

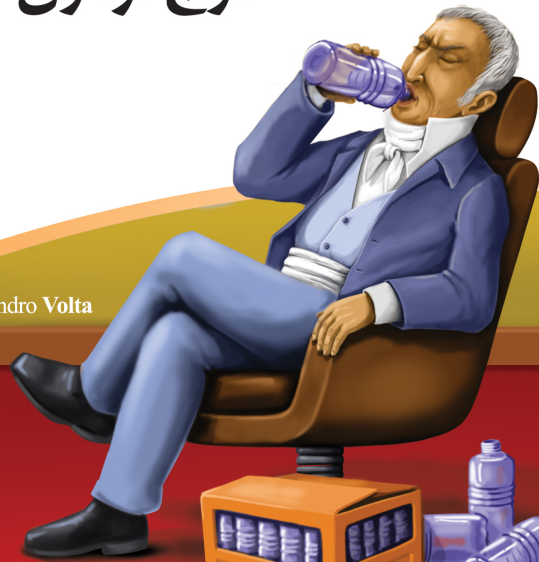
درسنامه + آزمونهای مبحثی و جامع + پاسخهای تشریحی

# موج آزمون شیمی دوازدهم + آزمون هله جامع کنکور

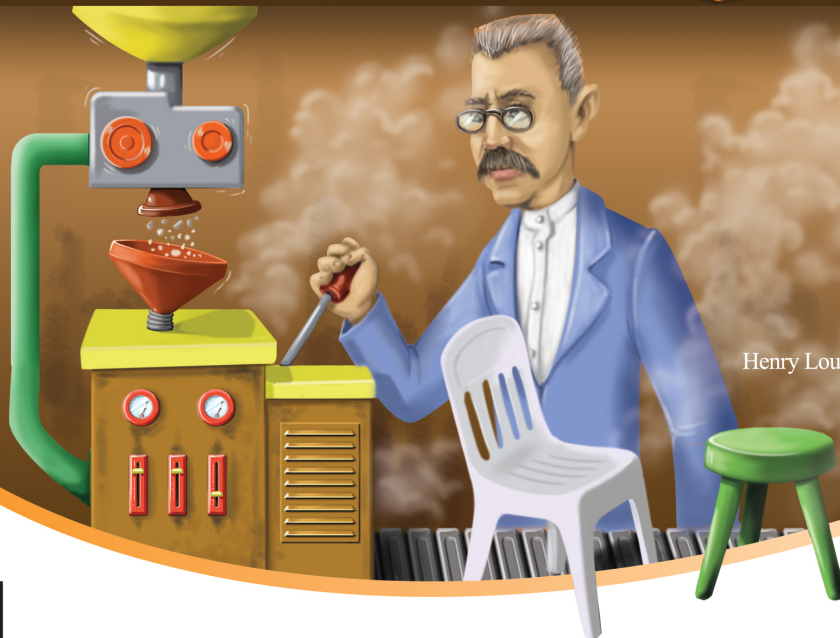
## ویراست دوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی

Alessandro Volta



Henry Louis Le Châtelier



انتگرالگو



## فهرست

### پاسخ تشریحی سؤال‌های مشابه در پاسخ

۱	فصل ۱
۴	فصل ۲
۷	فصل ۳
۹	فصل ۴
۱۱	فصل ۵
۱۴	فصل ۶
۱۸	فصل ۷
۲۱	فصل ۸
۲۳	فصل ۹

### پاسخ تشریحی سؤال‌های سطح دوم

۳۱	فصل ۱ (آزمون ۷)
۳۶	فصل ۲ (آزمون ۱۲)
۴۳	فصل ۳ (آزمون ۱۷)
۴۹	فصل ۴ (آزمون ۲۲)
۵۴	فصل ۵ (آزمون ۲۸)
۶۰	فصل ۶ (آزمون ۳۳)
۶۷	فصل ۷ (آزمون ۳۸)

## پاسخ تشریحی سوال های مشابه فصل ۱

**تست ۱** چند میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار کلسیم کلرید با محلول حاوی ۷۰/۲ گرم صابون جامدی که زنجیر هیدروکربنی آن ۱۲ اتم کربن داشته و دارای یک پیوند دوگانه (C=C) است، به طور کامل واکنش می دهد؟ (C=۱۲, O=۱۶, Na=۲۳, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>) **مربوط به تست ۱۴ - آزمون ۱**

- (۱) ۲۵۰  
(۲) ۵۰۰  
(۳) ۷۵۰  
(۴) ۹۰۰

**پاسخ:** واکنش انجام شده به صورت روبه رو است:  

$$\text{CaCl}_2(\text{aq}) + 2\text{RCOONa}(\text{aq}) \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca}(\text{s}) + 2\text{NaCl}(\text{aq})$$
 فرمول شیمیایی صابون، با توجه به راهنمایی ارائه شده در صورت سؤال، به صورت  $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COONa}$  است.

روش اول (کسر تبدیل):  

$$70/2 \text{ g صابون} \times \frac{1 \text{ mol صابون}}{234 \text{ g صابون}} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{2 \text{ mol صابون}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{10^3 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} = 750 \text{ mL محلول}$$

روش دوم (تناسب):  

$$\frac{\text{جرم صابون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{2 \times 234 \times 1000 \times 1} \Rightarrow \frac{70/2}{1000 \times 2 \times 234} = \frac{V \times 0/2}{1000 \times 1} \Rightarrow V = 750 \text{ mL محلول}$$

### میانبرهای آسانی

$$\frac{70/2 \times 1000}{2 \times 234 \times 1000} = ? \xrightarrow[\text{در نظر گرفتن صفر و اعشار}]{\text{ساده کردن بدون}} \frac{70 \times 2}{2 \times 234 \times 2} = \frac{3}{4} = 0/75$$

پاسخ از جنس ۰/۷۵ است. (پاسخ: ۷۵۰)

گزینه (۳)

**تست ۲** ۱۱/۲ لیتر گاز هیدروژن فلوئورید در ۲۵۰ میلی لیتر آب حل می شود. اگر درجه یونش اسید برابر ۰/۴ باشد، ثابت یونش و غلظت یون هیدرونیوم بر حسب مول بر لیتر در محلول به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (شرایط را STP در نظر بگیرید.) **مربوط به تست ۱۶ - آزمون ۲**

- (۱)  $3 \times 10^{-3} - 0/8$   
(۲)  $3 \times 10^{-4} - 0/4$   
(۳)  $3 \times 10^{-3} - 0/4$   
(۴)  $3 \times 10^{-4} - 0/8$

**پاسخ:** قسمت اول: ابتدا غلظت مولی اسید را تعیین می کنیم:

$$11/2 \text{ L HF} \times \frac{1 \text{ mol HF}}{22/4 \text{ L HF}} = 0/5 \text{ mol HF} \quad M = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/5 \text{ mol}}{0/25 \text{ L}} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس ثابت یونش اسید را محاسبه می کنیم:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha < 0/5} K_a = M\alpha^2 = 2 \times (0/4)^2 = 3 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = M\alpha = 2 \times 0/4 = 0/8 \text{ mol.L}^{-1}$$

قسمت دوم: محاسبه غلظت مولی یون هیدرونیوم:

گزینه (۱)

**تست ۳** pH یک نمونه محلول ۳/۷۵ گرم بر لیتر یک اسید ضعیف تک پروتون دار برابر ۲/۵ است. اگر ثابت یونش این اسید در دمای آزمایش برابر  $1/2 \times 10^{-4}$  باشد، جرم مولی این اسید چند گرم بر مول است؟ **مربوط به تست ۱۲ - آزمون ۳**

- (۱) ۷۲  
(۲) ۵۰  
(۳) ۶۳  
(۴) ۴۲

**پاسخ:** ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه کرده و سپس با استفاده از رابطه ثابت یونش برای اسیدهای ضعیف ( $K_a < 10^{-3}$ ) غلظت مولار اسید را تعیین می کنیم.

$$[\text{H}^+] = 10^{-2/5} = 10^{-3} \times 10^{0/5} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{M - [\text{H}^+]}$$

$$K_a < 10^{-3} \rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{M} \Rightarrow 1/2 \times 10^{-4} = \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{M} \Rightarrow M = 7/5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

اگر جرم مولی اسید را X گرم بر مول در نظر بگیریم، داریم:

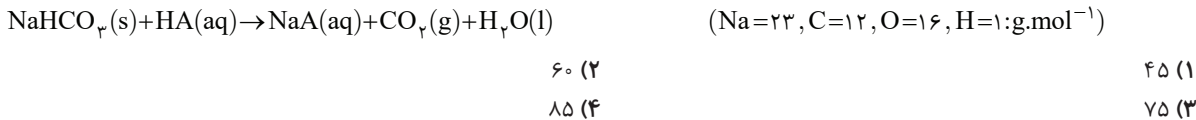
$$? \frac{\text{g}}{\text{L}} \text{ HA} = \frac{7/5 \times 10^{-2} \text{ mol HA}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{x \text{ g HA}}{1 \text{ mol HA}} = \frac{3/75 \text{ g HA}}{1 \text{ L محلول}} \Rightarrow x = \frac{3/75}{7/5 \times 10^{-2}} = 50 \text{ g.mol}^{-1}$$

گزینه (۲)

تست ۴

pH محلول اسید قوی HA برابر ۰/۷ است. اگر ۵۵۰ میلی‌لیتر از این محلول با ۱۵/۴ گرم سدیم هیدروژن کربنات ناخالص به‌طور کامل واکنش دهد، خلوص سدیم هیدروژن کربنات مصرفی برابر چند درصد است؟  $(\log 2 = 0.3)$

مربوط به تست ۱۷ - آزمون ۳



پاسخ: ابتدا غلظت اولیه اسید قوی HA را محاسبه می‌کنیم:

$$M = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0.7} = 10^{-1+0.3} = 10^{-1} \times 10^{0.3} = 10^{-1} \times 2 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس درصد خلوص سدیم هیدروژن کربنات مصرفی را به یکی از روش‌های زیر به‌دست می‌آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$550 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times \frac{0.2 \text{ mol HA}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol HA}} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{100}{100} = 15.4 \text{ g NaHCO}_3 \Rightarrow P = 6\%$$

درصد خلوص

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول اسید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \Rightarrow \frac{550 \times 10^{-3} \times 0.2}{1} = \frac{15.4 \times P}{100} \Rightarrow P = 6\%$$

میان‌رسانایی

$$\frac{550 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 84}{15.4} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن بدون توجه به صفر و اعشار}} \frac{55 \times 2 \times 84}{154} = \frac{5 \times 2 \times 84}{14} = 5 \times 2 \times 6 = 60$$

پاسخ از جنس عدد ۶۰ است. (پاسخ: ۶۰)

گزینه (۲)

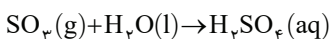
تست ۵

چنانچه ۲ لیتر از باز ضعیف BOH با pH=۹/۳ بتواند با محلول حاصل از انحلال ۳/۲ گرم گوگرد تری‌اکسید در آب به‌طور کامل خنثی شود، ثابت یونش بازی BOH کدام است؟  $(S=32, O=16: \text{g.mol}^{-1})$

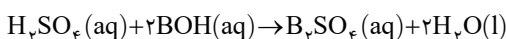
مربوط به تست ۱۸ - آزمون ۴

$1 \times 10^{-8}$ (۲)	$2 \times 10^{-7}$ (۱)
$4 \times 10^{-8}$ (۴)	$5 \times 10^{-7}$ (۳)

پاسخ: در اثر انحلال گوگرد تری‌اکسید ( $\text{SO}_3$ ) در آب، مطابق معادله زیر، اسید دو پروتونه سولفوریک اسید ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) تولید می‌شود:



ابتدا از جرم  $\text{SO}_3$  حل شده و با توجه به واکنش خنثی شدن اسید و باز، مقدار مول و غلظت مولی اولیه باز BOH را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ mol BOH} = \frac{3}{2} \text{ g SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{2 \text{ mol BOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 0.08 \text{ mol BOH}$$

$$\text{BOH} \text{ غلظت اولیه} = M_{\text{BOH}} = \frac{n}{V} = \frac{0.08 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس از pH باز، غلظت  $\text{OH}^-$  و  $\text{B}^+$  موجود در محلول بازی را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 9/3 = 4/7$$

$$[\text{B}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-4/7} = 10^{-0.57} = 10^{-0.5} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون به کمک رابطه ثابت یونش بازی، مقدار آن را محاسبه می‌کنیم: (باز بسیار ضعیف است.)

$$K_b = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} = \frac{(2 \times 10^{-5})(2 \times 10^{-5})}{0.04} = 1 \times 10^{-8}$$

میان‌رسانایی

$$\frac{(2 \times 10^{-5}) \times (2 \times 10^{-5})}{0.04} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن بدون در نظر گرفتن صفر و اعشار}} \frac{2 \times 2}{4} = 1$$

پاسخ از جنس عدد ۱ است. ( $1 \times 10^{-8}$ )

گزینه (۲)

تست ۶ از واکنش ۲ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با مقدار کافی کلسیم کربنات، ۳/۳۶ لیتر گاز CO<sub>۲</sub> در شرایط STP تولید می‌شود. pH محلول

اولیه اسید کدام است؟ (بازده واکنش را برابر ۷۵ درصد در نظر بگیرید.) (واکنش موازنه شود.)

مربوط به تست ۱۹ - آزمون ۵



۰/۵ (۲)

۰/۳ (۱)

۱/۳ (۴)

۰/۷ (۳)



پاسخ: ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:

سپس غلظت یون هیدرونیوم را در محلول هیدروکلریک محاسبه کرده و به کمک آن pH محلول اسید را به دست می‌آوریم:

$$3/36 \text{ L CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22/4 \text{ L CO}_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100}{75} = 0/4 \text{ mol HCl}$$

روش اول:

$$[\text{H}^+] = \text{M} = \frac{\text{HCl مول}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/4}{2} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-1}) = 1 - \log 2 = 1 - 0/3 = 0/7$$

$$\frac{\text{مولی} \times \text{غلظت مولی} \times \text{حجم محلول (لیتر)}}{100} = \frac{\text{لیتر گاز}}{22/4} \times \text{ضریب} \Rightarrow \frac{\text{M} \times 2 \times 75}{100} = \frac{3/36}{22/4} \Rightarrow \text{M} = [\text{H}^+] = 0/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-1}) = 1 - \log 2 = 1 - 0/3 = 0/7$$

گزینه (۳)

تست ۷ به ۵۰۰ میلی‌لیتر آب خالص با pH=۷، ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl با pH=۱/۱۵ اضافه می‌کنیم. pH محلول حاصل برابر با کدام گزینه است؟

مربوط به تست ۱۳ - آزمون ۶

۱/۵ (۲)

۱/۳ (۱)

۱/۱۵ (۴)

۱/۷ (۳)

پاسخ: ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را در محلول نهایی به دست می‌آوریم:

$$\text{HCl: } [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/15} = 10^{0/85-2} = 7 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{مول یون هیدرونیوم}}{\text{حجم محلول نهایی}} = \frac{\text{M}_{\text{اسید}} \cdot \text{V}_{\text{اسید}}}{\text{V}_{\text{اسید}} + \text{V}_{\text{آب}}} = \frac{7 \times 10^{-2} \times 0/2}{0/2 + 0/5} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0/3 = 1/7$$

سپس pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

در این گونه مسائل از غلظت یون هیدرونیوم موجود در آب خالص در برابر غلظت یون هیدرونیوم موجود در اسید صرف نظر کنید.

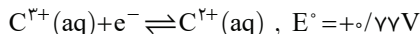
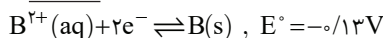
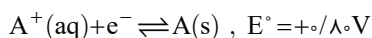
گزینه (۳)

## پاسخ تشریحی سوال های مشابه فصل ۲

تست ۸

مربوط به تست ۱۸ - آزمون ۸

با توجه به سه نیم واکنش روبه‌رو، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟



الف)  $C^{3+}(aq)$  می‌تواند فلز A را از محلول آن خارج کند. (ب) قدرت کاهندگی B از دو گونه دیگر بیشتر است.

پ)  $A^+(aq)$  با محلول  $BSO_4(aq)$  واکنش نمی‌دهد. (ت) محلول  $C(NO_3)_3(aq)$  را می‌توان در ظرفی از فلز B نگهداری کرد.

(۱) الف) و (ب) (۲) پ) و (ت) (۳) الف) و (ت) (۴) ب) و (پ)

پاسخ: عبارتهای الف) و (ت) نادرست هستند. بررسی عبارتهای: عبارت الف):  $C^{3+}$  و  $A^+$  هر دو، گونه‌های اکسند هستند و نمی‌توانند با یکدیگر واکنش دهند.

عبارت ب): از آنجا که  $E^\circ$  نیم سلول حاوی الکتروود B از  $E^\circ$  هر یک از دو نیم سلول دیگر، منفی‌تر است، پس قدرت کاهندگی B از دو گونه دیگر بیشتر است.

توجه در سری الکتروشیمیایی، بیشترین قدرت اکسندگی، مربوط به گونه اکسند (سمت چپ) در بالاترین نیم واکنش و بیشترین قدرت کاهندگی، مربوط به گونه

کاهنده (سمت راست) در پایین‌ترین نیم واکنش است. عبارت پ):  $A^+$  و  $B^{2+}$  هر دو گونه‌هایی اکسند هستند، از این رو با یکدیگر واکنش نمی‌دهند.

عبارت ت): محلول نمک حاوی کاتیون‌ها را می‌توان در ظرفی از جنس فلزهایی که در سری الکتروشیمیایی در ردیف‌های بالاتری قرار دارند نگهداری نمود. بنابراین

محلول حاوی یون‌های  $C^{3+}$  را نمی‌توان در ظرفی از جنس B نگهداری کرد؛ زیرا یون‌های  $C^{3+}$  سبب اکسایش اتم‌های B می‌شوند.

گزینه (۳)

تست ۹

مربوط به تست ۳ - آزمون ۹

در ارتباط با سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) پتانسیل استاندارد کاهش نیم واکنش انجام شده در قطب مثبت، برابر اختلاف پتانسیل تولیدی سلول است.

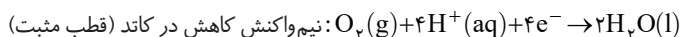
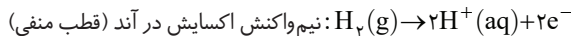
ب) قطع جریان گاز اکسیژن موجب قطع شدن جریان الکترون در مدار بیرونی می‌شود.

پ) نیم واکنش آندی در این سلول سوختی، مشابه نیم واکنش انجام شده در نیم سلول SHE است که در یک سلول گالوانی نقش آند دارد.

ت) مجموع ضرایب گونه‌ها در معادله موازنه شده نیم واکنش اکسایش و واکنش کلی برابر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: همه عبارتهای درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت الف): نیم واکنش‌های انجام شده در الکتروود آند و کاتد به صورت زیر است:



از آنجا که پتانسیل کاهش استاندارد هیدروژن برابر صفر است، اختلاف پتانسیل تولیدی (emf) سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، معادل پتانسیل کاهش استاندارد

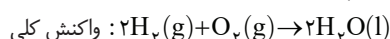
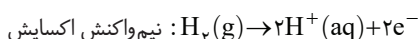
فرایند کاهش است که در بخش کاتدی (قطب مثبت) سلول سوختی انجام می‌شود.  $emf = E^\circ(\text{آند}) - E^\circ(\text{کاتد})$

عبارت ب): اگر الکترون‌های تولید شده در آند، در بخش کاتد سلول سوختی، توسط اتم‌های اکسیژن مصرف نشوند، الکترون‌ها در الکتروود آند تجمع می‌یابند و جریان

الکترون در مدار بیرونی قطع می‌شود. عبارت پ): در الکتروود آند این سلول سوختی، مولکول‌های هیدروژن با از دست دادن الکترون به یون  $H^+$  (پروتون) تبدیل

می‌شوند که این نیم واکنش، مشابه نیم واکنش انجام شده در سلول SHE است که در یک سلول گالوانی، نقش آند را دارد. عبارت ت): به معادله موازنه شده

نیم واکنش اکسایش و واکنش کلی انجام شده در این سلول سوختی توجه کنید:

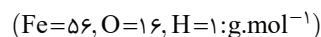


گزینه (۴)

تست ۱۰

چنانچه در فرایند خوردگی آهن، یک قطعه آهن به جرم ۲۰۰ گرم به میزان ۲/۸٪ دچار خوردگی شود، به ترتیب از راست به چپ چند گرم

زنگ آهن تولید شده و طی این فرایند چند میلی لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵ لیتر بر مول است، مصرف می‌شود؟



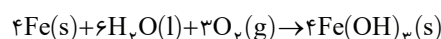
$$1875 - 15/6 (4)$$

$$2500 - 10/7 (3)$$

$$2500 - 15/6 (2)$$

$$1875 - 10/7 (1)$$

پاسخ: معادله موازنه شده واکنش خوردگی آهن:



$$? g Fe(OH)_3 = 200 g Fe \times \frac{2/8 g Fe}{100 g Fe} \times \frac{1 mol Fe}{56 g Fe} \times \frac{4 mol Fe(OH)_3}{4 mol Fe} \times \frac{107 g Fe(OH)_3}{1 mol Fe(OH)_3} = 107 g Fe(OH)_3 \text{ قسمت اول:}$$

$$? mL O_2 = 200 g Fe \times \frac{2/8 g Fe}{100 g Fe} \times \frac{1 mol Fe}{56 g Fe} \times \frac{3 mol O_2}{4 mol Fe} \times \frac{2500 mL O_2}{1 mol O_2} = 1875 mL O_2 \text{ قسمت دوم:}$$

هر دو قسمت این تست را می‌توان در یک مرحله به روش تناسب حل نمود:

$$\frac{\text{جرم آهن مصرفی}}{\text{جرم آهن تولیدی}} = \frac{\text{جرم } Fe(OH)_3}{\text{جرم مولی } Fe(OH)_3} \times \frac{\text{حجم } O_2 \text{ مصرفی}}{\text{حجم مولی } O_2} \Rightarrow \frac{200 \times 2/8}{100} = \frac{x g Fe(OH)_3}{4 \times 56} = \frac{y mL O_2}{3 \times 2500} \Rightarrow \frac{x}{4 \times 56} = \frac{y}{3 \times 2500} \Rightarrow \frac{x}{107} = \frac{y}{1875} \Rightarrow \frac{x}{107} = \frac{y}{1875} \Rightarrow x = 107 g Fe(OH)_3, y = 1875 mL O_2$$

گزینه (۱)

۱۱ تست در سلول گالوانی «Al-H<sub>۲</sub>»، جرم تیغه آندی برابر با ۱۲۱/۵g و دارای خلوص ۶۰٪ است. پس از مصرف شدن تمام آن به ترتیب چند مول

الکترون در مدار بیرونی به کاتد مهاجرت کرده و چند لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که چگالی آن برابر ۰/۰۸g.L<sup>-۱</sup> است، تولید می‌شود؟

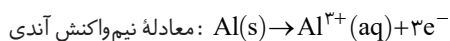
ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند. (Al=۲۷, H=۱: g.mol<sup>-۱</sup>)

مربوط به تست ۶ - آزمون ۱۰

$$۱۰۱/۲۵ - ۲/۷ (۲) \quad ۳۳/۷۵ - ۲/۷ (۱)$$

$$۱۰۱/۲۵ - ۸/۱ (۴) \quad ۳۳/۷۵ - ۸/۱ (۳)$$

پاسخ: راه‌حل قسمت اول: در سلول گالوانی «آلومینیم - هیدروژن»، آلومینیم به دلیل داشتن E<sup>۰</sup> کمتر، آند است و با گذشت زمان از جرم آن کاسته می‌شود.



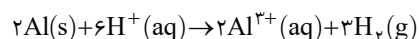
روش اول (ضریب تبدیل):

$$? \text{ mol e}^{-} = ۱۲۱/۵ \text{ g Al (ناخالص)} \times \frac{۶۰ \text{ g Al (خالص)}}{۱۰۰ \text{ g Al (ناخالص)}} \times \frac{۱ \text{ mol Al}}{۲۷ \text{ g Al}} \times \frac{۳ \text{ mol e}^{-}}{۱ \text{ mol Al}} = ۸/۱ \text{ mol e}^{-}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم Al ناخالص مصرفی} \times \frac{P}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مقدار مول الکترون ها}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۲۱/۵ \times ۶۰}{۱۰۰} = \frac{x}{۳} \Rightarrow x = ۸/۱ \text{ mol e}^{-}$$

راه‌حل قسمت دوم: معادله کلی واکنش انجام شده در سلول گالوانی «آلومینیم - هیدروژن» به صورت زیر است:



روش اول (ضریب تبدیل):

$$? \text{ L H}_2 = ۱۲۱/۵ \text{ g Al (ناخالص)} \times \frac{۶۰ \text{ g Al (خالص)}}{۱۰۰ \text{ g Al (ناخالص)}} \times \frac{۱ \text{ mol Al}}{۲۷ \text{ g Al}} \times \frac{۳ \text{ mol H}_2}{۲ \text{ mol Al}} \times \frac{۲ \text{ g H}_2}{۱ \text{ mol H}_2} \times \frac{۱ \text{ L H}_2}{۰/۰۸ \text{ g H}_2} = ۱۰۱/۲۵ \text{ L H}_2$$

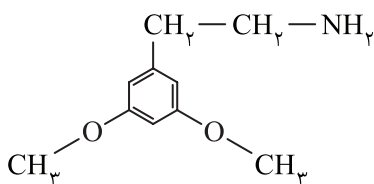
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم آلومینیم ناخالص}}{۱۰۰} \times \frac{P}{۱۰۰} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز هیدروژن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۲۱/۵ \times ۶۰}{۱۰۰} = \frac{x \text{ L} \times ۰/۰۸}{۲۷ \times ۲} \Rightarrow x = ۱۰۱/۲۵ \text{ L H}_2$$

گزینه (۴)

مربوط به تست ۱۰ - آزمون ۱۱

۱۲ تست در ساختار مولکول روبه‌رو، اتم‌های کربن چند نوع عدد اکسایش مختلف را از خود نشان می‌دهند؟



۴ (۱)

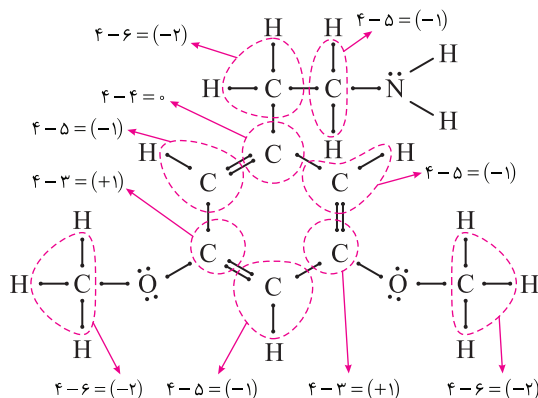
۲ (۲)

۳ (۳)

۵ (۴)

پاسخ: ابتدا ساختار ارائه شده را به ساختار لوویس تبدیل می‌کنیم و سپس عدد اکسایش اتم‌های کربن را تعیین می‌کنیم. اتم‌های کربن موجود در ترکیب مورد نظر، دارای

عددهای اکسایش (-۲)، (-۱)، صفر و (+۱) هستند. پس اتم‌های کربن موجود در این ترکیب، چهار نوع عدد اکسایش مختلف را از خود نشان می‌دهند.



گزینه (۱)

تست ۱۳

مربوط به تست ۶ - آزمون ۱۲

با توجه به جدول داده شده، پاسخ درست هر سه پرسش زیر در کدام گزینه بیان شده است؟

(الف) به ترتیب، کدام گونه، قوی ترین اکسنده و کدام گونه، قوی ترین کاهنده است؟  
 (ب) در سلول گالوانی «X-D»، اگر قطب مثبت ولت-سنج متصل به الکتروود D باشد، کدام نیم-سلول را می‌توان به جای X قرار داد تا ولت-سنج یک عدد منفی را نشان دهد؟

(پ) اگر در سلول گالوانی «D-B»،  $\frac{1}{806} \times 10^{23}$  الکترون در مدار بیرونی جابه‌جا شود، چند گرم به جرم تیغه کاتد افزوده می‌شود؟  
 ( $B=64, D=27: g.mol^{-1}$ )

نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ (V)$
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+۰/۸
$B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	+۰/۳۴
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	-۱/۶۶

(۱)  $A^+$  و D - نیم‌سلول‌های ( $B^{2+}/B$ ) و ( $A^+/A$ ) - ۹/۶ گرم

(۲)  $A$  و  $D^{3+}$  - نیم‌سلول ( $D^{3+}/D$ ) - ۹/۶ گرم

(۳)  $A^+$  و D - نیم‌سلول‌های ( $B^{2+}/B$ ) و ( $A^+/A$ ) - ۲/۷ گرم

(۴)  $A^+$  و D - نیم‌سلول ( $D^{3+}/D$ ) - ۲/۷ گرم

**پاسخ:** در جدول داده شده در صورت تست، نیم‌واکنش‌ها به صورت کاهش هستند و از  $E^\circ$  زیاد به کم، از بالا به پایین مرتب شده‌اند. بررسی پاسخ پرسش‌ها:  
**پرسش (الف):** در این جدول، بیشترین قدرت کاهندگی مربوط به  $D(s)$  می‌باشد که در سمت راست پایین‌ترین نیم‌واکنش قرار دارد و بیشترین قدرت اکسنده‌گی مربوط

به  $A^+(aq)$  است که در سمت چپ بالاترین نیم‌واکنش قرار دارد. **پرسش (ب):** در صورتی که قطب‌های مثبت و منفی یک سلول گالوانی را به ترتیب به قطب‌های منفی و مثبت یک ولت‌سنج متصل کنید، ولت‌سنج، عددی منفی را نشان می‌دهد. در سلول گالوانی «X-D» نیز D قطب منفی (آند) سلول است؛ زیرا با اتصال آن به قطب مثبت ولت‌سنج، نمایشگر آن عددی منفی را نشان داده است. در سلول‌های گالوانی، نیم‌سلول کاتدی باید در سری الکتروشیمیایی در جایگاه بالاتری نسبت به نیم‌سلول آندی قرار داشته باشد، پس نیم‌سلول‌های ( $B^{2+}/B$ ) و ( $A^+/A$ ) می‌توانند به جای X قرار گیرند. **پرسش (پ):** D الکتروود آند است و طی واکنش از جرم آن کاسته می‌شود و B نیز الکتروود کاتد است که طی واکنش جرم آن افزایش می‌یابد.

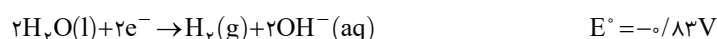
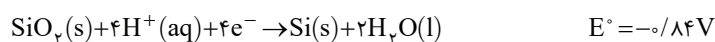
$$B \text{ جرم آن کاسته می‌شود و } B \text{ نیز الکتروود کاتد است که طی واکنش جرم آن افزایش می‌یابد.} \\
\frac{1}{806} \times 10^{23} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6.02 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } B}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{64 \text{ g } B}{1 \text{ mol } B} = 9/6 \text{ g } B$$

گزینه (۱)

تست ۱۴

در یک سلول الکتروشیمیایی که در آن برای انجام واکنش اکسایش - کاهش از نور بهره می‌برند، نیم‌واکنش‌های زیر انجام می‌شود. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

مربوط به تست ۱۷ - آزمون ۱۲



• محلول پیرامون آند، رنگ کاغذ pH را قرمز می‌کند.

• تغییر عدد اکسایش عامل اکسنده در این سلول، ۴ برابر تغییر عدد اکسایش عامل کاهنده است.

• واکنش انجام شده در این سلول بازده و سرعت اندکی دارد و یکی از فراورده‌های آن  $H_2O(l)$  است.

• معادله نیم‌واکنش کاتدی این سلول مانند نیم‌واکنش کاتدی سلول برقکافت آب است.

۴ (۴)

۳ (۳)

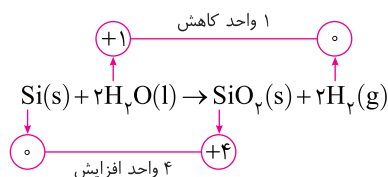
۲ (۲)

۱ (۱)

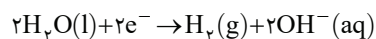
**پاسخ:** موارد اول و چهارم درست‌اند. بررسی موارد: **مورد اول:** با توجه به  $E^\circ$  های داده شده نیم‌واکنش آندی به صورت زیر است و در اطراف الکتروود آند غلظت  $H^+$  افزایش یافته و محیط اسیدی می‌شود. در نتیجه کاغذ pH به رنگ قرمز درمی‌آید.



**مورد دوم:** با توجه به واکنش کلی سلول، Si عامل کاهنده و  $H_2O$  عامل اکسنده است. تغییر عدد اکسایش عامل اکسنده (یعنی اتم H در  $H_2O$ ) یک واحد و تغییر عدد اکسایش عامل کاهنده چهار واحد است.



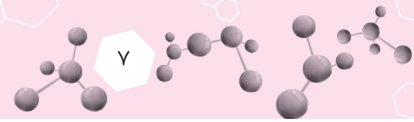
**مورد سوم:** بازده و سرعت واکنش انجام شده در این سلول پایین است. همچنین، آب به عنوان واکنش‌دهنده (نه فراورده) در این واکنش مصرف می‌شود.



**مورد چهارم:** معادله نیم‌واکنش کاتدی این سلول همانند نیم‌واکنش کاتدی برقکافت آب است:

گزینه (۲)





## پاسخ تشریحی سوال های مشابه فصل ۱۳

**تست ۱۵** AOH و BOH به ترتیب باز قوی و ضعیف هستند. اگر ۰/۵٪ مول از هر کدام در دو ظرف جداگانه که حاوی ۲۵۰ میلی لیتر آب خالص است حل شوند و pH محلول BOH، به اندازه ۰/۵ واحد کمتر از pH محلول AOH باشد، درجه یونش BOH کدام است؟ **مربوط به تست ۱۰ - آزمون ۱۳**

- (۱) ۰/۳  
(۲) ۰/۵  
(۳) ۰/۶  
(۴) ۰/۸

**پاسخ:** غلظت محلول دو باز با یکدیگر برابر است، بنابراین:

$$M_{AOH} = M_{BOH} = \frac{n}{V} = \frac{0.5 \text{ mol}}{25 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس pH محلول آن برابر است با:

$$pOH_{AOH} = -\log[OH^-] = -\log(0.02) = 1 - \log 2 = 1 - 0.3 = 0.7 \Rightarrow pH = 14 - 0.7 = 13.3$$

از آنجا که pH محلول BOH به اندازه ۰/۵ واحد کمتر از pH محلول AOH است، خواهیم داشت:

$$pH_{BOH} = 13.3 - 0.5 = 12.8$$

حال غلظت  $OH^-$  در محلول BOH را محاسبه می کنیم:

$$pOH_{BOH} = 14 - pH_{BOH} = 14 - 12.8 = 1.2$$

$$[OH^-]_{BOH} = 10^{-pH} = 10^{-1.2} = 10^{-2+0.8} = 10^{-2} \times 10^{0.8} \times 10^{0.5} = 10^{-2} \times 2 \times 3 = 6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$BOH \text{ درجه یونش} = \frac{[OH^-]}{M_{BOH}} = \frac{6 \times 10^{-2}}{0.02} = 0.3$$

اکنون درجه یونش BOH را به دست می آوریم:

گزینه (۱)

**تست ۱۶** اگر درجه یونش محلول ۰/۲ مولار اسید ضعیف HA با  $pH = 4.5$ ، نصف درجه یونش اسید ضعیف HB با ثابت یونش اسیدی  $4.5 \times 10^{-6}$  باشد، غلظت مولی محلول HB چند مول بر لیتر است؟ **مربوط به تست ۹ - آزمون ۱۴**

- (۱) ۲۰  
(۲) ۲  
(۳) ۵۰  
(۴) ۵

**پاسخ:** ابتدا به کمک غلظت مولی و pH محلول اسید ضعیف HA، درجه یونش آن را محاسبه می کنیم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4.5} = 10^{-5+0.5} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+] = M\alpha_{HA} \Rightarrow 3 \times 10^{-5} = 0.2 \times \alpha_{HA} \Rightarrow \alpha_{HA} = 1.5 \times 10^{-4}$$

$$\alpha_{HB} = 2\alpha_{HA} = 2 \times 1.5 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4}$$

با توجه به درجه یونش HA می توان نتیجه گرفت که درجه یونش HB برابر  $3 \times 10^{-4}$  است.

اکنون به کمک رابطه  $K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$ ، مقدار M را برای اسید HB به دست می آوریم:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \xrightarrow{K_a \ll 10^{-3}} K_a = M\alpha^2 \Rightarrow 4.5 \times 10^{-6} = M_{HB} \times (3 \times 10^{-4})^2 \Rightarrow M_{HB} = 5 \text{ mol.L}^{-1}$$

گزینه (۳)

**تست ۱۷** کدام یک از گزینه های زیر نادرست است؟ **مربوط به تست ۱۵ - آزمون ۱۴**

- در واکنش انجام شده در نیم سلول کاتدی سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»، هر مولکول اکسیژن با دریافت دو الکترون کاهش می یابد.
- هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکتروود آند و الکتروود کاتد است.
- رایج ترین سلول سوختی، سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» است که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می دهد.
- در سلول های سوختی، واکنش دهنده ها داخل سلول قرار ندارند و به طور مداوم از یک منبع خارجی به درون سلول تزریق می شوند.

**پاسخ:** در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»، نیم واکنش کاتدی به صورت  $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$  است. همان طور که مشاهده می کنید، در این نیم واکنش، هر مولکول اکسیژن ( $O_2$ )، در حضور یون هیدرونیوم با دریافت چهار الکترون کاهش می یابد.

گزینه (۱)

تست ۱۸

۰/۱۸۵ گرم کلسیم هیدروکسید جامد خالص را به ۱۰ لیتر محلول سدیم هیدروکسید با  $\text{pH}=۱۰/۵$  اضافه می‌کنیم. چنانچه با اضافه کردن این ماده جامد به محلول، حجم آن تغییر نکند،  $\text{pH}$  محلول حاصل به چه عددی می‌رسد؟

مربوط به تست ۱۰ - آزمون ۱۵

۱۱/۵ (۴)      ۱۰/۷ (۳)      ۱۰/۹ (۲)      ۱۱/۱۵ (۱)

پاسخ: ابتدا مقدار مول  $\text{OH}^-$  حاصل از  $\text{Ca(OH)}_2$  و غلظت  $\text{OH}^-$  در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{Ca(OH)}_2: ? \text{ mol OH}^- = 0.185 \text{ g Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74 \text{ g Ca(OH)}_2} \times \frac{2 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^-$$

$$\text{NaOH: pH}=10.5 \xrightarrow{\text{pH}+\text{pOH}=14} \text{pOH}=3.5 \Rightarrow [\text{OH}^-]=10^{-3.5}=10^{-4+0.5}=10^{-4} \times 10^{0.5}=3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون غلظت مولی  $\text{OH}^-$  را در محلول نهایی محاسبه کرده و سپس  $\text{pH}$  محلول نهایی را به دست می‌آوریم:

$$[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{OH}^- \text{ مجموع مول}}{\text{حجم محلول}} = \frac{(10 \times 3 \times 10^{-4}) + 5 \times 10^{-3}}{10 \text{ L}} = \frac{8 \times 10^{-3}}{10} = 8 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(8 \times 10^{-4}) = 4 - \log 8 = 4 - 3 \log 2 = 4 - 3(0.3) = 3.1 \xrightarrow{\text{pH}+\text{pOH}=14} \text{pH} = 14 - 3.1 = 10.9$$

گزینه (۲)

تست ۱۹

به ۴۰۰ میلی‌لیتر آب سخت ( $d=1 \text{ g.mL}^{-1}$ ) که دارای یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  است،  $7/3$  گرم از یک صابون با فرمول شیمیایی  $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{COONa}$  اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم و اینکه ۲۰ درصد از صابون به صورت رسوب در می‌آید، غلظت یون کلسیم در آب سخت برابر با چند ppm است؟

مربوط به تست ۲ - آزمون ۱۶

( $\text{C}=12, \text{H}=1, \text{O}=16, \text{Na}=23, \text{Ca}=40: \text{g.mol}^{-1}$ )

۲۵۰ (۴)      ۲۵۰۰ (۳)      ۵۰۰ (۲)      ۱۲۵۰ (۱)

پاسخ: معادله واکنش انجام شده به صورت روبه‌رو است:

$$2\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{CO}_2\text{Na(aq)} + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow (\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{CO}_2)_2\text{Ca(s)} + 2\text{Na}^+(\text{aq})$$

$$7/3 \text{ g صابون} \times \frac{20}{100} \times \frac{1 \text{ mol صابون}}{292 \text{ g صابون}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{2 \text{ mol صابون}} \times \frac{40 \text{ g Ca}^{2+}}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} = 0.1 \text{ g Ca}^{2+}$$

ابتدا جرم یون  $\text{Ca}^{2+}$  مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم Ca}^{2+} (\text{گرم})}{\text{جرم محلول (گرم)}} \times 10^6 = \frac{0.1}{400 \times 1} \times 10^6 = 250$$

غلظت ppm یون  $\text{Ca}^{2+}$  برابر است با:

گزینه (۴)

تست ۲۰

در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش اتم مرکزی برابر است؟

مربوط به تست ۱۵ - آزمون ۱۷

$\text{KClO}_4$  و  $\text{HNO}_3$  (۴)       $\text{H}_2\text{SO}_4$  و  $\text{SO}_3$  (۳)       $\text{K}_2\text{CrO}_4$  و  $\text{H}_2\text{SO}_3$  (۲)       $\text{H}_3\text{PO}_4$  و  $\text{PF}_3$  (۱)

پاسخ: بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱):  $\begin{cases} \text{PF}_3: \text{P} + 3(-1) = 0 \Rightarrow \text{P} = +3 \\ \text{H}_3\text{PO}_4: 3(1) + \text{P} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{P} = +5 \end{cases}$

گزینه (۲):  $\begin{cases} \text{H}_2\text{SO}_4: 2(+1) + \text{S} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{S} = +6 \\ \text{K}_2\text{CrO}_4: 2(+1) + \text{Cr} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cr} = +6 \end{cases}$

گزینه (۳):  $\begin{cases} \text{SO}_3: \text{S} + 3(-2) = 0 \Rightarrow \text{S} = +6 \\ \text{H}_2\text{SO}_4: 2(+1) + \text{S} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{S} = +6 \end{cases}$

گزینه (۴):  $\begin{cases} \text{HNO}_3: 1(+1) + \text{N} + 3(-2) = 0 \Rightarrow \text{N} = +5 \\ \text{KClO}_4: 1(+1) + \text{Cl} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cl} = +7 \end{cases}$

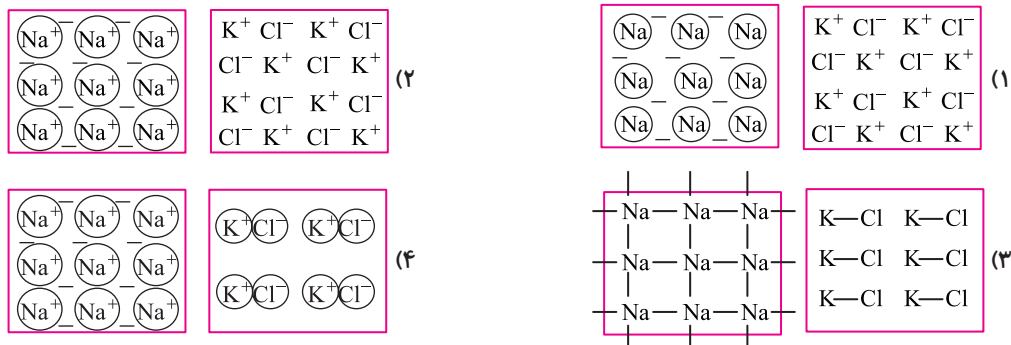
گزینه (۳)



تست ۲۴

در کدام گزینه، به ترتیب از راست به چپ تصویر درستی از شبکه بلور  $KCl(s)$  و شبکه بلور  $Na(s)$  نشان داده شده است؟

مربوط به تست ۴ - آزمون ۲۰



**پاسخ:**  $KCl(s)$  یک جامد یونی و  $Na(s)$  یک جامد فلزی است. در جامد یونی  $KCl$ ، تعداد بسیار زیادی آنیون و کاتیون با نظم معینی در شبکه بلور در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند (رد گزینه‌های (۳) و (۴)). در جامد فلزی  $Na$ ، مطابق مدل دریای الکترونی، کاتیون‌های  $Na^+$  در ساختاری شبکه‌ای قرار داشته و در فضای بین آن‌ها، الکترون‌های ظرفیتی جای دارند (رد گزینه (۱)).

گزینه (۲)

تست ۲۵

کدام مورد درباره  $SiO_2$  نادرست است؟

مربوط به تست ۳ - آزمون ۲۱

- (۱) به صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود.
- (۲) کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.
- (۳) نمونه خالص آن به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشور و عدسی به کار می‌رود.
- (۴) ماده‌ای دیرگداز است و پخته شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

**پاسخ:**  $SiO_2$  در طبیعت به دو شکل خالص و ناخالص یافت می‌شود. شکل خالص آن کوارتز و شکل ناخالص آن شن و ماسه است.

گزینه (۱)

تست ۲۶

عبارت کدام گزینه در مورد ترکیب کربونیل سولفید و کربن دی‌اکسید نادرست است؟

مربوط به تست ۶ - آزمون ۲۲

- (۱) با کاهش تدریجی دما، کربن دی‌اکسید سریع‌تر از کربونیل سولفید مایع می‌شود.
- (۲) مولکول‌های تشکیل‌دهنده کربونیل سولفید برخلاف مولکول‌های کربن دی‌اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
- (۳) در مولکول این دو ترکیب، هر سه اتم سازنده، همانند اتین، بر روی یک خط قرار می‌گیرند.
- (۴) در پیوند میان اتم‌های اکسیژن و کربن، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی، پیرامون هسته اتم اکسیژن بیشتر است.

**پاسخ:** فرمول مولکولی کربونیل سولفید و کربن دی‌اکسید به ترتیب به صورت  $SCO$  و  $CO_2$  است. با توجه به اینکه جرم مولی  $SCO$  بیشتر از  $CO_2$  است و  $SCO$  برخلاف  $CO_2$  قطبی است، می‌توان نتیجه گرفت که  $SCO$  نقطه جوش بالاتری دارد و با کاهش دمای این ماده،  $SCO$  زودتر مایع می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها: **گزینه (۲):** مولکول‌های  $SCO$  برخلاف  $CO_2$  قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. **گزینه (۳):** ساختار لوویس  $CO_2$  و  $SCO$  در زیر رسم شده است. با توجه به اینکه در هر دو ترکیب، اتم مرکزی الکترون ناپیوندی ندارد، پس هر دو ماده همانند اتین خطی هستند و همه اتم‌های آن‌ها بر روی یک خط قرار دارند.



**گزینه (۴):** خصلت نافلزی اتم‌های اکسیژن از اتم‌های کربن بیشتر است؛ از این رو در پیوند میان اتم‌های اکسیژن و کربن، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی، پیرامون هسته اتم اکسیژن بیشتر است.

گزینه (۱)

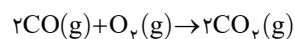
## پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۵

CO	فرمول شیمیایی آلاینده	
۶g	در غیاب مبدل	مقدار آلاینده برحسب گرم
۰/۴g	در حضور مبدل	به ازای هر کیلومتر

**تست ۲۷**  
جدول زیر، مقدار آلاینده CO خروجی از آگزوز یک خودرو را در غیاب و حضور مبدل کاتالیستی نشان می‌دهد. اگر این خودرو روزانه ۳۰km حرکت کند، در حضور مبدل کاتالیستی نسبت به غیاب آن، روزانه چند گرم به جرم اکسیدهای کربن گازی شکل که از آگزوز خودرو خارج می‌شود، افزوده می‌شود؟ (C=۱۲, O=۱۶: g.mol<sup>-1</sup>)  
مربوط به تست ۱۹ - آزمون ۲۳

۱۶۸ (۴)      ۹۶ (۳)      ۲۶۴ (۲)      ۴۳۲ (۱)

**پاسخ: روش اول:** در صورت استفاده از مبدل کاتالیستی، به ازای طی هر کیلومتر مسافت توسط یک خودرو، ۵/۶g (۶-۰/۴) کربن مونوکسید طی واکنش زیر به کربن دی‌اکسید که آلایندگی کمتری دارد، تبدیل می‌شود:



ابتدا تفاوت جرم CO خارج شده از آگزوز خودرو در صورت استفاده یا عدم استفاده از مبدل کاتالیستی به ازای طی مسافتی ۳۰ کیلومتر را محاسبه می‌کنیم:

$$? g CO = 30 \text{ km} \times \frac{5/6 g CO}{1 \text{ km}} = 168 g CO$$

سپس جرم CO<sub>۲</sub> حاصل از تبدیل CO به CO<sub>۲</sub> در مبدل کاتالیستی را محاسبه می‌کنیم:

$$? g CO_2 = 168 g CO \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 g CO} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol CO}} \times \frac{44 g CO_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 264 g CO_2$$

### میانبرهای مسائلی

$$\frac{30 \times 5/6 \times 2 \times 44}{28 \times 2} = ? \quad \xrightarrow{\text{دسته‌بندی و ساده کردن}} \frac{3 \times 56 \times 2 \times 44}{28 \times 2} \times 10^{-1} = 3 \times 2 \times 44 = 6 \times 44 = 264$$

اکنون با کم کردن جرم CO از CO<sub>۲</sub>، جرمی از اکسیدهای کربن گازی شکلی که از آگزوز یک خودرو در حضور مبدل کاتالیستی نسبت به غیاب آن به ازای طی مسافت ۳۰ کیلومتر خارج می‌شود را به دست می‌آوریم:

**روش دوم:** در صورت استفاده از مبدل کاتالیستی، به ازای طی هر کیلومتر مسافت توسط یک خودرو، ۵/۶g (۶-۰/۴) کربن مونوکسید به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود. از آنجا که تفاوت جرم مولی این دو اکسید کربن به اندازه جرم مولی یک مول اتم اکسیژن (۱۶g) است، خواهیم داشت:

$$96 g = 30 \text{ km} \times \frac{5/6 g CO}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 g CO} \times \frac{16 g O}{1 \text{ mol CO}}$$

گزینه (۳)

**تست ۲۸**  
کدام موارد از مطالب زیر در ارتباط با واکنش‌هایی که در یک مبدل کاتالیستی به کار رفته در خودروهای دیزلی برای حذف یا کاهش آلاینده‌های CO، NO، NO<sub>۲</sub> و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> انجام می‌شود، نادرست است؟

مربوط به تست ۲۰ - آزمون ۲۳

(الف) برای حذف آلاینده‌های CO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> از واکنش سوختن این دو آلاینده استفاده می‌شود.

(ب) واکنش حذف NO و NO<sub>۲</sub> در این مبدل، یک فرآورده مشترک با واکنش حذف آلاینده NO در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی دارد.

(پ) بخار آب جزء فرآورده‌های دو مورد از واکنش‌های انجام شده است.

(ت) در واکنش مربوط به حذف آلاینده‌های NO و NO<sub>۲</sub>، مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های نیتروژن‌دار، ۲ برابر ضریب استوکیومتری آب است.

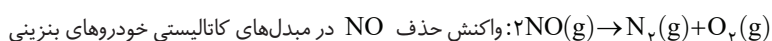
(۱) (الف) و (ب)      (۲) (ب)، (پ) و (ت)      (۳) (ب) و (ت)      (۴) فقط (ت)

**پاسخ:** فقط عبارت (ت) نادرست است. بررسی عبارت‌ها:

**عبارت (الف):** واکنش‌های حذف آلاینده‌های CO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> از نوع سوختن بوده و معادله آن‌ها به صورت زیر است:

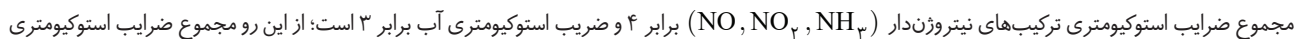


**عبارت (ب):** واکنش حذف NO و NO<sub>۲</sub> در مبدل‌های کاتالیستی به کار رفته در خودروهای دیزلی و واکنش حذف NO در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی در زیر ارائه شده است. تنها فرآورده مشترک این دو واکنش گاز نیتروژن است.



**عبارت (پ):** در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی، در واکنش حذف C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> و در واکنش حذف گازهای NO و NO<sub>۲</sub> بخار آب تولید می‌شود.

**عبارت (ت):** واکنش حذف NO و NO<sub>۲</sub> در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی:



مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های نیتروژن‌دار (NO، NO<sub>۲</sub>، NH<sub>۳</sub>) برابر ۴ و ضریب استوکیومتری آب برابر ۳ است؛ از این رو مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های نیتروژن‌دار،  $\frac{4}{3}$  برابر ضریب استوکیومتری آب است.

گزینه (۴)



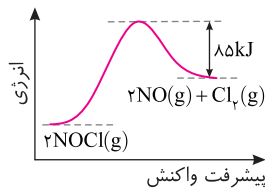
**تست ۳۲** هرگاه در یک واکنش در حالت تعادل در دمای ثابت، ..... را ..... دهیم، واکنش در جهت ..... تا آنجا پیش می‌رود که به تعادل ..... برسد.

مربوط به تست ۹ - آزمون ۲۶

- (۱) حجم ظرف - کاهش - شمار مول‌های گاز بیشتر - جدید  
 (۲) حجم ظرف - افزایش - شمار مول‌های گاز بیشتر - جدید  
 (۳) فشار - کاهش - شمار مول‌های گاز کمتر - آغازی  
 (۴) فشار - افزایش - شمار مول‌های گاز کمتر - آغازی

**پاسخ:** کاهش حجم یک سامانه تعادلی یا افزایش فشار در آن، سبب جابه‌جایی تعادل به سمت تعداد مول‌های کمتر شده تا جایی که تعادل جدید برقرار شود. همچنین افزایش حجم یک سامانه تعادلی یا کاهش فشار در آن، سبب جابه‌جایی تعادل در جهت تعداد مول‌های بیشتر شده و تعادل جدید برقرار می‌شود.

گزینه (۲)



**تست ۳۳** با توجه به نمودار روبه‌رو که به واکنش  $2\text{NOCl}(g) \rightarrow 2\text{NO}(g) + \text{Cl}_2(g)$  مربوط است، اگر در این واکنش به ازای تولید ۴۵ گرم گاز نیتروژن مونوکسید،  $52/5 \text{ kJ}$  گرما از محیط به سامانه منتقل شود، مقدار  $E_a$  این واکنش بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟  
 ( $N=14, O=16: \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

مربوط به تست ۴ - آزمون ۲۷

- (۱) ۱۵  
 (۲) ۱۵۵  
 (۳) ۲۵۵  
 (۴) ۵۵

**پاسخ:** ابتدا آنتالپی واکنش را محاسبه می‌کنیم. از آنجا که طی واکنش گرما از محیط به سامانه منتقل می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که واکنش گرماگیر بوده و در نتیجه  $\Delta H$  آن مثبت است.

$$\Delta H(\text{واکنش}) = 2 \text{ mol NO} \times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{52/5 \text{ kJ}}{45 \text{ g NO}} = 70 \text{ kJ}$$

$$\frac{2 \times 30 \times 52/5}{45} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{2 \times 30 \times 52/5}{45} = \frac{2 \times 30 \times 7}{6} = 10 \times 7 = 70$$

سپس به کمک  $\Delta H$  واکنش و انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را به دست می‌آوریم:

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow 70 = E_a(\text{رفت}) - 85 \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 155 \text{ kJ}$$

گزینه (۲)

NO	فرمول شیمیایی آلاینده	
۱/۰۴	در غیاب قطعه	مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر
۰/۰۴	در حضور قطعه	

**تست ۳۴** جدول زیر مقدار آلاینده‌ها را در حضور و غیاب یک مبدل کاتالیستی

نشان می‌دهد. اگر فرض کنیم که در یک شهر ۸ میلیون خودرو در روز تردد می‌کنند و هر خودرو به طور میانگین ۴۵ km مسافت را طی می‌کند، در نتیجه واکنش همه گاز NO حذف شده توسط مبدل با مقدار کافی از گاز اکسیژن، روزانه چند مترمکعب گاز قهوه‌ای رنگ در شرایط STP

تولید می‌شود؟ ( $N=14, O=16: \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

- مربوط به تست ۶ - آزمون ۲۸
- (۱) ۶۴۸۰۰  
 (۲) ۸۰۶۴۰۰  
 (۳) ۲۸۶۸۰۰  
 (۴) ۲۶۸۸۰۰

**پاسخ:** ابتدا جرمی از NO که توسط مبدل کاتالیستی خودروها حذف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g NO} = 1 \text{ روز} \times \frac{8 \times 10^6 \text{ خودرو}}{1 \text{ روز}} \times \frac{45 \text{ km}}{1 \text{ خودرو}} \times \frac{(1/04 - 0/04) \text{ g NO}}{1 \text{ km مسافت}} = 3/6 \times 10^8 \text{ g NO}$$

سپس حجم گاز  $\text{NO}_2$  تولید شده در صورت واکنش NO و  $\text{O}_2$  را در شرایط STP به دست می‌آوریم:

$$2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$$

$$? \text{ m}^3 \text{NO}_2 = 3/6 \times 10^8 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{2 \text{ mol NO}_2}{2 \text{ mol NO}} \times \frac{22/4 \text{ L NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{NO}_2}{10^3 \text{ L NO}_2} = 268800 \text{ m}^3 \text{NO}_2$$

روش اول (ضریب تبدیل):

$$\frac{\text{جرم NO مصرفی}}{\text{جرم مولی NO}} = \frac{\text{لیتر NO}_2 \text{ تولیدی}}{22/4} \Rightarrow \frac{3/6 \times 10^8}{2 \times 30} = \frac{x}{2 \times 22/4} \Rightarrow x = 268800000 \text{ L} = 268800 \text{ m}^3$$

روش دوم (تناسب):

گزینه (۴)

## پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۶

تست ۳۵

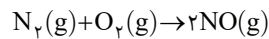
عبارت کدام گزینه نادرست است؟

مربوط به تست ۱۳ - آزمون ۲۹

(۱) واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های  $C_xH_y$  و  $CO$  هر دو گرماده هستند.(۲) از واکنش مستقیم فراوان‌ترین گاز هواکره با گاز اکسیژن در موتور خودرو در دمای بالای  $1000^\circ C$ ، گاز نیتروژن دی‌اکسید تولید می‌شود.

(۳) برای افزایش کارایی مبدل‌های کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه‌های ریز درمی‌آورند و کاتالیزورها را روی سطح آن می‌نشانند.

(۴) واکنش‌های انجام شده در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی، از نوع «اکسایش - کاهش» هستند.

پاسخ: فراوان‌ترین گاز هواکره، نیتروژن است که در موتور خودرو، در دمای بالاتر از  $1000^\circ C$  با گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و نیتروژن مونوکسید ( $NO$ ) تولید می‌شود:

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های  $C_xH_y$  و  $CO$  به صورت زیر می‌باشند که هر دو از نوع سوختن بوده و گرماده هستند:

گزینه (۳): برای افزایش کارایی و افزایش سطح تماس مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش‌های ریز درمی‌آورند و کاتالیزورها را روی سطح آن می‌نشانند.

گزینه (۴): در موتور خودروهای دیزلی علاوه بر واکنش‌های حذف آلاینده‌های  $C_xH_y$  و  $CO$ ، واکنش حذف  $NO$  و  $NO_2$  نیز صورت می‌گیرد. همگی این واکنش‌ها

از نوع «اکسایش - کاهش» هستند.

گزینه (۲)

تست ۳۶

کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند؟

مربوط به تست ۲۰ - آزمون ۲۹

الف) به طور معمول، بیشتر پلاستیک‌ها پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند.

ب) چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به آب و هوا و مقاومت در برابر خوردگی از جمله ویژگی‌های پلاستیک‌هاست.

پ) در اثر واکنش جزء اصلی سازنده گاز طبیعی با بخار آب، فرآورده‌هایی تولید می‌شود که برای تولید صنعتی متانول، از آن‌ها استفاده می‌شود.

ت) متانول مایعی بی‌رنگ و بسیار سمی است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد.

(۱) الف)، ب) و ت) (۲) الف) و پ)

(۳) پ) و ت) (۴) ب)، پ) و ت)

پاسخ: عبارت‌های ب)، پ) و ت) درست هستند. بررسی عبارت الف): پلاستیک‌ها موادی هستند که اغلب آن‌ها در برابر خوردگی مقاوم بوده و ماندگار هستند و برای مدت طولانی در طبیعت باقی می‌مانند.

گزینه (۴)

تست ۳۷

چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

مربوط به تست ۲ - آزمون ۳۰

الف) در گرافیت هر اتم کربن با ۳ و در الماس هر اتم کربن با ۴ اتم دیگر پیوند اشتراکی برقرار کرده است.

ب) در گرافیت هر اتم کربن از طریق یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سایر اتم‌ها متصل است.

پ) برای ذوب کردن یک قطعه گرافیت باید بر پیوند کووالانسی بین لایه‌ها غلبه کرد.

ت) نوع پیوندهای میان اتم‌های کربن در الماس و گرافیت به ترتیب مشابه سیکلوهگزان و بنزن است.

۱ (۱) ۲ (۲)

۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: فقط عبارت پ) نادرست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت‌های الف) و ب): در گرافیت، هر اتم کربن با یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سه اتم کربن دیگر متصل شده است. این در حالی است که در الماس، هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به چهار اتم کربن دیگر متصل می‌باشد.

عبارت پ): در گرافیت، میان لایه‌ها نیروی بین‌مولکولی از نوع وان‌دروالسی وجود دارد. برای ذوب کردن گرافیت، باید بر تعدادی از پیوندهای کووالانسی میان اتم‌های کربن غلبه نمود.

عبارت ت): در گرافیت و بنزن، پیوند میان اتم‌های کربن از نوع یگانه و دوگانه است، ولی در الماس و سیکلوهگزان، پیوند میان اتم‌های کربن فقط از نوع یگانه می‌باشد.

گزینه (۱)



تست ۳۸

در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  در ظرفی به حجم ۲ لیتر،  $0.51$  گرم آمونیاک براساس واکنش  $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$  تجزیه می‌شود و پیشرفت واکنش تا رسیدن به تعادل،  $80\%$  است، در این صورت، مقدار عددی ثابت تعادل واکنش به تقریب کدام است؟ ( $H=1, N=14: \text{g.mol}^{-1}$ )

مربوط به تست ۱۳ - آزمون ۳۰

$$\begin{aligned} (1) & 3/9 \times 10^{-3} \\ (2) & 3/9 \times 10^{-3} \\ (3) & 7/7 \times 10^{-3} \\ (4) & 7/7 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

پاسخ:

$$2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$$

مول اولیه	$0.3$	$0$	$0$
مول تعادلی	$0.3 - 2x$	$3x$	$x$

$$? \text{ mol NH}_3 = 0.51 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} = 0.03 \text{ mol NH}_3$$

$$\text{مقدار آمونیاک مصرف شده} = \frac{(2x) \text{ mol}}{0.03 \text{ mol}} \times 100 = 80 \Rightarrow x = 0.012$$

$$[\text{NH}_3] = \frac{(0.03 - 2(0.012)) \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{(3 \times 0.012) \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{N}_2] = \frac{(0.012) \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{H}_2]^3 [\text{N}_2]}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{(1.8 \times 10^{-2})^3 (6 \times 10^{-3})}{(3 \times 10^{-3})^2} = 3/9 \times 10^{-3}$$

میانبرهای تستی

$$\frac{(1/8 \times 10^{-2})^3 (6 \times 10^{-3})}{(3 \times 10^{-3})^2} = ? \xrightarrow[\text{و ساده کردن}]{\text{دسته بندی}} \frac{1/8^3 \times 6 \times 10^{-6} \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 0.2 \times 1/8^2 \times 6 \times 10^{-3} \xrightarrow[\text{به جای } 1/8 \text{ عدد } 2 \text{ قرار گیرد.}]{\text{با توجه به گزینه ها تخمین می زنیم}} 0.2 \times 2^2 \times 6 \times 10^{-3} = 4/8 \times 10^{-3}$$

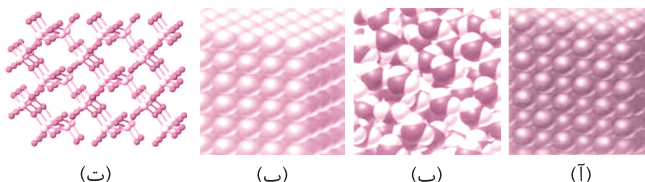
پاسخ اندکی کوچک تر از  $4/8 \times 10^{-3}$  است. (پاسخ:  $3/9 \times 10^{-3}$ )

گزینه (۲)

تست ۳۹

با توجه به شکل‌های زیر که هریک نمایی از یک نوع جامد بلوری است، پاسخ صحیح سه پرسش زیر به ترتیب در کدام گزینه بیان شده است؟

مربوط به تست ۸ - آزمون ۳۱



الف) کدام نوع جامد در حالت مذاب، بدون تجزیه شدن، جریان برق را از خود عبور می‌دهد؟

ب) کدام نوع جامد دمای ذوب و جوش بسیار بالایی دارد و به حالت مذاب رسانای جریان برق نیست؟

پ) کدام نوع جامد می‌تواند دمای ذوب کمتری نسبت به سیلیس داشته باشد و با انحلال در آب رسانایی الکتریکی آن را افزایش دهد؟

(۱) (آ)، (ت) و (پ) (۲) (پ)، (ت) و (آ)

(۳) (پ)، (ب) و (پ) (۴) (آ)، (ب) و (آ)

پاسخ: شکل‌های (آ) تا (ت) به ترتیب نمایی از جامدهای یونی، مولکولی، فلزی و کووالانسی هستند. با توجه به آن‌ها هریک از پرسش‌ها را بررسی می‌کنیم:

پرسش (الف): جامدهای فلزی و یونی، در حالت مذاب رسانای جریان برق‌اند. جامدهای فلزی برخلاف جامدهای یونی، در حالت مذاب، بدون تجزیه شدن، جریان برق را از خود عبور می‌دهند.

توجه: عبور جریان برق از ترکیب‌های یونی در حالت مذاب، سبب تجزیه آن‌ها به عناصر سازنده‌شان می‌شود؛ پدیده‌ای که به آن برقکافت می‌گویند.

پرسش (ب): جامدهای کووالانسی، دمای ذوب و جوش بسیار بالایی دارند و به حالت مذاب، برخلاف ترکیب‌های یونی، رسانای جریان برق نیستند. پرسش (پ): در

حالت کلی، ترکیب‌های یونی، نقطه ذوب پایین‌تری نسبت به جامدهای کووالانسی، مانند سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) دارند و با انحلال آن‌ها در آب، شمار یون‌های موجود در آب

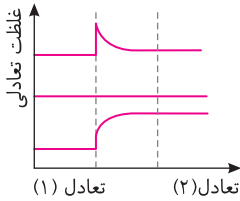
افزایش و در نتیجه، رسانایی الکتریکی افزایش می‌یابد.

گزینه (۲)

کدام مورد (موارد) زیر، سبب می‌شود، نمودار غلظت گونه‌های تعادلی برای واکنش  $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(s)$  به صورت زیر تغییر کند؟

تست ۴۰

مربوط به تست ۱۶ - آزمون ۳۲



(۱) کاهش حجم سامانه

(۲) افزایش دما

(۳) افزایش فشار - افزایش دما

(۴) کاهش حجم ظرف - اضافه کردن مقداری A به سامانه

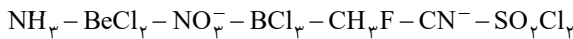
**پاسخ:** با توجه به اینکه تعداد مول گازی در سمت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است، بنابراین با کاهش حجم (یا افزایش فشار)، واکنش در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی در جهت تولید فراورده‌ها جابه‌جا شده و در نتیجه غلظت تعادلی ماده A نسبت به لحظه اعمال تغییر کاهش و غلظت تعادلی ماده B نسبت به لحظه اعمال تغییر افزایش می‌یابد. توجه داشته باشید که غلظت ماده C ثابت است؛ زیرا غلظت مواد جامد و مایع خالص به مقدار آن‌ها وابسته نیست. بررسی سایر تغییرات: با تغییر دما، غلظت گونه‌های تعادلی تغییر می‌کند و تغییر غلظت لحظه‌ای نداریم. همچنین با اضافه کردن یک ماده گازی به ظرف واکنش، در لحظه اعمال تغییر، فقط باید غلظت همان ماده افزایش یابد.

گزینه (۱)

مربوط به تست ۴ - آزمون ۳۳

با توجه به گونه‌های داده شده، کلمات کدام گزینه برای تکمیل کردن هر سه عبارت مناسب است؟

تست ۴۱



(الف) در بین گونه‌های داده شده، اتم‌های ..... گونه را می‌توان روی یک صفحه جای داد.

(ب) در ..... گونه، گشتاور دوقطبی برابر با صفر است.

(پ) در ..... گونه، احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف اتمی با عدد اتمی کمتر بیشتر است.

۲ - ۳ - ۵ (۲)

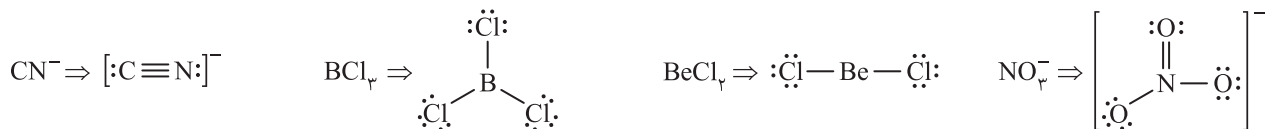
۱ - ۳ - ۴ (۱)

۲ - ۲ - ۵ (۴)

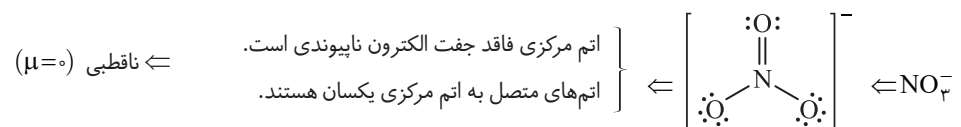
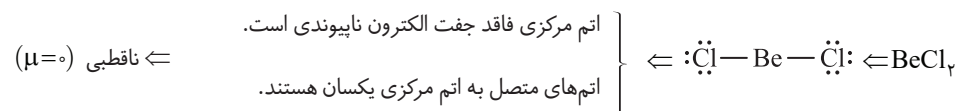
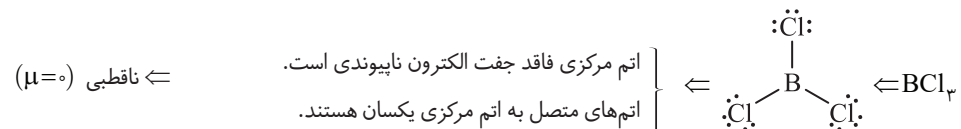
۱ - ۲ - ۴ (۳)

**پاسخ:** بررسی پرسش‌ها:

**پرسش (الف):** در همه گونه‌های دو یا سه اتمی، همه اتم‌ها روی یک صفحه قرار می‌گیرند. در گونه‌های چهار اتمی که اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است، همه اتم‌ها روی یک صفحه قرار می‌گیرند. با توجه به توضیحات ارائه شده، در گونه‌های  $NO_3^-$ ،  $BeCl_2$ ،  $BCl_3$ ،  $CN^-$  و  $NO_3^-$ ، همه اتم‌ها روی یک صفحه قرار می‌گیرند.



**پرسش (ب):** گونه‌هایی که اتم مرکزی در آن‌ها فاقد الکترون ناپیوندی است و اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان هستند، ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است.



**پرسش (پ):** در گونه‌هایی که اتم با عدد اتمی کمتر، خصلت نافلزی بیشتری از دیگر اتم‌ها دارد، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی در اطراف آن بیشتر است. پس تنها در  $SO_4^{2-}$  چنین شرایطی وجود دارد؛ زیرا اتم اکسیژن کمترین عدد اتمی و بیشترین خصلت نافلزی را میان سایر اتم‌های این گونه دارد.

گزینه (۱)

۴۲ تست اگر به مقداری از محلول ۰/۱۵ مولار از نمک یکی از کاتیون‌های وانادیم به رنگ بنفش، ۱۶۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۶۲۵ مولار نقره نیترات اضافه کنیم تا به طور کامل واکنش دهند و رنگ محلول نهایی به سبز تبدیل شود، در این فرایند، چند گرم نقره در کف ظرف تشکیل شود؟

مربوط به تست ۸ - آزمون ۳۳

$$(Ag=108g.mol^{-1})$$

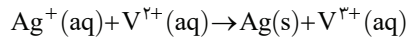
۱۶/۵ (۴)

۵/۷ (۳)

۲۱/۲ (۲)

۱۰/۸ (۱)

پاسخ: محلول‌های حاوی یون‌های وانادیم (II) و وانادیم (III) به ترتیب به رنگ بنفش و سبز هستند. با توجه به توضیحات تست، معادله واکنش را می‌نویسیم:



روش اول (ضریب تبدیل): به کمک حجم و غلظت محلول نقره نیترات، مقدار نقره تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Ag = 160 mL \text{ محلول} \times \frac{1 L \text{ محلول}}{1000 mL \text{ محلول}} \times \frac{0.625 mol Ag^+}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{1 mol Ag}{1 mol Ag^+} \times \frac{108 g Ag}{1 mol Ag} = 10.8 g Ag$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{لیتر محلول مصرفی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Ag تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{108 \times 0.625 \times 0.16}{1} = \frac{x \times 1}{1} \Rightarrow x = 10.8 g Ag$$

گزینه (۱)

## پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۷

تست ۴۳

کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

مربوط به تست ۳ - آزمون ۳۵

- (۱) کلوئیدها مخلوط‌هایی ناهمگن و پایدار هستند که ذرات سازنده آن‌ها، توده‌های مولکولی یا یونی است.  
 (۲) برابر شدن انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت، از شرایط برقراری تعادل است.  
 (۳) pH محیط روده از pH محیط معده در حالت استراحت و خون بیشتر است.  
 (۴) در محلول اسیدهای ضعیف تک پروتون‌دار، تعداد یون‌های هیدرونیوم همواره کمتر از تعداد مولکول‌های اسید اولیه است.

پاسخ: شرط برقراری تعادل، برابر شدن سرعت واکنش‌های رفت و برگشت و در نتیجه ثابت ماندن غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در یک سامانه بسته است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۳): در حالت طبیعی، pH محیط روده و خون به ترتیب برابر ۸/۵ و ۷/۴ و pH محیط معده در حالت استراحت برابر ۳/۷ است. پس pH محیط روده از pH محیط معده در حالت استراحت و خون بیشتر است.

گزینه (۴): در اسیدهای ضعیف تک‌پروتون‌دار، همه مولکول‌های اسید یونیده نمی‌شوند، از این رو در محلول آن‌ها، تعداد یون‌های هیدرونیوم (aq) کمتر از تعداد مولکول‌های اسید اولیه است.

گزینه (۲)

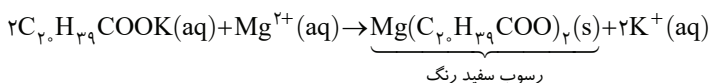
تست ۴۴

اگر از واکنش ۳/۶۲ گرم از یک پاک‌کننده صابونی با فرمول  $C_{17}H_{35}COOK$  با مقدار اضافی از محلولی که حاوی یون‌های منیزیم است،  $1/675$  گرم رسوب سفید رنگ ایجاد شود، بازده درصدی واکنش کدام است؟ ( $C=12, H=1, O=16, K=39, Mg=24: g \cdot mol^{-1}$ )

مربوط به تست ۲ - آزمون ۳۶

(۲) ۵۰  
(۴) ۸۵(۱) ۶۵  
(۳) ۷۰

پاسخ: معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



$$\text{روش اول (کسر تبدیل):} \quad R = \%50 \Rightarrow \text{رسوب } 1 \text{ g} = \frac{R}{100} \times \frac{670 \text{ g رسوب}}{1 \text{ mol رسوب}} \times \frac{1 \text{ mol رسوب}}{2 \text{ mol صابون}} \times \frac{1 \text{ mol صابون}}{362 \text{ g صابون}} \times 362 \text{ g رسوب} = 362 \text{ g رسوب} \times \frac{R}{100} = 362 \text{ g رسوب} \times \%50$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{R}{100} = \frac{362 \times R}{100} = \frac{1675}{2 \times 362} = \frac{1675}{724} \Rightarrow R = \%50$$

گزینه (۲)

تست ۴۵

اگر غلظت مولی محلولی از اسید ضعیف HA برابر با ۱/۲ و غلظت مولی محلولی از اسید ضعیف HB برابر با ۳/۲ و pH محلول HA به اندازه ۱/۳ واحد کوچک‌تر از pH محلول HB باشد، درصد یونش HA به تقریب چند برابر درصد یونش HB است؟

مربوط به تست ۶ - آزمون ۳۶

(۲) ۳۷/۳  
(۴) ۳۵/۳(۱) ۵۳/۳  
(۳) ۷۳/۳

پاسخ:

$$pH_{HB} = 1/3 + pH_{HA} \Rightarrow -\log[H^+]_{HB} = 1/3 - \log[H^+]_{HA} \Rightarrow \log[H^+]_{HA} - \log[H^+]_{HB} = 1/3$$

$$\Rightarrow \log \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HB}} = 1/3 \Rightarrow \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HB}} = 10^{1/3} = 10^{0.333} = 2.15 \approx 2$$

برای اسید HA و HB داریم:

$$[H^+]_{HA} = M_{HA} \alpha_{HA} \Rightarrow [H^+]_{HA} = 1/2 \alpha_{HA}$$

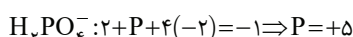
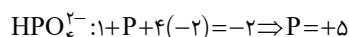
$$[H^+]_{HB} = M_{HB} \alpha_{HB} \Rightarrow [H^+]_{HB} = 3/2 \alpha_{HB} \Rightarrow \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HB}} = \frac{1/2 \alpha_{HA}}{3/2 \alpha_{HB}} = 2 \Rightarrow \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}} = 53/3$$

گزینه (۱)

- (الف) در تبدیل آنیون  $\text{HPO}_4^{2-}$  به  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  عدد اکسایش اتم مرکزی، یک واحد تغییر می‌کند.  
 (ب) در تبدیل هر یون دی کرومات ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) به کروم (III) اکسید، شش الکترون مبادله می‌شود.  
 (پ) در واکنش  $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ، اتم یک عنصر، هم کاهنده و هم اکسنده است.  
 (ت) در واکنش  $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s})$ ، گاز کلر کاهنده و یون‌های یدید نقش اکسنده را دارد.  
 (ث) عدد اکسایش اتم کربن عامل کربونیل در همه کتون‌ها برابر (+۲) است.

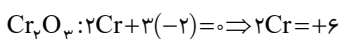
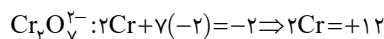
۳ (۲)	۲ (۱)
۵ (۴)	۴ (۳)

پاسخ: عبارت‌های (ب) و (ث) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:



عبارت (الف):

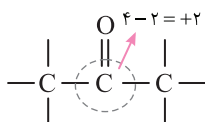
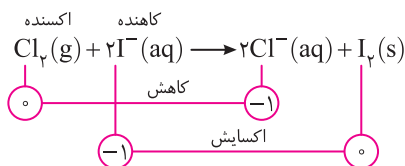
عبارت (ب): در یون دی کرومات ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) و کروم (III) اکسید، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن یکسان و برابر (-۲) است، پس تفاوت مجموع عدد اکسایش اتم‌های کروم نشان‌دهنده تعداد الکترون‌های مبادله شده در فرایند تبدیل یون دی کرومات ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) به کروم (III) اکسید است.



طی این فرایند، ۶ الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

عبارت (پ): طی واکنش، عدد اکسایش هیچ کدام از اتم‌ها تغییر نمی‌کند، پس واکنش از نوع اکسایش - کاهش نیست و در آن گونه اکسنده و کاهنده وجود ندارد.

عبارت (ت): طی واکنش، عدد اکسایش اتم‌های کلر ( $\text{Cl}_2$ ) کاهش و عدد اکسایش یون‌های یدید ( $\text{I}^-$ ) افزایش می‌یابد، پس  $\text{Cl}_2(\text{g})$  گونه اکسنده و  $\text{I}^-(\text{aq})$  گونه کاهنده است.



عبارت (ث): در گروه عاملی کربونیل در کتون‌ها، اتم کربن گروه عاملی با یک پیوند دوگانه به یک اتم اکسیژن و با دو پیوند یگانه به دو اتم کربن متصل است. بنابراین عدد اکسایش اتم کربن گروه عاملی کربونیل در همه کتون‌ها یکسان و برابر (+۲) است.

گزینه (۱)

- (۱) در هر واحد فرمولی از اسید سازنده پلیمر PET، مجموعاً ۱۸ اتم وجود دارد.  
 (۲) پارازایلن همانند ترفتالیک اسید می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل بدهد.  
 (۳) از بین «بنزن، اتیلن گلیکول، گازوئیل و پارازایلن» فقط یک مورد به‌طور مستقیم از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آید.  
 (۴) زنجیره مولکولی پلی‌پروپن مانند زنجیره مولکولی پلی‌اتن سبک، بدون شاخه است.

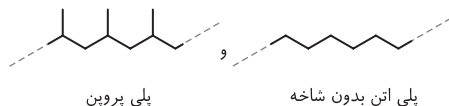
پاسخ: اسید سازنده پلی‌اتیلن ترفتالات (PET)، ترفتالیک اسید با فرمول شیمیایی  $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$  است و در هر واحد فرمولی آن ۱۸ اتم وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): فرمول مولکولی پارازایلن به‌صورت  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  بوده و در آن اتم هیدروژن متصل به یکی از اتم‌های O، N و F وجود ندارد؛ پس پارازایلن با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی ایجاد نمی‌کند.

گزینه (۳): بنزن، پارازایلن و گازوئیل برخلاف اتیلن گلیکول به‌طور مستقیم از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آیند.

گزینه (۴): در زنجیره مولکولی پلی‌پروپن برخلاف پلی‌اتن سبک (بدون شاخه)، اتم‌های کربن یکی در میان دارای شاخه متیل هستند.



گزینه (۱)

تست ۴۸

فلز کلسیم براساس معادله  $\text{Ca(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{CaCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$  با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. یک قطعه ۶۰ گرمی از فلز کلسیم را در ۳ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با  $\text{pH} = 1/15$  می‌اندازیم. در لحظه‌ای که جرم کلسیم کلرید تولید شده به ۸/۳۲۵ گرم

برسد،  $\text{pH}$  محلول هیدروکلریک اسید باقی مانده در ظرف کدام است؟  $(\text{Ca} = 40, \text{Cl} = 35/5; \text{g.mol}^{-1})$  **مربوط به تست ۶ - آزمون ۳۸**

۲/۳ (۴)

۰/۸ (۳)

۱/۲ (۲)

۱/۷ (۱)

**پاسخ:** ابتدا مقدار مول  $\text{H}^+(\text{aq})$  موجود در ۳ لیتر محلول هیدروکلریک اسید اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 1/15 \Rightarrow M_{\text{HCl}} = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/15} = 10^{0/85-2} = 7 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol HCl اولیه} = 3 \text{ L} \times 7 \times 10^{-2} \text{ mol HCl} = 0/21 \text{ mol HCl}$$

سپس مقدار مول  $\text{HCl}$  مصرفی برای تولید ۸/۳۲۵ گرم کلسیم کلرید را محاسبه کرده و به کمک آن و مقدار مول اولیه  $\text{HCl}$ ، مقدار مول  $\text{HCl}$  موجود در محلول نهایی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol HCl (مصرفی)} = 8/325 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 0/15 \text{ mol HCl}$$

$$\text{HCl باقی مانده در محلول} = 0/21 - 0/15 = 0/06 \text{ mol HCl}$$

اکنون غلظت  $\text{HCl}$  در محلول نهایی را محاسبه کرده و سپس  $\text{pH}$  آن را به دست می‌آوریم:

$$M_{\text{HCl}} = [\text{H}^+] = \frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/06 \text{ (mol)}}{3 \text{ (L)}} = 0/02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0/02 = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0/3 = 1/7$$

برای محاسبه مقدار مول  $\text{HCl}$  مصرفی داریم: **میانبر هاستی**

$$\frac{8/325 \times 2}{111} = ? \xrightarrow[\text{به جای ۸/۳۲۵ و ۱۱۱ اعداد ۱۱۰ و ۱۱۰}]{\text{تخمین زدن و ساده کردن}} \frac{8/25 \times 2}{110} = \frac{0/75 \times 2}{10} = 0/15$$

گزینه (۱)

## پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۸

**تست ۴۹** اگر انحلال پذیری سدیم کلرید در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  در آب برابر  $36$  گرم و چگالی محلول سیرشده آن برابر  $1.17\text{g.mL}^{-1}$  باشد، به ترتیب از راست به چپ درصد جرمی و غلظت مولی محلول سیرشده سدیم کلرید به تقریب کدام است؟ ( $\text{Na}=23, \text{Cl}=35.5:\text{g.mol}^{-1}$ )

مربوط به تست ۱۷ - آزمون ۳۹

- (۱)  $36 - 7/2$       (۲)  $26/5 - 5/3$       (۳)  $36 - 5/3$       (۴)  $26/5 - 7/2$

**پاسخ:** از آنجا که انحلال پذیری سدیم کلرید در آب در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  برابر  $36$  گرم است، یعنی در این دما،  $36$  گرم  $\text{NaCl}$  در  $100$  گرم آب حل شده و جرم محلول سیر شده حاصل برابر  $136$  گرم است، بنابراین درصد جرمی محلول برابر است با:

$$\text{درصد جرمی NaCl} = \frac{\text{جرم NaCl}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{36}{136} \times 100 = 26/5\%$$

اکنون که درصد جرمی را محاسبه کردیم، به کمک چگالی محلول سیرشده و جرم مولی حل شونده می‌توانیم غلظت مولی محلول را به دست آوریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right) \times (\text{درصد جرمی} \times 10) \times 10^{-3}}{\text{جرم مولی حل شونده}} = \frac{1.17 \times 26/5 \times 10}{58.5} = 5/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

محاسبه قسمت اول: **میانبرهای آسان**

پاسخ اندکی از  $25$  بزرگ‌تر است. (پاسخ:  $26/5$ )  
 به جای  $36$ ، عدد  $34$  قرار گیرد. تخمین زدن و ساده کردن  $\frac{36 \times 100}{136} = ?$   $\rightarrow \frac{9 \times 100}{34} = 26$   $\rightarrow \frac{9 \times 100}{34} = 26$  ساده کردن  $\frac{36 \times 100}{136} = ?$

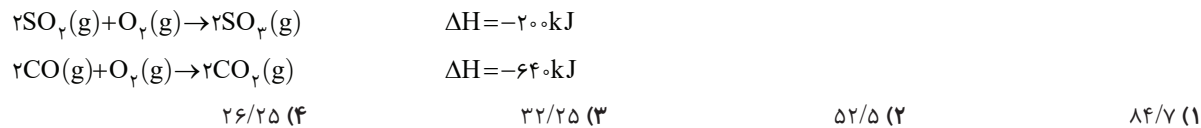
محاسبات قسمت دوم: از  $26/5\%$  که در قسمت قبل به دست آمده استفاده می‌کنیم:

پاسخ نزدیک به عدد  $5$  است. (پاسخ:  $5/3$ )  
 به جای  $1/17$  و  $58/5$  اعداد  $1/2$  و  $60$  قرار گیرد. تخمین زدن و ساده کردن  $\frac{1.17 \times 26/5 \times 10}{58.5} = ?$   $\rightarrow \frac{10 \times 1/2 \times 26}{60} = 25 \times 0/2 = 5$

گزینه (۲)

**تست ۵۰** با توجه به واکنش‌های گرما شیمیایی زیر، گرمای حاصل از اکسایش کامل  $67/2$  لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید در شرایط STP با گرمای حاصل از سوختن چند گرم کربن مونوکسید برابر است؟ ( $\text{C}=12, \text{O}=16:\text{g.mol}^{-1}$ )

مربوط به تست ۸ - آزمون ۴۰



**پاسخ:** ابتدا گرمای حاصل از اکسایش کامل  $67/2$  لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید را محاسبه می‌کنیم:  $67/2 \text{ L SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{22.4 \text{ L SO}_2} \times \frac{200 \text{ kJ}}{2 \text{ mol SO}_2} = 300 \text{ kJ}$

سپس محاسبه می‌کنیم که این مقدار گرما معادل گرمای حاصل از سوختن چند گرم کربن مونوکسید است:

$$? \text{ g CO} = 300 \text{ kJ} \times \frac{2 \text{ mol CO}}{640 \text{ kJ}} \times \frac{28 \text{ g CO}}{1 \text{ mol CO}} = 26/25 \text{ g CO}$$

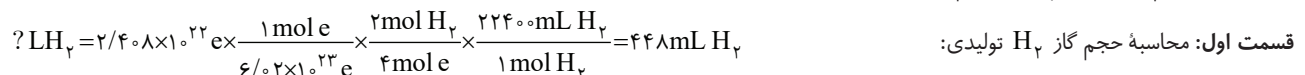
گزینه (۴)

**تست ۵۱** اگر برای برقکافت مقداری آب،  $2/40.8 \times 10^{22}$  الکترون در نیم‌واکنش کاتدی سلول برقکافت آب مصرف شود، چند میلی‌لیتر گاز در شرایط STP در این نیم‌واکنش تولید شده و pH محلول اطراف آن کدام است؟ (حجم محلول باقی‌مانده در کاتد را  $400$  میلی‌لیتر در نظر بگیرید و گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

مربوط به تست ۶ - آزمون ۴۱

- (۱)  $13 - 896$       (۲)  $12/5 - 896$       (۳)  $13 - 448$       (۴)  $12/5 - 448$

**پاسخ:** معادله نیم‌واکنش انجام شده در نیم‌سلول کاتدی برقکافت آب به صورت روبه‌رو است:

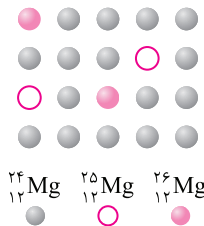


قسمت دوم: برای محاسبه pH محلول نیم‌سلول کاتدی، ابتدا مول  $\text{OH}^-$  تولیدی، سپس غلظت  $\text{OH}^-$  در محلول کاتدی و در آخر pH محلول نیم‌سلول کاتدی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol OH}^- = 2/40.8 \times 10^{22} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{4 \text{ mol OH}^-}{4 \text{ mol e}^-} = 0.04 \text{ mol OH}^-$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{\text{مول OH}^-}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.04 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0.1) = 1 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1 = 13$$

گزینه (۳)



۱۲۱۵ میلی‌گرم فلز منیزیم که فراوانی ایزوتوپ‌های آن به شکل روبه‌رو است را در مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، وارد می‌کنیم. در این واکنش چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید شده و چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (به ترتیب از راست به چپ)

مربوط به تست ۶ - آزمون ۴۲

$$۰/۱ - ۲/۲۴ (۲)$$

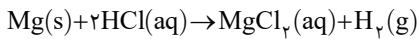
$$۰/۱ - ۱/۱۲ (۱)$$

$$۰/۰۵ - ۲/۲۴ (۴)$$

$$۰/۰۵ - ۱/۱۲ (۳)$$

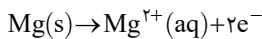
$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow \bar{M} = \frac{(24 \times 16) + (25 \times 2) + (26 \times 2)}{20} = 24/3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

پاسخ: ابتدا جرم مولی میانگین Mg را محاسبه می‌کنیم:



سپس طبق واکنش منیزیم با هیدروکلریک اسید داریم:

$$? \text{ L H}_2 = 1215 \times 10^{-3} \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24/3 \text{ g Mg}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 1.12 \text{ L H}_2$$



طبق نیم‌واکنش اکسایش منیزیم داریم:

$$? \text{ mol e}^- = 1215 \times 10^{-3} \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24/3 \text{ g Mg}} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Mg}} = 0.1 \text{ mol e}^-$$

گزینه (۱)

تست ۵۳

مخلوطی از گازهای پروپان و پروپن به جرم ۸۷ گرم را وارد محلول قرمز رنگ برم می‌کنیم. اگر در انتهای واکنش، ۱۶۷ گرم ترکیب آلی سیر شده باقی بماند، درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه کدام است؟ (C=۱۲, H=۱, Br=۸۰: g.mol<sup>-1</sup>)

مربوط به تست ۸ - آزمون ۴۳

$$۹۰ (۴)$$

$$۸۰ (۳)$$

$$۷۵ (۲)$$

$$۶۰ (۱)$$

پاسخ: پروپان (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) یک گاز سیر شده (آلکان) و پروپن (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>) یک گاز سیر نشده (آلکن) است. در این واکنش فقط گاز پروپن با محلول قرمز رنگ برم مطابق معادله «C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> + Br<sub>2</sub> → C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>Br» وارد واکنش می‌شود، پس اختلاف جرم مخلوط اولیه و ترکیب‌های آلی سیر شده نهایی برابر جرم برم شرکت کننده در واکنش با گاز پروپن است؛ بنابراین جرم Br<sub>2</sub> شرکت کننده برابر با ۸۰ (۸۷-۱۶۷) است. حال جرم گازهای پروپن و پروپان را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g C}_3\text{H}_6 = 80 \text{ g Br}_2 \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{160 \text{ g Br}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_6}{1 \text{ mol Br}_2} \times \frac{42 \text{ g C}_3\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_6} = 21 \text{ g C}_3\text{H}_6$$

$$\text{جرم گاز پروپان} = 87 - 21 = 66 \text{ g C}_3\text{H}_8$$

برای محاسبه درصد مولی پروپان باید مقدار مول هر دو گاز را محاسبه کنیم:

$$? \text{ mol C}_3\text{H}_8 = 66 \text{ g C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} = 1.5 \text{ mol C}_3\text{H}_8$$

$$? \text{ mol C}_3\text{H}_6 = 21 \text{ g C}_3\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_6}{42 \text{ g C}_3\text{H}_6} = 0.5 \text{ mol C}_3\text{H}_6$$

$$\text{بنابراین درصد مولی پروپان} = \frac{1.5}{1.5 + 0.5} \times 100 = 75\%$$

بنابراین درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه برابر است با:

گزینه (۲)

تست ۵۴

اگر آنتالپی پیوندهای H—H، N—H و N—N با یکای کیلوژول بر مول به ترتیب برابر ۴۳۵، ۳۸۹ و ۱۵۹ باشد، مطابق واکنش N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g) → 2NH<sub>3</sub>(g) به ازای مصرف ۲۱ گرم هیدرازین با درصد خلوص ۶۴٪ چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ (N=۱۴, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>)

مربوط به تست ۱۰ - آزمون ۴۳

$$۳۶۵/۴ (۴)$$

$$۲۴۲/۵ (۳)$$

$$۷۷/۲۸ (۲)$$

$$۸۷/۸ (۱)$$

پاسخ: ابتدا به کمک آنتالپی‌های پیوند داده شده، آنتالپی واکنش N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g) → 2NH<sub>3</sub>(g) را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش دهنده})$$

$$= [\Delta H(\text{N—N}) + 4\Delta H(\text{N—H}) + \Delta H(\text{H—H})] - [6\Delta H(\text{N—H})] = [159 + 4(389) + 435] - [6(389)] = -184 \text{ kJ}$$

اکنون گرمای حاصل از مصرف ۲۱ گرم هیدرازین (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) با خلوص ۶۴٪ را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ kJ} = 21 \text{ g N}_2\text{H}_4 \times \frac{64 \text{ g N}_2\text{H}_4}{100 \text{ g N}_2\text{H}_4} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4}{32 \text{ g N}_2\text{H}_4} \times \frac{184 \text{ kJ}}{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4} = 77/28 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم N}_2\text{H}_4 \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{21 \times 64}{1 \times 32} = \frac{Q}{184} \Rightarrow Q = 77/28 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

گزینه (۲)



پاسخ تشریحی سوال های مشابه فصل ۹

**تست ۵۵:** اگر در گونه  $X^{2-}$   $^{79}X$ ، تفاوت شمار نوترون ها و الکترون ها برابر ۹ باشد، به ترتیب از راست به چپ، عدد اتمی این عنصر برابر ..... بوده و در گروه ..... جدول دوره ای قرار دارد.

مربوط به تست ۲ - آزمون ۴۴

۱۶ - ۳۴ (۴)

۱۶ - ۳۲ (۳)

۱۴ - ۳۴ (۲)

۱۴ - ۳۲ (۱)

**پاسخ:** تعیین عدد اتمی عنصر X:

$$^{79}X^{2-} \Rightarrow \begin{cases} n+p=79 \\ n-e=9 \end{cases} \xrightarrow{e=p+2} \begin{cases} n+p=79 \\ n-(p+2)=9 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n+p=79 \\ n-p=11 \end{cases} \Rightarrow p=34$$

عدد اتمی عنصر X برابر ۳۴ است و آرایش الکترونی آن به صورت روبه رو می باشد:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2 4p^4$  الکترون ظرفیتی ۶ الکترون ظرفیتی است در گروه ۱۶ جدول دوره ای قرار دارد.

گزینه (۴)

**تست ۵۶:** در مقداری آب مقطر در دمای اتاق، جرم مشخصی از HCl را حل کرده و حجم محلول را به ۴۰۰ mL می رسانیم. pH مربوط به ۱/۱ لیتر از محلول نهایی برابر با ۱/۵ است. به ترتیب از راست به چپ، مقدار HCl اولیه چند گرم بوده است و نسبت غلظت یون هیدرونیوم به غلظت یون هیدروکسید در محلول کدام است؟ ( $Cl=35/5, H=1: g.mol^{-1}$ )

مربوط به تست ۲۶ - آزمون ۴۴

$9 \times 10^{-1} - 0/438$  (۴)

$1 \times 10^{-1} - 0/12$  (۳)

$9 \times 10^{-1} - 0/12$  (۲)

$1 \times 10^{-1} - 0/438$  (۱)

**پاسخ:** قسمت اول: حجم محلول تأثیری در pH آن ندارد. پس pH کل محلول نهایی برابر با ۱/۵ است. ابتدا غلظت مولی  $H_3O^+$  را به دست می آوریم:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-1/5} = 10^{-2+3/5} = 10^{-2} \times 10^{3/5} = 3 \times 10^{-2} \quad (\log 3 = 0/5 \Rightarrow 10^{0/5} = 3)$$

با توجه به اینکه HCl یک اسید قوی است، در آن  $\alpha=1$  است. در نتیجه می توان نوشت:  $[H_3O^+] = M\alpha \Rightarrow 3 \times 10^{-2} = M \times 1 \Rightarrow M = 3 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$  اکنون با داشتن غلظت اسید و حجم محلول، می توان مقدار اولیه HCl را محاسبه نمود:

$$? mol HCl = 400 mL \times \frac{1 L}{1000 mL} \times 3 \times 10^{-2} mol HCl = 0/438 g HCl$$

میانبرهای تستی

$$\frac{400 \times 3 \times 10^{-2} \times 36/5}{1000} = ? \xrightarrow[\text{و ساده کردن}]{\text{دسته بندی}} \frac{4 \times 3 \times 36 \times 10^2 \times 10^{-2}}{10^3} = 12 \times 36 \times 10^{-3} \xrightarrow[\text{پلکانی}]{\text{ضرب}} (10+2) \times 36 \times 10^{-3} = (360+72) \times 10^{-3} = 438 \times 10^{-3} = 0/438$$

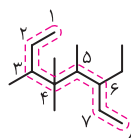
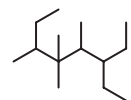
قسمت دوم: با توجه به اینکه حاصل ضرب غلظت یون هیدرونیوم در غلظت یون هیدروکسید برابر  $10^{-14}$  است، خواهیم داشت:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow (3 \times 10^{-2}) \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{3 \times 10^{-2}} = \frac{1}{3} \times 10^{-12} mol.L^{-1}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{3 \times 10^{-2}}{\frac{1}{3} \times 10^{-12}} = 9 \times 10^{10}$$

گزینه (۴)

مربوط به تست ۱۲ - آزمون ۴۵



گزینه (۱)

**تست ۵۷:** نام آیوپاک ترکیب آلی مقابل کدام است؟

(۱) اتیل - ۳، ۴، ۵ - تترا متیل اوکتان

(۲) ۲، ۵ - دی اتیل - ۳، ۴ - تری متیل هپتان

(۳) ۳، ۳، ۴ - تری متیل - ۲، ۵ - دی اتیل هپتان

(۴) ۳ - اتیل - ۴، ۵، ۶ - تترا متیل اوکتان

**پاسخ:** بلندترین زنجیر کربنی را که ۸ اتم کربن دارد، به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می کنیم. این زنجیر را از سمت چپ شماره گذاری می کنیم؛ زیرا عدد حاصل از شماره شاخه های فرعی مقدار کوچک تری دارد.

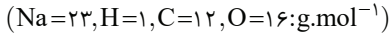
نام آلکان: ۶ - اتیل - ۳، ۴، ۵ - تترا متیل اوکتان

۵۸ تست اگر کربن دی‌اکسید حاصل از تجزیه ۲۰ گرم سدیم هیدروژن کربنات ( $\text{NaHCO}_3$ ) با خلوص ۷۰ درصد، در محلول لیتیم پراکسید ( $\text{Li}_2\text{O}_2$ ) کافی وارد شود و بازده درصدی واکنش دوم ۸۴ درصد باشد، چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود؟

مربوط به تست ۱۵ - آزمون ۴۶



$$933/3 \quad (3)$$



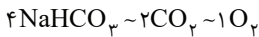
$$843/2 \quad (4)$$

پاسخ: روش اول (ضریب تبدیل):

$$\begin{aligned} ? \text{ mL O}_2 &= 20 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص}) \times \frac{70 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}_2} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \\ &\times \frac{1000 \text{ mL O}_2}{1 \text{ L O}_2} \times \frac{84}{100} = 784 \text{ mL O}_2 \end{aligned}$$

بازده درصدی

روش دوم (تناسب): برای حل سؤال به روش تناسب باید ضریب ماده مشترک ( $\text{CO}_2$ ) را با دو برابر کردن معادله (۱)، یکسان نمود. به این ترتیب می‌توان تناسب



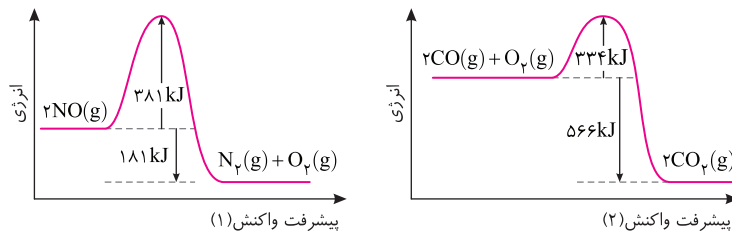
زیر را نتیجه گرفت:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100} = \frac{\text{میلی لیتر آزاد شده (STP)}}{22400 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{20 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{70}{100} \times \frac{84}{100}}{4 \times 84} = \frac{x \text{ mL O}_2}{1 \times 22400} \Rightarrow x = 784 \text{ mL O}_2 (\text{g})$$

گزینه (۲)

مربوط به تست ۳۳ - آزمون ۴۶

۵۹ تست با توجه به نمودارهای زیر، چه تعداد از عبارتهای زیر نادرست هستند؟



الف) این واکنش‌ها در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

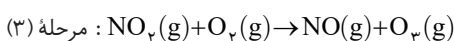
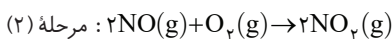
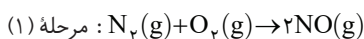
ب) انرژی فعال‌سازی مربوط به واکنش (۱)، به ازای مصرف یک مول  $\text{NO}(\text{g})$  برابر  $190/\text{kJ}$  است.

پ) واکنش مربوط به نمودار (۱) در جهت رفت یکی از مراحل تشکیل اوزون در لایه تروپوسفر است.

ت) تأثیر افزایش دما بر سرعت واکنش (۱) کمتر از واکنش (۲) است.

- |       |       |
|-------|-------|
| ۳ (۲) | ۲ (۱) |
| ۱ (۴) | ۴ (۳) |

پاسخ: عبارتهای (پ) و (ت) نادرست هستند. بررسی عبارتهای (الف): این واکنش‌ها به دلیل انرژی فعال‌سازی زیادی که دارند، در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند. عبارت (ب): انرژی فعال‌سازی مربوط به واکنش (۱)، به ازای مصرف یک مول  $\text{NO}(\text{g})$  برابر با  $381 \text{ kJ}$  است. در نتیجه به ازای مصرف هر مول  $\text{NO}(\text{g})$ ،  $190/\text{kJ}$  انرژی فعال‌سازی نیاز است. عبارت (پ): واکنش مربوط به نمودار (۱)، در جهت برگشت یکی از مراحل تشکیل اوزون در لایه تروپوسفر است.



عبارت (ت): هر چه انرژی فعال‌سازی یک واکنش بیشتر باشد، با افزایش دما، سرعت آن به میزان بیشتری افزایش می‌یابد، بنابراین چون انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) بیشتر است، تأثیر دما بر سرعت آن بیشتر است.

گزینه (۱)

مربوط به تست ۳۰ - آزمون ۴۷

با توجه به  $E^\circ$  های داده شده، چند مورد از واکنش‌های زیر در جهت طبیعی پیش می‌روند؟

$$E^\circ(\text{Pt}^{2+}(\text{aq})/\text{Pt}(\text{s})) = +1/2 \text{ V}, E^\circ(\text{Ag}^+(\text{aq})/\text{Ag}(\text{s})) = +0/8 \text{ V}, E^\circ(\text{Sn}^{2+}(\text{aq})/\text{Sn}^{4+}(\text{aq})) = +0/15 \text{ V}, E^\circ(\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})) = -0/44 \text{ V}$$

- الف)  $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Sn}^{4+}(\text{aq})$  ۱ (۱)  
 ب)  $\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Pt}(\text{s})$  ۲ (۲)  
 پ)  $\text{Pt}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s})$  ۳ (۳)  
 ت)  $\text{Fe}(\text{s}) + \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$  ۴ (۴)

پاسخ:

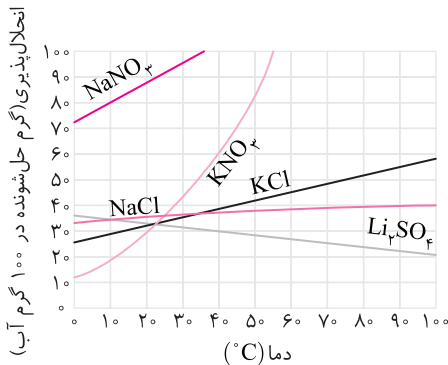
واکنش (الف) به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ زیرا  $\text{Sn}^{2+}$  در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از  $\text{Ag}$  قرار دارد و نقش کاهنده را ایفا می‌کند.  
 واکنش (ب) به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ زیرا  $\text{Ag}$  در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از  $\text{Pt}$  قرار دارد و نقش کاهنده را ایفا می‌کند.  
 واکنش (پ) به صورت خودبه‌خودی انجام نمی‌شود؛ زیرا  $\text{Pt}$  در سری الکتروشیمیایی بالاتر از  $\text{Fe}$  قرار دارد و نمی‌تواند نقش کاهنده را ایفا کند.  
 واکنش (ت) به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ زیرا  $\text{Fe}$  در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از  $\text{Sn}^{2+}$  قرار دارد و نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

گزینه (۳)

با توجه به شکل مقابل که مربوط به انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما است، پاسخ درست پرسش‌های زیر در کدام

مربوط به تست ۱۰ - آزمون ۴۸

گزینه آمده است؟



الف) در دمای  $40^\circ\text{C}$ ، در  $52^\circ\text{C}$  گرم محلول سیرشده لیتیم سولفات چند گرم نمک وجود دارد؟

ب) تأثیر دما بر انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر است یا پتاسیم نیترات؟  
 پ) برای چه تعداد از ترکیبات داده شده در نمودار می‌توان معادله انحلال پذیری برحسب دما، به صورت کلی « $y = ax + b$ » در نظر گرفت؟

- ۱)  $120 -$  سدیم نیترات - ۳  
 ۲)  $168 -$  پتاسیم نیترات - ۴  
 ۳)  $120 -$  پتاسیم نیترات - ۴  
 ۴)  $168 -$  سدیم نیترات - ۳

پاسخ: پاسخ درست پرسش‌ها: پرسش (الف): با توجه به نمودار، در دمای  $40^\circ\text{C}$ ، در  $13^\circ\text{C}$  گرم محلول سیرشده لیتیم سولفات،  $3^\circ\text{C}$  گرم نمک وجود دارد؛ پس خواهیم داشت:

$$? \text{ g Li}_2\text{SO}_4 = 52^\circ\text{C} \text{ محلول} \times \frac{3^\circ\text{C Li}_2\text{SO}_4}{13^\circ\text{C} \text{ محلول}} = 12^\circ\text{C Li}_2\text{SO}_4$$

پرسش (ب): تأثیر دما بر انحلال پذیری پتاسیم نیترات بیشتر از سدیم نیترات است؛ زیرا شیب نمودار انحلال پذیری برحسب دما برای پتاسیم نیترات بیشتر است.  
 پرسش (پ): معادله انحلال پذیری برحسب دما برای ترکیباتی که انحلال پذیری آن‌ها در آب برحسب دما به صورت خطی است را می‌توان به شکل کلی « $y = ax + b$ » در نظر گرفت.

گزینه (۳)

جدول زیر مربوط به نوعی ماده غذایی است. دوچرخه‌سواری به منظور طی کردن مسافتی معین به  $455$  کیلوژول انرژی نیاز دارد. این مقدار

مربوط به تست ۱۷ - آزمون ۴۸

انرژی با مصرف چند گرم از این ماده غذایی تأمین می‌شود؟

نوع و ارزش سوختی ( $\text{kJ.g}^{-1}$ )	چربی (۳۸)	کربوهیدرات (۱۷)	پروتئین (۱۷)
گرم در $100$ گرم از ماده غذایی	۳۰	۲۵	۱۵

۱۸ (۴) ۳۴ (۳) ۵۴ (۲) ۲۵ (۱)

پاسخ: ابتدا ارزش سوختی ماده غذایی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ارزش سوختی ماده غذایی} = \frac{(30 \times 38 \text{ kJ}) + (25 \times 17 \text{ kJ}) + (15 \times 17 \text{ kJ})}{100 \text{ g}} = 18/2 \text{ kJ.g}^{-1}$$

سپس جرمی از غذا که برای تأمین  $455$  کیلوژول باید مصرف شود را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g ماده غذایی} = 455 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ g ماده غذایی}}{18/2 \text{ kJ}} = 25 \text{ g ماده غذایی}$$

گزینه (۱)

۶۳ تست ۲/۵ میلی‌لیتر از یک محلول ۰/۴ درصد جرمی  $H_2SO_4$  با چگالی  $1/225 \text{ g.mL}^{-1}$  را با ۷ میلی‌لیتر آب خالص رقیق می‌کنیم. غلظت یون  $SO_4^{2-}$  در محلول نهایی بر حسب ppm به تقریب کدام است؟  $(S=32, O=16, H=1; \text{g.mol}^{-1})$

مربوط به تست ۱۱ - آزمون ۴۹

(۱)  $1/2 \times 10^3$       (۲)  $9/6 \times 10^4$       (۳)  $2/4 \times 10^3$       (۴)  $3/5 \times 10^4$

پاسخ: ابتدا باید جرم یون  $SO_4^{2-}$  موجود در محلول را به دست آوریم:

$$? \text{ g } SO_4^{2-}(\text{aq}) = 2/5 \text{ mL } H_2SO_4 \text{ محلول} \times \frac{1/225 \text{ g } H_2SO_4}{1 \text{ mL } H_2SO_4 \text{ محلول}} \times \frac{0/4 \text{ g } H_2SO_4}{100 \text{ g } H_2SO_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4} \times \frac{1 \text{ mol } SO_4^{2-}}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{96 \text{ g } SO_4^{2-}}{1 \text{ mol } SO_4^{2-}} = 0/12 \text{ g } SO_4^{2-}$$

درصد جرمی

با توجه به رابطه مقابل، غلظت ppm محلول رقیق شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{تعداد میلی گرم های حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow \text{ppm} = \frac{0/12 \times 10^3 \text{ mg } SO_4^{2-}}{(2/5 \text{ mL} \times \frac{1/225 \text{ g}}{1 \text{ mL}} + 7 \text{ g}) \times 10^{-3} \text{ L}} = 1/2 \times 10^3$$

میانبرهاست

$$\frac{2/5 \times 1/225 \times 0/4 \times 96}{100 \times 98} = ? \xrightarrow{\text{تخمین زدن و ساده کردن}} \frac{2/5 \times 1/225 \times 0/4 \times 96}{100 \times 96} = \frac{2/5 \times 1/225 \times 0/4}{100} = \frac{2/5 \times 0/4 \times 1/2}{100} = 0/12$$

گزینه (۱)

۶۴ تست ۱۴۴/۵ گرم آمونیاک را در ظرف سربسته‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر وارد می‌کنیم تا طی یک واکنش تعادلی تجزیه شود. اگر پس از گذشت  $\frac{5}{6}$  دقیقه،

سامانه به تعادل برسد و جرم واکنش‌دهنده باقی‌مانده در ظرف برابر با جرم مولی آن باشد، سرعت تولید یکی از گازها و مقدار عددی ثابت تعادل

مربوط به تست ۲۰ - آزمون ۴۹

واکنش تشکیل آمونیاک از عناصر سازنده‌اش در این شرایط به تقریب کدام است؟  $(N=14, H=1; \text{g.mol}^{-1})$

(۱)  $4/7 \times 10^{-5} - 0/45 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$       (۲)  $4/7 \times 10^{-5} - 0/4 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 (۳)  $3/2 \times 10^{-5} - 0/45 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$       (۴)  $3/2 \times 10^{-5} - 0/4 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

پاسخ: قسمت اول: پس از گذشت  $\frac{5}{6}$  دقیقه یا ۵۰ ثانیه، مقدار واکنش‌دهنده باقی‌مانده در ظرف برابر با ۱۷ گرم است؛ جرم مولی  $NH_3$  برابر ۱۷ گرم بر مول است.

بنابراین:  $144/5 - 17 = 127/5 \text{ g } NH_3$  (جرم باقی‌مانده) - (جرم اولیه) = جرم مصرفی  $NH_3$

اکنون با استفاده از جرم مصرفی  $NH_3$ ، می‌توانیم تعداد مول‌های تولیدی گازهای  $N_2$  و  $H_2$  را محاسبه کرده و سرعت متوسط تولید آن‌ها را بر حسب  $\text{mol.s}^{-1}$  به دست آوریم:

$$? \text{ mol } N_2 = 127/5 \text{ g } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NH_3} = 3/75 \text{ mol } N_2$$

$$\bar{R}(N_2) = \frac{3/75 \text{ mol}}{50 \text{ s}} = 0/075 \text{ mol.s}^{-1} \qquad \bar{R}(H_2) = 3\bar{R}(N_2) = 0/225 \text{ mol.s}^{-1}$$

اگر بخواهیم سرعت را بر حسب  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  حساب کنیم، خواهیم داشت:

$$\bar{R}(N_2) = \frac{3/75 \text{ mol}}{50 \text{ s}} = 0/15 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \qquad \bar{R}(H_2) = 3\bar{R}(N_2) = 3 \times 0/15 = 0/45 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

قسمت دوم: ابتدا از روی مقدار مول  $N_2$  تولید شده و جرم  $NH_3$  باقی‌مانده، مقدار مول تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$N_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = 3/75 \text{ mol } N_2 \qquad H_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = 3/75 \text{ mol } N_2 \times \frac{3 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } N_2} = 1/25 \text{ mol } H_2$$

$$NH_3 \text{ مقدار مول تعادلی} = 17 \text{ g } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} = 1 \text{ mol } NH_3$$

سپس از روی مقدار مول تعادلی گونه‌ها، غلظت تعادلی آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$[N_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{3/75 \text{ mol}}{0/5 \text{ L}} = 7/5 \text{ mol.L}^{-1} \qquad [H_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{1/25 \text{ mol}}{0/5 \text{ L}} = 2/5 \text{ mol.L}^{-1} \qquad [NH_3]_{\text{تعادلی}} = \frac{1 \text{ mol}}{0/5 \text{ L}} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون با توجه به معادله واکنش تعادلی تشکیل آمونیاک از عناصر سازنده‌اش، رابطه ثابت تعادل را نوشته و مقدار عدد ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$N_2(\text{g}) + 3H_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2NH_3(\text{g}) \qquad K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \times [H_2]^3} = \frac{(2)^2}{(7/5) \times (2/5)^3} = 4/7 \times 10^{-5}$$

گزینه (۲)

مربوط به تست ۳۴ - آزمون ۴۹

تست ۶۵

کدام موارد داده شده، جمله زیر را به درستی کامل می کند؟

«در تعادل  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  با ..... ، ..... افزایش می یابد.»

(الف) کاهش حجم سامانه - غلظت  $\text{CO}_2$  افزایش

(ب) با اضافه کردن  $\text{CaCO}_3$  به سامانه - مقدار مول  $\text{CO}_2$

(پ) با افزایش دما - ثابت تعادل

(ت) افزودن کاتالیزگر به سامانه - جرم فراورده های تولید شده

- (۱) فقط (ب) (۲) (الف) و (پ)  
(۳) فقط (پ) (۴) (ب)، (پ) و (ت)

**پاسخ:** فقط مورد (پ)، جمله داده شده را به درستی کامل می کند. بررسی موارد: **مورد (الف):** با توجه به اینکه در تعادل داده شده، فقط یک ماده گازی وجود دارد و سایر مواد جامد هستند، پس  $K = [\text{CO}_2]$  بوده و با توجه به اینکه تغییر حجم سبب تغییر ثابت تعادل نمی شود، پس با تغییر حجم غلظت  $\text{CO}_2$  که برابر ثابت تعادل است نیز ثابت می ماند. **مورد (ب):** حالت کلسیم کربنات ( $\text{CaCO}_3$ ) جامد بوده و اضافه یا کم کردن آن در سامانه سبب جابه جایی تعادل نمی شود. **مورد (پ):** واکنش تجزیه کلسیم کربنات در جهت رفت گرماگیر است، یعنی در معادله تعادل، علامت Q در سمت چپ قرار دارد و با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه جا شده و ثابت تعادل افزایش می یابد. **مورد (ت):** اضافه کردن کاتالیزگر فقط سبب می شود سامانه زودتر به تعادل برسد و بر مقدار فراورده های تولید شده تأثیری ندارد.

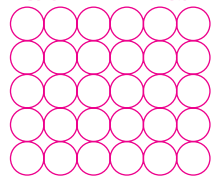
گزینه (۳)

مربوط به تست ۱ - آزمون ۵۰

تست ۶۶

عنصر مس دارای ۲ ایزوتوپ طبیعی  $^{63}\text{Cu}$  و  $^{65}\text{Cu}$  است. اگر جرم اتمی میانگین مس برابر  $63/4 \text{ amu}$  باشد، از میان دایره های شکل زیر

چند گوی را باید سیاه نمود؟



- (۱) ۴  
(۲) ۶  
(۳) ۸  
(۴) ۱۲

**پاسخ:** در شکل صورت تست ۳۰ ایزوتوپ مس نمایش داده شده است. برای حل این تست تعداد ایزوتوپ های موجود در این نمونه  $30$  عددی را  $X$  عدد در نظر گرفته و  $X$  را محاسبه می کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 63/4 = \frac{[63 \times (30 - X)] + [65 \times X]}{30} \Rightarrow X = 6$$

پس از  $30$  دایره شکل، تعداد ۶ ایزوتوپ  $^{65}\text{Cu}$  وجود دارد؛ پس باید ۶ دایره سیاه رنگ باشد.

**مسیرتاری:** به کمک رابطه تستی زیر، به آسانی می توان  $X$  را تعیین کرد:

$$\bar{M} = M_1 + P_2 (M_2 - M_1) \Rightarrow 63/4 = 63 + \frac{X}{30} (65 - 63) \Rightarrow X = 6$$

گزینه (۲)

مربوط به تست ۶ - آزمون ۵۰

تست ۶۷

با توجه به ترکیبها و یونهای داده شده، پاسخ درست همه پرسشهای زیر در کدام گزینه آمده است؟

- $\text{CO}$  •  $\text{NH}_4^-$  •  $\text{NOCl}$  •  
 $\text{BrO}_3^-$  •  $\text{SO}_4\text{Cl}_2$  •  $\text{ICl}_4^+$  •

(الف) در ساختار لوویس چند ترکیب همه پیوندها از نوع یگانه نیستند؟

(ب) در ساختار لوویس چند ترکیب، اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی دارد؟

(پ) در کدام ترکیب نسبت شمار جفت الکترونهای ناپیوندی به شمار جفت الکترونهای پیوندی بیشترین مقدار را دارد؟

- (۱) ۳ ترکیب - ۳ ترکیب -  $\text{BrO}_3^-$  (۲) ۲ ترکیب - ۲ ترکیب -  $\text{BrO}_3^-$   
(۳) ۲ ترکیب - ۳ ترکیب -  $\text{ICl}_4^+$  (۴) ۲ ترکیب - ۲ ترکیب -  $\text{ICl}_4^+$

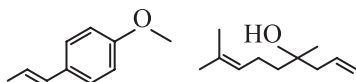
پاسخ:

فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	اتم مرکزی چند جفت الکترون‌های ناپیوندی دارد؟	شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی / شمار جفت الکترون‌های پیوندی
NOCl	$\ddot{O}=\ddot{N}-\ddot{Cl}:$	یک	$\frac{6}{3}=2$
$NH_4^-$	$[H-\ddot{N}-H]^-$	دو	$\frac{2}{2}=1$
CO	$C \equiv O:$	اتم مرکزی نداریم	$\frac{2}{3} \approx 0.67$
$ICl_4^+$	$\left[ \begin{array}{c} \ddot{I}-\ddot{Cl} \\   \\ \ddot{Cl} \end{array} \right]^+$	دو	$\frac{8}{2}=4$
$SO_4Cl_2$	$\begin{array}{c} \ddot{Cl} \\   \\ \ddot{Cl}-S-\ddot{O} \\   \\ \ddot{Cl} \end{array}$	صفر	$\frac{12}{4}=3$
$BrO_3^-$	$\left[ \begin{array}{c} \ddot{O}-\ddot{Br}-\ddot{O} \\   \\ \ddot{O} \end{array} \right]$	یک	$\frac{10}{3} \approx 3.3$

پاسخ درست پرسش‌ها: پرسش (الف): در ساختار لوویس دو ترکیب NOCl و CO، همه پیوندها یگانه نیستند. پرسش (ب): دو ترکیب NOCl و  $BrO_3^-$  بر روی اتم مرکزی خود، یک جفت الکترون ناپیوندی دارند. پرسش (پ): نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی بر شمار جفت الکترون‌های پیوندی در  $ICl_4^+$  بیشتر از سایر ترکیبات است.

گزینه (۴)

۶۸ تست با توجه به فرمول شیمیایی دو ماده آلی زیر که عامل طعم و بوی رازیانه و گشنیز هستند، کدام گزینه نادرست است؟ مربوط به تست ۲۰ - آزمون ۵۰

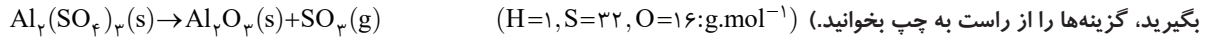


- عمده بوی گشنیز به دلیل وجود ترکیبی سیرنشده با گروه عاملی هیدروکسیل در آن است.
- در ساختار ماده عامل طعم و بوی رازیانه ۹ اتم کربن وجود دارد.
- تعداد پیوندهای یگانه کربن - کربن در عامل طعم و بوی گشنیز بیشتر از این تعداد در عامل طعم و بوی رازیانه است.
- ماده عامل طعم و بوی گشنیز در خانواده‌ای از ترکیبات آلی قرار دارد که سومین عضو آن به هر نسبتی در آب محلول است.

پاسخ: عمده بوی گشنیز به دلیل وجود ساختار الکلی موجود در صورت سؤال است. همچنین عامل طعم و بوی رازیانه به دلیل وجود ترکیب اتری داده شده است. فرمول شیمیایی ترکیب اتری عامل طعم و بوی رازیانه به صورت  $C_{10}H_{14}O$  است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): ترکیب الکلی موجود در صورت سؤال به دلیل وجود پیوندهای دوگانه سیرنشده است. گزینه (۳): در هر یک از ترکیب‌های عامل طعم و بوی گشنیز و رازیانه به ترتیب ۸ و ۵ پیوند یگانه کربن - کربن یافت می‌شود. گزینه (۴): در خانواده الکل‌ها، سه الکل نخست به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

گزینه (۲)

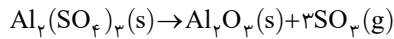
۶۹ تست اگر در تجزیه ۰/۴ مول ماده اولیه در معادله موازنه نشده زیر، ۱۴/۴ لیتر گاز در شرایطی که حجم مولی گازها در شرایط آزمایش برابر ۲۴ لیتر است، آزاد شود، بازده درصدی واکنش کدام است و در اثر انحلال این مقدار گاز در ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر، محلول چند درصد جرمی سولفوریک اسید حاصل می شود؟ (از تغییر حجم آب در اثر انحلال  $\text{SO}_3$  صرف نظر کنید و چگالی محلول حاصل را  $1/4 \text{ g.mL}^{-1}$  در نظر



مربوط به تست ۱۲ - آزمون ۵۱

- (۱) ۲۴ - ۵۰  
 (۲) ۲۸ - ۵۰  
 (۳) ۲۴ - ۷۰  
 (۴) ۲۸ - ۷۰

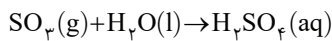
پاسخ: قسمت اول: معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



$$? \text{ L SO}_3(\text{نظری}) = 0/4 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{3 \text{ mol SO}_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{24 \text{ L SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} = 28/8 \text{ L SO}_3(\text{نظری})$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{14/4}{28/8} \times 100 = 50\%$$

قسمت دوم: معادله موازنه شده واکنش انحلال  $\text{SO}_3$  در آب به صورت زیر است:



ابتدا غلظت سولفوریک اسید را در محلول حاصل به دست می آوریم:

$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 14/4 \text{ L SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{24 \text{ L SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol SO}_3} = 0/6 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{غلظت مولی محلول H}_2\text{SO}_4 = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0/6 \text{ mol}}{0/15 \text{ L}} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

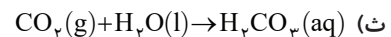
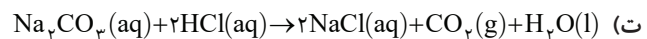
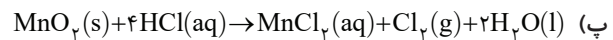
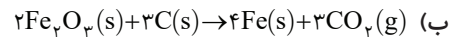
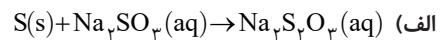
سپس به کمک رابطه زیر، درصد جرمی محلول را محاسبه می کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{10 \times \text{درصد جرمی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4 = \frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{98} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = 39\%$$

گزینه (۲)

مربوط به تست ۲۸ - آزمون ۵۱

۷۰ تست چه تعداد از واکنش های زیر یک واکنش «اکسایش - کاهش» به شمار نمی آید؟



- (۱) ۱  
 (۲) ۲  
 (۳) ۳  
 (۴) ۴

پاسخ: در معادله واکنش موارد الف)، ب) و پ)، به ترتیب عنصرهای S، C و  $\text{Cl}_2$  در یک طرف معادله، به حالت آزاد وجود دارند، پس بدون محاسبه اعداد اکسایش می توان دریافت که این واکنش ها حتماً از نوع «اکسایش - کاهش» هستند. در معادله واکنش موارد ت) و ث)، عدد اکسایش تمام اتم های شرکت کننده در واکنش، قبل و بعد از واکنش با یکدیگر یکسان است، بنابراین این واکنش ها از نوع «اکسایش - کاهش» نیستند.

توجه واکنش انحلال اکسیدهای اسیدی و بازی در آب و واکنش خنثی شدن اسیدها و بازها با یکدیگر از نوع «اکسایش - کاهش» نیستند.

گزینه (۲)

تست ۷۱

اگر در واکنش تجزیه گرمایی  $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  مطابق واکنش  $2\text{NaHCO}_3$ ، پس از گذشت ۳ دقیقه از آغاز

واکنش  $51/24$  لیتر گاز کربن دی‌اکسید تولید و سرعت واکنش در این بازه زمانی برابر  $0/7 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$  باشد، حجم مولی گازها در شرایط

مربوط به تست ۱۶ - آزمون ۵۲

واکنش چند لیتر بر مول است؟ ( $C=12, O=16, H=1, Na=23: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

۲۲/۴ (۲)	۲۴/۴ (۱)
۳۲/۸ (۴)	۲۵/۸ (۳)

**پاسخ:** با توجه به اینکه ضریب استوکیومتری  $\text{CO}_2$  در معادله واکنش برابر یک است، پس سرعت متوسط واکنش با سرعت متوسط تولید  $\text{CO}_2$  برابر است:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(\text{CO}_2) = 0/7 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

برای حل تست، ابتدا مقدار مول  $\text{CO}_2$  تولید شده در سه دقیقه نخست را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t} \Rightarrow 0/7 = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{3} \Rightarrow \Delta n(\text{CO}_2) = 2/1 \text{ mol}$$

سیس حجم مولی گاز  $\text{CO}_2$  را در شرایط واکنش به دست می‌آوریم:

$$\text{حجم مولی CO}_2 = \frac{\text{حجم گاز CO}_2}{\text{مول گاز}} = \frac{51/24 \text{ L}}{2/1 \text{ mol}} = 24/4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

همان‌طور که می‌دانید، در دما و فشار یکسان، حجم مولی گازها با هم برابر است، پس در شرایط واکنش حجم مولی گازها برابر  $24/4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  می‌باشد.

گزینه (۱)

تست ۷۲

اگر میانگین آنتالپی پیوندهای  $\text{C}-\text{O}$ ،  $\text{O}-\text{H}$ ،  $\text{H}-\text{Cl}$  و  $\text{C}-\text{Cl}$  به ترتیب  $360$ ،  $463$ ،  $431$  و  $338$  کیلوژول بر مول باشد، در واکنش



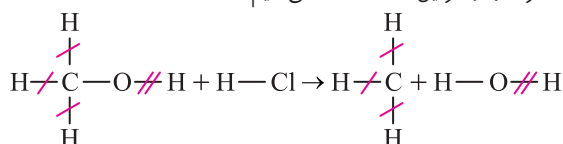
به ازای مصرف  $48$  گرم متانول، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

مربوط به تست ۱۷ - آزمون ۵۲

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

۱۵ (۲)	۱۲ (۱)
۴۶ (۴)	۲۵ (۳)

**پاسخ:** معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است. برای حل سریع‌تر مسئله، پیوندهای مشترک را از طرفین معادله ساده می‌کنیم:



سیس آنتالپی واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد فرآورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش دهنده}]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H(\text{C}-\text{O}) + \Delta H(\text{H}-\text{Cl})] - [\Delta H(\text{C}-\text{Cl}) + \Delta H(\text{O}-\text{H})] = [360 + 431] - [338 + 463] = -10 \text{ kJ}$$

$$? \text{ kJ} = 48 \text{ g CH}_3\text{OH} \times \frac{10 \text{ kJ}}{32 \text{ g C}_1\text{H}_4\text{O}} = 15 \text{ kJ}$$

حال گرمای حاصل از مصرف  $48$  گرم متانول را به دست می‌آوریم:

گزینه (۲)

تست ۷۳

مربوط به تست ۲۶ - آزمون ۵۳

با در نظر گرفتن نظریه آرنیوس، چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- (الف) این نظریه فقط برای اسیدها و بازها در محیط آبی به کار می‌رود.  
 (ب) در محیط‌های خنثی، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با یکدیگر برابر است.  
 (پ) براساس یافته‌های آرنیوس، میزان رسانایی محلول‌های آبی اسیدها یکسان است.  
 (ت) به کمک این نظریه می‌توان میزان اسیدی بودن یک محلول آبی را محاسبه کرد.

۲ (۲)	۱ (۱)
۴ (۴)	۳ (۳)

**پاسخ:** طبق نظریه آرنیوس، عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): نظریه اسید و باز آرنیوس، تنها برای اسیدها و بازها در محلول‌های آبی به کار می‌رود. عبارت (ب): در محیط‌های خنثی، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر است. عبارت (پ): براساس یافته‌های آرنیوس، میزان رسانایی محلول آبی اسیدها یکسان نیست. عبارت (ت): با استفاده از نظریه آرنیوس، نمی‌توان میزان اسیدی بودن یک محلول را محاسبه کرد.

گزینه (۲)



پاسخ تشریحی آزمون ۷

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دارای نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- تست ۶ وقت‌گیر است و بهتر است آن را در دور دوم حل کنید. ۲- در حل تست ۱۳ به این موضوع دقت کنید که به مجموع شمار یون‌ها اشاره شده است.	۱۷ - ۱۳ - ۸ - ۶ - ۲	۴۵

**۱ ۲** وازلین با فرمول مولکولی  $C_{25}H_{52}$ ، تعداد اتم‌های کربن بیشتری از بنزین ( $C_8H_{18}$ ) و گریس ( $C_{18}H_{38}$ ) دارد. به طور کلی، هر چه تعداد اتم‌های کربن در آلکان‌ها بیشتر باشد، گران‌روی، بیشتر و فزاینده‌تر بودن، کمتر است. **بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):** آنزیم‌های موجود در صابون‌ها، تنها سبب افزایش قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها می‌شود، ولی در آب‌های سخت همچنان لکه‌های سفید بر روی پارچه‌ها باقی می‌ماند. اما پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب‌های سخت نیز رسوبی تشکیل نمی‌دهند و لکه سفید بر روی لباس بر جای نمی‌گذارند. **گزینه (۳):** صابون‌های مایع می‌توانند نمک آمونیوم اسیدهای چرب باشند که در این صورت هیچ اتم فلزی در ساختار صابون دیده نمی‌شود. **گزینه (۴):** اسیدهای چرب آب‌کافت نمی‌شوند و از آب‌کافت استرهای سنگین نیز الکل‌ها و اسیدهای چرب که کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند، ایجاد می‌شود.

**۲ ۳** سوسپانسیون‌ها از ذرات ریز ماده تشکیل شده‌اند. سوسپانسیون < کلویید < محلول: مقایسه اندازه ذرات مخلوط‌ها  
**بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):** با توجه به جهت‌گیری مولکول‌های صابون، A ماده‌ای ناقطبی (مثل گریس، وازلین و...) است. اوره مولکولی قطبی است و به سمت آب‌دوست و قطبی صابون می‌تواند متصل شود. **گزینه (۲):** قسمت B، بخش آب‌گریز جزء آنیونی صابون را نشان می‌دهد که با ماده A نیروی جاذبه از نوع وان‌دروالس برقرار می‌کند. **گزینه (۴):** از صابون‌های گوگردار ( $S_{16}$ ) برای از بین بردن جوش‌های صورت و قارچ‌های پوستی، از صابون‌های حاوی ماده شیمیایی کلردار ( $Cl_{17}$ ) به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی و از صابون‌های حاوی نمک‌های فسفات، برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی شوینده استفاده می‌شود.

**۱ ۳** فقط مورد (ب) درست است. **بررسی عبارت‌ها:**  
**عبارت (الف):** 
$$C_{17}H_{33}O_2^- \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow C_{17}H_{37}O_2N \Rightarrow \text{جرم مولی} = 17(12) + 37(1) + 2(16) + 1(14) = 287 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$
  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: کاتیون صابون

**عبارت (ب):** فرمول عمومی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت  $RC_nH_{2n+1}SO_3^-Na^+$  و فرمول عمومی آلکیل‌ها به صورت  $C_nH_{2n+1}$  است.  
 $C_nH_{2n+1}: 3n+1=16 \Rightarrow n=5$   
 $C_5H_{11}C_6H_4SO_3^-Na^+$  فرمول شیمیایی پاک‌کننده غیرصابونی با گروه R حاوی ۵ اتم کربن. به صورت مقابل است:

$$5(12) + 11(1) + 6(12) + 4(1) + 1(32) + 3(16) = 227 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$
  
**عبارت (ب):** برای باز کردن لوله‌ها و مجاری بسته شده با رسوب‌های دارای خاصیت بازی مانند کلسیم کربنات، از شوینده‌های خورنده به صورت محلول غلیظ اسیدهای قوی (مثل HCl) استفاده می‌شود. **عبارت (ت):** صابون مراغه مانند دیگر صابون‌ها نمی‌تواند در آب سخت به خوبی کف کند. این صابون از جوشاندن پیه گوسفند و سود سوزآور به دست می‌آید و فاقد هرگونه مواد افزودنی است.

**۲ ۴** فقط عبارت (الف) درست است. **بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** در سال‌های گذشته، سرعت رشد شاخص امید به زندگی در مناطق و کشورهای کم‌برخوردار از مناطق و کشورهای برخوردار بیشتر بوده است. **عبارت (ب):** در واکنش مخلوط سود سوزآور و پودر آلومینیم با آب، هر چه مقدار آب کمتر باشد، دما به میزان بیشتری افزایش می‌یابد؛ از این رو قدرت پاک‌کنندگی شوینده بیشتر می‌شود. **عبارت (پ):** pH طبیعی دهان از ۵/۲ تا ۷/۱ و pH طبیعی روده کوچک ۸/۵ است. خون اندکی خاصیت بازی دارد. **عبارت (ت):** کربن مونوکسید (CO)، اکسیدی است که با آب واکنش نداده و محلول آن خاصیت اسیدی ندارد.

**۱ ۵** فرمول عمومی صابون‌های جامد که دارای زنجیر هیدروکربنی سیرشده هستند، به صورت  $C_nH_{2n+1}COONa$  است و در آن یک پیوند دوگانه (C=O) وجود دارد. از آنجا که در صورت تست گفته شده در این صابون دو پیوند دوگانه وجود دارد، می‌توان نتیجه گرفت که یک پیوند دوگانه میان اتم‌های کربن در گروه هیدروکربنی صابون وجود دارد که در این صورت دو اتم هیدروژن از فرمول شیمیایی صابون کم شده و فرمول شیمیایی چنین صابونی به صورت  $C_{n+1}H_{2n-1}O_2Na$  یا  $C_nH_{2n-1}COONa$  است. حال اگر در این صابون ۱۸ اتم کربن وجود داشته باشد، فرمول شیمیایی آن به صورت روبه‌رو است:

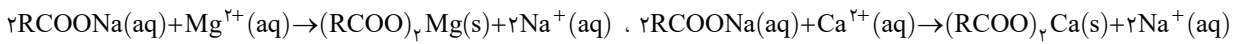
$C_{18}H_{33}O_2Na$ : فرمول شیمیایی صابون  
نسبت درصد جرمی عنصرها در یک ترکیب با نسبت جرم آن‌ها برابر است، از این رو خواهیم داشت:  
 $\frac{\%O}{\%H} = \frac{2(16)}{33(1)} \approx 0.97$   
اکنون جرم اسید چرب مصرفی را محاسبه می‌کنیم. معادله واکنش تولید صابون جامد از اسید چرب به صورت زیر است:



$$100 \text{ g اسید چرب ناخالص} \times \frac{1 \text{ kg اسید چرب ناخالص}}{94 \text{ g اسید چرب}} \times \frac{282 \text{ g اسید چرب}}{1 \text{ mol اسید چرب}} \times \frac{1 \text{ mol صابون}}{304 \text{ g صابون}} \times 152 \times 10^3 \text{ g صابون} = 152 \times 10^3 \text{ g اسید چرب ناخالص}$$

$$\frac{152 \times 10^3 \text{ g}}{304} = 500 \text{ kg}$$
  
**روش دوم (تناسب):** اسید چرب ناخالص  $x = 2 \times 10^5 \text{ g} = 200 \text{ kg}$   
$$\frac{152 \times 10^3 \text{ g}}{304} = \frac{x \times 94}{282} \Rightarrow x = 2 \times 10^5 \text{ g}$$

فرمول عمومی صابون‌های جامد به صورت  $\text{RCOONa}$  است و واکنش آن با یون‌های  $\text{Mg}^{2+}$  و  $\text{Ca}^{2+}$  به صورت زیر می‌باشد:



جرم مولی  $(\text{RCOO})_{\nu}\text{Mg}$  و  $(\text{RCOO})_{\nu}\text{Ca}$  را محاسبه می‌کنیم:

$$(\text{RCOO})_{\nu}\text{Ca} = 2(194 - 23) + 40 = 382 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$(\text{RCOO})_{\nu}\text{Mg} = 2(194 - 23) + 24 = 366 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ابتدا فرض می‌کنیم  $x$  مول  $\text{Mg}^{2+}$  و  $y$  مول  $\text{Ca}^{2+}$  در این نمونه از آب سخت وجود دارد و به حل سؤال می‌پردازیم:

$$\text{Mg}^{2+} \begin{cases} x \text{ mol Mg}^{2+} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} = 2x \text{ mol صابون} \\ x \text{ mol Mg}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Mg} \times 366 \text{ g } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Mg}}{1 \text{ mol Mg}^{2+} \times 1 \text{ mol } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Mg}} = 366x \text{ g } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Mg} \end{cases}$$

$$\text{Ca}^{2+} \begin{cases} y \text{ mol Ca}^{2+} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} = 2y \text{ mol صابون} \\ y \text{ mol Ca}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Ca} \times 382 \text{ g } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Ca}}{1 \text{ mol Ca}^{2+} \times 1 \text{ mol } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Ca}} = 382y \text{ g } (\text{RCOO})_{\nu}\text{Ca} \end{cases}$$

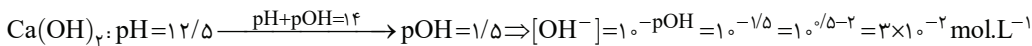
$$\begin{cases} 2x + 2y = \frac{48/5 \times 10^3}{194} = 250 \\ 366x + 382y = 47/35 \times 10^3 \end{cases} \Rightarrow x = 25, y = 100$$

سیس  $x$  و  $y$  را به دست می‌آوریم:

اکنون غلظت یون منیزیم را بر حسب ppm محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm Mg}^{2+} \text{ بر حسب } = \frac{\text{جرم Mg}^{2+}}{\text{جرم کل نمونه}} \times 10^6 = \frac{25 \times 24 \text{ (g)}}{200 \times 10^3 \text{ (g)}} \times 10^6 = 3000$$

۷ رسانایی الکتریکی یک محلول، به غلظت یون‌های موجود در محلول بستگی دارد.



$$\text{مجموع غلظت یون‌ها} = [\text{OH}^-] + [\text{Ca}^{2+}] = 3 \times 10^{-2} + \frac{3 \times 10^{-2}}{2} = 4/5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{HCl}: [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = 0/1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{مجموع غلظت یون‌ها} = [\text{H}^+] + [\text{Cl}^-] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با توجه به اینکه غلظت یون‌ها در محلول کلسیم هیدروکسید بیشتر است، رسانایی الکتریکی محلول آن نیز بیشتر است. بررسی سایر گزینه‌ها: **گزینه (۲):** قدرت اسیدی به میزان ثابت یونش ( $K_a$ ) آن بستگی دارد و یک اسید ضعیف در غلظت‌های بسیار بالا هم ضعیف است. به عبارت دیگر، غلظت اسید در یک محلول ارتباطی به قدرت آن ندارد، این در حالی است که در یک محلول، هر چه غلظت اسید بیشتر باشد، محلول اسیدی‌تر بوده و خاصیت اسیدی آن بیشتر است. **گزینه (۳):** آمونیاک باعث افزایش pH خاک‌های کشاورزی می‌شود و گیاه آدریسی به رنگ سرخ شکوفا می‌شود. **گزینه (۴):** در مورد اسیدهای تک پروتون‌دار این موضوع صادق است، اما در ارتباط با اسیدهای چند پروتون‌دار مثل  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ، یون‌های هیدرونیوم موجود در محلول، حاصل یونش‌های اول، دوم و ... هستند.

شبه‌سازکنکور

۸ ۳

موارد اول و دوم درست‌اند. بررسی موارد: **مورد اول:** ابتدا غلظت اسید  $\text{HX}$  و  $\text{HY}$  را محاسبه می‌کنیم:

$$[\text{HX}] = \frac{32}{2} = 0/2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \alpha_{\text{HX}} = \frac{[\text{H}^+]}{0/2} \quad [\text{HY}] = \frac{33/6}{2} = 0/16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \alpha_{\text{HY}} = \frac{[\text{H}^+]}{0/16}$$

$$\frac{K_{a,\text{HX}}}{K_{a,\text{HY}}} = \frac{M_{\text{HX}} \cdot \alpha_{\text{HX}}^2}{M_{\text{HY}} \cdot \alpha_{\text{HY}}^2} = \frac{0/2 \times \left(\frac{[\text{H}^+]}{0/2}\right)^2}{0/16 \times \left(\frac{[\text{H}^+]}{0/16}\right)^2} = 0/16 = 0/8 \Rightarrow K_{a,\text{HY}} > K_{a,\text{HX}}$$

$$\frac{\alpha_{\text{HY}}}{\alpha_{\text{HX}}} = \frac{[\text{H}^+]}{0/16} = \frac{0/2}{0/16} = 1/25$$

**مورد دوم:** با توجه به روابط درجه یونش برای دو اسید، داریم:

**مورد سوم:** شمار یون‌های موجود در دو محلول با یکدیگر برابر است. زیرا pH و حجم دو محلول با هم برابر است:

$$\text{pH}_{\text{HX}} = \text{pH}_{\text{HY}} \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{HX}} = [\text{H}^+]_{\text{HY}} \Rightarrow [\text{X}^-] = [\text{Y}^-]$$

**مورد چهارم:** با توجه به آنکه HY اسید قوی‌تری است، شمار مولکول‌های یونش نیافته در محلول HY کمتر از HX است.

زمان (min)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
A(g)	۶×۰/۱	۵×۰/۱	۴×۰/۱	۴×۰/۱
B <sub>۲</sub> (g)	۴×۰/۱	۳×۰/۱	۲×۰/۱	۲×۰/۱
AB(g)	۰	۱×۰/۱	۲×۰/۱	۲×۰/۱
B(g)	۰	۱×۰/۱	۲×۰/۱	۲×۰/۱

۹ ۳ برای توضیح راحت‌تر روش حل تست، ابتدا جدول تغییر مول گونه‌ها بر حسب زمان انجام واکنش را رسم می‌کنیم:

پاسخ صحیح پرسش‌ها: پرسش (الف): در ظرف (II)، غلظت فرآورده‌ها کمتر از دیگر ظرف‌هاست، از این رو سرعت واکنش برگشت در ظرف (II) کمتر است. توجه داشته باشید که در ظرف (I) به علت صفر بودن غلظت فرآورده‌ها، واکنش برگشت انجام نمی‌شود.

پرسش (ب): با توجه به اینکه غلظت گونه‌ها از دقیقه ۲۰ به بعد دیگر تغییر نکرده، بنابراین، تعادل نخستین بار در شکل (III) برقرار شده است.

پرسش (پ):

$$\bar{R}(B) = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{\Delta n(B)}{V \times \Delta t} = \frac{2 \times 0.1 \text{ mol}}{4(L) \times 20(\text{min})} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۱۰ ۲ از ۴ مولار مواد گازی موجود در سامانه تعادلی، ۶۰٪ فرآورده و ۴۰٪ واکنش‌دهنده است.

$$\text{فرآورده‌ها} = 4 \text{ mol.L}^{-1} \times \frac{60}{100} = 2.4 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \begin{cases} 0.8 \text{ mol.L}^{-1} \text{ C} \\ 1.6 \text{ mol.L}^{-1} \text{ D} \end{cases} \quad \text{واکنش‌دهنده‌ها} = 4 \text{ mol.L}^{-1} \times \frac{40}{100} = 1.6 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \begin{cases} 0.8 \text{ mol.L}^{-1} \text{ A} \\ 0.8 \text{ mol.L}^{-1} \text{ B} \end{cases}$$

حجم ظرف ۲ لیتر است، اما چون غلظت مولی مواد را داریم، در محاسبه ثابت تعادل، تفاوتی ایجاد نمی‌کند.

$$K = \frac{[D]^2 [C]}{[A][B]} = \frac{(1.6)^2 \times 0.8}{(0.8 \times 0.8)} = 3/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۱ ۳ پاسخ صحیح پرسش‌ها به صورت زیر است: پرسش (الف): هر چه اسید ضعیف‌تر باشد (K<sub>a</sub> کوچک‌تر)، در محلول آن مولکول‌های اسید یونیده نشده به مقدار بیشتری وجود دارد و غلظت یون‌های حاصل از یونش کمتر می‌باشد. پس بیشترین نسبت غلظت اسید به غلظت یون هیدرونیوم برای HB است.

پرسش (ب): با توجه به اینکه مقدار K<sub>a</sub> در این سه اسید، بسیار کوچک است، می‌توان غلظت یون هیدرونیوم را به روش روبه‌رو محاسبه کرد: [H<sup>+</sup>] = √(K<sub>a</sub> · M)

$$\text{pH}_{(\text{HB})} - \text{pH}_{(\text{HA})} = -\log[H^+]_{\text{HB}} + \log[H^+]_{\text{HA}} = \log \frac{[H^+]_{\text{HA}}}{[H^+]_{\text{HB}}} = \log \sqrt{\frac{K_{a(\text{HA})}}{K_{a(\text{HB})}}} = \log \sqrt{\frac{2 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-7}}} = \frac{1}{2} \log \frac{2}{3} = \frac{1}{2} (\log 2 + \log 10 - \log 3) = \frac{1}{2} (0.3 + 1 - 0.5) = 0.4$$

پرسش (پ): اسید HB از دو اسید دیگر ضعیف‌تر است و pH محلول آن به ۷ نزدیک‌تر می‌باشد؛ بنابراین غلظت یون هیدروکسید در محلول آن بیشتر است.

۱۲ ۴ عبارات‌های (الف) و (پ) درست هستند. بررسی عبارات‌ها: عبارت (الف): براساس نظریه آرنیوس، باز ماده‌ای است که در آب یون هیدروکسید (OH<sup>-</sup>) پدید آورد، از این رو آنیون حاصل از یونش اسیدهای ضعیف، خاصیت بازی دارند و باز آرنیوس به حساب می‌آیند. عبارت (ب): رسانایی الکتریکی یک محلول، به غلظت یون‌های موجود در محلول بستگی دارد.

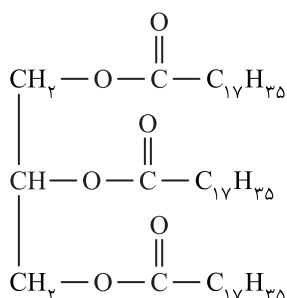
HCl: [H<sup>+</sup>] = [Cl<sup>-</sup>] = 0.1 mol.L<sup>-1</sup>      غلظت یون‌ها = [H<sup>+</sup>] + [Cl<sup>-</sup>] = 2 × 0.1 = 0.2 mol.L<sup>-1</sup>

CH<sub>۳</sub>COOH: [H<sup>+</sup>] = [CH<sub>۳</sub>COO<sup>-</sup>] = Mα = 0.1 × 0.1 = 0.01 mol.L<sup>-1</sup>      غلظت یون‌ها = [H<sup>+</sup>] + [CH<sub>۳</sub>COO<sup>-</sup>] = 2 × 0.01 = 0.02 mol.L<sup>-1</sup>

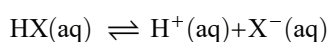
از آنجا که غلظت یون‌ها در هر دو محلول یکسان است، پس رسانایی محلول‌ها تقریباً با یکدیگر برابر می‌باشد.

عبارت (ب): فرمول ساختاری استر سه عاملی با زنجیرهای هیدروکربنی سیر شده به صورت مقابل است و فرمول شیمیایی آن به صورت C<sub>۵۷</sub>H<sub>۱۱۰</sub>O<sub>۶</sub> می‌باشد. این استر سنگین را می‌توان از واکنش سه مول گاز هیدروژن (H<sub>۲</sub>) با یک مول از استر سه عاملی با زنجیرهای سیر نشده هیدروکربنی که دارای فرمول C<sub>۵۷</sub>H<sub>۱۰۴</sub>O<sub>۶</sub> است، تهیه کرد.

عبارت (ت): از واکنش مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم با آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود.



شبیه‌سازکنکور



غلظت اولیه گونه‌ها	M	۰	۰
تغییر غلظت گونه‌ها	-Mα	Mα	Mα
غلظت تعادلی گونه‌ها	M-Mα	Mα	Mα

$$[\text{H}^+] = M\alpha = 8 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۳ ۴ به کمک جدول تغییر غلظت‌ها خواهیم داشت:

$$\frac{M\alpha + M\alpha + (M - M\alpha)}{M} = \frac{M + M\alpha}{M} = 1 + \alpha = 1.05 \Rightarrow \alpha = 0.05$$

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{8 \times 10^{-3} \times (5 \times 10^{-3})^2}{1 - 0.05} = 2 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

قابل صرف نظر

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(4 \times 10^{-5}) = 5 - 2 \log 2 = 5 - 0.6 = 4.4$$



$$[H_3O^+] = 10^{-2/5} \Rightarrow pH = -\log[H_3O^+] = 2/5$$

ابتدا pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol OH}^- = 15 \text{ mL KOH} \times \frac{1/25 \text{ g KOH}}{1 \text{ mL KOH}} \times \frac{11/2 \text{ g KOH}}{100 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} = 0.0375$$

سپس ثابت یونش اسید را به دست می‌آوریم:

$$\text{mol اسید} = \text{mol KOH} \Rightarrow \text{mol اسید} = 0.0375 \Rightarrow M = \frac{0.0375}{3/75} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+] = 10^{-2/5} = 10^{-0.4} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

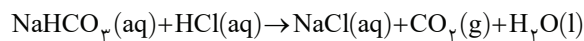
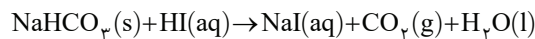
$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{M - [H_3O^+]} = \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{0.01 - 3 \times 10^{-3}} = \frac{9 \times 10^{-6}}{7 \times 10^{-3}} = \frac{9}{7} \times 10^{-3}$$

غیرقابل صرف نظر

$$\frac{pH}{K_a} = \frac{2/5}{\frac{9}{7} \times 10^{-3}} \approx 1/9 \times 10^3$$

در انتها، نسبت pH محلول به  $K_a$  اسید را محاسبه می‌کنیم:

۱۲۰ فقط عبارت (ب) نادرست است. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): در جوش شیرین همهٔ عنصرها (Na، H، C و O) در سه دورهٔ اول جدول دوره‌ای قرار دارند. محلول جوش شیرین همانند خون، دارای خاصیت بازی است. عبارت (ب): معادلهٔ واکنش جوش شیرین ( $\text{NaHCO}_3$ ) با هیدرویدیک اسید به صورت زیر است:



عبارت (پ):

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/5} = 10^{-0.2} = 10^{-2} \times 10^{0.5} = 10^{-2} \times 3 = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

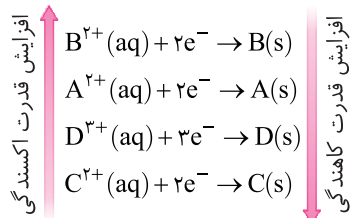
$$? \text{ mL HCl} = 1/26 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1000 \text{ mL HCl}(aq)}{0.03 \text{ mol HCl}} = 500 \text{ mL HCl}(aq)$$

عبارت (ت): سدیم هیدروژن کربنات، ترکیبی یونی است و کاتیون آن و کاتیون صابون‌های جامد، هر دو  $\text{Na}^+$  می‌باشد. عبارت (ث): برای افزایش قدرت پاک کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها جوش شیرین اضافه می‌شود؛ زیرا این ماده با چربی‌ها واکنش می‌دهد و ضمن تولید مواد محلول در آب، صابون نیز تولید می‌کند.

یاسف تشریحی آزمون ۱۲

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دارای نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- تست ۱۰ وقت گیر است و بهتر است آن را دور دوم حل کنید. ۲- در تست ۱۷، توجه کنید که سلول نور - الکتروشیمیایی نوعی سلول گالوانی است. این تست شمارشی بوده و دارای عبارتهای محاسباتی است. بهتر است این تست را دور دوم حل کنید.	۵ - ۶ - ۸ - ۱۷ - ۲۰	۵۰

**۱ ۱** فقط عبارت (ت) نادرست است. **بررسی عبارتهای عبارت (الف):** در یک واکنش اکسایش - کاهش، فلزی که در سری الکتروشیمیایی در مکان پایین‌تری قرار دارد، می‌تواند به کاتیون‌های فلزی که در این سری در مکان بالاتری قرار دارند، الکترون دهد و آن‌ها را به اتم‌های خنثی تبدیل کند. **عبارت (ب):** در برخی واکنش‌های اکسایش - کاهش، افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود. علامت Q برای سامانه واکنشی که انرژی از دست می‌دهد، منفی ( $Q < 0$ ) و برای محیط که انرژی دریافت می‌کند، مثبت ( $Q > 0$ ) است. واکنش میان یک فلز و کاتیونی از فلز دیگر در محیط آبی، که به‌طور طبیعی انجام می‌شود، نمونه‌ای از واکنش‌های اکسایش - کاهش گرماده است. **عبارت (پ):** واکنش‌پذیری فلز روی از فلز آهن بیشتر است، از این رو، گرمای حاصل از واکنش فلز روی با محلول آبی مس (II) سولفات بیشتر از گرمای حاصل از واکنش فلز آهن با همان محلول مس (II) سولفات است. **عبارت (ت):** نور حاصل از سوختن فلز منیزیم سفیدرنگ است و در گذشته از آن به عنوان منبع نور در عکاسی استفاده می‌شد.

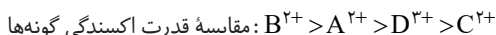


**۱ ۲** در واکنش‌های اکسایش - کاهش که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، فلزی که در سری الکتروشیمیایی در مکان پایین‌تری قرار دارد (کاهنده قوی‌تری است)، با کاتیون فلزی که در سری الکتروشیمیایی در مکان بالاتری قرار دارد (اکسنده قوی‌تری است) وارد واکنش می‌شود. با توجه به واکنش‌های (a) تا (d)، می‌توان به نحوه قرارگیری نیم‌واکنش‌های کاهش در سری الکتروشیمیایی گونه‌ها پی برد.

**بررسی گزینه‌ها:**

**گزینه (۱):** اگر واکنش  $(B(s) + ESO_4(aq) \rightarrow)$  انجام‌پذیر باشد، یعنی قدرت کاهش B از E بیشتر و قدرت اکسندگی  $B^{2+}$  از  $E^{2+}$  کمتر است. از آنجا که قدرت کاهش و در نتیجه واکنش‌پذیری فلز A از فلز B بیشتر است، پس در شرایط یکسان، افزایش دمای محلول در واکنش A(s) با  $E^{2+}(aq)$  بیشتر از افزایش دمای محلول در واکنش B(s) با  $E^{2+}(aq)$  است.

**گزینه (۲):** هر چه یک گونه تمایل بیشتری به دریافت الکترون داشته باشد، راحت‌تر کاهش می‌یابد و در نتیجه قدرت اکسندگی بیشتری دارد.



**گزینه (۳):** محلول کاتیون‌های یک فلز را در ظرفی که از جنس فلز بالاتر در سری الکتروشیمیایی است، می‌توان نگهداری کرد. پس محلول حاوی یون‌های  $A^{2+}$  را می‌توان در ظرفی از جنس فلز B نگهداری کرد؛ ولی نمی‌توان در ظرفی از جنس فلزهای D و C نگهداری کرد.

**گزینه (۴):** پتانسیل کاهش استاندارد هیدروژن برابر صفر است. اگر C می‌تواند با محلول حاوی یون‌های  $H^+(aq)$  واکنش دهد، می‌توان نتیجه گرفت که  $E^0$  آن منفی است؛ ولی چون در سری الکتروشیمیایی عناصر D، A و B در مکان‌های بالاتری نسبت به C قرار دارند، نمی‌توان به‌طور قطع گفت که این عناصر نیز می‌توانند با محلول حاوی یون‌های  $H^+(aq)$  واکنش دهند؛ زیرا ممکن است  $E^0$  آن‌ها مثبت باشد.

**۳ ۳** عبارتهای (الف)، (ب) و (ت) درست هستند. سلول نمایش داده، سلول گالوانی (روی - آهن) «Zn-Fe» است. با توجه به این که در سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند (قطب منفی) به کاتد (قطب مثبت) است، بنابراین، روی، الکتروآند (قطب منفی) و آهن، الکتروکاتد (قطب مثبت) می‌باشد. **بررسی عبارتهای:**

**عبارت (الف):** در سلول‌های گالوانی، جهت حرکت آنیون‌ها، به سمت نیم‌سلول آندی و جهت حرکت کاتیون‌ها، به سمت نیم‌سلول کاتدی است. پس در این سلول، یون‌های  $SO_4^{2-}$  از دیواره متخلخل وارد نیم‌سلول آندی که حاوی الکتروآند روی است، می‌شوند.

**عبارت (ب):** معادله واکنش انجام شده در این سلول گالوانی، به صورت  $Zn(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Fe(s)$  است. از آنجا که در واکنش‌هایی که به‌طور خودبه‌خودی انجام می‌شوند، قدرت اکسندگی و کاهش‌دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است، پس می‌توان نتیجه گرفت قدرت اکسندگی یون  $Fe^{2+}(aq)$  از یون  $Zn^{2+}(aq)$  بیشتر است.

**عبارت (پ):** با حذف دیواره متخلخل، دو الکترولیت با یکدیگر مخلوط می‌شوند و تبادل الکترون میان گونه‌های اکسند و کاهش‌دهنده به‌طور مستقیم صورت می‌گیرد، از این رو، واکنش متوقف نمی‌شود.

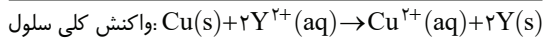
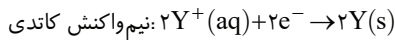
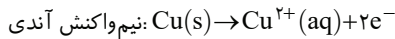
**عبارت (ت):** در نیم‌سلول آندی، اتم‌های Zn به صورت یون‌های  $Zn^{2+}$  وارد محلول شده و از جرم تیغه Zn کاسته می‌شود و در نیم‌سلول کاتدی، یون‌های  $Fe^{2+}$  موجود در محلول با دریافت الکترون، به صورت اتم‌های Fe از محلول خارج شده و بر سطح تیغه آهنی، رسوب می‌کنند، پس به تدریج به جرم تیغه آهنی افزوده می‌شود.

**۱ ۴** در سلول‌های گالوانی، با گذشت زمان، غلظت الکترولیت آندی افزایش و غلظت الکترولیت کاتدی کاهش می‌یابد. با توجه به نمودار، مس آند سلول است و باید پتانسیل کاهش کوچک‌تری از X (کاتد) داشته باشد. بنابراین، در میان گونه‌های موجود، تنها پلاتین می‌تواند جایگزین X شود.

۵ ۲ با توجه به این که مقدار پتانسیل الکترودی استاندارد مربوط به نیم سلول  $(Y^+/Y)$  که در گزینه‌ها آمده، بزرگ‌تر از پتانسیل الکترودی استاندارد  $(Cu^{2+}(aq)/Cu(s))$  است، بنابراین تیغه  $Cu$ ، نقش آند و تیغه  $Y$ ، نقش کاتد دارد و به این ترتیب می‌توانیم  $E^\circ(Y^+/Y)$  را به دست آوریم.

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(Y^+/Y) - E^\circ(Cu^{2+}/Cu) \Rightarrow 0.46 = E^\circ(Y^+/Y) - 0.34 \Rightarrow E^\circ(Y^+/Y) = 0.46 + 0.34 = 0.8V$$

برای ادامه سؤال، ابتدا واکنش کلی سلول را می‌نویسیم:



اکنون می‌توان از روی کاهش جرم آند  $(Cu)$ ، میزان افزایش جرم تیغه کاتدی  $(Y)$  را محاسبه کرد.

$$? g Y = 22/225 g Cu \times \frac{1 mol Cu}{63.5 g Cu} \times \frac{2 mol Y}{1 mol Cu} \times \frac{M g Y}{1 mol Y} = 0.67 M (g Y) \quad \text{روش اول (ضریب تبدیل):}$$

$$\frac{\text{جرم } Cu \text{ مصرفی}}{\text{جرم مولی } Cu} = \frac{\text{جرم } Y \text{ تولیدی}}{\text{جرم مولی } Y} \Rightarrow \frac{22/225 g}{63.5} = \frac{x g}{2 \times M} \Rightarrow x = 0.67 M (g Y) \quad \text{روش دوم (تناسب):}$$

میانبرهاسازی

$$\frac{22/225 \times 2}{63.5} = ? \xrightarrow{\text{تخمین زدن}} \frac{22 \times 2}{63.5} = \frac{2 \times 2}{6} = \frac{2}{3} = 0.67$$

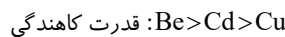
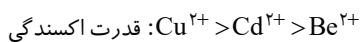
به جای ۲۲/۲۲۵ و ۶۳/۵ اعداد ۲۲ و ۶۶ قرار گیرد.

با توجه به اعداد به دست آمده، تنها گزینه (۲) می‌تواند پاسخ باشد.

شبیبه سازکنکور

۶ ۲

عبارت‌های (الف) و (ب) درست‌اند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): مقایسه قدرت اکسندگی و کاهش‌دهندگی گونه‌ها به صورت زیر است:



عبارت (ب): در شرایط یکسان، تبدیل  $Cd^{2+}$  به  $Cd$  به انرژی پتانسیل کمتری نسبت به تبدیل  $Be^{2+}$  به  $Be$  نیاز دارد. عبارت (پ): در سلول گالوانی «بریلیم - مس»، آنیون‌ها با عبور از دیواره متخلخل وارد نیم سلول بریلیم می‌شوند. عبارت (ت): در سلول گالوانی «کادمیم - مس»، فلز مس نقش کاتد را داشته و به مرور زمان با انجام نیم واکنش کاهش، جرم آن افزایش می‌یابد.

تست ۱۳

با توجه به جدول داده شده، پاسخ درست هر سه پرسش زیر در کدام گزینه بیان شده است؟  
 الف) به ترتیب، کدام گونه، قوی‌ترین اکسندنده و کدام گونه، قوی‌ترین کاهش‌دهنده است؟  
 ب) در سلول گالوانی « $X-D$ »، اگر قطب مثبت ولت‌سنج متصل به الکتروود  $D$  باشد، کدام نیم سلول را می‌توان به جای  $X$  قرار داد تا ولت‌سنج یک عدد منفی را نشان دهد؟  
 پ) اگر در سلول گالوانی « $D-B$ »،  $1/806 \times 10^{23}$  الکترون در مدار بیرونی جابه‌جا شود، چند گرم به جرم تیغه کاتد افزوده می‌شود؟  
 ( $B=64, D=27; g.mol^{-1}$ )

نیم واکنش کاهش	$E^\circ (V)$
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	$+0.8$
$B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	$+0.34$
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	$-1.66$

۱)  $A^+$  و  $D$  - نیم سلول‌های  $(B^{2+}/B)$  و  $(A^+/A)$  - ۹/۶ گرم

۲)  $A$  و  $D^{3+}$  - نیم سلول  $(D^{3+}/D)$  - ۹/۶ گرم

۳)  $A^+$  و  $D$  - نیم سلول‌های  $(B^{2+}/B)$  و  $(A^+/A)$  - ۲/۷ گرم

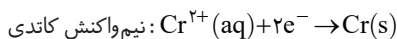
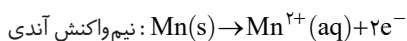
۴)  $A^+$  و  $D$  - نیم سلول  $(D^{3+}/D)$  - ۲/۷ گرم

گزینه (۱)

۷ ۳ در سلول گالوانی که در شکل (۲) نمایش داده شده است، با توجه به جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی، آهن، الکتروود آند و نقره، الکتروود کاتد است. در این سلول گالوانی، جهت حرکت کاتیون‌ها  $(Fe^{2+})$  در محلول الکتروولیت به سمت کاتد (تیغه نقره) است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): واکنش انجام شده در هر دو شکل به صورت  $Fe(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2Ag(s)$  است، با این تفاوت که در شکل (۱) مبادله الکترون میان گونه‌ها، به طور مستقیم صورت می‌گیرد؛ ولی در شکل (۲) مبادله الکترون میان گونه‌ها به طور غیرمستقیم انجام می‌شود. گزینه (۲): در سلول شکل (۲)، نقره، الکتروود کاتد است و با گذشت زمان، جرم آن افزایش می‌یابد. گزینه (۴):

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(Ag^+/Ag) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) \Rightarrow 1.24 = E^\circ(Ag^+/Ag) - (-0.44) \Rightarrow E^\circ(Ag^+/Ag) = 0.8V$$

با توجه به  $E^\circ$  نیم سلولها، Mn الکتروآند و Cr الکتروکاتد است و با گذشت زمان از جرم تیغه Mn کاسته شده و به جرم تیغه Cr افزوده می شود.



$$\text{Mn} \text{ جرم تیغه} = 4816 \text{ C} \times \frac{1 \text{ e}^-}{1/6 \times 10^{-19} \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol Mn}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{55 \text{ g Mn}}{1 \text{ mol Mn}} = 1/375 \text{ g Mn}$$

$$\text{Cr} \text{ جرم تیغه} = 4816 \text{ C} \times \frac{1 \text{ e}^-}{1/6 \times 10^{-19} \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{52 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 1/3 \text{ g Cr}$$

در ابتدا، جرم تیغه‌ها یکسان بوده و با گذشت زمان مورد نظر، جرم الکتروکاتد، ۱/۳۷۵g کاهش و جرم الکتروآند، ۱/۳g افزایش یافته است، پس تفاوت جرم دو الکتروکاتد برابر  $(1/375 + 1/3) \times 2/675 \text{ g}$  است.

**مسئله‌ی ۱۰۴** برای حل این مسئله می توان از همان ابتدا این گونه در نظر گرفت که به ازای انتقال دو مول الکترون در مدار بیرونی، از جرم تیغه منگنز ۵۵ گرم کاسته شده و به جرم تیغه کروم ۵۲ گرم افزوده می شود و در نتیجه به ازای انتقال دو مول الکترون در مدار بیرونی، ۱۰۷ (۵۵+۵۲) گرم اختلاف جرم خواهیم داشت:

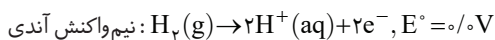
$$\text{اختلاف جرم} = 4816 \text{ C} \times \frac{1 \text{ e}^-}{1/6 \times 10^{-19} \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{107 \text{ g}}{2 \text{ mol e}^-} = 2/675 \text{ g}$$

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

**عبارت (الف):** در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»، گاز هیدروژن به عنوان سوخت وارد نیم سلول آندی می شود و در آنجا، بخشی از  $\text{H}_2$  مطابق نیم واکنش آندی به یونهای  $\text{H}^+$  و الکترون تبدیل می شود و سوخت مصرف نشده نیز از پایین نیم سلول آندی خارج می شود. جهت حرکت الکترون‌ها و یون  $\text{H}^+$  نیز در این سلول از آند به کاتد است.

**عبارت (ب):** در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده و غیر انفجاری واکنش می دهد. کاتالیزورها در این سلول سبب تسهیل فرایند آسایش و کاهش در الکترودهای آند و کاتد می شوند.

**عبارت (پ):** در این سلول، نیم واکنش‌های کاتدی و آندی به صورت زیر است:



پتانسیل مورد انتظار (نظری) از سلول سوختی برابر است با:

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1/2 - 0 = 1/2\text{V} \quad (\text{نظری})$$

اگر ولتاژ این سلول برابر  $0/48\text{V}$  باشد، بازده درصدی این سلول برابر است با:

**عبارت (ت):** طبق قانون هس، انرژی مبادله شده در یک واکنش به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می شود، وابسته نیست، از این رو انرژی حاصل از واکنش اکسایش گاز هیدروژن به وسیله  $\text{O}_2$  در سلول سوختی با انرژی حاصل از سوختن همان مقدار گاز هیدروژن به طور مستقیم برابر است.

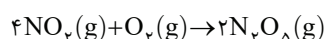
**۱۰۴** در اثر انحلال  $\text{N}_2\text{O}_5$  در آب، مطابق واکنش  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq})$ ، نیتریک اسید تولید می شود که این محلول مطابق واکنش  $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  با محلول پتاسیم هیدروکسید (پتاس سوزآور) خنثی می شود. ابتدا مقدار مول  $\text{N}_2\text{O}_5$  تولید و حل شده در آب را به کمک حجم و pH پتاس سوزآور محاسبه می کنیم:

$$\text{KOH: } \text{pH} = 12/8 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 14 - 12/8 = 1/2$$

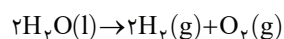
$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1/2} = 10^{-0.5} = 10^{-0.5} = 0.316 \times 10^{-2} = 3.16 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol N}_2\text{O}_5 = 4 \text{ L KOH}(\text{aq}) \times \frac{3.16 \times 10^{-3} \text{ mol KOH}}{1 \text{ L KOH}(\text{aq})} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol KOH}} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5}{2 \text{ mol HNO}_3} = 0/12 \text{ mol N}_2\text{O}_5$$

سپس به کمک معادله واکنش تولید  $\text{N}_2\text{O}_5$  از گازهای  $\text{NO}_2$  و  $\text{O}_2$ ، مقدار مول  $\text{O}_2$  مصرف شده در واکنش را به دست می آوریم:



$$? \text{ g O}_2 = 0/12 \text{ mol N}_2\text{O}_5 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol N}_2\text{O}_5} = 0/06 \text{ mol O}_2$$



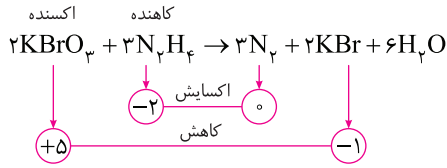
در انتها، با توجه به واکنش کلی برقکافت آب، جرمی از آب که برقکافت شده را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 0/06 \text{ mol O}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 2/16 \text{ g H}_2\text{O}$$

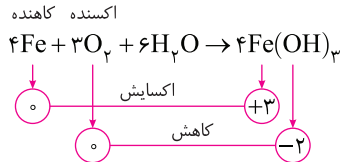


معادله واکنش‌های داده شده را به روش واری می‌توان موازنه کرد.

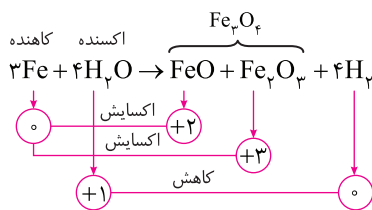
گزینه (۱): عدد اکسایش اتم برم در گونه اکسیده (KBrO<sub>۳</sub>)، ۶ واحد تغییر می‌کند و ضریب آن برابر ۲ است. (نسبت خواسته شده)  $\frac{۶}{۳} = ۲$



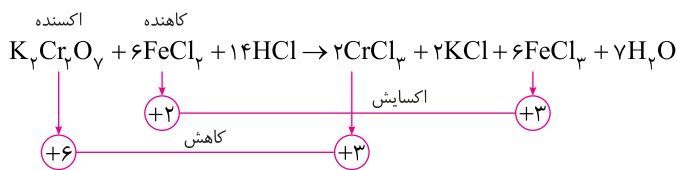
گزینه (۲): عدد اکسایش اتم اکسیژن در گونه اکسیده (O<sub>۲</sub>)، ۲ واحد تغییر می‌کند و ضریب استوکیومتری آن برابر ۳ است. (نسبت خواسته شده)  $\frac{۲}{۳} = \frac{۲}{۳}$



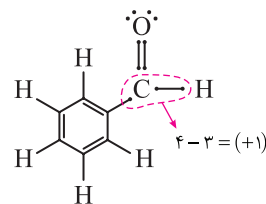
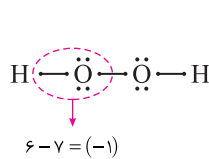
گزینه (۳): عدد اکسایش اتم هیدروژن در گونه اکسیده (H<sub>۲</sub>O)، یک واحد تغییر می‌کند و ضریب استوکیومتری آن برابر ۴ است. (نسبت خواسته شده)  $\frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۴}$



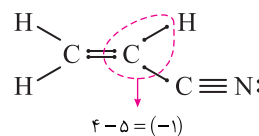
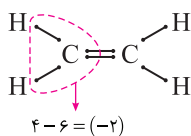
گزینه (۴): عدد اکسایش اتم کروم در گونه اکسیده (K<sub>۲</sub>Cr<sub>۲</sub>O<sub>۷</sub>)، ۴ واحد تغییر می‌کند و ضریب استوکیومتری آن برابر ۱ است. (نسبت خواسته شده)  $\frac{۴}{۱} = ۴$



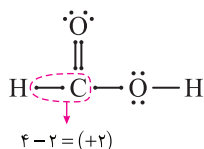
موارد (الف) و (ب) عبارت داده شده را به درستی کامل می‌کنند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):



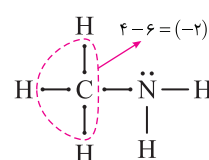
عبارت (ب): اتن (C<sub>۲</sub>H<sub>۲</sub>) ساده‌ترین عضو خانواده آلکن‌ها است.



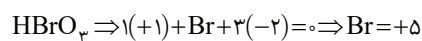
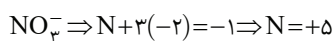
عبارت (پ): متانویک اسید (HCOOH)، نخستین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است.



متانویک اسید



متیل آمین



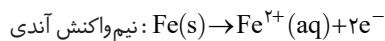
عبارت (ت):

۱۳

**بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف):** در برقکافت مخلوط نمک‌ها، در کاتد (قطب منفی)، گونه اکسندۀ‌ای که در سری الکتروشیمیایی در جایگاه بالاتری قرار دارد، الکترون می‌گیرد و در قطب منفی رسوب می‌کند. از این رو در برقکافت مخلوط  $ZnCl_2$  و  $AlCl_3$ ، قدرت اکسندگی  $Zn^{2+}$  از  $Al^{3+}$  بیشتر است، بنابراین، در قطب منفی سلول (کاتد)، ابتدا فلز روی رسوب می‌کند. **پرسش (ب):** در برقکافت مخلوط مذاب  $NiCl_2$  و  $ZnBr_2$ ، در قطب منفی (کاتد)، کاتیون‌های  $Ni^{2+}$  که اکسندۀ قوی‌تری هستند، کاهش می‌یابند و در قطب مثبت (آند)، آنیون‌های  $Br^-$  که قدرت کاهندگی بیشتری دارند، اکسید می‌شوند. پس معادله کلی فرایند برای برقکافت چنین مخلوطی به صورت  $Ni^{2+}(l) + 2Br^-(l) \rightarrow Ni(l) + Br_2(g)$  است. **پرسش (پ):** در مخلوط مذاب کلریدها و برمیدها فلزها، یون‌های  $Cl^-$  و  $Br^-$  گونه‌های کاهنده هستند و با توجه به نیم‌واکنش کاهش آن‌ها به ازای اکسایش هر مول از آن‌ها، یک مول الکترون تولید می‌شود.

۱۴

چون آهن دچار خوردگی می‌شود، بنابراین  $E^\circ(M^{2+}/M) > E^\circ(Fe^{2+}/Fe)$  بزرگ‌تر است. در این سلول، آهن نقش آند و فلز  $M$  نقش کاتد را دارد. نیم‌واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد به صورت روبه‌رو است:

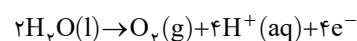


در سلول‌های گالوانی، آند قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد. پس آهن، در این‌جا قطب منفی سلول است. برای حفاظت از لوله‌های نفتی از فلزاتی استفاده می‌کنند که  $E^\circ(M^{2+}/M) > E^\circ(Fe^{2+}/Fe)$  و نمی‌توان از فلز  $M$  استفاده کرد.

۱۵

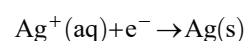
**شبه‌سازکنکور**  
قسمت اول: ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را تعیین می‌کنیم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-7.3} = 10^{-2.0/7} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$



با توجه به نیم‌واکنش موازنه‌شده آندی داریم:

$$\text{محلول } 900 \text{ mL} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{0.05 \text{ mol H}^+}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{4 \text{ mol H}^+} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{2/70.9 \times 10^{-22} \text{ e}^-} = 900 \text{ mL}$$

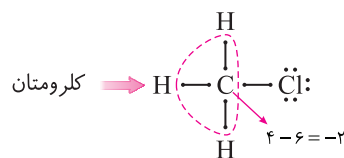
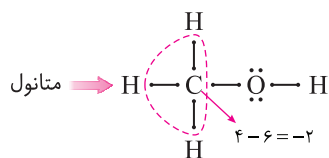


قسمت دوم: با توجه به نیم‌واکنش کاتدی داریم:

$$? \text{ g Ag تولیدی} = 2/70.9 \times 10^{-22} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 4/86 \text{ g Ag}$$

۱۶

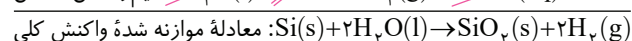
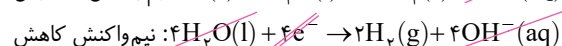
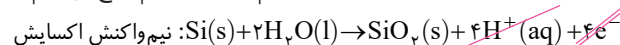
خصلت نافلزی کربن از هیدروژن بیشتر و از اکسیژن و کلر کمتر است. عدد اکسایش اتم کربن در هر دو ترکیب برابر (-۲) است.



**بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):** در سلول‌های الکترولیتی، با صرف انرژی الکتریکی، واکنش‌های اکسایش - کاهش، در خلاف جهت طبیعی انجام می‌شوند، از این رو در آن‌ها سطح انرژی فرآورده‌ها بالاتر از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها است. **گزینه (۲):** از آهن گالوانیزه در ساخت ظروف نگهداری مواد غذایی استفاده نمی‌شود؛ زیرا اسید موجود در مواد غذایی با فلز روی که سطح آهن را پوشانده، وارد واکنش شده و سبب فساد مواد غذایی می‌شود. **گزینه (۳):** در فرایند تهیه فلز منیزیم از آب دریا، منیزیم هیدروکسید پس از تولید از صافی عبور می‌کند و سپس با هیدروکلریک اسید وارد واکنش می‌شود.

۱۷

**شبه‌سازکنکور**  
همه عبارت‌ها درست هستند. **بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** در سلول نور الکتروشیمیایی ذکر شده در صورت سؤال که از آن برای تولید گاز هیدروژن استفاده می‌شود، برای انجام واکنش اکسایش - کاهش از نور استفاده می‌شود. **عبارت (ب):** برای به‌دست آوردن معادله موازنه شده واکنش کلی، ابتدا نیم‌واکنش‌ها را به طور جداگانه از نظر جرم و بار موازنه می‌کنیم. سپس تعداد الکترون‌ها را در دو نیم‌واکنش یکسان کرده و با حذف الکترون‌ها، طرفین دو نیم‌واکنش را با هم جمع می‌کنیم.



در این واکنش،  $Si(s)$ ، نقش کاهنده و  $H_2O(l)$  نقش اکسندۀ دارد. مجموع ضرایب استوکیومتری این دو گونه در واکنش برابر ۳ است.

**عبارت (پ):** واکنش‌دهنده جامد همان  $Si(s)$  است، پس خواهیم داشت:

$$? \text{ L H}_2 = 70 \text{ g Si} \times \frac{1 \text{ mol Si}}{28 \text{ g Si}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Si}} \times \frac{22.4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 112 \text{ L H}_2$$

روش اول (ضریب تبدیل):

$$\frac{\text{جرم Si مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم H}_2 \text{ تولیدی}}{22.4} \Rightarrow \frac{70}{28 \times 2} = \frac{x \text{ L H}_2}{22.4} \Rightarrow x = 112 \text{ L H}_2$$

روش دوم (تناسب):

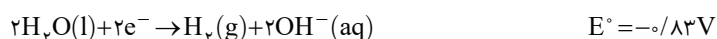
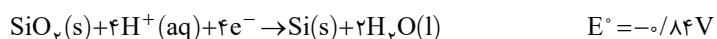
$$E^\circ = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0.84 - (-0.17) = -0.67 \text{ V}$$

عبارت (ت):

$$\text{ولتاژ نظری} = \frac{\text{ولتاژ عملی}}{\text{بازده سلول}} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ V}}{0.17} \times 100 = 11.76\%$$

**عبارت (ث):** با توجه به نیم‌واکنش کاهش که در کاتد رخ می‌دهد، در این نیم‌سلول یون  $\text{OH}^-$  تولید می‌شود، در نتیجه محیط پیرامون الکترود کاتد خاصیت بازی پیدا می‌کند و رنگ کاغذ pH در آن محیط آبی می‌شود.

**تست ۱۴:** در یک سلول الکتروشیمیایی که در آن برای انجام واکنش اکسایش - کاهش از نور بهره می‌برند، نیم‌واکنش‌های زیر انجام می‌شود. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

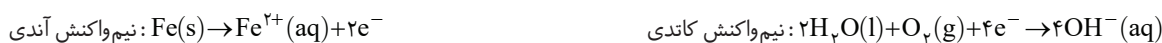


- محلول پیرامون آند، رنگ کاغذ pH را قرمز می‌کند.
- تغییر عدد اکسایش عامل اکسنده در این سلول، ۴ برابر تغییر عدد اکسایش عامل کاهنده است.
- واکنش انجام شده در این سلول بازده و سرعت اندکی دارد و یکی از فرآورده‌های آن  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  است.
- معادله نیم‌واکنش کاتدی این سلول مانند نیم‌واکنش کاتدی سلول برکفافت آب است.

۲ (۲)	۱ (۱)
۴ (۴)	۳ (۳)

گزینه (۲)

**۱۸ ۳:** در شرایط یکسان، حجم یک نمونه گاز با مقدار آن رابطه مستقیم دارد. پس می‌توانیم مقدار  $\text{O}_2$  مصرفی در فرایند خوردگی حلی را  $n$  مول و مقدار  $\text{O}_2$  مصرفی در فرایند خوردگی آهن گالوانیزه را  $4n$  مول در نظر بگیریم و به کمک آن کاهش جرم حلی و آهن گالوانیزه را به دست آوریم: محاسبه کاهش جرم آند در حلی:



$$? \text{ g Fe (کاهش جرم)} = n \text{ mol O}_2 \times \frac{4 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 112n \text{ (g Fe)}$$

محاسبه کاهش جرم آند در آهن گالوانیزه:



$$? \text{ g Zn (کاهش جرم)} = 4n \text{ mol O}_2 \times \frac{4 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 52n \text{ (g Zn)}$$

اکنون نسبت کاهش جرم آند در حلی به کاهش جرم آند در آهن گالوانیزه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{کاهش جرم آند در حلی}}{\text{کاهش جرم آند در آهن گالوانیزه}} = \frac{112n}{52n} \approx 2.15$$

**۱۹ ۴:** همه عبارت‌ها نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها: **عبارت (الف):** در سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی، خلاف جهت حرکت آنیون‌ها در محلول الکترولیت بوده و از آند (الکتروود A) به سمت کاتد (الکتروود B) می‌باشد. **عبارت (ب):** پتانسیل سلول گالوانی «Mg-Co» برابر است با:

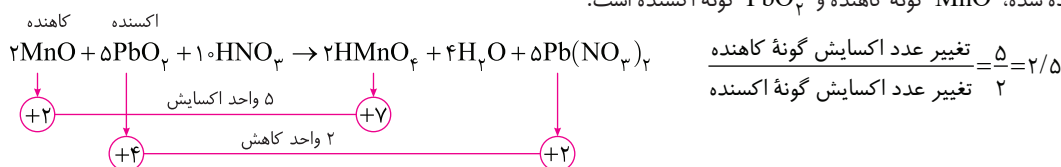
$$E^\circ = E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{Co}^{2+}/\text{Co}) - E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -0.28 - (-2.38) = 2.1 \text{ V}$$

در صورت اتصال ۵ سلول گالوانی «Mg-Co» به صورت سری، یک باتری ۱/۵ ولتی ایجاد می‌شود. **عبارت (پ):** به ازای عبور  $n$  مول الکترون از سلول برکفافت

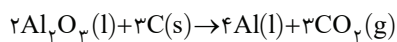
حاوی نمک مذاب  $\text{CuCl}_2$ ، در قطب منفی،  $\frac{n}{2}$  مول فلز مس تولید می‌شود که جرم آن برابر  $\frac{63.5n}{2}$  گرم است و به ازای عبور  $n$  مول الکترون از سلول برکفافت

حاوی نمک مذاب  $\text{FeBr}_3$ ، در قطب منفی،  $\frac{n}{3}$  مول فلز آهن تولید می‌شود که جرم آن برابر  $\frac{56n}{3}$  گرم است. پس جرم فلز مس تولید شده، بیشتر می‌باشد.

**عبارت (ت):** در واکنش داده شده،  $\text{MnO}$  گونه کاهنده و  $\text{PbO}_2$  گونه اکسنده است.



۲۰۲ در صنعت، آلومینیم را از سنگ معدن بوکسیت ( $Al_2O_3$  ناخالص) به دست می‌آورند. در این فرایند،  $Al_2O_3$  ناخالص را پس از خالص‌سازی، طبق واکنش روبه‌رو، به آلومینیم خالص تبدیل می‌کنند.



راه‌حل قسمت اول: ابتدا جرم  $CO_2$  حاصل از ۷۰۰ گرم سنگ معدن بوکسیت را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g } CO_2 = 700 \text{ g } Al_2O_3 \text{ ناخالص} \times \frac{25/5 \text{ g } Al_2O_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g } Al_2O_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol } Al_2O_3}{102 \text{ g } Al_2O_3} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } Al_2O_3} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 115/5 \text{ g } CO_2$$

سپس جرم ناخالصی‌های موجود در سنگ معدن بوکسیت را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g ناخالصی} = 700 \text{ g بوکسیت} \times \frac{74/5 \text{ g ناخالصی}}{100 \text{ g بوکسیت}} = 521/5 \text{ g ناخالصی}$$

نسبت جرم  $CO_2$  به ناخالصی موجود در سنگ بوکسیت برابر است با:

$$\frac{\text{جرم } CO_2}{\text{جرم ناخالصی‌های بوکسیت}} = \frac{115/5}{521/5} = 0/22$$

راه‌حل قسمت دوم: طی این واکنش به ازای مصرف ۲ مول آلومینیم اکسید، ۱۲ مول الکترون میان گونه‌های اکسند و کاهنده مبادله می‌شود. پس خواهیم داشت:

$$12 = 2 \times 2(3 - 0) = 2 \times 2(3 - 0) = 12$$

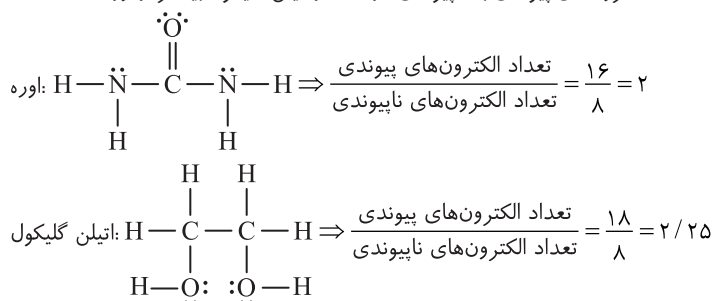
تغییر عدد اکسایش آلومینیم  $\times$  زیروند  $\times$  ضریب = مقدار مول الکترون مبادله شده

$$? \text{ mol e} = 700 \text{ g } Al_2O_3 \text{ ناخالص} \times \frac{25/5 \text{ g } Al_2O_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g } Al_2O_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol } Al_2O_3}{102 \text{ g } Al_2O_3} \times \frac{12 \text{ mol e}}{2 \text{ mol } Al_2O_3} = 10/5 \text{ mol e}$$

پاسخ تشریحی آزمون ۱۷

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دارای نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- برای حل تست ۷، باید فرمول عمومی پاک کننده‌های غیرصابونی را بدانید. ۲- تست‌های شمارشی مانند تست ۸ که دارای عبارت شمارشی هستند را دور دوم حل نمایید. ۳- تست‌های ۲ و ۱۸ جزء مسائل وقت‌گیر هستند و بهتر است آن‌ها را در دور دوم حل کنید.	۳ - ۴ - ۱۰ - ۱۶ - ۱۸ - ۲۰	۴۵

**۱ ۳** عبارت‌های (ت) و (ث) نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): فرمول مولکولی اتیلن گلیکول و اوره به ترتیب به صورت  $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$  و  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  است. مولکول‌های این دو ماده به دلیل داشتن هیدروژن متصل به اتم‌های O یا N می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند. عبارت (ب): روغن زیتون دارای مولکول‌های دویکسی  $\text{C}_{57}\text{H}_{114}\text{O}_2$  است. از آن‌جا که در مولکول‌های این ماده، بخش ناقطبی بسیار بزرگ‌تر از بخش قطبی است، بخش ناقطبی مولکول بر بخش قطبی‌اش غالب بوده و در نتیجه همانند وازلین که دارای مولکول‌های ناقطبی (با فرمول تقریبی  $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$ ) است، در حلال‌های ناقطبی به خوبی حل می‌شود. عبارت (پ): اوره دارای مولکول‌های قطبی و هگزان دارای مولکول‌های ناقطبی است. از این رو، برهم کنش میان مولکول‌های هگزان و اوره، ضعیف‌تر از برهم کنش میان مولکول‌های اوره با یکدیگر است و اوره در هگزان حل نمی‌شود. توجه داشته باشید که میان مولکول‌های اوره پیوند هیدروژنی نیز وجود دارد. عبارت (ت): ساختار لوویس اوره و اتیلن گلیکول به صورت زیر است. نسبت تعداد الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در ساختار اتیلن گلیکول بیشتر از اوره است.



**عبارت (ث):** به منظور افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده به آن‌ها نمک‌های فسفات محلول در آب اضافه می‌کنند تا یون‌های فسفات با یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  موجود در آب سخت واکنش دهند و مانع از تشکیل رسوب و ایجاد لکه شوند. دقت کنید که به این منظور از هر نمک فسفاتی نمی‌توان استفاده کرد. نمک فسفات استفاده شده حتماً باید در آب محلول باشد اما کلسیم فسفات در آب نامحلول است.

**۲ ۲** از واکنش اسید چرب با فرمول شیمیایی  $\text{RCOOH}$  با محلول پتاسیم هیدروکسید، صابون مایع با فرمول شیمیایی  $\text{RCOOK}$  به دست می‌آید:

$$\text{RCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{RCOOK} + \text{H}_2\text{O}$$

در صورت تست گفته شده که زنجیر هیدروکربنی صابون مایع، به صورت خطی و سیر شده است، پس می‌توان نتیجه گرفت که فرمول گروه R به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  بوده و فرمول کلی صابون مایع به صورت  $\text{C}_{n+1}\text{H}_{2n+1}\text{O}_2\text{K}$  می‌باشد. نسبت درصد جرمی دو عنصر در یک نمونه ماده، معادل نسبت جرم دو عنصر در آن ماده است، پس خواهیم داشت:

$$\frac{\text{مجموع جرم اتم‌های کربن}}{\text{مجموع جرم اتم‌های پتاسیم}} = \frac{12(n+1)}{39} = 8 \Rightarrow n = 25$$

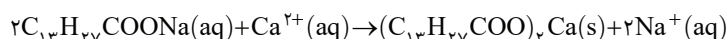
فرمول شیمیایی R که همان قسمت ناقطبی اسید چرب سازنده صابون مایع مورد نظر است، به صورت  $\text{C}_{25}\text{H}_{51}$  می‌باشد و همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در این قسمت ۵۱ اتم هیدروژن وجود دارد.

فرمول کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی دارای زنجیر هیدروکربنی سیر شده به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$  است، پس خواهیم داشت:

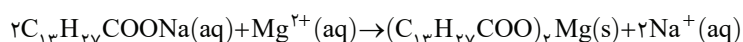
$$2n + 1 + 4 = 51 \Rightarrow 2n = 46 \Rightarrow n = 23$$

در بخش R این پاک‌کننده ۲۳ اتم کربن و در حلقه بنزنی آن ۶ اتم کربن وجود دارد، پس در فرمول این پاک‌کننده در مجموع ۲۹ اتم کربن وجود دارد.

**۱ ۳** فرمول شیمیایی پاک‌کننده صابونی مورد نظر به صورت  $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COONa}$  است و معادله واکنش این پاک‌کننده با یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$



به صورت روبه‌رو است:



ابتدا غلظت مولی یون کلسیم را محاسبه کرده و سپس به کمک جرم اولیه صابون مصرفی، غلظت مولی یون‌های  $\text{Mg}^{2+}$  را به دست می‌آوریم. در انتها با استفاده از

$$\text{غلظت مولی یون } \text{Mg}^{2+}, \text{ غلظت ppm آن را محاسبه می‌کنیم.}$$

$$\text{غلظت مولی } \text{Ca}^{2+} = \frac{\text{چگالی} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right) \times \text{غلظت ppm}}{10^3 \times \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right) \text{جرم مولی}} = \frac{75 \times 1/6}{10^3 \times 40} = 0.003 \text{ mol.L}^{-1}$$

سیس مقدار مول صابونی که با یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  رسوب می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{صابون } 0.12 \text{ mol} = \frac{0.03 \text{ mol } Ca^{2+}}{1 \text{ L دریاچه آب}} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol } Ca^{2+}} \times 2 \text{ L} = \text{مقدار مول صابونی که با } Ca^{2+} \text{ رسوب می‌دهد}$$

$$\text{صابون } 0.28 \text{ mol} = \frac{1 \text{ mol صابون}}{250 \text{ g صابون}} \times 7 \text{ g} = \text{مقدار مول صابون}$$

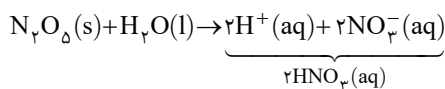
مقدار مول صابونی که با  $Mg^{2+}$  رسوب می‌دهد  $0.16 \text{ mol} = 0.28 - 0.12$

در آخر از روی مقدار مول صابونی که با یون  $Mg^{2+}$  رسوب می‌دهد، جرم یون  $Mg^{2+}$  موجود در ۲ لیتر آب دریاچه را محاسبه کرده و به کمک رابطه محاسبه غلظت

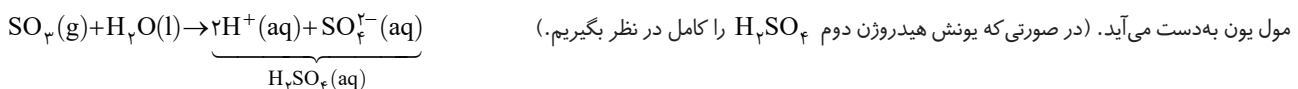
$$\text{ppm } Mg^{2+} \text{ بر حسب ppm را به دست می‌آوریم: } \frac{0.16 \text{ mol صابون}}{2 \text{ mol صابون}} \times \frac{24 \text{ g } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} = 192 \text{ g } Mg^{2+} \text{ ? g } Mg^{2+}$$

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{192}{2 \times 10^3 \times 1/6} \times 10^6 = 60 \text{ ppm}$$

فقط عبارت (ب) نادرست است. واکنش انجام شده به صورت زیر است:



**بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** به دلیل تولید اسید قوی‌تر ( $HNO_3$ ) در مقایسه با اسید ضعیف‌تر حاصل از افزودن کربن دی‌اکسید به آب ( $H_2CO_3$ )، شدت رنگ کاغذ pH در محلول نیتریک اسید بیشتر است. **عبارت (ب):** با افزودن یک مول  $N_2O_5$  مقدار ۴ مول یون و با افزودن یک مول گوگرد تری‌اکسید به آب، ۳



**عبارت (پ):** اسید حاصل ( $HNO_3$ ) یک اسید قوی بوده و در محلول آبی خود به طور کامل یونیده می‌شود. از این رو جزء الکترولیت‌های قوی است. **عبارت (ت):** با افزودن یک مول باریم اکسید به آب، ۳ مول یون تولید شده و میزان رسانایی محلول آبی حاصل از آن، کمتر از محلول حاصل از افزودن یک مول  $N_2O_5$  به مقدار یکسانی آب



۴ ۵

$$? \text{ mol } NH_3 = \frac{4}{250 \text{ g } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} = 0.12 \text{ mol } NH_3 \quad [NH_3] = \frac{0.12 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.06 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[NH_3]}{[N_2]} = \frac{1}{4} \Rightarrow [N_2] = 4[NH_3] = 4 \times 0.06 = 0.24 \text{ mol.L}^{-1}$$

ضریب استوکیومتری  $H_2$ ، سه برابر ضریب استوکیومتری  $N_2$  است، بنابراین غلظت تعادلی  $H_2$ ، سه برابر غلظت تعادلی  $N_2$  است.

$$[H_2] = 3[N_2] \Rightarrow 3 \times 0.24 = 0.72 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{(0.24)(0.72)^3}{(0.12)^2} = 1.08 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$

مقدار عددی ثابت تعادل واکنش تجزیه  $NH_3$  برابر است با:

۴ ۶

$HA$  یک اسید ضعیف بوده و  $K_a$  آن کوچک‌تر از  $10^{-3}$  است، بنابراین رابطه  $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times M}$  برای آن قابل استفاده است:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times M} = \sqrt{(2 \times 10^{-4}) \times M_{HA}} \quad [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{\sqrt{(2 \times 10^{-4}) \times M_{HA}}}$$

$BOH$  یک باز ضعیف بوده و  $K_b$  آن کوچک‌تر از  $10^{-3}$  است، از این رو رابطه  $[OH^-] = \sqrt{K_b \times M}$  برای  $BOH$  برقرار است:

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times M} = \sqrt{(4 \times 10^{-6}) \times M_{BOH}} \quad (M_{BOH} = 2M_{HA})$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{\sqrt{(4 \times 10^{-6}) \times M_{BOH}}}$$

$$\frac{[OH^-]_{(HA \text{ محلول})}}{[H_3O^+]_{(BOH \text{ محلول})}} = \frac{\sqrt{(2 \times 10^{-4}) \times M_{HA}}}{\frac{10^{-14}}{\sqrt{(4 \times 10^{-6}) \times M_{BOH}}}} = \frac{\sqrt{4 \times 10^{-6}} \times M_{BOH}}{\sqrt{2 \times 10^{-4}} \times M_{HA}} = \frac{\sqrt{4 \times 10^{-6}} \times 2}{\sqrt{2 \times 10^{-4}}} = 0.2$$

**۱۷** بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف): ثابت یونش اسیدها ( $K_a$ ) فقط به دما بستگی دارد و با تغییر غلظت، ثابت یونش آن‌ها تغییر نمی‌کند. پرسش (ب): صابون‌های

مایع، نمک پتاسیم ( $K^+$ ) یا آمونیوم ( $NH_4^+$ ) اسید چرب هستند. عنصرهای هیدروژن و پتاسیم در گروه اول و نیتروژن در گروه پنزده جدول دوره‌ای قرار دارند.

پرسش (ب): فرمول کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت  $RC_6H_4SO_3Na$  است. پس فرمول شیمیایی پاک‌کننده غیرصابونی با زنجیر هیدروکربنی ( $R$ )

سیر شده و خطی که دارای ۱۲ اتم کربن است، به صورت  $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$  یا  $C_{18}H_{29}SO_3Na$  می‌باشد.

$$\frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم اتم‌های O}} = \frac{18 \times 12}{3 \times 16} = \frac{4}{5}$$

**۱۸** فقط عبارت (پ) نادرست است. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): از آن‌جا که غلظت هر سه ترکیب در آب یکسان است و با توجه به اینکه غلظت یون

هیدرونیوم در اسید معده بیشتر از آب گازدار است، می‌توان نتیجه گرفت، میزان قدرت اسیدی اسید معده از آب گازدار بیشتر است.

عبارت (ب):  $pH = -\log[H_3O^+]$  و  $pOH = -\log[OH^-]$

با توجه به رابطه‌های بالا و غلظت یون‌ها در جدول، هر چه  $[H_3O^+]$  بیشتر باشد،  $[OH^-]$  کمتر،  $pH$  کمتر و  $pOH$  بیشتر خواهد بود. در نتیجه، نسبت  $\frac{pH}{pOH}$

سه ماده به صورت روبه‌رو است:

$$\frac{pH}{pOH} \text{ «محلول آمونیاک < آب گازدار < اسید معده»}$$

عبارت (پ): حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدروکسید و هیدرونیوم در هر سه نمونه برابر است. در دمای ثابت، برای محلول‌های آبی،  $K_w$  مقدار ثابتی است که

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \xrightarrow{\text{در دمای اتاق}} K_w = 1 \times 10^{-14} \text{ برای محلول‌های آبی}$$

غلظت این دو یون را به هم مرتبط می‌کند.

عبارت (ت): با توجه به اینکه در نمودار، غلظت یون هیدرونیوم در محلول آمونیاک  $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  داده شده است، می‌توان نوشت:

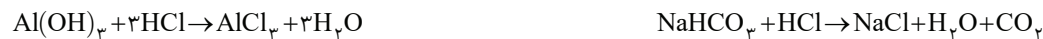
$$10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol OH}^-} \times \frac{1 \text{ L محلول آمونیاک}}{0.5 \text{ L محلول آمونیاک}} = 3 \times 10^{-2} \text{ ion OH}^-$$

عبارت (ث): با توجه به اینکه ثابت یونش آمونیاک کمتر از  $10^{-3}$  است، می‌توان از رابطه  $K_b = M_b \alpha_b$  استفاده نمود:

$$K_b = M_b \alpha_b \xrightarrow{[OH^-] = M_b \alpha_b} K_b = [OH^-] \cdot \alpha_b \Rightarrow \alpha_b = \frac{K_b}{[OH^-]} = \frac{1/8 \times 10^{-5}}{10^{-3}} = 1/8 \times 10^{-2} \Rightarrow \alpha = 1/8$$

**۱۹** غلظت یون هیدرونیوم در شیرۀ معده برابر  $3 \text{ mol.L}^{-1}$  است. معادله خنثی شدن اسید معده ( $HCl$ ) با آلومینیم هیدروکسید ( $Al(OH)_3$ ) و

جوش شیرین ( $NaHCO_3$ ) به صورت زیر است:



برای حل مسئله، ابتدا حجمی از اسید معده که توسط  $Al(OH)_3$  و  $NaHCO_3$  خنثی می‌شود را محاسبه می‌کنیم و سپس با یکدیگر جمع می‌کنیم:

$$Al(OH)_3 \text{ با } 3 \text{ mol HCl} \Rightarrow \frac{3/25 \text{ g Al(OH)}_3}{100 \text{ g قرص}} \times \frac{1 \text{ mol Al(OH)}_3}{78 \text{ g Al(OH)}_3} \times \frac{3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Al(OH)}_3} \times \frac{1 \text{ L معده}}{0.3 \text{ mol HCl}} \times \frac{1 \text{ قرص}}{1 \text{ قرص}} = 0.84 \text{ L شیرۀ معده}$$

$$NaHCO_3 \text{ با } 1 \text{ mol HCl} \Rightarrow \frac{25/25 \text{ g NaHCO}_3}{100 \text{ g قرص}} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ L معده}}{0.3 \text{ mol HCl}} \times \frac{1 \text{ قرص}}{1 \text{ قرص}} = 0.21 \text{ L شیرۀ معده}$$

$$\text{مجموع حجمی از شیرۀ معده که خنثی شده} = 0.84 \text{ L} + 0.21 \text{ L} = 1.05 \text{ L} = 1050 \text{ mL}$$

**۱۰** ابتدا غلظت محلول رقیق هیدروکلریک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 0.15 \Rightarrow [HCl] = [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0.15} = 10^{+0.85-1} = 7 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} = M_{\text{غلظت}} \times V_{\text{غلظت}} \Rightarrow 7 \times 10^{-1} \times 300 = M_{\text{رقیق}} \times 1400 \Rightarrow M_{\text{رقیق}} = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس به کمک معادله واکنش خنثی شدن، درصد جرمی کلسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ g Ca(OH)}_2 = 600 \times 10^{-3} \text{ L اسید} \times \frac{0.15 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L اسید}} \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{74 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = 3.33 \text{ g Ca(OH)}_2 \text{ (ضریب تبدیل)}$$

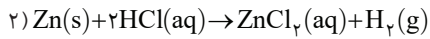
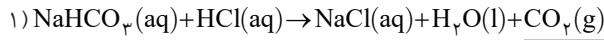
$$\% = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{3.33}{5.55} \times 100 = 60\%$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.15 \times 600 \times 10^{-3}}{2} = \frac{p}{1 \times 74} \Rightarrow p = 60\%$$

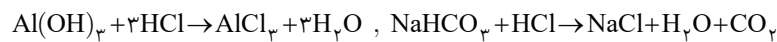
عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): شیر منیزی، یکی از رایج‌ترین داروهای ضد اسید است که شامل منیزیم هیدروکسید  $(Mg(OH)_2)$  است. این دارو با اسید معده واکنش می‌دهد و سبب کاهش اسید معده می‌شود؛ ولی آن را به‌طور کامل خنثی نمی‌کند. عبارت (ب): جوش شیرین یک

ضد اسید است و فرمول شیمیایی آن به‌صورت  $NaHCO_3$  است. آنیون این ترکیب  $HCO_3^-$  می‌باشد که نسبت شمار اتم‌ها به شمار عنصرها در آن برابر  $\frac{5}{3}$  است.

عبارت (پ): از واکنش جوش شیرین  $(NaHCO_3)$  با اسید معده  $(HCl)$ ، گاز کربن دی‌اکسید و از واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید، گاز هیدروژن تولید می‌شود:



عبارت (ت): یک مول آلومینیم هیدروکسید  $(Al(OH)_3)$ ، سه مول  $HCl$  را خنثی می‌کند و یک مول جوش شیرین  $(NaHCO_3)$ ، یک مول  $HCl$  را خنثی می‌کند. پس یک نمونه ضد اسیدی که حاوی یک مول  $Al(OH)_3$  و یک مول  $NaHCO_3$  است، می‌تواند ۴ مول اسید معده  $(HCl)$  را خنثی کند.



با توجه به توضیحات صورت سؤال، ما برای این سه عنصر و نیم‌واکنش‌های کاهشی آن‌ها، سری الکتروشیمیایی را به دو صورت زیر می‌توانیم رسم کنیم:

حالت ۱	حالت ۲
$M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$	$P^{2+} + 2e^- \rightarrow P$
$P^{2+} + 2e^- \rightarrow P$	$M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$
$N^{2+} + 2e^- \rightarrow N$	$N^{2+} + 2e^- \rightarrow N$

اگر  $P^{2+}$ ، اکسندۀ قوی‌تری نسبت به  $M^{2+}$  باشد (یعنی حالت دوم سری الکتروشیمیایی)، ولتاژ سلول تشکیل شده از دو الکتروود  $M$  و  $P$ ، از ولتاژ سلول تشکیل شده از دو الکتروود  $N$  و  $P$  کمتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): با توجه به اطلاعات داده شده، نمی‌توان گفت که اتم  $P$  نسبت به دو اتم  $M$  و  $N$ ، قدرت کاهندگی بیشتری دارد. گزینه (۲): با توجه به اینکه پتانسیل‌های الکتروودی داده نشده‌اند، نمی‌توان گفت که ولتاژ سلول تشکیل شده از  $M$  و  $P$  بیشتر از ولتاژ سلول تشکیل شده از  $N$  و  $P$  است. گزینه (۴): طبق حالت اول سری الکتروشیمیایی، واکنش غیرخودبه‌خودی است؛ ولی طبق

حالت دوم سری الکتروشیمیایی، واکنش خودبه‌خودی و انجام‌پذیر است؛ پس برای تعیین خودبه‌خودی بودن یا نبودن واکنش، به  $E^\circ$  نیم‌واکنش‌های کاهشی نیاز داریم.

شبه‌سازگسور

معادله واکنش برقکافت آب به صورت  $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$  است و طی واکنش به ازای مصرف ۴ مول الکترون، یک مول  $O_2$  در آند تولید شده و در مجموع ۲ مول آب مصرف می‌شود.

روش اول (کسر تبدیل):

$$? L O_2 = \frac{3}{6} \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6.02 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } e^-} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 3/36 L O_2$$

روش دوم (تناسب):

$$? g H_2O = \frac{3}{6} \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6.02 \times 10^{23} e^-} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{4 \text{ mol } e^-} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 5/4 g H_2O$$

تعداد الکترون‌های مبادله شده = جرم آب مصرفی = جرم مولی ضرب در ضرب =  $\frac{3}{6} \times 10^{23} \times \frac{18}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{x}{2 \times 18} \times \frac{32}{4} \Rightarrow x = 3/36 L O_2, y = 5/4 g H_2O$

عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست هستند. نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش انجام شده در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به‌صورت زیر می‌باشد:



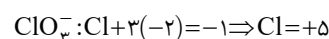
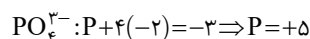
بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): با توجه به نیم‌واکنش کاهش که در بالا نوشته شده، در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، در کاتد گاز  $O_2$  با جذب الکترون از مدار

بیرونی و در حضور یون‌های  $H^+$  که از غشاء مبادله‌کننده پروتون به کاتد می‌رسد، کاهش می‌یابد و بخار آب تولید می‌شود. عبارت (ب):  $E^\circ$  نیم‌واکنش اکسایش برابر صفر است، پس  $emf$  سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن برابر  $E^\circ$  نیم‌واکنش کاهشی است که در کاتد انجام می‌شود.

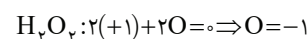
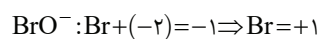
$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{کاتد}) - 0 = E^\circ(\text{کاتد})$$

عبارت (پ): یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت آن‌ها است. عبارت (ت): در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»، در نیم‌واکنش انجام شده در کاتد، بخار آب تولید شده و از آن خارج می‌شود.

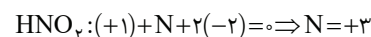
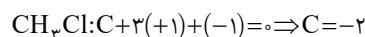
شبه‌سازگسور



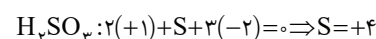
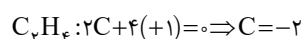
گزینه (۱):



گزینه (۲):



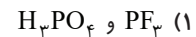
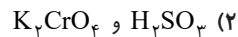
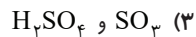
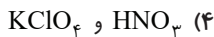
گزینه (۳):



گزینه (۴):

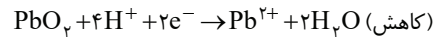
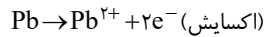


در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش اتم مرکزی برابر است؟

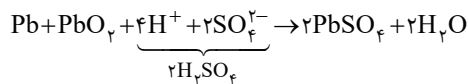


گزینه (۳)

۱۶ ۲ در واکنش مورد نظر، عنصر Pb با دو عدد اکسایش متفاوت (صفر در Pb و +۴ در  $\text{PbO}_2$ ) به یک عدد اکسایش (+۲ در  $\text{PbSO}_4$ ) تغییر یافته است، نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش عبارتند از:

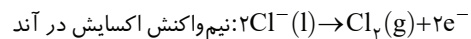
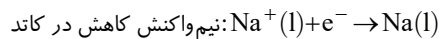


پس ماده Pb که اکسایش یافته است، کاهنده و ماده  $\text{PbO}_2$  که کاهش یافته است، اکسنده است. با توجه به اینکه در دو نیم واکنش اکسایش و کاهش، تعداد برابری الکترون جابه‌جا شده است، پس ضرایب Pb و  $\text{PbO}_2$  با هم برابرند. ادامه موازنه را نیز با استفاده از روش واری می‌توانیم انجام دهیم:



نسبت مجموع ضریب فرآورده‌ها به ضریب استوکیومتری  $\text{H}_2\text{SO}_4$  برابر  $(\frac{4}{2})^2$  است.

۱۷ ۱ نیم واکنش‌های انجام شده در سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب به صورت زیر است:



بررسی پرسش‌ها:

$$? e^- = 35 / 5g \text{Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 g \text{Cl}_2} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} e^-}{1 \text{ mol } e^-} = 6.02 \times 10^{23} e^-$$

پرسش (الف):

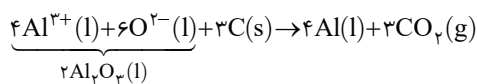
پرسش (ب): در سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب یون‌های  $\text{Na}^+(l)$  و  $\text{Cl}^-(l)$  وجود دارند. در این سلول فقط یون‌های  $\text{Na}^+(l)$  می‌توانند الکترون بگیرند و کاهش یابند. پس قدرت کاهندگی ندارند و تنها یونی که می‌تواند نقش کاهندگی داشته باشد، یون  $\text{Cl}^-(l)$  است. جهت حرکت یون‌های  $\text{Cl}^-(l)$  به سمت الکتروود آند (قطب مثبت) است. توجه در همه سلول‌های الکتروشیمیایی (گالوانی یا الکترولیتی)، در محلول الکترولیت، جهت حرکت آنیون‌ها به سمت الکتروود آند و جهت حرکت کاتیون‌ها به سمت الکتروود کاتد است و جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد است.

پرسش (پ): در سلول‌های الکترولیتی، مانند سلول برقکافت سدیم کلرید، الکتروودی که به قطب مثبت باتری متصل است، آند می‌باشد و در سطح آن نیم واکنش آندی انجام می‌شود. پس در سلول برقکافت سدیم کلرید، در آند، نیم واکنش  $2\text{Cl}^-(l) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2e^-$  انجام می‌شود و در نتیجه، گاز کلر ( $\text{Cl}_2$ ) تولید می‌شود.

۱۸ ۲ در فرایند خوردگی آهن، رسوب نهایی تولید شده،  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  است و اختلاف جرم  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  تولیدی و Fe مصرفی، در سه گروه OH است و در این فرایند، به ازای اکسایش هر مول Fe به  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ، سه مول الکترون مبادله می‌شود. پس خواهیم داشت:

$$? \text{ mol } e^- = 27 / 2g \times \frac{3 \text{ mol } e^-}{(3 \times 17)g} = 1 / 6 \text{ mol } e^-$$

معادله واکنش انجام شده در فرایند هال به صورت زیر است. در این فرایند، به ازای مصرف ۱۲ مول الکترون ۳ مول کربن مصرف و ۳ مول گاز  $\text{CO}_2$  تولید می‌شود:



قسمت اول:

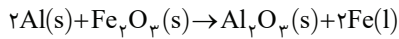
$$? L \text{CO}_2 = 1 / 6 \text{ mol } e^- \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{22 / 4 L \text{CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 8 / 96 L \text{CO}_2$$

قسمت دوم:

$$? g \text{C} = 1 / 6 \text{ mol } e^- \times \frac{3 \text{ mol C}}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{12 g \text{C}}{1 \text{ mol C}} = 4 / 8 g \text{C}$$

$$\bar{R}(C) = \frac{\Delta m(C)}{\Delta t} = \frac{4 / 8 g}{1.0 s \times \frac{1 \text{ min}}{60 s}} = 3 / 6 g \cdot \text{min}^{-1}$$

۳۱۹ طی واکنش زیر، عدد اکسایش هر اتم آلومینیم، سه واحد افزایش می‌یابد. از این رو، به ازای مصرف ۲ مول آلومینیم،  $6(2 \times 3)$  مول الکترون مبادله و ۲ مول آهن تولید می‌شود.



ابتدا به کمک جرم آهن تولید شده در واکنش ترمیت، جرم آلومینیم مصرفی و مقدار مول الکترون مبادله شده (x) را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم آلومینیم مصرفی} = 22/4 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 10/8 \text{ g Al}$$

سیس جرم فلز نقره که بر سطح قاشق فولادی قرار گرفته (M) را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g Ag} = 1/2 \text{ mol e}^- \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 129/6 \text{ g Ag} = M$$

اکنون نسبت جرم Ag قرار گرفته بر روی قاشق (M) به جرم آلومینیم مصرفی در واکنش ترمیت را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم Ag قرار گرفته بر روی قاشق (M)}}{\text{جرم Al مصرف شده در واکنش ترمیت}} = \frac{129/6}{10/8} = 12$$

### میانبرهاست

$$\frac{129/6}{10/8} = ? \xrightarrow{\text{تخمین زدن}} \frac{132}{11} = 12$$

به جای ۱۲۹/۶ و ۱۰/۸ اعداد ۱۳۲ و ۱۱ قرار گیرد.

### شبه‌سازکنکور

۳۲۰

عبارت‌های (الف)، (ب)، (ت) و (ث) نادرست‌اند. **بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** قدرت اکسندگی  $\text{A}^{2+}$  بیشتر از  $\text{B}^{2+}$  بوده و در نتیجه قدرت کاهندگی A از B کمتر است. بنابراین، از فلز A نمی‌توان برای حفاظت فلز B استفاده کرد. **عبارت (ب):** قدرت اکسندگی  $\text{X}^{2+}$  بیشتر از  $\text{H}^+$  است؛ بنابراین، الکتروود X کاتد سلول را تشکیل داده و به مرور زمان بر جرم آن افزوده می‌شود. **عبارت (پ):** با توجه به واکنش داده شده مقایسه قدرت اکسندگی سه گونه به صورت  $\text{X}^{2+} > \text{A}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$  است. بنابراین، در سلول گالوانی متشکل از X و Zn، فلز روی آند سلول بوده و در سطح آن نیم‌واکنش روبه‌رو انجام می‌شود:

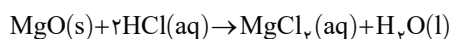
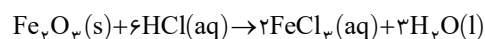
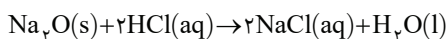
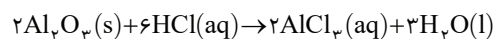
$$\text{Zn}(s) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2\text{e}^-$$

**عبارت (ت):** فلز A در سری الکتروشیمیایی بین  $\text{H}_2$  و B قرار دارد. بنابراین با قطعیت نمی‌توان در مورد emf سلول گالوانی «B-A» و سلول گالوانی «A-SHE» اظهار نظر کرد. **عبارت (ث):** قدرت اکسندگی  $\text{H}^+ > \text{B}^{2+}$  است. بنابراین واکنش داده شده به‌طور طبیعی انجام‌پذیر نیست.

پاسخ تشریحی آزمون ۲۲

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دارای نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- تست ۱ مسئله‌ای دشوار و نکته‌دار است. حتماً پاسخ تشریحی این را با دقت مطالعه کنید. ۲- در حل تست ۵ باید به رابطه میان آنتالپی پیوند و نقطه ذوب در جامدهای کووالانسی دقت کنید. ۳- تست‌های ۹، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ وقت‌گیر هستند و آن‌ها را در دور دوم حل کنید.	۱۹ - ۱۷ - ۱۰ - ۹ - ۴ - ۱	۴۵

۱۱ معادله واکنش اکسیدهای فلزی موجود در نمونه خاک رس با هیدروکلریک اسید به صورت زیر است:



همان‌طور که مشاهده می‌کنید، از واکنش اکسیدهای فلزی با محلول هیدروکلریک اسید، آب و ترکیب‌های محلول در آب ایجاد می‌شود و تنها ماده جامدی که در ظرف واکنش باقی می‌ماند و با اسید واکنش نمی‌دهد،  $SiO_2$  است. (از جرم ناچیز طلا و دیگر مواد صرف‌نظر می‌کنیم) پس برای محاسبه جرم ماده جامد موجود در ته ظرف، کافی است جرم  $SiO_2$  موجود در ۲۵۰ گرم نمونه خاک رس را به دست آوریم:

$$x \frac{46/28 SiO_2}{100g \text{ رس خاک}} = 250g \text{ رس خاک} \Rightarrow x = 115/5g SiO_2$$

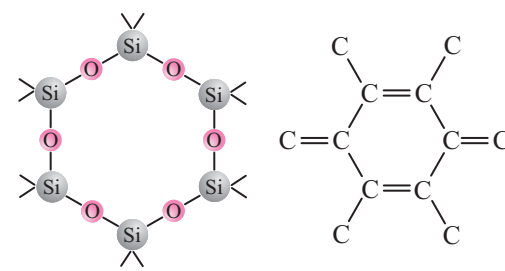
میانبرهای مسأله

پاسخ اندکی از ۱۱۵ بزرگ‌تر است. (پاسخ: ۱۱۵/۵)

$$\frac{250 \times 46/28}{100} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{250 \times 46/28}{100} = 2/5 \times 46/28 \xrightarrow{\text{تخمین زدن به جای ۴۶/۲۸ عدد ۴۶ قرار گیرد.}} 2/5 \times 46 \xrightarrow{\text{ضرب ببلکانی}} (2 + 0/5) \times 46 = 92 + 23 = 115$$

۲۳ گرافیت که یک جامد کووالانسی است، برخلاف دیگر جامدهای کووالانسی، نرم بوده و جریان برق را از خود عبور می‌دهد؛ پس نمی‌توان گفت همه جامدهای کووالانسی در حالت جامد سخت هستند. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): اغلب ترکیب‌های آلی، جزء جامدهای مولکولی هستند و اغلب جامدهای مولکولی به دلیل ضعیف بودن نیروهای بین مولکولی، جزء جامدهای نرم هستند. در میان مواد مولکولی، گونه‌هایی مانند  $NH_3$ ،  $HCl$ ،  $HF$  و ... الکترولیت هستند و محلول آبی آن‌ها رسانای جریان برق می‌باشد. گزینه (۲): همه جامدهای فلزی مانند مس، سخت نیستند، بلکه برخی از آن‌ها مانند طلا و سدیم نرم هستند. همه جامدهای فلزی جریان برق را از خود عبور می‌دهند. گزینه (۴): جامدهای یونی سخت و شکننده هستند و در حالت مذاب به دلیل داشتن یون‌های مثبت و منفی متحرک، می‌توانند جریان برق را از خود عبور دهند.

۲۳ گرافیت و سیلیس هر دو از حلقه‌های شش ضلعی، مطابق شکل زیر تشکیل شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، هر حلقه گرافیت شامل ۸ پیوند اشتراکی و هر حلقه سیلیس شامل ۱۲ پیوند اشتراکی است.



بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): یخ خشک از مولکول‌های  $CO_2$  که در فضا به صورت سه بعدی و منظم شکل گرفته‌اند، ایجاد شده و الماس، از شمار زیادی اتم کربن که با پیوند اشتراکی یگانه به یکدیگر متصل شده‌اند، ایجاد شده‌است. از آن‌جا که مرتبه پیوند  $C=O$  در کربن دی‌اکسید بیشتر از مرتبه پیوند  $C-C$  در الماس بوده و پیوند  $C=O$  برخلاف پیوند  $C-C$  قطبی است، می‌توان نتیجه گرفت که آنتالپی پیوندها در یخ خشک بیشتر از آنتالپی پیوندها در الماس است. گزینه (۳): کربن، نافلزی با ویژگی‌های خاص و شگفت‌انگیز است که این ویژگی‌ها سبب شده تا از این عنصر میلیون‌ها ترکیب شیمیایی ساخته شود. ترکیب‌های آلی (مانند هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، کربوکسیلیک اسیدها و ...) همگی از کربن تشکیل شده‌اند. از این رو شمار ترکیب‌های شناخته شده از عنصر سیلیسیم خیلی کمتر از شمار ترکیب‌های شناخته شده از عنصر کربن است. گزینه (۴): فرمول شیمیایی سیلیسیم کربید و سیلیس به ترتیب به صورت  $SiC$  و  $SiO_2$  است.

$$\text{درصد جرمی Si در SiC} = \frac{28}{28+12} \times 100 = 70\%$$

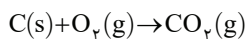
$$\text{درصد جرمی Si در SiO}_2 = \frac{28}{28+(2 \times 16)} \times 100 = 46/7\%$$

قسمت اول: ابتدا مساحت نمونه گرافن که حاوی  $1/204 \times 10^{21}$  اتم کربن است را بر حسب متر مربع ( $m^2$ ) محاسبه می‌کنیم:

$$50 \times 25 = 1250 \text{ cm}^2 = 0.125 \text{ m}^2$$

سپس جرم صفحه‌ای از گرافن به ابعاد یک متر مربع را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g} = 1 \text{ m}^2 \times \frac{1/204 \times 10^{21} \text{ atom C}}{0.125 \text{ m}^2 \text{ گرافن}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom C}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 0.192 \text{ g C}$$



قسمت دوم: معادله موازنه شده سوختن کامل کربن به صورت مقابل است:

$$? \text{ mL CO}_2 = 0.192 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}} \times \frac{22400 \text{ mL CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 358.4 \text{ mL CO}_2$$

### میان‌رسانایی

$$\frac{0.192 \times 22400}{12} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{0.16}{12} \times 22400 = 0.16 \times 22400 \xrightarrow{\text{تخمین زدن}} 0.16 \times 22000 = 16 \times 22 = 32 \times 11 = 352$$

به جای 22400 عدد 22000 قرار گیرد.

پاسخ اندکی از 352 بزرگ‌تر است. (پاسخ: 358.4)

۱۵ همه عبارت‌ها درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): ظرفیت گرمایی ویژه مواد علاوه بر نوع اتم‌های سازنده، به ساختار آن‌ها نیز بستگی دارد.

از این رو ظرفیت گرمایی ویژه الماس و گرافیت یکسان نیست. عبارت (ب): اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) ایزومر دی‌متیل اتر ( $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ ) است. به دلیل

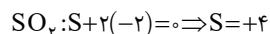
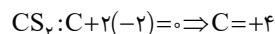
وجود پیوند هیدروژنی در اتانول، نیروی جاذبه بین مولکولی در آن بیشتر از دی‌متیل اتر می‌باشد؛ از این رو، گستره مایع بودن اتانول از دی‌متیل اتر بیشتر است.

عبارت (پ): سختی جامدهای کووالانسی علاوه بر قدرت پیوند اشتراکی میان اتم‌های سازنده آن‌ها، به ساختار جامد نیز بستگی دارد. برای نمونه، اگر چه آنتالی پیوند

$\text{C—C}$  از  $\text{Si—O}$  بیشتر است، ولی الماس از سیلیس سخت‌تر می‌باشد. عبارت (ت): به طور کلی، در یک دوره از چپ به راست، خصلت فلزی کاهش و تمایل

فلزها برای از دست دادن الکترون (واکنش‌پذیری) کاهش می‌یابد. مقایسه واکنش‌پذیری:  $19\text{K} > 20\text{Ca} > 21\text{Ti}$

### شبه‌سازگاور



عدد اکسایش کربن و گوگرد برابر است با:

بررسی گزینه‌های نادرست: گزینه (۱): گشتاور دوقطبی در  $\text{CS}_2$  برابر صفر است. گزینه (۳): شکل هندسی  $\text{CS}_2$  خطی و شکل هندسی  $\text{SO}_2$  خمیده است.

گزینه (۴): در ساختار لوویس  $\text{CS}_2$ ، اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی ندارد.

### تست ۲۶

عبارت کدام گزینه در مورد ترکیب کربونیل سولفید و کربن دی‌اکسید نادرست است؟

(۱) با کاهش تدریجی دما، کربن دی‌اکسید سریع‌تر از کربونیل سولفید مایع می‌شود.

(۲) مولکول‌های تشکیل‌دهنده کربونیل سولفید برخلاف مولکول‌های کربن دی‌اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

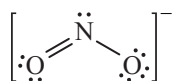
(۳) در مولکول این دو ترکیب، هر سه اتم سازنده، همانند اتین، بر روی یک خط راست قرار می‌گیرند.

(۴) در پیوند میان اتم‌های اکسیژن و کربن، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی، پیرامون هسته اتم اکسیژن بیشتر است.

گزینه (۱)

۴۷ مجموع تعداد الکترون‌های ظرفیتی، برابر یکان شماره گروه عناصر و شماره لایه ظرفیت برابر شماره دوره آن عنصر است. با توجه به توضیحات بالا، عناصر

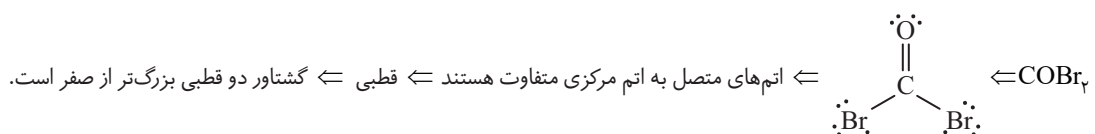
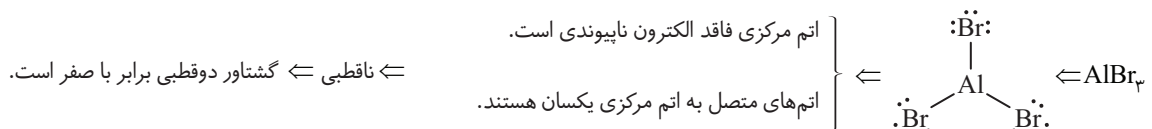
A تا E به ترتیب نیتروژن ( $7\text{N}$ )، کربن ( $6\text{C}$ )، آلومینیم ( $13\text{Al}$ )، برم ( $35\text{Br}$ ) و اکسیژن ( $8\text{O}$ ) هستند. بررسی پرسش‌ها:



پرسش (الف): یون  $\text{AE}^-$  همان  $\text{NO}_2^-$  است و شکل فضایی آن به دلیل وجود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم N، به صورت خمیده است.

پرسش (ب): مولکول‌های مورد نظر به ترتیب  $\text{AlBr}_3$ ،  $\text{COBr}_2$ ،  $\text{N}_2\text{O}$  و  $\text{CO}$  هستند که از میان آن‌ها مولکول‌های  $\text{COBr}_2$ ،

$\text{CO}$  و  $\text{N}_2\text{O}$  قطبی هستند و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

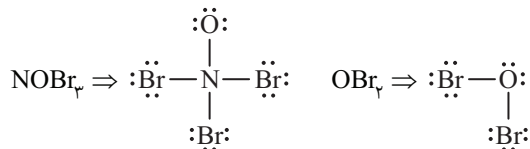


$\leftarrow \text{N} \equiv \text{N} - \ddot{\text{O}} \leftarrow \text{N}_2\text{O}$  اتم‌های متصل به اتم مرکزی متفاوت هستند  $\leftarrow$  قطبی  $\leftarrow$  گشتاور دو قطبی بزرگ‌تر از صفر است.

$\leftarrow \text{C} \equiv \text{O} \leftarrow \text{CO}$  یک مولکول دو اتمی ناجور هسته است  $\leftarrow$  قطبی  $\leftarrow$  گشتاور دو قطبی بزرگ‌تر از صفر است.

**پرسش (پ):** در ترکیب‌هایی که عنصر D (همان Br) به اتمی با خصلت نافلززی بیشتر متصل است، تراکم بار الکتریکی روی آن کاهش یافته و در نتیجه در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول، اتم D به رنگ آبی دیده می‌شود. از آن‌جا که خصلت نافلززی Br<sub>۳</sub> از اتم‌های O<sub>۸</sub> و N<sub>۷</sub> کمتر و از خصلت نافلززی اتم‌های C<sub>۶</sub> و Al<sub>۱۳</sub> بیشتر است، پس در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی گونه‌های DE<sub>۶</sub><sup>-</sup> و D<sub>۳</sub>E رنگ اتم D، آبی است.

**پرسش (ت):** AED<sub>۳</sub> و D<sub>۳</sub>E به ترتیب مولکول‌های NOBr<sub>۳</sub> و OBr<sub>۳</sub> هستند. به ساختار لوویس این دو مولکول توجه کنید:

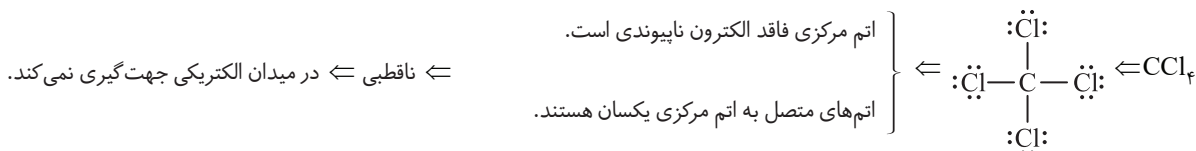


با توجه به ساختارهای لوویس صفحه قبل، تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی اتم مرکزی، مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی اتم‌ها و شکل فضایی در این دو مولکول با یکدیگر تفاوت دارند؛ ولی هر دو قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. OBr<sub>۳</sub> به دلیل داشتن جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی خود (O) و NOBr<sub>۳</sub> به دلیل داشتن اتم‌های متفاوتی که به اتم مرکزی (N) متصل شده‌اند، قطبی هستند.

**۸ ۱** فقط عبارت (الف) درست است. **بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** سیلیس و یخ، به ترتیب جزء جامدهای کووالانسی و مولکولی هستند که هر دو در حالت خالص و تراش‌خورده، ظاهری شفاف دارند. گرافیت و سیلیسیم، هر دو غیرشفاف هستند. **عبارت (ب):** فراوان‌ترین عنصر موجود در کره زمین آهن است که یک ماده فلزی می‌باشد.

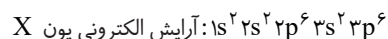
**توجه** سیلیس (SiO<sub>۲</sub>) که یک جامد کووالانسی است، فراوان‌ترین اکسید در پوسته جامد کره زمین می‌باشد.

**عبارت (پ):** مولکول‌های کربن تتراکلرید (CCl<sub>۴</sub>) ناقطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

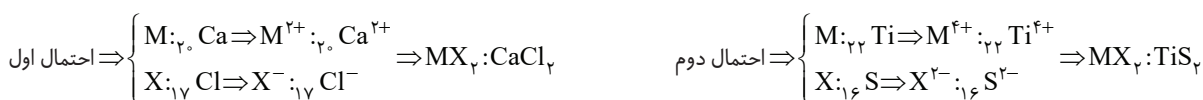


**عبارت (ت):** در هر حلقه شش گوشه از سیلیس (SiO<sub>۲</sub>)، ۱۲ پیوند اشتراکی ولی در هر حلقه شش گوشه از یخ ۶ پیوند اشتراکی وجود دارد، پس نسبت تعداد پیوندها در یک حلقه سیلیس، ۲ برابر تعداد پیوندها در یک حلقه یخ است.

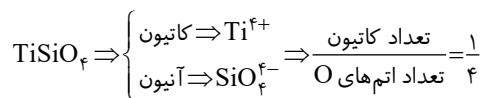
**۹ ۱** فقط عبارت (الف) نادرست است. با توجه به این که در آرایش الکترونی آنیون عنصر X، ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی فرعی l=۱ وجود دارد، می‌توان نتیجه گرفت در این یون دو زیرلایه p از الکترون پر شده است، پس آرایش الکترونی آنیون عنصر X به صورت زیر می‌باشد:



تعداد الکترون‌های کاتیون عنصر M با تعداد الکترون‌های آنیون عنصر X برابر بوده و مساوی ۱۸ است و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از دو عنصر M و X به صورت MX<sub>۲</sub> است، دو احتمال وجود دارد:



اکنون به بررسی هر یک از عبارت‌ها می‌پردازیم: **عبارت (الف):** نخستین فلز دسته d، اسکاندیم است که کاتیون پایدار آن سه بار مثبت می‌باشد (Sc<sup>۳+</sup>)<sub>۲۱</sub>. در میان آنیون‌های تک اتمی، آنیونی با بار الکتریکی (-۱/۵) نمی‌توانیم داشته باشیم. **عبارت (ب):** اگر M، تیتانیوم باشد، X گوگرد است. از سال گذشته به یاد دارید، گوگرد در دمای اتاق به صورت جامد زردرنگ است. **عبارت (پ):** فلز Ti با یون سیلیکات (SiO<sub>۴</sub><sup>۴-</sup>)، می‌تواند ترکیب یونی TiSiO<sub>۴</sub> را تشکیل دهد.



**عبارت (ت):** سومین فلز قلیایی خاکی، کلسیم (Ca<sub>۲۰</sub>) است. با توجه به توضیحات ارائه شده، فلز M می‌تواند کلسیم باشد.

**شبه سازگور**

**۱۰ ۳** عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست‌اند. **بررسی عبارت‌ها:**

**عبارت (الف):** با توجه به اینکه شعاع a از b و همچنین شعاع c از d بیشتر است، می‌توان a و c را اتم‌های فلزی و b و d را یون پایدار آن‌ها در نظر گرفت؛ زیرا اتم‌های فلزی در واکنش‌ها الکترون از دست داده و شعاع آن‌ها کاهش می‌یابد. **عبارت (ب):** اتم‌های a و c را می‌توان به فلزهای یک دوره و اتم‌های e و g را می‌توان به نافلزهای همان دوره نسبت داد؛ زیرا در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. همچنین در هر دوره فلزها در سمت چپ و نافلزها در سمت راست جدول قرار دارند.

**عبارت (پ):** اگر ترکیب یونی a با e به صورت a<sub>۲</sub>e باشد، می‌توان گفت یون‌های سازنده آن به صورت a<sup>+</sup> و e<sup>۲-</sup> است. همچنین اگر عنصرهای a و c را هم دوره در نظر بگیریم، عنصر a قبل از عنصر c در جدول جای دارد؛ بنابراین عنصر c می‌تواند متعلق به گروه ۲ با یون پایدار c<sup>۲+</sup> باشد. در این حالت فرمول ترکیب یونی حاصل از c و e به صورت ce خواهد بود. **عبارت (ت):** اتم‌های نافلززی در واکنش‌ها با به دست آوردن الکترون می‌توانند به آنیون تبدیل شوند. در چنین حالتی شعاع یون حاصل، از شعاع اتم نافلز بزرگ‌تر خواهد بود. در نتیجه، g اتم نافلز و h یون پایدار آن است.

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف):

$$\frac{|q|}{r} = \frac{|-3|}{14} = 2/1 \times 10^{-2}$$

نسبت بار به شعاع یون نیتريد

عبارت (ب):

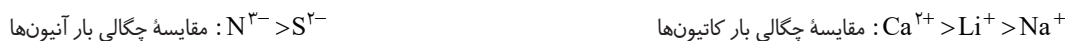
$$\frac{|+2|}{99} = 1/54$$

نسبت بار به شعاع یون کلسیم

$$\frac{|+1|}{76}$$

نسبت بار به شعاع یون لیتیم

عبارت (پ): نیروی جاذبه میان یون‌ها با چگالی بار آن‌ها رابطه مستقیم دارد. چگالی بار یون‌ها، با بار یون‌ها رابطه مستقیم و با شعاع آن‌ها رابطه معکوس دارد. به مقایسه چگالی بار آنیون‌ها و کاتیون‌ها توجه کنید.



بنابراین، بیشترین نیروی جاذبه میان یون‌های  $N^{3-}$  و  $Ca^{2+}$  وجود دارد.

**توجه** مقایسه‌های بالا را می‌توانید با محاسبه نسبت بار به شعاع به‌طور دقیق مقایسه کنید، ولی از آن‌جا که آزمون تستی است و زمان اهمیت دارد، این کار منطقی به نظر نمی‌رسد. عبارت (ت): ابتدا به کمک رابطه نسبت بار به شعاع، شعاع یون  $S^{2-}$  را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{|-2|}{r} = 1/9 \times 10^{-2} \Rightarrow r = 183/5 \text{ pm}$$

قدر مطلق بار الکتریکی یون = نسبت بار به شعاع

سپس درصد افزایش شعاع S هنگام تبدیل شدن به  $S^{2-}$  را به دست می‌آوریم:

$$\frac{183/5 - 102}{102} \times 100 \approx 80\%$$

درصد افزایش شعاع

با توجه به آرایش الکترونی آخرین زیرلایه‌های ارائه شده، عناصر A تا F به ترتیب منیزیم ( $Mg$ ), لیتیم ( $Li$ ), اسکاندیم ( $Sc$ ), گوگرد ( $S$ ), نیتروژن ( $N$ ) و برم ( $Br$ ) هستند. بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف): آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب‌های یونی، با بار یون‌ها رابطه مستقیم و با شعاع یون‌ها رابطه عکس دارد. پس بیشترین آنتالپی فروپاشی شبکه بلور، مربوط به ترکیب یونی  $ScN$  است که از دو عنصر اسکاندیم و نیتروژن ( $E, C$ ) تشکیل شده است.

پرسش (ب): B و F به ترتیب عنصرهای لیتیم و برم هستند، پس ترکیب یونی حاصل از آن‌ها  $LiBr$  می‌باشد. آنتالپی فروپاشی شبکه بلور دو ترکیب یونی  $LiCl$  و  $NaF$  از آنتالپی فروپاشی شبکه بلور  $LiBr$  بیشتر است. پرسش (پ): A عنصر منیزیم است و یون پایدار آن  $Mg^{2+}$  است. برای این که عدد کوئوردیناسیون آنیون و کاتیون در یک ترکیب با هم برابر باشد، باید تعداد آنیون‌ها با تعداد کاتیون‌ها در فرمول شیمیایی ترکیب برابر باشد. در میان عنصرهای نافلزای داده شده، تنها عنصری که می‌تواند آنیون پایدار دو بار منفی ایجاد کند، گوگرد است که در جدول صورت تست، با نماد D نمایش داده شده است.

**توجه** به‌طور کلی در ترکیب‌های یونی دوتایی، نسبت عدد کوئوردیناسیون آنیون به کاتیون برابر نسبت تعداد کاتیون‌ها به آنیون‌ها در فرمول شیمیایی آن ترکیب است.

$$\frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}} = \frac{\text{شمار آنیون‌ها}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}$$

یک جسم به رنگ پرتوهایی دیده می‌شود که به سمت چشم ما بازتاب می‌کند. اگر یک جسم، همه طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر یک جسم بخشی از طول موج‌های مرئی مثلاً طول موج‌های آبی را بازتاب کند، به رنگ آبی دیده می‌شود. از این رو می‌توان نتیجه گرفت میزان نوری که یک جسم کدر و آبی رنگ از سطح خود بازتاب می‌کند، کمتر از این مقدار نور در یک جسم سفید رنگ است.

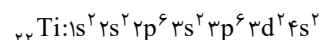
عبارت‌های (ب) و (ث) درست هستند. با توجه به رنگ محلول‌ها می‌توان نتیجه گرفت محلول‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب حاوی نمک‌های وانادیم (V)، (IV)، (III) و (II) هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): آرایش الکترونی وانادیم (II) و فلز اسکاندیم به صورت زیر است:



عبارت (ب): کاتیون به کار رفته در محلول (۱)،  $V^{5+}$  است. رنگ دانه معدنی سفید،  $TiO_2$  می‌باشد؛ پس کاتیون این ترکیب یونی،  $Ti^{4+}$  است. از آن‌جا که بار یون  $V^{5+}$  بیشتر و شعاع یونی آن کمتر از  $Ti^{4+}$  است، پس چگالی بار  $V^{5+}$  از چگالی بار  $Ti^{4+}$  بیشتر می‌باشد. عبارت (پ): در محلول‌های (۲) و (۳)، بار الکتریکی کاتیون وانادیم، به ترتیب (+۴) و (+۳) است، در حالی که عدد اکسایش یون‌های پایدار وانادیم در ترکیب‌های یونی تنها می‌تواند (+۲) و (+۳) باشند.

عبارت (ت): عدد اکسایش کاتیون‌های وانادیم در محلول (۱)، در بالاترین حد خود یعنی (+۵) قرار دارد و برخلاف کاتیون‌های موجود در سه محلول دیگر، تنها می‌تواند نقش اکسندگی داشته باشد. عبارت (ث): در تبدیل محلول (۲) به محلول (۴)، عدد اکسایش اتم‌های وانادیم از (+۴) به (+۲) تغییر می‌کند. از این‌رو اتم‌های وانادیم در این فرایند نقش اکسندگی دارند.

بررسی گزینه‌های نادرست: گزینه (۱): آرایش الکترونی تیتانیم به صورت روبه‌رو است:



تعداد الکترون‌ها با  $I=1$  همان تعداد الکترون‌ها در زیر لایه‌های  $3p$  و  $3p$ ، یعنی ۱۲ الکترون است. از طرفی عدد اکسایش تیتانیم در  $TiCl_4$  برابر (+۴) است:

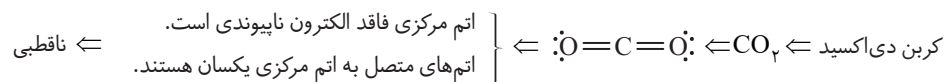
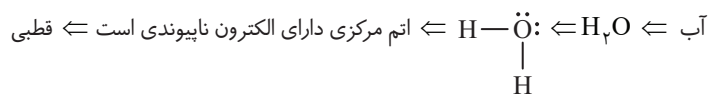
$$\frac{\text{تعداد } e^- \text{ ها با } I=1}{\text{عدد اکسایش Ti در } TiCl_4} = \frac{12}{4} = 3$$

گزینه (۲): تیتانیم با ذره‌های موجود در آب دریا واکنش نمی‌دهد و در برابر خوردگی مقاوم است. گزینه (۴): نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل است که به آلیاژ هوشمند معروف می‌باشد.

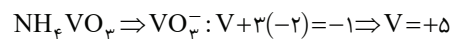
**۱۶ (۲) بررسی گزینه (۳):** آهک (CaO) یک ترکیب یونی است. ترکیب‌های یونی در گستره دمایی بالاتری نسبت به ترکیب‌های مولکولی مانند  $\text{NH}_3$  و  $\text{CO}_2$  به صورت مایع هستند؛ زیرا نیروهای جاذبه بین یون‌های ناهمنام در ترکیب‌های یونی قوی‌تر از نیروهای جاذبه بین مولکول‌ها در ترکیب‌های مولکولی است.

**۱۷ (۲) عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.** ترکیبی که به‌عنوان ساینده در تهیه سنباده به کار می‌رود، سیلیسیم کربید (SiC) است که ساختاری مشابه الماس دارد. **بررسی هریک از موارد: مورد (الف):** کوارتز، نمونه خالصی از سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) است. در ساختار SiC برخلاف  $\text{SiO}_2$ ، حلقه‌های شش گوشه وجود ندارد. **مورد (ب):** در ساختار SiC، هر اتم با چهار اتم دیگر چهار پیوند اشتراکی تشکیل داده است؛ ولی در گرافیت، هر اتم با یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه، به سه اتم دیگر متصل شده است. **مورد (پ):** فرمول شیمیایی رنگ‌دانه معدنی سفید که یک ترکیب یونی است، به صورت  $\text{TiO}_2$  می‌باشد. ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند. جامدهای کووالانسی مانند سیلیسیم کربید (SiC) در هیچ حالتی رسانای جریان برق نیستند (البته به جز گرافیت). **مورد (ت):** سیلیسیم و سیلیسیم کربید، هر دو جزء جامدهای کووالانسی هستند و سختی آن‌ها از الماس کمتر است.

**۱۸ (۳) محلول ترکیب‌های همه فلزهای واسطه، رنگی نیستند.** برای نمونه، محلول‌های نقره نترات، روی سولفات و ... بی‌رنگ هستند. محلول فلزهای واسطه‌ای که اعداد اکسایش متنوعی دارند، رنگ‌های متفاوتی دارند در حالی که برخی از فلزهای واسطه تنها یک عدد اکسایش در ترکیب‌های خود دارند و محلول آن‌ها فقط به یک رنگ دیده می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):** در بلور ترکیب‌های یونی، جاذبه بین یون‌های مثبت و منفی، مانند جاذبه بین الکترون آزاد و کاتیون فلز از نوع جاذبه الکتروستاتیکی است، اما در ترکیب‌های یونی، یون‌ها آزادانه حرکت نمی‌کنند و ترکیب یونی برخلاف فلزها، در اثر ضربه خرد می‌شود. **گزینه (۲):** کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ )، فراوان‌ترین ترکیب موجود در هوای پاک و خشک است. مولکول‌های آب برخلاف مولکول‌های  $\text{CO}_2$  قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.



**گزینه (۴):** عدد اکسایش وانادیم در نمک  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  برابر (+۵) است، پس محلول این نمک به رنگ زرد می‌باشد.



**۱۹ (۴) عبارت همه گزینه‌ها درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** عناصر فلزی، در هر چهار دسته s، p، d و f یافت می‌شوند. **عبارت (ب):** مولکول‌های  $\text{H}_2\text{S}$  و  $\text{SO}_2$  خمیده و مولکول SCO خطی است. در مولکول  $\text{H}_2\text{S}$ ، خصلت نافلزی اتم S از اتم‌های H بیشتر است، پس در این مولکول، اتم مرکزی (S) دارای بار جزئی منفی است. در مولکول‌های  $\text{SO}_2$  و SCO، خصلت نافلزی O از اتم‌های C و S بیشتر است، پس در هر دو مولکول، اتم مرکزی دارای بار جزئی مثبت است. **عبارت (پ):** با توجه به اینکه بار الکتریکی یون‌ها در نمک‌های  $\text{KBr}$ ،  $\text{LiCl}$  و  $\text{NaCl}$  یکسان است و شعاع یونی  $\text{Cl}^-$  از  $\text{Br}^-$  کمتر و شعاع یونی  $\text{Na}^+$  از  $\text{Li}^+$  بیشتر و از  $\text{K}^+$  کمتر است، پس مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور این سه ترکیب به صورت « $\text{KBr} < \text{NaCl} < \text{LiCl}$ » است و آنتالپی فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید می‌تواند برابر  $787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  باشد. **عبارت (ت):** از نیتینول که آلیاژی از فلزهای تیتانیوم و نیکل است، در ساخت قاب عینک استفاده می‌شود. نیتینول، آلیاژی انعطاف‌پذیر است. **عبارت (ث):** شکل (آ) مربوط به مواد مولکولی و شکل (ب) مربوط به مواد کووالانسی است. همان‌طور که می‌دانید تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.

**۲۰ (۱) قسمت اول:** گرمای لازم برای فروپاشی یک مول شبکه بلور  $\text{AlF}_3$  به یون‌های گازی سازنده‌اش برابر آنتالپی فروپاشی شبکه بلور  $\text{AlF}_3$  است.

$$? \text{ KJ} = 1 \text{ mol AlF}_3 \times \frac{84 \text{ g AlF}_3}{1 \text{ mol AlF}_3} \times \frac{19512 \text{ KJ}}{302/4 \text{ g AlF}_3} = 5420 \text{ KJ}$$

پس آنتالپی فروپاشی شبکه بلور  $\text{AlF}_3$  برابر  $5420 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  است.

**قسمت دوم:** ابتدا گرمای حاصل از سوختن کامل  $21/68$  گرم اتان را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ KJ} = 21/68 \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{1500 \text{ KJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 1084 \text{ KJ}$$

اکنون به کمک آنتالپی فروپاشی محاسبه شده در قسمت قبل، جرم  $\text{F}^-(\text{g})$  تولید شده را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g F}^-(\text{g}) = 1084 \text{ KJ} \times \frac{1 \text{ mol AlF}_3}{5420 \text{ KJ}} \times \frac{3 \text{ mol F}^-(\text{g})}{1 \text{ mol AlF}_3} \times \frac{19 \text{ g F}^-(\text{g})}{1 \text{ mol F}^-(\text{g})} = 11/4 \text{ g F}^-(\text{g})$$

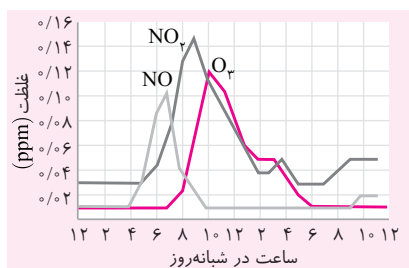
**میانبرهاست!** چنانچه بخواهیم محاسبات قسمت دوم را در یک مرحله حل کنیم، خواهیم داشت:

$$\frac{21/68 \times 1500 \times 3 \times 19}{5420 \times 30} \xrightarrow[\text{کردن}]{\text{دسته بندی}} \frac{2168 \times 15 \times 3 \times 19}{542 \times 3} \times \frac{10^{-2} \times 10^2}{10 \times 10} \xrightarrow[\text{کردن}]{\text{ساده}} \frac{2168 \times 15 \times 3 \times 19}{542 \times 3} \times 10^{-2} = 4 \times 15 \times 19 \times 10^{-2} = 6 \times 19 \times 10^{-1}$$

$$\xrightarrow[\text{ضرب یکنانی}]{\text{ضرب یکنانی}} \frac{6 \times (20-1) \times 10^{-1}}{6} = (20-6) \times 10^{-1} = 11/4$$

پاسخ تشریحی آزمون ۲۸

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دارای نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- تست‌های شمارشی مانند تست‌های ۳ و ۵ که دارای عبارتهای محاسباتی هستند، را در دور دوم حل کنید. ۲- در آزمون‌های دشوار نیز تست‌هایی با سطح متوسط مانند تست‌های ۶، ۷ و ۱۶ نیز وجود دارد. سؤالات را پیدا کرده و در ابتدا حل نمایید.	۱۷ - ۱۴ - ۹ - ۶ - ۳ - ۲	۵۰

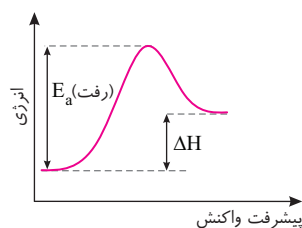


**۱ ۲** عبارتهای (الف) و (ت) درست هستند. با توجه به نمودار مقابل که مربوط به غلظت برخی آلاینده‌ها در هوای یک شهر بزرگ است، به بررسی عبارتهای می‌پردازیم:  
**عبارت (الف):** مقایسه حداکثر مقدار آلاینده‌های NO، NO<sub>۲</sub> و O<sub>۳</sub> در هوای یک شهر، به صورت «NO < O<sub>۳</sub> < NO<sub>۲</sub>» است.

مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)	فرمول شیمیایی آلاینده
۵/۹۹	CO
۱/۶۷	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
۱/۰۴	NO

**عبارت (ب):** با توجه به جدول روبه‌رو که مقدار آلاینده‌های CO، C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> و NO را به ازای طی یک کیلومتر مسافت توسط یک خودرو برحسب گرم نشان می‌دهد، مقدار CO تولید شده، بیشتر از دو برابر مجموع مقدار دو آلاینده NO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> است.

**عبارت (پ):** در ساعات شبانه‌روز، ابتدا NO، سپس NO<sub>۲</sub> و در انتها، O<sub>۳</sub> به بیشترین مقدار خود می‌رسد.  
**عبارت (ت):** با توجه به نمودار، بیشترین نوسان غلظت در ساعات مختلف یک شبانه‌روز، مربوط به NO<sub>۲</sub> است.



**۱ ۲** فقط عبارت (الف) درست است. بررسی عبارتهای:

**عبارت (الف):** نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» برای واکنش‌های گرماگیر به صورت روبه‌رو است. با توجه به این نمودار، انرژی فعال‌سازی واکنش از ΔH آن بزرگ‌تر است.

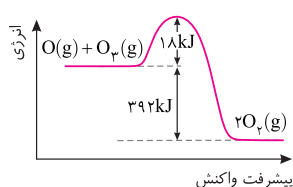
**عبارت (ب):** استفاده از کاتالیزگر سبب کاهش انرژی فعال‌سازی و افزایش سرعت واکنش می‌شود ولی ارتباط میان آن‌ها به صورت خطی نیست و با نصف شدن E<sub>a</sub>، سرعت واکنش لزوماً ۲ برابر نمی‌شود. **عبارت (پ):** در مبدل‌های خودروهای دیزلی، آمونیاک با NO و NO<sub>۲</sub> واکنش می‌دهد و در پایان دوباره تولید نمی‌شود، از این رو آمونیاک کاتالیزگر نیست. **عبارت (ت):** گاز هیدروژن در دمای اتاق و در هوا بدون حضور کاتالیزگر نمی‌سوزد. **عبارت (ث):** کاتالیزگرها با تغییر مسیر واکنش سبب کاهش انرژی فعال‌سازی می‌شوند، اما لزوماً سبب کوتاه‌تر شدن مسیر انجام واکنش نمی‌شوند.

شبه سازکنکور

**۱ ۳**

عبارتهای (الف)، (ب) و (ت) درست‌اند. بررسی عبارتهای:

**عبارت (الف):** با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان دریافت که آنتالپی واکنش برابر -۳۹۲kJ است؛ بنابراین:  $kJ = ۲۰g O_۲ \times \frac{۱mol O_۲}{۳۲g O_۲} \times \frac{۳۹۲kJ}{۲mol O_۲} = ۱۲۲/۵kJ$



**عبارت (ب):** با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت را تعیین کرد:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow -۳۹۲ = ۱۸ - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow E_a(\text{برگشت}) = ۴۱۰kJ$$

**عبارت (پ):** سرعت واکنش با مقدار انرژی فعال‌سازی نسبت معکوس دارد. با توجه به آنکه انرژی فعال‌سازی واکنش رفت کمتر از واکنش برگشت است، پس در شرایط یکسان، سرعت واکنش رفت بیشتر از سرعت واکنش برگشت است.  
**عبارت (ت):** ابتدا مقدار کاهش در انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{۳}{۱۰۰} \times ۴۱۰ = ۱۲/۳kJ$$

انرژی فعال‌سازی واکنش رفت نیز در حضور کاتالیزگر به اندازه ۱۲/۳kJ کاهش خواهد یافت؛ بنابراین:

$$۱۸ - ۱۲/۳ = ۵/۷kJ$$



۴۴ می‌دانیم که تفاوت انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت در حضور کاتالیزگر با این مقدار در غیاب کاتالیزگر برابر است. از طرفی طبق صورت تست خواهیم داشت: **توجه** اندیس بالای نماد  $E_a$  مربوط به حضور کاتالیزگر است.

$$\begin{aligned} 1) \Delta H &= E'_a(\text{رفت}) - E'_a(\text{برگشت}) = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \\ 2) E'_a(\text{رفت}) + E'_a(\text{برگشت}) + 364 &= E_a(\text{رفت}) + E_a(\text{برگشت}) \\ 3) \frac{E_a(\text{برگشت}) - E'_a(\text{برگشت})}{E_a(\text{برگشت})} \times 100 &= 11/25 \\ 4) \frac{E_a(\text{رفت})}{E_a(\text{برگشت})} &= 0/9 \end{aligned}$$

اکنون با توجه به روابط بالا،  $E'_a(\text{رفت})$  را محاسبه می‌کنیم:

$$\xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} -E'_a(\text{رفت}) + E'_a(\text{برگشت}) = -E_a(\text{رفت}) + E_a(\text{برگشت}) \\ E'_a(\text{رفت}) + E'_a(\text{برگشت}) + 364 = E_a(\text{رفت}) + E_a(\text{برگشت}) \end{cases} \xrightarrow[\text{هم جمع می‌کنیم}]{\text{دو طرف معادله را با}} 2E'_a(\text{برگشت}) + 364 = 2E_a(\text{برگشت})$$

$$\Rightarrow E_a(\text{برگشت}) - E'_a(\text{برگشت}) = 182 \quad (5)$$

$$\xrightarrow{(3),(5)} \frac{182}{E_a(\text{برگشت})} \times 100 = 11/25 \Rightarrow E_a(\text{برگشت}) = 1617/8 \text{ kJ}$$

$$\xrightarrow{(4),(6)} \frac{E_a(\text{رفت})}{E_a(\text{برگشت})} = 0/9 \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 0/9 \times 1617/8 = 1456 \text{ kJ}$$

همان‌طور که می‌دانید کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد. از این رو با توجه به معادله (5) می‌توان نتیجه گرفت:  $E_a(\text{رفت}) - E'_a(\text{رفت}) = 182 \Rightarrow 1456 - E'_a(\text{رفت}) = 182 \Rightarrow E'_a(\text{رفت}) = 1274 \text{ kJ}$

**مسئله‌تاری** همان‌طور که می‌دانید کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد. در نتیجه اختلاف مجموع انرژی‌های فعال‌سازی در حضور و عدم حضور کاتالیزگر (داده سؤال) دو برابر مقدار این میزان کاهش می‌یابد؛ پس:  $2x = 364 \Rightarrow x = 182 \text{ kJ}$  حال با داشتن مقدار کاهش انرژی فعال‌سازی، به محاسبه انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت در غیاب کاتالیزگر می‌پردازیم، اما جواب آن را تا انتها ساده نمی‌کنیم:

$$E_a(\text{برگشت}) = (182 \times \frac{100}{11/25}) \text{ kJ}$$

و در نهایت، آن را در آخرین معادله داده شده در مسئله قرار می‌دهیم و انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را در حضور کاتالیزگر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{E_a(\text{رفت})}{E_a(\text{برگشت})} = 0/9 \Rightarrow \frac{E_a(\text{رفت})}{182 \times \frac{100}{11/25}} = \frac{9}{10} \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = \frac{9 \times 182 \times 100}{11/25 \times 10} = 1456 \text{ kJ} \Rightarrow E'_a(\text{رفت}) = 1456 - 182 = 1274 \text{ kJ}$$

۳۵ عبارات‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارات‌ها: عبارت (الف):** نماد شیمیایی رودیم به صورت Rh است. **عبارت (ب):** ابتدا تفاوت مقدار NO خارج شده از آگزوز یک خودرو را در حضور یا عدم حضور مبدل کاتالیستی، به ازای طی مسافت یک کیلومتر محاسبه می‌کنیم:  $1 \text{ g} = 0/04 \text{ g} - 1/04 \text{ g} = \text{تفاوت مقدار NO}$

سپس کاهش تولید NO را برای یک خودرو، بعد از طی ۳۰ کیلومتر با وجود مبدل کاتالیستی به دست می‌آوریم:

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

**عبارت (پ):** واکنش‌های حذف CO و  $C_xH_y$  که از نوع سوختن و گرماده هستند، هم‌چنین واکنش تجزیه NO به گازهای  $N_2$  و  $O_2$  گرماده است. **عبارت (ت):** با وجود مبدل‌های کاتالیستی، در گازهای خروجی از آگزوز خودروها در هنگام روشن و گرم شدن خودرو (به ویژه در روزهای سرد زمستان)، گازهای CO،  $C_xH_y$  و NO زیادی مشاهده می‌شود؛ زیرا در دمای پایین، کارایی مبدل کاتالیستی کاهش می‌یابد و واکنش‌ها در آن دما به خوبی و با سرعت مناسب انجام نمی‌شوند.

**شبه‌سازنکسور**

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) = 334 - 900 = -566 \text{ kJ}$$

ابتدا آنتالپی واکنش تبدیل CO به  $CO_2$  را تعیین می‌کنیم:

با توجه به داده‌های جدول، به ازای هر کیلومتر پیمایش خودرو  $5/39 \text{ g}$  ( $61/0 - 6$ ) گاز CO در مبدل کاتالیستی به  $CO_2$  تبدیل می‌شود؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$? \text{ kJ} = 28 \text{ km} \times \frac{5/39 \text{ g CO}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} \times \frac{566 \text{ kJ}}{2 \text{ mol CO}} = 1525/37 \text{ kJ}$$

**تست ۳۴** جدول زیر مقدار آلاینده‌ها را در حضور و غیاب یک مبدل کاتالیستی نشان می‌دهد. اگر فرض کنیم که در یک شهر ۸ میلیون خودرو در روز تردد می‌کنند و هر خودرو به طور میانگین ۴۵ km مسافت را طی می‌کند، در نتیجه واکنش همه گاز NO حذف شده توسط مبدل با مقدار کافی از گاز اکسیژن، روزانه چند مترمکعب گاز قهوه‌ای رنگ در شرایط STP تولید می‌شود؟ ( $N=14, O=16: \text{g.mol}^{-1}$ )

NO	فرمول شیمیایی آلاینده		
	در غیاب قطعه	مقدار آلاینده بر حسب گرم	۶۴۸۰۰ (۱)
۱/۰۴	در حضور قطعه	به ازای طی یک کیلومتر	۸۰۶۴۰۰ (۲)
۰/۰۴	در حضور قطعه		۲۸۶۸۰۰ (۳)
			۲۶۸۸۰۰ (۴)

۷ ۳ با افزودن مقداری روی فسفات  $(Zn_3(PO_4)_2)$  به محلول تعادل  $Ca(s) + Fe^{2+}(aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + Fe(s)$ ، در دمای ثابت، بخشی از یون کلسیم

با یون فسفات رسوب تشکیل می‌دهد و از محلول خارج می‌شود. با کاهش غلظت یون  $Ca^{2+}(aq)$ ، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و با مصرف مقداری  $Ca$ ، مقداری  $Fe$  تولید می‌شود، با توجه به این که جرم مولی  $Fe$  بیشتر از  $Ca$  است طی این فرایند بر مجموع جرم مواد جامد موجود در تعادل افزوده می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): ثابت تعادل ( $K$ ) یک واکنش تعادلی فقط به دما بستگی دارد. گزینه (۲): در دمای ثابت، غلظت مواد جامد و مایع خالص ثابت است و به مقدار آن‌ها وابسته نیست. از این رو با جابه‌جایی تعادل در دمای ثابت، غلظت  $Ca(s)$  تغییر نمی‌کند. گزینه (۴): آهن یک ماده جامد است و در دمای ثابت، غلظت آن به مقدارش وابسته نیست؛ پس با خارج نمودن مقداری  $Fe(s)$  از سامانه، تعادل به هم نمی‌خورد.

۸ ۲ در ابتدا، فقط مول‌های برابری از  $CO$  و  $H_2O$  وارد ظرف واکنش شده و پس از برقراری تعادل، مقدار مول هر یک از گازهای  $CO$  و  $H_2O$  به  $1/5$  مول کاهش و مقدار مول هر یک از گازهای  $H_2$  و  $CO_2$  به یک مول افزایش یافته است. (توضیح: زیرا مقدار اولیه  $H_2$  و  $CO_2$  صفر و ضرایب استوکیومتری آن‌ها با یکدیگر برابر است.) با توجه به این که ضریب استوکیومتری گونه‌ها یکسان و برابر یک است، مقدار عددی ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم:



در ادامه مقدار مول بخار آب اضافه شده را  $y$  در نظر می‌گیریم و جدول تغییر مول را رسم می‌کنیم.

**توجه** با اضافه نمودن بخار آب به سامانه تعادلی، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

	$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$			
مول اولیه	$1/5$	$1/5+y$	$1$	$1$
تغییر مول	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
مول تعادلی (جدید)	$1/5-x$	$1/5+y-x$	$1+x$	$1+x$

از آنجا که با افزودن بخار آب، تعداد مول‌های  $CO_2$  در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه  $0/6$  افزایش یافته؛ پس مقدار  $x$  برابر  $0/6$  مول است. با توجه به توضیحات ارائه شده و این که حجم ظرف یک لیتر است، به کمک ثابت تعادل، مقدار  $y$  را محاسبه می‌کنیم:

$$[CO] = 1/5 - x = 1/5 - 0/6 = 0/9 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[CO_2] = [H_2] = 1 + x = 1 + 0/6 = 1/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2O] = 1/5 + y - x = 1/5 + y - 0/6 = (0/9 + y) \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{1/6 \times 1/6}{0/9(0/9 + y)} \Rightarrow y = 5/5 \text{ mol}$$

۹ ۴ عبارتهای (پ) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): در یک سامانه تعادلی، با کاهش فشار، غلظت گونه‌های گازی موجود در تعادل کاهش می‌یابد و با کاهش غلظت گونه‌های گازی، تعداد برخوردها و در نتیجه سرعت واکنش‌های رفت و برگشت کاهش می‌یابد.

**توجه** کاهش سرعت واکنش‌های رفت و برگشت بر اثر کاهش فشار سامانه، در دمای ثابت، ارتباطی با جابه‌جایی تعادل ندارد و به کاهش غلظت گونه‌ها وابسته است. عبارت (ب): با کاهش حجم در یک سامانه تعادلی، غلظت گونه‌های گازی موجود در تعادل افزایش می‌یابد و با افزایش غلظت گونه‌های گازی، تعداد برخوردها و در نتیجه سرعت واکنش‌های رفت و برگشت افزایش می‌یابد.

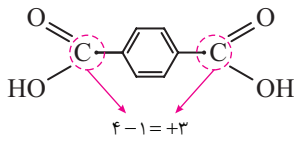
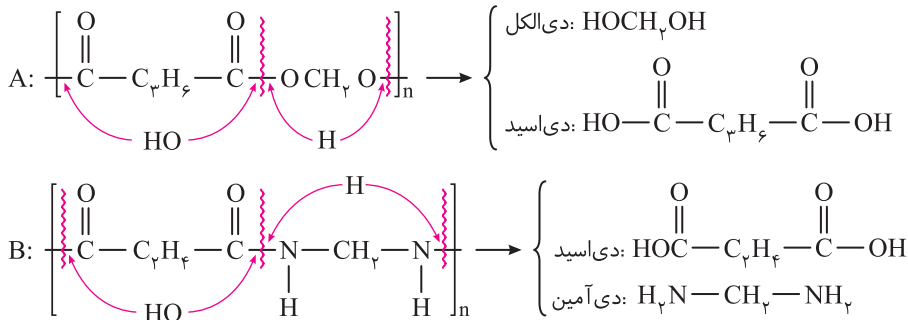
**توجه** افزایش سرعت واکنش‌های رفت و برگشت بر اثر کاهش حجم سامانه، در دمای ثابت، ارتباطی با جابه‌جایی تعادل ندارد و به افزایش غلظت گونه‌ها وابسته است. عبارت (پ): با افزایش فشار در یک سامانه تعادلی، تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر جابه‌جا می‌شود. افزایش فشار، تعادل (I) را در جهت برگشت (تولید واکنش‌دهنده) و تعادل (II) را در جهت رفت (تولید فرآورده) جابه‌جا می‌کند. عبارت (ت): با افزایش حجم در سامانه تعادلی (II)، تعادل به سمت تعداد مول گاز بیشتر، یعنی به سمت چپ جابه‌جا می‌شود. در سامانه‌های تعادلی، افزایش حجم باعث کاهش غلظت گونه‌های گازی و در نتیجه کاهش سرعت واکنش‌های رفت و برگشت می‌شود.

۱۰ ۲ با کاهش حجم، تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر جابه‌جا می‌شود، پس  $n > m$  است. همچنین به دلیل این که در واکنش‌های تعادلی،  $Q$  سمت تعداد مول گازی کمتر قرار می‌گیرد، پس  $Q$  سمت واکنش‌دهنده‌ها بوده و در نتیجه، واکنش در جهت رفت، گرماگیر و در جهت برگشت، گرماده است. در اثر کاهش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت، هر دو، کاهش می‌یابند. به علت گرماگیر بودن واکنش رفت، در اثر افزایش دما، مقدار ثابت تعادل ( $K$ ) افزایش می‌یابد. در واکنش‌های گرماگیر، محتوای انرژی قله نمودار «انرژی-پیشرفت واکنش» به محتوای انرژی فرآورده‌ها نزدیک‌تر است.

۱۱ ۱ بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف): در واکنش‌های تعادلی، علامت  $Q$  در سمتی از معادله قرار می‌گیرد که تعداد مول گازی کمتری وجود دارد، از این رو واکنش صورت تست در جهت رفت گرماگیر است، در نتیجه، با کاهش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. کاهش فشار، افزودن مقداری  $CH_4$  و خارج کردن مقداری از  $CO$  از سامانه تعادلی، تعادل را در جهت رفت جابه‌جا می‌کند، ولی کاهش حجم ظرف، واکنش را در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند. (پاسخ پرسش (الف) در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) به درستی ارائه شده است.) پرسش (ب): با افزودن موادی که خاصیت اسیدی دارند و باعث افزایش غلظت  $H^+$  در تعادل می‌شوند و افزودن نمک‌های حاوی یون  $CH_3COO^-$  به سامانه تعادلی، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. هم‌چنین با افزودن موادی که خاصیت بازی دارند و باعث کاهش غلظت  $H^+$  در تعادل می‌شوند، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. (پاسخ پرسش (ب) در گزینه‌های (۱) و (۲) به درستی ارائه شده است.)

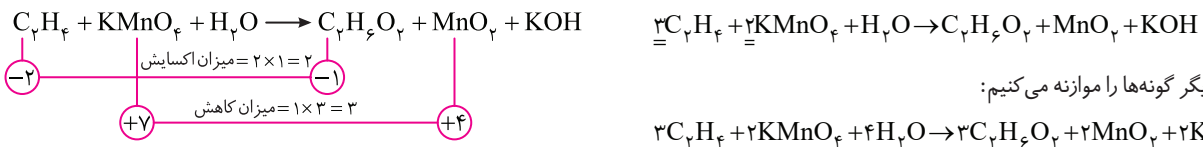


۱۵ ۲ پلیمرهای A و B به ترتیب پلی استر و پلی آمید هستند. فرمول مولکولی دی الکل سازنده پلیمر A،  $C_4H_8(OH)_2$  و فرمول مولکولی دی اسید سازنده پلیمر B،  $C_4H_4(COOH)_2$  است و مجموع شماره اتم‌های هیدروژن دی الکل سازنده پلیمر A و دی اسید پلیمر B برابر ۱۰ است.



۱۶ ۳ ساختار ترفالیک اسید به صورت روبه‌رو است:

۱۷ ۱ ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم. به این منظور، ابتدا میزان اکسایش و کاهش اتم‌های هر یک از واکنش‌دهنده‌ها را محاسبه می‌کنیم، سپس تغییر عدد اکسایش گونه اکسند را به عنوان ضریب ماده کاهنده و تغییر عدد اکسایش گونه اکسایش یافته را به عنوان ضریب ماده اکسند قرار می‌دهیم:



اکنون که معادله موازنه کردیم، به کمک اطلاعات مسئله، بازده درصدی واکنش را محاسبه می‌کنیم:  
 روش اول (ضریب تبدیل):

$? LC_4H_8O_2 = 17/92 LC_4H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_4H_8}{22/4 LC_4H_8} \times \frac{3 \text{ mol } C_4H_8O_2}{2 \text{ mol } C_4H_8} \times \frac{62 \text{ g } C_4H_8O_2}{1 \text{ mol } C_4H_8O_2} \times \frac{1 \text{ mL } C_4H_8O_2}{3/1 \text{ g } C_4H_8O_2} \times \frac{R}{100} = 6 \text{ mL } C_4H_8O_2 \Rightarrow R = 37/5$

بازده واکنش

روش دوم (تناسب):

$\frac{17/92 \times R}{100} = \frac{6 \times 3/1}{3 \times 22/4} \Rightarrow R = 37/5$

چگالی (g/mL) × میلی لیتر  $C_4H_8O_2$  مایع تولیدی  $\frac{R}{100}$  لیتر  $C_4H_8$  مصرفی (STP)  $\frac{6 \times 3/1}{3 \times 22/4}$  جرم مولی × ضریب  $\frac{17/92 \times R}{100}$  جرم مولی × ضریب

میانبر هاستی

$\frac{6 \times 3/1 \times 3 \times 22/4 \times 100}{17/92 \times 3 \times 62} = ?$  دست‌بندی  $\rightarrow \frac{6 \times 3 \times 3 \times 22 \times 22 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^2}{1792 \times 3 \times 62} \xrightarrow{\text{تخمین زدن و ساده کردن}} \frac{6 \times 3 \times 3 \times 31 \times 22 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^2}{1800 \times 3 \times 62} \xrightarrow{\text{به جای ۱۷۹۲، عدد ۱۸۰۰ قرار گیرد.}} \frac{6 \times 3 \times 3 \times 31 \times 22 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^2}{1800 \times 3 \times 62} \times \frac{10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^2}{10^{-2}}$

$= \frac{112}{3} = 37.33$  تقسیم یلکانی  $\rightarrow \frac{40}{3} - \frac{2}{67} = 40 - 2/67 = 37.33$  پاسخ نزدیک به عدد ۳۷/۳۳ است. (پاسخ: ۳۷/۵)

برای حل قسمت دوم تست، ابتدا با استفاده از حجم و چگالی اتیلن گلیکول، مقدار مول KOH و یون  $OH^-$  تولید شده را محاسبه کرده و با تقسیم نمودن آن بر حجم محلول، غلظت یون  $OH^-$  را به دست می‌آوریم. سپس pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

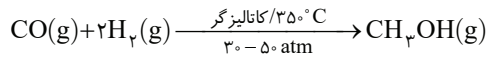
$? \text{ mol } OH^- = 6 \text{ mL } C_4H_8O_2 \times \frac{3/1 \text{ g } C_4H_8O_2}{1 \text{ mL } C_4H_8O_2} \times \frac{1 \text{ mol } C_4H_8O_2}{62 \text{ g } C_4H_8O_2} \times \frac{2 \text{ mol } KOH}{3 \text{ mol } C_4H_8O_2} \times \frac{1 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol } KOH} = 0.2 \text{ mol } OH^-$

$[OH^-] = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{0.2 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log(4 \times 10^{-2}) = 2 - \log 4 = 2 - 2 \log 2 = 2 - 2(\log 2) = 2 - 2(0.3) = 1.4$

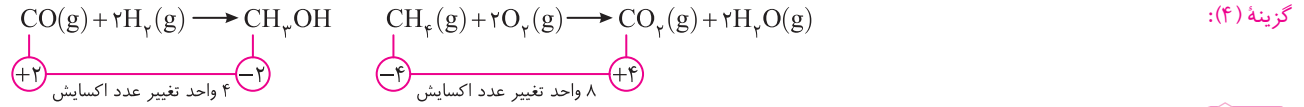
$pH = 14 - pOH = 14 - 1.4 = 12.6$

۱۸) معادله موازنه شده تهیه متانول از گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن به صورت زیر است:

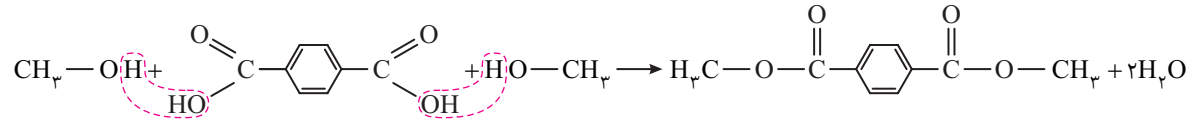


بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه (۱): دمای بهینه برای انجام این واکنش  $350^\circ\text{C}$  است. **گزینه (۳):** در این واکنش عدد اکسایش کربن از (+۲) به (-۲) کاهش و عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن از صفر به (+۱) افزایش می‌یابد. پس در این واکنش مولکول‌های کربن مونوکسید، کاهش و مولکول‌های هیدروژن، اکسایش می‌یابند.

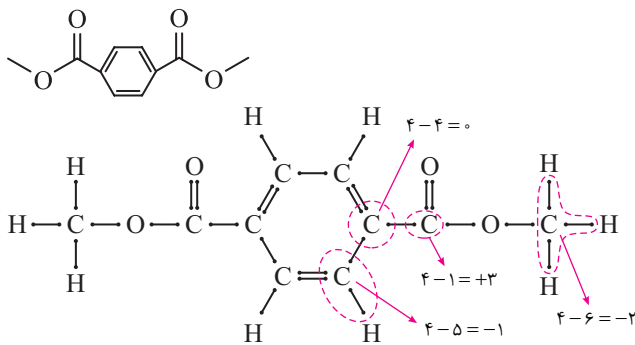


۱۹) عبارت‌های (پ)، (ت) و (ث) درست هستند.

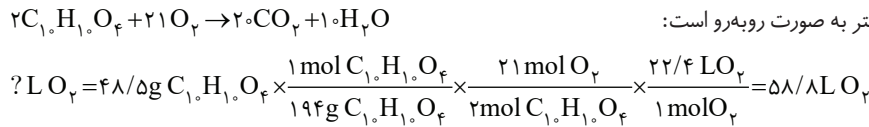


بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): فرمول نقطه-خط این استر به صورت مقابل است:



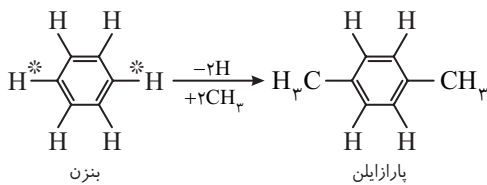
عبارت (ث): معادله موازنه شده واکنش سوختن دی‌استر به صورت روبه‌رو است:



۲۰) الکل سازنده پلی‌اتیلن ترفتالات، اتیلن گلیکول ( $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$ ) است که به‌عنوان ضد یخ در رادیاتور خودروها نیز استفاده می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینه (۲): به کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سود بیشتری از خام‌فروشی مواد شیمیایی دارد، از این رو سبب رشد و بهره‌وری اقتصادی یک کشور می‌شود.

گزینه (۳): تنها در صورتی که دو اتم هیدروژن حلقه بنزن که به فاصله دو کربن از یکدیگر قرار دارند را با دو گروه متیل جایگزین کنیم، پارازایلن ایجاد می‌شود.



گزینه (۴): فرمول شیمیایی کلرو اتان به صورت  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  و فرمول شیمیایی کلروفرم به صورت  $\text{CHCl}_3$  است. کلرو اتان دو اتم کلر، کمتر و چهار اتم هیدروژن، بیشتر از کلروفرم دارد.

پاسخ تشریحی آزمون ۳۳

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دوره نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- در تست‌های لوشاتلیه، مانند تست ۱۴، به حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش توجه کنید. ۲- تست ۱۸ بسیار وقت گیر و دشوار است. پاسخ این تست را پس از آزمون با دقت مطالعه کنید. ۳- تست ۱۹ مسئله‌ای ترکیبی از فصل ۱ و شیمی ۱۲ است. این تست وقت گیر است و بهتر است دور دوم حل شود.	۴ - ۵ - ۸ - ۱۰ - ۱۴ - ۱۵ - ۱۹	۵۰

۱ ۲ برای استخراج ۹۴/۳۵ گرم آلومینیم اکسید، به حداقل ۲۵۰ گرم از نمونه خاک رس نیاز است.

$$\text{خاک رس } ۲۵۰\text{g} = \frac{۱۰۰\text{g رس خاک}}{۳۷/۷۴\text{g Al}_2\text{O}_3} \times ۹۴/۳۵\text{g Al}_2\text{O}_3 = \text{خاک رس } ۹۴/۳۵\text{g}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

$$\text{خاک رس } ۲۷/۷۲\text{g SiO}_2 = \frac{۴۶/۲\text{g SiO}_2}{۱۰۰\text{g رس خاک}} \times \text{خاک رس } ۶۰\text{g} = ۲۷/۷۲\text{g SiO}_2$$

گزینه (۱):

گزینه (۳): جامدهای یونی مانند  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Na}_2\text{O}$ ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  و  $\text{MgO}$  و جامدهای فلزی مانند  $\text{Au}$  در حالت مذاب (مایع) رسانای جریان برق هستند. آب نیز به دلیل داشتن یون‌های  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  در خود (حاصل خودیونش مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$ )، اندکی رسانایی الکتریکی دارد. حاصل جمع درصد جرمی این مواد برابر  $۵۳/۸$  است.  $(۳۷/۷۴ + ۱۳/۳۲ + ۱/۲۴ + ۰/۹۶ + ۰/۴۴ + ۰/۱ = ۵۳/۸)$

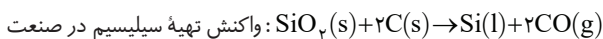
$$\text{خاک رس } ۶/۶۶\text{g H}_2\text{O} = \frac{۱۳/۳۲\text{g H}_2\text{O}}{۱۰۰\text{g رس خاک}} \times \text{خاک رس } ۵۰\text{g} = ۶/۶۶\text{g H}_2\text{O}$$

گزینه (۴): ابتدا مقدار آب موجود در ۵۰ گرم خاک رس را حساب می‌کنیم:

پس از حرارت دادن نمونه ۵۰ گرمی خاک رس، ۶ گرم از جرم آب موجود در آن کاسته شده و از جرم کل نمونه خاک نیز ۶ گرم کاسته می‌شود؛ پس خواهیم داشت:  $۶/۶۶\text{g} - ۶\text{g} = ۰/۶۶\text{g}$  جرم آب در نمونه خاک پس از حرارت

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{۰/۶۶}{۶۶} \times ۱۰۰ = ۱/۵\%$$

۲ ۳ عبارتهای (ب)، (پ) و (ث) درست هستند. بررسی عبارتهای (الف): عناصر اصلی سازنده کوارتز و ماسه، سیلیسیم و اکسیژن هستند. کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است. کوارتز برخلاف ماسه، شفاف و بلوری می‌باشد. عبارت (ب): فراوان‌ترین اکسید در پوسته جامد کره زمین،  $\text{SiO}_2$  است. در این ترکیب به ازای هر  $n$  اتم سیلیسیم،  $۲n$  اتم اکسیژن و  $۴n$  پیوند اشتراکی وجود دارد. پس در ساختار  $\text{SiO}_2$ ، به ازای هر  $۲۰۰۰$  پیوند اشتراکی،  $۱۰۰۰$  اتم اکسیژن وجود دارد. عبارت (پ): مقایسه میانگین آنتالپی پیوندها در الماس (C—C)، سیلیسیم کربید (Si—C) و سیلیسیم (Si—Si) به صورت « $\text{C—C} > \text{Si—C} > \text{Si—Si}$ » است. از آنجا که ساختار بلوری الماس، سیلیسیم کربید و سیلیسیم یکسان است، پس می‌توان پی برد که نقطه ذوب این جامدها با آنتالپی پیوند آن‌ها رابطه مستقیم دارد. مقایسه نقطه ذوب سه جامد کووالانسی به صورت «سیلیسیم > سیلیسیم کربید > الماس» است. عبارت (ت): در طبیعت، سیلیسیم، اغلب به صورت اکسید ( $\text{SiO}_2$ ) یافت می‌شود. از این رو سیلیسیم مورد نیاز برای ساخت قطعات سخت‌افزارها را از واکنش  $\text{SiO}_2$  با کربن تهیه می‌کنند. پس تهیه سیلیسیم از طبیعت، به صورت غیرمستقیم و مطابق واکنش زیر است.



عبارت (ث): همان‌طور که می‌دانید آنتالپی سوختن الماس از گرافیت بیشتر است که با توجه به اینکه این دو ماده آلوتروپ‌های کربن هستند، این تفاوت را تنها می‌توان به نحوه اتصال اتم‌های کربن در الماس و گرافیت نسبت داد.

۱ ۳ در میان ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای، کربن (C) و سیلیسیم (Si) از گروه ۱۴ جدول دوره‌ای، عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی هستند

و عنصرهایی مانند نیتروژن ( $\text{N}$ )، اکسیژن ( $\text{O}$ ) و ... از گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای، سازنده اصلی ترکیب‌های مولکولی می‌باشند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های (۲) و (۳): مولکول‌ها، واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند. رفتار فیزیکی این مواد، مانند آنتالپی تبخیر و نقطه جوش، به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی و رفتار شیمیایی آن‌ها به‌طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است. گزینه (۴): گونه‌های گلوکز، استون و کربن دی‌اکسید، همگی جزء مواد مولکولی هستند. این مواد از واحدهایی مجزا (مولکول) که شامل دو یا چند اتم که با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند، تشکیل شده‌اند.

۴ ۱ بررسی پرسش‌ها:

**پرسش (الف):** در میان دو ترکیب DJ که از یون‌های  $D^{2+}$  و  $J^{2-}$  تشکیل شده و  $Z_p G$  که از یون‌های  $Z^+$  و  $G^{2-}$  تشکیل شده است، DJ آنتالپی فروپاشی شبکه و در نتیجه نقطه ذوب بالاتری دارد؛ زیرا چگالی بار سطحی یون‌های سازنده ترکیب DJ بیشتر از  $Z_p G$  است. **پرسش (ب):** A و J به ترتیب  $^1H$  و  $^8O$  هستند و ترکیب حاصل از آن‌ها  $A_p J$  (همان  $H_p O$ ) است.  $H_p O$  نسبت به ترکیبات مولکولی که A با عناصر E، G و M که به ترتیب عناصر  $^3C$ ،  $^34Br$  و  $^35Se$  هستند، تشکیل می‌دهد. نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد؛ زیرا برخلاف آن‌ها، میان مولکول‌های آن پیوند هیدروژنی وجود دارد. **پرسش (پ):** ترکیب مولکولی حاصل از عناصر M و J به صورت  $JM_p$  است و J اتم مرکزی می‌باشد. خصلت نافلزی J از M بیشتر است؛ بنابراین در ترکیب حاصل از دو عنصر M و J، احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در اطراف اتم مرکزی (J) بیشتر است.

تست ۴۱

با توجه به گونه‌های داده شده، کلمات کدام گزینه برای تکمیل کردن هر سه عبارت مناسب است؟



(الف) در بین گونه‌های داده شده، اتم‌های ..... گونه را می‌توان روی یک صفحه جای داد.

(ب) در ..... گونه، گشتاور دوقطبی برابر با صفر است.

(پ) در ..... گونه، احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف اتمی با عدد اتمی کمتر بیشتر است.

(۴) ۲ - ۲ - ۵

(۳) ۱ - ۲ - ۴

(۲) ۲ - ۳ - ۵

(۱) ۱ - ۳ - ۴

گزینه (۱)

**۵ ۲** در هر گروه از جدول دوره‌ای، از بالا به پایین، با افزایش عدد اتمی، شعاع یونی افزایش می‌یابد. پس نمودار (۳) را نمی‌توان به شعاع یون‌های پایدار گروه ۱۳ جدول دوره‌ای نسبت داد. **بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):** در یک گروه از بالا به پایین، شعاع اتم‌ها افزایش و در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتم‌ها کاهش می‌یابد. پس اگر نمودار (۱) مربوط به شعاع عناصر گروه یک جدول دوره‌ای باشد، نمودار (۲) می‌تواند متعلق به شعاع اتمی عناصر گروه دو جدول دوره‌ای باشد. **گزینه (۳):** اگر نمودار (۱) مربوط به عناصر گروه ۱۷ جدول دوره‌ای باشد و عنصر A، کلر ( $Cl_p$ ) باشد که با گاز  $H_p$  در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد، عنصر D، ید ( $I_p$ ) است که در دمای بالاتر از  $40^\circ C$  با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد. **گزینه (۴):** اگر B، عنصر سیلیسیم (فراوان‌ترین عنصر پس از اکسیژن در پوسته جامد) باشد، C عنصر قلع است که فلز بوده و خاصیت چکش‌خواری دارد.

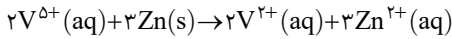
**۶ ۴** با توجه به این که فرمول سولفیدهای A و B به ترتیب به صورت  $A_p S$  و  $B_p S$  بوده و آنتالپی فروپاشی شبکه  $A_p S$  از  $B_p S$  بیشتر است، می‌توان نتیجه گرفت که A و B دو فلز از گروه اول جدول دوره‌ای هستند و عنصر B پایین‌تر از عنصر A قرار دارد. همچنین با توجه به فرمول‌های شیمیایی  $K_p C$  و  $K_p D$  و همچنین کمتر بودن آنتالپی فروپاشی  $K_p C$  از  $K_p D$ ، می‌توان نتیجه گرفت که عنصرهای C و D به ترتیب  $(^7N)$  و اکسیژن ( $^8O$ ) هستند. (در تست گفته شده که عنصرهای C و D دو عنصر از دوره دوم جدول هستند.) **بررسی گزینه‌ها: گزینه (۱):** آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب‌های یونی، با بار یون‌ها رابطه مستقیم و با شعاع آن‌ها رابطه معکوس دارد. پس بیشترین آنتالپی فروپاشی شبکه، بین ترکیب‌های تشکیل شده از این چهار عنصر، مربوط به ترکیب دارای دو عنصر «D و A» است؛ زیرا  $A^+$  شعاع یونی کمتری نسبت به  $B^+$  دارد و بار الکتریکی  $D^{3-}$  بیشتر از  $C^{2-}$  می‌باشد. از طرفی کمترین آنتالپی فروپاشی شبکه مربوط به ترکیب دارای دو عنصر «B و C» است؛ زیرا  $B^+$  شعاع یونی بیشتری نسبت به  $A^+$  دارد و بار الکتریکی  $C^{2-}$  کمتر از  $D^{3-}$  می‌باشد. **گزینه (۲):** در گروه‌های فلزی، از بالا به پایین، با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری فلزات افزایش می‌یابد و شرایط نگهداری آن‌ها دشوارتر می‌شود. از آنجا که فلز B در دوره پایین‌تری نسبت به فلز A قرار دارد، پس واکنش‌پذیری فلز B بیشتر از فلز A بوده و شرایط نگهداری آن دشوارتر است. **گزینه (۳):** هر دو عنصر C و D به ترتیب با تشکیل یون‌های  $C^{2-}$  و  $D^{3-}$  به آرایش الکترونی گاز نجیب نئون ( $^{10}Ne$ ) می‌رسند. در آنبون‌های هم الکترون، با افزایش عدد اتمی، چگالی بار یون کاهش می‌یابد. پس یون حاصل از عنصر D بیشترین چگالی بار را دارد. **گزینه (۴):** آرایش الکترونی یون  $C^{2-}$  مشابه آرایش الکترونی نئون ( $^{10}Ne$ ) است. اگر آرایش الکترونی  $A^+$  مشابه آرایش الکترونی  $C^{2-}$  باشد، پس A، اتم سدیم ( $^{11}Na$ ) است. از آنجا که بار الکتریکی  $Li^+$  با بار الکتریکی  $Na^+$  برابر است و شعاع یونی  $Li^+$  کمتر از شعاع یونی  $Na^+$  است، می‌توان نتیجه گرفت که نسبت بار به شعاع یون  $Li^+$  بیشتر از  $Na^+$  می‌باشد.

**۷ ۲** هر ماده در گستره دمایی بین نقطه ذوب و جوش خود در حالت مایع قرار دارد. پس میزان گستره دمایی که ماده B در آن به صورت مایع است، ۴۴ درجه سلسیوس (بین  $-66^\circ C$  تا  $-33^\circ C$ ) می‌باشد؛ در حالی که میزان گستره دمایی مایع بودن آب و هیدروژن فلئورید به ترتیب برابر  $100^\circ$  و  $102^\circ$  درجه سلسیوس است. ماده  $HF > H_2O > B$ : مقایسه میزان گستره دمایی مایع بودن

**بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱):** تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد یونی است. با توجه به تفاوت نقطه ذوب و جوش دو ترکیب B و D می‌توان نتیجه گرفت که B یک ترکیب مولکولی و D یک ترکیب یونی است. **گزینه (۳):** هر چه نقطه ذوب و جوش یک ماده بالاتر باشد، قدرت نیروهای بین ذرات آن ماده بیشتر است. از میان ترکیب‌های ذکر شده، نقطه ذوب و جوش ماده A و در نتیجه قدرت نیروهای بین ذرات سازنده ماده A از سایر ترکیب‌ها بیشتر است. **گزینه (۴):** هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بزرگ‌تری نسبت به سایر ترکیب‌ها به حالت مایع است، پس نیروی جاذبه میان ذره‌های ماده C در حالت مایع قوی‌تر از سه ترکیب دیگر می‌باشد.

شبه‌سازکنکور

محلولی از نمک وانادیم (III) بنفش رنگ است. با توجه به این نکته، معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



روش اول (کسر تبدیل): 
$$? g Zn = 240 \times 10^{-3} L \text{ محلول} \times \frac{0.25 \text{ mol } V^{5+}}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{3 \text{ mol } Zn}{2 \text{ mol } V^{5+}} \times \frac{65 g Zn}{1 \text{ mol } Zn} = 5.85 g Zn$$

روش دوم (تناسب): 
$$\frac{\text{جرم مولی } Zn \text{ مصرفی}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{0.24 \times 0.25}{2} = \frac{x g Zn}{3 \times 65} \Rightarrow x = 5.85 g Zn$$

**تست ۴۲** اگر به مقداری از محلول ۱۵٪ مولار از نمک یکی از کاتیون‌های وانادیم به رنگ بنفش، ۱۶۰ میلی‌لیتر محلول ۶۲۵٪ مولار نقره نیترات اضافه کنیم تا به‌طور کامل واکنش دهند و رنگ محلول نهایی به سبز تبدیل شود، در این فرایند، چند گرم نقره در کف ظرف تشکیل شود؟

$$(Ag = 108 g \cdot mol^{-1})$$

۱۶/۵ (۴)

۵/۷ (۳)

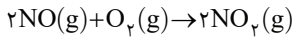
۲۱/۲ (۲)

۱۰/۸ (۱)

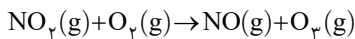
گزینه (۱)

**۳ ۹** عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): همه آلاینده‌های موجود در هوای خشک و آلوده، قطبی نیستند؛ برای نمونه، هیدروکربن‌های نسوخته (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>)، گوگرد تری اکسید (SO<sub>۳</sub>) و کربن دی‌اکسید (CO<sub>۲</sub>) آلاینده‌هایی هستند که ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

**توجه** در صورتی که CO<sub>۲</sub> بیش از حد مجاز در هوای یک شهر وجود داشته باشد، آلاینده به حساب می‌آید.



عبارت (ب): در هوای یک شهر، گاز اوزون از واکنش گازهای NO و NO<sub>۲</sub> با اکسیژن تولید می‌شود:



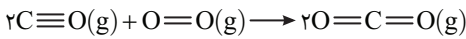
همان‌طور که می‌دانید، این سه گاز (NO، NO<sub>۲</sub> و O<sub>۳</sub>) خطرناک هستند. پس وجود گاز اوزون در هوای یک شهر، نشان‌دهنده آلوده بودن هوای آن شهر است.

عبارت (پ): فراوان‌ترین ماده موجود در هوای یک شهر (چه آلوده باشد، چه پاک) گاز دو اتمی نیتروژن (N<sub>۲</sub>) است.

عبارت (ت): از سال دهم به یاد دارید که فراوان‌ترین عنصر تک اتمی در یک نمونه هوای خشک و پاک، آرگون (Ar) است که در دوره سوم جدول تناوبی قرار دارد.

درصد حجمی آرگون در چنین هوایی حدود ۹۲۸٪ است.

**۱ ۱۰** قسمت اول: ابتدا آنتالپی سوختن کربن مونوکسید را به کمک آنتالپی پیوندهای داده شده محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta H(\text{واکنش}) = [\text{مجموع آنتالپی پیوند در مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند در مواد واکنش دهنده}]$$

$$\Delta H(\text{واکنش}) = [2\Delta H(C \equiv O) + \Delta H(O = O)] - [4\Delta H(C = O)] = [2(1067/5) + 495] - [4(799)] = -566 kJ$$

سپس به کمک رابطه زیر، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را به دست می‌آوریم:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow -566 = E_a(\text{رفت}) - 600 \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 34 kJ$$

قسمت دوم: با توجه به  $\Delta H$  واکنش، ابتدا گرمای حاصل از سوختن ۵۸/۸ گرم کربن مونوکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$? kJ = 58/8 g CO \times \frac{1 \text{ mol } CO}{28 g CO} \times \frac{566 kJ}{2 \text{ mol } CO} = 594/3 kJ = 594/3 \times 10^3 J$$

سپس جرمی از آب که به کمک این مقدار گرما می‌توان دمای آن را به اندازه ۵۰°C افزایش داد را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 594/3 \times 10^3 = m \times 4/2 \times 50 \Rightarrow m = 2830 g = 2/83 kg$$

در حل قسمت دوم این مسئله نیازی نیست که ابتدا مقدار Q را به‌طور کامل محاسبه کرده و سپس در رابطه  $Q = mc\Delta\theta$  قرار دهید.

$$\frac{58/8 \times 566}{28 \times 2} = m \times 4/2 \times 50 \Rightarrow m = ? \xrightarrow{\text{مرتب کردن معادله}} m = \frac{58/8 \times 566}{28 \times 2 \times 4/2 \times 50} \xrightarrow{\text{تخمین زدن و ساده کردن به جای 566 و 58/8 اعداد 63 و 56 قرار گیرد.}} \frac{30}{4} \times \frac{20}{2} \times \frac{10}{100 \times 2} = 3$$

پاسخ نزدیک به عدد ۳ است. (پاسخ: ۲/۸۳)

**۴ ۱۱** کاتالیزورها سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می‌دهند. از این‌رو، حضور کاتالیزور سبب تولید بیشتر فراورده در یک بازه زمانی مشخص می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: **گزینه (۱):** کاتالیزورها، انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهند و سبب تغییر نسبت  $\frac{E_a(\text{رفت})}{E_a(\text{برگشت})}$  می‌شوند.

**گزینه (۲):** کاتالیزور تأثیری بر پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های واکنش ندارد. **گزینه (۳):** کاتالیزورها با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را کاهش داده و سبب می‌شوند واکنش‌دهنده‌ها راحت‌تر و سریع‌تر به فراورده تبدیل شوند. کاتالیزورها سبب تغییر معادله واکنش شیمیایی نمی‌شوند.



۲۱۲ در مبدل‌های کاتالیستی، گازهای آلاینده NO، CO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> از یک سو وارد شده و از طرف دیگر گازهای O<sub>۲</sub>، CO<sub>۲</sub> و H<sub>۲</sub>O خارج می‌شود.

بررسی گزینه‌ها:

**گزینه (۱):** در بین مولکول‌های وارد شده و خارج شده از این قطعه، دو مولکول N<sub>۲</sub> و CO دارای پیوند سه‌گانه و سه مولکول NO، O<sub>۲</sub> و CO<sub>۲</sub> دارای پیوند دوگانه هستند.  
**گزینه (۲):** در میان فرآورده‌های خروجی از این قطعه، اکسید نیتروژن وجود ندارد؛ زیرا گاز NO وارد شده به قطعه A در دمای بالا و در حضور کاتالیزگر مناسب به گازهای N<sub>۲</sub> و O<sub>۲</sub> تجزیه می‌شود.  
**گزینه (۳):** آلاینده‌های ورودی به قطعه A به‌طور کامل حذف نمی‌شوند و مقدار اندکی از آن‌ها در گازهای خروجی از آگزوز خودروها مشاهده می‌شود. به خصوص هنگام روشن و گرم شدن خودروها در روزهای سرد زمستان؛ **گزینه (۴):** هیدروکربن‌های وارد شده به این قطعه، حاصل عدم سوختن مولکول‌های بنزین درون موتور خودرو هستند. حواستان باشد که از سوختن ناقص سوخت در موتور خودرو، کربن مونوکسید و آب تولید می‌شود. نه هیدروکربن‌های با فرمول کلی C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>!

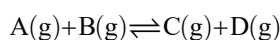
۳۱۳ از آنجا که در ابتدا، هیچ فرآورده‌ای (C و D) وارد ظرف واکنش نشده و ضریب استوکیومتری ماده C با D برابر است، به سادگی می‌توان به کمک ثابت تعادل و غلظت‌های تعادلی A و B، غلظت تعادلی C و D را محاسبه نمود. (غلظت مولی C و D را x مول بر لیتر در نظر می‌گیریم.)

$$[C]=[D]=x \text{ mol.L}^{-1} \quad [A]=\frac{n}{V}=\frac{۲ \text{ mol}}{۲ \text{ L}}=۱ \text{ mol.L}^{-1} \quad [B]=\frac{n}{V}=\frac{۸ \text{ mol}}{۲ \text{ L}}=۴ \text{ mol.L}^{-1}$$

$$A(g)+B(g) \rightleftharpoons C(g)+D(g) \quad K=\frac{[C][D]}{[A][B]} \Rightarrow ۴=\frac{(x)(x)}{1 \times 4} \Rightarrow x=۴ \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون اگر مقداری (۶ مول) ماده A به سامانه تعادلی وارد شود، تعادل در جهت مصرف ماده A، یعنی در جهت جابه‌جا می‌شود. پس خواهیم داشت:

$$[A] \text{ غیر تعادلی} = \frac{n}{V} = \frac{۲+۶(\text{mol})}{۲(\text{L})} = ۴ \text{ mol.L}^{-1}$$



غلظت اولیه	۴	۴	۴	۴
تغییر غلظت	-y	-y	+y	+y
غلظت تعادلی	۴-y	۴-y	۴+y	۴+y

$$K=\frac{[C][D]}{[A][B]} \Rightarrow ۴=\frac{(۴+y)^2}{(۴-y)^2} \Rightarrow ۲=\frac{۴+y}{۴-y} \Rightarrow y=۱/۳۳$$

اکنون غلظت مولی A و D را در تعادل جدید به دست می‌آوریم:

$$[A]=۴-y=۴-۱/۳۳=۳۷/۳۳ \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[D]=۴+y=۴+۱/۳۳=۵۳/۳۳ \text{ mol.L}^{-1}$$

۲۱۴ در موارد (الف) و (ث)، هر دو تغییر ذکر شده، تعادل را به یک سمت جابه‌جا نمی‌کند. بررسی هر یک از موارد:

**عبارت (الف):** در سامانه‌های تعادلی که حاوی گونه‌های گازی هستند، افزایش حجم سامانه، تعادل را در جهت تعداد مول گازی بیشتر جابه‌جا می‌کند. پس در تعادل  $CO(g)+H_2(g) \rightleftharpoons C(s)+H_2O(g)$ ، افزایش حجم، سبب جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت می‌شود.

معادله واکنش تعادلی یونش فورمیک اسید (HCOOH) به صورت  $HCOOH(aq) \rightleftharpoons HCOO^-(aq)+H^+(aq)$  است. در چنین سامانه‌ای، با افزودن مقداری پتاسیم هیدروکسید (KOH)، غلظت یون  $H^+(aq)$  کاهش یافته و تعادل در جهت رفت (تولید  $H^+$ ) جابه‌جا می‌شود.

**عبارت (ب):** در تعادل  $۲CO(g)+O_2(g) \rightleftharpoons ۲CO_2(g)$ ، کاهش حجم، تعادل را در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌کند و در تعادل  $Fe_2O_3(s)+۳H_2(g) \rightleftharpoons ۲Fe(s)+۳H_2O(g)$ ، افزودن مقداری گاز هیدروژن سبب جابه‌جایی تعادل در جهت رفت می‌شود.

**عبارت (پ):** در تعادل  $۲NO(g)+O_2(g) \rightleftharpoons ۲NO_2(g)$ ، افزایش حجم، تعادل را در جهت تعداد مول گازی بیشتر، یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند و در تعادل  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons ۲NO_2(g)$ ، افزودن مقداری گاز قهوه‌ای رنگ NO<sub>۲</sub> به سامانه، سبب جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت می‌شود.

**عبارت (ت):** در تعادل  $CO(g)+Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$ ، کاهش حجم، تعادل را در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌کند و در تعادل  $FeSO_4(s) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq)$ ، افزودن مقداری آب، تعادل را در جهت تولید تعداد مول محلول بیشتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌کند.

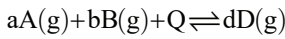
**عبارت (ث):** تعادل  $N_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons ۲NO(g)$  در جهت رفت گرماگیر است؛ بنابراین افزایش دمای سامانه سبب جابه‌جایی تعادل در جهت رفت می‌شود. در تعادل  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$ ، افزایش مقدار ماده جامد CaCO<sub>۳</sub> تأثیری بر تعادل ندارد و سبب جابه‌جایی آن نمی‌شود؛ زیرا غلظت مواد جامد و مایع خالص به مقدار آن‌ها وابسته نیست و غلظت آن‌ها فقط به دما وابسته است.

۲۱۵ همه عبارات درست هستند. بررسی عبارت‌ها: **عبارت (الف):** در تعادل‌های گازی، علامت Q در سمتی قرار می‌گیرد که تعداد مول گازی کمتر است، پس در تعادل مورد نظر، علامت Q در سمت واکنش دهنده‌ها قرار می‌گیرد.

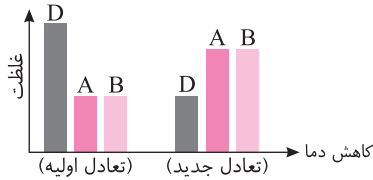
در تعادل‌های گرماگیر، با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و در نتیجه، مقدار عددی ثابت تعادل افزایش می‌یابد. پس اگر مقدار ثابت تعادل واکنش بالا را در دماهای ۲۰°C و ۸۰°C به ترتیب K<sub>۱</sub> و K<sub>۲</sub> در نظر بگیریم، K<sub>۲</sub> از K<sub>۱</sub> بزرگ‌تر است. **عبارت (ب):** در تعادل‌های گرماگیر که ΔH آن‌ها مثبت است، با کاهش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. پس در سامانه تعادلی  $Co(H_2O)_6^{2+}(aq)+۴Cl^-(aq) \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}(aq)+۶H_2O(l)$ ، ΔH > ۰، با قرار

دادن مخلوط واکنش در مخلوط آب و یخ (یعنی کاهش دما)، مخلوط صورتی رنگ می‌شود. **عبارت (پ):** اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش  $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$  کاهش یابد، می‌توان نتیجه گرفت که این واکنش گرماده بوده و علامت Q در سمت راست معادله قرار می‌گیرد. همانطور که می‌دانید، در سامانه‌های تعادلی، علامت Q در سمتی قرار می‌گیرد که تعداد مول گازی کمتر است، پس می‌توان نتیجه گرفت که a > b می‌باشد. در چنین تعادلی که تعداد مول گازی واکنش دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است، با افزایش فشار، تعادل در جهت راست (یعنی تعداد مول گازی کمتر) جابه‌جا می‌شود. **عبارت (ت):** واکنش‌های تعادلی که با افزایش دما بازده درصدی آن‌ها کاهش می‌یابد، گرماده هستند. در واکنش‌های گرماده، انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش رفت است.

با توجه به این که A و B واکنش دهنده هستند و با کاهش دما، غلظت D کاهش و غلظت مواد A و B افزایش می‌یابد، می‌توان نتیجه گرفت که واکنش گرماگیر است و علامت Q در سمت واکنش دهنده‌ها (یعنی A و B) قرار دارد:



**بررسی گزینه‌ها:** **گزینه (۱):** در واکنش‌های تعادلی، علامت Q در سمتی قرار می‌گیرد که تعداد مول گازی کمتر است، پس در واکنش تعادلی مورد نظر، ضریب استوکیومتری ترکیب D بزرگ‌تر یا مساوی مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های A و B است. **گزینه (۲):** با توجه به توضیحات ارائه شده در پاسخ گزینه (۱)، می‌توان دریافت که با کاهش حجم سامانه، تعادل در جهت تعداد مول گازی کمتر (یعنی تولید A و B و مصرف D) جابه‌جا می‌شود، ولی چون تعادل نمی‌تواند اثر ناشی از کاهش حجم (افزایش غلظت) را به‌طور کامل جبران کند، بنابراین باز هم غلظت ماده D در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه است.



**گزینه (۳):** اگر حالت فیزیکی A و D جامد باشد، علامت Q در سمت فرآورده واکنش (یعنی D) قرار می‌گیرد.



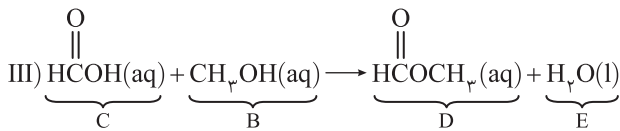
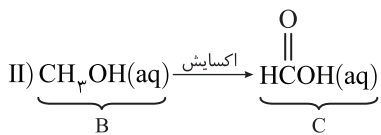
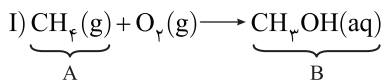
می‌شود و مقدار مول D افزایش و مقادیر مول مواد A و B کاهش می‌یابد.

**گزینه (۴):** افزایش دما سرعت واکنش‌های رفت و برگشت تعادل  $aA(g) + bB(g) + Q \rightleftharpoons dD(g)$  را افزایش

می‌دهد و سبب جابه‌جایی تعادل در جهت رفت و افزایش تعداد مول گازی می‌شود، زیرا با توجه به توضیحات گزینه (۱)،

ضریب استوکیومتری  $D(g)$  از مجموع ضرایب استوکیومتری مواد  $A(g)$  و  $B(g)$  بیشتر است.

**۱۷ ۳** ساده‌ترین استر، متیل متانوات  $HCOCH_3$  و الکل چوب، متانول ( $CH_3OH$ ) است. شکل کامل شده واکنش‌ها به‌صورت زیر می‌باشد:



**بررسی گزینه‌ها:** **گزینه (۱):** ماده A در واکنش (I) متان ( $CH_4$ ) است که ساده‌ترین هیدروکربن سیرشده می‌باشد. متان، نخستین بار از سطح مرداب جمع‌آوری شد، از این رو به آن گاز مرداب نیز گفته می‌شود.

**گزینه (۲):** عدد اکسایش اتم کربن در متانول برابر (-۲)، عدد اکسایش اتم کربن در متانوئیک اسید

برابر (+۲) و تعداد اتم‌های هیدروژن در ترکیب C (متانوئیک اسید) برابر ۲ است. پس نسبت تغییر

عدد اکسایش اتم کربن در واکنش (II) به شمار اتم‌های هیدروژن ترکیب C برابر  $(\frac{4}{2})^2$  می‌باشد.

**گزینه (۳):** D و E به ترتیب متیل متانوات  $H-COCH_3$  و آب ( $H_2O$ ) هستند. از آن جا که ضریب استوکیومتری این دو ماده یکسان است، مقدار مول آن‌ها در فرآورده واکنش (III) با یک‌دیگر برابر است.

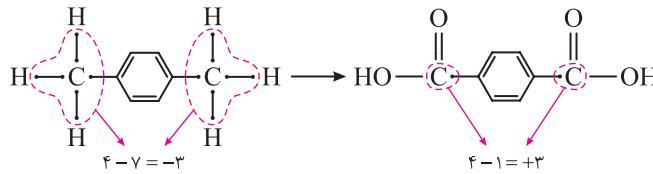
$$\left. \begin{aligned} \%HCOOCH_3 &= \frac{\text{جرم } HCOOCH_3}{\text{جرم } HCOOCH_3 + \text{جرم } H_2O} \times 100 = \frac{60}{60+18} \times 100 \approx 77 \\ \%H_2O &= \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{جرم } HCOOCH_3 + \text{جرم } H_2O} \times 100 = \frac{18}{60+18} \times 100 \approx 23 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\%HCOOCH_3}{\%H_2O} = \frac{77}{23} = \frac{3}{3}$$

**گزینه (۴):** اتیل استات ( $CH_3COCH_2CH_3$ ) که نوعی حلال چسب است، دارای ۸ اتم هیدروژن و ترکیب B که همان متانول ( $CH_3OH$ ) است، دارای ۴ اتم

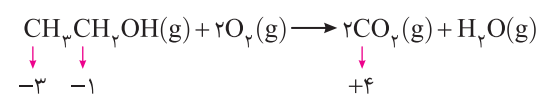
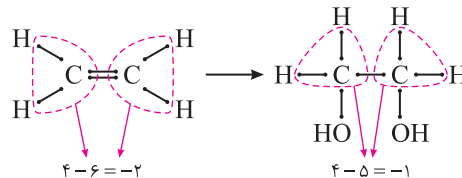
هیدروژن می‌باشد.

$$\frac{\text{تعداد اتم‌های هیدروژن اتیل استات}}{\text{تعداد اتم‌های هیدروژن متانول}} = \frac{8}{4} = 2$$

۱۱۸ فقط مورد (الف) درست است. I) در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش دو اتم کربن از (-۳) به (+۳) تغییر می‌کند، پس در مجموع، طی واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۱۲ واحد تغییر می‌کند.

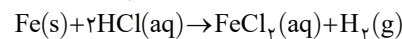


II) در واکنش تبدیل اتن به اتیلن گلیکول، عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن از (-۲) به (-۱) تغییر می‌کند، پس در مجموع طی واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۲ واحد تغییر می‌کند.



**بررسی موارد: عبارت (الف):** در اتانول، عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن برابر (-۳) و دیگری برابر (-۱) است. در اثر سوختن اتانول، دو مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود که عدد اکسایش اتم کربن در هر یک از آن‌ها برابر (+۴) است، پس طی واکنش سوختن اتانول، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۱۲ واحد تغییر می‌کند.

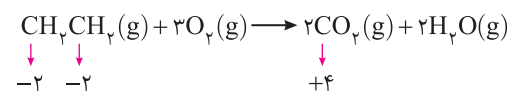
$$\Rightarrow \text{مجموع تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن} = [4 - (-3)] + [4 - (-1)] = 12$$



معادله واکنش فلز آهن با محلول هیدروکلریک اسید به صورت مقابل است:

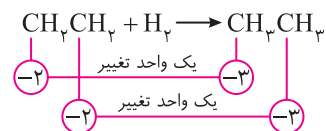
در این واکنش عدد اکسایش اتم آهن از صفر به (+۲) به اندازه دو واحد تغییر می‌کند.

**نتیجه** فلزهایی که دارای ظرفیت‌های متفاوتی هستند، در واکنش با اسیدها، با ظرفیت پایین‌تر خود واکنش می‌دهند.

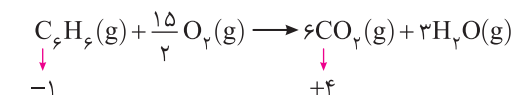


**عبارت (ب):** عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن در اتن برابر (-۲) است. در اثر سوختن یک مول اتن، دو مول کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) تولید می‌شود که عدد اکسایش اتم کربن در آن برابر (+۴) است، پس طی این واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۱۲ واحد تغییر می‌کند.

$$\Rightarrow \text{مجموع تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن} = 2[4 - (-2)] = 12$$



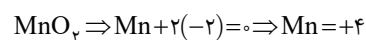
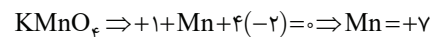
عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن در اتن برابر (-۲) است. در واکنش هیدروژن‌دار شدن یک مول اتن، یک مول اتان تولید می‌شود که عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن در آن برابر (-۱) است، پس طی واکنش، عدد اکسایش هر اتم کربن ۱ واحد تغییر می‌کند.



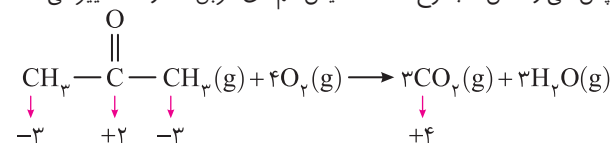
**عبارت (ب):** عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن در بنزن برابر (-۱) است. در اثر سوختن یک مول بنزن، ۶ مول کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) تولید می‌شود که عدد اکسایش اتم کربن در آن برابر (+۴) است، پس طی این واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۳۰ واحد تغییر می‌کند.

$$\Rightarrow \text{مجموع تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن} = 6[4 - (-1)] = 30$$

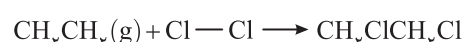
عدد اکسایش اتم منگنز در پتاسیم پرمنگنات برابر (+۷) و عدد اکسایش اتم منگنز در منگنز (IV) اکسید برابر (+۴) است، پس طی واکنش، عدد اکسایش اتم منگنز ۳ واحد تغییر می‌کند.



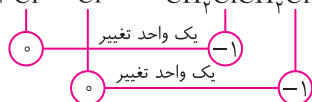
**عبارت (ت):** در استون، عدد اکسایش دو اتم کربن برابر (-۳) و عدد اکسایش یک اتم کربن برابر (+۲) است. در اثر سوختن یک مول استون، سه مول کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) تولید می‌شود که عدد اکسایش اتم کربن در آن برابر (+۴) است، پس طی واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۱۶ واحد تغییر می‌کند.



$$\Rightarrow \text{مجموع تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن} = 2[4 - (-3)] + [4 - 2] = 16$$

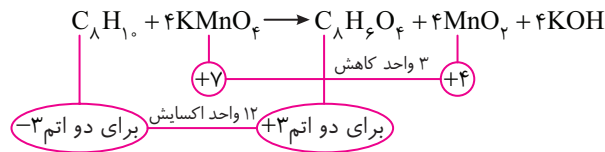


عدد اکسایش اتم کلر در مولکول  $\text{Cl}_2$  برابر صفر و در «۱ و ۲- دی‌کلرواتان» برابر (-۱) است.



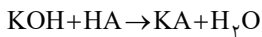
پس طی واکنش عدد اکسایش هر اتم کلر، ۱ واحد تغییر می‌کند.

۱۹۳ با توجه به این که در تبدیل پارازایلین به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش دو اتم کربن از (-۳) به (+۳) تغییر می‌کند و عدد اکسایش اتم منگنز از (+۷) به (+۴) تغییر می‌کند، ضریب  $C_8H_{10}$  را یک و ضریب  $KMnO_4$  را چهار قرار می‌دهیم و معادله را موازنه می‌کنیم:



ابتدا غلظت مولی اسید HA را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1.8} = 10^{-1/2} \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad [H^+] = M_{HA} \alpha \Rightarrow M_{HA} = \frac{[H^+]}{\alpha} = \frac{1.6 \times 10^{-3}}{0.2/4 \times 10^{-2}} = 0.67 \text{ mol.L}^{-1}$$



سپس مقدار مول KOH تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol KOH} = 450 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times 0.67 \text{ mol HA} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol HA}} = 0.3 \text{ mol KOH}$$

با توجه به واکنش بالا، به‌ازای اکسایش یک مول پارازایلین ( $C_8H_{10}$ )، ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود. اکنون می‌توانیم تعداد الکترون‌های مبادله شده در این فرایند را محاسبه کنیم:

$$? \text{ mol } e^- = 0.3 \text{ mol KOH} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_{10}}{4 \text{ mol KOH}} \times \frac{12 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } C_8H_{10}} = 0.9 \text{ mol } e^-$$

۲۰۴ معادله موازنه شده تولید متانول از گازهای  $CO$  و  $H_2$  و معادله موازنه شده تولید مستقیم متانول از متان به‌صورت زیر است:



$$? \text{ g } CH_3OH = 89.6 \text{ L}(CO, H_2) \times \frac{1 \text{ mol}(CO, H_2)}{22.4 \text{ L}(CO, H_2)} \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{3 \text{ mol}(CO, H_2)} \times \frac{32 \text{ g } CH_3OH}{1 \text{ mol } CH_3OH} \times \frac{72}{100} = 30.72 \text{ g } CH_3OH$$

قسمت اول:

بازده واکنش

$$? \text{ L } CH_4 = 30.72 \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{1 \text{ mol } CH_3OH} \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{1 \text{ L } CH_4}{0.96 \text{ g } CH_4} = 16 \text{ L } CH_4$$

قسمت دوم:

پاسخ تشریحی آزمون ۳۸

توضیحات مؤلف	شماره سؤال‌های دوره نکات	درصد قابل قبول برای آزمون
۱- تست‌های ۹، ۱۰ و ۱۹ وقت‌گیر هستند. بهتر است این تست‌ها را دور دوم حل کنید. ۲- عبارت «پ» تست ۹ به نکته مهمی و مفهومی اشاره دارد. ۳- در چنین آزمون‌هایی که دشوار هستند، به دنبال تست‌های ساده‌تر بگردید و ابتدا آن‌ها را حل نمایید.	۳ - ۵ - ۷ - ۹ - ۱۰ - ۱۲ - ۱۸	۴۵

۱-۲ فرمول شیمیایی چربی کوهان شتر به صورت  $C_{57}H_{110}O_6$  و فرمول شیمیایی روغن زیتون به صورت  $C_{57}H_{104}O_6$  است. هر دو ترکیب جزء استرهای سنگین هستند.

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(N \times \text{تعداد اتم‌های N}) + (O \times \text{تعداد اتم‌های O}) + (H \times \text{تعداد اتم‌های H}) + (C \times \text{تعداد اتم‌های C})}{2}$$

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در } C_{57}H_{110}O_6 = \frac{(57 \times 4) + (110 \times 1) + (6 \times 2) + (6 \times 3)}{2} = 175$$

در هر مولکول روغن زیتون ( $C_{57}H_{104}O_6$ )، ۶ اتم اکسیژن وجود دارد که هر کدام دارای ۴ الکترون (دو جفت) ناپیوندی هستند، پس در هر مولکول روغن زیتون ۲۴ الکترون ناپیوندی وجود دارد. اکنون نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی در چربی کوهان شتر ( $C_{57}H_{110}O_6$ ) را به شمار الکترون‌های ناپیوندی در روغن زیتون

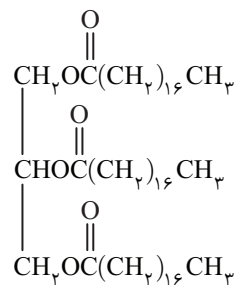
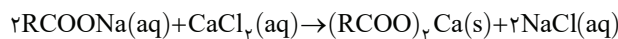
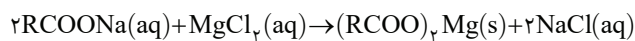
$$\frac{\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در } C_{57}H_{110}O_6}{\text{تعداد الکترون‌های ناپیوندی در } C_{57}H_{104}O_6} = \frac{175}{24} \approx 7.3$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): به‌طور کلی ابعاد ذره‌های سازنده سوسپانسیون‌ها از کلوئیدها بزرگ‌تر است، از این رو میزان پخش نور در سوسپانسیون‌ها بیشتر از کلوئیدها می‌باشد. گزینه (۳): فرمول شیمیایی وازلین به صورت  $C_{25}H_{52}$  است. همان‌طور که می‌دانید حالت فیزیکی  $H_2O$  در حالت STP به‌صورت جامد یا مایع است. معادله سوختن وازلین در این شرایط به‌صورت زیر است:



$$? L CO_2 = 1 \text{ mol } C_{25}H_{52} \times \frac{25 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_{25}H_{52}} \times \frac{22.4 \text{ L } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 560 \text{ L } CO_2$$

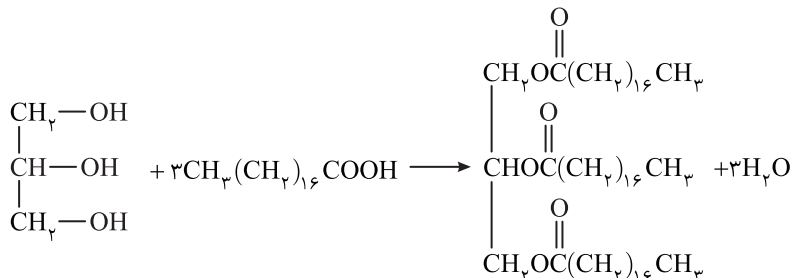
گزینه (۴): لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون در آب سخت بر روی آن بر جای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل رسوب‌های  $(RCOO)_2Mg$  و  $(RCOO)_2Ca$  طی واکنش‌های زیر است:



۲-۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند. تصویر نمایش داده شده در صورت تست، مدل فضاپرکن یک استر سنگین سه عاملی را نشان می‌دهد که فرمول ساختاری آن به‌صورت مقابل و فرمول مولکولی آن  $C_{57}H_{110}O_6$  است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): این استر از واکنش یک الکل سه عاملی و سه اسید چرب یک عاملی طی واکنش زیر به‌دست می‌آید.



در این واکنش به ازای تولید یک مول استر، ۳ مول آب تولید می‌شود که جرمی برابر ۵۴g دارد، پس در واکنش تولید این استر، اختلاف جرم مولی فرآورده کربن‌دار (استر) و مجموع جرم مولی واکنش‌دهنده‌ها (الکل و اسیدهای چرب) برابر  $54 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  است. عبارت (ب): استرها همانند الکل‌ها جزء مولکول‌های دو بخشی هستند.

از آن‌جا که در ساختار این استر، بخش ناقطبی خیلی بزرگ‌تر از بخش قطبی است، پس در این مولکول بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه دارد، در نتیجه مولکول‌های این استر در آب نامحلول‌اند. عبارت (پ): فرمول شیمیایی روغن زیتون و استر مورد نظر، به ترتیب به‌صورت  $C_{57}H_{104}O_6$  و  $C_{57}H_{110}O_6$  است؛ از این رو تفاوت جرم مولی آن‌ها برابر ۶ گرم بر مول می‌باشد. تفاوت مولکول‌های این دو ماده در تعداد اتم‌های هیدروژن آن‌ها است. عبارت (ت): با توجه به واکنش ارائه شده در توضیحات عبارت (الف)، الکل سازنده این مولکول  $C_3H_8O_3$  و اسید چرب سازنده آن  $C_{18}H_{36}O_2$  است. مدل فضاپرکن نمایش داده شده در عبارت (ت)، دارای ۱۸ اتم کربن، ۳۶ اتم هیدروژن و ۲ اتم اکسیژن است، از این رو این شکل را می‌توان به اسید چرب سازنده این استر نسبت داد.

۳ ۴ رسانایی الکتریکی محلولها به غلظت یونهای موجود در آنها بستگی دارد. به طوری که هر چه غلظت یونها در یک محلول بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی آن محلول بالاتر است. ابتدا غلظت یونها را در هر محلول محاسبه و سپس آنها را با یکدیگر مقایسه می کنیم:

$$\text{HOBBr} \text{ محلول: } \text{مجموع غلظت یونها} = [\text{H}^+] + [\text{OBr}^-] = \text{M}\alpha + \text{M}\alpha = 2\text{M}\alpha = 2\text{M}(0.005 \times 10^{-2}) = \text{M} \times 10^{-4}$$

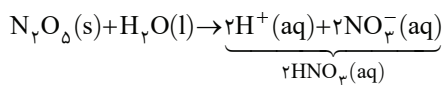
$$\text{HOCl} \text{ محلول: } \text{مجموع غلظت یونها} = [\text{H}^+] + [\text{OCl}^-] = \text{M}\alpha + \text{M}\alpha = 2\text{M}\alpha = 2\text{M}(0.1 \times 10^{-2}) = \text{M} \times 2 \times 10^{-3}$$

غلظت یونها در محلول HOBr کمتر از محلول HOCl است، پس محلول HOBr رسانایی الکتریکی کمتری دارد. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۱): هر دو جزء اسیدهای بسیار ضعیف هستند که به میزان جزئی یونیده می شوند. از آنجا که HOCl قوی تر از HOBr است، پس در غلظت های برابر از دو اسید، غلظت ClO<sup>-</sup> بیشتر از BrO<sup>-</sup> بوده و در نتیجه تفاوت غلظت آنیون حاصل از یونش با غلظت اسید اولیه، در محلول HOCl کمتر از این تفاوت در محلول HOBr است.

گزینه (۲): اسیدهای ایجادکننده باران اسیدی، اسیدهای قوی HNO<sub>3</sub> و H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> هستند، پس در شرایط یکسان، سرعت واکنش اسیدهای سازنده باران اسیدی با فلز منیزیم از سرعت واکنش دو اسید ضعیف HOBr و HOCl با فلز منیزیم بیشتر است. گزینه (۳): قدرت اسیدی HOCl از HOBr بیشتر است، پس در غلظت های برابر از دو اسید، غلظت ClO<sup>-</sup> از BrO<sup>-</sup> بیشتر است. با توجه به واکنش های داده شده در صورت تست، اگر واکنش ها را در جهت برگشت بررسی کنیم، متوجه می شویم که چون غلظت BrO<sup>-</sup> کمتر از ClO<sup>-</sup> است، پس تمایل BrO<sup>-</sup> برای واکنش با H<sup>+</sup> (پروتون) بیشتر از ClO<sup>-</sup> می باشد.

۳ ۴ ابتدا مقدار مول H<sup>+</sup> موجود در ۱/۵ لیتر محلول اسیدی حاصل از انحلال ۴/۰۵ گرم N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> در ۱/۵ لیتر آب را به دست می آوریم:



$$? \text{ mol H}^+ = 4.05 \text{ g N}_2\text{O}_5 \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5}{108 \text{ g N}_2\text{O}_5} \times \frac{2 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5} = 0.75 \text{ mol H}^+$$

سپس غلظت محلول حاصل از انحلال ۲/۵ لیتر گاز HBr در ۲ لیتر آب را محاسبه می کنیم:

$$\text{pH} = 1/3 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{نهایی}} = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/3} = 10^{0.7-2} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{نهایی}} = \frac{(\text{مول H}^+ \text{ در محلول HBr}) + (\text{مول H}^+ \text{ در محلول HNO}_3)}{\text{حجم کل محلول}} \Rightarrow 5 \times 10^{-2} = \frac{(M_{\text{HBr}} \times 2) + 0.75}{2 + 1/5} \Rightarrow M_{\text{HBr}} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

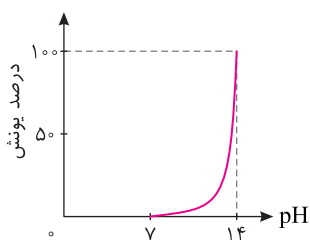
به کمک حجم گاز HBr حل شده در ۲ لیتر آب و غلظت محلول اسیدی حاصل، حجم مولی گازها در شرایط آزمایش را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol HBr} = 2 \text{ L محلول} \times \frac{0.05 \text{ mol HBr}}{1 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol HBr} \quad \text{HBr گاز: } 1 \text{ mol HBr} \times \frac{2/5 \text{ L HBr}}{0.1 \text{ mol HBr}} = 2 \text{ L}$$

از آنجا که در دمای ثابت، حجم مولی گازها یکسان است، پس حجم مولی گازها در شرایط آزمایش، برابر ۲۵ لیتر بر مول می باشد.

۲ ۵ عبارت های (الف) و (ب) نادرست هستند. بررسی عبارت ها: عبارت (الف): انحلال شکر در آب به صورت مولکولی است، از این رو شکر یک ماده غیرالکترولیت است و با افزایش مقدار شکر حل شده در آب، رسانایی الکتریکی محلول تغییر نمی کند.

عبارت (ب): با توجه به رابطه درجه یونش (α) باز به pH محلول حاوی آن که به صورت  $\text{pH} = 14 - \log(\text{M}\alpha)$  است، می توان نتیجه گرفت که وابستگی pH به درصد یونش یک تابع لگاریتمی بوده که غیر خطی است. شکل صحیح این نمودار به صورت مقابل می باشد:



از میان مولکول های ارائه شده، دو مولکول (مولکول وسط و سمت چپ)، ایزومرهای آسپرین هستند. فرمول مولکولی گونه سمت راست C<sub>9</sub>H<sub>9</sub>O<sub>4</sub> است، پس نمی تواند ایزومر آسپرین باشد.

عبارت (پ): اگر درصد جرمی و چگالی محلولها را به ترتیب a و d و حجم هر یک از محلولها را یک لیتر در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{KOH محلول: } M_{\text{KOH}} = [\text{OH}^-] = \frac{10 \times a \times d}{56} (\text{mol.L}^{-1}) \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{\frac{10 \times a \times d}{56}} = \frac{5/6 \times 10^{-14}}{ad} (\text{mol.L}^{-1})$$

$$\text{NaOH محلول: } M_{\text{NaOH}} = [\text{OH}^-] = \frac{10 \times a \times d}{40} (\text{mol.L}^{-1}) \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{\frac{10 \times a \times d}{40}} = \frac{4 \times 10^{-14}}{ad} (\text{mol.L}^{-1})$$

با توجه به مقایسه غلظت H<sup>+</sup> در دو محلول، pH محلول NaOH بیشتر است، اکنون تفاوت pH دو محلول را محاسبه می کنیم:

$$\text{pH}(\text{NaOH محلول}) - \text{pH}(\text{KOH محلول}) = -\log[\text{H}^+]_{\text{NaOH}} - (-\log[\text{H}^+]_{\text{KOH}})$$

$$= \log[\text{H}^+]_{\text{KOH}} - \log[\text{H}^+]_{\text{NaOH}} = \log\left(\frac{[\text{H}^+]_{\text{KOH}}}{[\text{H}^+]_{\text{NaOH}}}\right) = \log\left(\frac{5/6 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-14}}\right) = \log\left(\frac{5 \times d}{4 \times a \times d}\right) = \log\left(\frac{5}{4}\right) = \log 5 - \log 4 = 0.699 - 0.602 = 0.097$$

**عبارت (ت):** شکل مورد نظر مربوط به مدل فضاپرکن یک نوع پاک کننده غیرصابونی بوده و فرمول شیمیایی آن به صورت  $C_{18}H_{27}SO_3Na$  یا  $C_{18}H_{27}SO_3Na$  است. قدرت پاک کنندگی این مواد از پاک کننده های صابونی بیشتر است.

$$C_{18}H_{27}SO_3Na \text{ جرم مولی} = (18 \times 12) + (27 \times 1) + (1 \times 32) + (3 \times 16) + (1 \times 23) = 348 \text{ g.mol}^{-1}$$

**۶۸ شبیه سازنگار** ابتدا مقدار مول  $H^+$  موجود در ۵ لیتر محلول هیدروکلریک اسید اولیه را محاسبه می کنیم:

$$pH = 0.7 \Rightarrow M_{HCl} = [H^+]_{\text{اولیه}} = 10^{-0.7} = 10^{-1+0.3} = 10^{-1} \times 10^{0.3} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol HCl (در محلول اولیه)} = \Delta L \text{ محلول} \times \frac{0.2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L محلول}} = 1 \text{ mol HCl}$$

سپس مقدار مول  $HCl$  مصرفی برای تولید  $13/35$  گرم آلومینیم کلرید را محاسبه کرده و غلظت  $HCl$  را در محلول ثانویه به دست می آوریم:

$$? \text{ mol HCl (مصرفی)} = 13/35 \text{ g AlCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133/5 \text{ g AlCl}_3} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol AlCl}_3} = 0.3 \text{ mol HCl (مصرفی)}$$

مقدار مول  $HCl$  در محلول ثانویه  $= 1 - 0.3 = 0.7 \text{ mol HCl}$

$$M_{HCl} = [H^+] = \frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.7 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.14 \text{ mol.L}^{-1}$$

انکون غلظت  $HCl$  در محلول ثانویه محاسبه کرده و  $pH$  آن را به دست می آوریم:

$$pH_{\text{ثانویه}} = -\log[H^+] = -\log(0.14) = -\log(14 \times 10^{-2}) = 2 - \log 14 = 2 - \log 2 - \log 7 = 2 - 0.3 - 0.85 = 0.85$$

**۴۸ تست** فلز کلسیم براساس معادله  $Ca(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2(g)$  با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می دهد. یک قطعه  $60$  گرمی

از فلز کلسیم را در  $3$  لیتر محلول هیدروکلریک اسید با  $pH = 1/15$  می اندازیم. در لحظه ای که جرم کلسیم کلرید تولید شده به  $8/325$  گرم

برسد،  $pH$  محلول هیدروکلریک اسید باقی مانده در ظرف کدام است؟

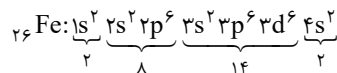
- ( $Ca = 40, Cl = 35.5 \text{ g.mol}^{-1}$ )
- ۲/۳ (۴)      ۰/۸ (۳)      ۱/۲ (۲)      ۱/۷ (۱)

گزینه (۱)

**۴۷ بررسی پرسش ها:**



**پرسش (الف):**  $E^\circ$  آهن از  $E^\circ$  مس کمتر است. پس اتم های آهن نقش کاهنده را دارند و با توجه به آرایش الکترونی آن، ساختار مقابل را می توان به آن نسبت داد.

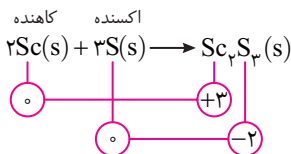


**پرسش (ب):** مجموع  $n$  و  $l$  الکترون های لایه ظرفیت اتم اسکاندیم ( $Sc$ ) برابر  $13$  است و در پنجمین زیرلایه در آرایش الکترونی عنصر گوگرد ( $S$ )،  $4$  الکترون وجود دارد.

$${}_{21}\text{Sc}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2 \Rightarrow \text{مجموع } n \text{ و } l \text{ الکترون های لایه ظرفیت} = 1 \times (3+2) + 2 \times (4+0) = 13$$

پنجمین زیرلایه اتم  ${}_{16}\text{S}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

واکنش انجام شده میان اتم های اسکاندیم و گوگرد به صورت روبه رو است. در این واکنش، اتم های گوگرد نقش اکسنده و اتم های اسکاندیم نقش کاهنده دارند. تغییر عدد اکسایش گونه اکسنده ( $S$ ) برابر  $2$  و تغییر عدد اکسایش گونه کاهنده ( $Sc$ ) برابر  $3$  است و نسبت آن ها برابر  $2/3$  است.



**پرسش (پ):** معادله واکنش به صورت مقابل است:

در این واکنش به ازای مصرف  $2$  مول آلومینیم ( $2 \times 27 = 54 \text{ g}$ )،  $3$  مول مس ( $3 \times 64 = 192 \text{ g}$ ) تولید می شود، پس طی این فرایند  $138 \text{ g}$  ( $192 - 54$ ) گرم به جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش اضافه می شود. بنابراین میتوانیم افزایش جرم ماده جامد موجود در ظرف واکنش، وقتی  $8/1$  گرم فلز آلومینیم در واکنش شرکت می کند را محاسبه کنیم:

$$\text{تغییر جرم ماده جامد} = \frac{138 \text{ g}}{54 \text{ g Al}} \times 8/1 \text{ g Al} = 20/7 \text{ g}$$

**۴۸**  $E^\circ$  نیم سلول ( $C^{3+}/C$ ) از  $E^\circ$  نیم سلول ( $A^{2+}/A$ ) کوچکتر است، پس در سلول گالوانی ( $C-A$ )، اتم های فلز  $C$  نقش کاهنده و یون های

$A^{2+}$  نقش اکسنده دارند و معادله انجام شده در این سلول به صورت روبه رو است:

در میان سلول های گالوانی که می توان با این چهار نیم سلول ایجاد کرد، سلول ( $C-D$ ) بیشترین میزان ولتاژ را دارد؛ زیرا با توجه به میزان  $E^\circ$  های نمایش داده شده،

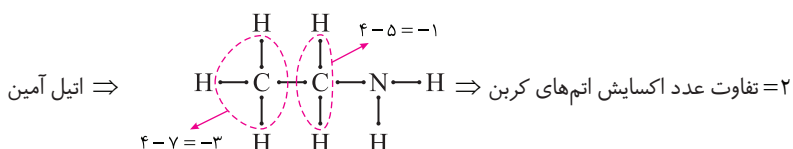
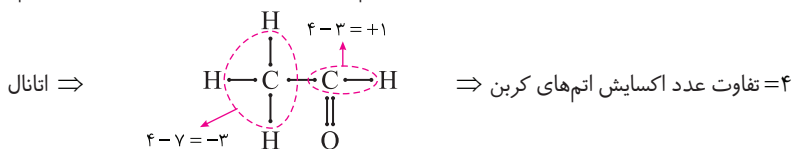
یون  $D^+$  بیشترین خاصیت اکسندگی (بیشترین  $E^\circ$ ) و فلز  $C$  بیشترین خاصیت کاهندگی (کمترین  $E^\circ$ ) را دارد.

$$C + 3D^+ \rightarrow C^{3+} + 3D \quad E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0.8 - (-1/7) = 2/5 \text{ V}$$

بررسی سایر گزینه‌ها: **گزینه (۱):** در میان گونه‌های داده شده،  $E^\circ$  نیم‌واکنش ( $D^+/D$ ) از همه بیشتر است، پس  $D^+$  قوی‌ترین عامل اکسند است. از طرفی  $E^\circ$  نیم‌واکنش ( $C^{2+}/C$ ) از همه کمتر است، پس  $C$  قوی‌ترین عامل کاهنده می‌باشد. **گزینه (۲):**  $E^\circ$  نیم‌واکنش ( $A^{2+}/A$ ) از  $E^\circ$  نیم‌واکنش ( $C^{2+}/C$ ) بزرگ‌تر است، پس  $A^{2+}$  می‌تواند با دریافت الکترون سبب اکسایش اتم‌های  $C$  شود. هم‌چنین  $E^\circ$  نیم‌واکنش ( $B^{2+}/B$ ) از  $E^\circ$  نیم‌واکنش ( $D^+/D$ ) کوچک‌تر است، از این رو فلز  $B$  می‌تواند با دادن الکترون به  $D^+$  سبب کاهش آن شود.

**گزینه (۳):** 
$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow 1/97 = -0/4 - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow E^\circ(\text{آند}) = -2/37V$$

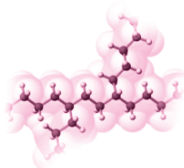
عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف):** ابتدا عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن را در این دو ترکیب محاسبه می‌کنیم:



همان‌طور که مشاهده می‌کنید، اختلاف عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول اتانال، دو برابر این اختلاف در مولکول اتیل آمین است. **عبارت (ب):** در پلی‌اتن‌های شاخه‌دار، عدد اکسایش همه اتم‌های کربن یکسان نیست. هم‌چنین در پلی‌اتن‌های راست زنجیر نیز عدد اکسایش اتم‌های کربن ابتدایی و انتهایی با عدد اکسایش سایر اتم‌های کربن متفاوت است.

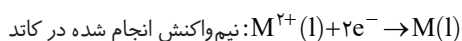


پلی‌اتن راست زنجیر  $\left. \begin{array}{l} \text{عدد اکسایش اتم‌های کربن ابتدایی و انتهایی} \leq -3 \\ \text{عدد اکسایش اتم‌های کربن میانی} \leq -2 \end{array} \right\}$



پلی‌اتن شاخه‌دار  $\left. \begin{array}{l} \text{عدد اکسایش کربنی که به یک اتم کربن متصل است} \leq -3 \\ \text{عدد اکسایش کربنی که به دو اتم کربن متصل است} \leq -2 \\ \text{عدد اکسایش کربنی که به سه اتم کربن متصل است} \leq -1 \\ \text{عدد اکسایش کربنی که به چهار اتم کربن متصل است} \leq \text{صفر} \end{array} \right\}$

**عبارت (پ):** در سلول حاوی الکترولیت مذاب از مخلوط نمک‌های  $FeBr_2$  و  $CdCl_2$ ، در آند نیم‌واکنش اکسایش رخ می‌دهد، از آن‌جا که تمایل  $Br^-$  به از دست دادن الکترون و در نتیجه اکسایش یافتن، بیشتر از  $Cl^-$  است، پس نیم‌واکنش انجام شده در آند به صورت  $2Br^-(l) \rightarrow Br_2(l) + 2e^-$  است. در این سلول، در کاتد نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد و یکی از گونه‌های  $Fe^{2+}$  یا  $Cd^{2+}$  با دریافت دو الکترون حاصل از نیم‌واکنش اکسایش به فلز تبدیل می‌شود.



از آن‌جا که در عبارت تست گفته شده که جرم فرآورده تولید شده در کاتد،  $0/7$  برابر جرم فرآورده تولید شده در آند ( $Br_2$ ) است، می‌توان جرم فرآورده تولید شده به ازای مبادله دو مول الکترون را محاسبه و از روی جرم مولی گونه‌های رقیب در نیم‌واکنش کاهش ( $Fe^{2+}, Cd^{2+}$ )، به فلزی که ابتدا کاهش می‌یابد، پی‌برد.

$$\frac{\text{جرم یک مول M}}{\text{جرم یک مول } Br_2} = 0/7 \Rightarrow \frac{\text{جرم یک مول M}}{2 \times 80} = 0/7 \Rightarrow \text{جرم یک مول M} = 112g$$

جرم یک مول فلز کادمیم ( $Cd$ ) برابر ۱۱۲ گرم و جرم یک مول فلز آهن ( $Fe$ ) برابر ۵۶ گرم است. پس گونه کاهش یافته در کاتد،  $Cd^{2+}$  می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید در کاتد سلول‌های الکترولیتی که حاوی چند ترکیب یونی هستند، ابتدا کاتیونی که  $E^\circ$  بزرگ‌تری دارد و در سری الکتروشیمیایی در جایگاه بالاتری قرار دارد، کاهش می‌یابد. از آن‌جا که در سلول برقکافت مورد نظر  $Cd^{2+}$  کاهش یافته است، پس کادمیم در سری الکتروشیمیایی در جایگاه بالاتری نسبت به آهن قرار دارد.

**عبارت (ت):** معادله واکنش فرایند انجام شده در سلول‌ها به صورت  $2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$  است. در این واکنش به ازای مبادله ۱۲ مول الکترون میان گونه کاهنده و اکسند، ۳ مول گاز تولید می‌شود. در فرایند برقکافت آب نیز نیم‌واکنش کاهش به صورت  $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$  است. به ازای مبادله ۱۲ مول الکترون، ۶ مول گاز ( $H_2$ ) تولید می‌شود.

$$? \text{ mol } H_2(g) = 12 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } H_2(g)}{2 \text{ mol } e^-} = 6 \text{ mol } H_2(g)$$



۱۰ ابتدا مقدار مول یونهای  $Ag^+$  موجود در الکترولیت اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } Ag^+ = 150 \text{ L} \times \frac{0.4 \text{ mol } AgNO_3}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol } Ag^+}{1 \text{ mol } AgNO_3} = 60 \text{ mol } Ag^+$$

سپس مقدار مول مصرفی  $Ag^+$  را به دست می‌آوریم:  $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ : نیم‌واکنش کاهش آبکاری

$$? \text{ mol } Ag^+ (\text{مصرفی}) = 800 \text{ g} \times \frac{2/16 \text{ g } Ag}{1 \text{ مجسمه}} \times \frac{1 \text{ mol } Ag}{108 \text{ g } Ag} \times \frac{1 \text{ mol } Ag^+}{1 \text{ mol } Ag} = 16 \text{ mol } Ag^+$$

اکنون غلظت نهایی محلول الکترولیت را محاسبه می‌کنیم:  $\text{غلظت } Ag^+ \text{ در الکترولیت نهایی} = \frac{(60-16) \text{ mol } Ag^+}{150 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol } L^{-1}$

در ادامه حجم محلول سیرشده نقره نیترات که باید به محلول الکترولیت اضافه شود را محاسبه می‌کنیم. محاسبه درصد جرمی نقره نیترات در محلول سیرشده آن:

$$\% AgNO_3 = \frac{\text{جرم } AgNO_3}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{212/5 \text{ g}}{(212/5 + 100) \text{ g}} \times 100 = 68\%$$

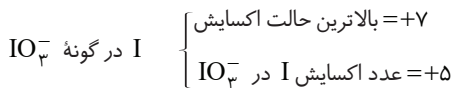
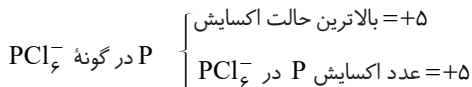
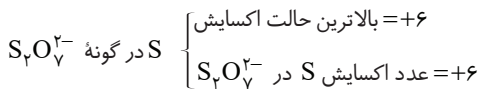
محاسبه مولاریته محلول سیرشده نقره نیترات:  $\text{محاسبه مولاریته محلول سیرشده نقره نیترات} = \frac{100 \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{100 \times 68 \times 2}{170} = 8 \text{ mol } L^{-1}$

$$\text{غلظت مولی نهایی یون نقره} = \frac{((1) \times \text{غلظت محلول (۱)}) + ((2) \times \text{غلظت محلول (۲)})}{(1) \text{ لیتر محلول} + (2) \text{ لیتر محلول}} \Rightarrow 0.4 = \frac{(150 \times 0.4) + (V_p \times 8)}{150 + V_p} \Rightarrow V_p = 197 \text{ L}$$

$$W_x O_y Cl_z^- : 6W + 6(-2) + 1z(-1) = -2 \Rightarrow W = 3/6z$$

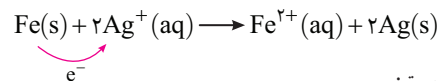
۱۱ بررسی پرسش‌ها: پرسش (الف):

پرسش (ب): گونه‌های شیمیایی در بالاترین حالت اکسایش خود (مثبت‌ترین حالت اکسایش)، تنها می‌توانند گیرنده الکترون باشند، از این رو همیشه نقش اکسنده را دارند. برای یک عنصر، بالاترین حالت اکسایش برابر یکان شماره گروه آن عنصر است.

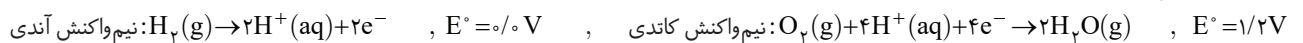


تنها در دو مورد ( $S_4O_6^{2-}$  و  $PCl_6^-$ )، اتم مرکزی فقط می‌تواند نقش عامل اکسنده داشته باشد.

پرسش (پ): اگر در یک سلول الکتروشیمیایی، جهت حرکت الکترون‌ها از الکتروود آهن به سمت الکتروود نقره باشد، طی واکنش، اتم‌های آهن اکسایش و یون‌های نقره کاهش می‌یابند و معادله واکنش انجام شده به صورت روبه‌رو است:



پرسش (ت): نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی انجام شده در سلول سوختی «هیدروژن-اکسیژن» به صورت زیر است:



از آنجا که  $E^\circ$  نیم‌واکنش آندی برابر صفر است، پس  $E^\circ$  سلول سوختی برابر  $E^\circ$  نیم‌واکنش کاتدی است.

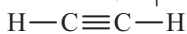
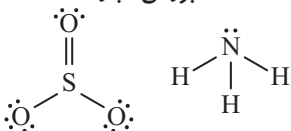
$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1.23 - 0 = 1.23 \text{ V}$$

۱۲ رنگ سرخ خاک رس به دلیل وجود آهن (III) اکسید ( $Fe_2O_3$ ) در آن است. نسبت تعداد کاتیون‌ها به آنیون‌ها در  $Fe_2O_3$  برابر  $\frac{2}{3}$  است. با توجه

به توضیح بالا، عبارت صورت تست نادرست است، پس باید به دنبال عبارت‌های نادرست باشیم. عبارت‌های (الف) و (ث) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**  
**عبارت (الف):** نادرست است، توجه کنید که در مولکول‌هایی که تعداد اتم‌های یکسانی دارند، مولکول‌هایی که از نظر نحوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر و شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی مشابه هستند، شکل فضایی یکسانی دارند. با توجه به ساختار لوویس  $SO_3$  و  $NH_3$  می‌توان بی‌برد که شکل این دو مولکول مشابه یکدیگر نیست.

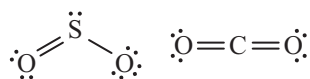
**عبارت (ب):** درست است، نیتینول آلیاژی از نیکل ( $_{28}Ni$ ) و تیتانیوم ( $_{22}Ti$ ) است. تفاوت عدد اتمی این دو عنصر ۶ (۲۲-۲۸) برابر عدد اتمی کربن می‌باشد. آلوتروپ پایدارتر کربن، گرافیت است که در ساختار آن پیوند دوگانه وجود دارد. **عبارت (پ):** درست است، دوده نیز همانند گرافیت سیاه‌رنگ است، پس همه طول موج‌های ناحیه مرئی را جذب می‌کند. **عبارت (ت):** درست است، نخستین عضو خانواده آلکین‌ها، اتین ( $C_2H_2$ ) است. در اتین، همه اتم‌ها روی یک خط راست قرار می‌گیرند، زیرا به هر اتم کربن، دو اتم متصل است و اتم‌های مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی هستند.

**عبارت (ث):** نادرست است، ششمین و چهاردهمین عنصرهای جدول دوره‌ای به ترتیب  $C$  و  $Si$  هستند. از این دو عنصر یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است ولی یون چنداتمی از این دو عنصر وجود دارد. یون‌های کربنات ( $CO_3^{2-}$ ) و سیلیکات ( $SiO_4^{4-}$ ) دو نمونه از این یون‌ها هستند.

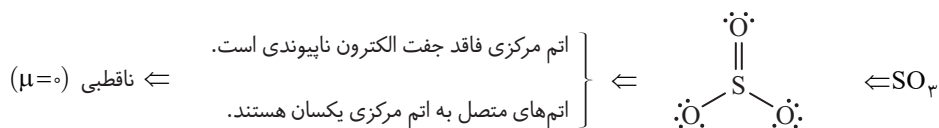
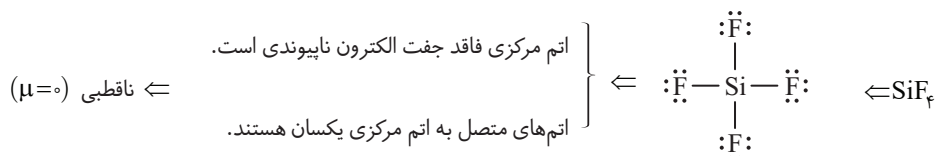
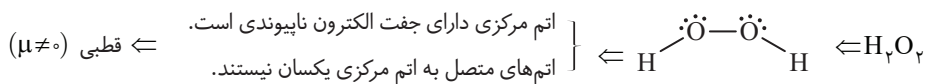


**۱۳ ۲** عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): اسید معده همان هیدروکلریک اسید (HCl) است. از آن‌جا که خصلت نافلزی Cl بیشتر از H است، پس احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در اطراف اتم Cl که جرم اتمی بیشتری دارد، بالاتر است.

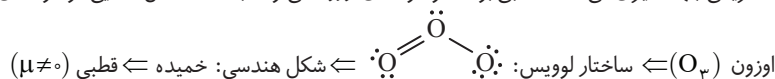
عبارت (ب): با جایگزین کردن اتم گوگرد در گوگرد دی‌اکسید (SO<sub>۲</sub>) با یک اتم کربن، کربن دی‌اکسید به دست می‌آید که شکل فضایی آن برخلاف SO<sub>۲</sub>، خطی است.



عبارت (پ): از میان مولکول‌های مورد نظر، فقط گشتاور دوقطبی دو مولکول SiF<sub>۴</sub> و SO<sub>۳</sub> برابر صفر است.



عبارت (ت): به عنوان مثال نقض می‌توان به اوزون (O<sub>۳</sub>) اشاره کرد؛ زیرا علی‌رغم این‌که مولکول‌های آن تنها از یک نوع اتم ساخته شده‌اند، ولی قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. قطبی بودن مولکول‌های اوزون می‌تواند به علت شکل فضایی مولکول‌های آن و وجود یک جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی در آن باشد.



**۱۴ ۱** بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): چگالی الماس از گرافیت بیشتر است. پس در حجم‌های یکسان از این دو آلوتروپ، جرم و در نتیجه تعداد اتم‌های کربن در الماس بیشتر از گرافیت است. عبارت (ب): سه ترکیب C<sub>۶</sub>H<sub>۸</sub>، CO<sub>۲</sub> و BH<sub>۳</sub> جزء مواد مولکولی هستند. SiO<sub>۲</sub> یک ماده کووالانسی و CaCO<sub>۳</sub> یک ترکیب یونی است. عبارت (پ): گرافیت آلوتروپی از کربن است که به دلیل داشتن ساختار لایه‌ای و وجود نیروی جاذبه ضعیف وان‌دروالسی در میان لایه‌ها، جامدی نرم است و می‌تواند روی کاغذ اثر بگذارد.

**۱۵ ۲** در ساخت پروانه کشتی‌ها از تیتانیوم (Ti ۲۲) استفاده می‌شود. این فلز نخستین عنصر جدول دوره‌ای است که در ترکیب‌هایش دارای عدد‌های اکسایش متنوع است. عدد اکسایش تیتانیوم در ترکیب‌هایش معمولاً +۲ و +۴ است.

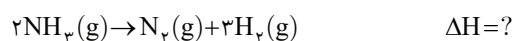
بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): محلول حاوی یون V<sup>۲+</sup> بنفش رنگ و محلول حاوی یون V<sup>۳+</sup> سبز رنگ است. از آن‌جا که آنتالپی فروپاشی شبکه بلور یک ترکیب یونی با بار یون‌های سازنده آن رابطه مستقیم دارد، پس آنتالپی فروپاشی اکسید V<sup>۲+</sup> (یعنی VO) از آنتالپی فروپاشی اکسید V<sup>۳+</sup> (یعنی V<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub>) کمتر است.

گزینه (۳): محلول حاوی یون V<sup>۳+</sup> سبز رنگ است. فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از یون‌های V<sup>۳+</sup> و SiO<sub>۴</sub><sup>۴-</sup> به صورت V<sub>۳</sub>(SiO<sub>۴</sub>)<sub>۳</sub> است. طبق رابطه زیر، نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون را در ترکیب V<sub>۳</sub>(SiO<sub>۴</sub>)<sub>۳</sub> محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{شمار SiO}_4^{4-} \text{ در ترکیب}}{\text{شمار V}^{3+} \text{ در ترکیب}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون V}^{3+}}{\text{عدد کوئوردیناسیون SiO}_4^{4-}}$$

گزینه (۴): به عنوان مثال نقض می‌توان به فلزهای اسکاندیم (Sc ۲۱)، روی (Zn ۳۰) و نقره (Ag ۴۷) اشاره کرد که در ترکیب‌های گوناگون خود، فقط با یک نوع عدد اکسایش شرکت می‌کنند.

**۱۶ ۲** ابتدا آنتالپی واکنش تجزیه ۲ مول آمونیاک را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta H(\text{واکنش}) = 2 \text{ mol } NH_3 \times \frac{46 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } NH_3} = 92 \text{ kJ}$$

سپس به کمک انرژی فعال‌سازی فرایند‌ها بر در حضور و عدم حضور کاتالیزگر که همان واکنش برگشت تجزیه دو مول آمونیاک است، انرژی فعال‌سازی رفت واکنش تجزیه دو مول آمونیاک را در حضور و عدم حضور کاتالیزگر به دست می‌آوریم:

$$136 \text{ kJ} = E_a(\text{رفت}) \Rightarrow -44 = E_a(\text{رفت}) \Rightarrow 92 = E_a(\text{برگشت}) - E_a(\text{رفت}) = \Delta H(\text{واکنش}): \text{در غیاب کاتالیزگر}$$

$$123 \text{ kJ} = E_a'(\text{رفت}) \Rightarrow -31 = E_a'(\text{رفت}) \Rightarrow 92 = E_a'(\text{برگشت}) - E_a'(\text{رفت}) = \Delta H(\text{واکنش}): \text{در حضور کاتالیزگر}$$

اکنون حاصل جمع  $\Delta H$ ،  $E_a(\text{رفت})$  و  $E_a'(\text{رفت})$  برای واکنش تجزیه دو مول آمونیاک را به دست می‌آوریم:

$$\Delta H(\text{واکنش}) + E_a(\text{رفت}) + E_a'(\text{رفت}) = 92 + 136 + 123 = 351 \text{ kJ}$$

۱۷۱ عبارت‌های (پ) و (ث) نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها:

**عبارت (الف):** نیتروژن مونوکسید (NO) که گازی بی‌رنگ است و توسط خودروها تولید می‌شود، در واکنش با اکسیژن هوا، گاز قهوه‌ای رنگ نیتروژن دی‌اکسید (NO<sub>۲</sub>) را تولید می‌کند و سبب قهوه‌ای شدن آسمان در شهرهای آلوده می‌شود. از این رو با کاهش غلظت گاز NO به کمک مبدل‌های کاتالیستی، NO<sub>۲</sub> کمتری در هواکره تولید می‌شود و در نتیجه رنگ قهوه‌ای هوای آلوده شهرها کاهش می‌یابد.

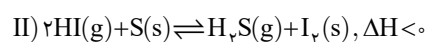
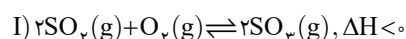
**عبارت (ب):** در واکنش میان گازهای اکسیژن و هیدروژن، می‌توان از کاتالیزگرهایی مانند توری پلاتینی و پودر روی استفاده کرد. از آن‌جا که این واکنش در حضور توری پلاتینی با سرعت بیشتری نسبت به حضور پودر روی انجام می‌شود، پس توری پلاتینی کاتالیزگر مناسب‌تری برای این واکنش است و انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت این واکنش را به میزان بیشتری کاهش می‌دهد. اختلاف سطح انرژی قله نمودار «انرژی-پیشرفت واکنش» و سطح انرژی فرآورده‌ها، همان انرژی فعال‌سازی برگشت واکنش است.

**عبارت (پ):** در برخی مبدل‌های کاتالیستی، برای افزایش کارایی مبدل، سرامیک‌ها را به شکل مش (دانه) های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌پوشانند.

**عبارت (ت):** (برگشت)  $E_a < E_a$  (رفت)  $\Rightarrow E_a < 0 \Rightarrow \Delta H < 0$  و واکنش‌های گرماده

**عبارت (ث):** کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد، در حالی که گرما، انرژی فعال‌سازی واکنش را تأمین می‌کند.

۱۸۳ واکنش‌های (I) و (II) به صورت زیر هستند:

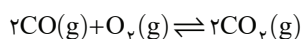


با توجه به این دو واکنش، به بررسی هر یک از گزینه‌ها می‌پردازیم: **گزینه (۱):** گوگرد یک ماده جامد است و افزایش مقدار آن در سامانه تعادلی نمی‌تواند سبب جابه‌جایی تعادل (II) شود. کاهش حجم ظرف، تعادل (I) را به سمت راست جابه‌جا می‌کند. **گزینه (۲):** واکنش (II) در جهت رفت گرماده است، از این رو افزایش دما تعادل را به سمت چپ جابه‌جا می‌کند. افزودن مقداری گاز هیدروژن دیدید به تعادل (II) سبب جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود. **گزینه (۳):** با افزایش فشار در سامانه تعادلی حاوی واکنش (I)، واکنش در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی به سمت راست جابه‌جا می‌شود. هم‌چنین با کاهش دمای سامانه حاوی واکنش (II)، تعادل در جهت تولید گرما، یعنی به سمت راست جابه‌جا می‌شود. **گزینه (۴):** با کاهش مقدار گاز اکسیژن از سامانه تعادلی حاوی واکنش (I)، واکنش به سمت چپ جابه‌جا می‌شود؛ هم‌چنین با افزایش فشار در سامانه تعادلی حاوی واکنش (II)، واکنش در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

۱۹۴ ابتدا به کمک مول‌های تعادلی داده شده و حجم ظرف، مقدار عددی ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) \quad K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 [O_2]} = \frac{\left(\frac{4}{3}\right)^2}{\left(\frac{2}{3}\right)^2 \left(\frac{0.5}{3}\right)} = 24$$

با اضافه نمودن CO<sub>۲</sub> به سامانه تعادلی، در دما و حجم ثابت، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار O<sub>۲</sub> و CO افزایش می‌یابد. برای حل تست، مقدار مول CO<sub>۲</sub> اضافه شده را y در نظر می‌گیریم و جدول تغییر مول پس از اضافه شدن y مول CO<sub>۲</sub> به سامانه تعادلی را تشکیل می‌دهیم.



مول اولیه	۲	۰/۵	۴+y
تغییر مول	+۲x	+x	-۲x
مول تعادل جدید	۲+۲x	۰/۵+x	۴+y-۲x

در صورت تست گفته شده که مقدار O<sub>۲</sub> در تعادل جدید برابر ۲ مول می‌شود؛ به این ترتیب می‌توانیم x را محاسبه کنیم:

$$0.5 + x = 2 \Rightarrow x = 1.5$$

$$n_{\text{تعادلی}}(CO) = 2 + 2(1.5) = 5 \text{ mol}$$

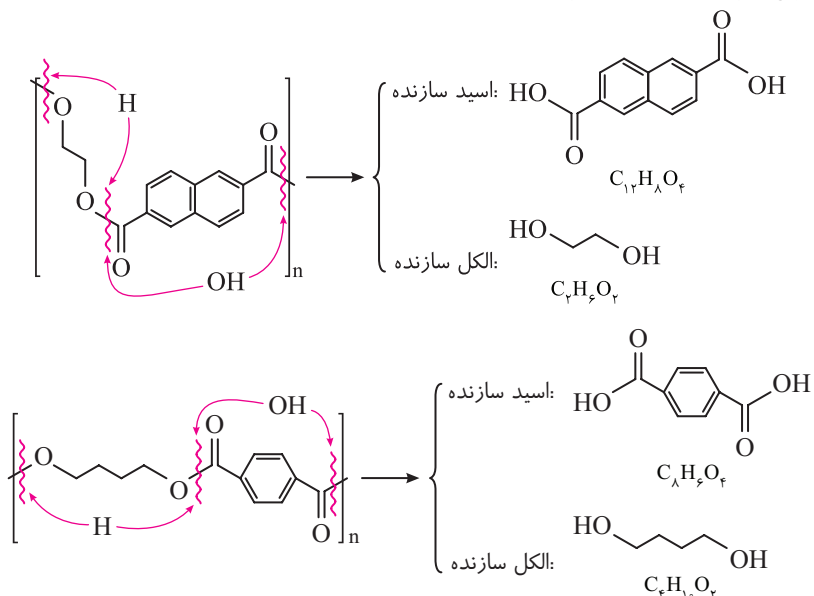
$$n_{\text{تعادلی}}(O_2) = 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{تعادلی}}(CO_2) = 4 + y - 2(1.5) = (1+y) \text{ mol}$$

$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 [O_2]} = 24 = \frac{\left(\frac{1+y}{3}\right)^2}{\left(\frac{5}{3}\right)^2 \left(\frac{2}{3}\right)} \Rightarrow 24 = \frac{(1+y)^2}{5^2 \times 2} \Rightarrow y = 1.9$$

اکنون به کمک ثابت تعادل واکنش، y را به دست می‌آوریم:

۲۰ ۴ مونومرهای سازنده پلی‌استرهای A و B در زیر آمده است:



**بررسی گزینه‌ها:** گزینه (۱): الکل سازنده پلی‌استر A، همان اتیلن گلیکول ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) و اسید سازنده پلی‌استر B، همان ترفتالیک اسید ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{O}_4$ ) است. این دو ترکیب، مونومرهای سازنده پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) هستند. **گزینه (۲):** در مولکول اسید سازنده پلی‌استر A، ۸ اتم هیدروژن وجود دارد که با تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول نفتالن ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) برابر است. **گزینه (۳):** در مولکول الکل سازنده پلی‌استر B، ۱۰ اتم هیدروژن وجود دارد که با تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول پارازیلین ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ) برابر است. **گزینه (۴):** الکل سازنده پلی‌استر B،  $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$  و الکل سازنده پلی‌استر A،  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  است.

$$\text{جرم مولی } \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 = (4 \times 12) + (10 \times 1) + (2 \times 16) = 90 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2 = (2 \times 12) + (6 \times 1) + (2 \times 16) = 62 \text{ g mol}^{-1}$$

تفاوت جرم مولی این دو ترکیب برابر ۲۸ گرم بر مول بوده و جرم مولی اتان ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) برابر ۳۰ گرم بر مول است.