مختلف با هم **برابر** است.

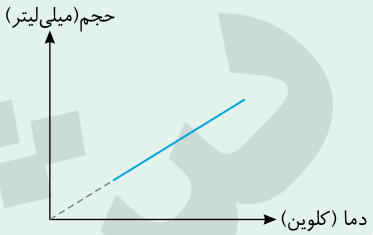
$$V \propto n \rightarrow \frac{V}{n} = \text{ثابت} \rightarrow \frac{V_۱}{n_۱} = \frac{V_۲}{n_۲}$$

۱۳- حجم مولی گازها در شرایط STP برابر است با ۲۲/۴ لیتر یا ۲۲۴۰۰ میلی‌لیتر.

۱۴- نمودارهای مهم:







استوکیومتری واکنش

۱- اغلب لازم است مقدار ماده‌ای را که در یک واکنش شیمیایی با مقدار معینی از مادهٔ دیگر واکنش می‌دهد یا از آن تولید می‌شود را حساب کنیم که با استوکیومتری واکنش می‌توان این محاسبه‌ها 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 معادلهٔ شیمیایی موازنه شده واکنش استفاده می‌کنیم.

۴- برای حل مسائل استوکیومتری از کسرهای تبدیل استفاده می‌کنیم:

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

۵- استوکیومتری گازها

۱- برای تبدیل مول یک گاز به حجم آن در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:

$$\text{مول (گاز)} \times \frac{۲۲/۴\ \text{L (گاز)}}{۱\ \text{mol (گاز)}} = \text{حجم (گاز) برحسب لیتر}$$

۲- برای تبدیل حجم یک گاز به مول آن در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:

$$\text{حجم (گاز) برحسب لیتر} \times \frac{۱\ \text{mol (گاز)}}{۲۲/۴\ \text{L (گاز)}} = \text{mol (گاز)}$$

۳- برای تبدیل لیتر به میلی‌لیتر در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:

$$۲۲/۴\ \text{L (گاز)} \times \frac{۲۲۴۰۰\ \text{mL (گاز)}}{۱\ \text{L (گاز)}} = \text{میلی‌لیتر گاز}$$

۴- ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های گازی علاوه‌بر این‌که نسبت میان مول‌ها و یا مولکول‌ها را نمایش می‌دهند (مانند همهٔ واکنش‌ها) نسبت میان حجم‌ها را نیز بیان می‌کند.

مثلاً در واکنش $N_۲(g)+۳H_۲+(g)\rightarrow ۲NH_۳(g)$ داریم:

$$\frac{۳\text{mol } H_۲}{۲\text{mol } NH_۳}, \frac{۳\times۲۲/۴\text{L } H_۲}{۲\times۲۲/۴\text{L } NH_۳} = \frac{۳\text{L } H_۲}{۲\text{L } NH_۳}$$

نیتروژن

۱- فراوان‌ترین جز سازندهٔ هواکره است.

۲- در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است.

$$O_2(g)+H_2(g) \xrightarrow{\text{جرقه یا } pt(s)} 2H_2O(l)$$

$$N_2(g)+H_2(g) \xrightarrow{\text{جرقه یا کاتالیزگر}} \text{واکنشی رخ نمی‌دهد}$$

۳- گاز نیتروژن به «**جو بی‌اثر**» شهرت یافته است و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است، به‌جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند.

۴- برخلاف گاز نیتروژن، برخی اکسیدهای نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار زیادی دارند. به عنوان مثال NO و NO_2 واکنش‌پذیری 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 به‌جای هوا از گاز نیتروژن استفاده کنیم تا از زنگ زدن و خوردگی رینگ و تایر جلوگیری کنیم.

۶- **کاربردهای نیتروژن**
- ۱- پر کردن **تایر** خودروها
- ۲- استفاده به عنوان **محیط بی‌اثر** در بسته‌بندی مواد غذایی
- ۳- در صنعت **سرماسازی** برای انجماد مواد غذایی
- ۴- نگهداری نمونه‌های **بیولوژیک** در پزشکی

۷- هر چند گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که آمونیاک (NH_3) یکی از مهم‌ترین آن‌هاست.

فرایند هابر

۱- **هابر** واکنش روبه‌رو را برای تولید آمونیاک مبنای پژوهش‌های خود قرار داد:

$$N_2(g)+3H_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

۲- بزرگ‌ترین 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 نمی‌شود.
- ۲- چگونه می‌توان فراورده واکنش را از مخلوط آن جدا کرد.

۴- شرایط بهینه انجام **واکنش** میان گازهای هیدروژن و نیتروژن از نظر هابر :

$$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad (Fe, 450^\circ C, 200\,atm)$$

۵- واکنش N_2 و H_2 گازی، واکنشی **برگشت‌پذیر** است و در ظرف واکنش مخلوطی از ۳ گاز N_2 و H_2 و NH_3 وجود دارد.

۶- برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش:
- ۱- پس از انجام فرایند هابر دما را کمی پایین‌تر از نقطهٔ جوش NH_3 $(-34^\circ C)$ می‌آوریم (مثلاً $-40^\circ C$).
- ۲- آمونیاک مایع شده و از مخلوط گازها جدا می‌شود.

۷- در فرایند هابر N_2 و H_2 واکنش نداده را دوباره جمع‌آوری کرده و به محفظهٔ انجام واکنش بازگردانی می‌کنند.

فصل سوم

آب، آهنگ زندگی

در ابتدای این فصل، مطالبی درارتباط با منابع آب شیرین و مواد محلول درآن، ازجمله یون‌های چند اتمی بیان شده و سپس ضمن معرفی انواع غلظت هاو روابط بین آنها،به انحلال پذیری مواد مختلف از جمله گازها پرداخته شده است، سپس اطلاعاتی درباره رفتار مولکول‌ها در میدان الکتریکی ونیز نیروهای بین مولکولی بیان می‌شود. درانتهای 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 سطح‌دوم	۳۲

فصل سوم

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی

یون‌ها

آنیون

تک‌اتمی

- گروه ۱۵: N^{3-} (نیترید)، P^{3-} (فسفید)
- گروه ۱۶: O^{2-} (اکسید)، S^{2-} (سولفید)
- گروه ۱۷: F^- (فلوئورید)، Cl^- (کلرید)، Br^- (برمید)، I^- (یدید)

چنداتمی

- NO_3^- (نیترات)، SO_4^{2-} (سولفات)، CO_3^{2-} (کربنات)،
- PO_4^{3-} (فسفات)، OH^- (هیدروکسید)

← بار یون مربوط به کل اتم‌ها

کاتیون

چنداتمی

- NH_4^+ (آمونیوم)

تک اتمی

یک نوع بار الکتریکی

- فلزات گروه اول: Li^+، Na^+، K^+ و ...
- فلزات گروه دوم: Mg^{2+}، Ca^{2+} و ...
- سایر فلزات: Al^{3+}، Zn^{2+}، Ag^+ و ...

دو نوع بار الکتریکی

- آهن (Fe^{3+}/Fe^{2+})
- کروم (Cr^{3+}/Cr^{2+})
- مس (Cu^{2+}/Cu^+)

شناسایی یون‌ها

- Ag^+(یون نقره) $\xleftarrow{\text{توسط}}$ Cl^- $\xleftarrow{\text{تشکیل}}$ رسوب سفید $AgCl$

واکنش: $AgNO_3(aq)+NaCl(aq)\rightarrow AgCl(s)+NaNO_3(aq)$

- Ba^{2+}(یون باریم) $\xleftarrow{\text{توسط}}$ SO_4^{2-} $\xleftarrow{\text{تشکیل}}$ رسوب سفید $BaSO_4$

واکنش: $Na_2SO_4(aq)+BaCl_2(aq)\rightarrow BaSO_4(s)+2NaCl(aq)$

- Ca^{2+} (یون کلسیم) $\xleftarrow{\text{توسط}}$ PO_4^{3-} $\xleftarrow{\text{تشکیل}}$ رسوب سفید $Ca_3(PO_4)_2$

واکنش: $2Na_3PO_4(aq)+3CaCl_2(aq)\rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)+6NaCl(aq)$

مدل فضا پرکن یون‌ها

- سولفات (SO_4^{2-})، فسفات (PO_4^{3-}) و آمونیوم (NH_4^+):
- نیترات (NO_3^-) و کربنات (CO_3^{2-}):
- هیدروکسید (OH^-):

مخلوط

ناهمگن

خواص فیزیکی یا شیمیایی و یا هر دو غیریکسان

- آب + یخ: خواص فیزیکی متفاوت (شیمیایی یکسان)
- آب + هگزان: خواص شیمیایی متفاوت (فیزیکی یکسان)
- آب + شن: خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت

همگن (محلول)

خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان

مایع

- سرم فیزیولوژی (محلول آب نمک)
- ضد یخ (محلول اتیلن گلیکول در آب) ← اتیلن گلیکول: $C_2H_6O_2$
- گلاب (محلول چند ماده آلی در آب)

جامد

- سکه (مخلوطی از فلزات متفاوت)

گاز

- هوا (مخلوطی از گازهای مختلف)

اجزای محلول

- **حل‌شونده**
- **حلال**: حل‌شونده را در خود حل می‌کند. / نسبت به حل‌شونده، شمار مول‌های بیش‌تری دارد.

غلظت

- **حلالی**: انحلال‌پذیری (S)
- **محلولی**
  - **ppm**
    - جرم محلول: $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$
    - حجم محلول رقیق: $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}(mg)}{\text{حجم محلول}(L)}$
    - ترکیبی: $ppm = a \times ۱۰^۴$
  - **درصد جرمی** $(w/w)(a)$: $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$
  - **غلظت مولی(مولار)**: $(\frac{mol}{L})$: $\text{غلظت مولی} = \frac{\text{حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$
    - ترکیبی: $\text{مولار} = \frac{۱۰ \times a \times d}{M}$

نمک خوراکی $(NaCl)$ — انواع کاربردهای

- تهیهٔ گاز کلر $(Cl_۲)$، فلز سدیم، سود سوزآور $(NaOH)$، گاز هیدروژن $(H_۲)$ ← **بیش‌ترین کاربرد**
- ذوب کردن یخ درجاده‌ها
- فرآوری گوشت، کنسرو تن، تهیهٔ خمیر کاغذ، پارچه، رنگ پلاستیک و صنعت نفت
- تولید سدیم کربنات
- تغذیهٔ جانوران
- تولید مواد شیمیایی دیگر
- مصارف خانگی ← **کم‌ترین کاربرد**

ویژگی‌های فلز منیزیم (Mg)

- برای تهیهٔ آلیاژها، شربت معده و ...
- یکی از منابع آن، آب دریا ← به شکل محلول $(Mg^{۲+}(aq))$

مراحل تولید فلز منیزیم $(Mg(s))$

- **مرحلهٔ اول**: رسوب دادن منیزیم به صورت مادهٔ جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید $(Mg(OH)_۲)$
- **مرحلهٔ دوم**: تبدیل منیزیم هیدروکسید به منیزیم کلرید $(MgCl_۲)$
- **مرحلهٔ سوم**: تبدیل منیزیم کلرید به عنصرهای سازنده‌اش با استفاده از جریان برق:

$$MgCl_۲(l) \xrightarrow{\text{جریان برق}} Mg(l) + Cl_۲(g)$$

محلول‌های مولار $(\text{مولار} = \frac{mol}{L})$

- رقیق کردن ← یعنی ← **کاهش** غلظت مولی ← به روش ← افزایش حجم محلول (افزایش حلال) به ازای ثابت ماندن حل‌شونده
- غلیظ کردن ← یعنی ← **افزایش** غلظت مولی ← به روش ←
  - کاهش حجم محلول (تبخیر حلال) به ازای ثابت ماندن حل‌شونده
  - افزایش حل‌شونده در حجم ثابت

مخلوط دو محلول هم‌جنس

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:

$$\text{درصد جرمی محلول نهایی} = \frac{a_1 \times m_1 + a_2 \times m_2}{m_1 + m_2} \times ۱۰۰$$

انواع ترکیب‌های (حل‌شونده)

محلول: $S > ۱\,g$

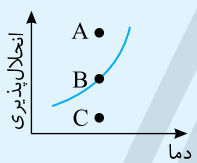
- **ترکیب‌های مولکولی**
  - به هر نسبت در آب حل می‌شوند. مثال: اتانول $(C_۲H_۶O)$، استون $(C_۳H_۶O)$
  - سایر ترکیبات؛ مثال: شکر، HCl و ...
- **ترکیب‌های یونی**
  - دارای کاتیون آمونیوم $(NH_۴^+)$؛ مثال: $NH_۴Cl$ و ...
  - دارای کاتیون فلزات گروه اول؛ مثال: $NaCl$، $K_۲SO_۴$ و ...
  - دارای آنیون نیترات $(NO_۳^-)$؛ مثال: $Al(NO_۳)_۳$، $NaNO_۳$ و ...
  - سایر ترکیب‌های؛ مثال: $CaCl_۲$، $MgSO_۴$ و ...

کم‌محلول $۰/۰۱\,g < S < ۱\,g$ ← $CaSO_۴$

نامحلول $S < ۰/۰۱\,g$

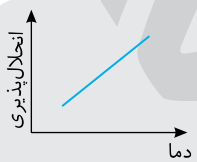
- ترکیب مولکولی: ید $(I_۲)$، هگزان $(C_۶H_{۱۴})$
- ترکیب یونی: $AgCl$، $BaSO_۴$، $Ca_۳(PO_۴)_۲$

انواع محلول

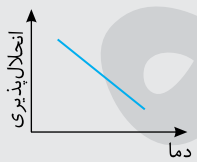


- **سیرشده**: S = مقدار حل‌شونده ← (یعنی) تمام نقاط روی منحنی انحلال‌پذیری (B)
- **سیرنشده**: $S <$ مقدار حل‌شونده ← (یعنی) تمام نقاط زیر منحنی انحلال‌پذیری (C)
- **فراسیرشده**: $S >$ مقدار حل‌شونده ← (یعنی) تمام نقاط بالای منحنی انحلال‌پذیری (A)

انواع نمودارهای انحلال‌پذیری



- **صعودی**
  - افزایش دما: افزایش انحلال‌پذیری
  - مثال: $KNO_۳$، KCl و $NaNO_۳$
  - کاهش دما: کاهش انحلال‌پذیری



- **نزولی**
  - افزایش دما: کاهش انحلال‌پذیری
  - مثال: $Li_۲SO_۴$
  - کاهش دما: افزایش انحلال‌پذیری
- **شیب تقریباً ثابت** مثال: $NaCl$

مقایسه تأثیر دما بر انحلال‌پذیری

- **از طریق نمودار انحلال‌پذیری**: هرچه شیب نمودار **بیش‌تر** باشد، تأثیر دما **بیش‌تر** است.
- **از طریق جدول انحلال‌پذیری**: هرچه نسبت $\left(\frac{\text{انحلال پذیری در دمای بالاتر}}{\text{انحلال پذیری در دمای پایین تر}}\right)$ بزرگ‌تر باشد، تأثیر دما بیش‌تر است.

محلول سیرشده

نمودار نزولی
- افزایش دما ← باعث کاهش انحلال‌پذیری شده و محلول فراسیرشده (ناپایدار) تشکیل می‌شود.
- کاهش دما ← باعث افزایش انحلال‌پذیری شده و محلول سیرنشده (پایدار) تشکیل می‌شود.

نمودار صعودی
- افزایش دما ← باعث افزایش انحلال‌پذیری شده و محلول سیرنشده (پایدار) تشکیل می‌شود.
- کاهش دما ← باعث کاهش انحلال‌پذیری شده و محلول فراسیرشده (ناپایدار) تشکیل می‌شود.

معادلهٔ انحلال‌پذیری

$S = m\theta + S_{\circ}$

- شیب (m): $m = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$
  - اگر $m > 0$ ← نمودار صعودی؛ با افزایش دما، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.
  - اگر $m < 0$ ← نمودار نزولی؛ با کاهش دما، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.
  - هرچه اندازهٔ m بیش‌تر باشد ← دما تأثیر بیش‌تری بر انحلال‌پذیری دارد.
- عرض از مبدأ $(S_{\circ})$ ← انحلال‌پذیری در دمای $0^{\circ}C$

انواع مواد

ترکیب‌های یونی (شامل فلز و نافلز)
- اجزاء سازنده: **یون** (کاتیون و آنیون)
- شبکهٔ گسترده و به‌هم پیوسته از یون‌ها
- یون‌ها با پیوند یونی متصل هستند.

ترکیب‌های مولکولی (اغلب شامل نافلز)
- اجزاء سازنده: **مولکول**
- شامل مولکول‌های مجزاء
- مولکول‌ها با نیروی بین مولکولی در ارتباط هستند.

ویژگی‌های مولکول آب (H_2O)

- **تنها** ماده‌ای که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز وجود دارد.
- اغلب **ترکیب‌های** (مولکولی و یونی) در آب محلول هستند.
- هنگام انجماد، افزایش حجم دارد.
- به سمت میلهٔ شیشه‌ای مالیده شده به موی خشک منحرف می‌شود.
- دارای ساختار **خمیده** (V شکل) بوده و می‌تواند در میدان الکتریکی جهت‌گیری کند.
- در مقایسه با مولکول‌های هم جرم خود، نقطه جوش، ظرفیت گرمایی و کشش سطحی بالایی دارد.
- نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیدهٔ مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارد.

انواع ترکیب‌های مولکولی

قطبی
- در میدان الکتریکی جهت‌گیری دارند.
- $\mu \neq 0$ (گشتاور دوقطبی)

ناقطبی
- در میدان الکتریکی جهت‌گیری ندارند.
- $\mu = 0$ (گشتاور دوقطبی)

تعیین مولکول‌های قطبی و ناقطبی

مولکول‌هایی به فرم A_2 ← ناقطبی؛ مانند: I_2، Cl_2، Br_2، H_2 و ...

مولکول‌هایی به فرم AB ← قطبی؛ مانند: CO، NO، HI، HBr، HCl، HF

مولکول‌هایی به فرم AB_n $(n \geq 2)$
- ناقطبی
  - برروی اتم مرکزی الکترون ناپیوندی نباشد و اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان باشند
  - مانند: SO_3، CH_4
- قطبی ← یک یا هر دو شرط مولکول ناقطبی وجود نداشته باشد. مانند: SO_2، NH_3

مولکول‌هایی که بیش از دو نوع اتم دارند ← اغلب قطبی؛ مانند: H_2SO_4، HNO_3، SO_2Cl_2، HCN و ...

هیدروکربن‌ها (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 چنـد 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_2 (ناقطبی)
- **جرم و حجم مولکول** ← در میـان چند مولکول ناقطبی، هرچه جرم مولی بیش‌تر باشـد، قدرت نیروی بین مولکولی بیش‌تر می‌شود ← نقطه جوش افزایش می‌یابد.
  مانند: قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی SO_3 (ناقطبی)، نسبت به نیروی بین مولکولی CO_2 (ناقطبی)

پیوند هیدروژنی

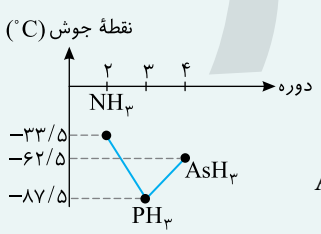
- **شرط تشکیل، وجود حداقل یکی از پیوندهای**
  - $N-H$ مانند: NH_3
  - $O-H$ مانند: $C_2H_5OH-H_2O$
  - $F-H$ مانند: HF
- $\underbrace{X^{\delta-}}_{F,O,N} - H^{\delta+} \cdots\cdots \underbrace{Y^{\delta-}}_{F,O,N} -$ (پیوند هیدروژنی)
- **نسبت به نیروهای وان‌دروالس قوی‌تر است.**

مقایسهٔ مولکول آب (H_2O) و هیدروژن سولفید (H_2S)

- **جرم مولی** ← $H_2S > H_2O$
- **مولکول‌های قطبی** ← گشتاور دوقطبی $\neq 0$ ← گشتاور دوقطبی $H_2O >$ گشتاور دوقطبی H_2S
  در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
- **حالت فیزیکی ($25^\circ C$)**
  - آب ← مایع
  - هیدروژن سولفید ← گاز
- **نیروی بین مولکولی**
  - H_2O ← هیدروژنی
  - H_2S ← وان‌دروالس
- **نقطهٔ جوش** ← $H_2O > H_2S$

ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ و ۱۷

- **گروه ۱۵**
  - ترتیب نقطه جوش: $NH_3 > AsH_3 > PH_3$ (تشکیل پیوند هیدروژنی ← افزایش جرم مولی)
  - با افزایش جرم مولی، ابتدا نقطه جوش کاهش و سپس افزایش می‌یابد ←
  - همگی قطبی ← نیروی بین مولکولی
    - پیوند هیدروژنی: NH_3
    - وان‌دروالس: $AsH_3 - PH_3$
  - تمام ترکیب‌های در دمای اتاق ($25^\circ C$) گازی هستند.

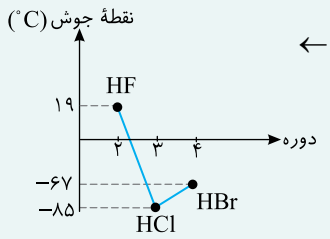


ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ و ۱۷

گروه ۱۷

ترتیب نقطه جوش: $HF > HBr > HCl$ (تشکیل پیوند هیدروژنی ← افزایش جرم مولی)

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



همگی قطبی ← نیروی بین مولکولی
- پیوند هیدروژنی: HF
- وان‌درووالس: $HBr - HCl$

تمام ترکیبات در دمای اتاق $(25^\circ C)$ گازی هستند.

افزایش گشتاور دوقطبی

- 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، C_2H_5OH) ← قطبی ← حلال در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
- استون (C_3H_6O) ← حلال قطبی ← حلال رنگ‌ها، چربی و انواع لاک‌ها
- هگزان (C_6H_{14}) ← حلال ناقطبی ← حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کنندهٔ 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 با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن مولکول مجاور با پیوند هیدروژنی متصل است.
- ساختار **شش‌ضلعی منتظم** تشکیل می‌شود.
- اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانهٔ عسل را تشکیل می‌دهند.
- دارای ساختار باز است.
- حجم هنگام یخ زدن افزایش می‌یابد.
  - دیوارهٔ یاخته‌ها در بافت کلم تخریب می‌شود.
  - طبق رابطهٔ چگالی $\left(\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}\right)$، 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 > جاذبهٔ 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 حل‌شوندهٔ خالص > جاذبه‌های حل‌شونده- حلال در محلول
  - **نامحلول**: میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص < جاذبه‌های حل‌شونده- حلال در محلول
- **ترکیب‌های یونی**
  - **محلول**: میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوندهای هیدروژنی در آب > نیروی جاذبهٔ یون- دوقطبی در محلول
  - **نامحلول**: میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی در آب < نیروی جاذبهٔ یون- دوقطبی در محلول

عوامل مؤثر بر انحلال گازها در آب

- **نوع گاز** ← هر چه نیروی بین مولکولی قوی‌تر، انحلال بیش‌تر ← $CO_2 > NO > O_2 > N_2$
- **دما**
  - با n برابر کردن دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد، اما $\frac{1}{n}$ برابر نمی‌شود.
  - نمودار (دما - انحلال‌پذیر) 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. ← معادلهٔ خط: $S = k \times P$
  - هرچه شیب نمودار بیش‌تر باشد، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری بیش‌تر است.
  - در فشار $0\ atm$، 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[1]

- **یونی** رسانایی به‌دلیل حرکت یون‌ها ← ترکیب‌های یونی
  - در حالت محلول
  - در حالت مذاب
- **الکترونی** رسانایی به‌دلیل حرکت الکترون‌ها
  - فلزات
  - گرافیت (مغز مداد)

۱- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب مربوط به این تیتر را مطالعه نکنید.

انواع مواد براساس نوع حل شدن[۱]

الکترولیت

قوی (انحلال یونی)

- اسیدهای قوی: مثال: HNO_3 (نیتریک اسید)، H_2SO_4 (سولفوریک اسید) و HCl (هیدروژن کلرید) و HBr (هیدروژن برمید)
- بازهای قوی: مثال: $NaOH$ (سدیم هیدروکسید)، KOH (پتاسیم هیدروکسید)
- برخی نمک‌ها؛ مثال: $NaCl$ ، KCl ، KBr و ...

ضعیف (انحلال یونی + مولکولی)

- سایر اسیدها؛ مثال: HF (هیدروژن فلوئورید)، H_2CO_3 (کربنیک اسید)
- سایر بازها؛ مثال: NH_3 (آمونیاک)، $Al(OH)_3$ ، $Mg(OH)_2$ و ...
- اغلب نمک‌ها؛ مثال: $Al_2(CO_3)_3$ ، و ...

غیرالکترولیت (انحلال مولکولی)

اغلب ترکیب‌های مولکولی قطبی، به‌جز ترکیب‌های مولکولی الکترولیت قوی؛ مثال: اتانول (C_2H_5OH)، استون (C_3H_6O)، اتیلن گلیکول $(C_2H_6O_2)$، شکر $(C_{12}H_{22}O_{11})$، گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$.

رسانایی محلول[۲]

شرط

۱- هرچه حل‌شونده، الکترولیت قوی‌تری باشد، رسانایی بهتر است.

مثال: HCl ، H_2SO_4 ، $NaCl$ و ...

۲- حل‌شونده انحلال‌پذیری خوبی در حلال داشته باشد.

اسمز (گذرندگی)

- انتقال مولکول‌های آب از محیط **رقیق به غلیظ**
- کاهش حجم و ارتفاع محلول رقیق
- افزایش حجم و ارتفاع محلول غلیظ
- کاهش غلظت محلول غلیظ
- بدون استفاده از فشار بیرونی
- **خودبه‌خودی**
- نامناسب برای تصفیهٔ آب (عدم توانایی نمک‌زدایی)

اسمز معکوس

- انتقال مولکول‌های آب از محیط **غلیظ به رقیق**
- افزایش حجم و ارتفاع محلول رقیق
- کاهش حجم و ارتفاع محلول غلیظ
- افزایش غلظت محلول غلیظ
- استفاده از فشار بیرونی
- **غیرخودبه‌خودی**
- مناسب برای تصفیهٔ آب (توانایی نمک‌زدایی)

روش‌های تصفیهٔ آب

تقطیر

- با انجام دو واکنش فیزیکی (تبخیر و میعان) آب را تصفیه می‌کند.
- برای جداسازی موادی که نقطه جوش آن‌ها بالاتر از آب باشد، مناسب است.
- جداسازی نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها
- عدم توانایی جداسازی ترکیبات آلی فرار و میکروب‌ها

صافی کربن

- استفاده از فیلترهایی از کربن که متخلخل بوده و می‌تواند ناخالصی‌های موجود در آب را جذب کند.
- جداسازی نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و ترکیب‌های آلی فرار
- عدم توانایی جداسازی میکروب‌ها

اسمز معکوس

- جداسازی نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و ترکیب‌های آلی فرار
- عدم توانایی جداسازی میکروب‌ها

۱و۲- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب مربوط به این تیتر را مطالعه نکنید.

B **۳۵۷- گزینهٔ 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 آن‌که $A=۷۵$ و $N-Z=۹$ می‌باشد:

$$۷۵=Z+۹+Z\Rightarrow Z=۳۳$$

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، **سیلسیم** و **منیزیم** به‌ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ کرهٔ زمین می‌باشند.

عبارت (ت): در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم، فراوانی نسبی ایزوتوپ ^{۷}Li از ^{۶}Li بیش‌تر است. پس جرم اتمی میانگین عنصر لیتیم به جرم اتمی ایزوتوپ **سنگین‌تر** (یعنی ^{۷}Li) نزدیک‌تر است.

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

$$\text{مجموع تعداد ذرات زیراتمی}=N+۲Z$$

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

$$N+۲Z=۲(N-Z)\Rightarrow ۲Z=N-۲Z\Rightarrow N=۴Z \quad (I)$$

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

$$\xrightarrow{(I)}\begin{cases}A=N+Z=(N-Z)+۴\\N=۴Z\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}Z=-Z+۴\\N=۴Z\end{cases}\Rightarrow Z=۲\ ,\ N=۸$$

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

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

عبارت (ب):

$$^{۲۷}_{۱۳}Y\Rightarrow\begin{cases}{}^{۰}_{-۱}e=۱۳\\{}^{۱}_{+۱}p=۱۳\\{}^{۱}_{۰}n=۱۴\end{cases}\Rightarrow\frac{\text{تعداد ذرات زیراتمی با قدرمطلق بار نسبی یک}}{\text{تعداد ذرات زیراتمی با جرم تقریباً ۱ amu}}=\frac{۲۶}{۲۷}<۱$$

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

عبارت (ت):

$$^{۱۴}_{۷}Z^{۳-}\Rightarrow\begin{cases}{}^{۰}_{-۱}e=۱۰\\{}^{۱}_{+۱}p=۷\\{}^{۱}_{۰}n=۷\end{cases}\Rightarrow ۲۴-|(-۱۰)+۷|=۲۱\Rightarrow ۲۱<۲\times ۱۴$$

بررسی عبارت نادرست:

عبارت (الف): با توجه به آن‌که شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در عنصر $^{۱۲}_{۶}X$ برابر است، نادرست می‌باشد.

$$^{۱۲}_{۶}X\Rightarrow\begin{cases}{}^{۰}_{-۱}e=۶\\{}^{۱}_{+۱}p=۶\\{}^{۱}_{۰}n=۶\end{cases}$$

C **۳۶۰- گزینهٔ ۲** هستهٔ عنصر تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ دارای ۴۳ پروتون و ۵۶ نوترون $(۹۹-۴۳=۵۶)$ است. ابتدا باید مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها را بیابیم (برحسب kg):

$$?\,kg=(۴۳\times ۱/۶۷\times ۱۰^{-۲۷})+(۵۶\times ۱/۶۸\times ۱۰^{-۲۷})=۱/۶۵۸۹\times ۱۰^{-۲۵}kg$$

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 شود):

$$\Delta m=۱/۶۵۸۹\times ۱۰^{-۲۵}-۱/۶۵۷۵\times ۱۰^{-۲۵}=۰/۰۰۱۴\times ۱۰^{-۲۵}kg=۱/۴\times ۱۰^{-۲۸}kg$$

براساس رابطهٔ اینشتین:

$$E=mc^{۲}\Rightarrow E=۱/۴\times ۱۰^{-۲۸}\times(۳\times ۱۰^{۸})^{۲}=۱/۲۶\times ۱۰^{-۱۱}J=۱/۲۶\times ۱۰^{-۱۴}kJ$$

۳۶۱- گزینهٔ ۱ C ابتدا مقدار انرژی آزاد شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$E=?\,J\ ,\ m=۰/۲۱۳۹g=۲/۱۳۹\times۱۰^{-۴}kg\ ,\ c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$$

$$E=mc^{۲}\Rightarrow E=۲/۱۳۹\times۱۰^{-۴}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}\simeq۱/۹۳\times۱۰^{۱۳}J=۱/۹۳\times۱۰^{۱۰}kJ$$

چون ۵٪ این انرژی صرف تبخیر آب (با دمای اولیهٔ $۳۰^{\circ}C$) می‌شود:

$$?\,kJ=۱/۹۳\times۱۰^{۱۰}\times\frac{۵}{۱۰۰}=۹/۶۵\times۱۰^{۸}kJ$$

بنابراین جرم آب تبخیر شده بر حسب کیلوگرم خواهد شد:

$$\begin{bmatrix}۲/۳\,(kJ) & ۰/۰۰۱(kg\ آب)\\ ۹/۶۵\times۱۰^{۸}(kJ) & x(kg\ آب)\end{bmatrix}\Rightarrow x\simeq۴/۱۹\times۱۰^{۵}kg\ آب$$

۳۶۲- گزینهٔ ۲ جرم اولیه عنصر A را M_A در نظر می‌گیریم:

$$\text{جرم باقی مانده A}=\frac{M_A}{۲^n}=\frac{M_A}{۲^{۸}}=\frac{M_A}{۲۵۶}\ ،\ n=\text{تعداد نیمه عمر عنصر A}=\frac{\text{مدل زمان (کل)}}{\text{نیمه عمر عنصر}}=\frac{۱۲h}{۱/۵h}=۸$$

جرم اولیه هسته عنصر B را M_B در نظر می‌گیریم:

$$\text{جرم تجزیه شده B}=M_B-M_B(\frac{۱}{۲})^{m}=M_B(۱-\frac{۱}{۲^m})\ ،\ m=\text{تعداد نیمه عمر عنصر B}$$

از طرفی $M_A=۲۲۴M_B$، بنابراین:

$$\frac{M_A}{۲۵۶}=M_B(۱-\frac{۱}{۲^m})\Rightarrow\frac{۲۲۴M_B}{۲۵۶}=M_B(۱-\frac{۱}{۲^m})\Rightarrow m=۳\ ،\ \text{نیمه عمر عنصر B}=\frac{\text{مدت زمان کل}}{\text{تعداد نیمه عمرها}}=\frac{۱۲}{۳}=۴h$$

۳۶۳- گزینهٔ ۱ C می‌دانیم که جرم پروتون و نوترون بر حسب واحد جرم اتمی (amu) برابر است با:

$$\text{جرم پروتون}=۱/۰۰۷۳amu\ ،\ \text{جرم‌نوترون}=۱/۰۰۸۷amu$$

پس جرمی که وارد واکنش هسته‌ای شده است برابر با:

$$۲p+۲n=۲(۱/۰۰۷۳)+۲(۱/۰۰۸۷)=۴/۰۳۲amu$$

می‌دانیم که هر amu برابر $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$ است. پس جرم از بین رفته که به انرژی تبدیل شده است برابر است با:

$$\text{تغییرات جرم}=۴/۰۳۲-۴/۰۰۱۵=۰/۰۳۰۵amu$$

$$\text{تغییرات جرم g}=۰/۰۳۰۵=۰/۰۳۰۵\times۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}=۰/۰۵۰۶۳\times۱۰^{-۲۴}g=۰/۰۵۰۶۳\times۱۰^{-۲۷}kg$$

طبق رابطه اینشتین داریم:

$$E=mc^{۲}\Rightarrow E=۰/۰۵۰۶۳\times۱۰^{-۲۷}\times۹\times۱۰^{۱۶}=۰/۴۵۵۶۷\times۱۰^{-۱۱}J\simeq۰/۴۵۵۶۷\times۱۰^{-۱۴}kJ\simeq۰/۴۶\times۱۰^{-۱۴}kJ=۴۶\times۱۰^{-۱۶}kJ$$

۳۶۴- گزینهٔ ۴ C عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند.

عبارت (الف): از بین ۷ ایزوتوپ اتم هیدروژن (H)، فقط ۲ ایزوتوپ $_{۱}^{۱}H$ و $_{۱}^{۲}H$ هستهٔ پایدار دارند و **۵** ایزوتوپ دیگر **ناپایدار** هستند.

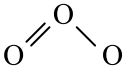
عبارت (پ): ایزوتوپ‌های $_{۱}^{۳}H$ و $_{۱}^{۴}H$ هسته‌های ناپایدار دارند، بنابراین در فرایند تلاشی هسته‌ای به همراه **ذره‌های پر انرژی**، مقدار زیادی **انرژی** نیز آزاد می‌شود.

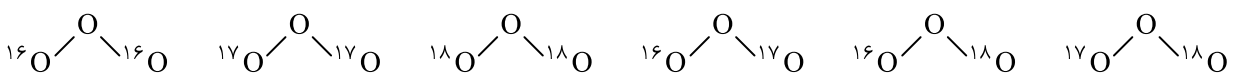
عبارت (ث): اتم هیدروژن (H) دارای ۷ ایزوتوپ می‌باشد که ۳تای آن‌ها در طبیعت وجود دارند و ۴ عدد از آن‌ها ساختگی می‌باشند. فراوانی ایزوتوپ‌های ساختگی **صفر** می‌باشد. تعداد نوترون‌های ایزوتوپی که درصد فراوانی آن ناچیز است (یعنی $_{۱}^{۳}\mathbf{H}$)، **۲** برابر تعداد پروتون $_{۱}^{۱}H$ می‌باشد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ایزوتوپ با بیش‌ترین فراوانی $(_{۱}^{۱}\mathbf{H})$ نزدیک‌تر است.

عبارت (ت): ترتیب نیم‌عمر ایزوتوپ‌های پرتوزای اتم H به‌صورت $_{۱}^{۳}H<_{۱}^{۵}\mathbf{H}<_{۱}^{۶}\mathbf{H}<_{۱}^{۴}\mathbf{H}<_{۱}^{۷}H$ می‌باشد.

۳۶۵- گزینهٔ ۲ C اوزون $(O_۳)$ با ساختار مولکولی  ، از ۳ اتم اکسیژن ساخته شده است. اتم اکسیژن مرکزی را **ثابت** نگه داشته و با جابه‌جایی ایزوتوپ‌های اکسیژن، مولکول‌های متفاوت $O_۳$ را می‌سازیم:



اتم مرکزی اکسیژن نیز می‌تواند هر یک از اتم‌های ^{16}O ، ^{17}O و ^{18}O باشد؛ در نتیجه $3\times6=18$ 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:

تعداد جرم مولکولی متفاوت = جرم مولکولی سنگین‌ترین مولکول − جرم مولکولی سبک‌ترین مولکول + ۱

سنگین‌ترین مولکول اوزون: $^{18}O-^{18}O-^{18}O$

جرم مولکولی $=3\times18=54$

سبک‌ترین مولکول اوزون: $^{16}O-^{16}O-^{16}O$

جرم مولکولی $=3\times16=48$

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

۳۶۶- گزینهٔ ۳ B

$$\text{جرم اتمی میانگین}=\frac{M_1X_1+M_2X_2}{X_1+X_2}\Rightarrow a+0/6=\frac{(7\times a)+(3\times b)}{7+3}\Rightarrow 10a+6=7a+3b\Rightarrow 6=3b-3a\Rightarrow b-a=2$$

۳۶۷- گزینهٔ ۴ B

$$\text{جرم اتمی میانگین}=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}\Rightarrow 20/4=\frac{(10+10)\times80+(10+y)\times20}{80+20}=\frac{1600+200+20y}{100}\Rightarrow y=12$$

۳۶۸- گزینهٔ ۲ C

CH_4 جرم مولی $=(12\times1)+(1\times4)=16g.mol^{-1}$

C_2H_2 جرم مولی $=(12\times2)+(1\times2)=26g.mol^{-1}$

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

$$?\,atomCH_4=12g\,CH_4\times\frac{1mol\,CH_4}{16g\,CH_4}\times\frac{N_A\,\text{مولکول}\,CH_4}{1mol\,CH_4}\times\frac{5atom\,CH_4}{1\,\text{مولکول}\,CH_4}=\frac{15}{4}N_A(atom\,CH_4)$$

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

۳۶۹- گزینهٔ ۳ C

تعداد اتم‌های A $=y$

تعداد اتم‌های B $=2y$

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

جرم مولی A $=2x$

جرم مولی B $=x$

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

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

۳۷۰- گزینهٔ ۳ C

تعداد مولکول‌های A = تعداد مولکول‌های B = y

جرم مولی A $=2/5x\ \frac{g}{mol}$

جرم مولی B $=x\ \frac{g}{mol}$

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

۳۷۱- گزینهٔ ۱ C

$$\text{مول مخلوط}=4/515\times10^{23}atom\times\frac{1mol}{6/022\times10^{23}atom}=\frac{3}{4}\ \text{مجموع مول آهن و گوگرد}$$

جرم آهن را x و جرم گوگرد را $(۳۰-x)$ در نظر می‌گیریم و مول هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{mol Fe} = x\text{g Fe} \times \frac{۱\text{mol Fe}}{۵۶\text{g Fe}} = \frac{x}{۵۶}\ \text{mol Fe} \\ \text{mol S} = (۳۰-x)\text{g S} \times \frac{۱\text{mol S}}{۳۲\text{g S}} = \frac{۳۰-x}{۳۲}\ \text{mol S} \end{array}\right\} \text{مول مخلوط} = \frac{x}{۵۶} + \frac{۳۰-x}{۳۲}$$

با توجه به اینکه مجموع مول آهن و گوگرد برابر $\frac{۳}{۴}$ است داریم:

$$\frac{x}{۵۶} + \frac{۳۰-x}{۳۲} = \frac{۳}{۴} \rightarrow \begin{cases} x = ۱۴\text{g Fe} \\ ۳۰-x = ۱۶\text{g S} \end{cases} \quad ، \quad \text{درصد آهن در مخلوط} = \frac{۱۴}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۴۶/۶٪$$

C **۳۷۲- گزینهٔ ۲** انرژی لایه‌های الکترونی با دور شدن از هسته افزایش می‌یابد. هرچه از هسته دورتر می‌شویم، فاصلهٔ انرژی لایه‌ها از یکدیگر کم‌تر می‌شود. انتقال‌های $n=۴$ و $n=۳$ به $n=۲$، در ناحیهٔ مرئی قرار دارند. با توجه به این‌که اختلاف انرژی لایه‌های $n=۵$ و $n=۳$ کم‌تر از لایه‌های $n=۴$ و $n=۲$ است، پس انرژی انتقال $n=۵$ به $n=۳$ در ناحیهٔ فروسرخ و کم‌تر از دو انتقال قبلی است. همچنین، اختلاف انرژی لایه‌های $n=۲$ و $n=۱$ زیاد است و انرژی انتقال $n=۲$ به $n=۱$ در ناحیهٔ فرابنفش و بیش‌تر از ۳ انتقال قبلی است؛ بنابراین از نظر اختلاف انرژی می‌توان نوشت:

$$n=۳ \text{ به } n=۵ < n=۲ \text{ به } n=۳ < n=۲ \text{ به } n=۴ < n=۱ \text{ به } n=۲$$

۳۷۳- گزینهٔ ۴ همه عبارت‌ها درست هستند.

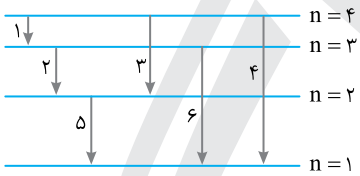
عبارت (الف): هر چه فاصلهٔ بین لایه‌ها بیشتر باشد، انرژی آزاد شده به هنگام بازگشت الکترون بیشتر است.

عبارت (ب): در اتم هیدروژن انتقال‌های بین لایه $n=۶$ تا $n=۲$ (یعنی A و D و G) در محدودهٔ 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.

B **۳۷۴- گزینهٔ ۱** **۶** انتقال انرژی ممکن در شکل روبه‌رو مشخص شده‌اند.



انتقال‌هایی که به لایهٔ الکترونی $n=۲$ ختم می‌شوند (انتقال های **۲** و **۳**)، در ناحیهٔ نور مرئی قرار دارند و با چشم قابل مشاهده هستند.

B **۳۷۵- گزینهٔ ۲** فقط عبارت (الف) درست است.

عبارت (الف): آرایش الکترونی اتم X به‌صورت $۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^۵\ ۴s^۲$ است. در لایهٔ الکترونی سوم آن، **دو** زیرلایهٔ **پر** و **یک** زیرلایهٔ **نیم‌پر** وجود دارد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): در دورهٔ 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 دستهٔ **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** زیرلایهٔ این اتم توسط الکترون کاملاً پرشده است.

C **۳۷۶- گزینهٔ ۳** هفتمین عنصر دستهٔ d از تناوب چهارم، در واقع عنصری است که در زیرلایهٔ $3d$ آن هفت الکترون وجود دارد. پس آرایش الکترونی آن به‌صورت $۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^۷\ ۴s^۲$ است. زیرلایه‌های حاوی الکترون‌های ظرفیت این عنصر، $3d$ و $4s$ هستند که مجموع مقادیر n و l آن‌ها برابر $(۳+۲)+(۴+۰)=۹$ است.

آرایش الکترونی اتم $_{۳۲}Ge$ به‌صورت $۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲\ ۴p^۲$ می‌باشد. تعداد زیرلایه‌های دو الکترونی این اتم برابر **۵** است.

بنابراین نسبت ۹ به ۵ برابر **۱/۸** خواهد بود.

C **۳۷۷- گزینهٔ ۱** با توجه به عدد جرمی یون $^{94}A^{2+}$ 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 به‌صورت زیر است:

$$_{41}A: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^3\ 5s^2 \rightarrow {}_{41}A^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^3$$

تعداد الکترون‌ها با $l=0$ در این یون برابر ۸ است، یعنی **a=۸** و تعداد الکترون‌های موجود در لایهٔ الکترونی با $n=4$ در آن برابر ۱۱ است، یعنی **b=۱۱**. در نتیجه نسبت b به a برابر **۱/۳۷۵** می‌باشد.

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

عنصر A در گروه پانزدهم و دورهٔ پنجم قرار دارد. آرایش الکترونی این اتم به‌صورت زیر است:

$$A: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^3$$

عبارت (ب): این عنصر جزو عناصر دستهٔ **p** بوده و زیرلایهٔ **p** آن در حال پرشدن 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 لایهٔ 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 زیرلایهٔ 4f **پر نشده** است.

B **۳۷۹- گزینهٔ ۳** آرایش الکترونی اتم‌ها به‌صورت زیر است:

$$_{35}C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5 \quad / \quad {}_{15}B: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3 \quad / \quad {}_{21}A: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$$

تعداد الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایهٔ 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- گزینهٔ ۳** عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

تنها آرایش الکترونی که برای این یون می‌توان فرض کرد به‌صورت $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3$ است، بنابراین آرایش الکترونی اتم آن به‌صورت $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3\ 4s^2$ 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 $_{34}A$ هم دوره (دورهٔ **۴**) و با عنصر $_{41}B$ هم گروه (گروه **۵**) است.

عبارت (ت): هردو عنصر جزو عنصرهای دستهٔ **d** هستند و زیرلایهٔ d آن‌ها درحال پرشدن است.

بررسی عبارت نادرست:

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

C **۳۸۱- گزینهٔ 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.

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

$$_{33}X: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$$

عبارت (ت): آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصر A به‌صورت $3d^5\ 4s^2$ است. بنابراین این عنصر در دورهٔ **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 دستهٔ f، عناصر دوره‌های ششم و هفتم در دسته‌های p و d و عناصر دورهٔ هفتم در دستهٔ s باشد.

عبارت (پ): **فقط** آرایش الکترونی **کاتیون‌ها** می‌تواند به $3d^{10}$ ختم شود. آرایش الکترونی همهٔ آنیون‌های تک اتمی، به **گاز نجیب** ختم می‌شود.

B **۳۸۲- گزینهٔ ۱** آرایش الکترونی عنصرهای دستهٔ d دورهٔ پنجم و همچنین دستهٔ s دورهٔ پنجم، همگی به 5s ختم می‌شود که مجموعاً شامل ۱۲ عنصر است. **(a=۱۲)**

همچنین در جدول دوره‌ای فقط آرایش الکترونی عنصرهای دستهٔ p دورهٔ چهارم به 4p ختم می‌شود که شامل ۶ عنصر است. **(b=۶)**

پس نسبت a به b برابر **۲** است.

C **۳۸۳- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (الف)، (ت) و (ث) درست هستند.

عبارت (الف): با توجه به آرایش الکترونی اتم پالادیم، **حدود ۳۹/۱۳ درصد** الکترون‌ها در زیرلایهٔ **p** قرار دارند.

$_{46}Pd: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^8\ 5s^2 \Rightarrow 18\div 46 \simeq 0/3913 = 39/13\%$

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

$_{25}Mn: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^2$ $\qquad$ $_{35}Cl: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2 4p^5$

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

$_{26}Fe^{3+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$

واضح است که تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه با $l=2$ برابر **۵** و تعداد الکترون‌ها در دو لایهٔ 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.

$_{27}X^{3+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$

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

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

B **۳۸۵- گزینهٔ ۳** اتم A یک آنیون به‌صورت A^{2-} و اتم C یک کاتیون به‌صورت C^+ ایجاد می‌کند. بنابراین ترکیب یونی آن‌ها به‌صورت 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:

گزینهٔ (۱): اتم‌های A و D به‌ترتیب آنیون‌های A^{2-} و D^{3-} ایجاد می‌کنند و با یکدیگر پیوند یونی ایجاد **نمی‌کنند**.

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

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

B **۳۸۶- گزینهٔ ۴** اتم هلیم جزو عناصر دستهٔ s است اما کاتیون پایدار با بار $+1$ یا $+2$ تشکیل **نمی‌دهد**.

بررسی سایر گزینه‌ها:

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

گزینـــهٔ (۲): بـــا توجـــه به آخرین زیرلایه‌های آرایش الکترونی اتم‌ها می‌فهمیم که اتم X یک کاتیـــون پایدار به‌صورت X^{2+} و اتم Y یک آنیون پایدار به‌صورت Y^{2-} ایجاد می‌کند و ترکیب یونی حاصل از آن‌ها به‌صورت **XY** است.

گزینهٔ (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 به‌صورت M^{3-} ایجاد می‌کند. (در واقع اتم M همان $_7N$ است.)

C **۳۸۷- گزینهٔ 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.

عبـــارت (ب): اتم‌هـــای D، M، N، X و A به‌ترتیـــب یون‌هایی به‌صورت D^{3+}، M^{3-}، N^{2-}، X^- و A^+ 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 هم دوره اســـت، دارای آرایش الکترونی $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$ می‌باشـــد. با توجه به آرایش الکترونی آن، مشخص است که با تشکیل کاتیون ۳ بار مثبت، به آرایش الکترونی گاز نجیب دست پیدا **نمی‌کند**.

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

عنصر	$_3Li$	$_4Be$	$_5B$	$_6C$	$_7N$	$_8O$	$_9F$	$_{10}Ne$
تعداد الکترون‌های ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای	$Li\cdot$	$Be\cdot$	$\cdot\dot{B}\cdot$	$\cdot\dot{C}\cdot$	$\cdot\dot{N}\cdot$	$:\dot{O}\cdot$	$:\dot{F}:$	$:\dot{N}e:$
تعداد الکترون‌های تک	۱	۲	۳	۴	۳	۲	۱	۰

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

B **۳۸۹- گزینهٔ ۴** همهٔ عبارت‌ها درست هستند.

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

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

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

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

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

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): در تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع در دمای $0^\circ C$، **رطوبت هوا به‌صورت یخ** جدا می‌شود و در دمای $-78^\circ C$ **گاز کربن دی‌اکسید** هوا نیز به **حالت جامد** در می‌آید؛ بنابراین تمام مواد به شکل گازی جدا نمی‌شوند.

عبارت (پ): پس از لایهٔ تروپوسفر و با افزایش ارتفاع از سطح زمین، هواکره رقیق و رقیق‌تر شده و فاصلهٔ بین ذرات سازندهٔ 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- گزینهٔ ۳** عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت (ب):

با کاهش دما و رسیدن دما به $120K$ $(-153^\circ C)$ فقط گاز A به‌صورت **مایع** درمی‌آید.

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

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

C **۳۷۴- گزینهٔ 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. $2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$

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

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

C **۳۷۵- گزینهٔ 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 صفحهٔ ۴۷ کتاب درسی دمای هواکره در ارتفاعی بین ۲۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد برابر صفر می‌باشد. بنابراین دما در ارتفاع ۷۵ کیلومتری صفر نیست بنابراین گزینهٔ (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- گزینهٔ ۲** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌های (I) و (II) به‌صورت زیر است:

$$I)\ As_2O_3(s)+6KI(aq)+6HCl(aq)\rightarrow 2AsI_3(aq)+6KCl(aq)+3H_2O(l)$$

$$II)\ TiO_2(s)+2C(s)+4Cl_2(g)\rightarrow TiCl_4(s)+2COCl_2(g)$$

بنابراین نسبت ضریب $Cl_2(g)$ در واکنش (II) به ضریب $KI(aq)$ در واکنش (I) $\frac{4}{6}=\frac{2}{3}$ است.

C **۳۷۷- گزینهٔ ۲** معادلهٔ موازنه شدهٔ تمام واکنش‌ها، به‌صورت زیر است:

$2C_2H_6+7O_2\rightarrow 4CO_2+6H_2O$ (مجموع ضرایب فراورده‌ها = ۱۰)

عبارت (الف):

$2NaHCO_3\rightarrow Na_2CO_3+CO_2+H_2O$ (مجموع ضرایب مواد = ۵)

عبارت (ب):

$C_3H_8+5O_2\rightarrow 3CO_2+4H_2O$ (مجموع ضرایب مواد = ۱۳)

عبارت (پ):

$4KNO_3\rightarrow 2K_2O+2N_2+5O_2$ (مجموع ضرایب مواد = ۱۳)

عبارت (ت):

$2H_2S+3O_2 \rightarrow 2H_2O+2SO_2$ (مجموع ضرایب مواد = ۹)

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

C **۳۷۸- گزینهٔ ۲** در واکنش‌هایی که همه یا تعدادی از مواد شرکت‌کننده در واکنش به‌صورت یونی هستند، علاوه بر موازنهٔ جرم باید موازنهٔ بار نیز انجام شود، یعنی مجموع تعداد بار در دو طرف واکنش باید برابر باشد:

$H^+ + Cr_2O_7^{2-} + SO_3^{2-} \rightarrow Cr^{3+} + SO_4^{2-} + H_2O$

ضریب $Cr_2O_7^{2-}$ را یک قرار می‌دهیم.

$\ldots + \textcircled{1}\ Cr_2O_7^{2-} + \ldots \rightarrow 2Cr^{3+} + \ldots + \ldots$

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

$aH^+ + Cr_2O_7^{2-} + bSO_3^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} + cSO_4^{2-} + dH_2O$

موازنهٔ O : $7+3b=4c+d$

موازنهٔ H : $a=2d$

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

موازنهٔ S : $b=c$

$7+3b=4c+d \xrightarrow[d=4]{b=c} c=7-4=3 \Rightarrow b=3$ ، $a=2d \xrightarrow{a=8} d=4$

$8H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 3SO_3^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 4H_2O$

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.

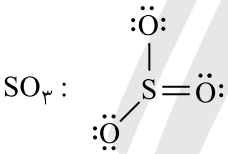
C **۳۷۹- گزینهٔ ۳** در ردیف (۱) نام هر دو ترکیب درست است.

در ردیف (۲) نام هر دو ترکیب نادرست است. نام درست آن‌ها به‌صورت روبه‌رو است: Fe_2O_3: آهن (III) اکسید / CCl_4: کربن تتراکلرید

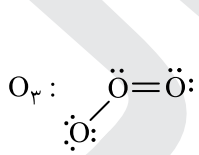
ردیف (۳): نام درست CO کربن مونواکسید است. / ردیف (۴): نام درست AlF_3، آلومینیم فلوئورید است.

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 N_2O_5، CCl_4، CO و Cl_2O_7 مولکولی هستند.

C **۳۸۰- گزینهٔ ۴**



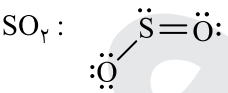
SO_3 : اتم مرکزی جفت ناپیوندی ندارد



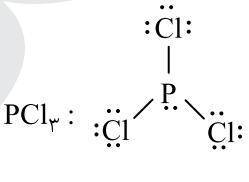
O_3 : اتم مرکزی یک جفت ناپیوندی دارد

ساختار لوویس سایر گزینه‌ها به صورت زیر است:

گزینهٔ (۱):

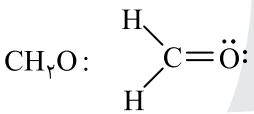


SO_2 : ۳ جفت الکترون پیوندی

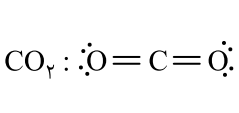


PCl_3 : ۳ جفت الکترون پیوندی

گزینهٔ (۲):

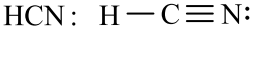


CH_2O : ۴ پیوند

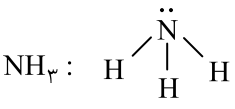


CO_2 : ۴ پیوند

گزینهٔ (۳):



HCN : ۱ جفت ناپیوندی



NH_3 : ۱ جفت ناپیوندی

C **۳۸۱- گزینهٔ ۲** چون اتم X در حالت پایهٔ خود ۱۰ الکترون در زیر لایه p دارد، بنابراین آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:

$X: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^4$

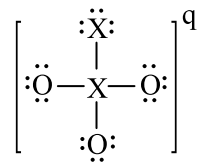
بنابراین X عضوی از گروه ۱۶ است.

در ساختار یون مطرح شده در سؤال، اگر الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها را جمع کنیم، خواهیم داشت: $3O+2X=3\times6+2\times6=30$

حال با توجه به این‌که هر اتم در این ساختار به آرایش هشتایی پایدار رسیده است، مجموع الکترون‌های اطراف اتم‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$16\times2=32e^-$

در مجموع اطراف اتم‌ها ۳۲ الکترون داریم، در حالی که مجموع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها برابر ۳۰ است، بنابراین ۲ الکترون اضافی است. یعنی بار یون -2 است.



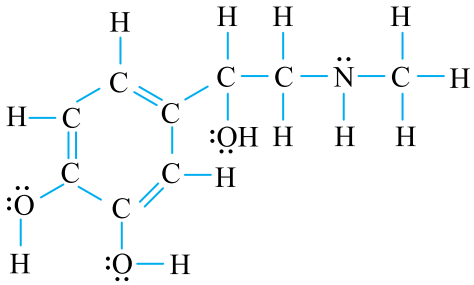
C **۳۸۲- گزینهٔ ۱** فقط عبارت (پ) درست است.

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

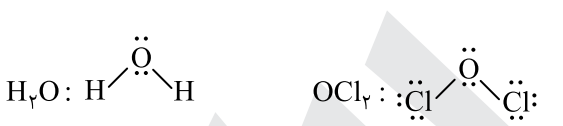
عبارت (ب): تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در این ساختار ۲۹ است.

عبارت (پ): در این ساختار ۳ اتم اکسیژن داریم که هر کدام، ۲ جفت الکترون ناپیوندی دارند $(3\times2=6)$ و یک اتم نیتروژن داریم که یک جفت الکترون ناپیوندی دارد. بنابراین در کل ۷ جفت الکترون ناپیوندی داریم.

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

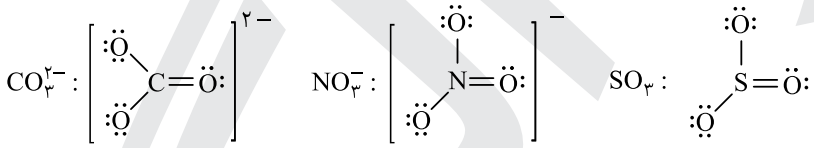


C **۳۸۳- گزینهٔ ۲** گزینهٔ (۱): درست است.

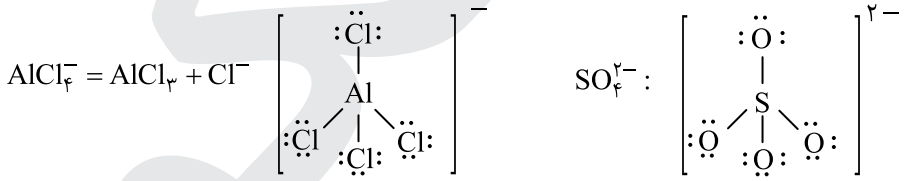


گزینهٔ (۲): نادرست است.

گزینهٔ (۳): درست است.



گزینهٔ (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- گزینهٔ 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 عمدهٔ باران سولفوریک اسید و نیتریک اسید هستند که در اثر انحلال SO_3 و NO_2 در آب باران تشکیل می‌شوند. (نادرست است)

۳۸۵- گزینهٔ ۳ C

x مگاوات ساعت معادل $x\times10^{3}$ کیلووات ساعت است.

نفت خام : $\frac{۴۰}{۱۰۰}\times x\times10^{3}=۴۰۰x\Rightarrow ۰/۷\times۴۰۰x=۲۸۰x\ kg\ CO_۲$

گاز طبیعی : $\frac{۳۵}{۱۰۰}\times x\times10^{3}=۳۵۰x\Rightarrow ۰/۳۵\times۳۵۰x=۱۲۲/۵x\ kg\ CO_۲$

زغال سنگ : $\frac{۱۵}{۱۰۰}\times x\times10^{3}=۱۵۰x\Rightarrow ۰/۹\times۱۵۰x=۱۳۵\ x\ kg\ CO_۲$

انرژی خورشید : $\frac{۱۰}{۱۰۰}\times x\times10^{3}=۱۰۰x\Rightarrow ۰/۰۵\times۱۰۰x=۵x\ kg\ CO_۲$

مجموع جرم $CO_۲$ تولید شده $=۵۴۲/۵x=۱۶۲۷۵\Rightarrow x=۳۰$ مگاوات ساعت

۳۸۶- گزینهٔ ۴ C

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.

۳۸۷- گزینهٔ ۱ C

ابتدا واکنش‌های انجام شده را می‌نویسیم:

$$N_۲(g)+O_۲(g)\xrightarrow{\text{رعد و برق}}۲NO(g)$$

$$۲NO(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲NO_۲(g)$$

$$NO_۲(g)+O_۲(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}}NO(g)+O_۳(g)$$

$$?\ L\ O_۳=۵۰\ g\ N_۲\times\frac{۱\ mol\ N_۲}{۲۸\ g\ N_۲}\times\frac{۲\ mol\ NO}{۱\ mol\ N_۲}\times\frac{۲\ mol\ NO_۲}{۲\ mol\ NO}\times\frac{۱\ mol\ O_۳}{۱\ mol\ NO_۲}\times\frac{۲۲/۴\ L}{۱\ mol\ O_۳}=۸۰\ L$$

۳۸۸- گزینهٔ ۲ C

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 لایهٔ تروپوسفر از راه جذب پرتوهای مناسب خورشیدی توسط مولکول‌های $NO_۲$ به‌وجود می‌آید:

$$NO_۲(g)+O_۲(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}}NO(g)+O_۳(g)$$

عبارت (پ): اوزون در لایهٔ تروپوسفر نقش زیان‌بار و مخرب دارد و به‌عنوان یک آلایندهٔ 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 $NO_۲$ و $O_۲$، اوزون تروپوسفری ساخته می‌شود. $NO_۲$ گازی قهوه‌ای رنگ است.

۳۸۹- گزینهٔ ۳ C

بررسی گزینه‌ها:

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

گزینهٔ (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، به‌صورت کاتیون است. (فلزات الکترون از دست می‌دهند.) بنابراین M فلز است و اکسید آن خاصیت بازی دارد.

گزینهٔ (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.

گزینهٔ (۴): در صورتی‌که نسبت x به y برابر $\frac{۲}{۵}$ باشد ($M_۲O_۵$) این اکسید، اکسید نافلزی از گروه ۱۵ می‌باشد بنابراین خاصیت اسیدی دارد.

۳۹۰- گزینهٔ ۳ C

عبارت‌های (الف)، (پ) و (ث) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌های نادرست:**

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

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}$$

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 (ث): 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- گزینهٔ ۳** می‌دانیم در دما و فشار ثابت حجم گازها با تعداد مول آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد، بنابراین کافی است مول‌ها را با هم مقایسه کنیم:

$$?\,mol\,NO_2 = 9/2\,g\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,NO_2}{46\,g\,NO_2} = 0/2\,mol\,NO_2$$

عبارت (الف):

$$?\,mol\,CO_2 = 8/8\,g\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{44\,g\,CO_2} = 0/2\,mol\,CO_2$$

عبارت (ب):

$$?\,mol\,O_2 = 6/4\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} = 0/2\,mol\,O_2$$

عبارت (پ):

$$?\,mol\,He = 2/5\,g\,He \times \frac{1\,mol\,He}{4\,g\,He} = 0/625\,mol\,He$$

عبارت (ت):

$$?\,mol\,SO_2 = 12/8\,g\,SO_2 \times \frac{1\,mol\,SO_2}{64\,g\,SO_2} = 0/2\,mol\,SO_2$$

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

C **۳۹۲- گزینهٔ ۱** چگالی گاز کامل با فشار آن رابطهٔ مستقیم و با دمای مطلق آن رابطهٔ عکس دارد:

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

ابتدا تغییر حجم را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_2 = P_1 + \frac{40}{100}P_1 = \frac{7}{5}P_1 \\ T_2 = T_1 - \frac{20}{100}T_1 = \frac{4}{5}T_1 \end{cases} \quad , \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{\frac{7}{5}P_1 \times V_2}{\frac{4}{5}T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{4}{5} \times \frac{5}{7} \times V_1 = \frac{4}{7}V_1$$

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

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

$$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

$$?\,\text{جرم گازها} = 16/8\,g\,NaHCO_3 \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3} \times \frac{85}{100} \times \frac{(18+44)\,g\,\text{گاز}}{2\,mol\,NaHCO_3} = 5/27\,g\,\text{گاز}$$

$$?\,g\,Na_2CO_3(s) = 16/8\,g\,NaHCO_3 \times \frac{85}{100} \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3} \times \frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{2\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{106\,g\,Na_2CO_3}{1\,mol\,Na_2CO_3} = 9/01\,g\,Na_2CO_3$$

حال می‌توانیم اختلاف جرم گازها و فراوردهٔ جامد (Na_2CO_3) را به‌دست آوریم: $9/01 - 5/27 = 3/74\,g$

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

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

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

$$\text{اتانول } (C_2H_5OH): 100\,mL\ C_2H_5OH \times \frac{0/8\,g\ C_2H_5OH}{1\,mL\ C_2H_5OH} \times \frac{1\,mol\ C_2H_5OH}{46\,g\ C_2H_5OH} = 1/74\,mol\ C_2H_5OH \Rightarrow \text{تعداد مولکول} = 1/74\,N_A$$

$$\text{متان } (CH_4): 16/8\,L\ CH_4 \times \frac{1\,mol\ CH_4}{22/4\,L\ CH_4} \times \frac{N_A \text{ تعداد مولکول}}{1\,mol\ CH_4} = 0/75\,N_A$$

عبارت (ب):

$$?\,mol = 0/56\,L \times \frac{1\,mol \text{ از هر گازی}}{22/4\,L} = 0/025 = 2/5 \times 10^{-2}\,mol$$

عبارت (پ): اگر جرم چند نمونهٔ 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:

$$5/6\,g\ CO \times \frac{1\,mol\ CO}{28\,g\ CO} = 0/2\,mol\ CO$$

$$1/2022 \times 10^{23}\ C_4H_{10}\text{ مولکول} \times \frac{1\,mol\ C_4H_{10}}{6/022 \times 10^{23}\ C_4H_{10}\text{ مولکول}} \simeq 0/2\,mol\ C_4H_{10}$$

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

$$2NaN_3(s) \rightarrow Na(s) + 3N_2(g)$$

$$?\,L\ N_2 = 130\,g\ NaN_3 \times \frac{1\,mol\ NaN_3}{65\,g\ NaN_3} \times \frac{3\,mol\ N_2}{2\,mol\ NaN_3} \times \frac{22/4\,L\ N_2}{1\,mol\ N_2} = 67/2\,L\ N_2$$

بنابراین حجم بخار آب تولید شده در واکنش دوم نیز برابر $67/2\,L$ است.

$$(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \rightarrow Cr_2O_3(s) + N_2(g) + 4H_2O(g)$$

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

میان‌بر محاسباتی

$$\frac{100/8 \times 4 \times 18}{252} \xrightarrow{\text{تکنیک دسته‌بندی}} \frac{1008 \times 4 \times 18}{252} \times 10^{-1} \xrightarrow[\text{مخرج است}]{\text{صورت ضریبی از}} 16 \times 18 \times 10^{-1} \xrightarrow{\text{تکنیک جزبه‌جز}} 16(1 + 0/8) = 16 + 12/8 = 28/8$$

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

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \frac{28/8}{67/2} = 0/43\,g.L^{-1}$$

C **۳۹۶- گزینهٔ ۳** عبارت‌های (الف)، (پ) و (ث) نادرست هستند.

عبارت (الف): جانداران ذره‌بینی علاوه بر این‌که 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): توسعهٔ پایدار یعنی این‌که در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

C **۳۹۷- گزینهٔ ۴** ابتدا معادلهٔ واکنش‌های انجام شده را می‌نویسیم:

$$\underbrace{C_3H_8(g)+5O_2(g)}_{(6\times5)=30\text{ حجم گاز}}\rightarrow\underbrace{3CO_2(g)+4H_2O(g)}_{(7\times5)=35\text{ حجم گاز}}$$

می‌دانیم در دما و فشـار یکسـان، حجم یک مول از گازهای مختلف با هم برابر است. پس هر مول از گازهای شرکت‌کننده در این واکنش ۵ لیتر حجم دارد. پس حجم CO_2 برابر $3\times5L$ است. حال واکنش فتوسنتز را می‌نویسیم: $6CO_2+6H_2O\rightarrow6O_2+C_6H_{12}O_6$

حال باید از لیتر CO_2 برسیم به گرم گاز اکسیژن:

$$\frac{\text{لیتر } CO_2}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی گازها}}=\frac{\text{گرم } O_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{15}{5\times6}=\frac{g}{32\times6}\Rightarrow g\,O_2=96$$

C **۳۹۸- گزینهٔ ۲**

$$Fe(s)+2HCl(aq)\rightarrow FeCl_2(aq)+H_2(g)\quad,\quad H_2(g)+CuO(s)\rightarrow Cu(s)+H_2O(g)$$

$$?\,\text{اتم Cu}=16/8\,g\,Fe\times\frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe}\times\frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,Fe}\times\frac{1\,mol\,Cu}{1\,mol\,H_2}\times\frac{6/022\times10^{23}\,\text{اتم Cu}}{1\,mol\,Cu}=1/8\times10^{23}\,\text{اتم Cu}$$

$$?\,L\,H_2O=16/8\,g\,Fe\times\frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe}\times\frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,Fe}\times\frac{1\,mol\,H_2O}{1\,mol\,H_2}\times\frac{22/4\,L\,H_2O}{1\,mol\,H_2O}=6/72\,L\,H_2O$$

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

$$4/2kg\,NaHCO_3\times\frac{1000g}{1kg}\times\frac{1mol\,NaHCO_3}{84g\,NaHCO_3}\times\frac{1mol\,CO_2}{2mol\,NaHCO_3}=25mol\,CO_2$$

$$25mol\,CO_2\times\frac{1mol\,O_2}{2mol\,CO_2}\times\frac{32g\,O_2}{1mol\,O_2}\times\frac{1mL}{1/4g\,O_2}=286mL\,O_2$$

توجه در تست‌هایی که دو واکنش مطرح می‌شود، اگر این دو واکنش مادهٔ مشترکی داشتند (به‌طوری که این مادهٔ مشترک در یک واکنش جزو فراورده‌ها و در واکنش دیگر جزو واکنش‌دهنده‌ها باشد) می‌توانیم ابتدا ضریب مادهٔ مشترک را یکسان کنیم (با ضرب عددی در یکی از واکنش‌ها) و سپس بین داده و خواستهٔ سؤال به‌طور مستقیم تناسب برقرار کنیم.

توجه در واقع در چنین مسائلی دادهٔ سؤال در یک واکنش و خواستهٔ سؤال در واکنشی دیگر است.

روش دوم: ابتدا ضریب مادهٔ مشـترک (CO_2) را با ضرب عدد ۲ در واکنش (I) یکسـان می‌کنیم، سـپس بین $NaHCO_3$ و O_2 به‌طور مستقیم تناسب برقرار می‌کنیم:

$$4NaHCO_3\sim O_2\rightarrow\frac{4/2\times1000}{84\times4}=\frac{1/4\times V}{32\times1}\Rightarrow V=286\,mL\,O_2$$

C **۴۰۰- گزینهٔ ۲** ابتدا جرم متان را برابر a و جرم پروپان را برابر $(63-a)$ 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:

$$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$$

با روش تناسب (مول به ضریب) داریم:

$$\underbrace{CH_4}\quad\underbrace{CO_2}$$

$$\frac{a}{16\times1}=\frac{b}{44\times1}\Rightarrow b=\frac{44}{16}a=\frac{11}{4}a\,g\,CO_2$$

$$C_3H_8(g)+5O_2(g)\rightarrow3CO_2(g)+4H_2O(g)$$

$$\underbrace{C_3H_8}\quad\underbrace{CO_2}$$

$$\frac{63-a}{44\times1}=\frac{c}{44\times3}\Rightarrow c=(189-3a)\,g\,CO_2$$

می‌دانیم در مجموع ۱۸۰ گرم CO_2 داریم:

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

بنابراین جرم متان در این مخلوط ۳۶ گرم و جرم پروپان برابر $27=36-63$ گرم است.

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

عنصرهای $_{11}A$ و $_{12}B$ به‌ترتیب مربوط به گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی بوده و کاتیون‌های $_{11}A^{+}$ و $_{12}B^{2+}$ را تشکیل می‌دهند. عنصرهای $_{8}C$ و $_{17}E$ نیز به‌ترتیب مربوط به گروه‌های ۱۶ و ۱۷ جدول تناوبی بوده و آنیون‌های $_{8}C^{2-}$ و $_{17}E^{-}$ را تشکیل می‌دهند. با توجه به این اطلاعات به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

عبارت (الف): $_{11}A^{+}$ با آنیون SO_4^{2-}، ترکیب A_2SO_4 و $_{17}E^{-}$ با کاتیون NH_4^{+} ترکیب NH_4E را تشکیل می‌دهند.

عبارت (ب): ترکیب حاصل از $_{11}A^{+}$ و یون نیترات (NO_3^{-})، به‌صورت ANO_3 بوده و در این ترکیب، ۵ اتم و ۳ عنصر وجود دارد که مجموع آن‌ها ۸ است.

عبارت (پ):
$$\begin{cases} B^{2+}, CO_3^{2-} : BCO_3 \rightarrow ۵ \text{ اتم} \\ Al^{3+}, C^{2-} : Al_2C_3 \rightarrow ۵ \text{ اتم} \end{cases} \rightarrow \text{تفاوت تعداد اتم ها} = ۰$$

عبارت (ت): $_{11}A^{+}$، با هیدروکسید (OH^{-})، ترکیب AOH را تشکیل می‌دهد که در این ترکیب، حاصل‌ضرب تعداد کاتیون در بار کاتیون برابر یک است، بنابراین یک الکترون از کاتیون به آنیون منتقل می‌شود.

C **۳۵۱- گزینهٔ 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 گزینهٔ (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 $(Cr(NO_3)_2)$ به‌ترتیب دارای ۴ و ۳ نوع اتم (عنصر) هستند، بنابراین ۴تایی و ۳تایی می‌باشند و در ترکیب آمونیوم سولفید $((NH_4)_2S)$، کاتیون (آمونیوم) یون چند اتمی بوده، بنابراین دارای پیوند کووالانسی است.

C **۳۵۲- گزینهٔ 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:

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

$Y_3(PO_4)_m$ 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 گزینهٔ (۲)، نادرست هستند و شکل صحیح آن‌ها به‌صورت $X_2(CO_3)_3$ و $Y(NO_3)_2$ است.

C **۳۵۳- گزینهٔ ۲** با توجه به چگالی محلول سدیم هیدروکسید، جرم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۱/۲ g.mL^{-1} = \frac{X \text{ g محلول}}{۶۰ mL} \Rightarrow X = ۷۲ g \text{ محلول}$$

درصد جرمی دو محلول پتاسیم نیترات و سدیم هیدروکسید برابر است، بنابراین:

$$\text{درصد جرمی محلول } NaOH = \text{درصد جرمی محلول } KNO_3$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم } NaOH}{\text{جرم محلول } NaOH} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم } KNO_3}{\text{جرم محلول } KNO_3} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{X \text{ g NaOH محلول}}{۷۲ \text{ g NaOH محلول}} = \frac{۳/۲ g\ KNO_3}{۲۴ \text{ g } KNO_3 \text{ محلول}} \Rightarrow X = ۹/۶ g \text{ NaOH}$$

$$? \text{ mol NaOH} = ۹/۶ g \text{ NaOH} \times \frac{۱ mol \text{ NaOH}}{۴۰ g \text{ NaOH}} = ۰/۲۴ mol \text{ NaOH}$$

C **۳۵۴- گزینهٔ ۳** جرم حل‌شوندهٔ موجود در ۲۰۰ گرم محلول ۱۰۰ppm را به‌دست می‌آوریم:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 10^6 \Rightarrow 100ppm=\frac{X g (NH_4)_2SO_4}{200g \text{ محلول}}\times 10^6 = 0/02g(NH_4)_2SO_4$$

با توجه به جرم آمونیوم سولفات موجود در محلول، فرض می‌کنیم 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 به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{0/02g(NH_4)_2SO_4}{200g \text{ محلول}+m\ g\ H_2O}\times 10^6 = 28/5ppm \Rightarrow m\simeq 500g\ H_2O \quad (100ppm)$$

$$\text{چگالی آب}=\frac{\text{جرم آب}}{\text{حجم آب}} \Rightarrow 1g.cm^{-3}=\frac{500g\ H_2O}{Xcm^3\ H_2O} \Rightarrow X=500cm^3=0/5L\ H_2O$$

C **۳۵۵- گزینهٔ ۲** چگالی آب استخر $1kg.L^{-1}$ است، بنابراین با توجه به چگالی، جرم آب استخر را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حجم آب استخر}=700m^3 \xrightarrow{1m^3=10^3L} 7\times10^5L \quad , \quad \text{چگالی}=1kg.L^{-1}$$

$$\text{چگالی}=\frac{\text{جرم آب استخر}}{\text{حجم آب استخر}} \Rightarrow 1kg.L^{-1}=\frac{X g \text{ آب استخر}}{7\times10^5L \text{ آب استخر}} \Rightarrow X=7\times10^5kg$$

مقدار مجاز کلر موجود در آب استخر ۱ ppm است، بنابراین مقدار گرم آن را در 7×10^5kg آب استخر به‌دست می‌آوریم:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{محلول}}\times10^6 \Rightarrow 1\ ppm=\frac{X g \text{ کلر}}{7\times10^8g \text{ آب استخر}}\times10^6 \Rightarrow X=700g \text{ کلر}$$

جرم محلول ۰/۷ درصد جرمی کلر را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times100 \Rightarrow 0/7=\frac{700g \text{ کلر}}{X g \text{ محلول}}\times100 \Rightarrow X=10^5g$$

C **۳۵۶- گزینهٔ ۳** محلول ۱ مولار غلیظ است و مقدار حل‌شونده را در این محلول به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت محلول غلیظ}=\frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 1mol.L^{-1}=\frac{X \text{ mol شکر}}{15\times10^{-2}L} \Rightarrow X=0/15mol \text{ شکر}$$

با اضافه کردن آب، غلظت محلول ۲۵٪ کاهش می‌یابد و برابر ۰/۷۵ مول بر لیتر می‌شود. 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 به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی محلول رقیق}=\frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 0/75mol.L^{-1}=\frac{0/15mol \text{ شکر}}{X\ L \text{ محلول رقیق}} \Rightarrow X=0/2\ L \text{ محلول رقیق}$$

$$\text{حجم آب اضافه شده} = \text{حجم محلول رقیق} - \text{حجم محلول غلیظ} \Rightarrow \text{حجم آب اضافه شده}=0/2-0/15=0/05L=50mL$$

با توجه به این‌که چگالی آب $1g.mL^{-1}$ است، بنابراین جرم آب اضافه شده ۵۰g خواهد بود.

C **۳۵۷- گزینهٔ ۴** مقدار NaOH حل‌شده در ۲۰۰ گرم محلول ۷۰ درصد جرمی را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times100 \Rightarrow 70=\frac{X g \text{ NaOH}}{200g \text{ محلول}}\times100 \Rightarrow X=140\ g\ NaOH$$

با اضافه کردن ۱۰ گرم سدیم هیدروکسید به محلول، جرم حل‌شونده و محلول جدید را به‌دست می‌آوریم:

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

$$?\ mol\ NaOH=150g\ NaOH\times\frac{1mol\ NaOH}{40g\ NaOH}=3/75mol\ NaOH$$

$$\text{چگالی}=\frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 1/4g.mL^{-1}=\frac{210g \text{ محلول}}{X\ mL \text{ محلول}} \Rightarrow X=150mL=0/15L \text{ محلول}$$

غلظت مولی محلول جدید را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}=\frac{۳/۷۵\text{mol NaOH}}{\text{محلول }۰/۱۵\text{L}}=۲۵\text{mol.L}^{-۱}$$

C **۳۵۸- گزینهٔ ۱** چون دو محلول هم‌جنس را با حجم و غلظت مولی مشخص مخلوط می‌کنیم، با استفاده از رابطهٔ زیر، غلظت مولی محلول نهایی را به‌دست می‌آوریم:

$$M=\frac{M_۱V_۱+M_۲V_۲}{V_۱+V_۲}\Rightarrow M=\frac{۲\times۰/۲۵+۲\times۰/۱}{۰/۲۵+۰/۱}=۲\text{mol.L}^{-۱}$$

با توجه به رابطهٔ بین درصد جرمی و غلظت مولی، درصد جرمی محلول نهایی را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{۱۰\times a\times d}{M}\Rightarrow ۲\text{mol.L}^{-۱}=\frac{۱۰\times a\times ۱\text{g.mL}^{-۱}}{۵۸/۵\text{g.mol}^{-۱}}\Rightarrow a=٪۱۱/۷\ w/w$$

C **۳۵۹- گزینهٔ ۴** دو محلول هم‌جنس با غلظت مولی و حجم مشخص را با یکدیگر مخلوط می‌کنیم و غلظت مولی محلول نهایی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$M=\frac{M_۱V_۱+M_۲V_۲}{V_۱+V_۲}\Rightarrow M=\frac{۲\times۰/۰۵+۱/۵\times۰/۱۵}{۰/۰۵+۰/۱۵}=۱/۶۲۵\text{mol.L}^{-۱}$$

مقدار مول حل‌شونده $(MgCl_۲)$ را در محلول نهایی به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی محلول نهایی}=۱/۶۲۵\text{mol.L}^{-۱}\quad,\quad\text{حجم محلول نهایی}=۵۰\text{mL}+۱۵۰\text{mL}=۲۰۰\text{mL}=۰/۲\text{L}$$

$$\text{غلظت محلول}=\frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}\Rightarrow ۱/۶۲۵\text{mol.L}^{-۱}=\frac{X\ \text{mol MgCl}_۲}{\text{محلول }۰/۲\text{L}}\Rightarrow X=۳/۲۵\times۱۰^{-۱}\ \text{mol MgCl}_۲$$

$$?\ \text{g AgNO}_۳=۳/۲۵\times۱۰^{-۱}\ \text{mol MgCl}_۲\times\frac{۲\text{mol AgNO}_۳}{۱\text{mol MgCl}_۲}\times\frac{۱۷۰\text{g AgNO}_۳}{۱\text{mol AgNO}_۳}=۱۱۰/۵\text{g AgNO}_۳$$

$$\text{درصد جرمی محلول}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\Rightarrow ۶۵=\frac{۱۱۰/۵\text{g AgNO}_۳}{\text{محلول X g}}\times۱۰۰\Rightarrow X=۱۷۰\text{g محلول}$$

C **۳۶۰- گزینهٔ ۲** با توجه به این‌که در هر مرحله رقیق کردن، غلظت نصف می‌شود، بنابراین غلظت محلول در دو مرحلهٔ قبل را به‌دست می‌آوریم:

$$۰/۶\text{mol.L}^{-۱}\xrightarrow{\times۲}۱/۲\text{mol.L}^{-۱}\xrightarrow{\times۲}۲/۴\text{mol.L}^{-۱}\text{(محلول اولیه)}$$

با توجه به مولاریته و چگالی محلول، درصد جرمی محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{مولاریته}=\frac{۱۰\times a\times d}{M}\Rightarrow ۲/۴\text{mol.L}^{-۱}=\frac{۱۰\times a\times ۱/۲\text{g.mL}^{-۱}}{۸۵\text{g.mol}^{-۱}}\Rightarrow a=٪۱۷\ w/w$$

C **۳۶۱- گزینهٔ ۱** با توجه به چگالی، جرم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی محلول}=\frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}}\Rightarrow ۱/۲\text{g.mL}^{-۱}=\frac{\text{محلول X g}}{\text{محلول }۲۵۰\text{ mL}}\Rightarrow X=۳۰۰\text{g محلول}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{در دمای }۸۰^\circ\text{C: }۶۰\text{g حل‌شونده}+\text{آب }۱۰۰\text{g}=۱۶۰\text{g محلول}\\ \text{در دمای }۴۰^\circ\text{C: }x\text{g حل‌شونده}+\text{آب }۱۰۰\text{g}=(۱۰۰+x)\text{g محلول}\end{array}\right\}\text{جرم رسوب}=(۶۰-x)\text{ g}$$

بنابراین به ازای ۱۶۰ گرم محلول، $(۶۰-x)$ گرم رسوب خواهیم داشت، حال می‌توانیم با یک تناسب مقدار x را به‌دست آوریم:

$$\begin{bmatrix}۱۶۰\text{ (g محلول)} & (۶۰-x)\text{ (g رسوب)}\\ ۳۰۰\text{ (g محلول)} & ۱۲\text{ (g رسوب)}\end{bmatrix}\Rightarrow ۱۲\times۱۶۰=(۶۰-x)\times۳۰۰\Rightarrow x=۵۳/۶\text{g}$$

درنتیجه انحلال‌پذیری در دمای $(x)۴۰^\circ\text{C}$ برابر ۵۳/۶ گرم است.

C **۳۶۲- گزینهٔ ۴** با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری محلول KI در دمای $60^\circ C$ برابر ۶۰ گرم است، یعنی در هر ۱۰۰ گرم آب، ۶۰ گرم KI حل می‌شود، بنابراین در ۱۶۰ گرم محلول $(100g\ H_2O + 60g\ KI)$ نیز، ۶۰ گرم KI حل‌شده است. با توجه به اطلاعات مسأله، با کاهش دمای ۲۵۰ گرم محلول KI، ۳۱/۲۵ گرم رسوب تشکیل می‌شود، بنابراین مقدار رسوب تشکیل شده به‌ازای کاهش دمای ۱۶۰ گرم محلول KI را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} 250(g\ \text{محلول}) & 31/25(g\ \text{رسوب}) \\ 160(g\ \text{محلول}) & X(g\ \text{رسوب}) \end{bmatrix} \Rightarrow X = 20g\ \text{رسوب}$$

$X =$ انحلال‌پذیری در دمای ثانویه ، $60g =$ انحلال‌پذیری در دمای $60^\circ C \rightarrow 60^\circ C =$ دمای اولیه ، $20g =$ مقدار رسوب

$$\text{مقدار رسوب} = |60^\circ C\ \text{انحلال‌پذیری در دمای ثانویه} - \text{رسوب}\ 20g| \Rightarrow |60g - X| \Rightarrow X = 40g$$

بنابراین انحلال‌پذیری در دمای ثانویه برابر ۴۰ گرم است. با توجه به نمودار، در دمای $40^\circ C$ انحلال‌پذیری ۴۰ گرم است، بنابراین باید دما را $60 - 40 = 20^\circ C$ کاهش دهیم.

C **۳۶۳- گزینهٔ ۳** با توجه به نمودار در دمای $49^\circ C$ در هر ۱۰۰ گرم آب، حداکثر ۸۰ گرم KNO_3 حل می‌شود، بنابراین مقدار نمک حل‌شده در ۲۰۰ گرم آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} 100(g\ H_2O) & 80(g\ KNO_3) \\ 200(g\ H_2O) & X(g\ KNO_3) \end{bmatrix} \Rightarrow X = 160\ g\ KNO_3$$

بنابراین در ۲۰۰ گرم آب، حداکثر ۱۶۰ گرم KNO_3 حل می‌شود، اما در محلول داده شده، مقدار ۱۲۰ گرم نمک در ۲۰۰ گرم آب حل‌شده است، پس محلول حاصل **سیرنشده** است و اگر مقدار $160g - 120g = 40g$ نمک به محلول اضافه شود، محلول **سیرشده** به‌دست می‌آید.

با توجه به مسأله، در دمای $49^\circ C$، در ۲۰۰ گرم آب، ۱۲۰ گرم نمک حل‌شده است، بنابراین می‌توان گفت در ۱۰۰ گرم آب، نیز ۶۰ گرم نمک حل‌شده است که با توجه به نمودار، اگر دمای محلول $(49^\circ C)$ را حدود $10^\circ C$ **کاهش** دهیم $(39^\circ C)$ **روی منحنی** قرار گرفته و محلول **سیرشده** به‌دست می‌آید.

C **۳۶۴- گزینهٔ ۳** انحلال‌پذیری ترکیب B را در دمای $10^\circ C$ و $55^\circ C$ به‌دست می‌آوریم:

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

در دمای $10^\circ C$، در ۱۰۰ گرم آب حداکثر ۸۰ گرم ترکیب B حل می‌شود، پس می‌توان گفت: در دمای $10^\circ C$، در ۱۸۰ گرم محلول $(80g\ B + 100g\ H_2O)$ نیز، حداکثر ۸۰ گرم ترکیب B حل شده است. با توجه به این که انحلال‌پذیری ترکیب B در دمای $55^\circ C$ برابر ۱۱۶ گرم است، بنابراین جرم رسوب تولید شده در نتیجه کاهش دما از $55^\circ C$ به $10^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{رسوب}\ 36g = |\text{انحلال‌پذیری در دمای}\ 10^\circ C - \text{انحلال پذیری در دمای}\ 55^\circ C| = 116g - 80g = \text{مقدار رسوب}$$

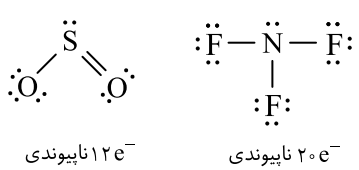
پس در اثر کاهش دمای ۱۸۰ گرم محلول ترکیب B، ۳۶ گرم رسوب تشکیل می‌شود، بنابراین مقدار رسوب تشکیل شده در اثر کاهش دما ۴۵ گرم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} 180(g\ \text{محلول}) & 36(g\ \text{رسوب}) \\ 45(g\ \text{محلول}) & X(g\ \text{رسوب}) \end{bmatrix} \Rightarrow X = 9g\ B\ \text{رسوب}$$

با توجه به رسوب به‌دست آمده، مقدار حجم محلول ۰/۵ مولار را به‌دست می‌آوریم:

$$?\ mol\ B = 9g\ B \times \frac{1\ mol\ B}{180g\ B} = 0/05\ mol\ B \quad , \quad \text{غلظت مولی} = \frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 0/5\ mol.L^{-1} = \frac{0/05\ mol\ B}{\text{محلول}\ XL} \Rightarrow X = 0/1L$$

C **۳۶۵- گزینهٔ ۲** ساختار لوویس مولکول‌های NF_3 و SO_2 به‌صورت زیر است. در این دو مولکول، به دلیل وجود الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، قطبی هستند و اختلاف تعداد الکترون‌های ناپیوندی آن‌ها برابر ۸ است.



$12e^-$ ناپیوندی

$20e^-$ ناپیوندی

$$\Rightarrow \text{اختلاف تعداد الکترون ناپیوندی} = 20 - 12 = 8$$

C **۳۶۶- گزینهٔ ۲** مولکول PCl_3 قطبی و مولکول‌های SO_3 و O_2 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 O_2 ($32 g.mol^{-1}$) می‌باشد، بنابراین نیروی بین مولکولی SO_3 نیز بیش‌تر از O_2 خواهد بود. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): $NH_3 > AsH_3 > PH_3$ ، گزینهٔ (۳): $HF > HBr > HCl$ ، گزینهٔ (۴): $H_2O > SO_2 > H_2S$

در سه گزینهٔ بالا، مولکول اول، به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروی بین مولکولی را دارد و مولکول دوم به دلیل بیش‌تر بودن جرم، نسبت به مولکول سوم نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد.

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

قدرت پیوند هیدروژنی (A, F) بیش‌تر از نیروهای وان‌دروالس (E, D, B) است (گزینهٔ ۲ نادرست) در میان پیوند هیدروژنی A و F، پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های اتانول و آب در محلول قوی‌تر از پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های اتانول است، بنابراین F قوی‌تر از A می‌باشد.

در میان نیروهای وان‌دروالس (E, D, B)، قدرت نیروی بین مولکول‌های قطبی SO_2 (D) بیش‌تر از قدرت نیروی بین مولکول‌های ناقطبی O_2 و N_2 (E, B) است. در میان مولکول‌های ناقطبی O_2 و N_2 (E, B) جرم مولکول O_2 بیش‌تر از N_2 است، بنابراین قدرت نیروی بین مولکولی O_2 (B) بیش‌تر می‌باشد (گزینهٔ (۳) درست).

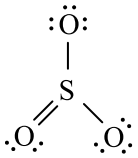
C **۳۶۸- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

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 - نقطهٔ $\cdot\dot{C}\cdot$ با عنصر D (اکسیژن) با آرایش الکترون - نقطهٔ $:\ddot{O}\cdot$ ترکیب ناقطبی CO_2 را تشکیل می‌دهد که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

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



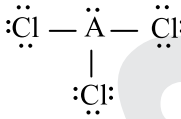
که تعداد الکترون‌های پیوندی ترکیب SO_3 بیش‌تر و برابر ۸ است.

عبارت (ت): عنصر G (هیدروژن) با عنصر D (اکسیژن) ترکیب H_2O و با عنصر F (گوگرد) ترکیب H_2S را تشکیل می‌دهد که مولکول H_2O به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی نقطهٔ جوش بیش‌تری دارد.

عبارت (ث): عنصر C (نیتروژن) با آرایش الکترونی $\cdot\dot{N}\cdot$ با عنصر E (فلوئور) با آرایش الکترونی $\cdot\dot{F}:$، ترکیب قطبی NF_3 را تشکیل می‌دهند که گشتاور دوقطبی آن صفر نیست، اما عنصر B (کربن) با عنصر F (گوگرد) ترکیب ناقطبی CS_2 را تشکیل می‌دهند که گشتاور دوقطبی آن صفر است.

C **۳۶۹- گزینهٔ ۳** با توجه به مسأله، عنصر D گاز نجیب بوده و اتم E در دورهٔ سوم جدول تناوبی قرار دارد (چون دارای سه لایهٔ اصلی انرژی است)، بنابراین D گاز نجیب $_{10}Ne$ بوده و عنصرهای A، B، C، D و E به‌ترتیب $_7N$، $_8O$، $_9F$، $_{10}Ne$ و $_{11}Na$ هستند.

آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم A (نیتروژن) به‌صورت $\cdot\dot{A}:$ است که با اتم $_{17}Cl$ $(\cdot\dot{Cl}:)$ ترکیب ACl_3 را ایجاد می‌کند.



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

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

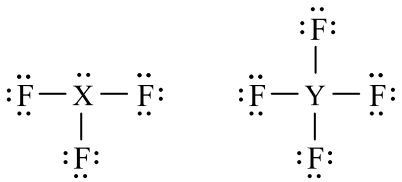
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): مولکول AC_3 همان NF_3 است که قطبی بوده و نیروی بین مولکولی آن از مولکول ناقطبی CO_2 قوی‌تر است.

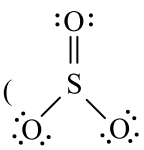
گزینهٔ (۲): اتم H می‌تواند با اتم‌های A (N)، B (O) و C (F) به‌ترتیب ترکیبات NH_3، H_2O و HF را ایجاد کند که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند.

گزینهٔ (۴): عنصرهای B (O) و E (Na)، ترکیب یونی E_2B (Na_2O) را تشکیل می‌دهند که برای ذوب کردن آن باید بر پیوندهای یونی بین کاتیون E^+ و آنیون B^{2-} غلبه کرد.

C **۳۷۰- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (الف) و (پ) 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) می‌توان نتیجه گرفت که ساختار لوویس آن‌ها به‌صورت روبه‌رو است. که با توجه به ساختار لوویس می‌توان نتیجه گرفت، آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های X و Y به‌ترتیب به‌صورت $(\cdot\dot{X}\cdot)$ و $(\cdot\dot{Y}\cdot)$ است. با توجه به این اطلاعات به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:



عبارت (الف): با توجه به ساختار لوویس دو مولکول XF_3 و YF_4 می‌توان گفت که XF_3 مولکول قطبی و YF_4 ناقطبی است.

عبارت (ب): با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای Y $(\cdot\dot{Y}\cdot)$، این اتم با اکسیژن $(\cdot\ddot{O}:)$، ترکیب YO_2 با ساختار لوویس $(:\ddot{O}=Y=\ddot{O}:)$ را تشکیل می‌دهد که مانند مولکول SO_3 () ناقطبی است.

عبارت (پ): با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای دو اتم X و Y، تعداد الکترون‌های ظرفیت آن‌ها به‌ترتیب ۵ و ۴ است.

عبارت (ت): اتم Y $(\cdot\dot{Y}\cdot)$ با گوگرد $(\cdot\ddot{S}:)$ ترکیب YS_2 را تشکیل می‌دهد که براساس ساختار لوویس آن، تعداد الکترون‌های ناپیوندی، دو برابر تعداد جفت الکترون‌های پیوندی آن است. $:\ddot{S}=Y=\ddot{S}:$

$$\begin{cases} ۸ = \text{تعداد الکترون‌های ناپیوندی} \\ ۴ = \text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} \end{cases} \Rightarrow (\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی})۲ = \text{تعداد الکترون‌های ناپیوندی}$$

C **۳۷۱- گزینهٔ ۱** فقط عبارت (ب) درست است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): ترکیب یونی A در آب نامحلول است، بنابراین نیروی جاذبهٔ یون - دوقطبی (y)، کوچک‌تر از میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب یونی A و پیوند هیدروژنی آب $(\frac{x+M_A}{۲})$ است، یعنی $y<\frac{x+M_A}{۲}$.

عبارت (ب): ترکیب یونی B در آب محلول است، بنابراین نیروی جاذبهٔ یون - دوقطبی (y)، بزرگ‌تر از میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب‌های یونی B و پیوند هیدروژنی آب $(\frac{x+M_B}{۲})$ است، یعنی $y>\frac{x+M_B}{۲}$.

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

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

C **۳۷۲- گزینهٔ ۲** در فشار ۱atm، انحلال‌پذیری گاز N_2 در دمای $۲۰^\circ C$ برابر ۰/۰۵۴ گرم است، زمانی که در فشار ثابت، دمای گاز N_2 را افزایش داده و به $۶۰^\circ C$ می‌رسانیم، یعنی دما ۳ برابر می‌شود، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد، اما $\frac{۱}{۳}$ برابر نمی‌شود، بنابراین گزینه‌های (۱) و (۳) که انحلال‌پذیری گاز NO، $\frac{۱}{۳}$ برابر شده است (۰/۰۱۸ گرم) نادرست هستند. در دما و فشار ثابت $(۶۰^\circ C$ و ۱atm)، انحلال‌پذیری گاز NO بیش‌تر از گاز N_2 است (یعنی بیش‌تر از ۰/۰۲۲ گرم) زمانی که در دمای ثابت $(۶۰^\circ C)$، فشار گاز NO را افزایش داده و به ۳atm می‌رسانیم، یعنی فشار ۳ برابر می‌شود، انحلال‌پذیری گاز NO نیز ۳ برابر شده و برابر ۰/۱۲ گرم می‌شود، بنابراین گزینهٔ (۴) نادرست است.

C **۳۷۳- گزینهٔ ۳** چون فشار از 8atm به 4atm تغییر کرده است، بنابراین طبق رابطهٔ هنری $(S=k\times P)$، انحلال‌پذیری نیز نصف شده و از ۰/۰۴ به ۰/۰۲ گرم کاهش می یابد. از طرف دیگر، دما نیز از $۲۰^\circ C$ به $۱۵^\circ C$ کاهش یافته است، پس انحلال‌پذیری نهایی باید عددی بیش‌تر از ۰/۰۲ گرم شود. بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.

C **۳۷۴- گزینهٔ ۱** مقدار گاز اکسیژن حل‌شده در ۱۰۰ گرم آب را در دمای $۱۵^\circ C$ و فشار ۲atm به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} ۵۰۰(g\ H_2O) & ۰/۰۳۵(g\ O_2) \\ ۱۰۰(g\ H_2O) & X\ (g\ O_2) \end{bmatrix} \Rightarrow X = ۷\times۱۰^{-۳}\ g\ O_2$$

پس، انحلال‌پذیری گاز O_2 در دمای $۱۵^\circ C$ و فشار 2atm، ۷×۱۰^{-۳} گرم است و زمانی که در دمای ثابت، فشار گاز را از ۲ اتمسفر به ۵ اتمسفر می‌رسانیم (یعنی فشار را ۲/۵ برابر می‌کنیم)، طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری نیز ۲/۵ برابر می‌شود.

انحلال‌پذیری در فشار ۵ atm $= ۷\times۱۰^{-۳}\ g\ O_2 \times ۲/۵ = ۱/۷۵\times۱۰^{-۲}\ g\ O_2$

۳۷۵- گزینهٔ ۲ C

با توجه به فشار و انحلال‌پذیری در دو حالت، معادلهٔ هنری $(S=k\times P)$ را برای دو حالت بیان می‌کنیم:

با توجه به این‌که نوع ماده و دما در دو حالت یکسان است، بنابراین k در دو حالت یکسان می‌باشد، پس مقدار P_2 را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{S_1}{S_2}=\frac{k_1P_1}{k_2P_2}\xrightarrow{k_1=k_2}\frac{S_1}{S_2}=\frac{P_1}{P_2}\Rightarrow\frac{50mg}{80mg}=\frac{8atm}{X\ atm}\Rightarrow X=P_2=12/8atm$$

بنابراین باید فشار گاز را $12/8-8=4/8atm$ افزایش دهیم تا انحلال پذیری گاز NO از ۵۰ به ۸۰ میلی‌گرم افزایش یابد.

۳۷۶- گزینهٔ ۳ C

با توجه به انحلال‌پذیری گاز CO_2 در دماهای $40^\circ C$ و $60^\circ C$، مقدار گاز CO_2 آزاد شده بر اثر افزایش دمای ۱۰۰ گرم آب از $40^\circ C$ تا $60^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

مقدار CO_2 آزاد شده $=40^\circ C$ انحلال‌پذیری در دمای $-60^\circ C$ انحلال‌پذیری در دمای $=0/097g-0/057g=0/04g\ CO_2$

سپس مقدار گاز CO_2 آزاد شده در اثر افزایش دمای ۲ کیلوگرم محلول (یا حلال) را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix}100\ (g\ H_2O) & 4\times10^{-2}\ (g\ CO_2)\\ 2000\ (g\ H_2O) & X\ (g\ CO_2)\end{bmatrix}\Rightarrow X=0/8g\ CO_2$$

با توجه به واکنش، مقدار کربنیک اسید (H_2CO_3) را به‌دست می‌آوریم:

$$?\ mol\ H_2CO_3=0/8g\ CO_2\times\frac{1mol\ CO_2}{44g\ CO_2}\times\frac{1mol\ H_2CO_3}{1mol\ CO_2}\simeq1/8\times10^{-2}mol\ H_2CO_3$$

۳۷۷- گزینهٔ ۱ C

فقط عبارت (ب) درست است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): اتانول (C_2H_5OH)، برخلاف کلسیم کلرید $(CaCl_2)$، غیرالکترولیت است، بنابراین محلول آن نارسانا است.

عبارت (ب): برای مواد الکترولیت، هرچه تعداد یون بیش‌تر باشد، رسانایی محلول بیش‌تر است، بنابراین رسانایی الکتریکی محلول مواد الکترولیت به شمار یون‌ها 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 محلول‌های ۱ مولار الکترولیت‌های قوی، بستگی به تعداد یون‌های تولید شده دارد، به‌طوری که هرچه تعداد یون‌های حاصل از تفکیک یا یونیده شدن بیش‌تر باشد، محلول رساناتر خواهد بود.

۳۷۸- گزینهٔ ۳ C

عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): در فرایند اسمز، مولکول‌های آب از راست به چپ منتقل می‌شوند، بنابراین حجم محلول سمت چپ افزایش و در نتیجه غلظت محلول کاهش می‌یابد.

عبارت (ب): چون گونه X از سمت اتم‌های اکسیژن مولکول آب آب‌پوشیده شده است، بنابراین گونه X کاتیون است، در حالی که سولفات آنیون می‌باشد.

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

عبارت (ت): اگر جهت حرکت مولکول‌های آب از چپ به راست (محیط غلیظ به رقیق) باشد، نشان‌دهنده فرایند اسمز معکوس می‌باشد.

۳۷۹- گزینهٔ ۲ C

شکل نشان داده شده مربوط به فرایند تقطیر است که با انجام دو واکنش فیزیکی (تبخیر و میعان)، آبی حاصل می‌شود که دارای ترکیب‌های آلی فرار و میکروب است و با کلرزنی آن، میکروب‌ها از بین می‌روند ولی ترکیبات آلی فرار باقی می‌مانند، بنابراین آب حاصل بدون آلودگی نمی‌باشد.

۳۸۰- گزینهٔ ۱ C

عبارت (الف) نادرست است.

غلظت مولی محلول‌های (a) و (b) را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی محلول (a)}=\frac{10\times a\times d}{M}=\frac{10\times5\times1/34g.mL^{-1}}{134g.mol^{-1}}=0/5mol.L^{-1}$$

$$?\ mol\ C_2H_6O_2=15/5g\ C_2H_6O_2\times\frac{1mol\ C_2H_6O_2}{62g\ C_2H_6O_2}=0/25\ mol\ C_2H_6O_2$$

$$\text{غلظت مولی محلول (b)}=\frac{\text{مقدار حل‌شونده(مول)}}{\text{حجم محلول(لیتر)}}=\frac{0/25\ mol\ C_2H_6O_2}{0/1L\ \text{محلول}}=2/5\ mol.L^{-1}$$

غلظت محلول (b) بیش‌تر از محلول (a) است، بنابراین مولکول‌های آب از محلول رقیق (محلول(a)) به محلول غلیظ (محلول(b)) منتقل می‌شوند، در نتیجه با گذشت زمان، غلظت محلول (a) افزایش یافته و شدت رنگ آبی محلول $CuCl_2$ بیش‌تر می‌شود. به این نکته توجه شود که با گذشت زمان، مقدار مول حل‌شونده محلول (b) ثابت، اما به‌دلیل افزایش حجم محلول (b)، غلظت آن کاهش می‌یابد.

C **۳۸۱- گزینهٔ ۱** غلظت مولی دو محلول سدیم هیدروکسید و گلوکز را به‌دست می‌آوریم:

محاسبهٔ غلظت مولی محلول $NaOH$:

با توجه به انحلال‌پذیری $NaOH$، می‌توان گفت؛ در ۱۰۰ گرم آب، حداکثر ۴۰ گرم سدیم هیدروکسید حل می‌شود، پس در ۱۴۰g محلول $(40g\,NaOH + 100g\,H_2O)$ نیز ۴۰ گرم $NaOH$ وجود دارد، بنابراین مقدار سدیم هیدروکسید حل شده در ۳۵ گرم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} ۱۴۰(g\ \text{محلول}) & ۴۰(g\,NaOH) \\ ۳۵(g\ \text{محلول}) & X(g\,NaOH) \end{bmatrix} \Rightarrow X = ۱۰g\,NaOH$$

$$?\,mol\,NaOH = ۱۰g\,NaOH \times \frac{۱mol\,NaOH}{۴۰g\,NaOH} = ۰/۲۵mol\,NaOH$$

می‌دانیم هر مول $NaOH$ در اثر انحلال در آب، دو مول یون (OH^-, Na^+) به‌وجود می‌آورد بنابراین:

$$\text{تعداد مول یون‌ها} = ۰/۲۵ \times ۲ = ۰/۵\ mol$$

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{۳۵g\ \text{محلول}}{۱/۴g.mL^{-۱}} = ۲۵\,mL = ۰/۰۲۵L\ \text{محلول}$$

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{\text{مقدار حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} = \frac{۰/۵\ mol\,NaOH}{۰/۰۲۵L\ \text{محلول}} = ۲۰mol.L^{-۱}$$

محاسبهٔ غلظت مولی محلول گلوکز:

می‌دانیم انحلال گلوکز در آب به‌صورت مولکولی است و یون تولید نمی‌کند.

$$?\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶ = ۴/۵g\,C_۶H_{۱۲}O_۶ \times \frac{۱mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰g\,C_۶H_{۱۲}O_۶} = ۰/۰۲۵mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶$$

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{۰/۰۲۵mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۰/۰۰۵L\ \text{محلول}} = ۵mol.L^{-۱}$$

با توجه به این‌که غلظت مولی محلول گلوکز کم‌تر از محلول سدیم هیدروکسید است، بنابراین مولکول‌های آب از محلول رقیق (محلول گلوکز) به محلول غلیظ (محلول سدیم هیدروکسید) منتقل می‌شوند. این انتقال تا زمانی انجام می‌شود که غلظت دو محلول یکسان شود. فرض می‌کنیم باید x میلی‌لیتر آب از محلول گلوکز به محلول سدیم هیدروکسید منتقل شود تا این‌که غلظت دو محلول یکسان گردد (توجه شود که مقدار مول حل‌شونده در دو محلول تغییر نمی‌کند):

$$\text{غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید} = \text{غلظت مولی محلول گلوکز} \Rightarrow \frac{۰/۰۲۵mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۵mL - x\ mL} = \frac{۰/۵mol(Cl^-, Na^+)\ \text{یون}}{۲۵mL + x\ mL} \Rightarrow x \simeq ۳/۶mL$$

($5mL - x\ mL$: حجم کم شده از محلول گلوکز؛ $25mL + x\ mL$: حجم اضافه شده به محلول $NaOH$)

۱- گزینهٔ 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 (رابطهٔ) 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 لایهٔ $n=2$ 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- گزینهٔ ۲ در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، سه ایزوتوپ ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$ وجود دارند. بنابراین سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، ${}_{1}^{3}H$ است که دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون است، نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در این ایزوتوپ، برابر ۲ است.

۳- گزینهٔ ۳ در واکنش ${}_{8}^{16}O \rightarrow {}_{8}^{1}H + {}_{0}^{1}n$ یک مول اکسیژن (۱۶ گرم اکسیژن) تولید شده است و $1/4\times10^{-4}$ گرم افت جرم، به دلیل تولید ۱۶ گرم اکسیژن است، ابتدا باید مقدار افت جرم به ازای تولید ۳۲ گرم اکسیژن را محاسبه کنیم:

$$\left[\begin{array}{l} 16g\ O_2 \rightarrow 1/4\times10^{-4}g \\ 32g\ O_2 \rightarrow x \end{array}\right] \Rightarrow x = 2/8\times10^{-4}g$$

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

$$E=mc^2 \Rightarrow E=\underbrace{2/8\times10^{-4}\times10^{-3}}_{kg}\times(3\times10^8)^2=2/52\times10^{10}J=2/52\times10^7kJ$$

۴- گزینهٔ ۱ آرایش الکترونی ${}_{19}K$ و سایر عناصر مطرح شده در زیر آورده شده است. لایهٔ ظرفیت ${}_{19}K$ به‌صورت $4s^1$ بوده و ${}_{29}A$ در آخرین لایهٔ خود که لایهٔ چهارم است، دارای یک الکترون در زیرلایهٔ $4s^1$ می‌باشد.

${}_{19}K:[Ar]\underline{4s^1}$ ${}_{29}A:[Ar]3d^{10}\underline{4s^1}$ ${}_{27}X=[Ar]3d^7 4s^2$ ${}_{31}Z:[Ar]3d^{10}4s^2 4p^1$ ${}_{21}D:[Ar]3d^1 4s^2$

۵- گزینهٔ ۲ رابطهٔ جرم اتمی میانگین به‌صورت 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- گزینهٔ ۲ بعد از عنصر باریم در جدول تناوبی، ۱۴ عنصر دستهٔ f و ۱۰ عنصر واسطه تناوب ششم قرار دارند و پس از آن‌ها عناصر دستهٔ p تناوب ششم شروع می‌شوند. از ۷۱ تا ۸۰ ← ۱۰ عنصر ← عناصر واسطه از ۵۷ تا ۷۰ ← ۱۴عنصر ← لانتانیدها

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

۷- گزینهٔ ۴ دومین فلز قلیایی، نخستین عنصر واسطه و دومین گاز نجیب به ترتیب ${}_{11}Na$، ${}_{21}Sc$ و ${}_{10}Ne$ هستند که به ترتیب در دوره‌های سوم، چهارم و دوم جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند.

۸- گزینهٔ ۳ عبارت سوم نادرست است. تکنسیم $({}_{43}^{99}Tc)$ نخستین عنصری است که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. از تکنسیم برای تصویربرداری غدهٔ 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، اندازهٔ مشابهی دارد، به همین دلیل غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید این یون را نیز جذب می‌کند.

۹- گزینهٔ ۳ تعداد خطوط در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی هلیم، لیتیم، نئون و هیدروژن به ترتیب برابر ۹، ۴، ۲۲ و ۴ است.

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

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): سومین لایهٔ الکترونی اتم، گنجایش ۱۸ الکترون را دارد و شامل زیرلایه‌های $3s$، $3p$ و $3d$ است.

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

عبارت (پ): سومین دورهٔ 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 $_{17}Cl$ و $_{18}Ar$ در دمای اتاق حالت گازی دارند.

عبارت (ت): در اتم عنصرهای دورهٔ سوم، ابتدا زیرلایهٔ $3s$ دو الکترون دریافت کرده و پس از آن زیرلایهٔ $3p$ شش الکترون دریافت می‌کند.

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

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

$$\Rightarrow 26/7 = \frac{24y + 27(100-y)}{100} \Rightarrow y = 10 \Rightarrow f(^{27}X) = \%90$$

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

۱۲- گزینهٔ ۲ فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، $^{4}_{2}He$ است. از به هم پیوستن ۶ اتم $^{4}_{2}He$، یک اتم $^{24}_{12}Mg$ می‌تواند به‌وجود آید.

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

۱۳- گزینهٔ ۲

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

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

۱۴- گزینهٔ ۲ ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$SiO_2(s) + 3C(s) \xrightarrow{\Delta} SiC(s) + 2CO(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,CO = 1\,kg\,SiC \times \frac{1000\,g\,SiC}{1\,kg\,SiC} \times \frac{1\,mol\,SiC}{40\,g\,SiC} \times \frac{2\,mol\,CO}{1\,mol\,SiC} \times \frac{22/4\,L\,CO}{1\,mol\,CO} = 1120L$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم SiC}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر CO}}{\text{ضریب} \times 22/4} \Rightarrow \frac{1000}{40 \times 1} = \frac{x}{22/4 \times 2} \Rightarrow x = 1120L$$

۱۵- گزینهٔ ۲ برای شروع موازنهٔ این واکنش، ابتدا به Na_2O_2 ضریب ۱ می‌دهیم و برای موازنه شدن تعداد یون‌های سدیم، برای $NaOH$ ضریب ۲ را در نظر می‌گیریم.

$$Na_2O_2(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + O_2(g)$$

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.

$$1\,Na_2O_2(s) + 1\,H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

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

$$2Na_2O_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 4NaOH(aq) + O_2(g)$$

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

۱۶- گزینهٔ ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ این واکنش به‌صورت روبه‌رو است: $6CO_2(g)+6H_2O(l)\rightarrow C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g)$

روش اول (کسر تبدیل):

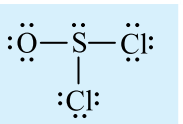
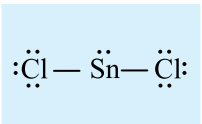
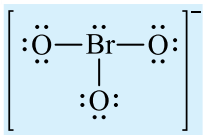
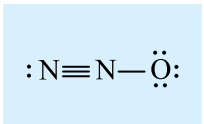
$$?\,kg\,C_6H_{12}O_6=66kg\,CO_2\times\frac{1000g}{1kg}\times\frac{1mol\,CO_2}{44g\,CO_2}\times\frac{1mol\,C_6H_{12}O_6}{6mol\,CO_2}\times\frac{180g\,C_6H_{12}O_6}{1mol\,C_6H_{12}O_6}\times\frac{1kg}{1000g}=45kg\,C_6H_{12}O_6$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم }CO_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم گلوکز}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{66\times10^3}{44\times6}=\frac{\text{جرم گلوکز}}{180\times1}\Rightarrow\text{جرم گلوکز}=45\times10^3g=45kg$$

۱۷- گزینهٔ ۴ همهٔ عبارت‌ها درست هستند. گاز آرگون پس از گازهای نیتروژن و اکسیژن فراوان‌ترین گاز سازندهٔ هوای خشک و پاک است.

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

$SOCl_2$	$SnCl_2$	BrO_3^-	N_2O
			

اتم مرکزی در N_2O فاقد جفت الکترون ناپیوندی است.

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

$$2H_2S(g)+3O_2(g)\rightarrow2SO_2(g)+2H_2O(g)\quad,\quad4NH_3(g)+5O_2(g)\rightarrow4NO(g)+6H_2O(g)$$

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

۲۰- گزینهٔ ۳ برای موازنهٔ این واکنش، ابتدا به $CaSiO_3$ ضریب ۱ می‌دهیم:

$$1CaSiO_3(s)+HF(aq)\rightarrow CaF_2(aq)+SiF_4(g)+H_2O(l)$$

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

$$1CaSiO_3(s)+HF(aq)\rightarrow1CaF_2(aq)+1SiF_4(g)+3H_2O(l)$$

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

$$CaSiO_3(s)+6HF(aq)\rightarrow CaF_2(aq)+SiF_4(g)+3H_2O(l)$$

۲۱- گزینهٔ ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت $2B_2O_3(s)+6Cl_2(g)\xrightarrow{\Delta}4BCl_3(l)+3O_2(g)$ است.

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,O_2=1mol\,B_2O_3\times\frac{3mol\,O_2}{2mol\,B_2O_3}\times\frac{22/4L\,O_2}{1mol\,O_2}=33/6L\,O_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول بور اکسید}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{لیتر گاز اکسیژن}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{1}{2}=\frac{V}{3\times22/4}\Rightarrow V=33/6L\,O_2$$

۲۲- گزینهٔ ۱ ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$2AgNO_3(aq)+MgCl_2(s)\rightarrow2AgCl(s)+Mg(NO_3)_2(aq)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,MgCl_2=0/02mol\,AgNO_3\times\frac{1mol\,MgCl_2}{2mol\,AgNO_3}\times\frac{95g\,MgCl_2}{1mol\,MgCl_2}=0/95g\,MgCl_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول نقره نیترات}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم }MgCl_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{0/02}{2}=\frac{x}{95\times1}\Rightarrow x=0/95g$$

۲۳- گزینهٔ ۳ ابتدا مقدار مول یون‌های Mg^{2+} و Na^{+} را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,Na^{+}=۱۸۴g\,Na^{+}\times\frac{۱\,mol\,Na^{+}}{۲۳g\,Na^{+}}=۸mol\,Na^{+}$$

$$?\,mol\,Mg^{2+}=۷۲g\,Mg^{2+}\times\frac{۱\,mol\,Mg^{2+}}{۲۴g\,Mg^{2+}}=۳mol\,Mg^{2+}$$

نمک بدون آب سدیم و منیزیم به ترتیب سدیم سولفات $(Na_۲SO_۴)$ و منیزیم سولفات $(MgSO_۴)$ است؛ بنابراین با ۸ مول Na^{+} می‌توان ۴ مول $Na_۲SO_۴$ و با ۳ مول Mg^{2+} می‌توان ۳ مول $MgSO_۴$ تهیه کرد:

$$?\,mol\,Na_۲SO_۴:\frac{۱\,mol\,Na_۲SO_۴}{۲mol\,Na^{+}}\times۸mol\,Na^{+}=۴mol\,Na_۲SO_۴$$

$$?\,mol\,MgSO_۴:\frac{۱\,mol\,MgSO_۴}{۱\,mol\,Mg^{2+}}\times۳mol\,Mg^{2+}=۳mol\,MgSO_۴$$

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

$$\frac{۴mol\,Na_۲SO_۴}{۳mol\,MgSO_۴}=\frac{۴\times۱۴۲}{۳\times۱۲۰}=۱/۵۸$$

۲۴- گزینهٔ ۱

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\Rightarrow\text{درصد جرمی}=\frac{۱۳۶۰\times۱۰^{-۳}g}{۱۰^{۳}g}\times۱۰۰=۰/۱۳۶$$

$$\text{غلظت مولار}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}}\Rightarrow\text{غلظت مولار}=\frac{(\frac{۱۳۶۰\times۱۰^{-۳}}{۴۰})mol}{۱L}=۰/۰۳۴mol.L^{-۱}$$

۲۵- گزینهٔ ۴ همهٔ عبارت‌ها درست هستند. در نمودار انحلال‌پذیری، نقاط روی نمودار محلول سیرشده، نقاط زیر نمودار محلول سیرنشده و نقاط بالای نمودار، محلول فراسیرشده را نشان می‌دهند. با توجه به نمودار، نقاط A و B محلول سیرشده‌ای از نمک MX را در دماهای $۰^{\circ}C$ و $۴۰^{\circ}C$ نشان می‌دهند. نقطهٔ C بالای نمودار و نشان‌دهندهٔ یک محلول فراسیرشده و نقطهٔ D زیر نمودار و نشان‌دهندهٔ یک محلول سیرنشده از نمک MX است.

۲۶- گزینهٔ ۳ پدیده ته‌نشین شدن گل و لای در دریاچه‌ها، مربوط به چگالی بیشتر گل و لای نسبت به آب است که باعث می‌شود گل و لای ته‌نشین شود و ارتباطی با فرایند اسمز ندارد.

۲۷- گزینهٔ ۲ محلول ۲۳ درصد جرمی اتانول در آب را به‌صورت ۲۳ گرم اتانول در ۱۰۰ گرم محلول در نظر می‌گیریم. برای محاسبهٔ غلظت مولار، باید تعداد مول اتانول و حجم محلول را برحسب لیتر محاسبه کنیم.

$$?\,mol\,C_۲H_۵OH=۲۳g\,C_۲H_۵OH\times\frac{۱\,mol\,C_۲H_۵OH}{۴۶g\,C_۲H_۵OH}=۰/۵mol\,C_۲H_۵OH$$

$$?\,L\,\text{محلول}=۱۰۰g\,\text{محلول}\times\frac{۱mL\,\text{محلول}}{۰/۹g\,\text{محلول}}\times\frac{۱L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰mL\,\text{محلول}}=\frac{۱}{۹}L\,\text{محلول}$$

$$\text{غلظت مولار}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{۰/۵}{\frac{۱}{۹}}=۴/۵mol.L^{-۱}$$

۲۸- گزینهٔ ۳ ابتدا باید غلظت محلول اولیه HCl را به‌دست آوریم:

$$M=\frac{۱۰\,a\,d}{\text{جرم مولی}}=\frac{۱۰\times۳۶/۵\times۱/۲}{۳۶/۵}=۱۲mol.L^{-۱}$$

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

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,Cl^{-}=۱۰L\,\text{محلول}\times\frac{۱۰۰۰mL\,\text{محلول}}{۱L\,\text{محلول}}\times\frac{۱g\,\text{محلول}}{۱mL\,\text{محلول}}\times\frac{۱۰۹/۵g\,Cl^{-}}{۱۰^{۶}g\,\text{محلول}}\times\frac{۱\,mol\,Cl^{-}}{۳۵/۵g\,Cl^{-}}=۰/۰۳۰۸mol\,Cl^{-}$$

روش دوم (استفاده از ppm):

$$ppm=\frac{\text{میلی‌گرم‌های حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}\Rightarrow ۱۰۹/۵=\frac{x}{۱۰}\Rightarrow x=۱۰۹۵mg\ Cl^-=۱/۰۹۵g\ Cl^-$$

$$?\ mol\ Cl^-=۱/۰۹۵g\ Cl^-\times\frac{۱\ mol\ Cl^-}{۳۵/۵g\ Cl^-}=۰/۰۳۰۸mol\ Cl^-$$

در نهایت باید حجم محلول اولیه را محاسبه کنیم:

$$\text{مولاریته}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}}\Rightarrow ۱۲=\frac{۰/۰۳۰۸mol}{V}\Rightarrow V=۰/۰۰۲۵۷L=۲/۵۷mL\ \text{محلول}$$

۲۹- گزینهٔ ۱

$$ppm=\frac{\text{میلی‌گرم‌های حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}\Rightarrow ۲=\frac{۱g\ AgCl\times\frac{۱۰۰۰mg}{۱g}}{V}=\frac{۱۰۰۰}{V}\Rightarrow V=۵۰۰L\ \text{محلول}$$

۳۰- گزینهٔ ۲

$$\text{جرم شکر}=\underbrace{۱۰^۵}_{\text{قوطی}}\times ۳۲۰g\times\frac{۱۲}{۱۰۰}=۳۸۴۰\times۱۰^۳g=۳۸۴۰kg\quad ,\quad \text{جرم آب}=۳۲۰۰\times۱۰^۴-۳۸۴\times۱۰^۴=۲۸۱۶\times۱۰^۴g$$

$$d_{\text{آب}}=\frac{\text{جرم آب}}{\text{حجم آب}}\Rightarrow \text{حجم آب}=\frac{۲۸۱۶\times۱۰^۴g}{۱\ g.mL^{-۱}}=۲۸۱۶\times۱۰^۴mL=۲۸۱۶\times۱۰^۴cm^۳=۲۸/۱۶m^۳$$

۳۱- گزینهٔ ۱

$$۲AgNO_۳(aq)+MgCl_۲(aq)\rightarrow ۲AgCl(s)+Mg(NO_۳)_۲(aq)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\ mL\ MgCl_۲=۰/۰۲mol\ AgNO_۳\times\frac{۱\ mol\ MgCl_۲}{۲\ mol\ AgNO_۳}\times\frac{۹۵g\ MgCl_۲}{۱\ mol\ MgCl_۲}\times\frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۲۲/۸g\ MgCl_۲}\times\frac{۱۰۰۰mL}{۱\ L}=۴۱/۶mL$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول}\ AgNO_۳}{\text{ضریب}}=\frac{\text{حجم}\times\text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۰/۰۲}{۲}=\frac{۲۲/۸\times V}{۹۵\times۱}\Rightarrow\begin{cases}V=۰/۰۴۱۶L\\V=۴۱/۶mL\end{cases}$$

۳۲- گزینهٔ ۱ در ظرف (۱)، ۴ ذره معادل ۰/۴ مول ذره در ۲۵ میلی‌لیتر محلول وجود دارد، بنابراین غلظت مولی محلول (۱) برابر $۱۶mol.L^{-۱}$ است:

$$\text{غلظت مولی محلول (۱)}=\frac{۰/۴}{۰/۰۲۵}=۱۶mol.L^{-۱}$$

در ظرف (۲)، ۸ ذره معادل ۰/۸ مول ذره در ۵۰ میلی‌لیتر محلول وجود دارد، بنابراین غلظت مولی محلول (۲) برابر $۱۶mol.L^{-۱}$ است:

$$\text{غلظت مولی محلول (۲)}=\frac{۰/۸}{۰/۰۵}=۱۶mol.L^{-۱}$$

اگر دو محلول را با هم مخلوط کنیم، غلظت محلول به‌دست آمده برابر $۱۶mol.L^{-۱}$ است که با غلظت محلول (۲) برابر است:

$$\text{غلظت محلول نهایی}=\frac{۰/۴+۰/۸}{۰/۰۷۵}=\frac{۱/۲}{۰/۰۷۵}=۱۶mol.L^{-۱}$$

۳۳- گزینهٔ ۴ تمام عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

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

عبارت دوم: آمونیاک پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد، به همین دلیل نسبت به $H_۲S$ نیروی بین مولکولی قوی‌تر و در نتیجه نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

عبارت سوم: سه ترکیب HCl، HF و HBr ترکیب‌های مولکولی هستند، در ترکیب‌های مولکولی هرچه جرم و حجم بیشتر باشد نیروهای بین مولکولی قوی‌تر بوده و نقطهٔ جوش ترکیب بالاتر است؛ البته HF به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی از دو ترکیب دیگر نقطهٔ جوش بالاتری دارد:

مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $HF>HBr>HCl$

عبارت چهارم: بخش عمدهٔ نیروی جاذبهٔ بین مولکولی در هیدروژن فلوئورید $(HF(g))$ پیوند هیدروژنی است.

۳۴- گزینهٔ ۲

$$?\text{ton آب} = ۱\text{ ماه} \times \frac{۳۰\text{ روز}}{۱\text{ ماه}} \times \frac{۲۷۰\text{kg Mg}}{۱\text{ روز}} \times \frac{۱۰۰۰\text{g}}{۱\text{kg}} \times \frac{۱۰^۶\text{g آب}}{۱۳۵۰\text{g Mg}} \times \frac{۱\text{ton آب}}{۱۰^۶\text{g آب}} \times \frac{۱۰۰}{۸۰} = ۷۵۰۰\text{ ton آب}$$

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

$$\text{M} = \frac{\text{مول}}{\text{لیتر}} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{\text{mol NO}}{۰/۱\text{ L}} \Rightarrow \text{mol NO} = ۰/۰۰۱\text{ mol}$$

جرم NO حل‌شده در آب برابر است با:

$$?\text{ g NO} = ۰/۰۰۱\text{ mol NO} \times \frac{۳۰\text{g NO}}{۱\text{ mol NO}} = ۰/۰۳\text{g NO}$$

با توجه به نمودار، اگر فشار در حدود ۴/۴ اتمسفر باشد، ۰/۰۳g گاز NO در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

۳۶- گزینهٔ ۳ ابتدا باید جرم ساکارز حل‌شده در ۲۵۰ گرم آب را به‌دست آوریم:

$$?\text{ g } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} = ۲۵۰\text{ آب} \times \frac{۲۰۵\text{g } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}}{۱۰۰\text{g}} = ۵۱۲/۵\text{g } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم آب} + \text{جرم ساکارز} = ۵۱۲/۵\text{g} + ۲۵۰\text{g} = ۷۶۲/۵\text{ g}$$

تعداد مول‌های حل‌شونده برابر است با:

$$?\text{ mol } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} = ۲۵۰\text{g آب} \times \frac{۲۰۵\text{g } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}}{۱۰۰\text{g}} \times \frac{۱\text{ mol } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}}{۳۴۲\text{g } C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}} \simeq ۱/۵\text{ mol}$$