



گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

آزمون دوپینگ ماز | پایه دوازدهم



دوپینگ ماز

شیمی

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۵

دفترچه پاسخ

شنبه ۱۶ خردادماه ۱۴۰۵

دورس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
شیمی	فرشاد هادیان فرد	فرشاد هادیان فرد - عالیہ میرزایی فرهنگ امیری - طاها حق‌بین علی ترابی - مهسا بایمانی نژاد محمد دارابی جم - محمدحسین ذاکری	محمد دارابی جم - طاها حق‌بین رامین رزمجو - معید ایری مهدی معظمی

فصل ۱ و ۲ دهم	فصل ۳ دهم	فصل ۱ یازدهم	فصل ۲ یازدهم	فصل ۱ دوازدهم	فصل ۲ دوازدهم	فصل ۳ دوازدهم	فصل ۴ دوازدهم	فصل ۱ تا ۳ دهم (جبرانی)	فصل ۱ و ۲ یازدهم + فصل ۱ دوازدهم (جبرانی)
---------------	-----------	--------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-------------------------	---



مسیر حرفه‌ای جمع‌بندی تا کنکور ۱۴۰۵



برای شباهت حداکثری به کنکور، صفحه‌آرایی، فونت و حتی اندازه متن در تمامی آزمون‌های ماز، کاملاً یکسان با استاندارد دفترچه‌های کنکور در نظر گرفته می‌شود.

راهنمای پامفله آزمون ها

زمان پاسخگویی:

سریع (زیر ۱ دقیقه) | استاندارد (۱-۲ دقیقه) |
زمان بر (بیشتر از ۲ دقیقه).

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - خط به خط - استاندارد) - صفحه ۳ تا ۶ - ۱۰۰۱

سطح سؤال:

آسان (اعتماد به نفس) | متوسط (محک جدی)
دشوار (چالش رشد).

هشتگ سؤال:

شماره درس + شماره پایه
دسته بندی راحت تر سؤالات

سبک سؤال:

خط به خط (متن کتاب) | ترکیبی (چند مبحث) |
محاسباتی (فرمول ودقت) | مفهومی (درک عمیق).

شماره صفحه:

منبع اصلی رو راحت پیدا کنید.

ویژگی های آزمون دوپینگ

پهروسی سریع



«بابت نگاه صرفه ای، دلیل درست بودن یا نبودن گزینه ها را در لحظه ببینید و درون اقلای وقت، پرونده هر سؤال را با یادگیری کامل ببینید!»

پاسخنامه کامل



«یک نقشه راه دقیق و گام به گام که پیچیده ترین مسائل موضوع را بازمی کند تا هیچ ابهامی در مسیر موفقیت تان باقی نماند.»

نکات و دام های گنگوری



«در دام سؤالات نغیفتید! ما ترغدهای طراحان سوال و مفاهیم کلیدی رو بهتون یاد می دیم تا با آمادگی کامل، همه سؤالات رو جواب بدید.»

کپسول دوپینگ



آماده یک انفجار یادگیری باشید!

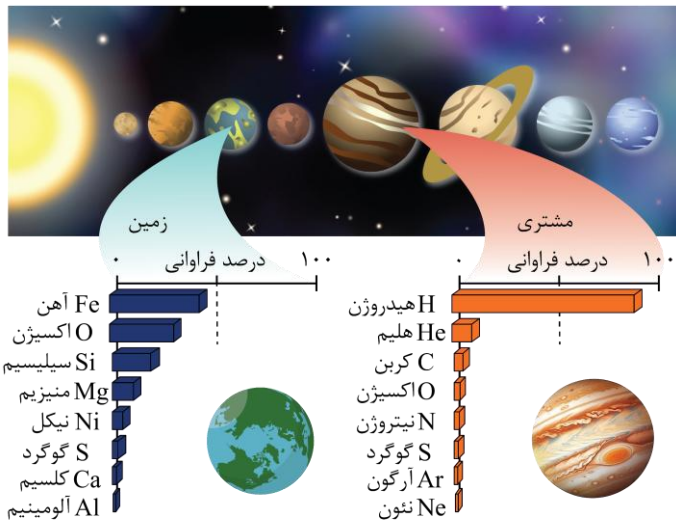
«با کپسول دوپینگ "کلید موفقیت در دستان شماست! با مرور سریع و کار بردی نکات، از پس هر سوالی برآید و در آزمون ها بدرخشید!»

۱- کدام مورد در رابطه با سیاره‌های زمین و مشتری، نادرست است؟

- (۱) دومین عنصر موجود در گروه شانزدهم جدول دوره‌ای، در این دو سیاره درصد فراوانی یکسانی دارد.
- (۲) اولین عنصر فراوانی که به صورت مشترک در این دو سیاره وجود دارد، با Te هم گروه است.
- (۳) فراوان ترین شبه فلز موجود در زمین، همانند سومین عنصر فراوان در مشتری، شکننده است.
- (۴) فراوان ترین عنصر موجود در زمین، فراوانی کمتر از ۵۰٪ داشته و با اسیدها واکنش می دهد.

پاسخ: گزینه ۱

(آسان - مفهومی - سریع ۱۰ - صفحه ۳ - ۱۰۰)



دومین عنصر موجود در گروه شانزدهم، گوگرد (ک۱۶) است. این عنصر در هر دو سیاره زمین و مشتری وجود دارد؛ اما درصد فراوانی آن در دو سیاره یکسان نیست. درصد فراوانی گوگرد در کره زمین بیشتر از مشتری است. به درصد فراوانی عنصرهای فراوان دو سیاره مشتری و زمین دقت کنید:

عنصرهای فراوان مشتری و زمین

- درصد فراوانی فراوان ترین عنصر سازنده مشتری (عنصر هیدروژن)، بیشتر از ۵۰ درصد است. این در حالی است که درصد فراوانی فراوان ترین عنصر سازنده زمین (عنصر آهن)، کمتر از ۵۰ درصد است. فراوان ترین عنصر سازنده زمین، یک عنصر فلزی (متعلق به دسته عناصر واسطه) و فراوان ترین عنصر سازنده مشتری، یک عنصر نافلزی (متعلق به گروه اول جدول تناوبی) است.
- رتبه فراوانی گوگرد در سیاره‌های مشتری و زمین یکسان است، اما درصد فراوانی این عنصر نافلزی در سیاره مشتری کمتر از درصد فراوانی آن در سیاره زمین است.
- اندازه سیاره مشتری بزرگ تر از اندازه سیاره زمین است و این سیاره، عمدتاً از عناصر نافلزی و گازی تشکیل شده است. توجه داریم که فاصله سیاره مشتری تا خورشید، بیشتر از فاصله زمین تا خورشید است.
- دومین عنصر فراوان در این دو سیاره، در دسته عناصر نافلزی قرار دارند. توجه داریم که دومین، هفتمین و هشتمین عنصر فراوان در سیاره مشتری، در دسته گازهای نجیب قرار دارند و متعلق به گروه ۱۸ جدول تناوبی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۲) اولین عنصر فراوان مشترک در این دو سیاره، عنصر اکسیژن (O) است. عناصر O و Te در گروه شانزدهم جدول تناوبی قرار دارند. عدد اتمی این دو عنصر، به اندازه ۲ واحد کمتر از گاز نجیب بعد از آنها است.
- (۳) فراوان ترین شبه فلز موجود در زمین و سومین عنصر فراوان مشتری، به ترتیب معادل با سیلیسیم و کربن هستند. هر دو عنصر در برابر ضربه، شکننده هستند.
- (۴) فراوانی آهن در سیاره زمین کمتر از ۵۰٪ است و این عنصر فلزی با یون هیدروژن موجود در محلول اسیدها واکنش می دهد. معادله واکنش این فلز با یک اسید تک ظرفیتی به صورت $Fe(s) + 2HA(aq) \rightarrow FeA_2(aq) + H_2(g)$ است.

ایده طرح این سؤال، مشابه یکی از سؤال‌های کنکور ۱۴۰۴ است!

۲- جرم اتمی میانگین عنصری با دو ایزوتوپ مختلف، برابر $26/6 amu$ است. اگر تفاوت جرم اتمی دو ایزوتوپ برابر ۲ واحد بوده و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر، ۶۰٪ بیشتر از درصد فراوانی ایزوتوپ سبک تر باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سبک تر کدام است؟

۲۷ (۴)

۲۶ (۳)

۲۵ (۲)

۲۴ (۱)

(متوسط - محاسباتی - زمان بر - صفحه ۶ - ۱۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

درصد فراوانی دو ایزوتوپ ${}^A_ZX$ و ${}^{A+2}_ZX$ به ترتیب برابر با a و $(a + 60)$ است. از طرفی می دانیم که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ های یک عنصر، برابر با ۱۰۰٪ است. بر این اساس داریم:

$$100 = (a) + (a + 60) \Rightarrow a = 20$$

برای محاسبه جرم اتمی میانگین از فرمول زیر استفاده می کنیم:

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

اگر درصد فراوانی ایزوتوپ های داده شده را در رابطه بالا جایگذاری کنیم، خواهیم داشت:

$$\bar{M} = \frac{(20 \times A) + (80 \times (A + 2))}{100} = 26/6 \Rightarrow 100A + 160 = 2660 \Rightarrow 100A = 2500 \Rightarrow A = 25$$

برای محاسبه جرم اتمی میانگین ایزوتوپ های یک عنصر با سرعت بالاتر، می توانیم از رابطه زیر هم استفاده کنیم:

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

در رابطه بالا، M_1 ، M_2 و ... معادل با جرم اتمی هر یک از ایزوتوپ های عنصر مورد نظر بوده و F_1 ، F_2 و ... نیز معادل با درصد فراوانی این ایزوتوپ ها است. بر این اساس، جرم اتمی میانگین این عنصر را محاسبه می کنیم:

$$\bar{M} = A + (0/80 \times ((A + 2) - A)) = 26/6 \Rightarrow A + 1/6 = 26/6 \Rightarrow A = 25$$

ایده طرح این سؤال، مشابه یکی از سؤال های کنکور ۱۴۰۴ است!



۳- کدام یک از عبارت های زیر نادرست است؟

الف - ایزوتوپ ${}^1H$ پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن است.

ب - با افزایش یون حاوی تکنسیم در غده تیروئید، امکان تصویربرداری از آن فراهم می شود.

ج - همه اتم ها در ساختار گلوکز پرتوزا، پرتو هایی را گسیل می کنند که توسط دستگاه آشکارساز مشخص می شوند.

د - با غنی سازی ایزوتوپی یک نمونه اورانیم حاوی ایزوتوپ های ${}^{235}U$ و ${}^{236}U$ ، جرم اتمی میانگین افزایش پیدا می کند.

(۴) «الف» و «ب»

(۳) «ب» و «د»

(۲) «ج» و «د»

(۱) «الف» و «ج»

(متوسط - حفظی و مفهومی - استاندارد - صفحه ۹ - ۱۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

عبارت های (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) نیم عمر یک ایزوتوپ از یک عنصر خاص، با پایداری آن ایزوتوپ رابطه مستقیم دارد. در بین ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، نیم عمر ایزوتوپ ^3H بیشتر از بقی آن‌ها است؛ بنابراین این ایزوتوپ پایداری بیشتری از سایر ایزوتوپ‌های ساختگی عنصر هیدروژن دارد.

کپسول دوپینگ | ایزوتوپ‌های هیدروژن

درباره ایزوتوپ‌های هیدروژن، موارد زیر را به خاطر بسپارید:

یک نمونه طبیعی از هیدروژن شامل ایزوتوپ‌های ^1H ، ^2H و ^3H است.

در بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، ایزوتوپ‌های ^1H و ^2H پایدار هستند و برای آن‌ها نیم عمر تعریف نمی‌شود.

ایزوتوپ ^3H ، پرتوزا و طبیعی است. علاوه بر این، هیدروژن دارای ۵ ایزوتوپ پرتوزا است.

مقایسه نیم عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت $^3\text{H} > ^4\text{H} > ^5\text{H} > ^6\text{H}$ است.

در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، بیشترین نیم عمر مربوط به ^6H است.

توجه داریم که در بین کل ایزوتوپ‌های پرتوزای هیدروژن، بیشترین نیم عمر مربوط به ^3H است.

ب) عنصر تکنسیم در تصویربرداری پزشکی به کار می‌رود. یون چنداتی حای تکنسیم (نه یون تک اتمی تکنسیم!) اندازه‌ای تقریباً یکسان با یون یدید دارد و در نتیجه توسط غده تیروئید جذب می‌شود. با افزایش غلظت این یون، امکان عکس برداری از این غده فراهم شده و می‌توان از وضعیت سلامتی این غده آگاه شد. در صورت کم کاری تیروئید، این غده مقدار کمتری از یون حای تکنسیم را جذب می‌کند.

ج) سلول‌های توده سرطانی، نسبت به سلول‌های سالم مقدار گلوکز بیشتری مصرف می‌کنند. از این رو، برای مشاهده توده‌های سرطانی، از گلوکز حای اتم پرتوزا استفاده می‌شود. در این مولکول، برخی از اتم‌ها پرتوزا هستند. با تزریق گلوکزهای پرتوزا به بدن فرد، گلوکزهای پرتوزا در محل توده سرطانی، بیشتر تجمع پیدا می‌کنند. پزشک با استفاده از دستگاه آشکارساز، تجمع این گلوکزها را مشاهده و احتمال وجود و محل حضور توده سرطانی را تشخیص می‌دهد.

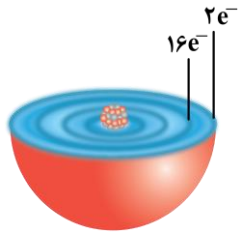
د) با غنی سازی ایزوتوپی در نمونه اورانیم، درصد فراوانی ایزوتوپ ^{235}U افزایش می‌یابد. در نتیجه با انجام این فرایند، جرم اتمی میانگین اورانیم به عدد جرمی این ایزوتوپ که ایزوتوپ سبک‌تر است، نزدیک‌تر شده و جرم اتمی میانگین کاهش پیدا می‌کند.

ایزوتوپ‌ها

اتم‌های یک عنصر را که عدد اتمی برابر و شمار نوترون‌های متفاوتی دارند، ایزوتوپ می‌گویند. در ایزوتوپ‌ها، عدد اتمی که نشان‌دهنده نوع عنصر است، یکسان بوده ولی عدد جرمی تفاوت دارد. چون خواص شیمیایی به عدد اتمی وابسته است، ایزوتوپ‌های یک عنصر در خواص شیمیایی یکسان هستند ولی در خواص فیزیکی که به جرم وابسته هستند، متفاوت هستند. مثلاً ایزوتوپ‌ها چگالی متفاوتی دارند. به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزای یک عنصر، رادیوایزوتوپ می‌گویند. هسته این ایزوتوپ‌ها ناپایدار بوده و با گذشت زمان متلاشی شده و اغلب طی این فرایند، ذره‌های پرانرژی همراه با مقدار زیادی انرژی تولید می‌کنند. اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، پرتوزا هستند. از مفهوم نیم عمر برای مقایسه پایداری و پرتوزایی ایزوتوپ‌ها استفاده می‌شود. نیم عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا نصف یک ماده پرتوزا متلاشی شود. هرچه نیم عمر یک ماده کوتاه‌تر باشد، پایداری آن ماده کمتر و پرتوزایی آن بیشتر است.



۴- شکل مقابل، ساختار لایه‌ای اتم یکی از عناصر جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد. کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با این عنصر درست هستند؟



- الف - در آرایش الکترونی همه عناصر بعد از آن، لایه سوم الکترونی به‌طور کامل پر است.
 ب - نیمی از لایه‌های پر از الکترون در آرایش الکترونی آن، دارای زیر لایه $l = 0$ هستند.
 ج - فقط دو مورد از فلزهای هم‌دوره با این عنصر، پس از تشکیل کاتیون به آرایش گاز Ar می‌رسند.
 د - این عنصر، در دمای اتاق جامد داشته و شمار الکترون‌های ظرفیتی در اتم آن برابر با ۱۰ است.
- (۱) «الف» و «ج» (۲) «ب» و «ج» (۳) «الف» و «د» (۴) «ب» و «د»

پاسخ: گزینه ۳

(سخت - مفهومی - زمان‌بر ۵ - صفحه ۳۳ - ۱۰۰۱)

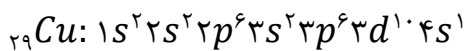
ساختار لایه‌ای اتم داده شده مربوط به اتم نیکل (Ni) است که آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:
 ${}_{28}Ni: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$
 در رابطه با این عنصر، عبارت‌های (الف) و (د) درست هستند.

عنصر نیکل

نیکل، هشتمین فلز واسطه موجود در جدول دوره‌ای است. نیکل، یکی از عناصر فلزی است که در ساخت برخی از آلیاژها کاربرد دارد. نیتینول آلیاژی از نیکل و تیتانیوم بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی به کار می‌رود. از این آلیاژ در تولید سازه‌های فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ‌ها و قاب عینک استفاده می‌شود.

بررسی موارد:

(الف) بعد از نیکل، عناصر مس، روی و ... وجود دارند. زیرلایه $3d$ در همه عناصر بعد از نیکل پر است. برای نمونه آرایش الکترونی عنصر بعد از نیکل یا همان مس به‌صورت زیر است:



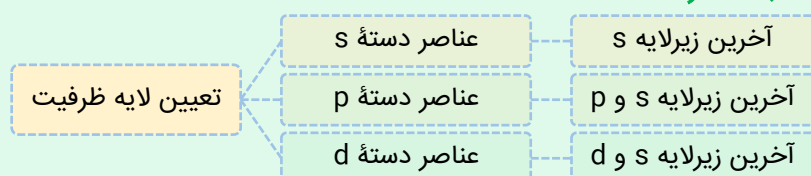
(ب) لایه‌های اول و دوم اتم این عنصر پر از الکترون هستند. لایه‌های سوم و چهارم این عنصر، توسط الکترون اشغال شده اما پر از الکترون نیستند. در هر دوی لایه اول و دوم نیکل، زیرلایه $l = 0$ یعنی زیرلایه s وجود دارد و این زیرلایه پر از الکترون است.

(ج) عنصر نیکل در دوره چهارم جدول تناوبی و در دسته عناصر واسطه قرار دارد. اغلب عناصر این دسته با از دست دادن الکترون نمی‌توانند به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود یعنی آرگون برسند. در بین عناصر این دسته، تنها اسکاندیم (Sc) با از دست دادن سه الکترون، به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. علاوه بر اسکاندیم، فلزات گروه اول و دوم جدول تناوبی یعنی پتاسیم (K) و کلسیم (Ca) نیز به‌ترتیب با از دست دادن یک و دو الکترون، به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسند؛ بنابراین مجموعاً سه فلز از فلزهای هم‌دوره با این عنصر با تشکیل کاتیون به آرایش گاز آرگون می‌رسند. آرایش الکترونی اسکاندیم و یون آن به‌صورت زیر است:



(د) به‌جز جیوه، سایر فلزات در دمای اتاق، جامد هستند. همچنین مجموع الکترون‌های ظرفیتی در اتم این عنصر (یعنی مجموع الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های $4s$ و $3d$) برابر ۱۰ است.

تعیین لایه ظرفیت در رابطه با عناصر مختلف



۵- کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- (۱) اندازه یون یدید با یون تکنسیم برابر بوده و به همین خاطر، از یون تکنسیم در تصویربرداری از تیروئید استفاده می‌شود.
- (۲) خواص شیمیایی عناصر، وابسته به مقدار Z بوده و بر این اساس، همه ایزوتوپ‌های کلر خواص شیمیایی یکسان دارند.
- (۳) توده‌های سرطانی، مولکول‌های گلوکز نشان‌دار را با احتمال بیشتری نسبت به سلول‌های معمولی بدن جذب می‌کنند.
- (۴) اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن به‌عنوان سوخت در راکتور اتمی به‌کار می‌رود.

پاسخ: گزینه ۱

(متوسط - مفهومی و حفظی - سریع ۵ - صفحه ۹ - ۱۰۰۱)

از تکنسیم در تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود؛ چرا که یون یدید (I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است، اندازه مشابهی دارد و تیروئید هنگام جذب یون یدید از خون، این یون را نیز جذب می‌کند. نکته مهم در این رابطه آن است که غده تیروئید خود تکنسیم را به‌طور مستقیم جذب نمی‌کند بلکه یون چنداتی را جذب می‌کند که از لحاظ اندازه، شبیه به یون یدید بوده و اتم‌های تکنسیم به همراه تعداد دیگری اتم، در آن وجود دارند.

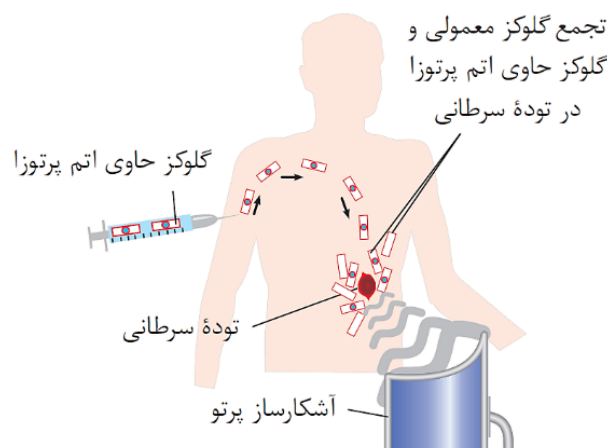
تکنسیم

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است؛ به‌طوری‌که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. **تکنسیم** (^{99}Tc) نخستین عنصری است که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای تولید شده است. تکنسیم متعلق به دسته d از تناوب پنجم جدول دوره‌ای بوده و یک عنصر فلزی است. از این عنصر در تصویربرداری غده تیروئید انسان استفاده می‌شود. از آنجا که نیم‌عمر این عنصر کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند. در واقع، همه تکنسیم‌های موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) خواص شیمیایی عناصر از جمله مقدار واکنش‌پذیری آن‌ها، وابسته به عدد اتمی و یا همان Z آن‌ها بوده و بر این اساس، می‌توان گفت همه اتم‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند. توجه داریم که ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. چون جرم اتمی این ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت است، برخی از خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها نیز با هم متفاوت خواهد بود.

(۳) می‌دانیم که به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند. توده سرطانی، گلوکز معمولی و گلوکز نشان‌دار را با احتمال یکسان جذب می‌کند. این توده‌ها مولکول‌های گلوکز معمولی و نشان‌دار را در مقایسه با سایر سلول‌های بدن با سرعت بیشتری جذب می‌کنند. توجه داریم که توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند و از رادیوایزوتوپ‌ها برای تشخیص آن‌ها استفاده می‌شود. تصویر زیر، فرایند تشخیص موقعیت این توده‌های غیرطبیعی در بدن را نشان می‌دهد:



۴

اورانیم، یک عنصر فلزی است و از میان همه فلزها، شناخته شده ترین فلز پرتوزا به شمار می رود. یکی از ایزوتوپ های اورانیوم که نماد آن به صورت $^{235}_{92}\text{U}$ است و به نام اورانیوم-۲۳۵ نیز خوانده می شود را می توان به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار برد. غنی سازی ایزوتوپی فرایندی است که در طول آن، مقدار اورانیوم-۲۳۵ را در یک نمونه از این عنصر افزایش می دهند. توجه داریم که تمام عناصر موجود در دسته های f و d جدول تناوبی فلز هستند؛ پس می توان گفت اورانیم و تکنسیم نیز در دسته عناصر فلزی قرار دارند. جدول زیر، اطلاعات مربوط به دسته های مختلف جدول تناوبی را نشان می دهد:

دسته جدول دوره ای	s	p	d	f
موقعیت در جدول دوره ای	عمدتاً در سمت چپ	سمت راست	وسط جدول	وسط جدول
شماره دوره های سازنده	۱ تا ۷	۲ تا ۷	۴ تا ۷	۶ و ۷
شمار عناصر	۱۴	۳۶	۴۰	۲۸
تعداد الکترون های ظرفیتی	۱ تا ۲	۳ تا ۸	۳ تا ۱۲	***
عدد اتمی اولین عنصر	۱	۵	۲۱	۵۷
عدد اتمی آخرین عنصر	۸۸	۱۱۸	۱۱۲	۱۰۲



۶- شمار مولکول های موجود در x گرم فسفین (PH_3)، با شمار اتم ها در ساختار $6/4$ گرم متان برابر است. مقدار x چقدر بوده و مجموع حجم این دو نمونه گازی در شرایط استاندارد برابر با چند لیتر می شود؟

($P = 31, C = 12, H = 1 : g \cdot mol^{-1}$)

(۱۷/۹۲ - ۱۷ (۴

(۲۰/۱۶ - ۱۷ (۳

(۴۹/۲۸ - ۶۸ (۲

(۵۳/۷۶ - ۶۸ (۱

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۱۹ - ۱۰۰۱

پاسخ: گزینه ۱

در گام اول، شمار اتم ها را در نمونه متان محاسبه می کنیم:

$$? \text{ atom} = 6/4 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{5 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = 1/20.4 \times 10^{24} \text{ atom}$$

در گام بعدی، جرم نمونه PH_3 را به دست می آوریم:

$$? \text{ g PH}_3 = 1/20.4 \times 10^{24} \text{ PH}_3 \times \frac{1 \text{ mol PH}_3}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ PH}_3} \times \frac{34 \text{ g PH}_3}{1 \text{ mol PH}_3} = 68 \text{ g}$$

در شرایط استاندارد، حجم هر مول گاز برابر با $22/4$ لیتر است؛ بر این اساس حجم نمونه متان و فسفین به این صورت محاسبه می شود:

$$? \text{ L CH}_4 = 6/4 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{22/4 \text{ L CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 8/96 \text{ L}$$

$$? \text{ L PH}_3 = 68 \text{ g PH}_3 \times \frac{1 \text{ mol PH}_3}{34 \text{ g PH}_3} \times \frac{22/4 \text{ L PH}_3}{1 \text{ mol PH}_3} = 44/8 \text{ L}$$

مجموع حجم گازها برابر است با:

$$\text{حجم متان} + \text{حجم فسفین} = 8/96 + 44/8 = 53/76 \text{ L}$$

این سؤال با ایده گرفتن از یکی از سؤال های کنکور ۱۴۰۴ طراحی شده است!

در دمای اتاق به حالت گاز یافت می‌شود.

در صنعت پتروشیمی در تولید متانول نقش دارد.

در برخی سلول‌های سوختی به عنوان سوخت مصرف می‌شود.

مولکول آن ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کند.

ساده‌ترین آلکان بوده و در ساختار خود یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن دارد.

هرگاه غلظت آن در هوای معدن به بیش از ۵ درصد برسد، احتمال انفجار وجود دارد.



۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف - شعله حاصل از سوختن تمام ترکیب‌های یونی دارای یون نیترات، سبز رنگ است.

ب - یکی از کاربردهای طیف نشی - خطی، تولید خط بارکد موجود بر روی مواد غذایی و کالاها است.

ج - با افزایش مجموع بار الکترون‌های موجود در یک اتم، شمار خط‌ها در طیف نشی - خطی اتم افزایش می‌یابد.

د - نور زرد لامپ بزرگ راه‌ها، به دلیل وجود بخار عنصری است که در طیف نشی - خطی خود در حیطه مرئی ۷ خط دارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(سخت - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۲۳ - ۱۰۰۱

پاسخ: گزینه ۱

فقط عبارت (د) درست است.

بررسی موارد:

الف) تغییر رنگ شعله، نشان‌دهنده وجود عنصر فلزی در یک نمک است. به عنوان مثال نمک‌های حاوی کاتیون سدیم باعث تغییر رنگ شعله به زرد می‌شوند. نمک‌های دارای یون نیترات، بسته به اینکه چه فلزی با آن‌ها ترکیب شده باشد، دارای رنگ‌های متفاوتی هستند و الزاماً رنگ ثابتی ندارند.

رنگ‌شناسی

جدول زیر، رنگ شعله برخی فلزات و ترکیبات مختلف آن‌ها را نشان می‌دهد:

سبز	زرد	سرخ	نارنجی	سفید
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات	فلز آهن	منیزیم نیترات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید		فلز منیزیم
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات		
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم		

توجه داریم که با استفاده از آزمون شعله، توان تشخیص عناصر نافلزی در یک نمک را نداریم.

آزمون شعله

بسیاری از نمک‌های حاصل از عناصر فلزی، دارای شعله رنگی هستند؛ به گونه‌ای که با پاشیدن محلول نمکی آن‌ها بر روی شعله، رنگ آن تغییر می‌کند. در واقع اگر مقداری از محلول یک نمک حاوی کاتیون فلزی را با افشانه روی شعله بپاشیم، اتم‌های سازنده فلز مورد نظر دچار برانگیختگی شده و طی این فرایند رنگ شعله مورد نظر را تغییر می‌دهند. با تغییر رنگ شعله، دمای شعله نیز تغییر می‌کند.

ⓑ کاربرد طیف نشری - خطی از برخی موارد مانند کاربرد بارکد روی جعبه یا بسته مواد غذایی است (نه اینکه در بارکدها استفاده می‌شود!) و به کمک این بارکد، اطلاعات یک محصول خوانده می‌شود. بارکد، نماد ویژه هر کالا است و دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است با خواندن آن، اطلاعات آن کالا را نشان می‌دهد.

Ⓒ طیف نشری-خطی هر عنصر، ویژه همان عنصر بوده و به عدد اتمی آن عنصر وابسته است. با افزایش عدد اتمی (شمار پروتون‌ها در هسته اتم‌ها)، شمار الکترون‌های موجود در اطراف اتم‌ها نیز افزایش می‌یابد. شمار خطوط طیف نشری - خطی عناصر، ارتباطی با افزایش یا کاهش عدد اتمی ندارد و نمی‌توان گفت که قطعاً با افزایش عدد اتمی، شمار این خطوط افزایش یا کاهش پیدا می‌کند.

Ⓓ نور زرد لامپ‌های موجود در بزرگ راه‌ها، به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌ها است. در این لامپ‌ها، برق با ولتاژ بالا از داخل بخار سدیم عبور داده می‌شود. در طیف نشری-خطی عنصر سدیم در حیطه امواج مرئی، ۷ خط با طول موج‌های متفاوت وجود دارند.



۸- کدام مورد نادرست است؟

- ۱) در ساختار اتم هیدروژن، تفاوت سطح انرژی لایه الکترونی اول و دوم، بیشتر از لایه الکترونی دوم و سوم است.
- ۲) با برانگیخته کردن اتم سدیم و بررسی پرتوهای گسیل‌شده از آن، می‌توان آرایش الکترونی این اتم را مشخص کرد.
- ۳) در اتم هیدروژن، انرژی آزادشده طی انتقال الکترون از لایه پنجم به لایه دوم، معادل انرژی یک پرتو نیلی‌رنگ است.
- ۴) پس از برانگیخته کردن الکترون در اتم هیدروژن، الکترون امکان حضور در محدوده مکانی لایه اول را نخواهد داشت.

(آسان - حفظی و مفهومی - سریع Ⓢ - صفحه ۲۷ - ۱۰۰)

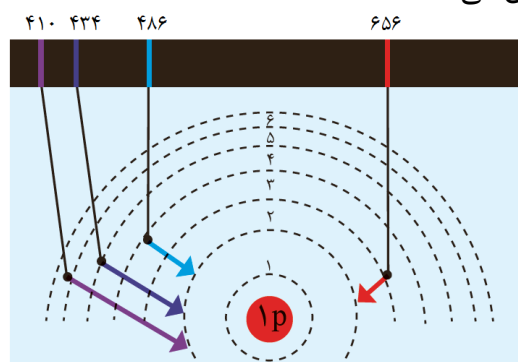
پاسخ: گزینه ۴

در ساختار لایه‌ای اتم (نه مدل بور)، الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدوده لایه‌های الکترونی احتمال حضور بیشتری دارد. در مدل لایه‌ای، اتم را مانند 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 توزیع می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- Ⓛ هر چه به هسته نزدیک‌تر می‌شویم، فاصله دو لایه متوالی و تفاوت سطح انرژی دو لایه الکترونی متوالی بیشتر می‌شود. بر این اساس، بیشترین تفاوت سطح انرژی میان دو لایه متوالی مربوط به تفاوت سطح انرژی لایه اول و دوم الکترونی است.
- Ⓜ با بررسی پرتوهای گسیل‌شده در اتم برانگیخته سدیم و یا هریک از عناصر دیگر موجود در جدول دوره‌ای، می‌توان به سطح انرژی لایه‌ها و آرایش الکترونی اتم دست یافت. به فرایند بررسی پرتوهای گسیل‌شده در اتم برانگیخته، به اصطلاح، طیف‌سنجی گفته می‌شود.

Ⓝ در اتم هیدروژن، با بازگشت الکترون از لایه پنجم به لایه دوم الکترونی، پرتو نیلی گسیل می‌شود. شکل زیر طیف نشری-خطی هیدروژن و چگونگی ایجاد آن را نشان می‌دهد:



به طور کلی، در اتم هیدروژن انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه دوم، چهار نوع پرتو مرئی ایجاد می‌کند که در جدول زیر نشان داده شده‌اند:

انتقال	طول موج پرتو نشر شده	رنگ پرتو نشر شده
$n = 2$ به $n = 3$	۶۵۶	قرمز
$n = 2$ به $n = 4$	۴۸۶	آبی کم‌رنگ
$n = 2$ به $n = 5$	۴۳۴	آبی پررنگ
$n = 2$ به $n = 6$	۴۱۰	بنفش

نکته | هیدروژن

در رابطه با عنصر هیدروژن، به نکات زیر توجه کنید:

- **حالت پایه** برای الکترون موجود در اتم‌های این عنصر، تراز انرژی $n = 1$ است.
- جرم اتمی پایدارترین ایزوتوپ آن، اندکی بیشتر از $1 amu$ و حدود $1/008 amu$ است.
- همه ایزوتوپ‌های **ساختگی** هیدروژن **پرتوزا** هستند و نیم‌عمر کمتر از 10^{-21} ثانیه دارند.
- پس از **مهبانگ**، ابتدا ذرات زیراتمی ایجاد شده و سپس **هیدروژن** و **هلیوم** به وجود آمدند.
- **اولین** عنصر جدول دوره‌ای بوده و یک عنصری **نافلز** است. این عنصر، **فراوان‌ترین** عنصر موجود در سیاره **مشتري** است که فراوانی حدود **۹۰ درصد** دارد. در کل جهان نیز **هیدروژن** فراوان‌ترین عنصر است.
- هیدروژن دارای **۳ ایزوتوپ طبیعی** و **۴ ایزوتوپ ساختگی** است. فراوان‌ترین ایزوتوپ **هیدروژن ^1H** است و دو ایزوتوپ **^2H** و **^3H** آن نیز **پایدار** محسوب می‌شوند. تنها رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن **^3H** است که نیم‌عمری در حدود **۱۲ سال** دارد.
- طیف نشری خطی آن دارای **۴ نوار رنگی** است. این نوارها به ترتیب طول موج، نوار **بنفش** با طول موج **۴۱۰**، **آبی پررنگ** با طول موج **۴۳۴**، **آبی کم‌رنگ** با طول موج **۴۸۶** و **قرمز** با طول موج **۶۵۶** نانومتر هستند. همان‌طور که مشخص است، پرتوهایی که طول موج **کمتری** دارند، به یکدیگر **نزدیک‌تر** هستند و با فاصله **بیشتری** از پرتو **قرمز** قرار دارند.

این سؤال برای آشنایی بیشتر شما با کنکور سراسری، مشابه با یکی از سؤال‌های کنکور ۱۴۰۴ طراحی شده بود!

●● مار ●●

- ۹- اگر زیرلایه‌های در حال پر شدن در اتم‌های دو عنصر A و B ، به ترتیب معادل با زیرلایه‌های $3d$ (حاوی a الکترون) و $4p$ (حاوی b الکترون) بوده و مقدار a و b با هم برابر باشد، حداکثر تفاوت عدد اتمی ممکن برای این دو عنصر چقدر می‌شود؟
- ۹ (۱) ۱۰ (۲) ۱۱ (۳) ۱۲ (۴)

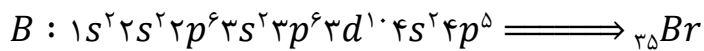
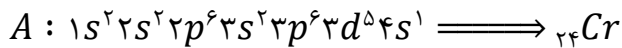
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۳۲ - ۱۰۰۱

آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر واسطه موجود در تناوب چهارم به صورت زیر است:

$[18Ar]3d^14s^2$	$[18Ar]3d^24s^2$	$[18Ar]3d^34s^2$	$[18Ar]3d^44s^2$	$[18Ar]3d^54s^2$	$[18Ar]3d^64s^2$	$[18Ar]3d^74s^2$	$[18Ar]3d^84s^2$	$[18Ar]3d^94s^2$	$[18Ar]3d^{10}4s^2$
۲۱ Sc اسکاندیم	۲۲ Ti تیتانیوم	۲۳ V وانادیم	۲۴ Cr کروم	۲۵ Mn منگنز	۲۶ Fe آهن	۲۷ Co کبالت	۲۸ Ni نیکل	۲۹ Cu مس	۳۰ Zn روی

طبق گفته سؤال، شمار الکترون‌های موجود در زیرلایه $3d$ اتم A با شمار الکترون‌ها در زیرلایه $4p$ اتم B برابر است. زیرلایه‌های $3d$ و $4p$ به ترتیب می‌توانند ۱۰ و ۶ الکترون در خود جای دهند. پس برای برابر شدن شمار الکترون آن‌ها، این زیرلایه‌ها می‌توانند ۱ تا ۶ الکترون (به جز ۴ الکترون) در خود داشته باشند. در این شرایط اگر A ، معادل با Sc باشد، B معادل Ga است. اگر A ، معادل با Ti باشد، B معادل Ge است. اگر A ، معادل با V باشد، B معادل As است و اگر A ، معادل با Cr یا Mn باشد،

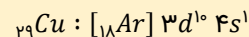
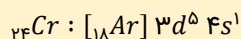
باشد، B معادل ${}_{35}Br$ است. همچنین اگر A ، معادل با ${}_{26}Fe$ باشد، B معادل ${}_{36}Kr$ خواهد بود. برای اینکه تفاوت عدد اتمی این دو عنصر حداکثر باشد، این دو عنصر باید به ترتیب معادل با کروم و برم باشند. آرایش الکترونی این عناصر به صورت زیر است:



در این حالت، تفاوت عدد اتمی دو عنصر برابر با ۱۱ است.

قاعده آفبا

پرسیدن زیرلایه‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته نیست؛ بلکه از یک قاعده کلی به نام **قاعده آفبا** پیروی می‌کند. قاعده آفبا ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای **انرژی کمتر** هستند و سپس زیر لایه‌های بالاتر پر خواهند شد. براساس قاعده آفبا هر چه انرژی یک زیرلایه کمتر باشد، آن زیرلایه زودتر از الکترون پر می‌شود. هر چه یک زیرلایه $n + l$ پایین‌تری داشته باشد، انرژی آن زیرلایه نیز **کمتر** است. برای مثال، زیرلایه $4s$ زودتر از زیرلایه $3d$ شروع به گرفتن الکترون می‌کند. هنگامی که مقدار $n + l$ برای دو زیرلایه برابر باشد، زیرلایه با عدد کوانتومی اصلی کوچک‌تر، انرژی کمتری داشته و زودتر از الکترون پر می‌شود. برای مثال، زیرلایه $3p$ نسبت به زیرلایه $4s$ انرژی کمتری دارد. هرچند که قاعده آفبا، آرایش الکترونی اتم اغلب عناصر را پیش‌بینی می‌کند؛ اما برای اتم برخی عنصرهای جدول دوره‌ای مثل **کروم** و **مس**، **نارسایی** دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند. آرایش الکترونی کروم و مس به صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، در آرایش الکترونی این اتم‌ها یک الکترون از زیرلایه $4s$ به زیرلایه $3d$ منتقل شده است؛ پس این اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کنند.

سؤالی که حل کردید شبیه‌سازی یکی از سؤال‌های کنکور ۱۴۰۴ بود!



۱۰- کدام یک از عبارت‌های زیر درست است؟

- (۱) در لایه تروپوسفر، برخلاف استراتوسفر (دومین لایه هواکره)، روند تغییر دما و فشار هم‌سو است.
- (۲) اندازه فشار حاصل از هواکره به نقاط مختلف بدن انسان، به جهت وارد شدن فشار بستگی دارد.
- (۳) اختلاف فشار هوا میان ارتفاع ۲ تا ۵ کیلومتری هواکره، کمتر از اختلاف فشار میان ارتفاع ۵ و ۸ کیلومتری است.
- (۴) اتمسفر زمین مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله حدود ۵۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.

(متوسط - حفظی و مفهومی - استاندارد) - صفحه ۴۹ - ۱۰۰۲

پاسخ: گزینه ۱

در لایه تروپوسفر هواکره، با افزایش ارتفاع، دما و فشار هوا کاهش پیدا می‌کنند، پس جهت تغییر هر دو مؤلفه هم‌سو است. این در حالی است که در استراتوسفر، با افزایش ارتفاع، دما افزایش پیدا کرده و فشار هوا کاهش پیدا می‌کند.

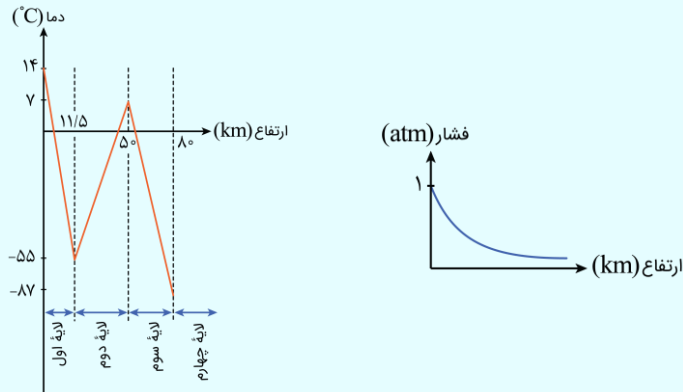
بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۲) هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همه جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.
- (۳) با افزایش ارتفاع در هواکره، اختلاف فشار دو نقطه با مقدار اختلاف ارتفاع یکسان، کاهش پیدا می‌کند. در واقع می‌توان گفت با افزایش ارتفاع، اندازه شیب کاهش فشار هوا کاهش پیدا می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت اختلاف فشار دو نقطه که به ترتیب در ارتفاع ۲ و ۵ کیلومتری سطح زمین قرار دارند، بزرگ‌تر از اختلاف فشار دو نقطه‌ای است که به ترتیب در ارتفاع ۵ و ۸ کیلومتری قرار گرفته‌اند.

(۴) اتمسفر زمین مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد دارد.

دما و فشار هواکره

دما و فشار هوا در لایه‌های مختلف هواکره، به صورت تدریجی دچار تغییر می‌شوند. روند **تغییر دما** و **فشار** در طول لایه‌های هواکره به صورت زیر است:



در رابطه با این لایه‌ها داریم:

- **لایه اول (تروپوسفر):** نزدیک‌ترین لایه به زمین است و از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰-۱۲ کیلومتر (تقریباً ۱۱/۵ کیلومتر) قرار دارد. حدود ۷۵٪ از جرم هواکره را شامل می‌شود و تغییرات آب و هوایی در این منطقه رخ می‌دهد. در این لایه از هواکره، دمای هوا به صورت تدریجی کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، در طول لایه تروپوسفر، دمای هوا مرتباً به اندازه ۶ درجه به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع کاهش پیدا می‌کند تا در نهایت به -۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.
- **لایه دوم (استراتوسفر):** در ارتفاع ۱۱ تا ۵۰ کیلومتری قرار دارد و لایه اوزون در این بخش قرار گرفته است. به طور کلی در این لایه دما افزایش می‌یابد و از -۵۵ °C به ۷ °C می‌رسد.
- **لایه سوم:** در ارتفاع ۵۰ تا ۸۰ کیلومتری قرار دارد و در طول آن به طور کلی دما کاهش می‌یابد و از ۷ °C به -۸۷ °C می‌رسد.
- **لایه چهارم:** در ارتفاع ۸۰ تا حدود ۵۰۰ کیلومتری قرار دارد؛ پس ضخیم‌ترین لایه هواکره است. به طور کلی دمای آن از -۸۷ °C که سردترین دمای هواکره است، شروع می‌شود.



۱۱- کدام یک از عبارت‌های زیر درباره نیتروژن درست است؟

- الف - یک نمونه از آن، نسبت به گاز آمونیاک در دمای بالاتری دچار میعان می‌شود.
- ب - نسبت به سومین گاز نجیب فراوان موجود در هواکره، نقطه جوش پایین‌تری دارد.
- ج - در نگهداری نمونه‌های بیولوژیک، همانند صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی کاربرد دارد.
- د - درصد حجمی آن در هواکره، از درصد حجمی آن در لاستیک پر شده با استفاده از گاز نیتروژن کمتر است.
- (۱) «الف» و «ج» (۲) «ب» و «ج» (۳) «ج» و «د» (۴) «الف» و «ب»

(متوسط - حفظی و مفهومی - استاندارد) - صفحه ۸۱ - ۱۰۰۲

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف هر ماده، در دمای جوش خود میعان شده و حالت آن از گاز به مایع تبدیل می‌شود. گاز نیتروژن، در دمای 196°C - دچار میعان می‌شود. این در حالی است که گاز آمونیاک در دمای 33°C - به مایع تبدیل می‌شود. در نتیجه، آمونیاک در دمای بالاتری دچار میعان می‌شود. اتفاقاً راه حل هابر برای جداسازی آمونیاک تولید شده از واکنش‌دهنده‌ها یعنی گازهای هیدروژن و نیتروژن نیز کاهش دمای محفظه تا نقطه جوش آمونیاک بود، چرا که نقطه جوش گازهای هیدروژن و نیتروژن بسیار پایین‌تر از آمونیاک است.

فرایند هابر

هر چند که گاز **نیتروژن** واکنش پذیری **ناچیزی** دارد، اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می کنند که آمونیاک یکی از مهم ترین آن ها است. واکنش میان گازهای **هیدروژن** و **نیتروژن**، به خاطر انرژی فعال سازی بالا، در دما و فشار اتاق انجام **نمی شود**. هابر واکنش میان گازهای **هیدروژن** و **نیتروژن** را بارها و بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینه برای انجام شدن این واکنش را پیدا کند. او سرانجام دریافت که این واکنش در دمای 450°C و فشار 200atm ، با حضور یک **کاتالیزگر** (آهن) انجام می شود. البته توجه داریم که واکنش میان گازهای **هیدروژن** و **نیتروژن** یک واکنش **برگشت پذیر** است و به همین خاطر، همه واکنش دهنده های شرکت کننده در آن به فراورده تبدیل نمی شوند. با این توصیف، در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز **هیدروژن**، **نیتروژن** و **آمونیاک** وجود خواهد داشت.

ب سومین گاز نجیب فراوان موجود در هواکره، هلیم است که نقطه جوش آن برابر -269°C است. همان طور که مشخص است، نیتروژن نقطه جوش بالاتری نسبت به هلیم دارد.

آنچه گذشت ...

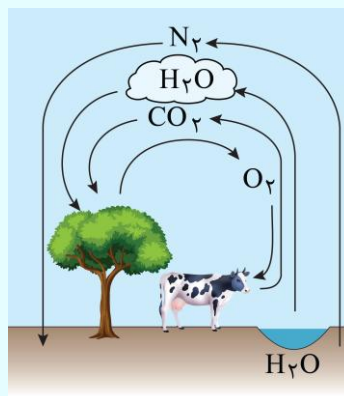
جدول زیر، درصد حجمی گازهای سازنده هوای پاک و خشک را نشان می دهد:

گاز	فرمول شیمیایی	درصد حجمی تقریبی	رتبه از نظر فراوانی
نیتروژن	N_2	۷۸	۱
اکسیژن	O_2	۲۱	۲
آرگون	Ar	۰/۹۲	۳
کربن دی اکسید	CO_2	۰/۰۳۸	۴
نئون	Ne	-	۵
هلیم	He	-	۶
کریپتون	Kr	-	۷

ج گاز نیتروژن در صنایع و رشته های مختلف، کاربردهای متنوعی دارد. مثال هایی از این کاربردها عبارتند از: پرکردن تایر خودروها، انجماد مواد غذایی در صنعت سرماسازی، نگهداری نمونه های بیولوژیک، تولید کودهای شیمیایی و ...

جذب نیتروژن توسط گیاهان

زندگی جانداران زیست کره با **گازهای موجود در هوا**، گره خورده است. تصویر، نمایی از این فرایند را نشان می دهد:

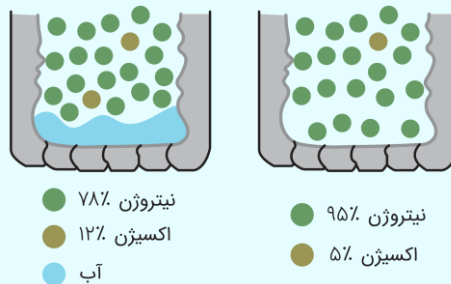


با توجه به تصویر، **گیاهان** با بهره گیری از **نور خورشید** و مصرف **کربن دی اکسید** هوا، اکسیژن مورد نیاز جانداران را به همراه **گلوکز** تولید می کنند. توجه داریم که گیاهان نمی توانند گاز **نیتروژن** را به صورت مستقیم از هواکره **جذب** کنند. بر این اساس، جانداران **ذره بینی** گاز نیتروژن هواکره را برای **مصرف گیاهان** در خاک تثبیت می کنند.

د درصد حجمی نیتروژن در هواکره به تقریب برابر ۷۸ است؛ درحالی که درصد حجمی این گاز در لاستیک پُر شده از آن برابر ۹۵ است؛ بنابراین درصد حجمی گاز نیتروژن در هواکره کمتر از لاستیک پُر شده از این گاز است.

پُر کردن تایر خودروها

از گاز نیتروژن (N_2)، برای پر کردن تایر خودرو استفاده می‌شود. تصویر زیر، نمایی از یک تایر که با هوای عادی پر شده و نمایی از یک تایر که با گاز نیتروژن پر شده است را نشان می‌دهد:



کپسول دوپینگ (نیتروژن)

میزان بخار آب موجود در تایر را کاهش داده، بنابراین در روزهای زمستان حجم گازهای موجود در تایر به مقدار کمتری کاهش پیدا می‌کند.

اندازه بزرگ‌تر مولکول‌های نیتروژن، باعث می‌شود ذرات این گاز در مقایسه با اکسیژن، سخت‌تر از لاستیک خارج شوند.

نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار کمی داشته و برخلاف اکسیژن، با سایر گازهای موجود در هوا واکنش نمی‌دهد.

گاز نیتروژن در مقایسه با هوا چگالی کمتری داشته و باعث کاهش جرم باد موجود در لاستیک می‌شود.



- ۱۲- میانگین دمای هوا در یک منطقه در سطح زمین، برابر با $30.3K$ است. در چه ارتفاعی بر حسب کیلومتر، دمای هوا در مقیاس سلسیوس به اندازه 80% پایین‌تر از سطح زمین است؟ (به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع در تروپوسفر، دما $6^\circ C$ کاهش می‌یابد).
- ۱/۶ (۱) ۲ (۲) ۳/۲ (۳) ۴ (۴)

(آسان - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۵۰ - ۱۰۰۲

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا دمای ثبت شده در سطح زمین را بر حسب سلسیوس به دست می‌آوریم. در این رابطه داریم:

$$T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273 \implies \theta + 273 = 30.3K \implies \theta = 3.0^{\circ}C$$

اگر مقدار یک مؤلفه به اندازه 80% کاهش پیدا کند، مقدار نهایی آن معادل با 0.2 برابر مقدار اولیه می‌شود. در صورت کاهش 80% درصدی دما، دمای نهایی به $6^{\circ}C$ می‌رسد. بر این اساس داریم:

$$\text{دمای نهایی} = 3.0 - \left(3.0 \times \frac{80}{100}\right) = 3.0 - 2.4 = 0.6^{\circ}C$$

از طرفی طبق صورت سؤال، به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دمای هوا در حدود $6^{\circ}C$ یا $6K$ کاهش می‌یابد؛ بنابراین ارتفاع نهایی برابر است با:

$$\text{ارتفاع (km)} = \frac{1 \text{ km}}{-6^{\circ}C} \times (\text{تغییر دما } ^{\circ}C) = \left(\frac{1}{-6}\right) \times (6 - 3.0) = 0.5 \text{ km}$$

مقیاس‌های دمایی

برای اندازه‌گیری دما، می‌توان از مقیاس‌های دمایی مختلفی استفاده کرد. هر مقیاس در موقعیت‌های مختلفی کاربرد دارد. **یکای کلونین**، در مقیاس **SI** کاربرد دارد درحالی‌که درجه سلسیوس، یکای رایج‌تر دما بین مردم عادی است. دو نکته زیر را در تبدیل کلونین به سلسیوس و برعکس به خاطر بسپارید:

- از رابطه $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273$ برای تبدیل دما بین این دو مقیاس استفاده کنید.
- تغییرات دما بر حسب **کلونین** (ΔT) با تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس ($\Delta \theta$) برابر است. در این رابطه داریم:

$$\Delta T = \Delta \theta$$

۱۳- اطلاعات موجود در کدام ردیف‌های موجود در جدول زیر، کاملاً درست هستند؟

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار الکترون مبادله شده در مراحل تولید ترکیب
الف	کروم (II) نیتريد	Cr_2N_3	۶
ب	روبيديم کربنات	Rb_2CO_3	۲
ج	گاليم سولفيد	Ga_2S_3	۱۲
د	واناديم (III) کلريد	VCl_3	۳

(۱) «الف» و «ج» (۲) «ب» و «د» (۳) «الف» و «د» (۴) «ب» و «ج»

(متوسط - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۵۶ - ۱۰۰۲

پاسخ: گزینه ۲

اطلاعات ردیف‌های (ب) و (د) درست هستند.

در جدول مورد نظر، چهار ترکیب یونی مختلف معرفی شده‌اند. جدول زیر اطلاعات کامل و درست همه ردیف‌ها را نشان می‌دهد:

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار الکترون مبادله شده در مراحل تولید ترکیب
الف	کروم (II) نیتريد	Cr_2N_3	۶
ب	روبيديم کربنات	Rb_2CO_3	۲
ج	گاليم سولفيد	Ga_2S_3	۶
د	واناديم (III) کلريد	VCl_3	۳

بررسی موارد نادرست:

الف) در ردیف (الف)، برای رسیدن به فرمول شیمیایی کروم (II) نیتريد، باید اندازه بار کاتیون (یون کروم (II)) را زیروند آنیون (یون نیتريد) قرار داده و اندازه بار آنیون را به‌عنوان زیروند کاتیون قرار دهیم. در این صورت فرمول شیمیایی کروم (II) نیتريد به‌صورت Cr_2N_3 خواهد بود.

ج) در ردیف (ج) نیز شمار الکترون‌های مبادله شده نادرست نوشته شده است. برای محاسبه شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل یک ترکیب یونی، باید زیروند آنیون را در اندازه بار آنیون یا زیروند کاتیون را در اندازه بار کاتیون ضرب کنیم. پس برای گاليم سولفيد داریم:

$$Ga_2S_3 \Rightarrow \begin{cases} 3 \times 2 = 6 & \text{زیروند کاتیون} \times \text{اندازه بار کاتیون} \\ 2 \times 3 = 6 & \text{زیروند آنیون} \times \text{اندازه بار آنیون} \end{cases}$$

•••

۱۴- کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد گاز کربن مونوکسید درست است؟ ($O = 16, C = 12 : g.mol^{-1}$)

- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سمی بوده و چگالی یک نمونه از آن در مقایسه با گاز اکسیژن بیشتر است.
- نسبت به CO_2 ناپایدارتر بوده و در ساختار آن، همانند مولکول HCN ، پیوند سه‌گانه وجود دارد.
- از سوختن ناقص بنزین تولید شده و میل ترکیبی آن با هموگلوبین، در مقایسه با اکسیژن کمتر است.
- یکی از اتم‌های موجود در ساختار آن، همانند یکی از اتم‌های مولکول NO ، به آرایش هشت‌تایی نرسیده است.

گاز کربن مونوکسید واکنش پذیری بیشتر و پایداری کمتری نسبت به کربن دی اکسید دارد. همچنین در ساختار آن همانند مولکول HCN پیوند سه گانه وجود دارد. شکل زیر ساختار لوویس کربن مونوکسید را نشان می دهد:



بررسی سایر گزینه ها:

۱ گاز کربن مونوکسید، گازی بی رنگ، بی بو و سمی است. جرم مولی کربن مونوکسید کمتر از گاز اکسیژن است؛ در نتیجه در شرایط یکسان از لحاظ دما و فشار، چگالی گاز کربن مونوکسید کمتر از گاز اکسیژن است.



چگالی، جرمی که یک حجم مشخص از یک ماده دارد را به ما نشان می دهد. برای مثال، چگالی $2/7$ گرم بر سانتی متر مکعب، به ما نشان می دهد که هر سانتی متر مکعب (هر میلی لیتر) از یک ماده، چه جرمی دارد. برای محاسبه چگالی داریم:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم نمونه}}{\text{حجم نمونه}} \Rightarrow \text{جرم نمونه} = \text{چگالی} \times \text{حجم نمونه}$$

بر این اساس، خواهیم داشت:

$$\begin{array}{ccc} & \times \text{ چگالی} & \\ \text{جرم ماده} & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & \text{حجم ماده} \\ & \div \text{ چگالی} & \end{array}$$

در **دما و فشار** مشخص، **چگالی** هر گاز را با توجه به **جرم مولی** و **جرم مولی** آن می توان محاسبه کرد. داریم:

$$\text{جرم مولی گاز} = \frac{\text{جرم مولی گاز}}{\text{چگالی گاز}} \xrightarrow{\text{اگر شرایط STP باشد}} \text{چگالی گاز} = \frac{\text{جرم مولی گاز}}{22/4}$$

با توجه به رابطه بالا، چگالی هر گاز متناسب با جرم مولی آن است.

۳ یکی از فراورده های حاصل از واکنش سوختن ناقص بنزین، کربن مونوکسید است که این گاز میل ترکیبی با **هموگلوبین** بسیار بیشتری نسبت به **اکسیژن** دارد (بیش از ۲۰۰ برابر!).

۴ همان طور که در ساختار لوویس کربن مونوکسید مشاهده می شود، همه اتم ها به آرایش هشت تایی رسیده اند. این در حالی است که در مولکول NO ، یکی از اتم ها (نیتروژن) از آرایش هشت تایی پیروی نمی کند. ساختار لوویس این گاز به صورت زیر است:



کربن مونوکسید

اگر در هنگام سوختن **سوخت های فسیلی**، مقدار اکسیژن موجود در محیط واکنش کم باشد، گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده ها تولید می شود. به این حالت از سوختن، به اصطلاح **سوختن ناقص** می گویند. گاز کربن مونوکسید گازی **بی بو، بی رنگ و بسیار سمی** است. چگالی این گاز کمتر از هوا است و در نتیجه به راحتی به بالای اتاق می تواند صعود کند. قابلیت انتشار این گاز در محیط نیز بالا است و به سرعت در همه فضای اتاق پخش می شود. همچنین میل ترکیبی آن با **هموگلوبین** خون بسیار بالا و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. مولکول های کربن مونوکسید پس از اتصال به هموگلوبین، از رسیدن اکسیژن به بافت های بدن جلوگیری می کنند. این ویژگی باعث گاز گرفتگی شده و سیستم عصبی فرد را فلج کرده و باعث مرگ می شود. رنگ **زرد شعله گاز شهری**، نشان دهنده **سوختن ناقص** گازها و تولید **کربن مونوکسید** است.

۱۵- در شرایط معین، یک بالن حاوی گاز متان است. نیمی از ذرات گاز متان را خارج کرده و به جای آن، گاز اکسیژن را وارد مخزن می‌کنیم. اگر حجم بالن ثابت مانده باشد، طی این فرایند جرم گازهای موجود در آن چند برابر شده و در صورت زدن جرقه در مخزن، کدام گاز به‌طور کامل مصرف می‌شود؟ ($O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$)

(۱) ۱/۵ - اکسیژن (۲) ۱/۵ - متان (۳) ۲ - اکسیژن (۴) ۲ - متان

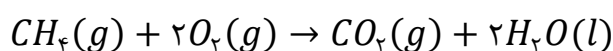
(متوسط - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۷۸ - ۱۰۰۲

پاسخ: گزینه ۱

فرض می‌گیریم که در ابتدا، در بالن x مول متان داریم. چون حجم بالن ثابت مانده است، پس می‌توان گفت شمار مول‌های گازی موجود در آن تغییر نکرده است. با تغییرات ایجاد شده، $0.5x$ مول متان از ظرف خارج می‌شود و با $0.5x$ مول اکسیژن جایگزین می‌شود. بر این اساس، در بالن $0.5x$ مول متان (CH_4) و $0.5x$ مول اکسیژن (O_2) خواهیم داشت. نسبت جرم گازها در حالت جدید به حالت اولیه برابر است با:

$$\frac{\text{جرم جدید گازها}}{\text{جرم اولیه گازها}} = \frac{\text{جرم نیم مول اکسیژن} + \text{جرم نیم مول متان}}{\text{جرم یک مول متان}} = \frac{16(0.5x) + 32(0.5x)}{16x} = \frac{24x}{16x} = 1.5$$

واکنش سوختن متان طبق معادله زیر انجام می‌شود:



در مخزن مورد نظر، مقدار مول برابر از متان و اکسیژن وجود دارد. در این واکنش، ضریب متان کمتر از اکسیژن است؛ بر این اساس اگر مقدار اولیه دو واکنش‌دهنده مساوی باشد، اکسیژن به‌طور کامل مصرف می‌شود اما نیمی از متان در واکنش شرکت نمی‌کند.

این سؤال با ایده گرفتن از یکی از سؤال‌های کنکور ۱۴۰۴ طراحی شده است!

• • • • •

۱۶- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ ($O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$)

الف - در یون X^{2-} ، اگر تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر باشد، عنصر X در گروه ۱۶ قرار می‌گیرد.

ب - شمار مول‌های آب در 0.36 گرم از این ماده، با شمار مول‌های متانول در 0.64 گرم از آن برابر است.

ج - دقت اندازه‌گیری باسکول‌های تنی تا یک دهم تن بوده و دقت ترازوی زرگری نیز تا یک صدم گرم است.

د - به کمک اطلاعات موجود در هر خانه جدول تناوبی، مجموع شمار ذرات داخل هسته اتم، به یقین مشخص می‌شود.

(۱) «الف» و «ب» (۲) «ب» و «ج» (۳) «ج» و «د» (۴) «الف» و «د»

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - سریع) - صفحه ۱۹ - ۱۰۰۱

پاسخ: گزینه ۱

عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) در رابطه با یون X^{2-} ، داریم:

$$\begin{cases} p = e - 2 \\ n + p = 34 \end{cases} \xRightarrow{n=e} n + e - 2 = 34 \Rightarrow n + e = 36 \xRightarrow{n=e} 2e = 36 \Rightarrow e = 18 \Rightarrow p = 16$$

عنصری با عدد اتمی ۱۶، معادل با گوگرد بوده و در گروه ۱۶ و تناوب سوم جدول دوره‌ای قرار می‌گیرد. توجه داریم که گوگرد، ششمین عنصر فراوان در سیاره‌های زمین و مشتری بوده و رتبه فراوانی این عنصر در دو سیاره زمین و مشتری مشابه هم است.

ب) شمار مول‌های آب و متانول به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$? \text{ mol } H_2O = 0.36 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} = 0.02 \text{ mol}$$

$$? \text{ mol } CH_3OH = 0.64 \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} = 0.02 \text{ mol}$$

همانطور که مشخص است، تعداد مول‌های آب و متانول در نمونه‌های گفته شده برابر است.

ج) جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم (kg) و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند. ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند. برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا 0.1 تن و دقت ترازوی زرگری تا 0.1 گرم است. بر این اساس، با استفاده از باسکول چند تنی، نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد، زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. د) در هر خانه از جدول تناوبی، نماد عنصر، عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) و جرم اتمی میانگین (نه عدد جرمی) مشخص شده است. چون عدد جرمی در این خانه‌ها مشخص نیست؛ لذا نمی‌توان شمار نوترون‌های اتم مربوط به آن‌ها را مشخص کرد. مجموع شمار ذره‌های داخل هسته برابر با عدد جرمی است.



۱۷- درباره واکنش زیر، که در یک ظرف و با یک مول از واکنش‌دهنده در شرایط مناسب آغاز می‌شود، کدام مورد نادرست است؟



- ۱) اگر ظرف واکنش در باز باشد، مجموع جرم مواد جامد در طول انجام واکنش، کاهش پیدا می‌کند.
- ۲) اگر ظرف واکنش دربسته باشد، مول گاز جمع شده در ظرف، نصف مول KNO_3 مصرف شده خواهد بود.
- ۳) با انجام این واکنش شیمیایی در یک ظرف دربسته، به تدریج فشار گازهای موجود در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.
- ۴) در طول مراحل انجام این واکنش، مقدار مول‌های فراورده جامد همواره با مقدار مول باقی‌مانده واکنش‌دهنده برابر خواهد بود.

(متوسط - خط به خط - استاندارد ۵ - صفحه ۶۵ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

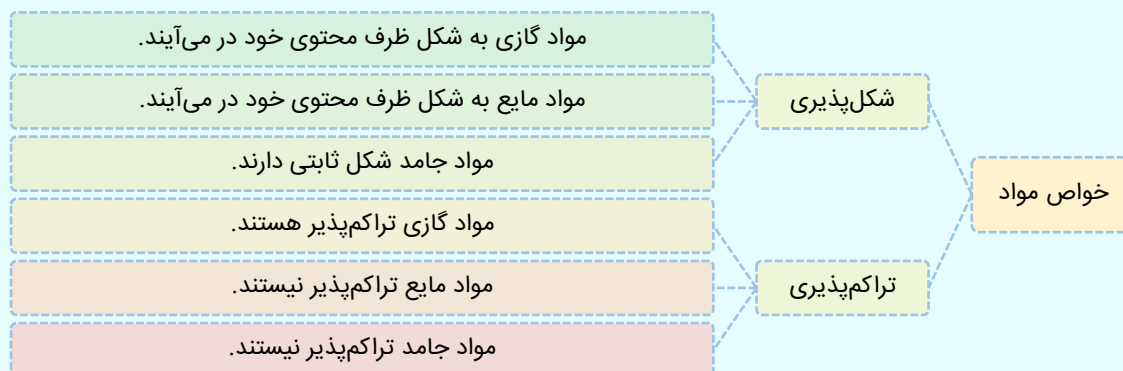
واکنش با یک مول واکنش‌دهنده آغاز می‌شود. در طول واکنش، لزوماً مقدار مول مواد جامد با هم برابر نیست اما می‌توان گفت مول مصرف شده از واکنش‌دهنده جامد با مول تولید شده از فراورده جامد برابر است. به طور مثال، اگر 0.2 مول واکنش‌دهنده جامد مصرف شود و 0.8 مول از آن باقی بماند، در همین لحظه 0.2 مول فراورده جامد تولید شده است. همان‌طور که مشخص است، مقدار مول این دو ماده در شرایط داده شده با هم برابر نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) در این واکنش، با تولید گاز اکسیژن، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف کاهش می‌یابد؛ چراکه ظرف واکنش سرباز بوده و گاز تولید شده به مرور از آن خارج می‌شود.
- ۲) در این واکنش، ضریب گاز اکسیژن نصف ضریب پتاسیم نیترات است. بر این اساس، می‌توان گفت مول گاز اکسیژن تولید شده، نصف مول پتاسیم نیترات مصرف شده است.
- ۳) با انجام واکنش، گاز اکسیژن تولید شده در ظرف تجمع می‌یابد و فشار گازها افزایش می‌یابد. طبق قانون گازها، فشار یک گاز با مول گاز و دمای ظرف رابطه مستقیم و با حجم آن رابطه عکس دارد.

انواع مواد

به طور کلی، مواد را در سه دسته جامد، مایع و گاز قرار می‌دهیم. دسته‌بندی مواد **مایع**، **جامد** و **گاز** از نظر تراکم‌پذیری و شکل‌پذیری مطابق نمودار زیر است:



ماده به حالت گاز، شکل و حجم معینی ندارد، بلکه به **شکل ظرف محتوی آن در می‌آید** و همه فضای ظرف را **اشغال** می‌کند. برای توصیف یک نمونه گازی، افزون بر مقدار، باید **دما** و **فشار** آن گاز نیز **مشخص** باشد. برای مثال، ۵/۰ مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق، مثالی از یک نمونه گاز است. بین تعداد مول (مقدار)، فشار، حجم و دمای یک نمونه گازی رابطه وجود دارد. برای بررسی رابطه بین این مؤلفه‌ها، از قانون گازها استفاده می‌کنیم. این رابطه به صورت زیر است:

$$PV = nRT$$

این سؤال برای آشنایی بیشتر شما با سؤال‌های کنکور سراسری، با ایده گرفتن از یکی از سؤال‌های کنکور ۱۴۰۴ طراحی شده است!



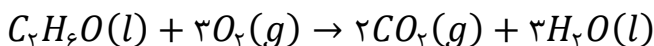
۱۸- در یک کارگاه صنعتی، از اتانول به عنوان سوخت استفاده می‌شود. اگر روزانه ۹/۲ کیلوگرم اتانول در این کارگاه مصرف شود، تقریباً چند درخت لازم است تا ردپای CO_2 ایجاد شده توسط این کارگاه را در یک سال از بین ببرد؟ (هر درخت، سالانه ۲۲ کیلوگرم گاز کربن‌دی‌اکسید را جذب می‌کند و $O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1}$)

۲۱۶ (۱) ۲۹۲ (۲) ۷۲ (۳) ۱۴۶ (۴)

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۷۹ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

اتانول دومین عضو خانواده الکل‌ها بوده و به عنوان حلال مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد. این الکل در صنعت از واکنش اتن با آب در حضور سولفوریک اسید تولید می‌شود. راه دیگر تولید اتانول، تخمیر بی‌هوازی گلوکز در شرایط مناسب است. واکنش سوختن اتانول طبق معادله زیر انجام می‌شود:



در قدم اول، مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید تولید شده در یک روز را محاسبه می‌کنیم:

$$? kg CO_2 = 9/2 kg C_2H_5O \times \frac{1000 g C_2H_5O}{1 kg C_2H_5O} \times \frac{1 mol C_2H_5O}{46 g C_2H_5O} \times \frac{2 mol CO_2}{1 mol C_2H_5O} \times \frac{44 g CO_2}{1 mol CO_2} \times \frac{1 kg CO_2}{1000 g CO_2} = 17/6 kg$$

هر سال، معادل با ۳۶۵ روز است. بر این اساس، تعداد درخت لازم برای جذب این مقدار CO_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$درخت ۱ = 365 \times 17/6 kg CO_2 \times \frac{1 درخت}{22 kg CO_2} = 292 درخت$$

برای محاسبه تعداد درخت‌های مورد نیاز به صورت مستقیم، می‌توانیم محاسبات خود را به صورت زیر انجام بدهیم:

$$\text{درخت} = 365 \times 9/2 \text{ kg } C_7H_6O \times \frac{1000 \text{ g } C_7H_6O}{1 \text{ kg } C_7H_6O} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_6O}{46 \text{ g } C_7H_6O} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_7H_6O} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{1 \text{ kg } CO_2}{1000 \text{ g } CO_2} \times \frac{1 \text{ درخت}}{22 \text{ kg } CO_2} = 292 \text{ درخت}$$



۱۹- کدام یک از عبارات‌های داده شده، درست است؟

- (۱) تهیه هلیوم با استفاده از تقطیر گاز طبیعی، همانند فرایند استخراج آرگون از هواکره، در کشور ما انجام نمی‌شود.
- (۲) نماد $\xrightarrow{Rh}$ در واکنش‌های شیمیایی، بیانگر این است که سرعت واکنش در حضور کاتالیزگر روبیدیم بیشتر است.
- (۳) با گرما دادن به شکر، این ماده طی یک تغییر فیزیکی ذوب شده و طی این فرایند، رنگ شکر تغییر خواهد کرد.
- (۴) در میادین گازی ایران، هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر مواد، بدون سوختن وارد هواکره خواهد شد.

(متوسط - مفهومی و حفظی - سریع ۱ - صفحه ۶۲ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

گاز طبیعی، به‌طور عمده از متان تشکیل شده است. چون در کشورمان توانایی جداسازی گاز هلیوم از گاز طبیعی را نداریم، در میادین گازی ایران، هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر مواد، بدون سوختن و به‌صورت دست‌نخورده وارد هواکره می‌شود. در واقع، گاز هلیوم یک گاز نجیب بوده و اصلاً در واکنش سوختن شرکت نمی‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

① آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است. واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا این عنصر گازی واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. این در حالی است که جداسازی گاز هلیوم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد و متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیه آن نشده‌اند و همچنان، هلیوم از دیگر کشورها وارد می‌شود.

② کاتالیزگر، ماده‌ای است که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد. کاتالیزگر داده شده در این عبارت، معادل با Rh بوده که همان فلز رودیم است. روبیدیم، فلزی در گروه اول جدول تناوبی بوده و با نماد Rb نمایش داده می‌شود. جدول زیر برخی از نمادهای رایج مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی را که روی فلش واکنش قرار گرفته و شرایط لازم برای شروع واکنش را مشخص می‌کنند، نمایش می‌دهد.

نماد	معنا
$\rightarrow$	تولید می‌کند یا می‌دهد
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{20 \text{ atm}}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.
$\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$	واکنش در دمای 1200°C انجام می‌شود.
$\xrightarrow{Pd}$	در واکنش از کاتالیزگر پالادیم استفاده شده است.

③ با گرما دادن به شکر، این ماده دچار یک تغییر شیمیایی شده و طی این فرایند، رنگ شکر تغییر خواهد کرد. توجه داریم که با انجام شدن تغییرات شیمیایی، ساختار ذرات سازنده مواد دچار تغییر می‌شود.



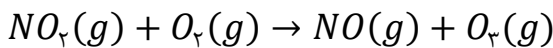
۲۰- کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (۱) در واکنش تولید اوزون تروپوسفری، یک مولکول دواتمی مصرف و یک مولکول دواتمی تولید می‌شود.
- (۲) بخش بزرگی از پرتوهای تابیده شده به زمین از طرف خورشید، توسط هواکره بازتاب داده می‌شود.
- (۳) در شیمی سبز، شیمی‌دان‌ها به دنبال افزایش کیفیت زندگی بدون بهره‌گیری از منابع طبیعی هستند.
- (۴) در سال‌های اخیر با افزایش غلظت گاز CO_2 هواکره، میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد کاهش پیدا کرده است.

پاسخ: گزینه ۱

(متوسط - خط به خط / مفهومی - استاندارد ۱ - صفحه ۷۵ - ۱۰۰۲)

در واکنش تولید اوزون تروپوسفری، اکسیدی از نیتروژن که بی‌رنگ است (گاز NO)، به همراه گاز اوزون حاصل می‌شود. توجه داریم که اکسید قهوه‌ای رنگ نیتروژن (گاز NO_2) در واکنش تولید اوزون تروپوسفری مصرف می‌شود. معادله این واکنش به صورت زیر است:



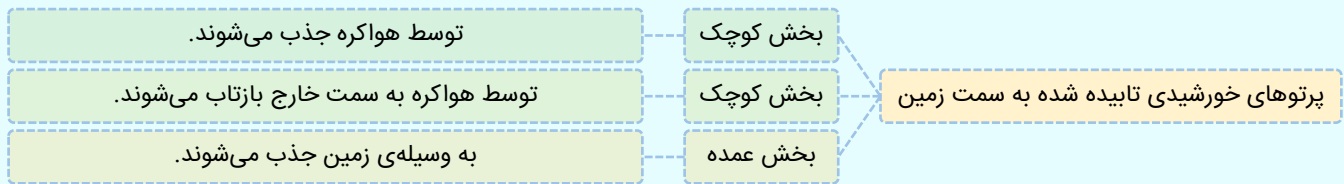
در این واکنش، مولکول دواتمی اکسیژن مصرف و مولکول دواتمی نیتروژن مونوکسید تولید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

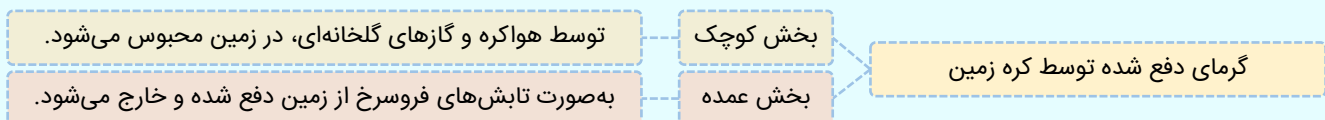
- ۲) هواکره تنها بخش کوچکی از پرتوهای تابیده شده از سمت خورشید را بازتاب می‌کند. باقی پرتوهای تابیده شده به سمت زمین، از هواکره رد شده و به سطح کره زمین می‌رسند.

پرتوهای خورشیدی

سرنوشت پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین، به صورت زیر است:



مطابق این نمودار، بخش کوچکی از پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین، به وسیله **هواکره** جذب می‌شوند. پرتوهای جذب شده توسط زمین، باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند. سرنوشت این گرمای جذب شده نیز به صورت زیر است:



- ۳) در شیمی سبز، شیمی‌دان‌ها در جستجوی فرایندها و فرآورده‌هایی هستند که به کمک آن‌ها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد.

- ۴) غلظت گاز کربن‌دی‌اکسید با میانگین سطح آب‌های آزاد رابطه مستقیم دارد. پس می‌توان گفت در سال‌های اخیر با افزایش غلظت گاز کربن‌دی‌اکسید، میانگین سطح آب‌های آزاد نیز **افزایش** پیدا کرده است.

اثر گلخانه‌ای در کره زمین

در طول سال‌های اخیر، با افزایش غلظت گازهای آلاینده گلخانه‌ای از جمله گاز CO_2 در هواکره، دمای هوای کره زمین افزایش پیدا کرده است. با افزایش دمای هوای کره زمین، برف‌های انباشته شده در نیم‌کره‌های **جنوبی و شمالی** زمین، آب شده و به همین خاطر، سطح آب‌های آزاد موجود در کره زمین افزایش پیدا می‌کند. شواهد نشان می‌دهند که فصل بهار در **نیم‌کره شمالی زمین**، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود ۱ هفته زودتر آغاز می‌شود.

۲۱- کدام یک از عبارت‌های زیر درست است؟

- (۱) آب کره تنها از مولکول‌های H_2O در حالت‌های فیزیکی مختلف تشکیل شده است.
- (۲) در ساختار فراوان‌ترین آنیون چنداتیمی موجود در آب دریا، یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه حضور دارد.
- (۳) فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریا، همانند فراوان‌ترین آنیون موجود در آن، به آرایش گاز نجیب نئون رسیده است.
- (۴) زیست‌کره شامل جانداران روی کره زمین بوده و در واکنش‌های آن‌ها، مولکول‌هایی با جرم مولی زیاد نقش اساسی دارند.

پاسخ: گزینه ۴

(متوسط - حفظی و مفهومی - استاندارد ۵ - صفحه ۸۷ - ۱۰۰۳)

زیست‌کره شامل جانداران روی کره زمین بوده و در واکنش‌های آن‌ها، درشت مولکول‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند. درشت مولکول‌ها، مولکول‌هایی با جرم مولی زیاد هستند که در ساختار آن‌ها تعداد زیادی اتم وجود دارد.

اجزای سازنده کره زمین

کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که اجزای سازنده آن شامل چهار بخش هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شوند؛ برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می‌شود و به شکل ابر در می‌آید. بخار آب موجود در ابر، به صورت بارش در آب‌کره یا سنگ‌کره فرود می‌آید. جانداران آبی سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند.

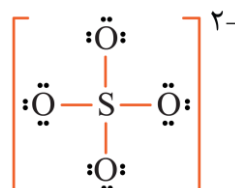
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آب کره از مولکول‌های کوچک مانند آب، یون‌ها، ذرات کوچک محلول در آب و ... تشکیل شده است.

جرم آب‌کره

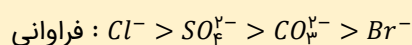
نزدیک به ۷۵٪ سطح زمین از آب پوشیده شده است؛ به همین علت در فضا بیشتر به رنگ آبی دیده می‌شود. بخش عمده این آب در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است. اگر زمین مسطح می‌بود، همه سطح آن را تا ارتفاع ۲ کیلومتر، آب می‌پوشاند. آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگونی در آن حل شده است. برآوردها نشان می‌دهند که 5×10^{16} تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ‌کره نیز وارد آب‌کره می‌شوند. از آن‌جا که جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شوند.

۲) فراوان‌ترین یون چنداتیمی موجود در آب دریا، معادل با یون سولفات با فرمول شیمیایی SO_4^{2-} است. پس از یون سولفات، یون کربنات بیشترین فراوانی را بین آنیون‌های چند اتمی دارد. در ساختار یون سولفات، تنها ۴ پیوند اشتراکی یگانه حضور دارند. ساختار این یون به صورت زیر است:

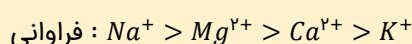


یون‌های موجود در آب دریا

آب دریا، محتوی انواعی از یون‌های تک اتمی و چند اتمی است. این یون‌ها، پس از انحلال نمک‌های مختلف در آب دریا آزاد می‌شوند. کاتیون عنصرهای گروه اول و دوم جدول دوره‌ای و آنیون‌های حاصل از عناصر گروه ۱۷، در آب دریا وجود دارند. مقدار یون کلرید از بقیه آنیون‌های موجود در آب دریا بیشتر است. در رابطه با این یون‌ها داریم:



مقدار یون سدیم از بقیه کاتیون‌های موجود در آب دریا بیشتر است. در رابطه با این یون‌ها داریم:



۳ فراوان ترین کاتیون موجود در آب دریا، یون سدیم است. سدیم با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود یعنی نئون می‌رسد. از طرفی فراوان ترین آنیون موجود در آب دریا، یون کلرید است. اتم کلر با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود یعنی آرگون می‌رسد.

کپسول دوبینگ | آب کره

آب کره، شامل مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و ... است.

با زیست کره، هواکره و سنگ کره تعامل دارد و بین آن‌ها برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی وجود دارد.

۷۵٪ سطح زمین را آب پوشانده است که سبب شده از فضا به رنگ آبی دیده شود.

منابع آن به دو دسته اقیانوس‌ها و غیر اقیانوسی تقسیم می‌شوند که اقیانوس‌ها درصد بیشتری از آن را تشکیل می‌دهند.

منابع غیر اقیانوسی آب کره شامل کوه‌های یخ، آب‌های زیرزمینی، آب شیرین و شور دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب هواکره است.

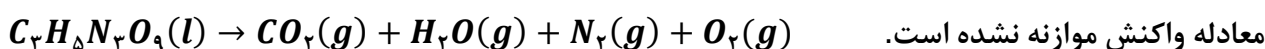
در آب دریاها، مقداری یون حل شده است که به دو دسته کاتیون‌ها و آنیون‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

فراوان ترین کاتیون موجود در آب دریا، یون سدیم (Na^+) است.

فراوان ترین آنیون تک اتمی و چنداتمی موجود در آب دریا به ترتیب یون‌های کلرید (Cl^-) و سولفات (SO_4^{2-}) است.



۲۲- کدام موارد از عبارت‌های داده شده، در رابطه با واکنش زیر درست هستند؟



الف - دو مورد از فراورده‌های تولید شده در آن، از جمله ترکیب‌های حاصل از واکنش سوختن زغال سنگ هستند.

ب - فراورده سه اتمی این واکنش با ساختار خطی، یکی از آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروها است.

ج - پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها در این واکنش، ۷ برابر ضریب واکنش دهنده است.

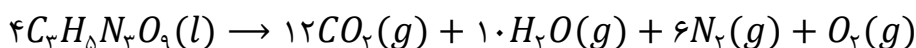
د - اگر در این واکنش به جای CO_2 ، گاز CO تولید شود، ضریب همه مواد دچار تغییر می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

(متوسط - مفهومی - سریع ۱ - صفحه ۶۶ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

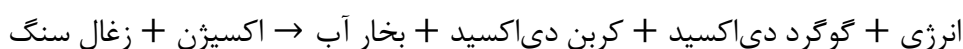
معادله واکنش داده شده، مربوط به فرایند تجزیه نیتروگلیسرین است. پس از موازنه، معادله این واکنش به صورت زیر درمی‌آید:



در رابطه با این واکنش، عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

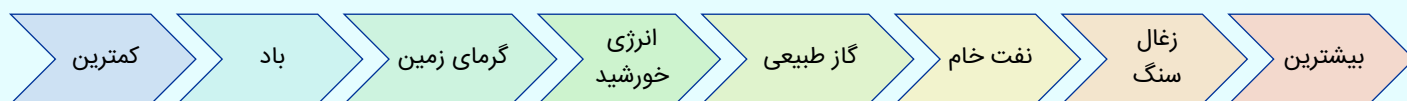
الف) کربن دی‌اکسید، گوگرد دی‌اکسید و بخار آب، از جمله مواد حاصل از واکنش سوختن زغال سنگ در حضور گاز اکسیژن هستند. معادله سوختن زغال سنگ به صورت زیر است:



بخار آب و کربن دی‌اکسید، فراورده مشترک واکنش داده شده و واکنش سوختن زغال سنگ هستند. کربن دی‌اکسید یک ماده ناقطبی است، درحالی که گوگرد دی‌اکسید و بخار آب، از مولکول‌های قطبی ساخته شده‌اند.

رد پای کربن دی اکسید

زغال سنگ، از جمله منابع تولید انرژی الکتریکی به شمار می‌رود. با تولید انرژی الکتریکی از زغال سنگ، مانند هر منبع تأمین انرژی دیگری، مقداری گاز کربن دی اکسید تولید می‌شود. نمودار زیر میزان تولید (ردپای) کربن دی اکسید را در منابع تولیدکننده برق نمایش می‌دهد:



همانطور که مشخص است، بیشترین ردپای کربن دی اکسید مربوط به زغال سنگ است.

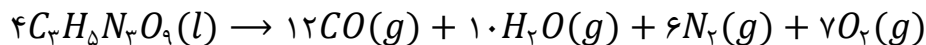
تصویر زیر، نمایی از آلاینده‌های خارج شده از آگزوز خودروها را نشان می‌دهد:



گاز کربن دی اکسید از جمله فراورده‌های خارج شده از آگزوز خودرو است. این گاز، ساختار خطی داشته و در مولکول آن، همه اتم‌ها روی یک خط راست قرار می‌گیرند. ساختار دقیق مولکول‌های سازنده CO_2 ، در تمارین دوره‌ای فصل اول کتاب شیمی دهم نشان داده شده است.

پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها در این واکنش، برابر با ۲۹ می‌شود که این مقدار، $7/25$ برابر ضریب واکنش دهنده است.

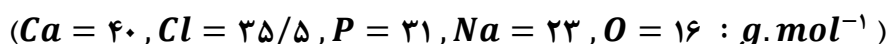
اگر در این واکنش به جای CO_2 ، گاز CO تولید شود، معادله واکنش به صورت زیر درمی‌آید:



همانطور که مشخص است، طی این فرایند فقط ضریب گاز اکسیژن تغییر کرده است.



۲۲- کدام یک از موارد زیر درباره واکنش محلول سدیم فسفات با مقداری کلسیم کلرید جامد، نادرست است؟



(۱) مجموع ضرایب مواد در معادله موازنه شده برابر ۱۲ است.

(۲) در طول انجام شدن این واکنش، غلظت یون کلرید در محلول کاهش پیدا می‌کند.

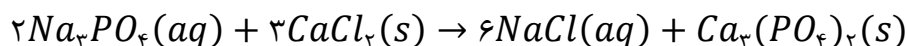
(۳) به ازای مصرف $0/6$ مول کلسیم کلرید جامد، 62 گرم رسوب تولید می‌شود.

(۴) جرم فراورده محلول تولید شده از جرم واکنش دهنده محلول دارای آنیون چند اتمی بیشتر است.

سخت - مفهومی و محاسباتی - استاندارد - صفحه ۹۰ - ۱۰۰۳

پاسخ: گزینه ۲

معادله موازنه شده واکنش محلول سدیم فسفات و کلسیم کلرید به صورت زیر است:



در این واکنش، یون‌های کلسیم و فسفات به هم متصل شده و رسوب سفید رنگ کلسیم فسفات تولید می‌شود. در این واکنش یون‌های سدیم و کلرید یون‌های ناظر بوده و دست‌نخورده می‌مانند. بنابراین غلظت آن‌ها در طی واکنش تغییر نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

مجموع ضرایب مواد در معادله موازنه شده برابر ۱۲ است. در این رابطه، داریم:

$$12 = 6 + 1 + 3 + 2 = \text{مجموع ضرایب مواد}$$

۳ با مصرف ۰/۶ مول کلسیم کلرید، مقدار رسوب تولید شده را می‌توان به‌دست آورد:

$$? g Ca_3(PO_4)_2 = 0.6 \text{ mol } CaCl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ca_3(PO_4)_2}{3 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{310 \text{ g } Ca_3(PO_4)_2}{1 \text{ mol } Ca_3(PO_4)_2} = 62 \text{ g}$$

برای به‌دست آوردن جرم رسوب تولید شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

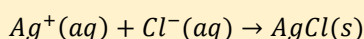
$$\frac{0.6 \text{ mol } CaCl_2}{3} = \frac{x \text{ g } Ca_3(PO_4)_2}{1 \times 310} \Rightarrow x = 62$$

۴ فراورده محلول در آب این واکنش، همان سدیم کلرید و واکنش‌دهنده دارای یون چند اتمی نیز همان سدیم فسفات

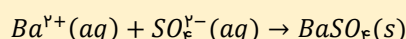
است. با توجه به معادله موازنه شده، به ازای مصرف ۲ مول سدیم فسفات، ۶ مول سدیم کلرید تولید می‌شود. جرم ۶ مول سدیم کلرید برابر ۳۵۱ گرم است؛ درحالی‌که جرم ۲ مول سدیم فسفات برابر ۳۲۸ گرم است. بنابراین جرم سدیم کلرید تولید شده از جرم سدیم فسفات مصرف شده بیشتر است.

یون‌های شناساگر

برای شناسایی یون‌های موجود در آب، می‌توانیم از یون‌های شناساگر استفاده کنیم. یون‌های شناساگر، ذراتی هستند که با یون‌های خاصی پیوند یونی بسیار قوی برقرار کرده و آن‌ها را به‌صورت رسوب در می‌آورند. برای مثال، از یون کلرید به‌عنوان شناساگر کاتیون نقره (Ag^+) استفاده می‌شود. در صورت مجاورت یون نقره موجود در یک محلول با یون کلرید، واکنش شیمیایی زیر بین این یون‌ها اتفاق می‌افتد:



رسوب نقره کلرید ایجاد شده طی این فرایند، سفید رنگ است. بر این اساس، اگر به یک محلول ناشناخته مقداری یون کلرید اضافه کنیم، دو حالت مقابل ممکن است ایجاد شود: ۱) تشکیل رسوب سفیدرنگ ۲) عدم تشکیل رسوب سفیدرنگ در صورت عدم تشکیل رسوب سفید رنگ، می‌توان گفت محلول ناشناخته فاقد یون نقره بوده و در صورت تشکیل رسوب، می‌توان گفت محلول مورد نظر حاوی کاتیون نقره بوده است. به‌عنوان مثالی دیگر، برای شناسایی یون باریم موجود در یک محلول، از یون سولفات استفاده می‌شود. یون سولفات، با یون باریم موجود در محلول پیوند یونی قوی برقرار کرده و طی این فرایند، رسوب سفید رنگ باریم سولفات ایجاد می‌شود. معادله واکنش به‌صورت زیر است:



جدول زیر، رایج‌ترین شناساگرهای استفاده شده برای تشخیص وجود برخی از یون‌های موجود در آب به همراه رنگ رسوب را نشان می‌دهد:

یون مجهول	شناساگر	رنگ رسوب
Ba^{2+}	یون سولفات	سفید
Fe^{3+}	یون هیدروکسید	قهوه‌ای - قرمز
Mg^{2+}	یون هیدروکسید	سفید

یون مجهول	شناساگر	رنگ رسوب
Ag^+	یون کلرید	سفید
Fe^{2+}	یون هیدروکسید	سبز
$Ca^{2+} - Mg^{2+}$	یون فسفات	سفید

کپسول دوپینگ | شناسایی یون کلسیم در محلول‌ها

این فرایند با استفاده از یون فسفات (PO_4^{3-}) انجام می‌شود.

فراورده حاصل از آن، کلسیم فسفات با فرمول شیمیایی $Ca_3(PO_4)_2$ است که رسوبی سفید رنگ است.

با انجام این واکنش، غلظت یون‌های کلسیم و فسفات کاهش می‌یابد.

این فرایند، با سرعت بالایی انجام می‌شود و سریع پیش می‌رود.

یکی از کاربردهای آن در تولید صابون‌های دارای افزودنی فسفات است که از کاهش قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها جلوگیری می‌کنند.

۲۴- در ۴۸۰ گرم محلول پتاسیم سولفات، شمار کاتیون‌ها برابر $10^{21} \times 3/612$ است. اگر به این محلول، ۱۴۲ میلی گرم سدیم سولفات اضافه کنیم، غلظت یون سولفات در محلول نهایی چند ppm خواهد بود؟ (از تغییر حجم محلول صرف نظر کرده و چگالی محلول را برابر 1 g.mL^{-1} در نظر بگیرید؛ $S = 32, Na = 23, O = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۷۲۰ (۲) ۸۰۰ (۳) ۲۱۶۰ (۴) ۲۴۰۰

(سخت - محاسباتی - زمان‌بر - صفحه ۹۵ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

یون سولفات از دو منشأ متفاوت وارد این محلول شده است. اولین بخش، یون سولفات موجود در محلول اولیه بوده و دومین بخش، یون سولفات وارد شده به محلول به واسطه سدیم سولفات است. ابتدا از طریق شمار کاتیون‌های موجود در نمونه پتاسیم سولفات (با فرمول شیمیایی K_2SO_4)، جرم یون سولفات را پیدا می‌کنیم:

$$? \text{ g } SO_4^{2-} = 3/612 \times 10^{21} \text{ ion } K^+ \times \frac{1 \text{ mol } K^+}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ ion } K^+} \times \frac{1 \text{ mol } K_2SO_4}{2 \text{ mol } K^+} \times \frac{1 \text{ mol } SO_4^{2-}}{1 \text{ mol } K_2SO_4}$$

$$\times \frac{96 \text{ g } SO_4^{2-}}{1 \text{ mol } SO_4^{2-}} = 0.288 \text{ g}$$

سپس با استفاده از جرم سدیم سولفات داده شده، جرم یون سولفات در این ماده را نیز محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } SO_4^{2-} = 142 \text{ mg } Na_2SO_4 \times \frac{1 \text{ g } Na_2SO_4}{1000 \text{ mg } Na_2SO_4} \times \frac{1 \text{ mol } Na_2SO_4}{142 \text{ g } Na_2SO_4} \times \frac{1 \text{ mol } SO_4^{2-}}{1 \text{ mol } Na_2SO_4}$$

$$\times \frac{96 \text{ g } SO_4^{2-}}{1 \text{ mol } SO_4^{2-}} = 0.96 \text{ g}$$

حال غلظت ppm یون سولفات را می‌توانیم پیدا کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.288 + 0.96}{480 \text{ g}} \times 10^6 = 800$$

در روش بالا، باید یکای جرم حل‌شونده و محلول یکسان باشد. از طرفی برای محاسبه غلظت ppm ذرات، می‌توانیم جرم حل‌شونده را با واحد میلی‌گرم و جرم محلول را با واحد کیلوگرم بنویسیم. در این روش، کسر حاصل را دیگر در 10^6 ضرب نخواهیم کرد. برای مثال در این سؤال داریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} = \frac{384 \text{ mg } SO_4^{2-}}{0.48 \text{ kg محلول}} = 800$$

کپسول دوپینگ | قسمت در میلیون (ppm)

یکی از واحدهای اندازه‌گیری غلظت محلول‌هاست.

 مقدار ماده حل‌شونده در 10^6 واحد از محلول را نشان می‌دهد.

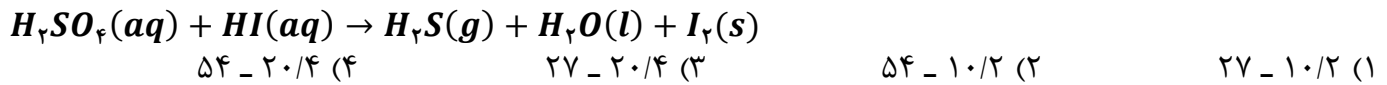
برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت یون‌ها در انواع آب، بدن جانداران و مقدار آلاینده‌های هوا استفاده می‌شود.

 برای محاسبه غلظت یک ماده بر اساس آن از رابطه $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$ استفاده می‌شود.

توجه داریم که واحد صورت و مخرج در رابطه بالا باید یکی باشد.

البته به جای آن می‌توانیم از میلی‌گرم حل‌شونده در کیلوگرم محلول نیز استفاده کنیم.

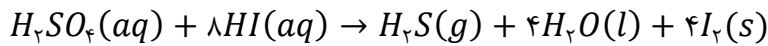
۲۵- مقدار ۸ لیتر محلول ۰/۶ مولار هیدرویدیک اسید را بر اساس معادله موازنه نشده زیر، با سولفوریک اسید وارد واکنش می‌کنیم. طی این فرایند، چند گرم فراورده گازی تولید شده و با استفاده از آب حاصل از این فرایند، چند گرم محلول ۲۰٪ جرمی سدیم کلرید را می‌توان تهیه کرد؟ ($I = 127, S = 32, O = 16, H = 1: g.mol^{-1}$)



(سخت - محاسباتی - زمان بر ۵ - صفحه ۱۰۰ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۴ 

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



با استفاده از مقدار هیدرویدیک اسید داده شده، جرم فراورده گازی تولید شده (گاز هیدروژن سولفید) را محاسبه می‌کنیم:

$$? g H_2S = 8 L HI \times \frac{0.6 mol HI}{1 L HI} \times \frac{1 mol H_2S}{8 mol HI} \times \frac{34 g H_2S}{1 mol H_2S} = 20/4 g$$

برای حل قسمت دوم سؤال نیز ابتدا جرم آب تولید شده را به دست می‌آوریم:

$$? g H_2O = 8 L HI \times \frac{0.6 mol HI}{1 L HI} \times \frac{4 mol H_2O}{8 mol HI} \times \frac{18 g H_2O}{1 mol H_2O} = 43/2 g$$

برای محاسبه جرم آب و هیدروژن سولفید تولید شده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{حجم}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{8 \times 0.6}{8} = \frac{x}{34 \times 1} = \frac{y}{18 \times 4}$$

$\frac{HI}{\text{تناسب مربوط به } HI}$
 $\frac{H_2S}{\text{تناسب مربوط به } H_2S}$
 $\frac{H_2O}{\text{تناسب مربوط به } H_2O}$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 20/4 g \\ y = 43/2 g \end{cases}$$

طی این فرایند، ۴۳/۲ گرم آب به عنوان فراورده تولید شده است. حال با استفاده از مقدار آب به دست آمده، مقدار محلول خواسته شده را پیدا می‌کنیم. در قدم اول، باید جرم حل‌شونده‌ای که باید در آب حل شود را محاسبه کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x}{43/2 + x} \times 100 \Rightarrow x = 10/8 g$$

در قدم بعد، جرم محلول ایجاد شده را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} = 43/2 + 10/8 = 54 g$$

کپسول دوپینگ | درصد جرمی

یکی از راه‌های اندازه‌گیری غلظت محلول‌هاست که با نماد %w/w نشان داده می‌شود.

همارز با شمار قسمت‌های حل‌شونده در ۱۰۰ قسمت از محلول است.

برای محاسبه درصد جرمی از رابطه $\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$ محاسبه می‌شود. توجه داریم که واحد صورت و مخرج یکی است.

محلول شست‌وشوی دهان شامل محلول ۰/۹ درصد جرمی نمک خوراکی (سدیم کلرید) است.

سرکه خوراکی و محلول نیتریک اسید در صنعت به ترتیب محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید و ۷۰ درصد جرمی نیتریک اسید هستند.

۲۶- کدام یک از موارد زیر درست است؟

- الف - از محلول نمک خوراکی می توان جهت شناسایی یون نقره موجود در یک محلول استفاده کرد.
 ب - برای استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا آن را به صورت $Mg(OH)_2(aq)$ از آب جداسازی می کنند.
 ج - تولید سود سوزآور، برخلاف تولید سبک ترین گاز دو اتمی، از جمله کاربردهای نمک سدیم کلرید است.
 د - گاز تولید شده در حین استخراج منیزیم از آب دریا را می توان با استفاده از نمک خوراکی نیز تهیه کرد.
- (۱) «الف» و «ج» (۲) «ب» و «د» (۳) «الف» و «د» (۴) «ب» و «ج»

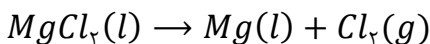
پاسخ: گزینه ۳

(متوسط - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۹۸ - ۱۰۰۳

عبارت های (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

- الف** یون نقره در مواجهه با یون کلرید، رسوب نقره کلرید با فرمول شیمیایی $AgCl$ را تولید می کند. بر این اساس، می توان گفت از سدیم کلرید می توان برای شناسایی وجود یون نقره در یک محلول استفاده کرد. واکنش میان این دو یون به صورت زیر است:
- $$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$
- ب** برای استخراج منیزیم، ابتدا آن را به صورت رسوب $Mg(OH)_2(s)$ از آب دریا جداسازی می کنند. سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل کرده و در نهایت با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را به عناصر سازنده آن تجزیه می کنند. واکنش تجزیه منیزیم کلرید مذاب به صورت زیر است:



استخراج منیزیم از آب دریا

بعد از سدیم، **یون های منیزیم** فراوان ترین کاتیون های موجود در آب دریا هستند. به همین خاطر، آب دریا یکی از منابع مورد استفاده برای استخراج فلز منیزیم به حساب می آید. برای این منظور، پس از انتقال آب دریا به کارخانه، منیزیم موجود در آن را در قالب ماده **جامد** و **نامحلول** منیزیم هیدروکسید رسوب داده و از سایر یون های موجود در آب جدا می کنند. در مرحله بعد، با اضافه کردن هیدروکلریک اسید به رسوب منیزیم هیدروکسید، آن را به منیزیم کلرید تبدیل کرده و پس از آن، آب موجود در محلول را **تبخیر** می کنند تا منیزیم کلرید جامد به دست بیاید. در مرحله بعد، منیزیم کلرید حاصل را ذوب کرده و به کمک جریان الکتریکی آن را برقکافت می کنند. فلز منیزیم ماده ارزشمندی است که از آن برای **تهیه آلیاژها** و **شربت معده** استفاده می شود.

- ج** سبک ترین گاز دواتمی همان گاز **هیدروژن** است. همان طور که می دانیم، سدیم کلرید در تهیه گاز هیدروژن و سود سوزآور و یا حتی گاز کلر نقش دارد. اغلب این مواد، طی فرایند **برقکافت** تولید می شوند.

کاربردهای سدیم کلرید

در رابطه با کاربردهای سدیم کلرید، داریم:



در حین استخراج منیزیم از آب دریا، گاز کلر نیز به عنوان فرآورده جانبی تولید می شود. یکی از کاربردهای سدیم کلرید، تولید گاز کلر است.

کپسول دوپینگ | نقره

فلزی واسطه با عدد اتمی ۴۷ است که در دوره پنجم و گروه یازدهم جدول تناوبی قرار دارد.

تنها یک نوع یون پایدار با بار +۱ تشکیل می دهد.

وجود نمونه هایی از این فلز همانند برخی نافلزها مانند اکسیژن، گوگرد، نیتروژن و... به شکل آزاد در طبیعت گزارش شده است.

نقره همانند مس و طلا واکنش پذیری ناچیزی دارد.

از یون کلرید (Cl^-) می توان برای شناسایی یون آن در محلول ها استفاده کرد.

ظروف نقره ای در اثر انجام واکنش های اکسایش-کاهش نامطلوب در محیط کدر می شوند.

آبکاری وسایل و ابزارهایی که فلز اصلی سازنده آن ها آهن یا مس هستند با فلز نقره، می توان آن ها را از خوردگی محافظت کرد.

باتری های روی - نقره از جمله باتری های دگمه ای هستند.

پتانسیل کاهش این فلز مثبت است و با محلول های اسیدی واکنش نمی دهد.



۲۷- کدام یک از عبارت های زیر درست است؟ ($O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$)

(۱) در ۳ لیتر محلول مولار گلوکز، ۳۶۰ گرم حل شونده حضور دارد.

(۲) اگر در ۵ لیتر از خون فردی ۹ گرم گلوکز وجود داشته باشد، گلوکومتر عدد ۹۰ را نشان می دهد.

(۳) اگر نیمی از حجم محلول را برداشته و به همان حجم آب مقطر اضافه کنیم، غلظت مولی نصف خواهد شد.

(۴) با اضافه کردن ۲۰۰ mL محلول ۰/۲ مولار نمک به ۳۰۰ mL محلول ۰/۳ مولار آن، محلول ۰/۲۴ مولار تشکیل می شود.

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - استاندارد ۱ - صفحه ۹۹ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

با برداشتن نیمی از حجم محلول، علاوه بر حجم محلول، مقدار مول حل شونده موجود در آن نیز نصف می شود. با اضافه کردن همان حجم از آب مقطر به محلول مورد نظر، حجم محلول با حجم اولیه برابر می شود، اما با توجه به نصف شدن مقدار مول حل شونده، غلظت مولی محلول نصف می شود. در واقع، می توان گفت طی این فرایند، حجم محلول نهایی برابر با حجم محلول اولیه است اما نیمی از حل شونده موجود در محلول حذف شده است.

بررسی سایر گزینه ها:

① در ۳ لیتر از محلول مولار گلوکز، ۳ مول گلوکز وجود دارد؛ بنابراین داریم:

$$? g C_6H_{12}O_6 = 3 \text{ mol } C_6H_{12}O_6 \times \frac{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 540 \text{ g}$$

② گلوکومتر، دستگاه الکترونیکی است که غلظت قند خون (گلوکز) را بر حسب میلی گرم در هر دسی لیتر خون بیان می کند. هر دسی لیتر معادل ۰/۱ لیتر است. بر این اساس، داریم:

$$\text{عدد گلوکومتر} = \frac{9 \text{ g گلوکز}}{5 \text{ L خون}} \times \frac{1000 \text{ mg گلوکز}}{1 \text{ g گلوکز}} \times \frac{1 \text{ L خون}}{10 \text{ dL خون}} = 180 \text{ mg/dL}$$

بنابراین گلوکومتر عدد ۱۸۰ را نشان می دهد.

گلوکومتر

دستگاه‌های گلوکومتر، غلظت قند خون (گلوکز با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$) موجود در بدن فرد را در مقیاس میلی‌گرم بر دسی‌لیتر ($mg \cdot dL^{-1}$) محاسبه می‌کنند. هر میلی‌گرم معادل با 0.001 گرم بوده و هر دسی‌لیتر نیز معادل با 0.1 لیتر است. برای تبدیل عدد نشان داده شده بر روی دستگاه گلوکومتر به غلظت مولی قند خون، باید عدد مورد نظر را به 18000 تقسیم کنیم. روند تبدیل غلظت در این فرایند به صورت زیر است:

$$غلظت \text{ } mol \cdot L^{-1} \xrightarrow{\times 10} غلظت \text{ } mol \cdot dL^{-1} \xrightarrow{\times \frac{1}{180}} غلظت \text{ } g \cdot dL^{-1} \xrightarrow{\times \frac{1}{1000}} غلظت \text{ } mg \cdot dL^{-1}$$

۴ برای به دست آوردن غلظت محلول جدید با توجه به مقادیر داده شده خواهیم داشت:

$$M_{\text{جدید}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{(0.2 \times 0.2) + (0.3 \times 0.3)}{0.2 + 0.3} = 0.26 \text{ } mol \cdot L^{-1}$$

توجه داریم که محلول نهایی ایجاد شده طی این فرایند، 0.5 لیتر حجم داشته و حاوی 0.13 مول حل‌شونده است.

کپسول دوپینگ | گلوکز ($C_6H_{12}O_6$)

نوعی کربوهیدرات است که برای تأمین نیاز فوری بدن انسان به انرژی مصرف می‌شود.

واکنش اکسایش گلوکز در بدن برای تولید انرژی انجام می‌شود که واکنشی گرماده است.

از دستگاه گلوکومتر برای تعیین غلظت گلوکز موجود در خون استفاده می‌شود.

قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) توسط واکنش آبکافت به دو مولکول گلوکز تبدیل می‌شود.

گلوکز مونومر سازنده مولکول‌های نشاسته و سلولز است.

از تخمیر بی‌هوازی آن اتانول و گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود که در تهیه سوخت‌های سبز کاربرد دارد.

عسل به‌طور عمده از قندهایی مانند گلوکز تشکیل شده است.

به دلیل وجود شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل در گلوکز، هنگامی که وارد آب می‌شود با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

انحلال آن در آب، مولکولی است و ساختار خود را حفظ می‌کند. این ماده یک ماده غیر الکترولیت است.



۲۸- کدام یک از مطالب داده شده نادرست است؟

- ۱) با استفاده از روش تقطیر، برخلاف روش صافی کربن، نمی‌توان مواد آلی فرار موجود در آب را از آن جدا کرد.
- ۲) دیواره یاخته‌های گیاهی فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مثل آب و یون‌ها را می‌دهد.
- ۳) در شرایط یکسان، غلظت مولی گاز NO در محلول سیر شده این ماده، کمتر از O_2 در محلول سیر شده آن است.
- ۴) ماهی با عبور آب از درون آبشش، اکسیژن مولکولی محلول در آب را جذب و در فرایند سوخت‌وساز مصرف می‌کند.

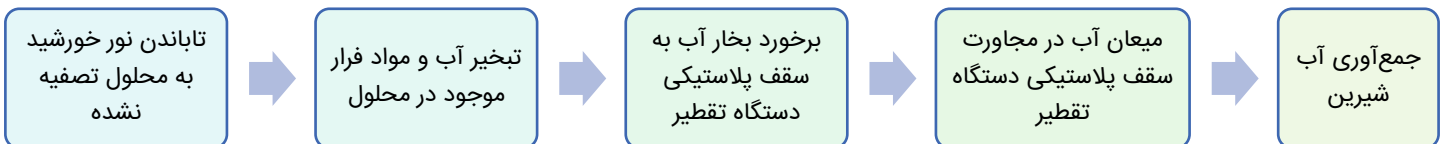
(سخت - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۱۱۹ - ۱۰۰۳

پاسخ: گزینه ۳

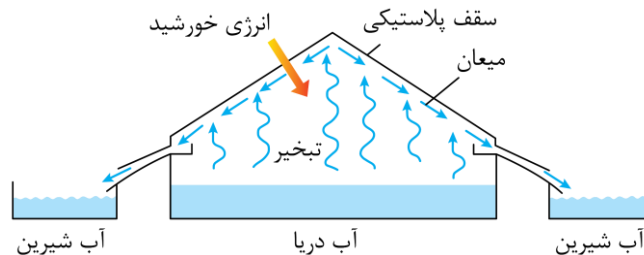
چون گاز نیتروژن مونوکسید قطبی بوده و گاز اکسیژن ناقطبی است، در شرایط یکسان، مقدار انحلال‌پذیری گاز NO در آب، بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری گاز O_2 در آب است؛ به عبارت دیگر، اگر محلول سیر شده‌ای از این دو ماده با جرم برابر داشته باشیم، جرم گاز نیتروژن مونوکسید در محلول این ماده بیشتر از جرم گاز اکسیژن در محلول آن خواهد بود. از طرفی، جرم مولی گاز نیتروژن مونوکسید کمتر از جرم مولی گاز اکسیژن است، پس می‌توان گفت غلظت مولی گاز NO در محلول سیر شده این ماده، بیشتر از گاز O_2 در محلول سیر شده آن خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ صافی کربن، اسمز معکوس و تقطیر، از جمله روش‌های تصفیه‌ی آب به شمار می‌روند. نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و حشره‌کش‌ها از جمله موادی هستند که با استفاده از همه‌ی این روش‌ها از آب جدا می‌شوند؛ درحالی‌که میکروب‌های موجود در آب، از جمله موادی هستند که با استفاده از هیچ روشی نمی‌توان آن‌ها را از آب جدا کرد. برای از بین بردن میکروب‌های موجود در آب، محلول حاصل از فرایند تصفیه را کلرزی می‌کنند. ترکیب‌های آلی فرار نیز یکی دیگر از آلاینده‌های موجود در آب هستند که آن‌ها را با استفاده از صافی کربن و اسمز معکوس می‌توان جدا کرد؛ اما فرایند تقطیر توانایی جدا کردن آن‌ها از آب را ندارد. مراحل انجام شده در فرایند تقطیر که منجر به تولید آب شیرین می‌شود، به شرح زیر است:



توجه داریم که انرژی مورد نیاز برای انجام شدن تقطیر، با استفاده از نور خورشید تأمین می‌شود. تصویر زیر، نمایی از فرایند تقطیر را نشان می‌دهد:



۲ دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند؛ به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه‌تراوا نامیده می‌شوند. به خاطر وجود همین غشای نیمه‌تراوا است که وقتی میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود.

اسمز در میوه‌های خشک‌شده

هنگامی‌که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند. در واقع طی این فرایند، ذرات آب به‌صورت خودبه‌خودی از محیط رقیق (آب موجود در اطراف سلول‌ها) با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ (محیط درون سلول‌های گیاهی) می‌روند. طی این فرایند، سلول‌های سازنده میوه و حبوبات آبدار و متورم می‌شوند و برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه و یا حبوبات به آب راه می‌یابند. در نقطه مقابل، پس از انداختن یک خیار در محلول آب‌نمک غلیظ، خیار به‌مرور چروکیده می‌شود. طی این فرایند، ذرات آب به‌صورت خودبه‌خودی (بدون نیاز به نیروی خارجی) از محیط رقیق (محیط درون سلول‌ها) با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ (محیط اطراف سلول‌ها) می‌روند. در نتیجه این فرایند، سلول‌های سازنده خیار چروکیده، کوچک و جمع می‌شوند.

۴ همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن و انجام واکنش سوخت و ساز در بدن خود به گاز اکسیژن نیاز دارند. ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند.

اکسیژن در آب دریا

با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از ۵ ppm باشد. توجه داریم که در هوای گرم، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب دریا کاهش یافته و به همین خاطر، در چنین شرایطی ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند تا بتوانند گاز اکسیژن مورد نیاز خود را از قسمت‌های سطحی‌تر آب که غلظت گاز اکسیژن بیشتری دارد، دریافت کنند.

۲۹- معادله انحلال پذیری (S) لیتیم سولفات بر حسب دما (θ)، به صورت $S = -0.15\theta + 34$ است. اگر در دمای 80°C ، مقدار کافی باریم کلرید جامد را به محلول سیرشده‌ای از لیتیم سولفات اضافه کنیم، $116/5$ گرم رسوب تولید می‌شود. جرم محلول لیتیم سولفات مصرف شده برابر با چند گرم است؟ ($Ba = 137, S = 32, O = 16, Li = 7 : g.mol^{-1}$)

(معادله واکنش موازنه شود.)

۶۱۰ (۴)

۳۰۵ (۳)

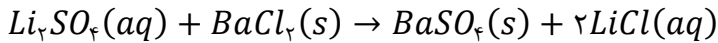
۷۳۲ (۲)

۳۶۶ (۱)

(متوسط - محاسباتی - استاندارد - صفحه ۱۰۳ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش انجام شده به صورت زیر است:



در این واکنش، باریم سولفات ترکیب رسوبی تولید شده است. طبق اطلاعات داده شده، $116/5$ گرم رسوب باریم سولفات در این واکنش تولید شده است. بنابراین می‌توانیم جرم لیتیم سولفات مصرف شده در واکنش را به دست بیاوریم:

$$? g Li_2SO_4 = 116/5 g BaSO_4 \times \frac{1 mol BaSO_4}{233 g BaSO_4} \times \frac{1 mol Li_2SO_4}{1 mol BaSO_4} \times \frac{110 g Li_2SO_4}{1 mol Li_2SO_4} = 55 g$$

حال در دمای 80°C ، انحلال پذیری لیتیم سولفات را به دست می‌آوریم:

$$S = -0.15\theta + 34 \implies S = -0.15(80) + 34 = 22 g$$

در این دما، 22 گرم لیتیم سولفات در 100 گرم آب حل می‌شود و یک محلول سیرشده را ایجاد می‌کند، یعنی در 122 گرم محلول لیتیم سولفات در دمای 80 درجه سانتی‌گراد، 22 گرم حل‌شونده موجود است. بنابراین، داریم:

$$? g \text{ محلول} = 55 g Li_2SO_4 \times \frac{122 g \text{ محلول}}{22 g Li_2SO_4} = 305 g$$

معادله انحلال‌پذیری

روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری یک نمک بر حسب تغییر دما را می‌توان با استفاده از نمودارها نشان داد. علاوه بر این، از معادله انحلال‌پذیری نیز می‌توان برای نشان دادن روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری بر حسب تغییر دما استفاده کرد. معادله انحلال‌پذیری (S) برخی از نمک‌ها را می‌توان به صورت $S = a\theta + b$ نشان داد که در آن، θ دمای محلول را نشان داده و S معادل با مقدار انحلال‌پذیری نمک است. در این معادله، a معادل با شیب خط و b برابر با مقدار انحلال‌پذیری در دمای **صفر درجه** است. برای به دست آوردن معادله انحلال‌پذیری در نمودار، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$S = a\theta + b \implies S = \left(\frac{\text{مقدار تغییر انحلال‌پذیری}}{\text{مقدار تغییر دما}} \right) \theta + \text{انحلال‌پذیری در دمای صفر}$$

معادله انحلال‌پذیری را در حالتی می‌توانیم به دست بیاوریم که انحلال‌پذیری یک نمک را حداقل در دو دمای مختلف داشته باشیم و خط مربوط به نمودار انحلال‌پذیری نیز به صورت **یک خط راست** باشد. توجه داریم که هرچه مقدار قدر مطلق a بزرگ‌تر باشد، تأثیر دما بر مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر **بیشتر** می‌شود.

کپسول دوپینگ | ایجاد رسوب در یک محلول

در محلول‌ها با ایجاد تغییر در دما یا ضربه در فراسیرشده‌ها می‌توان مقداری از ماده حل شده را رسوب داد.

در محلول‌های فراسیرشده با ایجاد تلنگر یا ضربه می‌توان مقداری از ماده حل شده در دمای ثابت را رسوب داد.

در محلول‌های دارای موادی با انحلال گرماگیر، با کاهش دما می‌توان مقداری از جرم ماده حل شده را از محلول جدا کرد.

در محلول‌های دارای موادی با انحلال گرماده، با افزایش دما می‌توان مقداری از جرم ماده حل شده را از محلول جدا کرد.

برای محاسبه جرم رسوب در محلول‌ها می‌توانیم بین روابط انحلال‌پذیری نسبت ببندیم و در نهایت جرم رسوب را محاسبه کنیم.

روش دیگر محاسبه جرم رسوب این است که از رابطه $\frac{S_2 - S_1}{100} \times \text{جرم حلال} = \text{جرم رسوب}$ استفاده کنیم.

توجه داریم که در رابطه بالا S_1 و S_2 به ترتیب انحلال‌پذیری در دمای اولیه و ثانویه هستند.



۳۰- کدام موارد از عبارات‌های داده شده درست هستند؟

الف - ترتیب گشتاور دوقطبی برخی مواد هیدروژن دار بر حسب دمای (D) به صورت $ASH_3 > PH_3 > NH_3$ است.

ب - قدرت نیروهای بین مولکولی در یک نمونه از HBr از یک نمونه HF بیشتر و از یک نمونه HCl کمتر است.

ج - سیلیسیم تتراکلرید، دارای ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی بوده و نسبت به متان دمای جوش پایین‌تری دارد.

د - در مواد مولکولی با نقطه جوش بسیار نزدیک، ماده با جرم مولی بیشتر، قطبیت پایین‌تری دارد.

۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

(متوسط - مفهومی - استاندارد ۶ - صفحه ۱۰۷ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

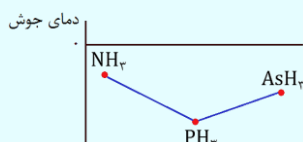
عبارات‌های (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف در ساختار یک مولکول، هرچقدر که تفاوت خصلت نافلزی اتم‌ها بیشتر باشد، آن مولکول دارای گشتاور دوقطبی بیشتری است. بر این اساس، می‌توان گفت با کاهش خاصیت نافلزی اتم مرکزی، گشتاور دوقطبی مولکول مورد نظر کاهش پیدا می‌کند. از طرفی، می‌دانیم که در هر گروه از جدول دوره‌ای با حرکت از بالا به سمت پایین، خاصیت نافلزی اتم‌ها کاهش پیدا می‌کند. با توجه به توضیحات داده شده، ترتیب قطبیت (μ) مولکول‌های NH_3 و PH_3 و ASH_3 بر حسب دمای (D) به صورت $NH_3 > PH_3 > ASH_3$ است.

دمای جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار

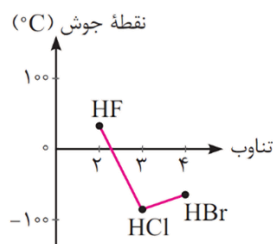
نیتروژن، فسفر و آرسنیک، عناصر موجود در صدر گروه ۱۵ جدول دوره‌ای عناصر هستند. به‌طور کلی در گروه شماره ۱۵ جدول دوره‌ای، با افزایش عدد اتمی عناصر، دمای جوش ترکیب هیدروژن‌دار این عناصر ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش پیدا می‌کند. در گروه‌های شماره‌ی ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای نیز همین روند برقرار است. در واقع، چون بین مولکول‌های آمونیاک برخلاف مولکول‌های PH_3 ، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود، پس می‌توان گفت یک نمونه از آمونیاک در مقایسه با PH_3 دمای جوش بالاتری دارد. از طرفی، چون ASH_3 نسبت به PH_3 دارای جرم مولی بیشتری است، پس می‌توان گفت این ترکیب نیز در مقایسه با PH_3 دمای جوش بالاتری دارد. نمودار زیر، نقطه جوش این سه ماده را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:



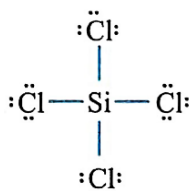
در رابطه با عناصر موجود در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای نیز می‌توان گفت آب به خاطر تشکیل پیوندهای هیدروژنی در مقایسه با H_2S دمای جوش بالاتری دارد و H_2Se نیز به خاطر جرم مولی بیشتر، در مقایسه با H_2S دمای جوش بالاتری دارد. در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای نیز با توجه به برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های HF ، این ماده در مقایسه با HCl دمای جوش بیشتری دارد. یک نمونه از HBr نیز به خاطر جرم مولی بالاتر، در مقایسه با HCl دمای جوش بیشتری دارد.



در بین هالیدهای هیدروژن، گاز HF به دلیل امکان تشکیل پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروهای بین مولکولی را دارد و در سایر هالیدهای هیدروژن، با افزایش جرم مولی، قدرت نیروی بین مولکولی افزایش پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانیم، قدرت نیروهای بین مولکولی در مواد گازی با دمای جوش آن‌ها رابطه مستقیم دارد. در رابطه با دمای جوش هالیدهای هیدروژن، داریم:



ساختار مولکولی سیلیسیم تتراکلرید با فرمول شیمیایی $SiCl_4$ به صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، سیلیسیم تتراکلرید در ساختار خود ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی دارد. دمای جوش مواد مولکولی، به میزان قطبیت و جرم مولی آن‌ها وابسته است. چون جرم مولی سیلیسیم تتراکلرید در مقایسه با گاز متان بیشتر بوده و این دو ماده از ذرات ناقطبی ساخته شده‌اند، پس می‌توان گفت سیلیسیم تتراکلرید نسبت به متان دمای جوش بالاتری دارد. با توجه به اینکه نقطه جوش دو ماده مورد نظر نزدیک به هم است و نقطه جوش هر ماده نیز با جرم مولی و مقدار قطبیت آن ماده رابطه مستقیم دارد، اگر ماده‌ای جرم مولی بالاتری داشته باشد، باید قطبیت پایین‌تری داشته باشد تا با ترکیب دیگری که جرم مولی کمتر و قطبیت بیشتری دارد، نقطه جوش برابر یا نزدیک به هم داشته باشند.



قدرت نیروی وان دروالسی

عوامل مؤثر بر نیروی بین مولکولی (وان دروالسی)، به شرح زیر هستند:

(۱) **قطبیت مولکول:** هر چه قطبیت بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه جوش بیشتر است

مثال: HCl قطبی و N_2 ناقطبی است؛ بنابراین نیروی بین مولکولی و نقطه جوش HCl بیشتر است.

(۲) **جرم و حجم مولکول:** هر چه جرم و حجم بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه جوش بیشتر است

مثال: I_2 جرم و حجم بیشتری نسبت به Br_2 دارد، بنابراین نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطه جوش بالاتری دارد.

توجه داریم که هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد (به صفر نزدیک‌تر باشد)، آن ماده راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود. به عبارتی هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد، مایع کردن آن در دماهای بالاتری انجام می‌شود.



۳۱- درباره انحلال چند ترکیب داده شده در آب، رابطه زیر برقرار است؟

«میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوند هیدروژنی در آب < نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول»

الف - منیزیم فسفات ب - سدیم نیترات ج - باریوم سولفات

د - آهن (III) هیدروکسید ه - لیتیم سولفات و - منیزیم کلرید

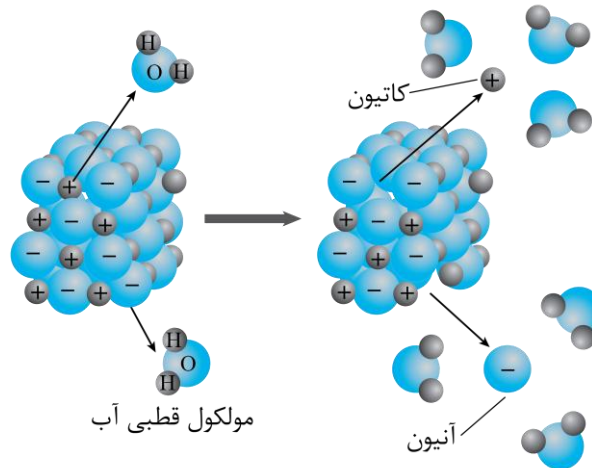
۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

در فرایند انحلال یونی، ماده حل شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده و یون‌های سازنده شبکه بلور آن تفکیک و پس از آن، آبپوشیده می‌شوند. هنگامی که میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوند هیدروژنی در آب کمتر از نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول باشد، یون‌های سازنده ترکیب یونی وارد محلول شده و در نتیجه، ترکیب در آب محلول است. در واقع، نیروی جاذبه یون-دوقطبی ایجاد شده بین مولکول‌های آب و یون‌های موجود در ترکیب یونی، باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه بلور شده و یون‌ها با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شده و بر این اساس، یون‌ها در سرتاسر محلول پراکنده می‌شوند. تصویر زیر، نمونه‌ای از فرایند آبپوشیده شدن یون‌ها را نشان می‌دهد:



در نقطه مقابل، هنگامی که میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوند هیدروژنی در آب بیشتر از نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول باشد، ترکیب در آب نامحلول است. در بین این ۶ ترکیب، منیزیم فسفات، آهن (III) هیدروکسید و باریم سولفات در آب نامحلول هستند. پس می‌توان گفت برای این سه ترکیب، میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوند هیدروژنی در آب بیشتر از نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول است.

نمک‌های نامحلول در آب

نمودار زیر، سایر نمک‌های نامحلول در آب در دمای 25°C که در کتاب درسی معرفی شده‌اند را نشان می‌دهد:

کلسیم فسفات و منیزیم فسفات	نمک‌های نامحلول در آب
نقره کلرید	
باریم سولفات	
منیزیم هیدروکسید	
آهن (III) هیدروکسید و آهن (II) هیدروکسید	
ترکیب ذرات صابون با یون‌های منیزیم و کلسیم	

کپسول دوپینگ | انحلال ترکیب‌های یونی در آب

با انحلال یک ماده یونی در آب، ساختار خود را حفظ نکرده و به یون‌های سازنده خود تفکیک می‌شود.

بین آب و یون‌ها، جاذبه خاصی به نام جاذبه یون - دوقطبی ایجاد می‌شود.

در مواد یونی نامحلول در آب: جاذبه یون-دوقطبی > میانگین جاذبه پیوند هیدروژنی در آب و پیوند یونی در ماده یونی

۳۲- کدام یک از موارد زیر نادرست هستند؟

- الف - تأثیر دما بر انحلال پذیری پتاسیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است.
 ب - کلسیم سولفات، همانند کلسیم فسفات، جزء مواد نامحلول در آب طبقه بندی می شود.
 ج - اگر 240 mL محلول سیر شده ($d = 1/5\text{ g mL}^{-1}$)، حاوی 60 گرم نمک باشد، انحلال پذیری برابر 20 گرم است.
 د - اگر انحلال پذیری یک نمک با دما رابطه مستقیم داشته باشد، با انحلال نمک در آب، انرژی گرمایی محلول افزایش می یابد.
- (۱) «الف» و «ج» (۲) «ب» و «ج» (۳) «ب» و «د» (۴) «الف» و «د»

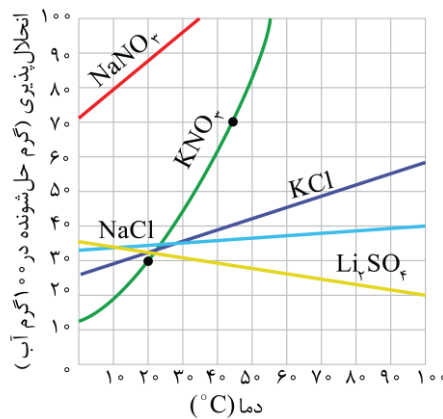
پاسخ: گزینه ۳

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - سریع ۵ - صفحه ۱۰۲ - ۱۰۰۳)

عبارت های (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) تأثیر تغییر دما بر تغییر انحلال پذیری نمک های مختلف یکسان نیست. تصویر زیر تأثیر دما بر انحلال پذیری چند نمک را نمایش می دهد:

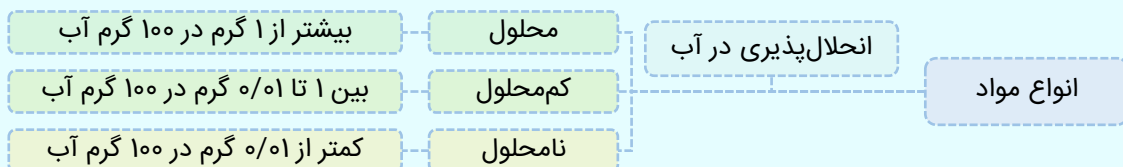


همان طور که مشخص است، تغییر دما روی انحلال پذیری پتاسیم نیترات تأثیر بیشتری دارد. بر این اساس، شیب نمودار مربوط به نمک پتاسیم نیترات، تندتر از نمک پتاسیم کلرید است.

ب) کلسیم فسفات از مواد نامحلول در آب بوده و در 100 گرم از آب کمتر از $0/01\text{ گرم}$ از آن حل می شود. این در حالی است که انحلال پذیری کلسیم سولفات در آب برابر $0/23\text{ گرم}$ در 100 گرم آب بوده و این ماده از جمله مواد کم محلول در آب طبقه بندی می شود.

انحلال پذیری انواع نمک ها

نمودار زیر، دسته بندی انواع مواد را بر اساس مقدار انحلال پذیری آن ها نشان می دهد:



ج) با ضرب کردن چگالی در حجم محلول، جرم آن تعیین می شود. پس می توان گفت جرم این محلول برابر 360 گرم بوده که 60 گرم آن را حل شونده و 300 گرم باقی مانده را آب تشکیل می دهد. در پایان انحلال پذیری را محاسبه می کنیم:

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم آب}} \times 100 = \frac{60}{300} \times 100 = 20 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$$

انواع محلول

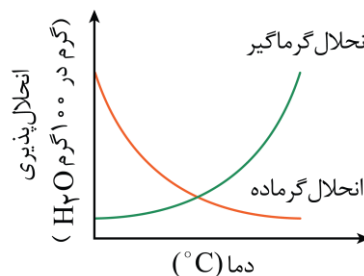
محلول‌ها بر اساس مقدار حل‌شونده موجود در آن‌ها، در سه دسته قرار می‌گیرند. در این رابطه، داریم:

(۱) **محلول سیرشده:** در این حالت، **بیشترین** میزان حل‌شونده‌ای که در حلال حل می‌شود، در محلول وجود دارد و مقدار حل‌شونده **برابر** مقدار انحلال‌پذیری آن ماده است. در این حالت مقدار حل‌شونده **دقیقاً بر روی نمودار** انحلال‌پذیری-دما قرار دارد.

(۲) **محلول سیرنشده:** در این حالت مقدار حل‌شونده محلول از انحلال‌پذیری **کمتر** بوده و این محلول همچنان می‌تواند مقدار بیشتری حل‌شونده را در خود حل نماید. این محلول در نمودار انحلال‌پذیری-دما، **زیر خط** نمودار قرار می‌گیرد.

(۳) **محلول فراسیرشده:** در این حالت مقدار حل‌شونده محلول از انحلال‌پذیری **بیشتر** بوده و در این حالت محلول **ناپایدار** است و با کوچک‌ترین تنش‌ی مانند **ضربه**، مقدار اضافی حل‌شونده خود را رسوب می‌دهد و به محلول سیرشده تبدیل می‌شود. محلول در این حالت، **بالای خط** نمودار انحلال‌پذیری-دما قرار می‌گیرد.

د اگر انحلال‌پذیری یک نمک در آب با افزایش دما، افزایش پیدا کند، می‌توان برداشت کرد که انحلال آن در آب گرماگیر است. اگر انحلال نمک مورد نظر گرماگیر باشد، با حل شدن نمک در آب، انرژی گرمایی محلول کاهش پیدا می‌کند. نمودارهای زیر، روند مبادله انرژی طی انحلال نمک‌های مختلف را نشان می‌دهند:



کپسول دوپینگ | تأثیر دما بر انحلال‌پذیری مواد

- انحلال‌پذیری، بیشترین مقدار حل‌شونده موجود در ۱۰۰ گرم حلال در دما و فشار مشخص است.
- در انحلال‌های گرماگیر (مانند انحلال اغلب نمک‌ها)، با افزایش دما، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.
- در انحلال‌های گرماده (مانند انحلال لیتیم سولفات، کلسیم کلرید و گازها)، با افزایش دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد.
- هر چه اندازه شیب نمودار انحلال‌پذیری-دمای یک ماده بیشتر باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری آن ماده بیشتر است.
- در نمودار انحلال‌پذیری مواد با انحلال‌های گرماگیر و گرماده، شیب به‌ترتیب مثبت و منفی است که در معادله نیز نمایش داده می‌شود.



۳۳- کدام مورد نادرست است؟ ($H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1}$)

- (۱) در مخلوطی از آب و استون، بین ذرات سازنده این مواد پیوند هیدروژنی برقرار شده و این مخلوط، نور را پخش نمی‌کند.
- (۲) اگر ۷ گرم اتانول و ۲۷ گرم متانول با یکدیگر مخلوط شوند، محلول همگنی به‌دست می‌آید که متانول، حلال آن است.
- (۳) استون، همانند اتانول از جمله حلال‌های آلی بوده و تنها مواد قطبی در آن حل شده و محلول تشکیل می‌دهند.
- (۴) هگزان، یک مایع بی‌رنگ بوده و در صورت ریختن آن بر روی آب، در آب حل نشده و روی سطح آب می‌ماند.

(متوسط - حفظی و مفهومی - استاندارد) - صفحه ۱۰۹ - ۱۰۳

پاسخ: گزینه ۳

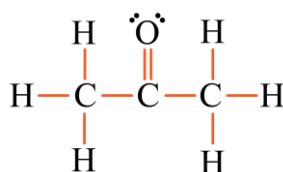
استون، همانند اتانول، از جمله **حلال‌های آلی** است و در ساختار ذرات خود حاوی اتم کربن می‌باشد. استون، دارای مولکول‌های دو قسمتی (یک قسمت قطبی و یک قسمت ناقطبی) بوده و حلالی برای مواد **قطبی و ناقطبی** است. به‌طور مثال، استون حلال چربی، رنگ و لاک است که همگی از مواد **ناقطبی** هستند.

حلال آلی

جدول زیر، ویژگی‌های سه نوع حلال آلی را نشان می‌دهد:

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	C_2H_5O	> 0	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	> 0	حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

مولکول‌های استون دارای ۱۰ پیوند اشتراکی در ساختار خود بوده و به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. ساختار این مولکول‌ها به صورت زیر است:



استون، ساده‌ترین عضو خانواده کتون‌ها است.

اتانول و استون

اتانول و استون، دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند. اطلاعات مربوط به این دو ماده در جدول زیر آورده شده است:

جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	فرمول شیمیایی	ترکیب آلی
۴۶	C_2H_5OH	اتانول
۵۸	$CH_3-C(=O)-CH_3$	استون

جرم مولی اتانول و استون نسبتاً نزدیک به هم است. بین ذرات سازنده اتانول پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود اما بین ذرات استون پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود. بر این اساس، اتانول در مقایسه با استون دمای جوش بالاتری دارد. دمای جوش اتانول برابر با $78^\circ C$ و دمای جوش استون برابر با $56^\circ C$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ آب و استون، دو ماده قطبی هستند و با تشکیل پیوندهای هیدروژنی در یکدیگر حل می‌شوند. محلول‌ها دسته‌ای از مخلوط‌ها هستند که به دلیل ریز بودن ذرات خود، برخلاف سوسپانسیون‌ها و کلوئیدها، نور را از خود عبور می‌دهند و پخش نمی‌کنند.

مخلوط‌های همگن و ناهمگن

جدول زیر، برخی از ویژگی‌های مخلوط‌های همگن و ناهمگن را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
ظاهر	ناهمگن	همگن	همگن
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذره‌ها و قطعات مجزا	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها

۲) اتانول و متانول، دو الکل قطبی هستند و با تشکیل پیوندهای هیدروژنی در یکدیگر حل می‌شوند. در یک محلول، ماده‌ای که مول بیشتری داشته باشد، حلال است. برای محاسبه مول اتانول (C_2H_5OH) و متانول (CH_3OH)، داریم:

$$? \text{ mol } C_2H_5OH = y \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46 \text{ g } C_2H_5OH} = \frac{y}{46} \text{ mol}$$

$$? \text{ mol } CH_3OH = 2y \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} = \frac{y}{16} \text{ mol}$$

بر این اساس، مول متانول بیشتر است و این ماده حلال است.

۴) هگزان با فرمول شیمیایی C_6H_{14} ، یک مایع بی‌رنگ بوده و به‌خاطر ناقطبی بودن، به‌عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ کاربرد دارد. در نتیجه این ماده ناقطبی در آب که یک ماده قطبی است حل نمی‌شود. چون هگزان در مقایسه با آب چگالی کمتری دارد، در صورت افزودن مقداری از آن به آب، نمونه هگزان روی سطح آب قرار می‌گیرد. توجه داریم که علاوه بر هگزان، گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

انحلال مواد در یکدیگر

اگر نوع نیروهای بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌شوند، یکسان باشد، آن دو ماده می‌توانند به‌صورت **یکنواخت** در یکدیگر حل شده و یک مخلوط **همگن** را ایجاد کنند درحالی‌که اگر نیروهای بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌شوند، **متفاوت** باشند، آن دو ماده در یکدیگر **حل نشده** و مخلوط حاصل از آن‌ها **ناهمگن** می‌شود. در واقع طی فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازنده حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه مناسب برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود؛ در غیر این صورت، ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. برای مثال، نوع نیروهای بین مولکولی در برم و هگزان از نوع وان‌دروالسی است، پس این دو ماده در یکدیگر حل می‌شوند. به‌عنوان مثال دیگر، نوع نیروهای بین مولکولی در آمونیاک و آب از نوع هیدروژنی است، پس این دو ماده نیز در یکدیگر حل می‌شوند.

کپسول دوپینگ | حلال‌های آلی

ترکیب‌های آلی هستند که مواد مختلف را در خود حل می‌کنند.

استون (پروپانون)، اولین عضو خانواده کتون‌هاست که به‌عنوان حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها کاربرد دارد.

اتانول، دومین عضو خانواده الکل‌های یک عاملی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد.

هگزان، ششمین عضو خانواده آلکان‌هاست که به‌عنوان حلال مواد ناقطبی و تینر (رقیق‌کننده رنگ) از آن استفاده می‌شود.

اتانول و استون، قطبی (گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر) و هگزان ناقطبی (گشتاور دوقطبی نزدیک به صفر) است.

هگزان در آب حل نمی‌شود اما اتانول و استون به‌صورت نامحدود در آب حل می‌شوند.

نقطه جوش اتانول از استون بالاتر است زیرا اتانول برخلاف استون می‌تواند پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های خود برقرار کند.

استون تنها ماده در بین این سه ماده است که هم مواد قطبی و هم مواد ناقطبی (مانند چربی‌ها) را در خود حل می‌کند.



۳۴- در کدام گزینه، اتمی از مولکول مورد نظر که در حضور یک میدان الکتریکی به سمت قطب مثبت جهت گیری پیدا می کند به درستی نوشته شده است؟

(۲) SO_3 : اکسیژن

(۱) CH_2O : هیدروژن

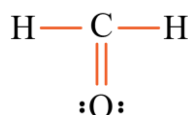
(۴) H_2S : گوگرد

(۳) OF_2 : اکسیژن

(آسان - مفهومی - سریع ۵ - صفحه ۱۰۴ - ۱۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

در یک میدان الکتریکی، مواد قطبی به سمت صفحات الکتریکی جهت گیری می کنند. بنابراین گوگرد تری اکسید (SO_3) که یک ماده ناقطبی است، در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند. نحوه جهت گیری هر اتم در مولکول های قطبی بر اساس خصلت نافلزی آنها است. در هر مولکول، اتمی که بیشترین خصلت نافلزی را دارد، دارای بار جزئی منفی است و به سمت صفحه مثبت جهت گیری می کند و اتمی که کمترین خصلت نافلزی را دارد، دارای بار جزئی مثبت بوده و به سمت صفحه منفی جهت گیری می کند. در مولکول CH_2O اتم اکسیژن دارای بار جزئی منفی بوده و به سمت صفحه مثبت جهت گیری پیدا می کند. در این مولکول اتم های هیدروژن دارای بار جزئی مثبت بوده و به سمت صفحه منفی جهت گیری پیدا می کنند. ساختار این مولکول به صورت زیر است:



توجه داریم که در مولکول OF_2 ، اتم فلوئور دارای بار جزئی منفی و اتم اکسیژن دارای بار جزئی مثبت است. بنابراین به ترتیب به سمت صفحه مثبت و منفی جهت گیری پیدا می کنند. ساختار این مولکول به صورت زیر است:



در مولکول H_2S نیز اتم گوگرد دارای بار جزئی منفی و اتم های هیدروژن دارای بار جزئی مثبت هستند، بنابراین به ترتیب به سمت صفحه مثبت و منفی جهت گیری پیدا می کنند.

کپسول دوپینگ | توزیع الکترون در مولکول ها

توزیع الکترون های ظرفیتی در مولکول ها نقش مهمی در تعیین رفتارهای آنها به ویژه در میدان الکتریکی دارد.

احتمال حضور الکترون ها پیرامون هسته اتم با خصلت نافلزی بیشتر، بالاتر است.

از نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش احتمال حضور الکترون ها در مولکول ها استفاده می شود.

در مولکول های قطبی توزیع الکترون ها یکنواخت نمی باشد و دارای قطب (سر) های مثبت و منفی هستند.

اتمی که خصلت نافلزی بیشتری داشته باشد دارای بار جزئی منفی (δ^-) است و سر منفی مولکول را تشکیل می دهد.

اتمی که خصلت نافلزی کمتری داشته باشد دارای بار جزئی مثبت (δ^+) و سر مثبت مولکول را تشکیل می دهد.

مولکول های قطبی از سر مثبت خود به سمت صفحه منفی و از سر منفی خود به سمت صفحه مثبت جهت گیری می کنند.

در مولکول های ناقطبی، توزیع الکترون در سرتاسر مولکول متقارن و یکنواخت است و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند.



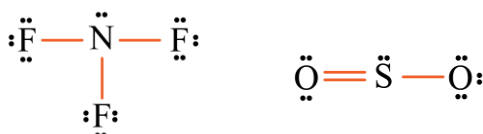
۳۵- کدام مورد درست است؟

- ۱) انحلال پذیری گازهای نیتروژن و اکسیژن در آب دریا، بیشتر از آب آشامیدنی است.
- ۲) گشتاور دوقطبی مولکول گوگرد دی اکسید، همانند مولکول NF_3 ، بزرگتر از صفر است.
- ۳) انحلال پذیری گاز کربن دی اکسید در آب، در مقایسه با گاز نیتروژن مونوکسید کمتر است.
- ۴) نیتروژن مونوکسید، برخلاف اکسیژن، با حل شدن در آب ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ نمی‌کند.

پاسخ: گزینه ۲

(متوسط - حفظی و مفهومی - استاندارد ۱۵ - صفحه ۱۱۵ - ۱۰۰۳)

مولکول گوگرد دی اکسید (SO_2) همانند مولکول نیتروژن تری فلوئورید (NF_3)، روی اتم مرکزی خود دارای جفت الکترون ناپیوندی بوده و مولکولی قطبی است. بر این اساس، می‌توان گفت گشتاور دوقطبی هر دو مولکول بزرگتر از صفر است. به ساختار لوویس این دو مولکول توجه کنید:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آب دریا در مقایسه با آب آشامیدنی مقدار نمک بیشتری دارد. از طرفی، مقدار حل‌شونده موجود در محلول، با انحلال پذیری گازها رابطه عکس دارد. پس می‌توان گفت انحلال پذیری گازهای نیتروژن و اکسیژن در آب آشامیدنی بیشتر از آب دریا خواهد بود.

۳) نیتروژن مونوکسید (NO) برخلاف کربن دی اکسید (CO_2) یک ترکیب قطبی است اما کربن دی اکسید جرم مولی بسیار بیشتری از نیتروژن مونوکسید دارد. علاوه بر آن، کربن دی اکسید، برخلاف نیتروژن مونوکسید با آب واکنش می‌دهد. بنابراین انحلال پذیری گاز کربن دی اکسید در آب بیشتر است.

انحلال پذیری گازها در آب

گازها نیز در آب حل می‌شوند اما مقدار انحلال پذیری آن‌ها در آب، خیلی کم است و با استفاده از مقدار کمی از گازها، می‌توان محلول‌های سیر شده به دست آورد. به عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها در آب توجه کنید:

۱) نوع گاز: نوع ماده گازی حل‌شونده در آب، بر مقدار انحلال پذیری آن گاز در آب مؤثر است. گازهایی که مولکول‌های ناقطبی دارند، انحلال پذیری کمی در آب دارند. هرچقدر که یک مولکول ناقطبی بزرگتر و سنگین‌تر باشد، جاذبه قوی‌تری با ذرات حلال ایجاد می‌کند و در آب انحلال پذیرتر است. با افزایش گشتاور دوقطبی مولکول‌ها نیز انحلال پذیری آن‌ها در آب بیشتر می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت گازهایی با مولکول‌های قطبی به طور معمول بهتر در آب حل می‌شوند. علاوه بر این، اگر یک ماده گازی با آب واکنش بدهد، مقدار انحلال پذیری آن در آب زیاد خواهد بود.

۲) دما: با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کمتر خواهد شد.

۳) فشار: با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها در آب بیشتر خواهد شد.

۴) مقدار دیگر حل‌شونده‌ها: با افزودن حل‌شونده‌های دیگر به آب، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد. برای مثال، انحلال پذیری گازها در آب دریا کمتر از انحلال پذیری آن‌ها در آب خالص است.

۴) در انحلال یونی، ماده حل‌شونده ساختار خود را حفظ نمی‌کند. با حل شدن این مواد، یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. توجه داریم که انحلال گازهای نیتروژن مونوکسید و اکسیژن به صورت مولکولی است.

