

- فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ..... ۱
- فصل ۲: آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی ..... ۱۳
- فصل ۳: شیمی جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ..... ۲۲
- فصل ۴: شیمی، راهی به سوی آینده ای روشن تر ..... ۲۴



## فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

(۱) به  $200 \text{ mL}$  آب سخت ( $d = 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) که دارای یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  با غلظت  $2000 \text{ ppm}$  است،  $4.72$  گرم از صابون با جرم مولی اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم، چند درصد از آن، به صورت رسوب، درآمده است؟  
 مرجع: سراسری - ۱۳۹۸  $(\text{Ca} = 40, \text{Na} = 23 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$

(معادله موازنه شود.)  $(\text{RCOONa}(\text{aq}) + \text{CaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca}(\text{s}) + \text{NaCl}(\text{aq}))$

(۴) ۱۰۰

(۳) ۵۰

(۲) ۲۰

(۱) ۱۰

(۲) غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم ( $\text{X}^{2+}$ ) در یک نمونه آب سخت به ترتیب  $0.025$  مولار و  $264 \text{ ppm}$  است. اگر  $27$  گرم صابون جامد با جرم مولی  $300 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  به  $2.5$  لیتر از این نمونه آب اضافه شود، چند درصد از صابون خاصیت پاک‌کنندگی خود را از دست می‌دهد و با توجه به اینکه نرم‌کننده‌های آب سخت، این یون‌ها را با یون  $\text{Na}^+(\text{aq})$  مبادله می‌کنند، به تقریب چند گرم  $\text{Na}^+(\text{aq})$  در این فرآیند لازم است؟ (جرم هر میلی‌لیتر از این نمونه آب، یک گرم در نظر گرفته شود.)  $(\text{Na} = 23, \text{Mg} = 24 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$   
 مرجع: سراسری - ۱۴۰۱

(معادله واکنش موازنه شود.)  $\text{RCOONa} + \text{XCl}_2 \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{X} + \text{NaCl}$

(۴) ۰٫۷۸، ۲۵

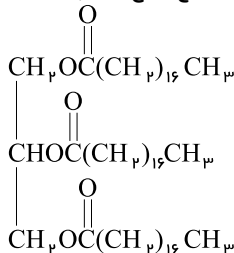
(۳) ۱٫۵۵، ۲۵

(۲) ۱٫۵۵، ۷۵

(۱) ۰٫۷۸، ۷۵

(۳) کدام موارد زیر درباره دو ترکیب (A) و (B)، درست است؟  $(H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۲



(A)



(B)

(الف) از آبکافت ترکیب (A) می‌توان ترکیب را به دست آورد.  
 (ب) نیروهای جاذبه بین مولکولی غالب در ترکیب (B)، از نوع هیدروژنی است.  
 (پ) تفاوت جرم مولی ترکیب (B) با جرم مولی الکل سازنده ترکیب (A)، برابر  $182 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  است.  
 (ت) از واکنش  $4$  مول از ترکیب B با مقدار کافی سود سوزآور،  $122.4$  گرم صابون جامد تشکیل می‌شود.

(۴) «ب» و «ت»

(۳) «ب» و «پ»

(۲) «الف» و «ت»

(۱) «الف» و «پ»

(۴) با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر اتم‌های هیدروژن حلقه بنزنی در یک پاک‌کننده دارای ۱۸ اتم کربن و با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، با گروه متیل جایگزین شود، جرم مولی آن، به تقریب چند درصد افزایش می‌یابد؟  
 مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

$(H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23, S = 32 : \frac{\text{g}}{\text{mol}})$

(۴) ۲۴

(۳) ۱۸

(۲) ۱۶

(۱) ۱۲

(۵) با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن و کربن در یک پاک‌کننده غیرصابونی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، برابر ۱۱ باشد. جرم مولی آن، برابر چند گرم است؟  
 مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

$(H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23, S = 32 : \frac{\text{g}}{\text{mol}})$

(۴) ۳۵۲

(۳) ۳۵۰

(۲) ۳۴۸

(۱) ۳۴۶

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

(۶) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ ( $H = 1, O = 16, K = 39 : g \cdot mol^{-1}$ )

رسانایی الکتریکی فلزها و نمکها، مستقل از حالت فیزیکی آنها است.

برای حل کردن چربیها و رنگها، به جای استون از هگزان استفاده می‌شود.

• در ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۴ مولار پتاسیم هیدروکسید ۱۱٫۲ گرم از آن وجود دارد.

• با افزایش غلظت مولی اتانول در آب، می‌توان رسانایی آن را به محلول HF نزدیک کرد.

• در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به ۴ اتم هیدروژن، به وسیله دو نوع متفاوت از پیوندها متصل شده است.

(۴) دو

(۳) سه

(۲) چهار

(۱) پنج

(۷) یک نمونه محلول آمونیاک برابر ۱۰٫۷ است. غلظت یون هیدروکسید در آن برابر چند مول بر لیتر و چند برابر غلظت مولار یون هیدرونیوم

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸

در آن است؟ ( $10^{-9} = 0.2$ )(۴)  $2.5 \times 10^{-9}, 5 \times 10^{-4}$ (۳)  $2.5 \times 10^{-9}, 2 \times 10^{-4}$ (۲)  $4 \times 10^{-6}, 2 \times 10^{-4}$ (۱)  $4 \times 10^{-6}, 5 \times 10^{-4}$ 

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

(۸) با توجه به داده‌های جدول زیر، مربوط به دو محلول جداگانه از اسید ضعیف HA در دمای ثابت،  $\bar{Y}$  کدام است؟ $(\log 2 = 0.3, \log 5 = 0.7)$ 

| آغازی [HA] | $\alpha$    | $[H^+]$   |
|------------|-------------|-----------|
| X          | $10^{-1.3}$ | $10^{-2}$ |
| Y          | $10^{-0.7}$ | $10^{-3}$ |

(۴) ۳۰

(۳) ۲۰

(۲) ۵۰

(۱) ۴۰

(۹) با توجه به داده‌های جدول و برای حجم معینی از دو محلول، غلظت مولکولها در محلول (I)، چند برابر مجموع غلظت یونها در محلول (II) است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

|    | محلول اسیدی | غلظت (مولار) | $\alpha$ (درصد یونش) |
|----|-------------|--------------|----------------------|
| I  | HF          | ۰٫۲          | ۲٫۴                  |
| II | HCOOH       | ۰٫۱          | ۲                    |

(۴) ۱۲٫۲

(۳) ۹۷٫۶

(۲) ۲۴٫۴

(۱) ۴۸٫۸

(۱۰) اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلولی که از یک نوع اسید (HA) با غلظت ۰٫۰۵ مولار در دمای معین، برابر  $5 \times 10^{-4}$  مول بر لیتر باشد، ثابت

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸

تعادل یونش این اسید، به تقریب کدام است؟

(۴)  $5 \times 10^{-5}$ (۳)  $2.5 \times 10^{-6}$ (۲)  $5 \times 10^{-6}$ (۱)  $2.5 \times 10^{-5}$ 

(۱۱) درباره محلول ۱ مولار فورمیک اسید (محلول I) و محلول ۱ مولار استیک اسید (محلول II) در دمای اتاق و با حجم برابر، چند مورد از مطالب زیر

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

نادرست است؟ (نسبت ثابت یونش دو اسید را به تقریب برابر ۱۰ در نظر بگیرید.)

• نسبت  $[H^+]$  در محلول I به  $[H^+]$  در محلول H، از  $\sqrt{10}$  کوچکتر است.

• شمار کل یونهای موجود در محلول I، ۱۰ برابر شمار کل یونهای موجود در محلول H است.

• برای نزدیک شدن مقدار ثابت یونش در محلول به یکدیگر، غلظت محلول H باید ۱۰ برابر شود.

• نسبت شمار مولکولهای یونیده نشده در محلول II، به شمار مولکولهای یونیده نشده در محلول I، بزرگتر از یک است.

(۴) چهار

(۳) سه

(۲) دو

(۱) یک

(۱۲) در دمای ثابت، ۵/۴ گرم اسید ضعیف  $HX$  و ۳ گرم اسید ضعیف  $HY$  در دو ظرف جداگانه، به ترتیب در ۲ و ۱ لیتر آب مقطر حل می‌شوند.

مرجع: سراسری-۱۴۰۳

اگر  $[X^-]$  با  $[Y^-]$  برابر باشد، کدام مورد درباره آنها، نادرست است؟

( $HX = ۶۰$  ,  $HY = ۵۰$  :  $g \cdot mol^{-1}$ )

۱) در واکنش مقدار کافی فلز منیزیم با محلول‌های اسیدی، حجم گاز هیدروژن تشکیل شده در محلول  $HY$ ، کمتر است.

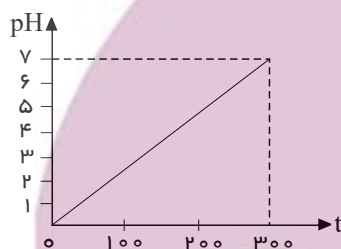
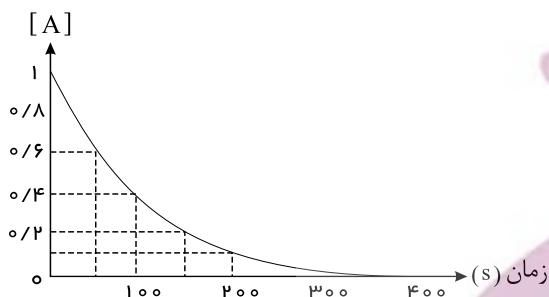
۲)  $pH$  و شمار یون‌های دو محلول، برابر و  $K_a$  برای اسید  $HX$ ، بزرگ‌تر از  $K_a$  برای اسید  $HY$  است.

۳) غلظت مولکول‌ها در محلول اسید  $HY$  بیشتر از غلظت مولکول‌ها در محلول اسید  $HX$  است.

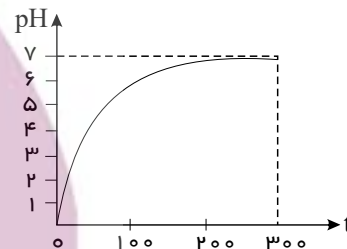
۴) غلظت یون هیدروکسید در محلول  $HX$ ، برابر غلظت همین یون در محلول  $HY$  است.

(۱۳) تغییر غلظت  $A(aq)$  در واکنش:  $A(aq) + ۲X(aq) + H^+(aq) \rightarrow D(aq)$  در محلول با غلظت ۱ مولار  $HCl$ ، ۲ مولار  $X(aq)$  و ۱ مولار  $A(aq)$  به صورت شکل زیر است. نمودار تغییر  $pH$  این محلول، به کدام صورت است؟ ( $D$  خصلت اسیدی و بازی ندارد)

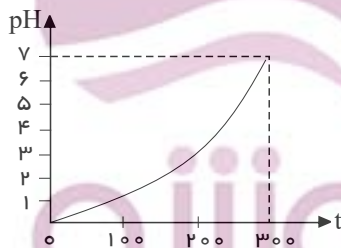
مرجع: سراسری-۱۳۹۵



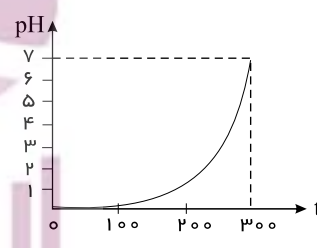
۲)



۱)



۴)



۳)

(۱۴) ثابت یونش اسید ضعیف  $HA$  به ازای هر ۱۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دما، ۱۲/۵ درصد به صورت خطی افزایش می‌یابد. اگر ثابت یونش این

اسید در  $۴۵^\circ C$ ، برابر  $۲ \times 10^{-4}$  و غلظت  $HA$  در  $۲۵^\circ C$ ، پس از یونش، برابر ۶ مولار باشد، نسبت شمار یون‌های هیدروکسید به شمار یون‌های هیدرونیوم در محلول آن با دمای  $۲۵^\circ C$  به تقریب کدام است و در کدام دما (با یکای  $^\circ C$ ) نسبت شمار یون‌های هیدروکسید به شمار یون‌های هیدرونیوم

مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۹

کمتر است؟

۴)  $۳۰ - ۱,۱ \times 10^{-11}$

۳)  $۲۰ - ۶ \times 10^{-12}$

۲)  $۳۰ - ۶ \times 10^{-12}$

۱)  $۲۰ - ۱,۱ \times 10^{-11}$

(۱۵) کدام عبارت، دربارهٔ واکنش فلزهای قلیایی با آب که منجر به تولید هیدروکسید فلز و گاز هیدروژن می‌شود، درست است؟

مرجع: سراسری-۱۳۹۷

۱) سرعت واکنش با افزایش عدد اتمی آنها، افزایش می‌یابد.

۲) از واکنش هر مول از آنها با آب،  $۲۲,۴L$  گاز در شرایط  $STP$  تولید می‌شود.

۳) نسبت شمار کاتیون به آنیون در ترکیب یونی حاصل برابر ۲ است.

۴) پس از واکنش یک گرم از هریک از آنها با یک لیتر آب خالص،  $pH$  محلول‌های به دست آمده، یکسان است.



۱۶) مقداری فلز آلومینیم در یک ظرف دارای ۲ لیتر محلول ۱ مولار سدیم هیدروکسید انداخته شده و طبق معادله (موازنه نشده):  
 $Al(s) + H_2O(l) + OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_4^-(aq) + H_2(g)$   
 اگر سرعت متوسط تولید گاز  $H_2$  برابر  $5.0 \text{ mL} \cdot s^{-1}$  باشد،  $pH$  محلول در ثانیه چندی پس از آغاز واکنش، به ۱۳ می‌رسد؟ (حجم مولی گازها در شرایط واکنش، برابر  $25L$  است. فرض کنید فرآورده محلول در آب، خاصیت بازی چندانی ندارد.)  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۷

- ۱) ۱۵۰      ۲) ۶۷۵      ۳) ۱۱۰۰      ۴) ۱۳۵۰

۱۷) غلظت گوگرد در یک نمونه گازوییل برابر  $6400 \text{ ppm}$  است. با فرض سوختن کامل گوگرد در موتور و تبدیل گاز حاصل به سولفوریک اسید در آب، اسید حاصل از سوختن یک کیلوگرم از این سوخت می‌تواند  $pH$  آب خالص یک مخزن  $1000$  لیتری را به تقریب چند واحد کاهش دهد؟ (در شرایط آزمایش، هر دو مرحله یونش اسید را کامل فرض کنید.  $(S = 32, O = 16, H = 1 : g \cdot mol^{-1})$ )  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۶

- ۱) ۳٫۶      ۲) ۴٫۲      ۳) ۳      ۴) ۴

۱۸) چند گرم  $CCL_3COOH$  ( $K_a \approx 2.5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ) را باید در یک لیتر آب حل کرد تا  $pH$  محلول به ۱ برسد؟  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۶

- ۱) ۶٫۵۴      ۲) ۸٫۱۷      ۳) ۱۶٫۳۵      ۴) ۲۲٫۸۹

۱۹) مقدار  $K_a$  اسید  $HA$  برابر  $2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  است. اگر یک مول  $HA$  در یک لیتر محلول  $HCl$  با  $pH = 1$  حل شود،  $[A^-]$  به تقریب، به چند مول بر لیتر می‌رسد؟  
 مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۶

- ۱)  $2 \times 10^{-4}$       ۲)  $4.5 \times 10^{-3}$       ۳)  $2 \times 10^{-3}$       ۴)  $4.5 \times 10^{-2}$

۲۰) اگر  $pH$  دو محلول جداگانه از اتانویک اسید ( $K_a \approx 2 \times 10^{-5}$ ) و کلرواتانویک اسید ( $K_a \approx 2 \times 10^{-3}$ )، برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی به غلظت مولار محلول اسید ضعیف‌تر، به تقریب کدام است؟  
 مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۵

- ۱) ۰٫۰۱      ۲) ۰٫۰۳      ۳) ۰٫۱      ۴) ۰٫۳

۲۱) اگر مقدار  $\alpha$  برای اسید  $HA$  برابر ۱۰٪ باشد،  $pH$  محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار  $K_a$  آن با یکای  $\text{mol} \cdot L^{-1}$ ، به تقریب کدام است؟  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۶

- ۱)  $1.11 \times 10^{-6}, 9 \times 10^{-3}$       ۲)  $1.11 \times 10^{-6}, 1 \times 10^{-2}$       ۳)  $1.11 \times 10^{-4}, 9 \times 10^{-3}$       ۴)  $1.11 \times 10^{-4}, 1 \times 10^{-2}$

۲۲) ۴۴٫۸ میلی‌لیتر  $HCl(g)$  در شرایط  $STP$  در نیم‌لیتر آب مقطر به‌طور کامل حل شده است.  $pH$  تقریبی محلول به دست آمده کدام و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید است؟ ( $\log 4 \approx 0.6$ )  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۸

- ۱)  $1.5 \times 10^9, 2.6$       ۲)  $1.6 \times 10^9, 2.6$       ۳)  $1.5 \times 10^9, 2.4$       ۴)  $1.6 \times 10^9, 2.4$

۲۳) اگر  $pH$  محلول اسید ضعیف  $HA$  که در هر میلی‌لیتر آن  $2.5 \times 10^{-7}$  مول از آن موجود دارد برابر ۵ باشد، درصد یونش آن در شرایط آزمایش، کدام است؟ (باتغییر)  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۵

- ۱) ۰٫۴      ۲) ۰٫۲      ۳) ۴      ۴) ۳

۲۴) اگر  $11.2$  میلی‌لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط  $STP$  در  $25$  میلی‌لیتر آب حل شود،  $pH$  محلول به تقریب کدام است و هر میلی‌لیتر از این محلول با چند میلی‌گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می‌دهد؟  
 مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۵

(حجم محلول ثابت و برابر حجم آب فرض شود:  $(C = 12, O = 16, Ca = 40 : g \cdot mol^{-1})$ )

- ۱) ۱۰٫۱۷      ۲) ۲۰٫۱۷      ۳) ۲۰٫۱۳      ۴) ۱۰٫۱۳

۲۵) اگر از انحلال  $0.258$  گرم از اسید آلی ( $HA$ ) در  $100$  میلی‌لیتر آب، محلولی با  $pH = 2$  به‌دست آید، جرم مولی این اسید چند گرم است؟ (از تغییر حجم محلول چشم‌پوشی شود،  $K_a = 10^{-2}$ )  
 مرجع: سراسری-۱۳۹۹

- ۱) ۱۷۲      ۲) ۱۲۹      ۳) ۹۶      ۴) ۶۴

(۲۶)  $HX$  و  $HY$  به ترتیب اسید قوی و ضعیف ( $\alpha = 2\%$ ) هستند. اگر  $0.1$  مول از هریک، در دو ظرف دارای  $100\text{ mL}$  آب مقطر حل شوند،

نسبت  $pH$  محلول  $HY$  به  $HX$ ، به تقریب کدام است؟ (از تغییر حجم چشم پوشی شود،  $\log 2 = 0.3$ ) مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸

(۴)  $3.7$

(۳)  $3.3$

(۲)  $2.7$

(۱)  $2.3$

(۲۷) با افزودن یک میلی لیتر محلول  $10$  مولار هیدروکلریک اسید به یک لیتر آب خالص، غلظت تقریبی محلول به دست آمده با یکای  $ppm$  و رنگ

مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

کاغذ  $pH$  در این محلول، کدام است؟

( $HCl = 36.5\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $d_{\text{محلول}} = 1\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )

(۴)  $36.5$  قرمز

(۳)  $36.5$  آبی

(۲)  $36.5$  قرمز

(۱)  $36.5$  آبی

(۲۸)  $pH$  یک نمونه محلول  $0.2$  گرم بر لیتر اسید ضعیف  $HA$  با جرم مولی  $20$  گرم، برابر  $4.22$  است. ثابت یونش اسیدی آن در دمای آزمایش به

مرجع: سراسری - ۱۳۹۹

تقریب کدام است و چند درصد آن یونیده شده است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید،  $\frac{1}{10^{0.22}} = 0.6$ )

(۴)  $0.5, 4.9 \times 10^{-7}$

(۳)  $0.7, 4.9 \times 10^{-7}$

(۲)  $0.4, 3.6 \times 10^{-7}$

(۱)  $0.6, 3.6 \times 10^{-7}$

(۲۹)  $pH$  محلول  $0.1$  مولار هیدروفلوئوریک اسید برابر  $2.7$  است. درصد یونش تقریبی آن کدام است و  $200$  میلی لیتر از این محلول در واکنش با

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۹

مقدار کافی کلسیم هیدروکسید، چند میلی گرم رسوب کلسیم فلئورید تشکیل می دهد؟

( $F = 19$ ,  $Ca = 40$ :  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(معادله واکنش موازنه شود)  $Ca(OH)_2(aq) + HF(aq) \rightarrow CaF_2(s) + H_2O(l)$

(۴)  $680, 2.4$

(۳)  $590, 2.4$

(۲)  $780, 2$

(۱)  $395, 2$

(۳۰) ثابت یونش اسید  $HA$  در محلول  $0.2$  مولار آن برابر  $0.1$  است،  $pH$  این محلول کدام و با  $pH$  محلول چند گرم بر لیتر نیتریک اسید برابر

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۹

است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید،  $H = 1$ ,  $N = 14$ ,  $O = 16$ :  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۴)  $6.3, 1$

(۳)  $3.6, 1$

(۲)  $3.6, 2$

(۱)  $6.3, 2$

(۳۱) اگر  $pH$  محلول اسید  $HA$  ( $\alpha = 0.2$ )، برابر  $1.4$  باشد، در  $200$  میلی لیتر از آن، چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم

مرجع: سراسری - ۱۳۹۹

هیدروژن کربنات با خلوص  $80$  درصد واکنش می دهد؟

$NaHCO_3(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

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

(۴)  $4.20, 0.04$

(۳)  $3.36, 0.02$

(۲)  $4.20, 0.02$

(۱)  $3.36, 0.04$

(۳۲) اگر دمای اتاق،  $pH$  محلول  $HA$  با درجه یونش  $\alpha = 0.1$  و  $pH$  محلول  $HD$  با درجه یونش  $\alpha = 0.2$  برابر  $3$  باشد، نسبت غلظت

مولار اولیه  $HA$  به غلظت مولار اولیه  $HD$  کدام و در حالت تعادل، غلظت مولار یون هیدروکسید در محلول  $HA$  چند برابر غلظت مولار این یون در

مرجع: سراسری - ۱۴۰۰

محلول  $HD$ ، است؟

(۴)  $10, 0.05$

(۳)  $10, 0.20$

(۲)  $0.1, 0.05$

(۱)  $0.1, 0.20$

(۳۳) مقداری  $N_2O_5(s)$  را در  $100$  میلی لیتر آب مقطر وارد کرده و حجم محلول اسیدی را به  $0.5$  لیتر می رسانیم. اگر  $pH$  محلول حاصل، برابر

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

$3.15$  باشد، مقدار  $N_2O_5(s)$  چند میلی گرم بوده است؟ ( $N = 14$ ,  $O = 16$ :  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۴)  $37/8$

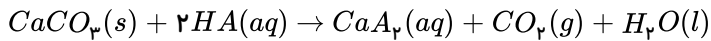
(۳)  $18.9$

(۲)  $3.78$

(۱)  $18.9$

(۳۴) در دمای اتاق،  $pH$  محلول  $0.05$  مولار اسید ضعیف  $HA$ ،  $7.3$  واحد از  $pH$  محلول  $0.01$  مولار باریوم هیدروکسید (باز قوی) کوچکتر است. ثابت یونش این اسید در این دما به تقریب کدام است و  $100$  میلی لیتر محلول اسید با چند گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می دهد؟ مرجع: سراسری-۱۴۰۲

( $C = 12, O = 16, Ca = 40 : g \cdot mol^{-1}$ ) (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)



- (۱)  $0.50 \times 10^{-7}$  (۲)  $0.50 \times 10^{-7}$  (۳)  $0.25 \times 10^{-7}$  (۴)  $0.25 \times 10^{-7}$

(۳۵) محلول اسیدهای ضعیف  $HA$  و  $HD$ ، به ترتیب با درصد یونش  $12$  و  $2.5$  و با  $pH$  برابر، دو ظرف جداگانه موجود است. مرجع: سراسری-۱۴۰۰

نسبت  $[HD]$  به  $[HA]$  پیش از یونش، کدام و اگر  $[HA]$  برابر  $0.05 mol \cdot L^{-1}$  باشد،  $pH$  محلول دو اسید، کدام است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)

- (۱)  $3.22 \times 10^{-4}$  (۲)  $3.91 \times 10^{-4}$  (۳)  $3.22 \times 10^{-6}$  (۴)  $3.91 \times 10^{-6}$

(۳۶) در دمای ثابت، اگر غلظت آغازی یک اسید تک پروتون دار ( $K_a = 2.5 \times 10^{-8}$ ) را در آب افزایش دهیم تا غلظت آن در حالت تعادل،  $2.5$  برابر شود، تغییر درجه یونش اسید نسبت به حالت آغازی، به تقریب چند درصد بوده و  $pH$  محلول، چند واحد نسبت به محلول آغازی، تغییر می کند؟ مرجع: خارج از کشور-۱۴۰۰

- (۱)  $0.3 \times 10^{-4}$  (۲)  $0.7 \times 10^{-4}$  (۳)  $0.3 \times 10^{-4}$  (۴)  $0.7 \times 10^{-4}$

(۳۷) در دمای یکسان،  $pH$  محلولی از اسید ضعیف  $HA$  با  $pH$  محلول  $0.01$  مولار نیتریک اسید برابر است. اگر  $K_a$  برای اسید ضعیف برابر  $10^{-4} \times 2$  باشد، غلظت مولار محلول آن، به تقریب چند برابر غلظت مولار محلول نیتریک اسید است؟ مرجع: سراسری-۱۴۰۲

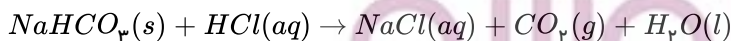
- (۱)  $3.5$  (۲)  $4.5$  (۳)  $5$  (۴)  $6$

(۳۸) از انحلال  $5.75$  گرم فرمیک اسید در آب در یک دمای مشخص، محلولی با  $pH = 2.3$  به دست می آید. اگر ثابت یونش اسید برابر باشد، حجم محلول، به تقریب، برابر چند لیتر است و به تقریب، چند گرم دیگر فرمیک اسید باید به این محلول، در همان دما اضافه شود تا  $pH = 2.1$  شود؟ (از تغییر حجم محلول بر اثر اضافه کردن فرمیک اسید صرف نظر شود، ( $H = 1, C = 12, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ ))

- (۱)  $8.97 \times 10^{-1}$  (۲)  $8.97 \times 10^{-5}$  (۳)  $9.87 \times 10^{-1}$  (۴)  $9.87 \times 10^{-5}$  مرجع: سراسری-۱۴۰۲

(۳۹) اگر جرم گاز کربن دی اکسید تشکیل شده از سوختن کامل  $4$  گرم متانول با خلوص  $80$  درصد با جرم گاز کربن دی اکسید حاصل از واکنش  $2$  لیتر محلول هیدروکلریک اسید با مقدار کافی سدیم هیدروژن کربنات برابر باشد،  $pH$  محلول اسید کدام است؟ (ناخالصی در واکنش شرکت نمی کند، مرجع: خارج از کشور-۱۴۰۲)

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



- (۱)  $2.1$  (۲)  $2.3$  (۳)  $1.3$  (۴)  $1.7$

(۴۰) اگر به محلول  $0.02$  مولار یک اسید قوی تک پروتون دار،  $9$  برابر حجم آن آب مقطر اضافه شود،  $pH$  آن چند واحد تغییر می کند و درصد یونش محلول  $0.01$  مولار اسید ضعیف  $HA$  باید کدام عدد باشد تا  $pH$  آن با  $pH$  نهایی اسید قوی برابر شود؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.) مرجع: سراسری-۱۴۰۲

- (۱)  $20.1$  (۲)  $20.1$  (۳)  $4.1$  (۴)  $4.1$

(۴۱) اگر  $PH$  محلول اسید  $HA$  ( $\alpha = 0.1$ )، برابر  $1.3$  باشد، در چند میلی لیتر از این محلول،  $18.8$  گرم اسید حل شده است؟ مرجع: سراسری-۱۴۰۳

$$(HA = 47 \frac{mol^{-1}}{mol})$$

- (۱)  $100$  (۲)  $200$  (۳)  $400$  (۴)  $800$

(۴۲) محلول دو اسید ضعیف  $HA$  و  $HD$  در دو ظرف جداگانه با غلظت تعادلی  $0.05$  مولار موجود است. اگر نسبت ثابت یونش  $HD$  به ثابت یونش  $HA$  به تقریب برابر  $10^{-6}$  باشد،  $pH$  محلول  $HA$  ..... واحد از  $pH$  محلول  $HD$  ..... است. مرجع: سراسری-۱۴۰۲

- (۱)  $1.3$  - کوچکتر (۲)  $3$  - کوچکتر (۳)  $1.3$  - بزرگتر (۴)  $3$  - بزرگتر

(۴۳) در دمای اتاق، ۸ گرم اسید ضعیف  $HY$  را در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل می‌کنیم. اگر  $K_a = 10^{-5}$  باشد، کدام مورد درست است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

( $HY = 50 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )، از تغییر حجم آب بر اثر اضافه کردن اسید صرف نظر شود.

(۱) اگر حجم محلول با اضافه کردن آب مقطر، ۴ برابر شود، درجه یونش اسید، به تقریب، ۲ برابر می‌شود.

(۲) با دو برابر کردن جرم اسید حل شده و نصف کردن حجم محلول،  $pH$  محلول ثابت باقی می‌ماند.

(۳)  $[OH^-]$  در محلول به تقریب برابر  $10^{-13} \times 5$  است.

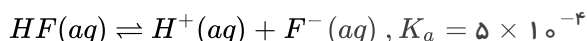
(۴)  $pH$  محلول برابر ۳٫۷ است.

(۴۴) اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی  $HF$  در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک اسید در محلول و  $pH$  محلول

هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱٫۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آنها، برابر چند گرم است؟ (حجم هریک از محلول‌ها، برابر یک لیتر است،

مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

( $C = 12$ ,  $O = 16$ ,  $F = 19$ :  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )



(۴) ۰٫۷۸۰

(۳) ۰٫۸۸۰

(۲) ۰٫۸۶۲

(۱) ۰٫۸۳۲

(۴۵) در دمای  $25^\circ C$ ، ۱٫۲ گرم باز ضعیف  $DOH$  در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل می‌شود. اگر درصد یونش باز برابر ۲۰ باشد، کدام مورد،

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۲

نادرست است؟ ( $DOH = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۱)  $[H^+]$  این محلول به تقریب برابر  $10^{-13} \times 8,3$  است.

(۲)  $[OH^-]$  در این محلول با  $[H^+]$  در ۱۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید قوی  $HA$  با غلظت ۰٫۱۲ مولار، برابر است.

(۳) اگر ۸ گرم باز  $DOH$  به این محلول اضافه شود، بدون تغییر حجم،  $pH$  محلول، ۰٫۳ واحد افزایش می‌یابد.

(۴) محلول حاصل از مخلوط کردن ۵۰ میلی‌لیتر از این محلول با همین حجم از محلول  $HCl$  با غلظت ۰٫۲ مولار، خاصیت اسیدی دارد.

(۴۶) در دمای ثابت، درصد یونش اسید  $HA$ ، نصف درصد یونش اسید  $HX$  با  $pH$  برابر ۴٫۳ و غلظت آغازین  $2 \times 10^{-4}$  مولار است. اگر ثابت

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۲

یونش  $HA$  برابر  $10^{-5} \times 4$  باشد، غلظت مولی آغازین  $HA$  کدام است؟

(۴)  $6,40 \times 10^{-3}$

(۳)  $2,56 \times 10^{-3}$

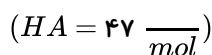
(۲)  $2,24 \times 10^{-3}$

(۱)  $1,96 \times 10^{-3}$

(۴۷) اگر درجه یونش اسید  $HA$ ، برابر ۰٫۱ باشد، چند گرم از این اسید باید در ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول آن حل شده باشد تا  $pH$  محلول، برابر ۱٫۷

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

شود؟



(۴) ۷٫۵۲

(۳) ۷٫۲۵

(۲) ۵٫۷۲

(۱) ۵٫۲۷

(۴۸) اگر در دمای اتاق، گاز هیدروژن دید با سرعت ثابت  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$  در ۱٫۵ لیتر آب مقطر حل شود، پس از چند ثانیه،  $pH$  محلول به

۱٫۳ می‌رسد و در ۵۰ میلی‌لیتر از این محلول، چند مول یون هیدروکسید وجود خواهد داشت؟ (از تغییر حجم آب بر اثر انحلال گاز، صرف نظر شود).

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

(۴)  $10^{-14}$ ، ۴۵۰

(۳)  $10^{-14}$ ، ۲۲۵

(۲)  $2 \times 10^{-14}$ ، ۴۵۰

(۱)  $2 \times 10^{-14}$ ، ۲۲۵

(۴۹) اگر در دو آزمایش متفاوت، شمار الکترون‌های مبادله شده در فرایند هال، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله شده در برقکافت سدیم کلرید مذاب

باشد، به‌ازای تشکیل ۱۴٫۲ گرم گاز کلر در برقکافت سدیم کلرید مذاب، چند لیتر گاز در فرایند هال (در شرایط  $STP$ ) تشکیل می‌شود؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

( $Cl = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۴) ۸٫۹۶

(۳) ۴٫۴۸

(۲) ۲٫۲۴

(۱) ۱٫۱۲



مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۰

۵۰ کدام مطلب زیر، نادرست است؟

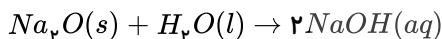
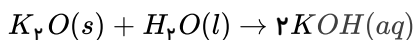
۱) غلظت یون هیدروکسید در آب گازدار، از غلظت این یون در اسید معده بیشتر و از غلظت این یون در محلول آمونیاک کمتر است.

۲) اگر غلظت تعادلی  $X^-(aq)$  و غلظت آغازی  $HX(aq)$ ، به ترتیب برابر  $10^{-2}$  و  $1,6 \times 10^{-2}$  مول بر لیتر باشد، درصد یونش  $HX$  در محلول آن، برابر ۲ است.۳) اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم و  $HY(aq)$ ، به ترتیب برابر  $0,03$  و  $0,02$  مول بر لیتر باشد، ثابت یونش  $HY$  در محلول، برابر  $5,4 \times 10^{-4}$  است.

۴)

در دمای اتاق، تفاوت  $PH$  محلول مولار آمونیاک و محلول مولار استیک اسید، کمتر از تفاوت  $PH$  محلول مولار سدیم هیدروکسید و محلول مولار هیدرویدیک اسید است.۵۱) اگر حجم محلولی که از حل کردن  $15,5$  گرم نمونه دارای سدیم اکسید و  $2,35$  گرم پتاسیم اکسید خالص در آب مقطر در دمای اتاق تشکیلمی‌شود برابر  $0,5$  لیتر و باشد، درصد خلوص نمونه سدیم اکسید کدام است؟ (ناخالصی، یون تولید نمی‌کند و

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

 $(O = 16, Na = 23, K = 39 : g \cdot mol^{-1})$ 

۵۰ ۴

۹۰ ۳

۴۰ ۲

۸۰ ۱

۵۲) در دمای یکسان، تفاوت جرم آنیون اسید و کاتیون باز داده‌شده (با یکای گرم) در یک لیتر از محلول جداگانه آنها، در کدام مورد، درست بیان

شده است؟

 $(H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, F = 19, Na = 23 : g \cdot mol^{-1})$  مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

۲) ۰,۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید و ۰,۲ مولار آمونیاک: ۰,۲

۱) ۰,۱ مولار نیتریک اسید و ۰,۱ مولار آمونیاک: ۴,۴

۴) ۰,۱ مولار نیتریک اسید و ۰,۱ مولار سدیم هیدروکسید: ۳,۹

۳) ۰,۵ مولار فرمیک اسید و ۰,۵ مولار سدیم هیدروکسید: ۱۱

۵۳) اگر  $K_a$  یک اسید ضعیف ( $HA$ ) برابر  $2 \times 10^{-6}$  و  $K_b$  یک از ضعیف ( $XOH$ ) برابر  $4 \times 10^{-4}$  باشد، غلظت مولار یون هیدرونیوم درمحلول  $0,02$  مولار اسید، چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید در محلول  $0,01$  مولار باز و درصد یونش باز، چند برابر درصد یونش اسید است؟

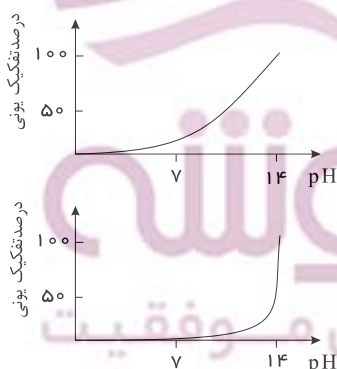
(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید. با توجه به یونش اندک اسید و باز، غلظت مولار آنها قبل و بعد از یونش، به تقریب یکسان در نظر گرفته شود.)

۴) ۲۰, ۰,۱ مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

۳) ۲۵, ۰,۱

۲) ۲۰, ۰,۰۱

۱) ۲۵, ۰,۰۱

۵۴) نمودار وابستگی  $pH$  محلول یک مولار باز  $BOH$  نسبت به درصد تفکیک آن، به کدام صورت است؟۵۵) در محلول منیزیم هیدروکسید در آب، غلظت یون‌ها از رابطه:  $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1,5 \times 10^{-11} mol^3 \cdot L^{-3}$  پیروی می‌کند. حداکثر

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۴

غلظت منیزیم سولفات قابل حل در محلول سدیم هیدروکسید با  $pH = 9$ ، برابر چند مول بر لیتر است؟

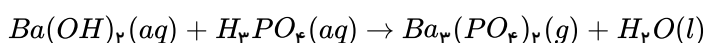
۴) ۰,۱۵

۳) ۰,۳۰

۲)  $3 \times 10^{-6}$ ۱)  $1,5 \times 10^{-6}$ ۵۶) در دمای اتاق،  $250$  میلی‌لیتر محلول باریم هیدروکسید، دارای  $427,5$  میلی‌گرم از آن است.  $pH$  این محلول کدام است و  $150$  میلی‌لیتر از آن

در واکنش کامل با فسفریک اسید چند میلی‌گرم فرآورده نامحلول در آب تشکیل می‌دهد؟ (

مرجع: سراسری - ۱۴۰۱

 $(H = 1, O = 16, P = 31, Ba = 137 : g \cdot mol^{-1})$  (معادله واکنش موازنه شود.)

۴) ۲۰۰,۵, ۱۲,۳

۳) ۲۰۰,۵, ۱۲

۲) ۳۰۰,۵, ۱۲,۳

۱) ۳۰۰,۵, ۱۲

(۵۷) بر پایه نظریه آرنیوس، خواص فرآورده واکنش لیتیم اکسید با آب، مشابه فرآورده واکنش کادم اکسید با آب است و واکنش چند میلی گرم از لیتیم اکسید در آب مقطر، در دمای اتاق،  $pH$  آب را نسبت به مقدار آغاز آن، ۵۰ درصد تغییر می دهد؟ (حجم محلول پایانی، ۲٫۵ لیتر در نظر گرفته شود.  $\log 3 \simeq 0.5, Li = 7, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

- (۱)  $11.25, Cl_2O_5$  (۲)  $11.25, CaO$  (۳)  $22.5, K_2O$  (۴)  $22.5, SO_2$

(۵۸) اسیدهای ضعیف  $HA$  و  $HD$  در دو ظرف جداگانه، با غلظت مولی آغازی برابر، به ترتیب دارای درصد یونش ۸ و ۳٫۲ موجودند. نسبت  $[H_3O^+]$  در محلول  $HA$  به  $[H_3O^+]$  در محلول  $HD$  کدام است و اگر  $pH$  محلول اسید  $HA$  برابر ۴ باشد،  $pH$  محلول اسید  $HD$ ، به تقریب چند برابر  $pH$  محلول ۰٫۲ مولار پتاسیم هیدروکسید در دمای اتاق است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.) مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۰

- (۱)  $0.33, 0.25$  (۲)  $6.28, 0.25$  (۳)  $0.33, 0.30$  (۴)  $6.28, 0.30$

(۵۹) اگر در دمای اتاق،  $pH$  باز  $DOH$  با درصد یونش ۰٫۱۲، برابر  $\alpha$ ، و  $pH$  باز  $AOH$  با درصد یونش ۰٫۳، برابر  $\alpha + 1$  باشد، غلظت مولی آغازی باز  $AOH$ ، چند برابر غلظت مولی آغازی باز  $DOH$  است؟ مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

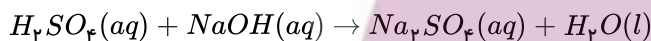
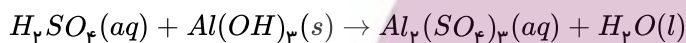
- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۰٫۵۰ (۴) ۰٫۲۵

(۶۰) برای واکنش کامل سولفوریک اسید با کادم یک از دو نمونه محلول زیر، حجم بیشتری از محلول ۰٫۱ مولار این اسید مصرف می شود و این حجم برابر چند میلی لیتر است؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

الف) ۰٫۳ مول آلومینیم هیدروکسید

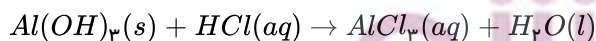
ب - ۳۰۰ میلی لیتر محلول  $0.2 mol \cdot L^{-1}$  سدیم هیدروکسید

(معادله واکنش ها موازنه شود.)



- (۱) الف، ۴۵۰ (۲) ب، ۴۵۰ (۳) الف، ۵۰۰ (۴) ب، ۵۰۰

(۶۱) ۵۰ میلی لیتر از یک شربت ضداسید، دارای ۱٫۱۶ میلی گرم منیزیم هیدروکسید و ۳٫۹۰ میلی گرم آلومینیم هیدروکسید است. این ضداسید، چند میلی لیتر شیرۀ معده با  $pH = 1.7$  را خنثی می کند؟ (معادله واکنش ها موازنه شوند.)

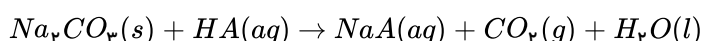
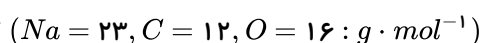


- (۱) ۷ (۲) ۹٫۵ (۳) ۱۴ (۴) ۱۷٫۵

(۶۲) با افزودن ۱۰ میلی لیتر از محلول یک ترکیب با خاصیت اسید قوی ( $HA$ ) به ۹۰ میلی لیتر آب مقطر،  $pH$  محلول به ۲ تغییر می یابد. برای خنثی شدن کامل هر لیتر از محلول غلیظ اولیه این ترکیب اسیدی، چند گرم  $NaOH(s)$  لازم است؟ ( $H = 1, O = 16, Na = 23 : g \cdot mol^{-1}$ )

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) ۱۰ (۴) ۴۰ مرجع: سراسری - ۱۳۹۷

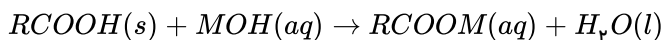
(۶۳) چند میلی گرم سدیم کربنات برای خنثی کردن پنج لیتر محلول اسید قوی با  $pH = 5$  لازم است؟ (واکنش موازنه شود.) مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۶



- (۱) ۲٫۶۵ (۲) ۴٫۴۵ (۳) ۵٫۳ (۴) ۱۰٫۶



(۶۴) جرم مشخصی از اسید چرب با ۷۵ گرم از باز  $MOH$  با خلوص ۶۷٪ جرمی و جرم مولی ۴۰ گرم واکنش می‌دهد. آب تشکیل شده می‌تواند ۴٫۸ میلی‌لیتر از یک محلول را به ۲۵٪ غلظت اولیه آن برساند. به تقریب چند درصد از  $MOH$  خالص در واکنش شرکت کرده است و اگر باقی‌مانده  $MOH$  خالص بتواند ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول  $HCl$  را به‌طور کامل خنثی کند، غلظت محلول اسید به تقریب چند گرم بر لیتر است؟ مرجع: سراسری - ۱۳۹۹



( $H = 1, O = 16, Cl = 35.5 : g \cdot mol^{-1}$ ) جرم ( $g$ ) و حجم ( $mL$ ) آب تولیدشده را برابر در نظر بگیرید.)

- (۱) ۳۳، ۶۴ (۲) ۲۳، ۶۴ (۳) ۳۳، ۳۶ (۴) ۲۳، ۳۶

(۶۵) چند مول  $NaOH(s)$  باید به ۱۰ لیتر محلول اسید قوی  $HA$  با  $pH = 3$  اضافه شود تا کاملاً خنثی شود؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۴

- (۱) ۰٫۰۱ (۲) ۰٫۱ (۳) ۰٫۰۵ (۴) ۰٫۵

(۶۶) اگر نسبت غلظت مولار یون هیدروکسید به یون هیدرونیوم در یک محلول باز قوی برابر  $10^{10}$  باشد، برای خنثی کردن  $100 mL$  از این محلول، چند مول  $HCl$  نیاز است؟ مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

- (۱)  $10^{-2}$  (۲)  $5 \times 10^{-2}$  (۳)  $10^{-3}$  (۴)  $5 \times 10^{-3}$

(۶۷) در هر ثانیه،  $35 mL$  از یک محلول ۰٫۵ مولار سولفوریک اسید در مخزن بزرگی که دارای ۲۰۰ لیتر محلول ۰٫۴ مولار سدیم هیدروکسید است، وارد می‌شود. چند دقیقه طول می‌کشد تا محلول درون مخزن خنثی شود و حجم محلول در لحظه خنثی شدن چند لیتر است؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۷

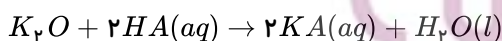
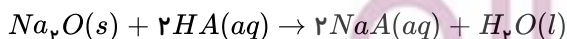
- (۱) ۱۰۰۸٫۲۴ (۲) ۱۲۰۸٫۲۴ (۳) ۱۲۰۸٫۴۸ (۴) ۱۰۰۸٫۴۸

(۶۸) اگر  $pH$  محلول اسید ضعیف  $HA$  برابر ۳٫۴ و درصد یونش آن برابر ۲٫۵٪ باشد، غلظت مولار آن، کدام است و ۲۰۰ میلی‌لیتر از آن، چند مول سدیم هیدروکسید را خنثی می‌کند؟ مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.  $\log 0.4 \approx -0.4$ )

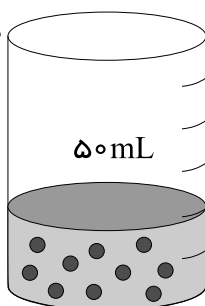
- (۱)  $1.6 \times 10^{-3}, 1.4 \times 10^{-2}$  (۲)  $3.2 \times 10^{-3}, 1.4 \times 10^{-2}$  (۳)  $1.6 \times 10^{-3}, 1.6 \times 10^{-2}$  (۴)  $3.2 \times 10^{-3}, 1.6 \times 10^{-2}$

(۶۹) مخلوطی از  $Na_2O$  و  $K_2O$  به جرم ۲ گرم، با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید قوی  $HA$  با  $pH = 0.3$  خنثی می‌شود. به تقریب، چند گرم  $Na_2O$  در مخلوط وجود داشته است؟ ( $O = 16, Na = 23, K = 39 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: سراسری - ۱۴۰۲



- (۱) ۰٫۹۸ (۲) ۰٫۶۸ (۳) ۱٫۳۲ (۴) ۱٫۰۲

(۷۰) با توجه به شکل زیر، اگر هر ذره، هم‌ارز ۰٫۰۲ مول سدیم هیدروکسید (قبل از حل شدن) باشد، غلظت محلول حاصل چند مولار است و ۱۵ میلی‌لیتر از آن، چند گرم سولفوریک اسید را خنثی می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،  $H = 1, O = 16, S = 32 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: سراسری - ۱۴۰۲



- (۱) ۲٫۹۴۰۴ (۲) ۵٫۸۸۰۴ (۳) ۲٫۹۴۰۲ (۴) ۵٫۸۸۰۲

(۷۱) اگر در دمای اتاق، به ۱۲۵ میلی لیتر آب مقطر، ۰٫۷ گرم پتاسیم هیدروکسید اضافه شود، چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ محلول حاصل، درست است؟ ( $g \cdot mol^{-1}$ :  $K = ۳۹$ ,  $O = ۱۶$ ,  $H = ۱$ )، از تغییر حجم محلول بر اثر اضافه کردن مادهٔ جامد به آن، چشم پوشی شود.

مرجع: سراسری - ۱۴۰۰

- ۲۵۰ میلی لیتر از آن،  $۲٫۵ \times ۱۰^{-۲}$  مول  $HCl$  را به طور کامل خنثی می کند.
- غلظت مولار یون  $OH^-(aq)$  در آن،  $۱۰^{۱۲}$  برابر غلظت مولار یون  $H^+(aq)$  است.
- در ۵۰ میلی لیتر از این محلول، در مجموع، ۰٫۰۱ مول از کاتیون و آنیون وجود دارد.
- اگر به این محلول، ۱٫۴ گرم پتاسیم هیدروکسید دیگر اضافه شود،  $[OH^-]$ ، ۳ برابر خواهد شد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(۷۲) اگر  $PH$  محلول یک باز قوی (دارای یک یون هیدروکسید) برابر ۱۰ و  $PH$  محلول یک اسید قوی (تک پروتون دار) برابر ۴ باشد، نسبت جرم نیتریک اسید به جرم سدیم هیدروکسید که به ترتیب باید به ۱۰۰ لیتر از آنها اضافه شود تا هریک را به  $pH = ۷$  برساند، کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

( $H = ۱$ ,  $N = ۱۴$ ,  $O = ۱۶$ ,  $Na = ۲۳$ :  $g \cdot mol^{-1}$ )

۱ (۱)  $۱٫۵۷۵$  ۲ (۲)  $۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{-۱}$  ۳ (۳)  $۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{-۲}$  ۴ (۴)  $۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{-۳}$

(۷۳) اگر به ۲۰۰ میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید، مقدار کافی فسفریک اسید برای واکنش کامل اضافه شده است. اگر ۵۳ گرم پتاسیم فسفات تشکیل شود، غلظت باز شرکت کننده در واکنش، چند مول بر لیتر است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۰

(  
معادلهٔ واکنش موازنه شود)  $H_3PO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow K_3PO_4(aq) + H_2O(l)$

۱ (۱)  $۳/۲۵$  ۲ (۲)  $۳/۷۵$  ۳ (۳)  $۱/۸۵$  ۴ (۴)  $۱/۵۸$

(۷۴) مخلوط  $a$  میلی لیتر از محلول اسید قوی  $HA$  ( $pH = ۱٫۴$ ) و  $b$  میلی لیتر از محلول همان اسید ( $pH = ۱٫۷$ ) با ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۰٫۳ مولار سدیم هیدروکسید خنثی می شود.  $a + b$ ، برابر چند میلی لیتر است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

۱ (۱) ۵۰۰ ۲ (۲) ۱۰۰۰ ۳ (۳) ۲۵۰ ۴ (۴) ۲۰۰۰

(۷۵) اگر در دمای اتاق، ۵٫۰ لیتر محلول ۰٫۱ مولار هیدروکلریک اسید (ظرف (I))، توسط مقدار معینی از محلول سدیم هیدروکسید (ظرف (II)) خنثی شود، کدام مورد، نادرست است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

- ۱ (۱) ظرف (II)، می تواند دارای ۰٫۵ مول سدیم هیدروکسید باشد.
- ۲ (۲) حاصل ضرب  $[H^+]$  و  $[OH^-]$ ، پس از خنثی شدن، برابر  $۱۰^{-۱۴}$  است.
- ۳ (۳) اگر حجم محلول (II)، برابر یک لیتر باشد، شمار یون های  $H^+$ ، در ظرف (I)، دو برابر شمار یون های  $OH^-$  در ظرف (II)، است.
- ۴ (۴) اگر حجم محلول (II)، برابر ۲۵۰ میلی لیتر باشد، غلظت یون هیدروکسید در ظرف (II)، دو برابر غلظت یون هیدرونیوم در ظرف (I)، است.

(۷۶) درصد جرمی محلولی از سدیم هیدروکسید، برابر ۲۰ و جرم هر میلی لیتر از آن، برابر ۱٫۲ گرم است. اگر حجم ۱۰ میلی لیتر از این محلول با اضافه کردن آب مقطر، به ۲ لیتر برسد،  $pH$  محلول رقیق شده در دمای اتاق کدام و غلظت مولی یون هیدروکسید در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول رقیق شده کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

( $H = ۱$ ,  $O = ۱۶$ ,  $Na = ۲۳$ :  $\frac{g}{mol}$ ,  $\log ۳ = ۰٫۵$ )

۱ (۱)  $۳ \times ۱۰^{-۲}$ , ۱۳ ۲ (۲)  $۳ \times ۱۰^{-۲}$ , ۱۲٫۵ ۳ (۳)  $۳ \times ۱۰^{-۳}$ , ۱۳ ۴ (۴)  $۳ \times ۱۰^{-۳}$ , ۱۲٫۵

(۷۷) اگر به ۲۵ میلی لیتر محلول ۰٫۰۲ مولار هیدروکلریک اسید، ۲۵ میلی لیتر محلول با غلظت ۳۴ گرم بر لیتر نیترات اضافه شود،  $pH$  محلول حاصل کدام است و محلول به دست آمده با چند میلی گرم سدیم هیدروکسید خنثی می شود؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

(واکنش به طور کامل انجام می شود و رسوب خصلت اسیدی ندارد:  $NaOH = ۴۰ g \cdot mol^{-1}$ )

۱ (۱)  $۴۰$ , ۳ ۲ (۲)  $۴۰$ , ۲ ۳ (۳)  $۲۰$ , ۳ ۴ (۴)  $۲۰$ , ۲

(۷۸) ۲۵۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰٫۲ مولار، ۱۰۰ میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۰٫۱ مولار و ۱۵۰ میلی لیتر محلول  $NaOH$  که در هر لیتر از آن، ۴ گرم حل شونده وجود دارد، با یکدیگر مخلوط می شوند. به این محلول، چند میلی لیتر آب مقطر اضافه شود تا  $pH$  محلول حاصل، برابر ۱٫۷ شود؟ (حجم محلول ها جمع پذیر در نظر گرفته شود،  $H = 1, O = 16, Na = 23 : \frac{\text{---}}{\text{mol}^{-1}}$ ) مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

۵۰۰ (۴)

۷۵۰ (۳)

۱۲۵۰ (۲)

۱۵۰۰ (۱)

(۷۹) ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰٫۲ مولار هیدروبرمیک اسید با ۲۰۰ میلی لیتر محلول دارای ۱٫۶ گرم  $NaOH$  در هر لیتر، مخلوط شده و به محلول حاصل، ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه می شود.  $pH$  محلول نهایی کدام است؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

(حجم محلول ها جمع پذیر در نظر گرفته شود،  $\log 2 = 0.3, \log 3 = 0.5, H = 1, O = 16, Na = 23 : \frac{\text{---}}{\text{mol}}$ )

۲٫۱ (۴)

۱٫۷ (۳)

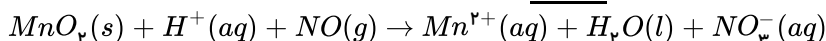
۱٫۶ (۲)

۰٫۷ (۱)



## فصل 2: آسایش و رفاه در سایه شیمی

۸۰) با توجه به واکنش اکسایش - کاهش زیر، پس از موازنه معادله آن، کدام مورد، نادرست است؟ مرجع: سراسری - ۱۴۰۴



- ۱) به ازای مصرف ۲ مول  $H^+$ ، ۳ مول الکترون مبادله می شود.  
 ۲) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله واکنش، برابر ۱۶ است.  
 ۳) جمع جبری عدد اکسایش اتم های منگنز، برابر با جمع جبری عدد اکسایش اتم های نیتروژن است.  
 ۴) نسبت ضریب استوکیومتری گونه اکسنده به ضریب استوکیومتری گونه کاهنده در معادله واکنش، برابر ۱/۵ است.

۸۱) اگر در واکنش:  $Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$ ، که با وارد کردن تیغه فلز روی در ۲۰۰ میلی لیتر محلول

۰/۲ مولار نقره نیترات انجام گرفته و کامل شده است، ۲/۴۱۶ گرم بر جرم تیغه روی افزوده شده باشد، بازده درصدی واکنش (براساس جرم ذرات نقره جانشین شده بر سطح تیغه روی)، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۵

(حجم محلول ثابت فرض شود:  $Zn = 65$ ,  $Ag = 108$ ;  $g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱) ۶۰      ۲) ۶۵      ۳) ۸۰      ۴) ۸۵

۸۲) یک قطعه سیم مسی در ۲۰۰ mL محلول ۰/۴ مولار نقره نیترات قرار داده شده است. اگر سرعت متوسط واکنش برابر

$0.15 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$  باشد، چند ثانیه زمان لازم است تا غلظت مس (II) نیترات به ۰/۱ مول بر لیتر برسد و اگر  $Ag(s)$  تنها بر روی قطعه مس

بنشیند، جرم این قطعه در این لحظه، چند گرم تغییر می کند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید) ( $Cu = 64$ ,  $Ag = 108$ ;  $g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱) ۳/۰۴۸۰      ۲) ۰/۸۸۸۰      ۳) ۳/۰۴۰۴      ۴) ۰/۸۸۰۴      مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

۸۳) یک فویل آلومینیومی درون ۲۰۰ mL محلول مس (II) سولفات ۰/۰۵ مولار انداخته شده است. اگر از بین رفتن کامل رنگ آبی محلول ۸ دقیقه و

۲۰ ثانیه به طول بینجامد، سرعت متوسط آزاد شدن فلز مس، چند مول بر ثانیه است و چند مول الکترون در این واکنش مبادله شده است؟

(معادله موازنه شود)  $Al(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + Cu(s)$  مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸

- ۱)  $0.22 \times 10^{-4}$       ۲)  $0.22 \times 10^{-5}$       ۳)  $0.12 \times 10^{-5}$       ۴)  $0.12 \times 10^{-4}$

۸۴) اگر ۱۰ گرم مخلوطی از گرد منیزیم و نقره را در ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۸ مولار هیدروکلریک اسید وارد کنیم تا واکنش کامل انجام شود و در

پایان واکنش، غلظت مولار محلول به  $0.3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  کاهش یابد، درصد جرمی نقره در این نمونه، کدام است و چند مول فلز منیزیم در آن وجود

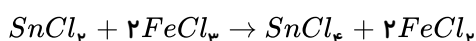
دارد؟ (فرورده واکنش، گاز هیدروژن و کلرید فلز است، از تغییر حجم محلول چشم پوشی شود،  $Mg = 24$ ,  $Ag = 108$ ;  $g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱) ۰/۰۵۶۶      ۲) ۰/۱۴۶۶      ۳) ۰/۰۵۸۸      ۴) ۰/۱۴۸۸      مرجع: سراسری - ۱۴۰۰

۸۵) دو گرم قلع (II) کلرید ناخالص در ۱۰۰ mL آب مقطر حل شده است. اگر ۲۰ mL از این محلول بتواند با ۴۰ mL محلول ۰/۱ مولار

$FeCl_3$  واکنش کامل دهد، درصد خلوص این نمونه قلع (II) کلرید، کدام است و برای تکمیل این واکنش، چند مول الکترون بین اکسنده و کاهنده

جابه جا شده است؟ مرجع: سراسری - ۱۳۹۷



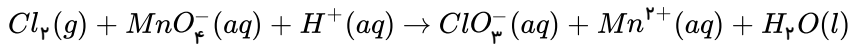
( $Cl = 35.5$ ,  $Fe = 56$ ,  $Sn \approx 119$ ;  $g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱)  $2 \times 10^{-3}$ , ۹۵      ۲)  $2 \times 10^{-3}$ , ۹۰      ۳)  $4 \times 10^{-3}$ , ۹۵      ۴)  $4 \times 10^{-3}$ , ۹۰

۸۶) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش زیر، پس از موازنه معادله آن، کدام است و اگر ۰٫۴ مول گونه اکسند در واکنش مصرف شود،

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

چند مول الکترون مبادله می‌شود؟



۲، ۱۱ ۴

۲، ۱۳ ۳

۱، ۱۱ ۲

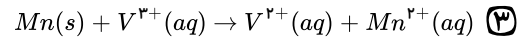
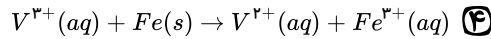
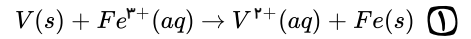
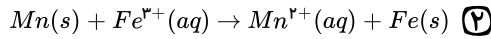
۱، ۱۳ ۱

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۸۷) با توجه به پتانسیل کاهش استاندارد نیم‌سلول‌های زیر، کدام واکنش در جهت طبیعی انجام نمی‌شود؟

$$E^\circ(V^{2+}/V) = -1,20 V, \quad E^\circ(V^{3+}/V^{2+}) = -0,26 V$$

$$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1,18 V, \quad E^\circ(Fe^{3+}/Fe) = -0,4 V$$



۸۸) نیروی الکتروموتوری ( $E^\circ$ ) واکنش:  $M(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ ، برابر ۱٫۵۶ ولت و  $E^\circ$  الکتروموتوری نقره برابر

۰٫۸ ولت است.  $E^\circ$  الکتروموتوری فلز  $M$ ، برابر ..... ولت است و کاتیون  $Ag^+(aq)$ ، ..... از کاتیون  $M^{2+}(aq)$  است.

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۰٫۷۶-، اکسندتر ۴

۰٫۷۶-، کاهندتر ۳

۰٫۴+، اکسندتر ۲

۰٫۴-، کاهندتر ۱

۸۹) مقدار  $emf(V)$  سلول گالوانی استاندارد لیتیم - نقره برحسب ولت، به تقریب چند برابر مقدار  $emf(V)$  سلول گالوانی استاندارد روی - نقره

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

است؟

| نوع فلز      | لیتیم | نقره | روی   |
|--------------|-------|------|-------|
| $E^\circ(V)$ | -۳٫۰۵ | +۰٫۸ | -۰٫۷۶ |

۳٫۷۵ ۴

۳٫۴۷ ۳

۲٫۴۷ ۲

۲٫۲۵ ۱

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۹۰) اگر از سلول الکتروشیمیایی « $Cd - Ag$ » برای روشن کردن یک لامپ استفاده شود، کدام گزینه درست است؟

$$E^\circ(Cd^{2+}/Cd) = -0,4V \text{ و } E^\circ(Ag^+/Ag) = +0,8V$$

۱) واکنش کلی سلول:  $Ag^+(aq) + Cd(s) \rightarrow Ag(s) + Cd^{2+}(aq)$  است و الکترون‌ها از الکتروموتوری  $Cd$  به الکتروموتوری  $Ag$  حرکت می‌کنند.

۲)  $emf$  سلول برابر ولت است و جرم تیغه نقره افزایش و جرم تیغه کادمیم کاهش می‌یابد.

۳) غلظت یون  $Ag^+(aq)$  در کاتد افزایش و غلظت یون  $Cd^{2+}(aq)$  در آند کاهش می‌یابد.

۴) غلظت یون  $Ag^+(aq)$  در آند افزایش و غلظت یون  $Cd^{2+}(aq)$  در کاتد کاهش می‌یابد.

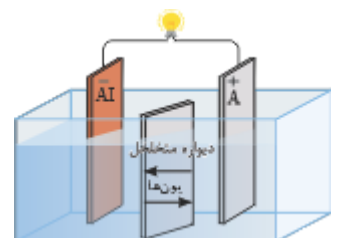
۹۱) در سلول نشان‌داده شده، کدام الکتروموتوری زیر باید باشد تا واکنش در سلول در جهت طبیعی پیشرفت کند و تغییرات غلظت مولار یون‌ها در آن،

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

به ازای مبادله شمار معینی الکترون، بیشینه باشد؟

$$E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1,66V \quad E^\circ(Cr^{3+}/Cr) = -0,74V \quad E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0,44V$$

$$E^\circ(Ag^+/Ag) = +0,8V \quad E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2,37V$$



منیزیم ۴

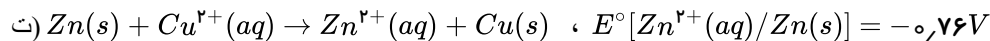
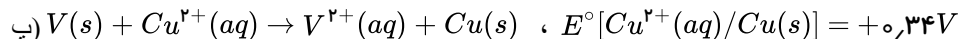
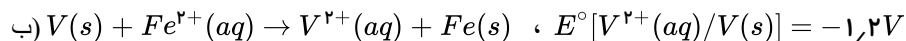
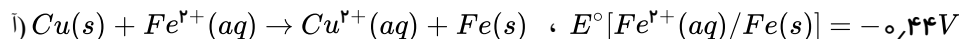
آهن ۳

کروم ۲

نقره ۱



مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۰

(۹۲) کدام واکنش‌های زیر، در جهت طبیعی پیش می‌روند و  $E^\circ$  سلول کدام واکنش بزرگ‌تر است؟

(۴) آ، ب و ت - ت

(۳) آ، ب و ت - ب

(۲) ب، پ و ت - ت

(۱) ب، پ و ت - پ

(۹۳) با توجه به اینکه واکنش الکتروشیمیایی  $Sn^{2+}(aq) + Mn(s) \rightarrow Sn(s) + Mn^{2+}(aq)$  در جهت طبیعی پیشرفت دارد، چند مورد از

مطالب زیر، درباره آن درست است؟

•  $Sn^{2+}$  گونه اکسند و  $Mn$  گونه کاهش یافته است.•  $E^\circ$  الکتروود  $Sn^{2+}/Sn$ ، از  $E^\circ$  الکتروود  $Mn^{2+}/Mn$  بزرگ‌تر است.• به ازای مصرف ۰٫۲۵ مول منگنز  $10^{23} \times 1,03$  الکترون مبادله می‌شود.

• با انجام واکنش در سلول، به تدریج سطح تیغه قلع، از الکترون انباشته می‌شود.

• در سلول گالوانی تشکیل شده از این دو الکتروود، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی، از تیغه منگنز به تیغه قلع است.

(۴) دو

(۳) سه

(۲) چهار

(۱) پنج

(۹۴) با توجه به شکل داده شده که سلول گالوانی استاندارد تشکیل شده از دو نیم‌سلول را نشان می‌دهد، کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی به

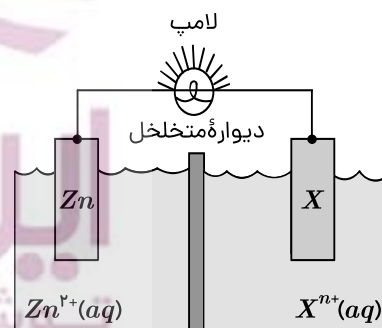
درستی کامل می‌کند؟

(مرجع: سراسری - ۱۴۰۳)  $(Zn = 65 \frac{g}{mol})$ اگر  $X$  الکتروود ..... باشد، ..... «.

$$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,76V$$

$$E^\circ(\quad/V) = -1,20V$$

$$E^\circ(Ag^+/Ag) = +0,80V$$

(۱)  $Ag$ : به ازای مبادله ۰٫۲ مول الکترون، جرم الکتروود روی، ۱٫۳ گرم کاهش می‌یابد.

(۲) جهت حرکت الکترون‌ها با جهت حرکت آنیون‌های نمک محلول و انادیم، همسو است.

(۳) جهت حرکت کاتیون‌های محلول نقره به سمت الکتروود روی است.

(۴)  $E^\circ$ : سلول، برابر ۰٫۴۴ ولت و  $Zn^{2+}$  گونه اکسند است.

(۹۵) دربارهٔ سلول گالوانی استاندارد «روی - هیدروژن»، کدام موارد زیر درست است؟

$$\left( \frac{E^\circ (Zn^{2+}/Zn)}{mol} = -0.76 V, H = 1, Zn = 65 : \right)$$

الف: با گذشت زمان مجموع غلظت مولی یون‌ها در سلول کاهش می‌یابد.

ب: اگر ۱/۰ مول از جرم آند کاسته شود، ۲/۰ گرم به جرم کاتد اضافه می‌شود.

پ: با کاهش ۵/۶ گرم از جرم آند،  $pH$  محلول پیرامون کاتد، یک واحد کاهش می‌یابد.

ت: اگر با گذشت زمان غلظت یون روی، ۱/۰ مولار افزایش یابد،  $pH$  محلول پیرامون کاتد، کوچک‌تر از یک واحد تغییر می‌کند.

- (۱) «الف» و «ت» (۲) «الف» و «ب» (۳) «ب» و «پ» (۴) «پ» و «ت»

(۹۶) ۳۲٫۵ گرم از یک قطعه آلیاژ روی و مس را در مقدار کافی محلول ۴ مولار هیدروکلریک اسید قرار داده و گرم می‌کنیم تا واکنش کامل انجام گیرد. اگر در این فرآیند، ۲٫۲۴ لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد آزاد شده باشد، درصد جرمی مس در این آلیاژ کدام است و برای انجام کامل این واکنش، دست کم چند میلی‌لیتر از محلول این اسید لازم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید:  $(Cu = 64, Zn = 65 : g \cdot mol^{-1})$ )

$$E^\circ (Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0.34 V, E^\circ (Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0.76 V$$

- (۱) ۲۵٫۶۰ (۲) ۵۰٫۶۰ (۳) ۲۵٫۸۰ (۴) ۵۰٫۸۰

(۹۷) اگر در سلول گالوانی استاندارد تشکیل‌شده از فلز  $M$  و فلز مس، به‌ازای مصرف ۲ مول فلز  $M$ ،  $3.612 \times 10^{24}$  الکترون مبادله شود و نسبت تغییرات جرم تیغهٔ مس به تغییرات جرم تیغهٔ  $M$ ، برابر ۱٫۸۴ باشد، جرم مولی فلز  $M$ ، به‌تقریب کدام است؟ ( $Cu = 64 g \cdot mol^{-1}$ )

- (۱) ۴۵ (۲) ۵۲ (۳) ۷۰ (۴) ۵۹ مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

(۹۸) دربارهٔ سلول گالوانی استاندارد «آلومینیم - هیدروژن» کدام موارد زیر درست است؟ (حجم هریک از محلول‌های پیرامون آند و کاتد، برابر یک لیتر است،  $E^\circ (Al^{3+}/Al) = -1.66 V, H = 1, Al = 27 : \frac{mol^{-1}}$ )

الف: نسبت تغییرات جرم آند به تغییرات جرم کاتد، برابر ۹ است.

ب: اگر غلظت  $H^+(aq)$ ، ۳/۰ مولار کاهش یابد، غلظت  $Al^{3+}(aq)$ ، ۹/۰ مولار افزایش خواهد داشت.

پ: اگر ۵۴ گرم از آند کاسته شود، ۶۷۲ میلی‌لیتر گاز هیدروژن در شرایط  $STP$ ، تشکیل شده است.

ت: در نمودار «مول - زمان» برای این سلول، شیب تغییر یون شرکت‌کننده در نیم‌واکنش کاتدی، ۳ برابر شیب تغییر یون شرکت‌کننده در نیم‌واکنش آندی است.

- (۱) «پ» و «ت» (۲) «ب» و «پ» (۳) «الف» و «ب» (۴) «الف» و «ت»

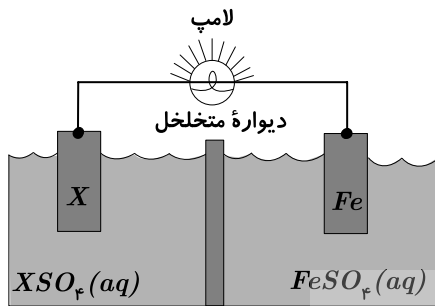
ایران نوننه  
توشه‌ای برای موفقیت

۹۹) با توجه به شکل داده شده که سلول گالوانی استاندارد تشکیل شده از دو نیم سلول را نشان می دهد، کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی به

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

درستی کامل می کند؟  $(\frac{1}{mol} - 1.0)$

اگر  $X$  الکتروود ..... باشد، ..... «



$$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0.44V$$

$$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1.18V$$

$$E^\circ(Pt^{2+}/Pt) = +1.20V$$

۱)  $Mn$ : کاتیون های محلول نمک  $Mn$  برخلاف جهت جریان الکتریکی، از دیواره متخلخل عبور می کنند.

۲)  $Pt$ : به ازای تغییر جرم تیغه آهن به میزان ۰.۵۶ گرم،  $1.0 \times 10^{-2}$  الکترون مبادله شده است.

۳)  $Pt$ : آنیون های محلول نمک  $Pt$  به سمت الکتروود آهن، از دیواره متخلخل عبور می کنند.

۴)  $Mn$ : گونه  $Fe^{2+}$  نقش اکسنده را دارد و  $E^\circ$  سلول، برابر ۱.۶۲ ولت است.

۱۰۰) اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان تر و کم خطرتری مانند متان استفاده شود؛ برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟

(مرجع: سراسری - ۱۳۹۴)  $(C = 12, H = 1 : g \cdot mol^{-1})$

۳۲ (۴)

۱۶ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۹

۱۰۱) اگر الکترون های آزاد شده از اکسایش ۸۰ گرم فلز در نیم واکنش آندی:

(معادله واکنش موازنه شود).  $Fe^{3+}(aq) + Cu(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu^{2+}(aq)$  در نیم واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن مصرف شود، چند لیتر گاز اکسیژن (در شرایط  $STP$ ) مصرف و چند گرم آب تولید می شود؟

( $H = 1, O = 16, Fe = 56, Cu = 64 : g \cdot mol^{-1}$ )

۲۲.۵، ۱۴ (۴)

۱۱.۲۵، ۱۴ (۳)

۲۲.۵، ۷ (۲)

۱۱.۲۵، ۷ (۱)

۱۰۲) جمع جبری عدد اکسایش اتم های کربن در مولکول بنزوئیک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده شده، برابر است؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۴

$KClO_4$  در  $Cl$  (۴)

$N$  در نیتریک اسید (۳)

$CH_4O$  در  $C$  (۲)

$S$  در پتاسیم سولفید (۱)

۱۰۳) درباره الکل های یک عاملی و کربوکسیلیک اسید های یک عاملی، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

(

نخستین عضو هر دو خانواده، پر کاربردترین ترکیب در زندگی روزانه است.

در هر دو دسته، بخش ناقطبی می تواند زنجیره هیدروکربنی با اتم هیدروژن باشد.

واکنش آنها با یکدیگر برگشت پذیر است و در آن، عدد اکسایش اتم ها بدون تغییر باقی می ماند.

نسبت جرم مولی دومین عضو خانواده کربوکسیلیک اسید به جرم مولی الکل دارای دو اتم کربن، بزرگ تر از یک است.

چهار (۴)

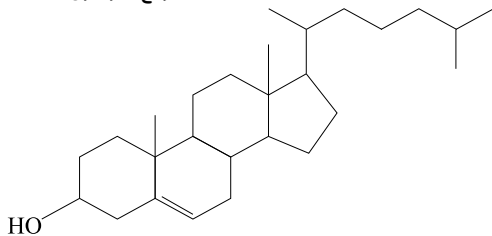
سه (۳)

دو (۲)

یک (۱)

۱۰۴) دربارهٔ مولکولی با ساختار داده شده، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

- بخش آب‌گریز آن بر بخش آب‌دوست غلبه دارد.

- پیوند  $C = C$  در مقایسه با پیوندهای دیگر، دشوارتر شکسته می‌شود.

- شمار گروه‌های متیل،  $2/5$  برابر شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها است.

- نسبت شمار کل اتم‌های کربن، به شمار اتم‌های کربن با عدد اکسایش صفر، برابر  $6/75$  است.

۱۰۵) با توجه به ساختار دو مولکول داده شده، کدام موارد زیر دربارهٔ آنها درست است؟

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

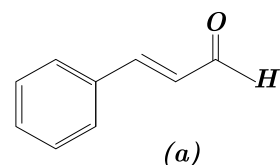
$$(H = 1, C = 12, O = 16 : \text{mol})$$

الف: تفاوت شمار الکترون‌های اشتراکی مولکول  $a$  و مولکول  $b$  برابر ۵ است.

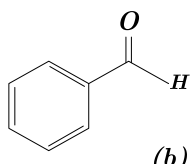
ب: تفاوت جرم مولی دو مولکول  $a$  و  $b$ ، برابر با جرم مولی دومین عضو خانوادهٔ آلکین است.

پ: اگر اتم‌های هیدروژن در دو مولکول، با گروه متیل جایگزین شود، میزان افزایش جرم مولی  $a$ ، بیشتر از  $b$  خواهد بود.

ت: تفاوت شمار پیوندهای  $C - H$  در دو مولکول، برابر با تفاوت شمار اتم‌های کربن دارای عدد اکسایش ۱- در آنها است.



(a)



(b)

۴ «پ» و «ت»

۳ «ب» و «ت»

۲ «الف» و «پ»

۱ «الف» و «ب»

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

۱۰۶) در کدام گزینه، اتم کربن با عدد اکسایش بالاتر وجود دارد؟

۴ متیل استات

۳ بنزالدهید

۲ اتیلن گلیکول

۱ ۲-پنتانول

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

۱۰۷) در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن کدام است؟

۴ ۱۸

۳ ۱۶

۲ ۱۴

۱ ۱۲

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۶

۱۰۸) در تبدیل آنیون  $CN^-$  به آنیون  $CNO^-$ ، عدد اکسایش نیتروژن ..... و عدد اکسایش کربن .....

۲ دو واحد افزایش می‌یابد - ثابت باقی می‌ماند

۱ تغییر نمی‌کند - دو واحد افزایش می‌یابد

۴ یک واحد افزایش می‌یابد - ثابت باقی می‌ماند

۳ تغییر نمی‌کند - یک واحد کاهش می‌یابد

مرجع: سراسری - ۱۳۹۴

۱۰۹) تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل کدام دو ماده، باهم برابر است؟

۴ اتین و بنزن

۳ اتین و اتان

۲ اتان و بنزن

۱ اتان و اتین

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۴

۱۱۰) جمع جبری تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن در معادلهٔ سوختن کامل ۱- پروپانول، کدام است؟

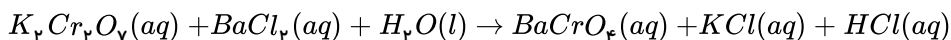
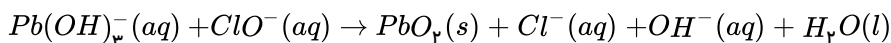
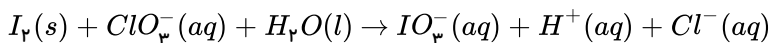
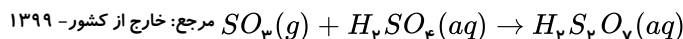
۴ ۱۰

۳ ۱۲

۲ ۱۸

۱ ۱۹

(۱۱۱) تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش‌هایی که از نوع اکسایش - کاهش‌اند، کدام است؟



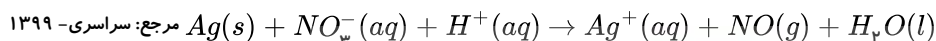
۲۲ (۴)

۲۷ (۳)

۲۹ (۲)

۳۵ (۱)

(۱۱۲) مجموع ضرایب‌های استوکیومتری مواد در واکنش اکسایش - کاهش زیر، کدام است و در نیم‌واکنش کاهش آن، به ازای هر مول گونه اکسند، چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)



۳، ۱۵ (۴)

۴، ۱۵ (۳)

۴، ۱۴ (۲)

۳، ۱۴ (۱)

(۱۱۳) نسبت مجموع تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن در واکنش سوختن کامل یک مول نفتالن، به مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول نفتالن، کدام است؟ مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

-۱۲ (۴)

-۴ (۳)

-۳ (۲)

-۶ (۱)

(۱۱۴) کدام مطلب درباره بنزآلدئید و ۲- هپتانون، نادرست است؟ مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

(۱) هر دو دارای گروه عاملی کربونیل‌اند.

(۲) شمار اتم‌های کربن سازنده مولکول آنها برابر است.

(۳) در مولکول هر دو، یکی از اتم‌های کربن عدد اکسایش ۲+ دارد.

(۴) هر دو در میدان الکتریکی جهت گیری می‌کنند، اما انحلال پذیری آنها در آب، کم است.

(۱۱۵) در واکنش داده شده و پس از موازنه کامل معادله آن، نسبت مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش دهنده‌ها به مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها، کدام است؟



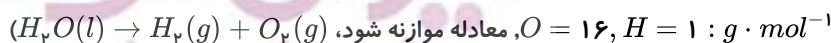
۰٫۸ (۴)

۱٫۶ (۳)

۱٫۴ (۲)

۱٫۰ (۱)

(۱۱۶) در یک آزمایش تجزیه آب به عنصرهای سازنده آن، از ۱ kg آب نمک با غلظت ۱٪ به عنوان الکترولیت استفاده شده است. اگر آزمایش تا زمانی ادامه یابد که غلظت آب نمک به ۲٪ برسد، حجم گازهای تولیدشده در شرایط STP به تقریب چند لیتر است؟ (مرجع: سراسری - ۱۳۹۸)



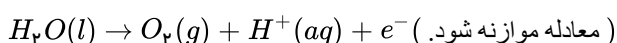
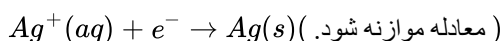
۱۸۶۶ (۴)

۹۳۳ (۳)

۶۲۲ (۲)

۳۱۱ (۱)

(۱۱۷) در یک سلول الکترولیتی دارای مقدار کافی از  $AgNO_3(aq)$  که نیم‌واکنش آندی آن اکسایش آب و نیم‌واکنش کاتدی، کاهش یون‌های  $Ag^+(aq)$  است، اگر حجم الکترولیت برابر ۳ L بوده و ۰٫۳ مول الکترون از آن عبور کند، pH محلول باقی‌مانده و وزن نقره تولیدشده به تقریب، برابر چند گرم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید. pH محلول اولیه را خنثی در نظر بگیرید.  $Ag = 108 g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: سراسری - ۱۳۹۸



۳۲٫۴، ۰٫۵ (۴)

۱۰٫۸، ۱ (۳)

۱۰٫۸، ۰٫۵ (۲)

۳۲٫۴، ۱ (۱)



۱۱۸) چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن و سلول الکترولیتی برقکافت آب» درست است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۱

جهت حرکت الکترون در هر دو نوع سلول، از آند به کاتد است.

واکنش کلی برقکافت آب، مانند واکنش کلی سلول سوختی است.

• کاغذ pH در محلول پیرامون آند هر دو نوع سلول، به رنگ قرمز درمی‌آید.

شمار الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش کاتدی هر دو نوع سلول، برابر است.

• نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی، مانند نیم‌واکنش کاهش آب در سلول الکترولیتی است.

- ① دو      ② سه      ③ چهار      ④ پنج

۱۱۹) در یک کارگاه، از گاز کلر حاصل از سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب برای تهیهٔ مایع سفیدکنندهٔ خانگی (محلول ۵٪ جرمی از

$NaClO(aq)$ )، طبق واکنش (موازنه نشده):  $NaOH(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_2O(l)$ ، استفاده می‌شود. در این

کارگاه به‌ازای تولید  $1,150 \text{ kg}$  فلز سدیم، به‌تقریب چند لیتر محلول سفیدکننده ( $d \approx 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) تولید می‌شود؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

( $Na = 23, Cl = 35.5, O = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

- ① ۳۵,۷۸      ② ۳۷,۲۵      ③ ۵۱,۵۶      ④ ۷۴,۵

۱۲۰) اگر مقدار مجاز گاز کلر حل‌شده در آب یک استخر شنا، برابر  $1,2 \text{ ppm}$  و حجم آب استخر برابر  $852$  مترمکعب باشد، برای ضدعفونی کردن

آب این استخر، چند گرم کلر لازم است و این مقدار کلر را از برقکافت چند کیلوگرم منیزیم کلرید مذاب می‌توان به دست آورد؟ (جرم هر لیتر آب

مرجع: سراسری - ۱۴۰۱

استخر، یک کیلوگرم در نظر گرفته شود، ( $Mg = 24, Cl = 35.5 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

- ① ۲,۳۶۸, ۱۲۲۰,۵      ② ۲,۳۶۸, ۱۰۲۲,۴      ③ ۱,۳۶۸, ۱۲۲۰,۵      ④ ۱,۳۶۸, ۱۰۲۲,۴

۱۲۱) اگر از الکترون‌های تولیدشده در سلول سوختی هیدروژن برای تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا استفاده شود، با مصرف چند کیلوگرم گاز هیدروژن

مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

در سلول سوختی با بازدهی ۶۰ درصد، می‌توان ۱۸ کیلوگرم منیزیم مذاب تهیه کرد؟

$MgCl_2 \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$  ( $H = 1, Mg = 24 : \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )

- ① ۲۵,۰      ② ۱۲,۵      ③ ۲,۵      ④ ۱,۲۵

۱۲۲) با توجه به واکنش‌های زیر، پس از موازنهٔ معادلهٔ آنها، چند مطلب زیر درست است؟

(معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود).  $I) Fe(OH)_3(s) + H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$  (مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۹)

$II) Al(OH)_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + H_2O(l)$

• برای تشکیل  $1070$  گرم رسوب  $Fe(OH)_3$ ،  $10^{23} \times 1204$  مولکول آب نیاز است.

• واکنش I، از نوع اکسایش - کاهش و واکنش II، از نوع خنثی شدن اسید و باز است.

• از واکنش هر مول سولفوریک اسید با آلومینیم هیدروکسید کافی،  $36$  گرم آب تشکیل می‌شود.

• مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش I با مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها در واکنش II برابر است.

( $H = 1, O = 16, Fe = 56 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

- ① ۱      ② ۲      ③ ۳      ④ ۴

۱۲۳) الکتریسیتهٔ حاصل از عبور  $448$  لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP و واکنش آن با گاز هیدروژن کافی در یک سلول سوختی (با فرض بازدهی

۱۰۰٪)، چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره، به جسم موردنظر می‌تواند انتقال دهد؟ ( $O = 16, Ag = 108 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

- ① ۲۱۶۰      ② ۴۳۲۰      ③ ۶۴۸۰      ④ ۸۶۴۰

۱۲۴) در آبکاری یک قطعهٔ فولادی به وزن  $10 \text{ kg}$  با کروم، از یک لیتر محلول ۱ مولار یون‌های کروم ( $III$ ) و الکتروکروم در آند استفاده شده

است. در آبکاری قطعهٔ مشابه (با جرم برابر) با نقره، از یک محلول ۱ مولار نقره‌نیترات و آند نقره‌ای استفاده شده است. با عبور یک مول الکترون، از هر

مرجع: سراسری - ۱۳۹۸

دو محلول، تفاوت جرم دو قطعهٔ آبکاری‌شده، به‌تقریب چند گرم است؟ ( $Ag = 108, Cr = 52 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

- ① ۲۵,۴      ② ۵۶      ③ ۸۲      ④ ۹۰,۶

(۱۲۵) آبکاری کروم در یک محلول اسیدی دارای پتاسیم دی کرومات ( $K_2Cr_2O_7$ ) انجام می‌شود. اگر واکنش آندی، اکسایش آب باشد، ضمن نشان دادن  $10.4$  گرم کروم بر روی یک قطعه با روش آبکاری، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها  $25L$  است، تولید می‌شود؟  
 $(Cr = 52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$   
 مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۷

۷٫۵ (۴)

۱۵ (۳)

۷٫۷۵ (۲)

۱٫۲ (۱)

(۱۲۶) اگر از انرژی الکتریکی حاصل از سلول سوختی هیدروژن، برای آبکاری  $500$  قاشق فولادی با نقره استفاده شود و برای آبکاری هر قاشق،  $1.204 \times 10^{22}$  الکترون مبادله شود، چند گرم گاز هیدروژن در سلول سوختی با بازدهی  $80$  درصد مصرف می‌شود؟  
 مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

$$(H = 1 \frac{\text{mol}}{\text{mol}})$$

۶٫۲۵ (۴)

۱۲٫۵ (۳)

۲۵ (۲)

۵۰ (۱)

(۱۲۷) در تولید صنعتی هر تن آلومینیم، به تقریب به چند کیلوگرم گرافیت نیاز است و چند متر مکعب گاز در شرایطی که حجم مولی گازها برابر  $25L$  است، تولید می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید؛  $C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ،  $Al = 27$ )  
 مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

۶۹۹۴٫۴۰۴۴۴ (۴)

۶۹۹۴٫۴۰۳۳۳ (۳)

۶۹۴٫۴۰۴۴۴ (۲)

۶۹۴٫۴۰۳۳۳ (۱)

ایران تونل  
 توشه ای برای موفقیت

### فصل 3: شیمی جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

(۱۲۸) یک ماده شیمیایی، سه اتم کروم در فرمول شیمیایی خود دارد. اگر  $31.2\%$  جرم این ماده را کروم تشکیل داده باشد، جرم مولی آن، چند گرم است؟ ( $Cr = 52g.mol^{-1}$ ) مرجع: سراسری - ۱۳۹۷

- ① ۱۶۶٫۷      ② ۲۵۰      ③ ۳۳۳٫۳      ④ ۵۰۰

(۱۲۹) درصد جرمی سیلیس و رطوبت، در یک نمونه خاک رُس، به ترتیب برابر ۳۶ و ۱۰ است. اگر درصد جرمی رطوبت در نمونه، با اضافه کردن آب، به ۲۰ درصد برسد، درصد جرمی سیلیس کدام خواهد شد؟ مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

- ① ۳۴      ② ۳۲      ③ ۲۸      ④ ۲۶

(۱۳۰)  $A, D, X, Y$  و  $Z$ ، به ترتیب از راست به چپ، عنصرهای متوالی در جدول تناوبی اند که مجموع عددهای اتمی آن‌ها برابر ۴۵ است. اگر  $Y$  گازی تک‌اتمی باشد، چند مطلب زیر نادرست است؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۹

- معادله یونش اسید  $HX$  در آب تعادلی است.
- یونش هر دو اسید اکسیژن‌دار  $A$  در آب، کامل است.
- عنصر  $D$  در  $DX_3$  بالاترین عدد اکسایش خود را دارد.
- نقطه ذوب ترکیب حاصل از واکنش عنصر  $Z$  با  $D$ ، بالاتر از نقطه ذوب  $LiF$  است.
- ساختار و ویژگی‌های فیزیکی ترکیب هیدروژن‌دار پایدار  $D$ ، مشابه  $H_2S$  است.

- ① ۱      ② ۲      ③ ۳      ④ ۴

(۱۳۱) چند مورد از مطالب زیر، درباره مولکول آمونیاک، درست است؟  
اتم مرکزی در آن، بار جزئی منفی دارد.  
ساختار آن، مشابه ساختار مولکول کربن تتراکلرید است.  
در تشکیل  $10^{24} \times 4.15$  مولکول از آن،  $22.5$  مول جفت الکترون بین اتم‌ها شرکت می‌کند.  
مجموع شمار جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در آن، برابر شمار جفت الکترون‌های پیوندی در مولکول کربونیل سولفید است.

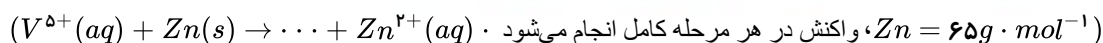
مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

- ① یک      ② دو      ③ سه      ④ چهار

(۱۳۲) اگر نسبت بار به شعاع در یون پایدار منیزیم، برابر  $\frac{pm}{}$  باشد، شعاع آن، به تقریب برابر چند  $nm$  است؟ مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

- ① ۰٫۶۶      ② ۰٫۵۴      ③ ۰٫۶۶      ④ ۰٫۵۴

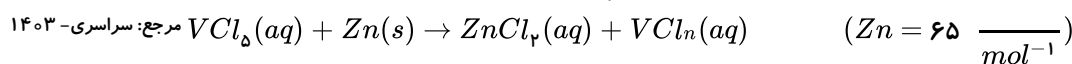
(۱۳۳) به  $20.0 mL$  از محلول  $0.25 M$  مولار نمک وانادیم ( $V$ )،  $325 mg$  از فلز روی اضافه شده است. با توجه به جدول زیر، رنگ نهایی محلول، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸



| عدد اکسایش وانادیم | (V) | (IV) | (III) | (II) |
|--------------------|-----|------|-------|------|
| رنگ محلول          | زرد | آبی  | سبز   | بنفش |

- ① بنفش      ② آبی      ③ زرد      ④ سبز

(۱۳۴) با توجه به معادله داده شده،  $0.12 M$  مول وانادیم ( $V$ ) کلرید با  $39 M$  گرم فلز روی، واکنش کامل می‌دهد. محلول حاصل کدام رنگ را دارد؟



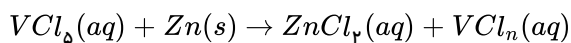
مرجع: سراسری - ۱۴۰۳

- ① سبز      ② زرد      ③ بنفش      ④ آبی

۱۳۵) با توجه به معادله داده شده، از واکنش چند مول وانادیم (V) کلرید با ۳٫۹ گرم فلز روی، محلول بنفش رنگ از نمک وانادیم تشکیل می شود؟

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳

(معادله واکنش موازنه شود،  $Zn = 65 \frac{mol^{-1}}$ )



۰٫۰۴ (۴)

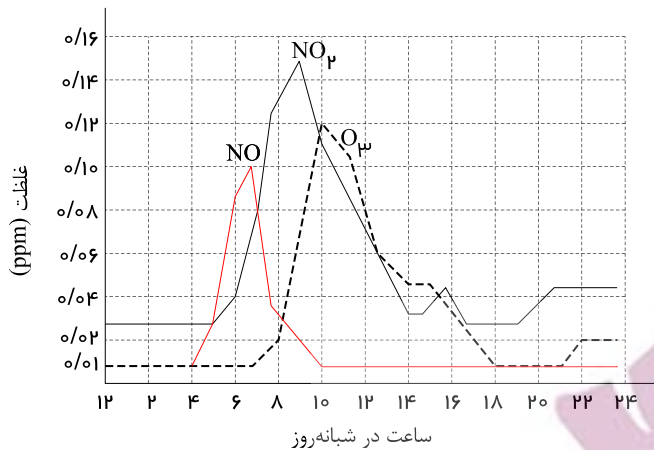
۰٫۰۳ (۳)

۰٫۰۲ (۲)

۰٫۰۱ (۱)



## فصل 4: شیمی، راهی به سوی آینده ای روشن تر



۱۳۶) شکل زیر، نمودار تغییرات غلظت سه آلاینده گازی  $NO$ ،  $NO_2$  و  $O_3$  را در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز در هوای یک شهر بزرگ نشان می‌دهد. سرعت متوسط تغییر غلظت گازهای  $O_3$  و  $NO_2$  نسبت به سرعت متوسط تغییر غلظت گاز  $NO$  در بازه زمانی ۶ صبح تا ۱۲ ظهر به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

۴)  $\frac{1}{v}$

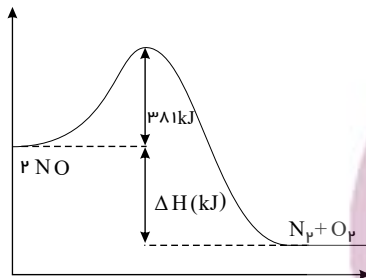
۳)  $\frac{1}{v}$

۵)  $\frac{1}{3}, \frac{3}{5}$

۱)  $\frac{3}{5}, \frac{1}{3}$

۱۳۷) با توجه به شکل زیر، اگر انرژی پیوندهای  $N \equiv N$  و  $N = O$  و  $O = O$  به ترتیب برابر ۶۰۷، ۹۴۴ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول باشد، جمع جبری  $\Delta H$  و  $E_a$  در واکنش (رفت) نشان داده شده، چند کیلوژول است؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۸



۱)

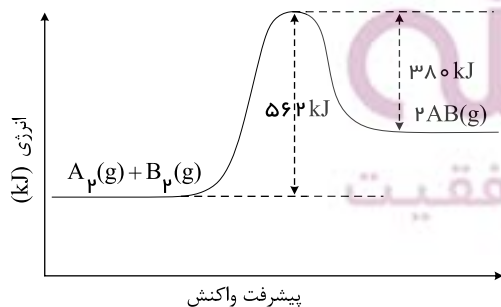
۲)

۳)

۴) +۶۰۷

۱۳۸) با توجه به نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» زیر، آنتالپی پیوند بین اتم‌های  $A$  و  $B$ ، برابر چند کیلوژول بر مول است؟ (آنتالپی پیوند بین اتم‌ها در مولکول‌های  $A_2$  و  $B_2$  به ترتیب برابر ۹۴۰ و ۴۹۲ کیلوژول بر مول است).

مرجع: سراسری - ۱۴۰۰



۱) ۶۲۵

۲) ۵۶۲

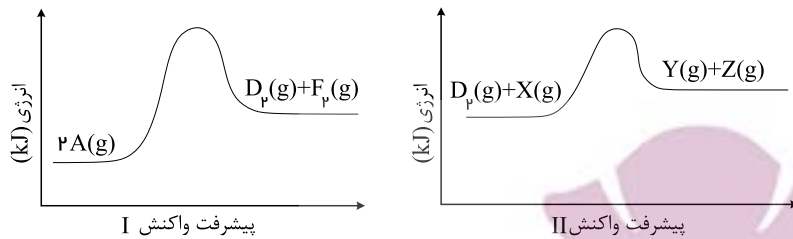
۳) ۱۲۵۰

۴) ۱۱۲۴



(۱۳۹) اگر واکنش‌های (I) و (II) در شرایط یکسان انجام شود، با توجه به نمودارهای «انرژی - پیشرفت» واکنش‌های مقابل، چه تعداد از مطالب درست است؟ (انرژی فعال‌سازی واکنش‌های (I) و (II)، به ترتیب برابر ۲۴۸ و ۱۸۳ کیلوژول و تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها با واکنش دهنده‌ها) در واکنش‌های (I) و (II)، به ترتیب برابر ۴۲ و ۱۱ کیلوژول است.)

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۰



- ۱ (۱)  
۲ (۲)  
۳ (۳)  
۴ (۴)

(۱۴۰) اگر در واکنش فرضی:  $2AB(g) \rightarrow A_p(g) + B_p(g)$ ,  $\Delta H = -185 \text{ kJ}$ ، با بهره‌گیری از کاتالیزگر و بدون بهره‌گیری از آن، با یکای کیلوژول، به ترتیب برابر ۱۳۰ و ۳۸۰ باشد، چه تعداد از مطالب زیر، درباره آن درست‌اند؟

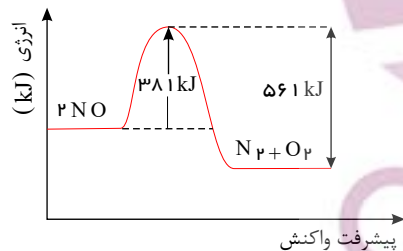
مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

- در نبود کاتالیزگر،  $E_a$  واکنش برگشت برابر  $465 \text{ kJ}$  است.
- در مجاورت کاتالیزگر،  $E_a$  واکنش برگشت برابر  $315 \text{ kJ}$  است.
- تفاوت  $E_a$  واکنش در جهت برگشت در دو حالت، برابر  $250 \text{ kJ}$  است.

- ۱ (۱) صفر      ۲ (۲) مورد ۱      ۳ (۳) مورد ۲      ۴ (۴) مورد ۳

(۱۴۱) با توجه به نمودار و داده‌های جدول زیر، در اثر پیمایش  $100 \text{ km}$  مسافت به وسیله یک خودروی دارای مبدل کاتالیستی، چند کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود؟ ( $O = 16, N = 14 : g \cdot mol^{-1}$ )

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸



| مقدار آلاینده بر حسب گرم | بدون مبدل کاتالیستی | با مبدل کاتالیستی |
|--------------------------|---------------------|-------------------|
| در هر کیلومتر پیمایش     | ۱/۰۴                | ۰/۰۴              |

- ۱ (۱) ۲۰۰      ۲ (۲) ۲۶۰      ۳ (۳) ۳۰۰      ۴ (۴) ۳۶۰

(۱۴۲) با توجه به داده‌های جدول زیر، اگر روزانه  $800,000$  خودرو در شهری رفت و آمد کنند و هر خودرو، به گونه میانگین،  $50$  کیلومتر مسافت را پیماید، با نصب مبدل کاتالیستی در اگزوز موتور خودرو، روزانه از ورود چند تن از این سه ماده آلاینده به هوا جلوگیری می‌شود و در این شرایط، چند درصد جرمی گازهای خروجی از اگزوز را گاز  $CO$  تشکیل خواهد داد؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۹

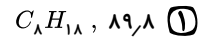
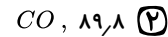
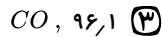
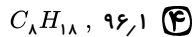
| فرمول شیمیایی آلاینده | $CO$           | $C_xH_y$ | $NO$ |
|-----------------------|----------------|----------|------|
| مقدار آلاینده         | در نبود مبدل   | ۱/۶۶     | ۱/۰۳ |
| $g \cdot km^{-1}$     | در مجاورت مبدل | ۰/۰۶     | ۰/۰۴ |

- ۱ (۱) ۷۴,۱۴,۲۸۸,۴      ۲ (۲) ۸۵,۷۱,۲۸۸,۴      ۳ (۳) ۷۴,۱۴,۳۱۹,۶      ۴ (۴) ۸۵,۷۱,۳۱۹,۶

(۱۴۳) با توجه به جدول داده شده، با طی یک کیلومتر مسافت، کاهش درصد جرمی  $CO$  به واسطه استفاده از کاتالیزگر، به تقریب کدام است و کدام آلایندۀ تولیدشده توسط وسایل نقلیه، بیشترین کاهش مقدار مول را با به کارگیری کاتالیزگر دارد؟  
مرجع: سراسری-۱۴۰۳

$$(H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 : \frac{g}{mol^{-1}})$$

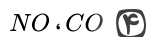
| فرمول شیمیایی آلایندۀ |             |      |                                               |
|-----------------------|-------------|------|-----------------------------------------------|
| $NO$                  | $C_8H_{18}$ | $CO$ | بدون کاتالیزگر                                |
| ۱,۰۴                  | ۱,۶۷        | ۵,۹۹ | مقدار گرم آلایندۀ به ازای طی یک کیلومتر مسافت |
| ۰,۰۴                  | ۰,۰۷        | ۰,۶۱ | با کاتالیزگر                                  |



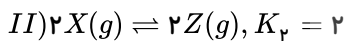
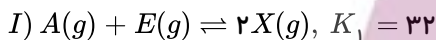
(۱۴۴) با توجه به جدول داده شده، کمترین کاهش درصد جرمی به واسطه استفاده از کاتالیزگر، مربوط به کدام آلایندۀ تولیدشده توسط وسایل نقلیه است و با طی ۱۰ کیلومتر مسافت با استفاده از کاتالیزگر، کدام آلایندۀ با یکای مول، به میزان کمتری وارد هواکره می شود؟  
مرجع: خارج از کشور-۱۴۰۳

$$(H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 : \frac{g}{mol})$$

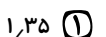
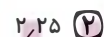
| فرمول شیمیایی آلایندۀ |             |      |                           |
|-----------------------|-------------|------|---------------------------|
| $NO$                  | $C_8H_{18}$ | $CO$ | بدون کاتالیزگر            |
| ۱,۰۴                  | ۱,۶۷        | ۵,۹۹ | مقدار گرم آلایندۀ به ازای |
| ۰,۰۴                  | ۰,۰۷        | ۰,۶۱ | طی یک کیلومتر مسافت       |
|                       |             |      | با کاتالیزگر              |



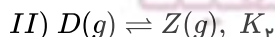
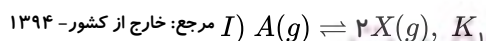
(۱۴۵) با توجه به واکنش های زیر و ثابت تعادل آن ها، اگر غلظت اولیه هر یک از مواد  $A, E$  در ظرف در بسته، برابر  $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  باشد، غلظت پس از برقراری تعادل چند مول بر لیتر است؟  
مرجع: سراسری-۱۳۹۴



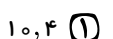
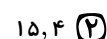
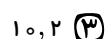
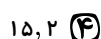
(۱۴۶) اگر بازده درصدی واکنش تعادلی فرضی:  $A(g) + D(g) \rightleftharpoons 2E(g) + G(g)$ ، که با یک مول از هر یک از واکنش دهنده ها در یک ظرف یک لیتری در بسته آغاز شده است، در دمای آزمایش، برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش، برابر چند  $\text{mol} \cdot L^{-1}$  است؟  
مرجع: سراسری-۱۳۹۴



(۱۴۷) با توجه به واکنش های تعادلی فرضی روبه رو، در شرایطی که هر یک از آن ها در یک ظرف یک لیتری در بسته و با یک مول ماده اولیه آغاز شده باشد و بازده درصدی واکنش (I) برابر ۵۰٪ و بازده درصدی واکنش (II) برابر ۸۰٪ باشد، نسبت مقدار  $K_2$  به  $K_1$  کدام است؟  
مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۴



(۱۴۸) در یک فرایند، مقدار ۱۰ مول  $N_2O_4(g)$  در یک ظرف ۵ لیتری وارد شده است. پس از گرم شدن و برقراری تعادل:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g), K = 4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ، نسبت غلظت مولار  $NO_2$  به غلظت مولار  $N_2O_4$  و مجموع مول های گاز درون ظرف، کدام است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید).  
مرجع: سراسری-۱۳۹۴



(۱۴۹) اگر در واکنش تعادلی:  $2A_2(g) \rightleftharpoons D_2(g)$ ، مقدار  $K$  برابر  $1 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  باشد، بیشینه بازده درصدی این واکنش هنگامی که غلظت اولیه  $A_2$  برابر  $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  باشد، کدام است؟  
مرجع: سراسری-۱۳۹۴



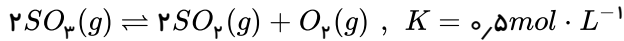
۱۵۰) دو مول گاز دی نیتروژن پنتوکسید در ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و گاز نیتروژن دی اکسید در یک واکنش تعادلی تجزیه می شود. اگر پس از ۶۰ ثانیه، تعادل برقرار شود و نیم مول اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت متوسط واکنش تا رسیدن به تعادل، برحسب  $mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$  (به ترتیب از راست به چپ) کدام اند؟

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۵

- ۱)  $۰٫۵، ۰٫۲۵$  ۲)  $۰٫۲۵، ۱$  ۳)  $۰٫۲۵، ۰٫۲۵$  ۴)  $۰٫۵، ۱$

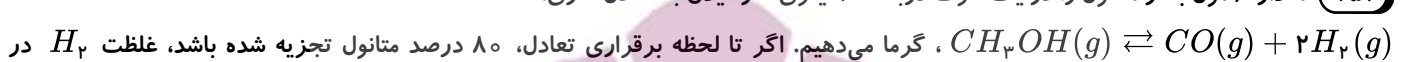
۱۵۱) اگر ۲ مول از گاز  $SO_3$  در یک ظرف سربسته یک لیتری وارد و گرم شود، پس از برقراری تعادل زیر، چند مول گاز اکسیژن در ظرف وجود خواهد داشت؟

مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۵



- ۱) ۱ ۲)  $۰٫۷۵$  ۳)  $۰٫۵$  ۴)  $۰٫۲۵$

۱۵۲) مقدار ۶ مول بخار متانول را در یک ظرف دربسته ۲ لیتری تا رسیدن به تعادل گازی:



گرم می دهیم. اگر تا لحظه برقراری تعادل، ۸۰ درصد متانول تجزیه شده باشد، غلظت  $H_2$  در حالت تعادل برابر چند مول بر لیتر و ثابت تعادل (به ترتیب از راست به چپ)، کدام اند؟

- ۱)  $۹۲٫۱۶ mol \cdot L^{-2} \cdot ۰٫۴۸$  ۲)  $۶۲٫۱۵ mol^2 \cdot L^{-2} \cdot ۰٫۴۸$  ۳)  $۹۲٫۱۶ mol \cdot L^{-1} \cdot ۰٫۲۴$  ۴)  $۶۲٫۱۵ mol \cdot L^{-1} \cdot ۰٫۲۴$

۱۵۳)  $SO_2Cl_2$  را در یک ظرف دو لیتری سربسته تا رسیدن به تعادل:  $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$  گرم می دهیم. اگر در حالت تعادل، مجموع شمار مول های گازی در ظرف واکنش برابر ۲٫۴ باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش چند  $mol \cdot L^{-1}$  است؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

- ۱)  $۳٫۲$  ۲)  $۱٫۶$  ۳)  $۰٫۳۲$  ۴)  $۰٫۴$

۱۵۴) اگر واکنش تعادلی:  $A(g) \rightleftharpoons 2B(g), K = ۲ mol \cdot L^{-1}$  با غلظت ۱ مولار ماده A آغاز شده باشد، حداکثر بازده درصدی این واکنش کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

- ۱) ۵۰ ۲)  $۵۲٫۵$  ۳) ۶۰ ۴)  $۶۲٫۵$

۱۵۵) بر اساس واکنش:  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، به ترتیب ۵ و ۱ مول از گازهای اکسیژن و نیتروژن در ظرف یک لیتری در

بسته ای وارد و گرم شده اند. اگر این واکنش پس از تبدیل ۵۰٪ از گاز نیتروژن به فراورده، به تعادل برسد، مقدار  $K$  بر حسب  $L \cdot mol^{-1}$  کدام

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

- ۱)  $۰٫۱۲۵$  ۲)  $۰٫۲۵$  ۳) ۱ ۴) ۴

۱۵۶) دو مول از اکسید فلز  $M$  و یک مول از



برقرار شود. در حالت تعادل، نسبت مولی  $\frac{CO_2}{M(s)}$ ، کدام است؟

- ۱) ۱۶ ۲) ۱۲ ۳) ۹ ۴) ۴

مرجع: سراسری - ۱۳۹۵

۱۵۷) ۱ مول گاز اوزون را در یک ظرف یک لیتری دربسته تا رسیدن به حالت تعادل:  $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ ، گرم می کنیم. اگر در لحظه ی

تعادل، غلظت مولار گاز اوزون برابر  $\frac{1}{6}$  غلظت مولار گاز اکسیژن باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

- ۱)  $۴۳٫۲ L \cdot mol^{-1}$  ۲)  $۴۳٫۲ mol \cdot L^{-1}$  ۳)  $۰٫۶ L \cdot mol^{-1}$  ۴)  $۰٫۶ mol \cdot L^{-1}$

۱۵۸) اگر در واکنش ۶ مول گاز  $NO$  با ۴ مول گاز  $CO$  در یک ظرف دربسته دو لیتری در دمای معین، در لحظه ی تعادل  $۴۲g$  گاز نیتروژن

وجود داشته باشد، مقدار  $K$  با یکای  $L \cdot mol^{-1}$  و مجموع شمار مول های گاز در ظرف واکنش، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۳۹۶

- ۱)  $۴٫۲۵ \cdot ۰٫۳$  ۲)  $۸٫۵ \cdot ۰٫۳$  ۳)  $۴٫۲۵ \cdot ۱٫۵$  ۴)  $۸٫۵ \cdot ۱٫۵$



(۱۵۹) در واکنش به حالت تعادل:  $A(g) \rightleftharpoons X(g) + D(g)$  که در یک ظرف سر بسته دو لیتری قرار دارد. مقدار هر یک از مواد برابر ۰٫۴ مول است. اگر در همان دمای آزمایش، این مخلوط تعادلی به یک ظرف سر بسته ۴ لیتری منتقل شود. مقدار  $X(g)$  در تعادل جدید، به تقریب برابر چند مول خواهد بود؟ ( $\sqrt{0.2} \approx 0.45$ )  
مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۶

- ① ۰٫۱      ② ۰٫۵      ③ ۰٫۶۵      ④ ۰٫۸۵

(۱۶۰) در یک آزمایش تولید آمونیاک در بهترین شرایط، ۲۵ درصد از گاز نیتروژن وارد شده در محفظه واکنش به فرآورده تبدیل شده است. اگر گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳٫۷۵ به ۱، در محفظه واکنش یک لیتری وارد شده باشند. مقدار  $K$  با یکای  $L^2 \cdot mol^{-2}$ ، به تقریب کدام است؟  
مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۶

- ① ۰٫۱۱      ②  $1.23 \times 10^{-2}$       ③  $9.26 \times 10^{-3}$       ④  $3.7 \times 10^{-2}$

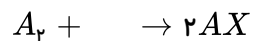
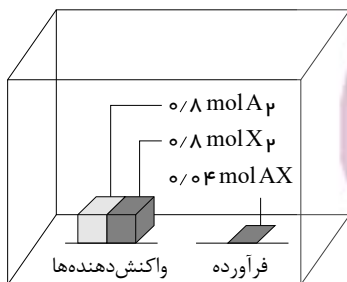
(۱۶۱) اگر یک مول گاز هیدروژن با دو مول گاز کربن دی اکسید در یک ظرف یک لیتری در بسته مخلوط شده، و به صورت تعادلی با هم واکنش دهند و  $K$  برابر ۱٫۸ باشد، نسبت جرم  $H_2O(g)$  به جرم  $H_2(g)$  در مخلوط به حالت تعادل، کدام است؟ ( $H = 1$  و  $O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ )  
مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۶

- ① ۳٫۶      ② ۵٫۲      ③ ۹      ④ ۲۷

(۱۶۲) با توجه به واکنش تعادلی:  $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$ ، که در دمای معین در یک ظرف در بسته یک لیتری و با یک مول از هرواکنش دهنده آغاز شده است، اگر مقدار ۰٫۰۵ مول گاز  $CO$  در تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل کدام و مقدار  $Fe(s)$  موجود در تعادل، چند گرم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،  $Fe = 56 g \cdot mol^{-1}$ )  
مرجع: سراسری - ۱۳۹۷

- ① ۵۳٫۳۲۰٫۹۵      ② ۵۳٫۲۰۰٫۹۵      ③ ۵۳٫۳۲۰٫۱۹      ④ ۵۳٫۲۰۱۹

(۱۶۳) با توجه به داده‌های شکل زیر که مقدار واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را در حالت تعادل در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین نشان می‌دهد، ثابت تعادل کدام است و اگر بتوانیم حجم ظرف را در دمای ثابت، به نصف کاهش دهیم، چه اتفاقی روی خواهد داد؟ (همه مواد گازی شکل‌اند).  
مرجع: سراسری - ۱۳۹۷



- ① وضعیت تعادل حفظ می‌شود.  
②  $1.66 \times 10^{-3}$ ، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.  
③ تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.  
④  $1.66 \times 10^{-3}$ ، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

(۱۶۴) ۲ مول از  $AX_2(s)$  در یک ظرف ۵ لیتری در بسته گرما داده می‌شود. اگر مقدار  $K$  برای واکنش:  $AX_2(s) \rightleftharpoons A(g) + X_2(g)$ ، در دمای  $100^\circ C$  و  $300^\circ C$ ، به ترتیب برابر  $10^{-4}$  و  $10^{-1} (mol^2 \cdot L^{-2})$  باشد، غلظت تعادلی  $X_2(g)$  در  $300^\circ C$  به تقریب چند برابر آن در  $100^\circ C$  است؟  
مرجع: سراسری - ۱۳۹۷

- ① ۲۵٫۴      ② ۳۱٫۶      ③ ۱۰۰      ④ ۱۰۰۰

(۱۶۵) انحلال پذیری کلسیم سولفات در دمای معین، برابر ۰٫۲۷۲ گرم در ۱۰۰g آب است. ثابت تعادل:  $CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca_{(aq)} + SO_4(aq)$  برابر چند  $mol^2 \cdot L^{-2}$  است؟  
مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۷

- ①  $4 \times 10^{-4}$       ②  $4 \times 10^{-6}$       ③  $2 \times 10^{-4}$       ④  $2 \times 10^{-6}$

(۱۶۶) در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، سه مول  $SO_2(g)$  و دو مول  $NO_2(g)$  وارد واکنش تعادلی  $SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$  می‌شود. مقدار  $K$  کدام است و درصد جرمی کدام گاز در مخلوط تعادلی، بیشتر است؟  
مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۷

- ①  $SO_3$ ، ۹      ②  $NO$ ، ۹      ③  $SO_3$ ، ۱۳٫۵      ④  $NO$ ، ۱۳٫۵

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷

(۱۶۷) یک مول  $H_2(g)$  و سه مول  $CuO(s)$  در یک ظرف یک لیتری در بسته در واکنش تعادلی:

$CuO(s) + H_2(g) \rightleftharpoons Cu(s) + H_2O(g)$ ,  $K = 4$  وارد شده‌اند. اگر پس از برقراری تعادل، یک مول گاز  $H_2$  اضافی در دمای ثابت وارد ظرف شود، پس از برقراری دوباره تعادل، غلظت  $H_2(g)$  برابر چند مول بر لیتر، خواهد شد؟

- ① ۰٫۴      ② ۰٫۶      ③ ۱٫۴      ④ ۱٫۶

(۱۶۸) اگر در یک واکنش گاه به حجم ۱۵۰ لیتر، ۵ کیلوگرم  $SnO_2$  به همراه ۵٫۶ کیلوگرم گاز  $CO$  وارد شده و پس از واکنش و برقراری تعادل:

$SnO_2(s) + 2CO(g) \rightleftharpoons Sn(s) + 2CO_2(g)$ ، ۲٫۴ کیلوگرم فلز قلع به دست آید، ثابت تعادل کدام است؟  
 مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷  
 $C = 12, O = 16, Sn \approx 120 : g \cdot mol^{-1}$  (سامانه واکنش بسته فرض شود.)

- ① ۰٫۰۶۲۵      ② ۰٫۰۲۵      ③ ۰٫۶۲۵      ④ ۰٫۲۵

(۱۶۹) در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن دی‌سولفید وارد شده است. اگر در لحظه تعادل ۰٫۱ مول از هر

واکنش‌دهنده، ۰٫۵ مول گاز متان و ۱ مول گاز هیدروژن سولفید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، مقدار  $K$  برحسب  $L^2 \cdot mol^{-2}$ ، کدام است؟  
 مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸  
 (معادله موازنه شود.  $CS_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2S(g)$ )

- ①  $6,25 \times 10^5$       ②  $6,25 \times 10^6$       ③  $125 \times 10^5$       ④  $1,25 \times 10^6$

(۱۷۰) در یک آزمایش، ۲٫۱ مول  $F_2(g)$  و ۱٫۱ مول  $H_2O(g)$  در یک ظرف دو لیتری با هم واکنش می‌دهند. اگر در لحظه تعادل، ۲ مول گاز

فلوئور، یک مول آب، ۰٫۲ مول  $HF$  و ۰٫۵ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار  $K$  (برحسب )، کدام است؟  
 (معادله موازنه شود.  $F_2(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons O_2(g) + HF(g)$ )  
 مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

- ①  $10^{-5}$       ②  $10^{-4}$       ③  $2 \times 10^{-3}$       ④  $5 \times 10^{-3}$

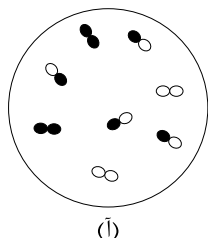
(۱۷۱) گرم گاز  $NO_2$  را با ۲۱٫۳ گرم گاز کلر در یک ظرف ۴ لیتری در بسته گرم می‌کنیم تا واکنش تعادلی:

$2NO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2Cl(g)$  انجام شود، اگر در حالت تعادل، ۵۰ درصد گاز  $NO_2$  مصرف شده باشد، ثابت تعادل و نسبت مولی  $NO_2$  به گاز  $Cl_2$  در مخلوط تعادلی، کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،  $N = 14, O = 16, Cl = 35,5 : g \cdot mol^{-1}$ )

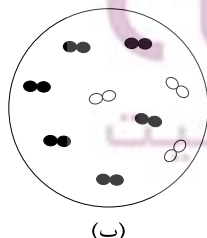
- ① ۱٫۲۰      ② ۲٫۲۰      ③ ۱٫۲۰۰      ④ ۲٫۲۰۰  
 مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

(۱۷۲) شکل (آ) مخلوط در حال تعادل را برای واکنش  $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$  نشان می‌دهد. هنگامی که واکنش در شکل (ب) به تعادل

برسد، به ترتیب از راست به چپ، چند مول از گازهای  $X_2$ ،  $Y_2$  و  $Z$  در ظرف واکنش وجود خواهند داشت؟ (هر ذره، نشان‌دهنده مرجع: سراسری- ۱۴۰۰  
 ۰٫۱ مول و حجم ظرف‌های واکنش، برابر ۲٫۲۵ لیتر و دما ثابت است.)



(آ)



(ب)

$X_2 : \infty$   
 $Y_2 : \infty$   
 $Z : \infty$

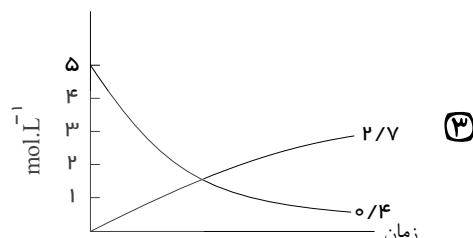
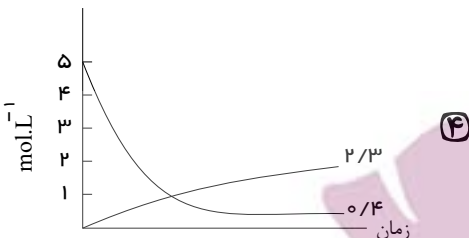
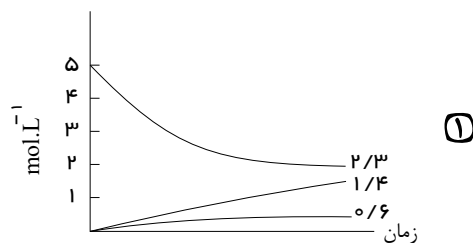
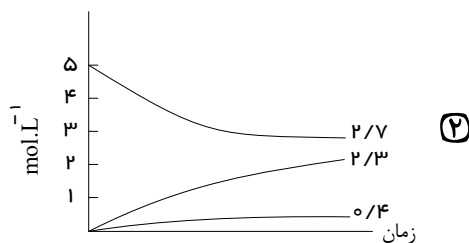
- ① ۰٫۴، ۰٫۴، ۰٫۱  
 ② ۰٫۱، ۰٫۴، ۰٫۱  
 ③ ۰٫۳، ۰٫۳، ۰٫۲  
 ④ ۰٫۲، ۰٫۳، ۰٫۲



۱۷۳) اگر واکنش تعادلی  $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ ,  $K = 49$ ، در یک ظرف دو لیتری، با ۱۰ مول  $NO(g)$  در شرایط مناسب آغاز شود،

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۰

کدام نمودار نشان دهنده روند تقریبی تغییر غلظت مواد تا برقرار شدن حالت تعادل است؟



۱۷۴) مول‌های برابر از  $CO(g)$  و  $H_2O(g)$  را در یک ظرف در بسته ۴ لیتری تا برقرار شدن تعادل:

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$  گرم می‌کنیم. اگر بازده واکنش برابر ۸۰٪ باشد، ثابت تعادل کدام است و اگر غلظت تعادلی  $CO_2(g)$  برابر ۰٫۴ مول بر لیتر باشد، مقدار آغازی گاز  $CO$  در مخلوط، برابر چند مول بوده است؟ (دما در دو شرایط گفته شده ثابت است.)

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۰

۲٫۰، ۰٫۱۶ (۴)

۰٫۵، ۰٫۱۶ (۳)

۲٫۰، ۰٫۴ (۲)

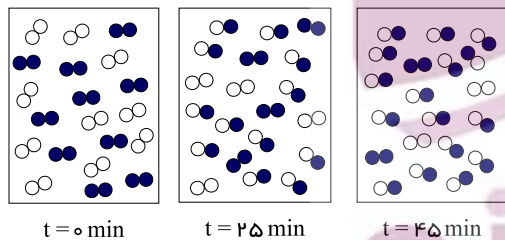
۰٫۵، ۰٫۴ (۱)

۱۷۵) با توجه به شکل‌های زیر، که پیشرفت واکنش:  $A_2(g) + D_2(g) \rightleftharpoons 2AD(g)$  را نشان می‌دهد، سرعت واکنش در ۲۵ دقیقه آغازی چند

مول بر لیتر بر ثانیه و ثابت تعادل واکنش، کدام است؟ (واکنش در ۴۵ دقیقه، به تعادل می‌رسد، هر ذره معادل ۰٫۱ مول و حجم ظرف واکنش، ۲ لیتر در

مرجع: سراسری - ۱۴۰۱

نظر گرفته شود.)



(۱)

(۲)

(۳)

(۴)  $64, 2 \times 10^{-4}$

۱۷۶) اگر در یک ظرف ۵ لیتری در بسته در دمای معین، ۴ مول گاز هیدروژن و ۳ مول گاز نیتروژن را مطابق فرآیند هابر مخلوط و گرم کنیم و در

مرجع: سراسری - ۱۴۰۱

حالت تعادل، ۲ مول گاز نیتروژن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

۴۰٫۲۵ (۴)

۸۰٫۷۵ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

۱۷۷) با توجه به واکنش تعادلی:  $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ,  $K = 50$  که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است. اگر در

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۱

حالت تعادل، ۲٫۲ مول  $Z(g)$  و ۰٫۴ مول  $Y_2(g)$  در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار  $X_2(g)$  برابر چند مول است؟

۰٫۲۵۰ (۴)

۰٫۲۴۲ (۳)

۰٫۱۲۵ (۲)

۰٫۱۲۱ (۱)

۱۷۸) مقدار ۱٫۵ مول گاز  $A$  با ۰٫۶ مول گاز  $X_2$  و ۰٫۵ مول گاز  $D_2$  در یک دمای معین در یک ظرف در بسته سه لیتری به حالت تعادل:

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲

$X_2(g) + 3D_2(g) \rightleftharpoons 2A(g)$  وجود دارند. مقدار ثابت تعادل کدام است و مقدار گاز  $D_2$  در آغاز واکنش، برابر چند مول بوده است؟

۲٫۳۰ (۴)

۲٫۷۵، ۰٫۲۷۰ (۳)

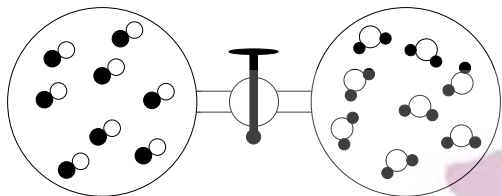
۲٫۷۵، ۰٫۳۰ (۲)

۰٫۲۷۰ (۱)

(۱۷۹) اگر در واکنش به حالت تعادل:  $2NO(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$ ، در دمای معین، ۶۶ گرم  $NOBr$ ، ۱۸ گرم  $NO$  و ۲۴ گرم  $Br_2$  در یک ظرف سه لیتری وجود داشته باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش کدام است و اگر برای رسیدن به این تعادل، ۶۰ درصد از مقدار آغازی  $Br_2$  مصرف شده باشد، واکنش با چند مول  $Br_2$  آغاز شده است؟ ( $N = 14, O = 16, Br = 80 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: سراسری-۱۴۰۲

- (۱) ۰٫۲۵۰۲۰ (۲) ۰٫۳۷۵۰۲۰ (۳) ۰٫۳۷۵۰۰۵ (۴) ۰٫۲۵۰۰۰۵

(۱۸۰) اگر دو ظرف در بسته متصل به یکدیگر، مطابق شکل زیر، هریک با حجم یک لیتر، یکی دارای گاز  $CO$  و دیگری بخار  $H_2O$  آماده شده، سپس شیر میان آنها باز شود تا با هم مخلوط شوند و در شرایط مناسب، واکنش تعادلی:  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ ،  $K = 9$ ، انجام شود، مقدار گاز  $H_2$  در مخلوط تعادلی، برابر چند مول است؟ (هر ذره هم‌ارز ۰٫۰۲۵ مول در نظر گرفته شود.) مرجع: سراسری-۱۴۰۲



- (۱) ۰٫۰۲۵ (۲) ۰٫۰۵۰ (۳) ۰٫۰۷۵ (۴) ۰٫۱۵۰

(۱۸۱) در واکنش فرضی به حالت تعادل:  $A(g) + D(g) \rightleftharpoons X(g)$ ، در یک ظرف ۴ لیتری، مقدار ۰٫۲ مول از هر یک از این گازها وجود دارد. اگر حجم ظرف به یک لیتر کاهش یابد، مقدار گاز  $X$  در تعادل جدید، برابر چند مول خواهد بود؟ (شرایط دمایی واکنش، ثابت در نظر گرفته می‌شود و  $\sqrt{33} \approx 5.74$ ) مرجع: سراسری-۱۴۰۲

- (۱) ۰٫۵۱ (۲) ۰٫۴۳ (۳) ۰٫۲۸ (۴) ۰٫۱۲

(۱۸۲) در یک ظرف ۵۰۰ میلی‌لیتری در بسته، مخلوطی از ۰٫۵۵ مول گاز متان و ۰٫۲ مول گاز هیدروژن سولفید را تا برقرار شدن تعادل:  $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$ ، گرم می‌دهیم. اگر در حالت تعادل، ۸ گرم گاز متان در مخلوط گازها وجود داشته باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟ ( $H = 1, C = 12 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: خارج از کشور-۱۴۰۲

- (۱)  $6.4 \times 10^{-2}$  (۲)  $4 \times 10^{-3}$  (۳) ۱۵٫۶۲۵ (۴) ۲۵۰

(۱۸۳) اگر ۴٫۸ گرم گاز  $pH_3$  را با ۱٫۲۸ مول گاز  $BCl_3$  در یک ظرف ۴ لیتری در بسته تا برقرار شدن تعادل:  $PH_3(g) + BCl_3(g) \rightleftharpoons H_3PBCl_3(g)$ ، گرم کنیم و ۰٫۲۸ مول گاز  $H_3PBCl_3$  در حالت تعادل وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش، به تقریب، کدام است؟ ( $H = 1, P = 31 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: خارج از کشور-۱۴۰۲

- (۱) ۲٫۱۲ (۲) ۱٫۲۲ (۳) ۳٫۰ (۴) ۰٫۳

(۱۸۴) واکنش گازی:  $4X + Y \rightleftharpoons 2M + 2Z$ ،  $K = 25$ ، با تزریق مول‌های برابر از واکنش‌دهنده‌ها به یک ظرف در بسته انجام می‌شود. اگر ۰٫۲ مول گاز  $X$ ، با ۰٫۸ مول گاز  $Y$ ، در تعادل باشد، حجم ظرف واکنش، برابر چند میلی‌لیتر است؟ مرجع: سراسری-۱۴۰۳

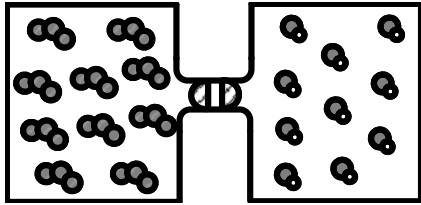
- (۱) ۲۵۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۱۲۵۰ (۴) ۲۵۰۰

(۱۸۵) ۰٫۰۶ مول گاز  $NO_2Cl$  وارد ظرف ۲ لیتری در بسته می‌شود. اگر در شرایط مناسب انجام واکنش، کاهش جرم واکنش‌دهنده تا رسیدن به تعادل گازی:  $2NO_2Cl \rightleftharpoons Cl_2 + 2NO_2$ ، برابر ۳٫۲۶ گرم باشد، ثابت تعادل و شمار مول‌های گازی درون ظرف در حالت تعادل، کدام است؟ ( $N = 14, O = 16, Cl = 35.5 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: سراسری-۱۴۰۳

- (۱) ۰٫۰۴۰۰۰۸ (۲) ۰٫۰۴۰۰۰۴ (۳) ۰٫۰۸۰۰۰۸ (۴) ۰٫۰۸۰۰۰۴

۱۸۶) اگر گازهای  $O_3$  و  $NO$  در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل و با باز شدن شیر با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش تعادلی:  
 $O_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g)$ ,  $K = 9$  انجام گیرد، پس از برقراری تعادل، غلظت مولی گاز اکسیژن کدام است و در مجموع، چند مول گاز در ظرف وجود خواهد داشت؟ (هر ذره، معادل ۰٫۱ مول ماده است).

مرجع: سراسری - ۱۴۰۳



۱, ۰٫۷۵ (۴)

۱, ۰٫۳۷۵ (۳)

۲, ۰٫۳۷۵ (۲)

۲, ۰٫۷۵ (۱)

۱۸۷) در دمای معین، تعادل گازی:  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ ,  $K = 0.5$ ، در ظرف ۵ لیتری برقرار و شمار مول‌های فراورده، برابر شمار مول‌های هریک از واکنش‌دهنده‌ها است. اگر با کاهش دما، شمار مول‌های فراورده، برابر مجموع شمار مول‌های واکنش‌دهنده‌ها شود، ثابت تعادل جدید، به تقریب، کدام است؟

مرجع: سراسری - ۱۴۰۴

۱٫۷۰ (۴)

۱٫۷۵ (۳)

۲٫۵۵ (۲)

۳٫۴۰ (۱)

۱۸۸) اگر واکنش:  $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$ ، در یک سیلندر مجهز به پیستون روان و با ۲ مول از هر یک از اجزا در حال تعادل باشد، با کاهش فشار روی پیستون، در تعادل جدید، چند مول بخار آب در ظرف واکنش می‌تواند وجود داشته باشد؟ (دما ثابت است).

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۲

۰٫۸۵ (۴)

۱٫۵۰ (۳)

۳٫۲۰ (۲)

۴٫۴۵ (۱)

۱۸۹) اگر در یک ظرف ۲ لیتری با پیستون متحرک، در دمای معین مقداری  $PCl_5$  گرما داده شود، پس از تشکیل ۷۱ گرم گاز  $Cl_2$ ، تعادل:  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ ,  $K = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  برقرار می‌شود. چنانچه در این شرایط و دمای ثابت حجم ظرف واکنش نصف شود؛ واکنش در کدام جهت جابه‌جا شده و مقدار  $PCl_5$  اولیه چند مول بوده است؟ ( $Cl = 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

مرجع: سراسری - ۱۳۹۴

۱٫۵ برگشت، (۴)

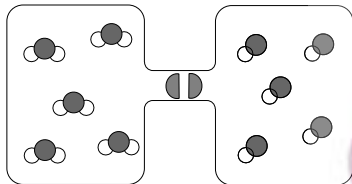
۲٫۵ برگشت، (۳)

۱٫۵ رفت، (۲)

۲٫۵ رفت، (۱)

۱۹۰) اگر گاز  $CO$  و بخار آب موجود در دو ظرف یک لیتری، با باز شدن شیر میان آنها، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش تعادلی:  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ ,  $K = 16$  انجام گیرد، پس از برقراری تعادل، غلظت مولی گاز  $CO_2$  کدام است و در مجموع چند مول فراورده در ظرف وجود خواهد داشت؟ (هر ذره، معادل ۰٫۱ مول ماده است).

مرجع: خارج از کشور - ۱۴۰۳



۰٫۴, ۰٫۴ (۴)

۰٫۴, ۰٫۲ (۳)

۰٫۸, ۰٫۴ (۲)

۰٫۸, ۰٫۲ (۱)

۱۹۱) در ظرف ۲ لیتری در بسته‌ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر  $L^2 \cdot \text{mol}^{-2}$  ..... است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانه واکنش، ثابت تعادل ..... و واکنش در جهت ..... جابه‌جا می‌شود. ( $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ,  $\Delta H < 0$ )

مرجع: سراسری - ۱۳۹۸

۰٫۱۶، ثابت می‌ماند، برگشت (۴)

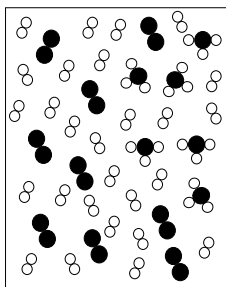
۰٫۲۵، کوچک‌تر می‌شود، برگشت (۳)

۰٫۱۶، ثابت می‌ماند، رفت (۲)

۰٫۲۵، بزرگ‌تر می‌شود، رفت (۱)

۱۹۲) با توجه به شکل زیر، که تعادل فرایند هابر را در یک دما و فشار مشخص نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را هم‌ارز ۰٫۲ مول در نظر بگیرید.)

مرجع: سراسری - ۱۴۰۲



شمار مول‌های آغازی نیتروژن، برابر ۱۲ بوده است. (۱)

شمار مول‌های آغازی هیدروژن، برابر ۳۶ بوده است. (۲)

اگر واکنش، کامل (برگشت‌ناپذیر) در نظر گرفته شود، در نهایت ۴٫۸ مول آمونیاک تشکیل خواهد شد. (۳)

اگر دمای واکنش (بدون تغییر فشار) افزایش یابد، شمار مول‌های آمونیاک در تعادل جدید، می‌تواند به ۱٫۶ برسد. (۴)

(۱۹۳) در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، ۸٫۵ مول گاز A را با ۵ مول گاز D تا برقرار شدن تعادل:  $3A(g) + 2D(g) \rightleftharpoons X(g) + 2Z(g)$  می‌دهیم. اگر در حالت تعادل، ۲ مول گاز X در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل در شرایط واکنش، کدام است؟ مرجع: سراسری-۱۴۰۲

- (۱) ۵٫۲ (۲) ۴۸٫۴ (۳) ۳۶٫۵ (۴) ۲۶٫۸

(۱۹۴) اگر در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، ۲٫۵ مول  $N_2O_5(g)$  وارد شده و در اثر گرما، ۲۰٪ از آن طبق واکنش تعادلی:  $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$  تجزیه شود، مقدار K بر حسب  $mol^3 \cdot L^{-3}$  کدام است و اگر در همین ظرف و در دمای ثابت، دو مول از هریک از این سه ماده وارد شود، واکنش در کدام جهت جابه‌جا می‌شود؟ مرجع: سراسری-۱۳۹۷

- (۱) ۰٫۱۲۵ برگشت (۲) ۰٫۱۲۵ رفت (۳)  $5 \times 10^{-4}$  رفت (۴)  $5 \times 10^{-4}$  برگشت

(۱۹۵) در فرایند تعادلی تولید  $SO_3(g)$ ، ۶ مول از هر یک از گازهای  $SO_2$  و  $O_2$  در یک ظرف ده لیتری واکنش می‌دهند. پس از خارج شدن ۲ مول از فراورده و برقراری دوباره تعادل، غلظت  $SO_3(g)$  به ۰٫۲ مول بر لیتر رسیده است. مقدار ثابت تعادل این واکنش چند  $L \cdot mol^{-1}$  است؟ مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۴

- (۱) ۱٫۲۵ (۲) ۲٫۵ (۳) ۱۲٫۵ (۴) ۲۵

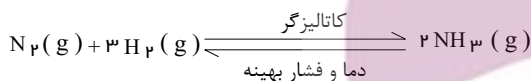
(۱۹۶) در یک ظرف استوانه‌ای با پیستون روان با حجم ۳ لیتر، ۳ مول از هر یک از گازهای شرکت کننده در واکنش:  $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$  در حالت تعادل اند. اگر حجم ظرف در دمای ثابت، به یک لیتر کاهش یابد، غلظت تعادلی  $COCl_2$ ، چند مول بر لیتر می‌شود؟ مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۴

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲٫۵ (۴) ۱٫۵

(۱۹۷) اگر در دو دمای  $a^\circ C$  و  $b^\circ C$ ، ثابت تعادل واکنش گازی:  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ ، به ترتیب، برابر ۰٫۱ و ۴ باشد، با وارد کردن یک مول از هر واکنش‌دهنده به ظرف ۲ لیتری برای آغاز واکنش، بازده درصدی واکنش در دمای  $b^\circ C$ ، چند برابر بازده درصدی واکنش در دمای  $a^\circ C$  خواهد بود؟ مرجع: سراسری-۱۴۰۴

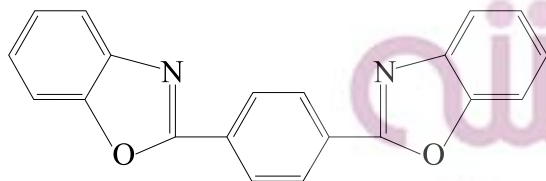
- (۱) ۷٫۵ (۲) ۱۰٫۵ (۳) ۱۵ (۴) ۲۱

(۱۹۸) ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر، با یکدیگر واکنش داده شده‌اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ ( $N = 14, H = 1 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۸



- (۱) ۹۵٫۲ (۲) ۱۲۹٫۲ (۳) ۱۷۰ (۴) ۳۴۰

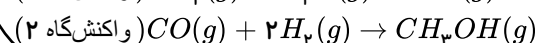
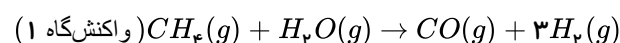
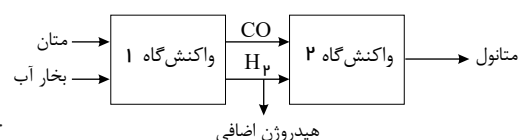
(۱۹۹) با توجه به ساختار مولکول نشان داده‌شده، چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟  
از دو بخش مشابه متصل به یک حلقه بنزنی تشکیل شده است.



- شمار پیوندهای دوگانه، ۴ برابر شمار پیوندهای دوگانه در مولکول استیرن است.
- شمار پیوندهای یگانه کربن - کربن، ۸ برابر شمار پیوندهای کربن - هیدروژن است.
- شمار اتم‌های هیدروژن، دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول ترفتالیک اسید است.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

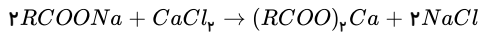
(۲۰۰) یک کارخانه تولید متانول، از واکنش متان با بخار آب برای تولید مواد اولیه لازم استفاده می‌کند (واکنش گاه ۱). در واکنش گاه ۲، از  $CO(g)$  و  $H_2(g)$  تولید شده، متانول تهیه می‌شود. به‌ازای تولید هر کیلوگرم گاز هیدروژن اضافی مورد استفاده در سلول‌های سوختی، چند کیلوگرم متانول به‌دست می‌آید؟ (همه واکنش‌ها کامل فرض شوند.  $H = 1, C = 12, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ ) مرجع: خارج از کشور-۱۳۹۷



- (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴) ۲۵

# پاسخ نامه تشریحی

واکنش موازنه شده به صورت روبه‌رو است: **۱ ۲ ۳ ۴ ۱**

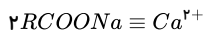


ابتدا، مقدار صابونی که با آب سخت به‌طور کامل واکنش می‌دهد را محاسبه می‌کنیم:

$$200 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{10^6 \text{ g}}{10^6 \text{ g}} \times \frac{40 \text{ g } Ca^{2+}}{1 \text{ mol } Ca^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{236 \text{ g صابون}}{1 \text{ mol صابون}} = 472 \text{ g صابون}$$

با توجه به اینکه جرم صابون مورد نیاز برابر ۴۷۲ گرم است، بنابراین تمام صابون اضافه شده (۱۰۰٪) به حالت رسوب در می‌آید.

**۱ ۲ ۳ ۴ ۲**

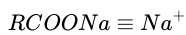


$$\frac{x}{2 \times 300} = \frac{10^6 \text{ g} \times 200 \text{ mL}}{1 \times 24} \Rightarrow x = 16.5 \text{ g صابون}$$

$$\frac{y}{2 \times 300} = \frac{0.0025 \times 2.5}{1} \Rightarrow y = 3.75 \text{ صابون}$$

$$\frac{\text{صابون مصرفی}}{\text{صابون اولیه}} \times 100 = \frac{16.5 + 3.75}{27} \times 100 = 75\%$$

نرم‌کننده‌های آب دارای  $Na^+$  هستند که در واکنش صابون با این املاح آزاد شده،  $Na^+$  آزاد می‌کنند:



$$\frac{75}{1 \times 300} \times \frac{?g}{100} = \frac{?g}{1 \times 23} \Rightarrow ?g Na^+ = 1.55$$

عبارت‌های «الف» و «ب» درست هستند. **۱ ۲ ۳ ۴ ۳**

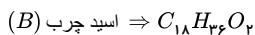
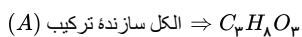
اسید چرب  $B \Rightarrow$  استرسنگین سه‌عاملی  $A \Rightarrow$

بررسی همه عبارت‌ها:

«الف»: از آبکافت هر مول استر ( $A$ )، سه مول اسید چرب با فرمول مولکولی ( $B$ ) حاصل می‌شود.

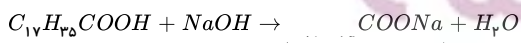
«ب»: زنجیر هیدروکربنی کربوکسیلیک اسید ( $B$ )، بلند است و نیروی بین‌مولکولی غالب در آن از نوع وان‌دروالسی است.

«پ»:



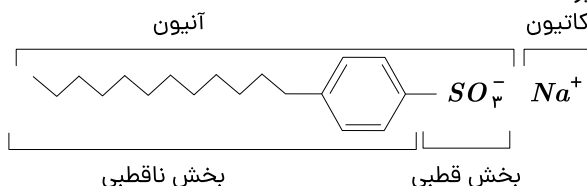
$$\Rightarrow M_{(\text{الکل})} - M_{(\text{اسید})} = (18(12) + 37(1) + 2(16)) - (17(12) + 35(1) + 2(16)) = 192 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

«ت»:

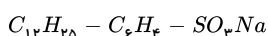


$$\frac{0.4 \text{ mol } C_{17}H_{35}COOH}{1} = \frac{x \text{ g}}{1 \times 306} \Rightarrow x = 122.4 \text{ g صابون}$$

ساختار پاک‌کننده با حلقه بنزنی که یک پاک‌کننده غیرصابونی بوده، به صورت زیر است: **۱ ۲ ۳ ۴ ۴**

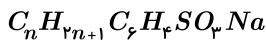
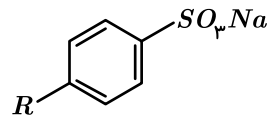


شش کربن این ماده در حلقه بنزنی و ۱۲ کربن دیگر آن در زنجیره هیدروکربنی قرار دارند و با توجه به سیر شده بودن زنجیره کربنی، تعداد اتم‌های هیدروژن آن برابر ۲۵ است. فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت زیر است:



در نتیجه جرم مولی آن برابر ۳۴۸ گرم بر مول است، حال اگر ۴ اتم هیدروژن موجود در حلقه بنزنی را با گروه متیل ( $CH_3$ ) عوض کنیم، جرم مولی به اندازه جرم چهار  $CH_3$ ، یعنی ۵۶ گرم بر مول، افزایش می‌یابد که به تقریب معادل ۱۶ درصد جرم اولیه است.





$H$  تعداد :  $2n + 5$

$C$  تعداد :  $n + 6$

$C, H$  تفاوت تعداد :  $(2n + 5) - (n + 6) = 11$

$n - 1 = 11 \rightarrow n = 12 \rightarrow C_{12} H_{25} C_6 H_5 SO_3 Na$

مولی  $C_{12} H_{25} C_6 H_5 SO_3 Na = 348 \frac{g}{mol}$

عبارت‌های سوم و پنجم درست هستند. (۱) (۲) (۳) (۴) (۶)

بررسی همه عبارت‌ها:

عبارت اول: قطعاً رسانایی الکتریکی نمک‌ها به حالت فیزیکی آن‌ها بستگی دارد.

عبارت دوم: چربی‌ها و رنگ‌ها و همچنین هگزان ناقطبی هستند و در یکدیگر حل می‌شوند، اما استون نیز می‌تواند چربی‌ها و رنگ‌ها را در خود حل کند.

عبارت سوم:

$$? hKOH = 50 \times 10^{-3} L \times \frac{1}{1 L} \times \frac{1}{1 mol KOH} = 11.2 g KOH$$

عبارت چهارم: اتانول به صورت مولکولی در آب حل می‌شود و رسانایی الکتریکی آب را تغییر نمی‌دهد.

عبارت پنجم: در ساختار یخ هر اتم اکسیژن، با دو پیوند کووالانسی به دو اتم  $H$  خود و با دو پیوند هیدروژنی به دو اتم  $H$  دیگر مولکول‌ها پیوند دارد.

غلظت یون هیدرونیوم برابر است با: (۱) (۲) (۳) (۴) (۷)

$$pH = 10.7 \rightarrow [H^+] = 10^{-10.7} = 10^{-11+0.3} = 10^{-11} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-11} mol \cdot L^{-1}$$

غلظت یون هیدروکسید برابر است با:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow 2 \times 10^{-11} \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = 5 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$$

در نهایت، برای محاسبه نسبت موردنظر داریم:

$$\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = \frac{5 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-11}} = 2.5 \times 10^7$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۸)

$$X: [H^+] = M \cdot \alpha \rightarrow [10^{-2}] = M \times 10^{-1.3} \rightarrow M = \frac{10^{-2}}{10^{-1.3}} \rightarrow M = \frac{10^{-1} \times 10^{0.3}}{10^2}$$

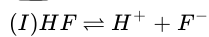
$$\log 2 = 0.3 \rightarrow M = \frac{2 \times 10^{-1}}{10^2} \rightarrow M = 2 \times 10^{-3}$$

$$Y: [H^+] = M \cdot \alpha \rightarrow [10^{-3}] = M \times 10^{-0.7} \rightarrow M = \frac{10^{-3}}{10^{-0.7}} \rightarrow M = \frac{10^{-2.7}}{10^3}$$

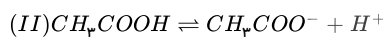
$$\log 5 = 0.7 \rightarrow M = \frac{5}{10^3} \rightarrow M = 5 \times 10^{-3}$$

$$\bar{Y} = \frac{2}{5 \times 10^{-3}} \rightarrow \frac{2}{5} \times 10^3 = 400$$

(۹) (۱) (۲) (۳) (۴)



$$t = 0 \quad \begin{array}{c|c|c} M_1 = 0.2 & 0 & 0 \\ \hline 0.2 - (0.2 \times 0.24) & 0.2 \times 0.24 & 0.2 \times 0.24 \end{array}$$



$$t = 0 \quad \begin{array}{c|c|c} M_1 = 0.1 & 0 & 0 \\ \hline 0.1 - (0.1 \times 0.2) & 0.1 \times 0.2 & 0.1 \times 0.2 \end{array}$$

$$\frac{I \text{ مجموع غلظت مولکول‌ها در } I}{II \text{ مجموع غلظت یون‌ها در } II} = \frac{488 \times 10^{-3}}{2 \times 2 \times 10^{-3}} = \frac{488 \times 10^{-3}}{10^{-2}} = 48.8$$

ابتدا باید درجه یونش اسید را به دست آوریم. (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۰)

$$\alpha = \frac{[F^-]}{[HA]} = \frac{0.2}{5 \times 10^{-2}} = 10^{-2}$$

حال با استفاده از رابطه ثابت یونش و درجه یونش می‌توان نوشت:

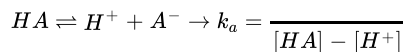
$$\alpha < 0.05 \Rightarrow Ka = \alpha^2 \cdot [HA]_{\text{اولیه}} = (10^{-2})^2 \times 5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-6}$$

عبارت‌های اول و چهارم درست هستند. (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۱)

فورمیک اسید ( $HCOOH$ )، قدرت اسیدی بیشتری از استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) دارد.

بررسی همه عبارت‌ها:

عبارت اول:



$$\left( \frac{[H^+]_{II}}{[H^+]_{I}} \right) = \sqrt{\frac{K_{aI}(M_{HCOOH} - [H^+]_{I})}{K_{aII}(M_{HCOOH} - [H^+]_{II})}} \xrightarrow{K_{aII} = 10^{-10}} \sqrt{10 \times \left( \frac{[H^+]_{I}}{1 - [H^+]_{II}} \right)} \xrightarrow{[H^+]_{I} > [H^+]_{II}} \frac{[H^+]_{I}}{[H^+]_{II}} < \sqrt{10}$$

عبارت دوم: از آنجایی که غلظت اولیه اسیدها یکسان و قدرت آن‌ها متفاوت است، این عبارت نادرست است.

عبارت سوم: با تغییر غلظت، ثابت یونش‌ها اسیدها تغییری نمی‌کند!

عبارت چهارم:

$$\frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده محلول I}}{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده محلول II}} = \frac{M(CH_3COOH) - [H^+]_{II}}{M(HCOOH) - [H^+]_{I}} = \frac{[H^+]_{I} - [H^+]_{II}}{1 - [H^+]_{I}} > 1$$

۱۲ ۴ ۳ ۲ ۱

$$\frac{3g HY}{88g} = 0.06 mol \rightarrow [HY]_{\text{اولیه}} = \frac{0.06}{1} = 6 \times 10^{-2}$$

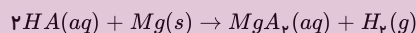
$$\frac{5.4g HX}{60g} = 0.09 mol \rightarrow [HX]_{\text{اولیه}} = \frac{0.09}{2} = 4.5 \times 10^{-2}$$

با توجه به برابر بودن غلظت آنیون‌ها در دو محلول، غلظت یون هیدرونیوم در دو محلول برابر و در نتیجه مجموع غلظت یون‌ها در هر دو یکسان است. با توجه به تفاوت بودن حجم محلول‌ها، مقدار یون‌ها در محلول‌ها برابر نیست.

با غلظت اولیه کمتر اسید  $HX$ ، غلظت یون هیدرونیوم تولیدشده در دو محلول برابر است، بنابراین این اسید قوی‌تر بوده و  $K_a$  بزرگ‌تری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش اسیدهای تک‌پروتون‌دار با فلز منیزیم به صورت زیر است:



پس از واکنش دو مول اسید با فلز منیزیم، یک مول گاز هیدروژن تولید می‌شود. مقدار اسید در محلول  $HX$  بیشتر بوده و مقدار هیدروژن بیشتری در واکنش بالا آزاد خواهد کرد.

۳) غلظت اولیه اسید در محلول  $HY$  بیشتر و غلظت آنیون دو محلول برابر است. پس غلظت مولکول‌های یونش‌نیافته اسید در محلول  $HY$  بیشتر است.

$$[HA] = M - [A^-]$$

۴) با توجه به برابر بودن غلظت یون هیدرونیوم دو محلول، غلظت یون هیدروکسید نیز در دو محلول برابر خواهد بود.

۱۳ ۴ ۳ ۲ ۱ در شروع واکنش غلظت  $H^+$  یک مولار و  $pH = 0$  است و با گذشت ۱۰۰ ثانیه غلظت  $A^-$  به میزان  $0.6 mol \cdot L^{-1}$  کاهش می‌یابد. بنابراین مقدار

غلظت  $H^+$  نیز به دلیل برابر بودن ضریب  $A^-$  و  $H^+$  به همین میزان کاهش می‌یابد. پس:

$$[H^+] = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log 0.4 = -\log 4 \times 10^{-1} \\ = 1 - \log 4 = 1 - 2 \log 2 = 1 - 2 \times 0.3 = 0.4$$

با توجه به گزینه‌ها، در گزینه ۳، در ثانیه ۱۰۰، مقدار  $pH$  برابر ۰.۴ است.

۱۴ ۴ ۳ ۲ ۱

با توجه به روند زیر می‌توانیم ثابت یونش در دمای  $25^\circ C$  را تعیین کنیم. به‌ازای افزایش دما به اندازه  $10^\circ C$ ، ثابت یونش ۱۲.۵٪ افزایش می‌یابد.

| ثابت یونش                                                                                      | دما ( $^\circ C$ ) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| $K_a$                                                                                          | ۲۵                 |
| $K_a + \frac{12.5}{100} K_a = \frac{9}{10} K_a$                                                | ۳۵                 |
| $\frac{9}{10} K_a + \frac{12.5}{100} \cdot \frac{9}{10} K_a = \left(\frac{9}{10}\right)^2 K_a$ | ۴۵                 |

$$\left(\frac{9}{10}\right)^2 K_a = 2 \times 10^{-4} \Rightarrow K_a = \left(\frac{10}{9}\right)^2 \times 2 \times 10^{-4}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow \left(\frac{10}{9}\right)^2 \times 2 \times 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{6} \Rightarrow [H^+]^2 = \left(\frac{10}{9}\right)^2 \times 12 \times 10^{-4}$$

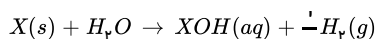
$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{[H^+]^2} = \frac{10^{-14}}{\left(\frac{A}{9}\right)^2 \times 12 \times 10^{-4}} \approx 1,1 \times 10^{-11}$$

با افزایش دما ثابت یونش افزایش و شمار یون‌های  $[H^+]$  افزایش می‌یابد (اسید بیشتر یونیده می‌شود) و شمار یون‌های هیدروکسید کم می‌شود.

در گروه یک (فلزهای قلیایی) از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری عنصرها افزایش می‌یابد. **۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵**

بررسی سایر گزینه‌ها:

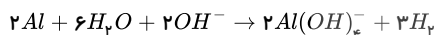
(۲) با توجه به معادله واکنش موازنه‌شده فلزهای قلیایی با آب، از واکنش هر مول فلز قلیایی با آب  $11,2$  لیتر گاز هیدروژن حاصل می‌شود.



(۳) در  $XOH$ ، شمار کاتیون با آنیون برابر است.

(۴) یک گرم از فلزهای قلیایی تعداد مول‌های متفاوتی دارد؛ بنابراین غلظت محلول‌های حاصل و  $pH$  آنها با هم برابر نخواهد بود.

**۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶**



$$pH = 13 \Rightarrow [H^+] = 10^{-13} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1}$$

پس غلظت  $NaOH$  از یک مولار به  $0,1$  مولار می‌رسد.

$$2L \times (1 - 0,1) mol \cdot L^{-1} = 1,8 mol \text{ شده } NaOH$$

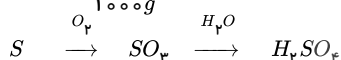
$$R_{(H_2)} = 50 \frac{s}{s} \times \frac{1L}{1000mL} \times \frac{1}{2\Delta L} = 0,002 \frac{s}{s}$$

$$R(NaOH) = \frac{2}{3} R_{(H_2)} = \frac{2 \times 0,002}{3} = \frac{4}{3000} \frac{s}{s} = \frac{1,8}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 1350s$$

**۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷** جرم گوگرد را در  $1kg$  سوخت پیدا می‌کنیم.

$$ppm = \frac{S_{جرم}}{جرم سوخت} \times 10^6$$

$$6400 = \frac{S}{1000g} \times 10^6 \Rightarrow S_{جرم} = 6,4g$$



$$\frac{6,4g}{32} = \frac{x \text{ mol}}{1} \quad x = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow C_m = \frac{0,2}{1000} = 2 \times 10^{-4} \frac{mol}{L}$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-4} \times 2 \times 1 = 4 \times 10^{-4} \Rightarrow pH = -\log^{4 \times 10^{-4}} = 4 - 2 \log 2 = 3,4$$

پس  $pH$  آب از ۷ به  $3,4$  می‌رسد یعنی  $3,6$  واحد کم می‌شود.

**۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸** ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 1 \rightarrow [H^+] = 0,1 mol \cdot L^{-1}$$

با توجه به رابطه ثابت یونش داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]_{\text{اولیه}} - [H^+]} \Rightarrow 0,25 = \frac{(0,1)^2}{[HA]_{\text{اولیه}} - 0,1} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = 0,14 mol \cdot L^{-1}$$

حال می‌توان نوشت:

$$1L \text{ محلول} \times \frac{0,14 mol}{1L \text{ محلول}} \times \frac{1}{1 mol} = 22,89g$$

**۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹**

برای به‌دست آوردن مقدار  $[A^-]$  در محلول جدید، باید مقدار کل  $[H^+]$  موجود در محلول جدید را در فرمول  $K_a$  اسید جای‌گذاری کنیم. ولی با توجه به اینکه مقدار  $[H^+]$  حاصل از  $HCl$

بالاست ( $pH = 1$ ) و محلول بسیار اسیدی است) و اسید حل‌شده ضعیف است ( $K_a$  کوچک دارد)، از  $H^+$  حاصل از اسید ضعیف صرف‌نظر می‌کنیم و فقط  $H^+$  حاصل از  $HCl$  را در فرمول  $K_a$

جای‌گذاری می‌کنیم تا مقدار تقریبی  $[A^-]$  در محلول جدید به دست آید:

$$[HA] = \frac{1 mol HA}{1L \text{ محلول}} = 1 mol \cdot L^{-1}, [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} = 0,1$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{0,1 \times [A^-]}{1} \Rightarrow [A^-] = 2 \times 10^{-4}$$

**۱ ۲ ۳ ۴ ۲۰**

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}$$

برای اسید ضعیف‌تر ( $K_a$  کوچک‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]}{C_M - [H^+]} \xrightarrow[\text{داریم}]{\text{برای اسید ضعیف}} K_a = \frac{[H^+]}{C_M} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{(10^{-3})^2}{C_M} \Rightarrow C_M = 5 \times 10^{-2}$$

برای اسید قوی‌تر ( $K_a$  بزرگ‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]}{C'_M - [H^+]} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = \frac{(10^{-3})^2}{C'_M - 10^{-3}}$$

$$C'_M - 10^{-3} = 5 \times 10^{-4} \Rightarrow C_M = 5 \times 10^{-4} + 10^{-3} = 15 \times 10^{-4}$$

$$\frac{C'}{C_M} = \frac{15 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-2}} = 0.3$$

ابتدا،  $[H^+]$  و سپس غلظت اسید حل شده را تعیین می‌کنیم: (۱) (۲) (۳) (۴) (۲۱)

$$pH = 3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow 0.1 = \frac{10^{-3}}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = 0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

حال  $K_a$  را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{M}{1 - \alpha} = \frac{0.01}{1 - 0.1} \simeq 1.11 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$HCl$  جزو اسیدهای قوی بوده و  $\alpha = 1$  است؛ بنابراین  $[HCl] = [H^+]$  می‌باشد. (۱) (۲) (۳) (۴) (۲۲)

غلظت مولار  $HCl$  برابر است با:

$$[HCl] = \frac{44.8 \times 10^{-3}}{V} \Rightarrow \frac{44.8}{0.5} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$pH$  محلول را تعیین می‌کنیم:

$$pH = -\log 2 \times 10^{-2} = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{1}{2} \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{2 \times 10^{-2}}{\frac{1}{2} \times 10^{-11}} = 4 \times 10^9$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۲۳)

$$[H^+] = M \cdot \alpha$$

$$M = \frac{2.5 \times 10^{-4} \text{ mol}}{V} \Rightarrow \frac{2.5 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-2} L} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$pH = 5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-5}$$

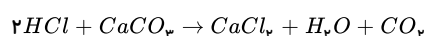
$$10^{-5} = 2.5 \times 10^{-2} \times \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{1}{250} = 0.004$$

$$\alpha \% = (\text{درجه تفکیک یونی}) \times 100 = (\text{درصد تفکیک یونی})$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۲۴)

$$[HCl] = \frac{11.2 \text{ mL} \times \frac{1}{1000}}{25 \times 10^{-3} L} = 0.0448 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow [H^+] = [HCl] = 2 \times 10^{-2}$$

$$pH = -\log (2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 1.7$$



$$1 \text{ mL } HCl \times \frac{1000 \text{ mL } HCl}{1000 \text{ mL } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } HCl} \times \frac{100 \text{ g } CaCO_3}{1 \text{ mol } CaCO_3} \times \frac{1}{10} = 1 \text{ mg } CaCO_3$$

شیمی کنکور - مسائل دوازدهم

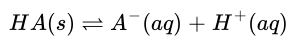
روش دوم:

$$\frac{1 \text{ mL} \times 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{HCl}}{2 \text{ mol}} = \frac{100 \text{ g}}{100 \text{ g}} \Rightarrow x = 1 \text{ mg CaCO}_3$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۵

$$pH = 2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2}, M_{HA} = \frac{[H^+]}{V(L)}$$

$$M_{HA} = \frac{0.258}{0.1} = \frac{2.58}{M}$$



$$K_a = 10^{-2} = \frac{10^{-2}}{M_{HA} - 10^{-2}} \Rightarrow M_{HA} - 10^{-2} = 10^{-2} \Rightarrow M_{HA} = 2 \times 10^{-2}$$

$$M_{HA} = 2 \times 10^{-2} = \frac{2.58}{M} \Rightarrow M = 129 \frac{\text{mol}}{\text{mol}}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۶

برای محلول HX داریم:

$$M = \frac{0.01}{0.1} \text{ L} = 0.1 \text{ و } \alpha = 1 \Rightarrow [H^+]_1 = 0.1 \Rightarrow pH = 1$$

برای محلول HY داریم:

$$M = 0.1, \alpha = 0.02 \Rightarrow [H^+]_2 = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow pH_2 = 3 - \log 2 = 2.7$$

$$\frac{pH_2}{pH_1} = \frac{2.7}{1} = 2.7$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۷

$$ppm = \frac{\text{جرم HCl}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$1 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1}{1 \text{ L}} \times \frac{1}{1} = 0.365 \text{ g HCl}$$

$$1 \text{ mL محلول} \approx \text{جرم آب} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ g}$$

$$ppm = \frac{0.365}{1000} \times 10^6 = 365$$

HCl اسید است و رنگ کاغذ pH در محیط اسیدی، قرمز است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۸

$$pH = 4.22 \Rightarrow [H^+] = 10^{-4.22} = 0.6 \times 10^{-4} = 6 \times 10^{-5}$$

$$HA \text{ غلظت مولی} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{20 \text{ g}}{\text{L}} = 4 \text{ g/L}$$

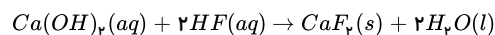
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{6 \times 10^{-5} \times 6 \times 10^{-5}}{0.01} = 3.6 \times 10^{-9}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{M} = \frac{6 \times 10^{-5}}{0.01} \times 100 = 0.6$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۹

$$pH = 2.7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7} = 2 \times 10^{-3}$$

$$\text{درصد یونش} = \frac{[H^+]}{M} \times 100 = \frac{2 \times 10^{-3}}{10^{-1}} \times 100 = 2$$



$$\frac{2 \text{ mol} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{2} = \frac{2 \text{ mol}}{2} \Rightarrow x = 0.78 \text{ g} = 78 \text{ mg CaF}_2$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۳۰

ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را تعیین می کنیم:

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \xrightarrow{[H^+] = x, [A^-] = x} 0.1 = \frac{x^2}{0.2 - x} \Rightarrow x = 0.1$$

حال می توان نوشت:

$$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} H^+ \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol H}^+} = 6.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$$



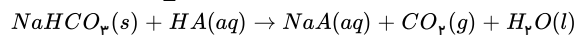


۱ ۲ ۳ ۴ ۳۱

$$pH = 1,7 \rightarrow [H^+] = 10^{+0,7} \times 10^{-7} = 7 \times 10^{-7}$$

$$\alpha = \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow 0,7 = \frac{[A^-]}{[HA]} \quad \text{.. mol}$$

$$[A^-] = 0,7 \times 0,7 L = 0,49 \text{ mol HA}$$



$$\frac{x \times 0,7}{100} = \frac{0,49}{100} \Rightarrow x = 7,2g$$

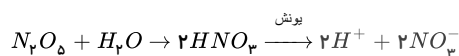
۱ ۲ ۳ ۴ ۳۲

$$HA: \begin{cases} [H^+] = 10^{-7} \Rightarrow [H^+] = M \cdot n \cdot \alpha \Rightarrow 10^{-7} = M \times 0,1 \Rightarrow M = 0,1 \text{ mol/L} \\ \alpha = 0,1 \end{cases}$$

$$HD: \begin{cases} [H^+] = 10^{-7} \Rightarrow [H^+] = M \cdot n \cdot \alpha \Rightarrow 10^{-7} = M \times 0,2 \Rightarrow M = 5 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \\ \alpha = 0,2 \end{cases}$$

$$\frac{[HD]}{5 \times 10^{-7}} = 20, \quad \frac{[OH^-]}{10^{-11}} = 10^{-1} = 0,1$$

معادله انحلال  $N_2O_5$  در آب به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۳



ابتدا با استفاده از  $pH$ ، غلظت  $[H^+]$  را به دست می‌آوریم:

$$[H^+] = 10^{-pH} \rightarrow [H^+] = 10^{-7,15} = 10^{-7} \times 10^{-0,15} = 7 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

غلظت  $H^+$  در نیم لیتر از محلول مورد نظر برابر  $7 \times 10^{-8} M$  مولار است. پس در ادامه می‌توان نوشت:

$$1 N_2O_5 \sim 2H^+ \rightarrow \frac{x mg N_2O_5 \times \frac{1g}{1000mg}}{1 \times 100} = \frac{7 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0,5L}{2} \rightarrow x = 18,9 mg N_2O_5$$

ابتدا محاسبه  $pH$  محلول باریم هیدروکسید: ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۴

$$[OH^-] = 2 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow pOH = 7 - 0,3 = 6,7 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 7,3$$

بنابراین  $pH$  محلول اسید برابر با  $4 = 7,3 - 11,3$  خواهد بود و داریم:

$$K = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \simeq \frac{(10^{-4})^2}{0,05} = \frac{10^{-8}}{0,05} = 2 \times 10^{-7}$$

قسمت دوم سوال:

$$?g CaCO_3 = 0,1 L \times \frac{100g CaCO_3}{1000mg} \times \frac{1}{2} = 0,25g CaCO_3$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۳۵

$$pH(HA) = pH(HD) \Rightarrow [H^+](HA) = [H^+](HD) \xrightarrow{[H^+] = M\alpha} [HA] \times \frac{12}{100} = [HD] \times \frac{2,5}{100} \Rightarrow \frac{[H^+]}{[HA]} = \frac{12}{2,5} = \frac{24}{5} = 4,8$$

$$[HA] = 0,005 \Rightarrow [H^+] = 0,005 \times \frac{12}{100} = 6 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(6 \times 10^{-5}) = 4 - \log 6 = 4 - (\log 2 + \log 3) = 4 - (0,3 + 0,48) = 4 - 0,78 = 3,22$$

در دمای ثابت، مقدار ثابت یونش یک اسید ثابت است و با تغییر غلظت، تغییری نمی‌کند، بنابراین خواهیم داشت: ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۶

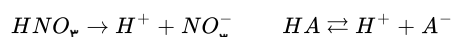
$$\text{غلظت تعادلی اسید} = M - [H^+] \simeq M$$

$$K_a \simeq M\alpha^2 \Rightarrow M_1\alpha_1^2 = 25M_2\alpha_2^2 \Rightarrow \frac{\alpha_1^2}{\alpha_2^2} = \frac{1}{25} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow \left| \frac{\Delta\alpha}{\alpha_1} \right| \times 100 = \left| \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1} \right| \times 100 = 80$$

$$[H^+] = M\alpha \Rightarrow \frac{[H^+]_2}{[H^+]_1} = \frac{M_2\alpha_2}{M_1\alpha_1} = 25 \times \frac{1}{5} = 5$$

با ۵ برابر شدن غلظت مولی یون هیدرونیوم،  $pH$  محلول به اندازه  $\log 5$  یعنی ۰٫۷ واحد تغییر می‌کند.

۱ ۲ ۳ ۴ ۳۷



$$2 \Rightarrow \circ \quad M_1 \quad M_1 \quad M_2 - x \quad x \quad x$$

$$M_1 = 10^{-3} \quad K_{HA} = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]_{\text{تقویم}}} \Rightarrow [H^+] = [A^-]$$

$$[H^+] = M_2 \alpha \Rightarrow \frac{M_2 \alpha \times M_2 \alpha}{M_2 (1 - \alpha)} = 2 \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$[HA] = M_2 (1 - \alpha)$$

چون ذکر شده شرایط یکسان است (غلظت و دمای برابر)، همچنین گفته شده  $pH$  برابر است.

پس غلظت یون  $H^+$  در هر دو برابر است.

$$M_1 = x \Rightarrow M_1 = M_2 \alpha \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow \frac{10^{-3} \times \alpha}{1 - \alpha} = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{6}$$

$$(2) \Rightarrow M_1 = M_2 \alpha \Rightarrow 10^{-3} = M_2 \times \frac{1}{6} \Rightarrow M_2 = 6 \times 10^{-3}$$

\* توجه: از ما نسبت  $\frac{M_2 (1 - \alpha)}{M_1}$  یا  $\frac{M_2 - x}{M_1}$  را خواسته است.

$$\frac{M_2 (1 - \alpha)}{M_1} = \frac{6 \times 10^{-3} \times \frac{5}{6}}{10^{-3}} = \boxed{5}$$

قسمت اول: ابتدا با استفاده از  $pH$  محلول، را به دست می آوریم: **۱ ۲ ۳ ۴ ۳۸**

$$pH = 2.3 \rightarrow [H^+] = 10^{-2.3} = 10^{-2} \times \frac{1}{10^{0.3}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

در ادامه با استفاده از ثابت یونش اسید، غلظت اولیه فرمیک اسید را حساب می کنیم:

$$K_a = \frac{M_2}{M_{acid}} \Rightarrow M_{acid} = \frac{5}{2 \times 10^{-5}} = \frac{5}{2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\frac{M_2}{M_w(HCOOH) = 46} = \frac{5}{2} = \frac{(\frac{5.75}{46}) \text{ mol}}{V(L)} = V = 0.1 L$$

قسمت دوم:

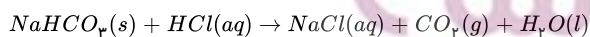
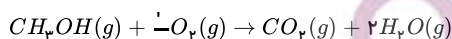
$$pH = 2.1 \rightarrow [H^+] = 10^{-2.1} = 10^{-2} \times (10^{0.1})^2 = 8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{M_{acid}}{M_{HCOOH}} \Rightarrow M_{acid} = 3.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow 3.2 = \frac{x_{HCOOH}}{46} \Rightarrow x = 147.2 \text{ g HCOOH}$$

$$\text{جرم فرمیک اسید اضافه شده} = 147.2 - 5.75 = 141.45 \text{ g HCOOH}$$

معادله موازنه شده واکنش ها به صورت زیر است: **۱ ۲ ۳ ۴ ۳۹**



ضریب  $CO_2$  در دو واکنش یکسان است، بنابراین می توان به طور مستقیم از هم ارزی:  $CH_3OH \sim 1 HCl$  استفاده کرد:

$$\frac{46 \text{ g } CH_3OH \times \frac{80}{100}}{1 \times 32} = \frac{M_{(HCl)} \times 2L}{1} \Rightarrow M_{(HCl)} = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$HCl$  یک اسید قوی است، بنابراین:

$$M_{(HCl)} = [H^+] = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log(5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 5 = 2 - 0.7 = 1.3$$

**۱ ۲ ۳ ۴ ۴۰** اگر ۹ برابر حجم محلول اولیه، آب مقطر اضافه کنیم: حجم محلول اولیه ۱۰ برابر می شود و بدون انجام محاسبه، می دانیم که  $pH$  محلول اسید، یک واحد

افزایش پیدا می کند. برای قسمت دوم سوال هم نیازی به محاسبه  $pH$  نیست:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{2 \times 10^{-3}}{10} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[H^+]_{\text{اسید قوی}} = [H^+]_{\text{اسید ضعیف}} = M \times \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{2 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 0.2 \Rightarrow \% \alpha = 20$$

ابتدا غلظت یون هیدروژن سپس غلظت اولیه اسید و در نهایت حجم محلول را به دست می آوریم: **۱ ۲ ۳ ۴ ۴۱**

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1.3} = 5 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{L}$$

$$\alpha = \frac{[ ]}{M} \Rightarrow 0.1 = \frac{[ ]}{M} \Rightarrow M = 0.5 \frac{L}{L}$$

$$? mL_{\text{محلول}} = 1.78 \text{ g HA} \times \frac{1}{37 \text{ g HA}} \times \frac{1}{0.5 \text{ mol H}} \times \frac{1}{1 L} = 0.009 \text{ mol}$$

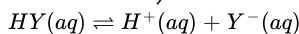
۱ ۲ ۳ ۴ ۴۲

$$K_a = \frac{(HD)}{M} \Rightarrow \frac{(HD)}{K_a(HA)} = \frac{M_{(HD)}}{M_{(HA)}} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{[H]}{[H^+]_{HA}} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} \frac{[H^+]_{HD}}{[H^+]_{HA}} = 10^{-3}$$

$$\xrightarrow{-\log} -\log[H^+]_{HD} + \log[H^+]_{HA} = 3 \Rightarrow \underbrace{\quad}_{pH_{HD}} = \underbrace{\quad}_{pH_{HA}} + 3$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۳ ابتدا غلظت اسید و  $[H^+]$  را به دست می آوریم:

$$M_{(HY)} = \frac{(Ag)}{0.4 L} = 0.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



$$\Rightarrow K_a = \frac{[ ] [ ]}{M_{(HY)} - [H^+]} \xrightarrow{\text{کوچک است } K_a} K_a = \frac{[H^+]^2}{M_{(HY)}} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{0.4} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

بررسی همه گزینه ها:

گزینه ۱: با توجه به رابطه تقریبی:  $K_a \simeq \alpha^2 \cdot M$ ، و ثابت بودن دما، حاصل ضرب  $\alpha^2 \cdot M$  بر اثر تغییرات غلظت محلول اسید ثابت می ماند. پس اگر حجم محلول ۴ برابر شود، غلظت محلول  $\frac{1}{4}$  برابر می شود و  $\alpha$  باید دو برابر شود تا تساوی:  $\alpha_1^2 \cdot M_1 = (2\alpha_1)^2 \times \frac{1}{4} M_1$  برقرار بماند.

گزینه ۲: با دو برابر کردن جرم اسید حل شده، غلظت محلول دو برابر شده و با نصف کردن حجم محلول، غلظت تغییری نمی کند؛ در نتیجه با اعمال تغییرات گفته شده، غلظت اسید دو برابر شده و  $pH$  محلول قطعاً ثابت نمی ماند.

گزینه ۳:

$$[OH^-] = \frac{10}{2 \times 10^{-3}} = \frac{10}{2} \times 10^{-12} = 5 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

گزینه ۴:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(2 \times 10^{-3}) = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۴ غلظت تعادلی استیک اسید  $\times$  غلظت تعادلی  $HF$  است.  $[F^-] = [H^+]$  در محلول  $HF$  برابر است با:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1.3} = 10^{0.7} \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

طبق رابطه  $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$  داریم:

$$HF: 5 \times 10^{-2} = \frac{[5 \times 10^{-2}]}{[HF]} \Rightarrow [HF] = 5$$

$$CH_3COOH: 1.6 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{[CH_3COOH]} = \frac{[HF]}{2} = \frac{[H^+]^2}{2.5} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} = [CH_3COO^-]$$

در نهایت جرم یون فلوئورید و استات را در این دو محلول محاسبه می کنیم:

$$F^-: ? \text{ g } F^- = 1 L \text{ محلول} \times \frac{0.05 \text{ mol } F^-}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{1}{1 \text{ mol } F^-} = 0.95 \text{ g}$$

$$CH_3COO^-: ? \text{ g } CH_3COO^- = 1 L \text{ محلول} \times \frac{0.02 \text{ mol } CH_3COO^-}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{59 \text{ g } CH_3COO^-}{1 \text{ mol } CH_3COO^-} = 0.118 \text{ g}$$

پس تفاوت جرم این دو یون برابر ۸۳۲/۰۰۰ گرم است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۵ بررسی همه گزینه ها:

گزینه ۱:

(—)mol

$$M_{(DOH)} = \frac{\quad}{0.25L} = 0.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = M\alpha = 0.6 \times 0.2 = 0.12 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\xrightarrow{[H^+][OH^-]=10^{-14}} [H^+] = \frac{10^{-14}}{0.12} \simeq 8.33 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

گزینه ۲:

$$M_{(HA)} = [H^+]_{HA} = 0.12 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

گزینه ۳: مطابق محاسبات زیر، این گزینه تنها در صورتی درست است که باز  $DOH$ ، یک باز قوی باشد.

$$[OH^-]_1 = M_1 = 0.6 \text{ mol} \cdot L^{-1} \rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{0.6} = \frac{1}{6} \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\rightarrow pH_1 = -\log[H^+] = -\log \frac{1}{6} \times 10^{-13} = 13 - \log 10 + \log 6 = 12.8$$

$$[OH^-]_2 = M_2 = 2M_1 = 1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{1.2} = \frac{5}{6} \times 10^{-15}$$

$$\rightarrow pH_2 = 13 - \log 5 + \log 6 = 13 - 0.7 + 0.8 = 13.1$$

گزینه ۴:

$$\text{باز: } n_1 = M_1 V_1 \Rightarrow n_{(DOH)} = 0.6 \times 0.5 = 3 \times 10^{-3} \text{ mol DOH}$$

$$\text{اسید: } n_2 = M_2 V_2 \Rightarrow n_{(HCl)} = 0.2 \times 0.5 = 1 \times 10^{-3} \text{ mol HCl}$$

از آنجایی که  $n_{(KOH)} > n_{(HCl)}$  می‌باشد؛ محلول باقی‌مانده خصلت بازی دارد.

توجه: همان‌طور که دیدید هم گزینه ۳ و هم گزینه ۴ نادرست است. اما به دلیل اینکه خطای گزینه ۴، خیلی واضح‌تر از گزینه ۳ است؛ گزینه ۴ را به‌عنوان پاسخ در نظر گرفتیم.

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۶ ابتدا با استفاده از  $pH$  محلول  $HX$  و غلظت آغازین آن، درجه یونش اسید  $HX$  را حساب می‌کنیم:

$$HX: pH = 4.3 \Rightarrow [H^+]_{HX} = 10^{-pH} = 10^{-4.3} = 10^{-4} \times 10^{-0.3}$$

$$= 10^{-4} \times \frac{1}{10^{0.3}} = \frac{10 \times 10^{-5}}{2} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow \alpha_{HX} = \frac{1}{M_{(HX)}} = \frac{1}{2 \times 10^{-4}} = 0.25 \xrightarrow{\alpha_{HX} = \frac{1}{2}} \alpha_{HA} = \frac{0.25}{2} = 0.125 = \frac{1}{8}$$

در ادامه با استفاده از ثابت یونش  $HA$ ، غلظت آغازین آن را حساب می‌کنیم:

$$K_a = \frac{M_{(HA)} \cdot \alpha^2}{1 - \alpha} \Rightarrow 4 \times 10^{-5} = \frac{M_{(HA)} \times (\frac{1}{8})^2}{1 - \frac{1}{8}}$$

$$\Rightarrow M_{(HA)} = \frac{\frac{1}{8} \times 4 \times 10^{-5}}{\frac{7}{8}} = 8 \times 7 \times 4 \times 10^{-5} = 2.24 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

نقشه راه حل مسائل اسید: ۱ ۲ ۳ ۴ ۴۷

$$g \rightleftharpoons mol \rightleftharpoons M \rightleftharpoons [H^+] \rightleftharpoons pH$$

جرم اسید

$$pH = 1.7 \rightarrow [H^+] = 10^{-1.7} = 2 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{L}$$

$$[H^+] = M\alpha \rightarrow M = \frac{2 \times 10^{-2}}{0.1} = 2 \times 10^{-1} \frac{\text{mol}}{L}$$

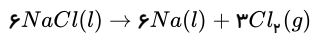
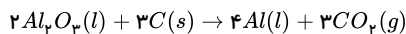
$$2 \times 10^{-1} \frac{\text{mol}}{L} \times 100 \times 10^{-3} L = 0.16 \text{ mol HA}$$

$$0.16 \text{ mol HA} \times \frac{\quad}{1 \text{ mol HA}} = 7.52 \text{ g HA}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۸

$$pH = 1.3 \rightarrow [H^+] = 5 \times 10^{-2} \rightarrow \Delta t = \frac{5 \times 10^{-2} \times 1.5}{2 \times 10^{-2}} \times 60 = 225 \text{ s}$$

$$pOH = 12.7 \rightarrow [OH^-] = 2 \times 10^{-13} \rightarrow \text{mol OH}^- = 2 \times 10^{-13} \times \frac{50}{1000} = 10^{-14}$$



جرم مولی گاز کلر

$$\frac{۳ \times \overbrace{۷۱}^{۷۱}}{۱۴۲ \text{ gr } Cl_۲} = \frac{\quad}{x} \rightarrow x = \frac{۲۲,۴}{۵} = ۴,۴۸ \text{ lit}$$

با توجه به رابطه ثابت یونش خواهیم داشت: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵۰

$$K_a = \frac{[ \quad ][ \quad ]}{[HY]} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۳} \times ۳ \times ۱۰^{-۳}}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۴,۵ \times ۱۰^{-۴}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

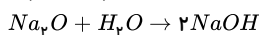
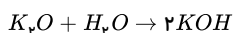
گزینه ۱: آب گازدار خاصیت اسیدی ضعیف تری نسبت به اسید معده دارد، بنابراین غلظت یون هیدرونیوم در آب گازدار کمتر از اسید معده است و در نتیجه غلظت یون هیدروکسید آن بیشتر است. در ضمن غلظت یون هیدروکسید در یک محلول اسیدی (مانند آب گازدار) کمتر از غلظت این یون در یک محلول بازی (مانند آمونیاک) است.

گزینه ۲:

$$\text{درصد یونش} = \frac{[ \quad ]}{[XH]} \times ۱۰۰ = \frac{۱,۶ \times ۱۰^{-۲}}{۰,۸} \times ۱۰۰ = ۲\%$$

گزینه ۴: آمونیاک و استیک اسید به ترتیب جزء بازها و اسیدهای ضعیف هستند و  $pH$  آن‌ها به عدد ۷ نزدیک‌تر است؛ در حالی که سدیم هیدروکسید و هیدرویدیک اسید به ترتیب جزء بازها و اسیدهای قوی هستند و  $pH$  آن‌ها به ترتیب به ۱۴ و صفر نزدیک‌تر است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۱



$$pH = ۱۳,۷ \rightarrow pOH = ۰,۳ \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۰,۳} = \frac{۱}{۱۰^{۰,۳}} = \frac{۱}{۲} = ۰,۵$$

$$n_{OH^-} = ۰,۵ \times ۰,۵ = ۰,۲۵ \quad K_۲O \sim ۲OH^-$$

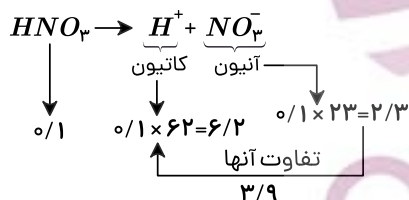
$$n_{K_۲O} = \frac{۲,۳۵}{۹۴} = ۰,۰۲۵ \rightarrow n_{OH^-}(K_۲O) = ۰,۰۵$$

$$n_{OH^-(Na_۲O)} = ۰,۲۵ - ۰,۰۵ = ۰,۲ \text{ mol} \quad Na_۲O \sim ۲OH^-$$

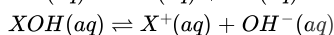
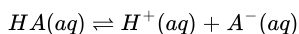
$$n_{Na_۲O}(\text{خالص}) = ۰,۱ \rightarrow m_{Na_۲O} = ۰,۱ \times ۶۲ = ۶,۲ \text{ g}$$

$$Na_۲O \text{ درصد} = \frac{۶,۲}{۱۵,۵} \times ۱۰۰ = ۴۰\%$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۲



معادله یونش اسید و باز به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵۳



حل قسمت دوم:

با نوشتن رابطه ثابت تعادل داریم:

$$K_a = \frac{[ \quad ][ \quad ]}{[HA]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۶} = \frac{[H]}{۲ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K_b = \frac{[ \quad ][O]}{[XOH]} \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۴} = \frac{[OH^-]^۲}{۱ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{[ \quad ]}{[OH^-]} = \frac{\quad}{۲ \times ۱۰^{-۳}} = ۰,۱$$

$$\alpha_{HA} = \frac{[ \quad ]}{M_{HA}} \times ۱۰۰ \rightarrow \alpha_{HA} = \frac{\quad}{۲ \times ۱۰^{-۲}} \times ۱۰۰ = ۱$$

$$\alpha_{XOH} = \frac{[O]}{M_{XOH}} \times ۱۰۰ \rightarrow \alpha_{XOH} = \frac{\quad}{۱ \times ۱۰^{-۲}} \times ۱۰۰ = ۲۰$$

$$\rightarrow \frac{\quad}{\alpha_{HA}} = \frac{۲۰}{۱} = ۲۰$$

حل قسمت دوم:



$$10^{-pOH} = M \cdot n \cdot \alpha = 1 \times 1 \times \alpha$$

$$pOH = -\log \alpha$$

یک بار  $\alpha$  را ۱ و یک بار ۵ در نظر می‌گیریم.

$$\alpha = 0.5 \Rightarrow pOH = -\log 0.5 = -\log \frac{1}{2} = -\log 2^{-1} = \log 2 = 0.3 \Rightarrow pH = 13.7$$

پس گزینه ۴ صحیح است.

روش دوم: با این که محلول بازی است،  $pH > 7$  است و از آنجایی که رابطه لگاریتمی است، گزینه ۴ درست است.

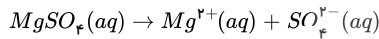
ابتدا غلظت یون هیدروکسید را با توجه به  $pH$  تعیین می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵۵

$$pH = 9 \rightarrow POH = 14 - pH \rightarrow POH = 5 \rightarrow [OH^-] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

حال با رابطه داده شده، غلظت یون منیزیم را تعیین می‌کنیم:

$$[Mg^{2+}] \times (10^{-5})^2 = 1.5 \times 10^{-11} \rightarrow [Mg^{2+}] = 0.15 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

معادله تفکیک یونی منیزیم سولفات از رابطه زیر محاسبه می‌شود:



برای آنکه غلظت یون  $Mg^{2+}$  برابر با ۰٫۱۵ باشد باید غلظت  $MgSO_4$  برابر با ۰٫۱۵ باشد.

۱

۲

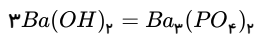
۳

۴

۵۶

$$[Ba(OH)_2] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}} = \frac{\frac{427.5 \times 10^{-3}}{171}}{0.25} = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow [OH^-] = 2 \times 0.1 = 0.2 \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{0.2} = 5 \times 10^{-13}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(5 \times 10^{-13}) = 13 - \log 5 = 12.3$$



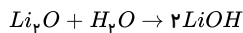
$$\frac{\text{?mg}}{3 \times 1000} = \frac{\text{?mg}}{601 \times 1000} \rightarrow ?mg = 300.5$$

حل قسمت آ و ب: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵۷

خواص فرآورده واکنش لیتیم اکسید با آب مشابه فرآورده واکنش  $K_2O$  و  $CaO$  با آب است.

در فرآورده واکنش هر سه مورد گفته شده با آب، یون هیدروکسید ( $OH^-$ ) دیده می‌شود که خاصیت بازی دارد.

حل قسمت دوم: معادله واکنش لیتیم اکسید با آب به صورت زیر است:



آب مقطر خنثی است و  $pH = 7$  دارد. با اضافه کردن لیتیم اکسید  $pH$  آن به بالای ۷ افزایش می‌یابد و در صورت ۵۰ درصد تغییر به عدد ۱۰٫۵ می‌رسد.

$$pH + pOH = 14 \xrightarrow{pH=10.5} pOH = 3.5$$

از طرفی داریم:

$$[OH^-] = 10^{-pOH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3.5} = 10^{-4} \times 10^{0.5} = 3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

در ادامه می‌توان جرم  $Li_2O$  را به دست آورد:

$$?mg Li_2O = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ mol } LiOH}{1L} \times \frac{1 \text{ mol } Li_2O}{2 \text{ mol } LiOH} \times \frac{30g Li_2O}{1 \text{ mol } Li_2O} \times \frac{1}{1g} = 11.25mg Li_2O$$

ابتدا نسبت  $[H^+]$  در دو محلول  $HA$  و  $HD$  را محاسبه می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵۸

$$\frac{\alpha_{HA}}{[H^+]_{HD}} = \frac{\alpha_{HA} \times \alpha_{HD}}{\alpha_{HD} \times M_{HD}} = \frac{\alpha_{HD}}{\alpha_{HD}} = \frac{1}{3.2} = 2.5$$

برای قسمت دوم سوال ابتدا غلظت مولی  $HA$  را تعیین می‌کنیم:

$$pH = 4 \rightarrow [H^+] = 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow \frac{10^{-4}}{[H^+]_{HD}} = 2.5 \Rightarrow [H^+]_{HD} = \frac{10^{-4}}{2.5} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

در محلول  $HD$  می‌توان نوشت:

$$pH = -\log[H^+] = 5 - 2 \log 2 = 5 - 0.6 = 4.4$$

$pH$  محلول  $HD$  برابر است با:

$$[KOH] = [OH^-] = 0.2 \Rightarrow pOH = -\log[OH] = 1 - 0.3 = 0.7 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 0.7 = 13.3$$

در محلول پتاسیم هیدروکسید داریم:

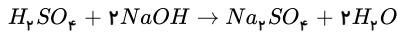
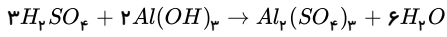
$$\frac{1}{pH_{KOH}} = \frac{\text{نسبت خواسته شده}}{13.3} = \frac{4.4}{13.3} \approx 0.33$$

۵۹) ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به اینکه  $pH$  محلول  $AOH$  یک واحد بیشتر از  $pH$  محلول  $DOH$  است. پس غلظت  $OH^-$  در محلول  $AOH$  ده برابر محلول دیگر است. پس از رابطه میان غلظت اولیه باز، درصد یونش و غلظت یون هیدوکسید برای این دو باز داریم:

$$\alpha\% = \alpha \times 100 = \frac{[OH^-]}{M_{\text{باز}}} \times 100 \Rightarrow M_{\text{باز}} = \frac{[O]}{\alpha\%}$$

$$\Rightarrow \frac{M_{DOH}}{M_{AOH}} = \frac{\frac{\alpha\%_{AOH}}{\alpha\%_{DOH}} \times 100}{\frac{\alpha\%_{AOH}}{\alpha\%_{DOH}} \times 100} = \frac{[OH^-]_{DOH}}{\alpha\%_{AOH}} \times \frac{\alpha\%_{DOH}}{[OH^-]_{DOH}} = 10 \times \frac{0.12}{0.3} = 4$$

۶۰) ۱ ۲ ۳ ۴ معادله موازنه شده واکنشها به صورت زیر است:



در ادامه می توان نوشت:

(الف)

$$0.03 \text{ mol } Al(OH)_3 \times \frac{3 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol } Al(OH)_3} \times \frac{1 \text{ L } H_2SO_4}{0.1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{1}{1 \text{ L}} = 0.45 \text{ mol } H_2SO_4$$

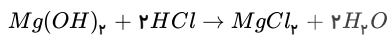
(ب)

$$300 \text{ mL } NaOH \times \frac{1}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L } NaOH}{1 \text{ L } NaOH} \times \frac{1 \text{ mol } S}{2 \text{ mol } NaOH} \times \frac{1 \text{ L } H_2SO_4}{0.1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{1}{1 \text{ L}} = 300 \text{ mL } H_2SO_4$$

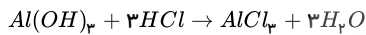
در واکنش (الف) حجم بیشتری از  $H_2SO_4$  مصرف می شود و مقدار آن برابر ۴۵۰ میلی لیتر است.

۶۱) ۱ ۲ ۳ ۴

$$pH = 1.7 \rightarrow [H^+] = 10^{-1.7} = 10^{-2} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-2} = 0.02 \text{ M} \xrightarrow{x=1} [H^+] = [HCl] = 0.02 \text{ M}$$



$$\frac{1 \times 58 \times 1000}{Al(OH)_3 + 3HCl} = \frac{2 \times 1000}{AlCl_3 + 3H_2O} \rightarrow ? m L HCl = 2$$



$$\frac{1 \times 78 \times 1000}{Al(OH)_3 + 3HCl} = \frac{2 \times 1000}{AlCl_3 + 3H_2O} \rightarrow ? m L = 7.5$$

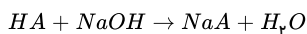
۶۲) ۱ ۲ ۳ ۴

$$pH = 2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2}$$

مول اسید در هر دو حالت برابر است و تغییری نمی کند، پس:

$$C_{M_1} V_1 = C_{M_2} V_2 \Rightarrow C_{M_1} \times 10 = 10^{-2} \times (10 + 90)$$

$$\Rightarrow C_{M_1} = 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1} \text{ (غلظت مولی محلول اولیه و غلیظ اسید)}$$



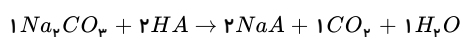
روش اول:

$$\frac{1 \text{ L} \times 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{1} = \frac{x \text{ g}}{40} \Rightarrow x = 4 \text{ g } NaOH$$

روش دوم:

$$? \text{ g } NaOH = 1 \text{ L } HA \times \frac{10^{-1} \text{ mol } HA}{1 \text{ L } HA} \times \frac{1 \text{ mol } HA}{1 \text{ mol } HA} \times \frac{40 \text{ g } NaOH}{1 \text{ mol } NaOH} = 4 \text{ g}$$

۶۳) ۱ ۲ ۳ ۴ واکنش موازنه شده به صورت زیر است:



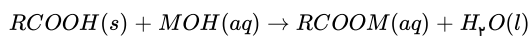
غلظت یون  $H^+$  و اسید  $HA$  با هم برابر است. بنابراین:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \xrightarrow{\text{اسید قوی}} [H_3O^+] = [HA] \Rightarrow [HA] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

شیمی کنکور - مسائل دوازدهم

حال داریم:

$$5 \text{ L محلول} \times \frac{10^{-5} \text{ mol } HA}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } N}{2 \text{ mol } HA} \times \frac{106 \text{ g } N}{1 \text{ mol } Na_2CO_3} \times \frac{1}{1 \text{ g}} = 2.65 \text{ mg}$$

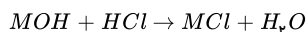


$$gMOH \text{ خالص} = 75gMOH \times \frac{32}{110} = 50gMOH \text{ خالص}$$

آب تشکیل شده می تواند ۴٫۸ میلی لیتر از یک محلول را به ۲۵٪ غلظت اولیه برساند، یعنی حجم نهایی محلول چهار برابر شده است، پس ۳ برابر حجم محلول آب اضافه شده است، و حجم آب تولیدی برابر  $14.4mL = 4.8 \times 3$  است که معادل ۱۴٫۴ گرم آب می باشد.

$$gMOH \text{ مصرفی} = 14.4gH_2O \times \frac{1molH_2O}{18gH_2O} \times \frac{1molH_2O}{1molMOH} = 32gMOH$$

$$\% \text{ درصد } MOH \text{ مصرفی خالص} = \frac{32}{50} \times 100 = 64\%$$



$$MOH \text{ باقی مانده} = 50 - 32 = 18g$$

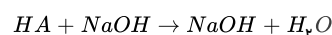
$$gHCl = 18gMOH \times \frac{1molMOH}{40gMOH} \times \frac{1molHCl}{1molMOH} = 16.425gHCl$$

$$غلظت HCl = \frac{16.425g}{0.5L} \approx 33 \frac{g}{L}$$

ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۶۵

$$pH = 3 \rightarrow [H^+] = 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

این مقدار برابر غلظت اسید قوی است:



حال با توجه به معادله واکنش داریم:

$$10L \text{ محلول } HA \times \frac{10^{-3} mol HA}{1L \text{ محلول}} \times \frac{1mol NaOH}{1mol HA} = 0.01 mol NaOH$$

با توجه به رابطه زیر غلظت یون هیدروکسید و محلول باز قوی را محاسبه می کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۶۶

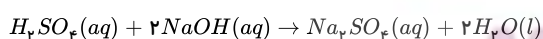
$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = 10^{10}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow 10^{-10} [OH^-]^2 = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-2} \frac{mol}{L}$$

واکنش انجام شده به صورت  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$  است:

$$100mL \frac{1L}{1000mL} \times \frac{0.01 mol OH^-}{1L \text{ محلول}} \times \frac{1mol OH^-}{1mol OH^-} \times \frac{1mol H^+}{1mol H^+} = 10^{-3} mol$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۶۷



$$H_2SO_4 \begin{cases} C_{M_1} = 0.5 mol \cdot L^{-1} \\ V_1 = ? \\ n_1 = 2 \end{cases} \quad NaOH \begin{cases} C_{M_2} = 0.4 mol \cdot L^{-1} \\ V_2 = 200 \\ n_2 = 1 \end{cases}$$

$$C_{M_1} \cdot V_1 \cdot n_1 = C_{M_2} \cdot V_2 \cdot n_2$$

$$0.5 \times V_1 \times 2 = 0.4 \times 200 \times 1 \Rightarrow V_1 = 100 mL \text{ حجم } H_2SO_4 \text{ مورد نیاز}$$

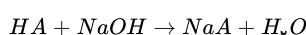
$$\text{حجم کل محلول} = 100 + 200 = 300 mL$$

$$t_{min} = 300 mL H_2SO_4 \text{ محلول} \times \frac{1s}{0.35 L H_2SO_4 \text{ محلول}} \times \frac{1}{60s} = 48 min$$

غلظت اسید را با استفاده از غلظت یون هیدرونیوم تعیین می کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۶۸

$$pH = 3.4 \Rightarrow [H^+] = 10^{-3.4} = 10^{-4} \times 10^{0.6} = 4 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$$

$$[H^+] = \alpha M \Rightarrow M = \frac{4 \times 10^{-4}}{2.5 \times 10^{-2}} = 1.6 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$



حال با توجه به معادله واکنش می توان نوشت:

$$20mL \times \frac{1L}{1000mL} \times \frac{1.6 \times 10^{-2} mol HA}{1L} \times \frac{1mol NaOH}{1mol HA} = 3.2 \times 10^{-3} mol NaOH$$

ابتدا با به دست آوردن  $[H^+]$  و با توجه به قوی بودن اسید  $HA$  مجموع شمار مول های مصرف شده آن را به دست می آوریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۶۹

$$pH = 0.3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-0.3} = \frac{1}{10^{0.3}} = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1} \xrightarrow{\times 0.1 L} n_{H^+} = 0.05 \xrightarrow{\text{یک اسید قوی است } HA} n_{HA} = 0.05 \text{ mol } HA$$

روش اول: اگر جرم  $Na_2O$  و  $K_2O$  را به ترتیب برابر  $x$  و  $y$  در نظر بگیریم، می توان نوشت:

$$\begin{aligned} 1 Na_2O \sim 2 HA &\Rightarrow \frac{x g N}{1 \times 62} = \frac{n mol HA}{2} \Rightarrow n = \frac{x}{31} \\ 1 K_2O \sim 2 HA &\Rightarrow \frac{y g O}{1 \times 94} = \frac{m mol HA}{2} \Rightarrow m = \frac{y}{47} \\ \Rightarrow n + m &= 0.05 \Rightarrow \frac{x}{31} + \frac{y}{47} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{1.5x}{46.5} + \frac{y}{47} = \frac{1}{20} \\ \Rightarrow 1.5x + y &\simeq \frac{46}{20} = 2.3 \\ \Rightarrow \begin{cases} 1.5x + y = 2.3 \rightarrow x = \frac{2.3 - y}{1.5} = 0.6 \end{cases} \end{aligned}$$

با توجه به تقریب های استفاده شده، جواب گزینه ۲، می باشد.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۰

$$\begin{aligned} \text{غلظت محلول سود} &= \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم}} = \frac{4 \text{ mol}}{50 \times 10^{-3}} = 4 \text{ mol} \cdot L^{-1} \\ ? g H_2SO_4 &= 15 \text{ mL} \times \frac{1 L}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 L} \times \frac{98 g}{1 \text{ mol } NaOH} \times \frac{98 g}{1 \text{ mol } H_2SO_4} = 2.94 g \end{aligned}$$

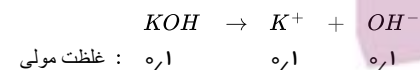
همه عبارت های داده شده درست هستند. ۱ ۲ ۳ ۴ ۷۱

مورد اول: در ۲۵۰ میلی لیتر از محلول پتاسیم هیدروکسید،  $1.4 = 2 \times 0.7 = 1.4$  گرم  $KOH$  (معادل با  $0.25 = \frac{1.4}{56}$  مول) وجود دارد. هر مول  $KOH$ ، یک مول  $HCl$  را خنثی می کند.

مورد دوم:

$$\begin{aligned} [OH^-] &= [KOH] = \frac{1 \text{ mol}}{0.125 L} = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \\ [H^+][OH^-] &= 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 10^{-14} \Rightarrow \frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-14}} = 10^{12} \end{aligned}$$

مورد سوم:



$$[OH^-] = 0.2 \frac{\text{mol}}{L} \xrightarrow{\times 0.05 L} \text{مول یون ها} = 0.01 \text{ mol}$$

مورد چهارم: با اضافه کردن ۱٫۴ گرم پتاسیم هیدروکسید دیگر، جرم و مول  $KOH$  سه برابر شده و در نتیجه غلظت مولی محلول و  $OH^-$  هم سه خواهد شد.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۲

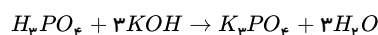
$$[OH^-] = 0.4 \frac{\text{mol}}{L} = 1 \times 1 \times m \Rightarrow m = 10^{-4}$$

$$[H^+] = 0.4 \frac{\text{mol}}{L} = 1 \times m \Rightarrow m = 10^{-4}$$

$$HNO_3 \text{ افزودن } : Q_1 M_1 V_1 = Q_2 \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow 1 \times 10^{-4} \times 100 = 1 \times \frac{m}{63} \Rightarrow m = 63 \times 10^{-2}$$

$$NaOH \sim : 1 \times 10^{-4} \times 100 = 1 \times \frac{m_2}{40} \Rightarrow m_2 = 40 \times 10^{-2} \Rightarrow \frac{63}{40} = 1.575$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۳



$$\left( \frac{0.2 L \times C_M (\text{mol} \cdot L^{-1})}{3} \right)_{KOH} = \left( \frac{0.3}{1 \times 212} \right)_{K_3PO_4} \Rightarrow C_{M_{KOH}} = 3.75 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

ابتدا مقدار مول سدیم هیدروکسید را محاسبه می کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۷۴

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 0.3 = \frac{n}{0.2} \Rightarrow n = 0.06 \text{ mol}$$

در مرحله بعدی غلظت دو محلول اسیدی را محاسبه می کنیم:

$$M_1 = 10^{-1,4} = 10^{-0,6} \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$M_2 = 10^{-1,7} = 10^{-0,3} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

برای خنثی شدن کامل مقدار مول اسید باید با مقدار مول سدیم هیدروکسید برابر شود، بنابراین:

$$n = M_1 V_1 + M_2 V_2 \Rightarrow 0,06 = 0,04a + 0,02b \Rightarrow 3 = 2a + b$$

یکی از جواب‌های معادله بالا  $a = b = 1 L = 1000 mL$  است که در این صورت مجموع حجم این دو محلول برابر ۲۰۰۰ میلی‌لیتر است.

(۱) ظرف II حداقل باید ۰,۵ مول  $NaOH$  داشته باشد تا بتواند  $HCl$  را خنثی کند. (۲) (۳) (۴) (۷۵)

(۲) درست

(۳) در واکنش خنثی شدن اسید و باز، شمار یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید باهم برابر است.

(۴)

$$HCl \Rightarrow n = 0,1 \times 0,5 = 0,05 \text{ mol } HCl, [H^+] = 0,1$$

$$NaOH \Rightarrow V = 0,25L \Rightarrow 0,05 = 0,25 \times M \Rightarrow M = 0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \rightarrow [OH^-] = 0,2$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۷۶)

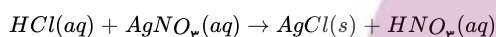
$$M = \frac{10 \times \overset{20}{a} \times \overset{1,2}{d}}{40} \quad \begin{array}{l} a = \text{درصد جرمی} \\ d = \text{چگالی} \end{array}$$

$$\rightarrow \frac{10 \times 20 \times 1,2}{40} \times 10 \times 10^{-3} = \frac{x \cancel{M} \times \cancel{25}}{1} \rightarrow x = 0,3M$$

$$pOH = -\log 3 \times 10^{-2} = 2 - \log 3 = 1,5 \rightarrow pH = 12,5$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۷۷)

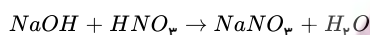
$$n = M \times V \rightarrow \text{مول } HCl = 0,02 \times \frac{25}{1000} = \frac{1}{2000} \text{ mol}$$



با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد، تعداد مول  $HCl$  مصرفی با  $HNO_3$  تولید شده برابر است. پس تعداد مول اسید در واکنش تغییر نمی‌کند اما حجم محلول دو برابر شده است. پس غلظت جدید اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$M = \frac{\frac{1}{2000} \text{ mol}}{\frac{50}{1000} L} = \frac{1}{100} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[HCl] = 10^{-pH} \Rightarrow pH = 2$$



$$\frac{1}{2000} \text{ mol } HNO_3 \times \frac{1 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } HNO_3} \times \frac{1 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } NaOH} \times \frac{1}{1g} = 20 \text{ mg } NaOH$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۷۸)

$$HCl \rightarrow 0,25L \text{ محلول} \times \frac{0,2 \text{ mol } HCl}{1L \text{ محلول}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$KOH \rightarrow 0,1L \text{ محلول} \times \frac{0,1 \text{ mol } KOH}{1L \text{ محلول}} = 0,01 \text{ mol}$$

$$NaOH \rightarrow 0,15L \text{ محلول} \times \frac{4g \text{ NaOH}}{1L \text{ محلول}} \times \frac{1}{40g \text{ NaOH}} = 0,015 \text{ mol}$$

هر مول اسید تک‌پروتون‌دار با یک مول باز تک‌ظرفیتی خنثی می‌شود. پس در محلول حاصل به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر ۰,۲۵ مول اسید باقی می‌ماند.

غلظت یون هیدرونیوم در محلولی با  $pH = 1,7$  برابر است با:

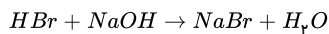
$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1,7} = 10^{-0,3} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2}$$

حجم محلول نهایی را برابر است با:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 0,2 = \frac{0,25}{V} \Rightarrow V = 1,25L = 1250 \text{ mL}$$

پس محلول نهایی از اضافه کردن ۷۵۰ میلی‌لیتر آب به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول تولید شده است.





$$= \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{1.6 \text{ mol}}{40} = 0.04 \frac{\text{mol}}{L}$$

$$= \frac{V}{V} \rightarrow NaOH \text{ غلظت مولی} = \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 0.04 \frac{\text{mol}}{L}$$

چون غلظت مولی  $HBr$  بیشتر از  $NaOH$  می‌باشد، پس محلول حاصل اسیدی است و برای تعیین  $[H^+]$  نهایی، باید تعداد مول‌های  $OH^-$  را از  $H^+$  کم کنیم و به حجم نهایی محلول تقسیم کنیم:

$$n_{(HBr)} = (0.1 \text{ L} \times 0.2 \frac{\text{mol}}{L}) = 0.02 \text{ mol } HBr$$

$$n_{(NaOH)} = (0.2 \text{ L} \times 0.04 \frac{\text{mol}}{L}) = 0.008 \text{ mol } NaOH$$

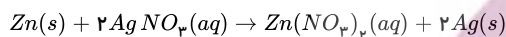
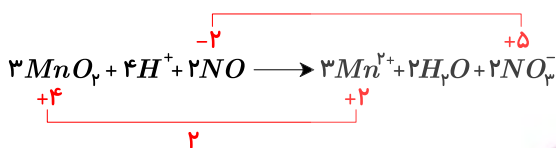
$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{n_{HBr} - n_{NaOH}}{V_{HBr} + V_{NaOH} + V_{H_2O}} = \frac{0.02 - 0.008}{(0.1 + 0.2 + 0.2) \text{ L}} = \frac{0.012}{0.5 \text{ L}} = 0.024 \frac{\text{mol}}{L}$$

$$pH = -\log[H^+] \rightarrow pH = -\log(2.4 \times 10^{-2}) \rightarrow pH = 3 - \log(2.4) = 3 - 0.38 = 2.62$$

$$pH = 3 - 0.38 = 2.62$$

$$(\log 2 = 0.3, \log 3 = 0.5)$$

$$3 \times 4 + 3 \times 2 \neq 2 \times -2 + 2 \times +5$$

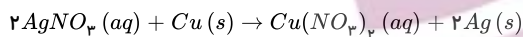


طبق معادله بالا به ازای ۱ مول  $Zn(s)$  که از تیغه روی جدا می‌شود، ۲ مول نقره به سطح تیغه جذب می‌شود.

$$\text{تغییر جرم تیغه} = -65gZn + (2 \times 108)gAg = +151g$$

$$\text{تغییر جرم تیغه} = 200 \text{ mL } AgNO_3 \times \frac{1 \text{ L } AgNO_3}{1000 \text{ mL } AgNO_3} \times \frac{0.2 \text{ mol } AgNO_3}{1 \text{ L } AgNO_3} \times \frac{151 \text{ g}}{2 \text{ mol } AgNO_3} = 3.02 \text{ g}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{جرم اضافه شده}}{\text{جرم محاسبه شده}} \times 100 = \frac{2.416}{3.02} \times 100 = 80\%$$



$$? \text{ mol } Cu(NO_3)_2 = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times \frac{200}{1000} \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$$

$$\bar{R} = \bar{R}(Cu(NO_3)_2) \Rightarrow 15 \times 10^{-3} = \frac{\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{4}{15 \times 10^{-3}} = \frac{4}{3} \text{ min}$$

$$\frac{4}{3} \text{ min} \times 60 \text{ s} = \frac{240}{3} = 80 \text{ s}$$

$$0.02 \text{ mol} \quad xg$$

$$Cu(NO_3)_2 \sim Cu \Rightarrow \frac{0.02}{1} = \frac{x}{64} \Rightarrow x = 1.28 \text{ g}$$

$$1 \quad 64$$

$$0.02 \text{ mol} \quad xg$$

$$Cu( \quad ) \sim 2Ag \Rightarrow \frac{0.02}{1} = \frac{x}{2 \times 108} \Rightarrow x = 4.32 \text{ g}$$

$$1 \quad 2 \times 108$$

مقدار جرم نقره، که بر روی تیغه  $Cu$  رسوب می‌کند و اضافه می‌شود.

$$\text{تغییر جرم تیغه} = 4.32 - 1.28 = 3.04 \text{ g}$$

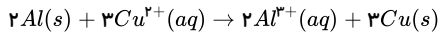
مقدار تغییر جرم تیغه مس را به روش زیر نیز می‌توان محاسبه کرد:

به ازای مصرف یک مول مس ( $64 \text{ g}$ )، دو مول نقره ( $216 \text{ g}$ ) روی تیغه مس می‌نشیند؛ بنابراین تغییر جرم طبق استوکیومتری واکنش برابر ( $152 \text{ g} = 216 - 64$ ) خواهد بود.

$$200 \times 0.1 \text{ M} \quad x(\text{تغییر جرم})$$

$$Cu( \quad ) \sim 2Ag \Rightarrow \frac{x}{1 \times 100} = \frac{x}{152} \Rightarrow x = 3.04 \text{ g}$$

$$1 \times 100 \quad - 64 + 216 = 152$$

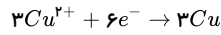


$$\overline{R}(Cu) = \overline{R}(Cu^{2+})$$

$$[CuSO_4] = \frac{CuSO_4 \text{ مول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 0.05 (mol \cdot L^{-1}) = \frac{CuSO_4 \text{ مول}}{0.2 (L)} \Rightarrow CuSO_4 \text{ مول} = 0.01 mol$$

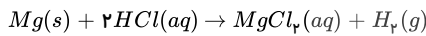
$$? mol Cu^{2+} = 0.01 mol CuSO_4 \times \frac{1 mol Cu^{2+}}{1 mol CuSO_4} = 0.01 mol Cu^{2+}$$

$$R_{Cu^{2+}} = \left| \frac{\Delta t}{\Delta t} \right| = \left| \frac{2 \times 10^{-5} mol \cdot s^{-1}}{500 (s)} \right| = 2 \times 10^{-8} mol \cdot s^{-1}$$



$$? mol e^- = 0.01 mol Cu^{2+} \times \frac{3 mol e^-}{1 mol Cu^{2+}} = 0.03 mol e^-$$

با توجه به اینکه فلز نقره با محلول هیدروکلریک اسید واکنش نمی‌دهد، پس مقدار اسید مصرفی مربوط به مقدار منیزیم موجود در مخلوط اولیه است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۸۴



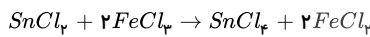
$$HCl \text{ مصرفی} = 0.8 - 0.3 = 0.5 mol \cdot L^{-1}$$

$$200 mL HCl \times \frac{1}{1000 mL} \times \frac{1 L HCl}{1 mol HCl} \times \frac{1}{2 mol HCl} = 0.05 mol Mg$$

$$جرم نقره = جرم مخلوط - جرم منیزیم = 10 - (0.05 \times 24) = 8.8 g, \quad درصد نقره = \frac{8.8}{10} \times 100 = 88\%$$

۱
۲
۳
۴
۸۵

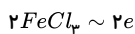
$$\text{مقدار } SnCl_2 \text{ مصرفی} = 20 mL \times \frac{2g}{100 mL} = 0.4g$$



$$\frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (mL)} \times \text{غلظت مولی}}{1000 \times \text{ضریب}}$$

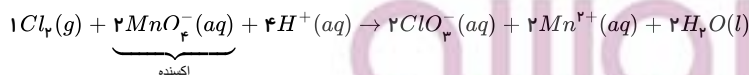
$$\frac{190 \times 100}{2 \times 1000} = \frac{x}{2 \times 1000} \rightarrow a = 95\%$$

در این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول  $FeCl_3$ ، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.



$$\frac{x mol}{2 \times 1000} = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 0.004 mol e^-$$

۱
۲
۳
۴
۸۶



$$2 MnO_4^- \sim 10 e^- \Rightarrow \frac{0.4}{2} = \frac{x}{10} \Rightarrow x = 2 mol e^-$$

برای آنکه یک واکنش الکتروشیمیایی به صورت طبیعی انجام شود باید  $emf$  سلولی که در آن واکنش انجام می‌شود، مثبت شود که در این سوال تنها در گزینه ۴،  $E^\circ$  آند ( $Fe$ ) بزرگ‌تر از  $E^\circ$  کاتد ( $V^{2+}$ ) بود و  $emf$  سلول منفی می‌شود. ۱ ۲ ۳ ۴ ۸۷

طبق معادله،  $Ag^+$  کاهش یافته و اکسنده و  $M$  کاهنده است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۸۸

$$E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$

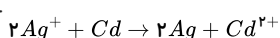
$$1.56 = 0.8 - E^\circ(M) \Rightarrow E^\circ(M) = -0.76V$$

$$M^{2+} < Ag^+ : \text{قدرت اکسنده}, \quad M > Ag : \text{قدرت کاهنده}$$

۱
۲
۳
۴
۸۹

$$emf = 0.8 - (-0.76) = 1.56 \Rightarrow \frac{3.85}{1.56} \simeq 2.47$$

گزینه ۱: نادرست.  $Cd$  دارای  $E^\circ$  کوچک‌تر بوده و به  $Ag^+$  الکترون می‌دهد. ۱ ۲ ۳ ۴ ۹۰



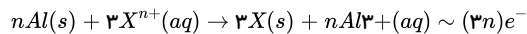
گزینه ۲: درست

$$emf = E_c^\circ - E_a^\circ = 0.8 - (-0.4) = 1.2V$$

جرم الکترون نقره (کاتد) افزایش و جرم تیغه آند یا کادمیم کاهش می‌یابد.

(۹۱) (۱) (۲) (۳) (۴) برای اینکه واکنش در جهت طبیعی پیش برود،  $E^\circ$  تیغه  $A$  (کاتدی) باید از  $E^\circ$  آلومینیم، مثبت‌تر باشد. (رد گزینه ۴)

در ادامه برای اینکه تغییرات غلظت مولار یون‌ها به ازای مبادله شمار معینی الکترون بیشینه باشد؛ داریم:



اگر  $n = 1$  باشد، تغییرات غلظت مولار  $X^{n+}$ ، بیشینه می‌شود. پس نقره فلز موردنظر سؤال است.

(۹۲) (۱) (۲) (۳) (۴) واکنش‌های (ب)، (پ) و (ت) به طور طبیعی انجام می‌شوند، زیرا فلز سمت چپ واکنش، کاهنده‌تر از فلز سمت راست واکنش است.

$$E^\circ = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{بزرگتر}) - E^\circ(\text{کوچکتر})$$

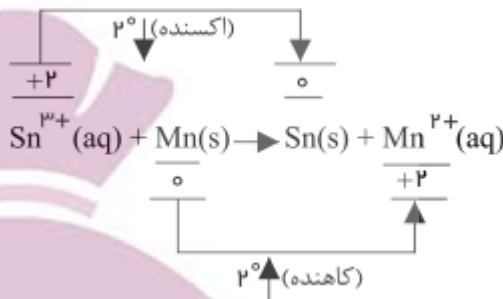
$$\text{ب) } E^\circ = -0,44 - (-1,2) = 0,76V$$

$$\text{پ) } E^\circ = 0,34 - (-1,2) = 1,54V^\circ$$

$$\text{ت) } E^\circ = 0,34 - (-0,76) = 1,1V$$

(۹۳) (۱) (۲) (۳) (۴) عبارت‌های دوم، سوم و پنجم درست هستند.

عبارت اول:



$Mn$ ، کاهنده و  $Sn^{2+}$  گونه کاهش یافته است.

عبارت دوم:

به دلیل اینکه واکنش موردنظر در جهت طبیعی پیش می‌رود، پس:

$$E^\circ(Sn^{2+}/Sn) > E^\circ(Mn^{2+}/Mn)$$

عبارت سوم:

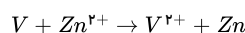
$$1Mn \sim 2e^- \Rightarrow \frac{0,25 \text{ mol } Mn}{1} = \frac{xe^-}{2 \times 6,02 \times 10^{23}} \rightarrow x = 3,01 \times 10^{23} e^-$$

عبارت چهارم: الکترون‌های از تیغه  $Mn$  به تیغه  $Sn$  می‌رسند و  $Sn^{2+}$  با گرفتن الکترون به  $Sn$  بر روی تیغه کاهش می‌یابد، پس الکترون‌ها بر روی سطح تیغه  $Sn$  انباشته نمی‌شوند.

عبارت پنجم: جهت حرکت الکترون در سلول‌های گالوانی از آند ( $Mn$ ) به سمت کاتد ( $Sn$ ) است.

(۹۴) (۱) (۲) (۳) (۴)

$$emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = -0,76v - (-1,2v) = +0,44v$$



$Zn^{2+}$  کاهش می‌یابد پس نقش اکسنده است.

(۹۵) (۱) (۲) (۳) (۴) مورد الف: در سلول گالوانی استاندارد «روی - هیدروژن» واکنش  $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$  در حال انجام است و با گذشت زمان غلظت مولی یون‌ها در

سلول کاهش می‌یابد. زیرا واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ۲ مول هستند.

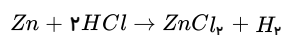
مورد ب: چون کاتد، الکترون هیدروژن استاندارد است، جرم کاتد تغییر نمی‌کند.

مورد پ: اگر  $Zn$ ، ۰٫۱ مول کاهش پیدا کند،  $H^+$ ، ۰٫۲ مول کاهش پیدا می‌کند.

$$0,65 \text{ g } Zn \times \frac{1}{65 \text{ g } Zn} = 0,01 \text{ mol } Zn$$

آنگاه  $pH$  محلول پیرامون کاتد ۲ واحد افزایش می‌یابد.

(۹۶) (۱) (۲) (۳) (۴) مس با  $HCl$  واکنش نمی‌دهد پس، از حجم گاز  $H_2$  حاصل می‌توان جرم روی موجود در نمونه اولیه را محاسبه کرد.

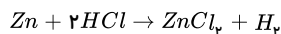


$$2,24 \text{ L } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22,4 \text{ L } H_2} \times \frac{1 \text{ mol } Zn}{1 \text{ mol } H_2} \times \frac{65 \text{ g } Zn}{1 \text{ mol } Zn} = 6,5 \text{ g } Zn$$

$$32,5 - 6,5 = 26 \text{ g } Cu \Rightarrow Cu \text{ درصد جرمی} = \frac{26}{32,5} \times 100 = 80$$

$$2,24 \text{ L } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22,4 \text{ L } H_2} \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } H_2} \times \frac{36,5 \text{ g } HCl}{2 \text{ mol } HCl} \times \frac{1}{1 \text{ L}} = 50 \text{ mL}$$

روش دوم:



$$\frac{32,5g \times \frac{a}{100}}{65 \times 1} = \frac{2 \times 1000}{22,4L} = \frac{22,4L}{22,4L}$$

$$a = 20\% Zn \quad x = 50 mL HCl$$

$$80\% Cu$$

۹۷) ۱) ۲) ۳) ۴) به ازای مصرف ۲ مول فلز  $6M$   $\frac{3,612}{6,02} \times 10 = 6M$  می توان گفت، بار یون فلز  $M$  برابر ۳+ است.

پس واکنش کلی سوال به صورت  $3Cu^{2+}(aq) + 2M(s) \rightarrow 3Cu(s) + 2M^{3+}(aq)$  است. در این واکنش به ازای مصرف دو مول فلز  $M$ ، ۳ مول فلز مس (معادل ۱۹۲ گرم) تولید می شود. پس نسبت تغییر جرم دو تیغه برابر است با:

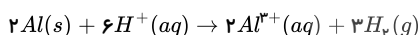
$$A = \frac{\text{تغییر جرم تیغه مس}}{\text{تغییر جرم تیغه M}} \Rightarrow 1,84 = \frac{192}{2m} \Rightarrow m \cong 52g \cdot mol^{-1} \quad M \text{ جرم مولی}$$

۹۸) ۱) ۲) ۳) ۴) عبارتهای (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارتهای نادرست:

(الف) جرم کاتد تغییر نمی کند.

(ب) واکنش انجام شده در این سلول به صورت زیر است:

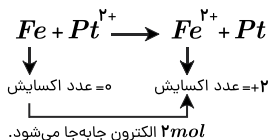


در این واکنش ضریب یون آلومینیم  $\frac{1}{3}$  ضریب یون هیدروژن است. پس با کاهش  $\frac{3}{1}$  مولار در غلظت یون هیدروژن، غلظت یون آلومینیم  $\frac{1}{3}$  مولار افزایش می یابد.

۹۹) ۱) ۲) ۳) ۴) بررسی گزینه ها:

گزینه (۱): نادرست - اگر  $X$  الکتروود  $Mn$  باشد، آنگاه  $Mn$  آند و  $Fe$  کاتد خواهد بود و کاتیونهای محلول نمک  $(Mn^{2+})$  در جهت جریان الکتریکی (از آند به کاتد)، از دیواره متخلخل عبور می کنند.

گزینه (۲): نادرست - اگر  $X$  الکتروود  $Pt$  باشد:



$$0,56 mol Fe \times \frac{56 g Fe}{1 mol Fe} \times \frac{6,02 \times 10^{23} e}{1 mol e} = 12,04 \times 10^{21} e$$

گزینه (۳): درست - آنیونهای محلول نمک  $Pt$  به سمت آند (الکتروود آهن) از دیواره متخلخل عبور می کنند.

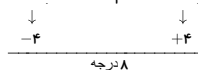
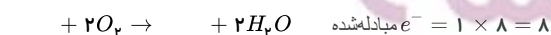
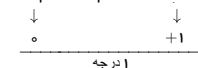
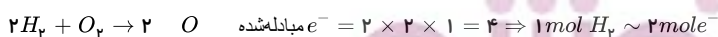
گزینه (۴): نادرست - گونه  $Fe^{2+}$  کاهش می یابد و نقش اکسنده دارد.

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{Fe} - E^\circ_{Mn}$$

$$= 1,18 - 0,44 = 0,74 V$$

۱۰۰) ۱) ۲) ۳) ۴)

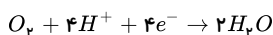


$$2 mole^- \times \frac{16g CH_4}{1 mol e^-} \times \frac{16g CH_4}{1 mol CH_4} = 4g CH_4$$

۱۰۱) ۱) ۲) ۳) ۴) با اکسایش هر مول مس، ۲ مول الکترون آزاد می شود، اکنون محاسبه می کنیم از اکسایش ۸۰ گرم مس چند مول الکترون آزاد می شود:

$$? mol e^- = 80g Cu \times \frac{1}{64g Cu} \times \frac{2}{1 mol Cu} = 2,5 mol e^-$$

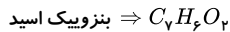
نیم واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن به صورت زیر است:



$$? L O_2 = 2,5 mol e^- \times \frac{22,4L O_2}{4 mol e^-} = 14L O_2$$

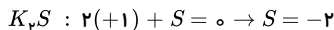
$$? g H_2O = 2,5 mol e^- \times \frac{2 mol O}{4 mol e^-} \times \frac{18g H_2O}{1 mol H_2O} = 22,5g H_2O$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۲



$$7C + 6(+1) + 2(-2) = 0 \rightarrow 7C = -2$$

عدد اکسایش  $C$ ,  $N$ , و  $Cl$  در ترکیب‌های داده شده به ترتیب برابر با صفر،  $+5$  و  $+5$  است.



عبارت‌های سوم و چهارم درست هستند. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۳

بررسی همه عبارت‌ها:

عبارت اول: دومین عضو هر خانواده (اتانول و اتانویک اسید)، پرکاربردترین ترکیب در زندگی روزانه است.

عبارت دوم: بخش ناقطبی در خانواده الکل‌ها ( $R-OH$ ) نمی‌تواند اتم هیدروژن باشد.

عبارت سوم: واکنش تشکیل استرها از الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها تعادلی و برگشت‌پذیر است و در آن عدد اکسایش اتم‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند.

عبارت چهارم:

$$\left. \begin{aligned} CH_3COOH (M = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) &= \text{دومین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها} \\ C_2H_5OH (M = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) &= \text{الکل دارای دو اتم کربن} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{60}{46} > 1$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۴ - درست. به دلیل اینکه تعداد کربن‌ها بسیار بیشتر از تعداد  $OH$ ‌های موجود در ترکیب است.

- درست. هرچه یک پیوند به دوگانه یا سه‌گانه میل کند، شکستن آن دشوارتر است.

- درست. برای پیدا کردن تعداد متیل‌ها بهتر است شاخه‌های پایانی و تنها هر قسمت را بشماریم.

- درست. ترکیب روبه‌رو ساختار کلوسترول با فرمول  $C_{27}H_{46}O$  است. تعداد کربن‌ها با عدد اکسایش صفر نیز برابر ۴ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۵ بررسی موارد:

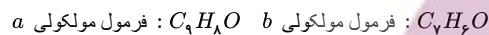
الف) نادرست

$$a \text{ الکترون‌های اشتراکی مولکول } 9C + 8H + 1 \times O = 9 \times 4 + 8 \times 1 + 1 \times 2 = 46$$

$$b \text{ الکترون‌های اشتراکی مولکول } 7C + 6H + 1 \times O = 7 \times 4 + 6 \times 1 + 1 \times 2 = 36$$

$$b, a \text{ تفاوت شمار الکترون‌های اشتراکی مولکول‌های } 46 - 36 = 10$$

ب) نادرست



$$a \text{ جرم مولی } 132 \text{ mol} \quad b \text{ جرم مولی } 106 \text{ mol}$$

$$b, a \text{ تفاوت جرم مولی } 132 - 106 = 26 \text{ mol}$$

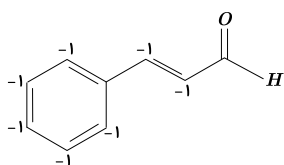


پ) درست - زیرا مولکول  $a$ ، تعداد  $H$  بیشتری نسبت به مولکول  $b$  دارد.

ت) درست -

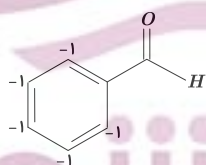
$$\text{تفاوت شمار پیوندهای } C-H \text{ در دو مولکول: } 8 - 6 = 2$$

$$\text{تفاوت شمار اتم‌های } C \text{ دارای عدد اکسایش } -1 : 7 - 5 = 2$$



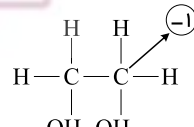
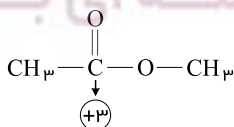
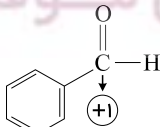
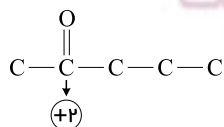
(a)

۸: تعداد پیوندهای  $C-H$

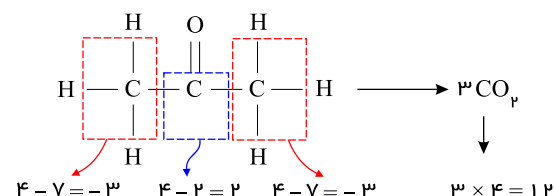
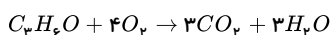


(b)

۶: تعداد پیوندهای  $C-H$



۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۶



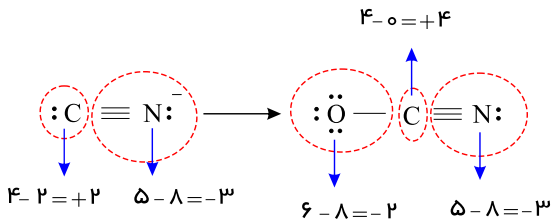


$$\Rightarrow -3 + 2 + (-3) = -4 \rightarrow +12$$

تغییر عدد اکسایش تمام کربن‌ها، ۱۶ واحد است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۸

تعداد الکترون‌های نسبت داده شده به اتم - تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم = عدد اکسایش اتم



واکنش سوختن ترکیب‌های داده شده را می‌نویسیم و تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن (C) در آن‌ها را محاسبه می‌کنیم ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۹

کربن طی واکنش ۷ درجه اکسایش یافته است.  $H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  : سوختن اتان

کربن طی واکنش ۶ درجه اکسایش یافته است.  $H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  : سوختن اتن

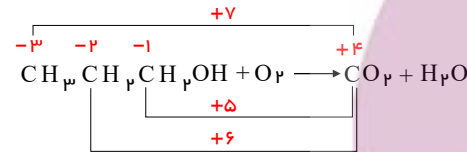
کربن طی واکنش ۵ درجه اکسایش یافته است.  $H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  : سوختن اتین

کربن طی واکنش ۵ درجه اکسایش یافته است.  $H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  : سوختن بنزن

بنابراین تغییر عدد اکسایش کربن در سوختن کامل بنزن و اتین یکسان است (۵ درجه اکسایش)؛ بنابراین گزینه چهارم، پاسخ تست است.  
راه ساده‌تر:

با توجه به اینکه فرآورده کربن‌دار سوختن کامل هیدروکربن‌ها،  $CO_2$  است، برای آنکه تغییر عدد اکسایش کربن در دو واکنش برابر باشد، باید عدد اکسایش کربن در دو هیدروکربن با هم برابر باشد که این مورد فقط در گزینه ۴ رخ داده است.

معادله کلی واکنش سوختن کامل ۱ - پروپانول به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۰

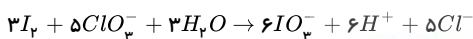


$$\text{جمع جبری تغییر عددهای اکسایش کربن} = 5 + 6 + 7 = 18$$

واکنش‌های اول و چهارم از نوع اکسایش - کاهش نمی‌باشند، چون طی واکنش عدد اکسایش هیچ عنصری تغییر نکرده است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۱

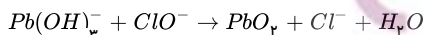
واکنش دوم و سوم را از روش اکسایش - کاهش موازنه می‌کنیم یعنی تغییر عدد اکسایش عنصر کاهنده را ضریب اکسنده و تغییر عدد اکسایش اکسنده را ضریب کاهنده قرار می‌دهیم.

در واکنش دوم،  $IO_3^-$  ۱۰ درجه اکسایش و در  $ClO_3^-$  ۶ درجه کاهش یافته، این اعداد را ساده و جابه‌جا می‌کنیم و مابقی عناصر را موازنه می‌کنیم.



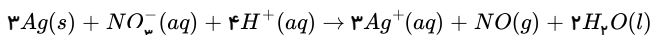
مجموع ضرایب گونه‌ها در این واکنش برابر ۲۸ است.

اگر همین مراحل را برای واکنش سوم انجام دهیم، متوجه خواهیم شد که ضرایب همه گونه‌ها در معادله موازنه شده واکنش برابر با یک است.



مجموع ضرایب همه گونه‌ها در این واکنش برابر ۶ است.

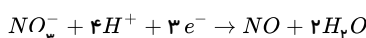
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۲



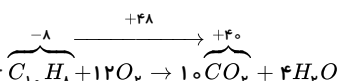
مجموع ضرایب‌های استوکیومتری مواد برابر ۱۴ است.

و نیم‌واکنش کاهش آن به صورت زیر است:

عدد اکسایش N از ۵ به ۲ می‌رسد؛ بنابراین ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

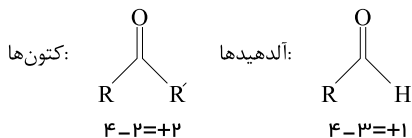


سوختن نفتالن ( $C_{10}H_8$ ) به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۳



$$\frac{48}{-8} = -6$$

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:



بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در هر دو ساختار گروه عاملی کربونیل وجود دارد.

(۲) در هر دو ترکیب ۷ اتم کربن وجود دارد.

(۴) هر دو ترکیب ناقطبی بوده و در نتیجه انحلال پذیری آنها در آب اندک است. اما از آنجا که گشتاور دوقطبی آنها بزرگ‌تر از صفر است (به علت حضور گروه کربونیل)، این دو ترکیب در میدان الکتریکی جهت گیری می‌کنند.

واکنش را موازنه می‌کنیم: 

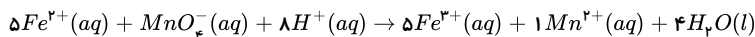
۱

۲

۳

۴

۱۱۵



$$\frac{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش دهنده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها}} = \frac{14}{10} = 1,4$$

۱ kg آب نمک با غلظت یک درصد نمک؛ یعنی از ۱۰۰۰ g آب نمک، ۱۰ g آن نمک و ۹۹۰ g آب است. طی تجزیه آب، مقدار نمک ثابت بود و مقدار آب 

۱

۲

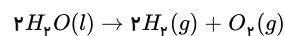
۳

۴

۱۱۶

(حلال) کاهش می‌یابد. زمانی که غلظت آب نمک دو برابر (۲ درصد) می‌شود، بایستی جرم محلول نصف شده باشد و از ۱۰۰۰ g محلول به ۵۰۰ g رسیده باشد؛ یعنی ۴۹۰ g آب و ۱۰ g نمک.

$$990 - 490 = 500 \text{ g} = \text{جرم آب مصرفی طی تجزیه}$$



$$\frac{\text{حجم گازهای تولیدی } x}{2 \times 18} = \frac{3 \times 22,4}{3 \times 22,4} \Rightarrow x = 933 L$$

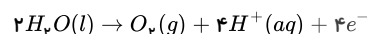
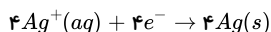
۱

۲

۳

۴

۱۱۷



$$3 \text{ mol } H^+ = 0,3 \text{ mol } e^- \times \frac{4 \text{ mol } e^-}{4 \text{ mol } e^-} = 0,3 \text{ mol } H^+$$

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{حجم محلول (L)}} = \frac{0,3 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(0,1) = 1$$

$$?g Ag = 0,3 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } Ag}{4 \text{ mol } e^-} = 32,4 g Ag$$

موارد اول و سوم درست‌اند. 

۱

۲

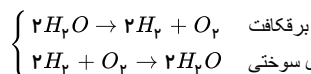
۳

۴

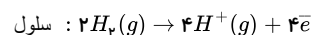
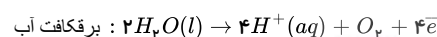
۱۱۸

مورد اول) جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی در هر سلولی از آند به کاتد است.

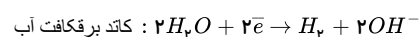
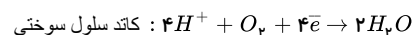
مورد دوم) عکس هم می‌باشند.



مورد سوم) در آند برقکافت محیط اسیدی شده و کاغذ pH قرمز می‌گردد.  $H^+$  محیط اسیدی شده و کاغذ pH قرمز می‌گردد.



مورد چهارم)



مورد پنجم) نیم‌واکنش‌ها کاملاً متفاوت است (در توضیحات مورد چهارم آمده‌اند).

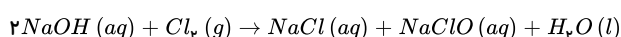
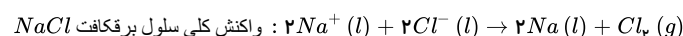
۱

۲

۳

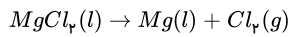
۴

۱۱۹



$$1,15 kg Na \times \frac{1}{1 kg} \times \frac{23 g Na}{23 g Na} \times \frac{2 \text{ mol } Na}{2 \text{ mol } Na} \times \frac{1 \text{ mol } NaClO}{1 \text{ mol } NaClO} \times \frac{5 g NaClO}{5 g NaClO} \times \frac{1 L \text{ محلول}}{1000 g \text{ محلول}} = 37,25 L \text{ محلول}$$

$$?gCl_p = 852 \times 10^3 L \times \frac{1}{1L} \times \frac{1}{1kg} \times \frac{172gCl_p}{10^6 g} = 1022,4$$



$$\frac{?g}{1 \times 95} = \frac{1022,4g}{71} \rightarrow ?gMgCl_p = 1368 \Rightarrow 1,368kg$$

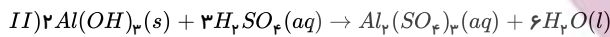
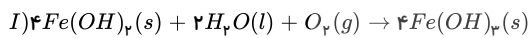
در واکنش برقکافت منیزیم کلرید مایع، به ازای تولید یک مول فلز منیزیم، دو مول الکترون منتقل می‌شود. پس مقدار الکترون مورد نیاز در این واکنش برابر است با: (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۲۱)

$$?mol e = 18kg Mg \times \frac{1}{1kg} \times \frac{24g Mg}{1mol Mg} \times \frac{1}{1mol e} = 1500 mol$$

در واکنش سلول سوختی هیدروژن به ازای مصرف یک مول هیدروژن، دو مول الکترون منتقل می‌شود. پس جرم هیدروژن مصرف شده برای تولید ۱۵۰۰ مول الکترون را حساب می‌کنیم:

$$?kg H_p = 1500 mol e \times \frac{100 mol e}{60 mol e} \times \frac{2g H_p}{1mol H_p} \times \frac{1}{1000g} = 2,5 kg$$

به جز عبارت اول، بقیه عبارت‌ها درست‌اند. (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۲۲)



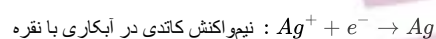
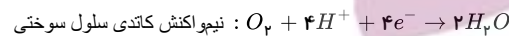
$$?H_pO \text{ مولکول} = 1070gFe(OH)_p \times \frac{1molFe(OH)_p}{107gFe(OH)_p} \times \frac{2molH_pO}{4molFe(OH)_p} \times \frac{1}{1molH_pO} = 3,01 \times 10^3 H_pO \text{ مولکول}$$

• در واکنش (I) عدد اکسایش آهن و اکسیژن تغییر می‌کند؛ پس از نوع اکسایش - کاهش است. در واکنش (II) اسید  $H_pSO_4$  با باز  $Al(OH)_p$  خنثی می‌شود.

$$1molH_pSO_4 \times \frac{6molH_pO}{3molH_pSO_4} \times \frac{18g O}{1molH_pO} = 36gH_pO$$

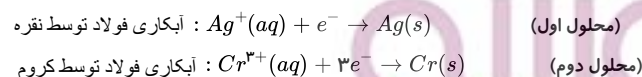
• مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها در واکنش I با مجموع ضرایب فرآورده‌ها در واکنش II، یکسان و برابر ۷ است.

(۱) (۲) (۳) (۴) (۱۲۳)



$$448L O_p \times \frac{1mol O_p}{22,4L O_p} \times \frac{4mol e^-}{1mol O_p} \times \frac{1}{1mol e^-} \times \frac{1}{1mol Ag} = 864g Ag$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۱۲۴)

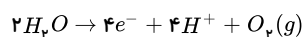


$$1 : 1 = \frac{1mole^-}{1 \times 108} \Rightarrow 108g$$

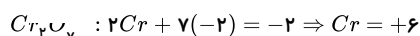
$$1mole^- : 3 = \frac{xgCr}{52} \Rightarrow 17,4g$$

$$108 - 17,4 = 90,6g$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۱۲۵)

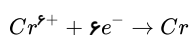


واکنش آندی:



عدد اکسایش کروم در یون دی‌کرومات ( $Cr_p \cup_p$ ) برابر با +۶ است:

بنابراین نیم‌واکنش کاتدی را به صورت ساده می‌توان به صورت روبه‌رو نشان داد:



$$?LO_p = 1074gCr \times \frac{1}{52gCr} \times \frac{1}{1molCr} \times \frac{1}{4mol e^-} \times \frac{25LO_p}{1mol O_p} = 7,5LO_p$$

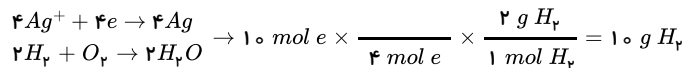
۱۲۶) ۱ ۲ ۳ ۴  $2H_2 + O_2 \xrightarrow{Fe} 2H_2O$  سلول سوختی: الکترون مبادله شده است.

آبکاری با نقره:  $Ag^+ + e \xrightarrow{1e} Ag$  الکترون مبادله شده است.

$$1,204 \times 10^{22} e \times \frac{1}{6,02 \times 10^{23} e} = 0,02 \text{ mol } e \quad (\text{به ازای هر فاشق})$$

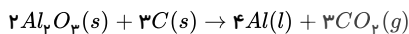
$$\rightarrow 500 \times 0,02 \text{ mol } e = 10 \text{ mol } e \quad (\text{به ازای ۵۰۰ فاشق})$$

مادهٔ مشترک: این دو واکنش، الکترون می‌باشد و تعداد  $e$  مبادله شده در واکنش آبکاری با نقره برابر ۱ و برای واکنش سلول سوختی برابر ۴ می‌باشد. برای رسیدن به جرم گاز هیدروژن در سلول سوختی باید ضریب الکترون‌ها یکسان شود؛ پس واکنش آبکاری با نقره را در ۴ ضرب می‌کنیم:



$$\text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{بازده}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{x}{100} \rightarrow x = 12,5 \text{ g } H_2$$

۱۲۷) ۱ ۲ ۳ ۴



$$\frac{x \text{ g}}{3 \times 12} = \frac{g}{4 \times 27} = \frac{L}{3 \times 25}$$

$$x = \frac{3 \times 12 \times 10^{-3}}{4 \times 27} \rightarrow 333 \text{ kg}$$

$$x' = \frac{25 \times 10^6}{36} L \xrightarrow{\times 10^{-3}} \frac{25 \times 10^3}{36} \simeq 694,4 m^3$$

۱۲۸) ۱ ۲ ۳ ۴

$$\text{جرم کروم} = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow 31,2 = \frac{M}{500} \Rightarrow M = 500$$

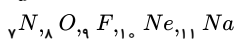
۱۲۹) ۱ ۲ ۳ ۴ در نمونه اول خاک رس مقدار ۳۶ گرم  $SiO_2$  و ۱۰ گرم  $H_2O$  در ۱۰۰ گرم کل نمونه وجود دارد.

$$\%H_2O = 20 = \frac{10}{100 + x} \times 100 \rightarrow x = 12,5 \text{ g}$$

$$\%SiO_2 = \frac{36}{112,5} \times 100 = 32\%$$

۱۳۰) ۱ ۲ ۳ ۴

$$\frac{45}{5} = 9 \rightarrow F \text{ عدد اتمی عنصر وسط}$$

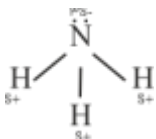


مورد اول و چهارم درست است.

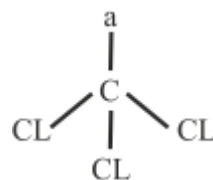
۱۳۱) ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: مطابق شکل مقابل،  $N$  بار جزئی منفی دارد.



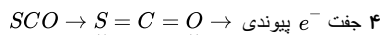
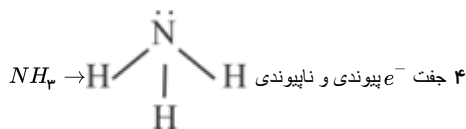
عبارت دوم: ساختار مولکول  $CCl_4$  به صورت زیر و متفاوت با ساختار  $NH_3$  است.



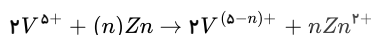
عبارت سوم: در ساختار هر مولکول آمونیاک، سه جفت الکترون پیوندی ( $p \cdot e$ ) مشارکت دارد.

$$?(pe) = 4,515 \times 10^{24} NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{6,02 \times 10^{23} NH_3} \times \frac{3 \text{ mol } (pe)}{1 \text{ mol } NH_3} = 22,5 \text{ mol } (pe)$$

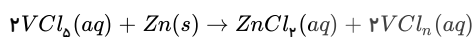
عبارت چهارم:

تنها نکته این سوال، تبدیل واحد است: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۲

$$\frac{\text{بار}}{\text{شعاع}} = \frac{2}{r} = 3,03 \times 10^{13} \text{ pm} \times \frac{10^3 \text{ pm}}{1 \text{ nm}} \Rightarrow r = \frac{2}{3,03} \simeq 0,66 \text{ nm}$$

اگر فرض کنیم تغییر عدد اکسایش  $V^{5+}$  برابر  $n$  باشد، معادله موازنه شده واکنش: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۳

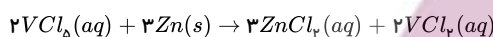
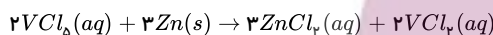
$$\frac{\text{حجم (ml)} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب} \times 1000} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \rightarrow \frac{2 \times 1000}{(5-n) \times 65} \Rightarrow n = 2$$

تغییر عدد اکسایش وانادیم  $2+$  و یون تولیدشده، وانادیم (III)، سبزرنگ خواهد بود.با توجه به مقادیر مول داده شده نسبت ضریب وانادیم ( $V$ ) کلرید به ضریب فلز روی در این واکنش برابر ۲ است. پس داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۴

با موازنه اتم‌های کلر داریم:

$$2 \times 5 = 2 + 2 \times n \Rightarrow n = 4$$

پس در این واکنش وانادیم (IV) کلرید محلول تولیدشده به رنگ آبی است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۵با توجه به اینکه در سوال گفته شده است که وانادیم ( $V$ ) به وانادیم بنفش رنگ تبدیل می‌شود، یعنی عدد اکسایش وانادیم از  $5+$  به  $2+$  کاهش می‌یابد؛ پس نتیجه می‌گیریم که  $n = 2$  است. حال معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$3,9 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{3 \text{ mol Zn}}{3 \text{ mol Zn}} = 0,04 \text{ mol } VCl_n$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۶

$$\Delta NO = 0,07, \quad \downarrow \text{نمودار وسط} \quad \approx 0,03 \quad \downarrow \text{نمودار خط چین} \quad = 0,07$$

$$\overline{RNO} = 1 \quad \overline{RNO} = \frac{1}{V}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۷واکنش  $2NO \rightarrow N_2 + O_2$  انجام می‌شود پس داریم:

$$\Delta H = [2\Delta H_{N=O}] - [\Delta H_{N \equiv N} + \Delta H_{O=O}]$$

$$\Delta H + E_a = -226 + 381 = +155 \text{ kJ}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۸ $\Delta H$  را از دو طریق انرژی فعالسازی و آنتالپی پیوند محاسبه کرده و به مجهول موردنظر می‌رسیم.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = E_{a\text{فکته}} - E_{a\text{رفت}} = 562 - 380 = +182 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای مواد اولیه}]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H_{A-A} + \Delta H_{B-B}] - [2\Delta H_{A-B}]$$

$$182 = [940 + 492] - [2x] \Rightarrow x = 625 \text{ kJ/mol}$$

عبارت‌های سوم و چهارم درست‌اند. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۹- انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش یعنی همان انرژی فعالسازی:  $248 - 183 = 65 \text{ kJ}$ - واکنش ( $I$ ) گرماگیر است و در آن انرژی مصرف می‌شود.

$$3 \text{ mol A} \times \frac{63 \text{ kJ}}{2 \text{ mol A}} = 94,5 \text{ kJ}$$



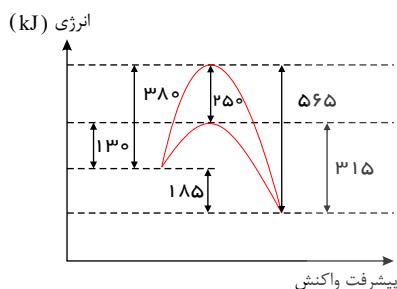
- انرژی فعال سازی واکنش (I) در جهت رفت و تشکیل گاز  $D_2$  بیشتر از انرژی فعال سازی واکنش (II) در جهت رفت و مصرف گاز  $D_2$  است؛ سرعت واکنش با انرژی فعال سازی رابطه وارونه دارد.

- هر دو واکنش گرماگیرند و با توجه به رابطه محاسبه  $\Delta H$  به کمک آنتالپی های پیوند، می توان گفت که مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش دهنده های آنها بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده های آنها است.

کاتالیزگر انرژی فعال سازی واکنش های رفت و برگشت را به یک مقدار کاهش می دهد، یعنی  $E_{a(رفت)} = 380 kJ$ ،  $E_{a(برگشت)} = 380 + 185 = 565 kJ$  بدون کاتالیزگر:  $E_{a(رفت)} = 130 kJ$ ،  $E_{a(برگشت)} = 565 - 250 = 315 kJ$

در حضور کاتالیزگر:

بنابراین موارد ۲ و ۳ درست هستند.



بنابراین موارد ۲ و ۳ درست هستند.

$$\text{جرم } NO \text{ مصرف شده در هر کیلومتر} = 1,04 \left( \frac{\text{g}}{\text{km}} \right) - 0,04 \left( \frac{\text{g}}{\text{km}} \right) = 1 \frac{\text{g}}{\text{km}}$$

$$\text{جرم } NO \text{ مصرف شده در 100 کیلومتر} = 100 (km) \times 1 \frac{\text{g}}{\text{km}} = 100 g$$

$\Delta H$  واکنش برابر با اختلاف سطح واکنش دهنده ها و فرآورده ها است.

$$\Delta H = 381 (kJ) - 561 (kJ) = -180 kJ$$

با توجه به نمودار:

با توجه به معادله واکنش، به ازای مصرف ۲ مول  $NO$ ،  $180 kJ$  گرما آزاد می شود. حال می توانیم گرمای آزاد شده در اثر مصرف ۱۰۰ گرم  $NO$  را محاسبه کنیم.

$$(NO) = 14 + 16 = 30 g \cdot mol^{-1}$$

$$? kJ = 100 g NO \times \frac{1}{30 g NO} \times \frac{-180 kJ}{2 mol NO} = -300 kJ$$

ابتدا اختلاف مقدار آلاینده ها در مجاورت و نبود مبدل را حساب می کنیم:

$$C_x H_y : 1,6 g \cdot km^{-1}$$

$$800000 \times 50 = 4 \times 10^9 km$$

$$4 \times 10^9 \times 1,699 = 3196 \times 10^6 g = 3196 ton$$

$$CO \text{ درصد جرمی} = \frac{0,6}{0,6 + 0,04 + 0,06} \times 100 = 85,71\%$$

$$\text{کاهش درصد جرمی} = \frac{5,99 - 0,61}{5,99} \times 100 = \frac{5,38}{5,99} \times 100 = 89,8\%$$

$$5,38 g CO \times \frac{1}{28 g CO} = 0,192 mol CO$$

بنابراین موارد ۲ و ۳ درست هستند.

$$CO \quad \therefore \frac{CO}{CO \text{ مقدار اولیه}} \times 100 \rightarrow \%CO = \frac{(5,99 - 0,61)}{5,99} \times 100 \approx 89,81\% \rightarrow \text{کمترین کاهش درصد جرمی}$$

$$C_8H_{18} \quad \therefore \frac{C_8H_{18} \text{ تغییر جرم}}{C_8H_{18} \text{ مقدار اولیه}} \times 100 \rightarrow \%C_8H_{18} = \frac{(1,67 - 0,07)}{1,67} \times 100 \approx 95,80\%$$

$$NO \quad \therefore \frac{NO}{NO \text{ مقدار اولیه}} \times 100 \rightarrow \%NO = \frac{(1,04 - 0,04)}{1,04} \times 100 \approx 96,15\%$$

- مقدار مول آلاینده‌هایی که به ازای یک کیلومتر وارد هواکره را می‌شود محاسبه می‌کنیم:  
(با توجه به اینکه پاسخ صحیح یکی از گزینه‌های ۳ یا ۴ است، فقط  $NO$  را بررسی می‌کنیم)

$$0,07 \text{ g } C_8H_{18} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_{18}}{114 \text{ g } C_8H_{18}} \approx 0,00061 \text{ mol } C_8H_{18}$$

$$0,04 \text{ g } NO \times \frac{1 \text{ mol } NO}{30 \text{ g } NO} \approx 0,001 \text{ mol } NO$$

- به ازای طی مسافت ۱۰ کیلومتر، میزان مول آلاینده‌هایی که وارد هواکره می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$10 \text{ Km} \times \frac{0,00061 \text{ mol } C_8H_{18}}{1 \text{ Km}} = 0,0061 \text{ mol } C_8H_{18}$$

$$10 \text{ Km} \times \frac{0,001 \text{ mol } NO}{1 \text{ Km}} = 0,01 \text{ mol } NO$$

می‌دانیم اگر دو واکنش تعادلی را با هم جمع کنیم ثابت‌های تعادل آن‌ها در هم ضرب می‌شود.

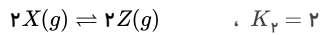
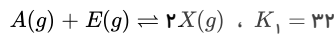
۱

۲

۳

۴

۱۴۵



غلظت اولیه :

غلظت تعادلی :  $1 - x \quad 1 - x \quad 2x$

$$K = \frac{(2x)^2}{[A][E]} = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} = 64 \rightarrow \frac{2x}{1-x} = 8$$

$$[Z] = 2x = 1,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

توجه کنید این فرایند دارای بازده درصدی ۶۰ درصد است یعنی ۶۰ مول از هر یک از واکنش دهنده‌ها طی شروع تا رسیدن به تعادل تجزیه شده‌اند.

۱

۲

۳

۴

۱۴۶

|             | A(g) + D(g) $\rightleftharpoons$ 2E(g) + G(g) |             |          |         |
|-------------|-----------------------------------------------|-------------|----------|---------|
| غلظت اولیه  | ۱                                             | ۱           | ۰        | ۰       |
| تغییر غلظت  | $-x=0,6$                                      | $-x=0,6$    | $+2x$    | $+x$    |
| غلظت تعادلی | $1-x=1-0,6$                                   | $1-x=1-0,6$ | $2x=1,2$ | $x=0,6$ |

$$K = \frac{[E][G]}{[A][D]} = \frac{1,2 \times 0,6}{(0,4) \times (0,4)} = 5,4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱

۲

۳

۴

۱۴۷

جدول تغییرات را برای هر دو تعادل تشکیل می‌دهیم:

| غلظت        | A $\rightleftharpoons$ 2X |       |
|-------------|---------------------------|-------|
| مول اولیه   | ۱                         | ۰     |
| تغییر غلظت  | $-x$                      | $+2x$ |
| غلظت تعادلی | $1-x$                     | $2x$  |

$$\Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{x}{1} \times 100 = 50 \rightarrow x = 0,5$$

$$K_1 = \frac{[X]}{[A]} = \frac{1}{0,5} = 2$$



|            |                          |    |
|------------|--------------------------|----|
|            | $D \rightleftharpoons Z$ |    |
| غلظت اولیه | ۱                        | ۰  |
| تغییر غلظت | -y                       | +y |
| غلظت تعادل | ۱-y                      | y  |

$$\Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{y}{1} \times 100 = 80 \rightarrow y = 0.8$$

$$K_p = \frac{[D]}{[Z]} = \frac{0.8}{0.2} = 4$$

$$\frac{K_p}{K_1} = \frac{4}{2} = 2$$

ابتدا مول داده شده را به غلظت (مولاریته) تبدیل می‌کنیم ( $M = \frac{1}{V}$ ) ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۴۸

$$\text{غلظت اولیه } [N_2O_4] = \frac{10}{5} = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

|             |                                         |     |
|-------------|-----------------------------------------|-----|
|             | $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ |     |
| غلظت اولیه  | ۲                                       | ۰   |
| تغییر غلظت  | -x                                      | +2x |
| غلظت تعادلی | ۲-x                                     | 2x  |

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \rightarrow 4 = \frac{(2x)^2}{(2-x)} \rightarrow x = 1$$

$$\Rightarrow \text{غلظت تعادلی } [N_2O_4] = 2 - 1 = 1$$

$$\Rightarrow \text{غلظت تعادلی } [NO_2] = 2 \times 1 = 2$$

$$\text{نسبت غلظت مولار خواسته شده به دست آمد. } \frac{[NO_2]}{[N_2O_4]} = \frac{2}{1} = 2$$

برای بدست آوردن مجموع مول‌های گاز درون ظرف هنگام تعادلی کافی است (هر دو ماده، واکنش‌دهنده و فرآورده گاز هستند) غلظت‌های موجود تعادلی را به مول تبدیل نماییم.

$$NO_2 \text{ تعداد مول تعادلی } = M \times V = 2 \times 5 = 10$$

$$N_2O_4 \text{ تعداد مول تعادلی } = M \times V = 1 \times 5 = 5$$

$$\text{مجموع مول‌های گازی} \Rightarrow \text{mol}NO_2 + \text{mol}N_2O_4 = 10 + 5 = 15$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۴۹

|             |                                                                                 |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
|             | $2A_p(s) \rightleftharpoons D_p(g) \quad K = 1 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ |    |
| غلظت اولیه  | $2/5 \text{ mol}$                                                               | ۰  |
| تغییر غلظت  | -2x                                                                             | +x |
| غلظت تعادلی | ۱-2x                                                                            | x  |

$$K = \frac{[D_p]}{[A_p]^2} \rightarrow 1 = \frac{x}{(1-2x)^2} \rightarrow x = 0.25$$

$$[A_p] = 1 - 2 \times (0.25) = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار کل اولیه}} \times 100 = \frac{0.5}{1} \times 100 = 50\%$$

توجه: می‌توان به این صورت نیز بیان نمود که با توجه به غلظت تعادلی محصول که برابر  $0.25 = [D_p]$  یا  $\frac{1}{4}$  مولار است، با استفاده از یک مولار ماده اولیه نهایتاً  $0.25$  مولار محصول حاصل شده

است در حالی که طبق روابط استوکیومتری واکنش (نسبت  $\frac{1}{2}$  ضرایب  $\frac{\text{mol}D_p}{\text{mol}A_p}$ ) باید نصف یک مولار، محصول به دست می‌آید، پس راندمان یا بازده درصدی  $50\%$  است.

|                                                   |                  |  |                  |                 |
|---------------------------------------------------|------------------|--|------------------|-----------------|
| $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$ |                  |  |                  |                 |
| مول اولیه                                         | ۲mol             |  | ۰                | ۰               |
|                                                   | $\downarrow -2x$ |  | $\downarrow +4x$ | $\downarrow +x$ |
| مول تعادلی                                        | $2-2x=1$         |  | $4x=2$           | $x=0.5$         |

$$K = \frac{\left(\frac{2}{2}\right)^4 \left(\frac{0.5}{2}\right)^1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = 1 \text{ mol}^r \cdot L^{-r}$$

$$\bar{R}_{O_2} = \bar{R}_{O_2} = \frac{0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{2L \times 1 \text{ min}} = 0.25 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

براساس اطلاعات سؤال می‌توانیم بنویسیم:

|                                        |        |  |      |     |
|----------------------------------------|--------|--|------|-----|
| $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ |        |  |      |     |
| مول اولیه                              | ۲mol   |  | ۰    | ۰   |
| مول تعادلی                             | $2-2x$ |  | $2x$ | $x$ |

$$\Rightarrow 0.5 = \frac{(2x)^2 (x)}{(2-2x)^2} = \frac{4x^3}{(2-2x)^2}$$

با جایگذاری گزینه‌ها معلوم می‌شود که  $x$  برابر ۰.۵ است.

$$= 6 \text{ mol} \times \frac{100}{100} = 4.8 \text{ mol} \text{ مقدار متانول تجزیه شده}$$

|                                       |                   |  |                   |                      |
|---------------------------------------|-------------------|--|-------------------|----------------------|
| $CH_3OH \rightleftharpoons CO + 2H_2$ |                   |  |                   |                      |
| مول اولیه                             | ۶                 |  | ۰                 | ۰                    |
|                                       | $\downarrow -4/8$ |  | $\downarrow +4/8$ | $\downarrow +2(4/8)$ |
| مول تعادلی                            | $1/2$             |  | $4/8$             | $9/6 \text{ mol}$    |

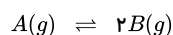
$$K = \frac{\left(\frac{4.8}{2}\right)^2 \left(\frac{9.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.2}{2}\right)^2} = \frac{2.4 \times 4.8 \times 4.8}{0.6} = 92.16 \text{ mol}^r \cdot L^{-r}$$

براساس اطلاعات مسئله، جدول غلظت اولیه و تعادلی را تشکیل می‌دهیم:

|                                                    |                                    |  |      |      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|--|------|------|
| $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ |                                    |  |      |      |
| غلظت اولیه                                         | $\frac{1.6 \text{ mol}}{2L} = 0.8$ |  | ۰    | ۰    |
| تغییر غلظت                                         | $-x$                               |  | $+x$ | $+x$ |
| غلظت تعادلی                                        | $0.8 - x$                          |  | $x$  | $x$  |

$$0.8 - x + x + x = \frac{2.4}{2L} = 1.2$$

$$K = \frac{[SO_2][Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} = \frac{\frac{4}{10} \times \frac{4}{10}}{\frac{4}{10}} = 0.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



غلظت اولیه : ۱ ۰

تغییر غلظت :  $-x$   $+2x$ غلظت تعادلی :  $1-x$   $2x$ 

$$K = \frac{[A]}{[B]} \Rightarrow 2 = \frac{4x^2}{(1-x)} \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$

مقدار  $x$  تغییر غلظت مقدار  $A$  است که برابر  $0.5$  است. یعنی از غلظت  $1$  مولار،  $0.5$  مولار آن تجزیه شده بنابراین  $0.5$  درصد از ماده‌ی  $A$  تجزیه شده است. پس بازده درصدی  $50$  است. همچنین می‌توان از روش زیر مقدار بازده درصدی را به دست آورد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{(2 \times \frac{1}{2})B}{2} \times 100 = 50\%$$

توجه: مقدار نظری  $B$  بر اساس ضریب استوکیومتری آن برابر  $2$  مولار است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۵

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول مواد با یکدیگر برابر است.

|             | $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ |        |       |
|-------------|------------------------------------------------|--------|-------|
| غلظت اولیه  | ۱                                              | ۵      | ۰     |
| تغییر غلظت  | $-x$                                           | $-2x$  | $+2x$ |
| غلظت تعادلی | $1-x$                                          | $5-2x$ | $2x$  |

$0.5 = x \Rightarrow 50$  درصد  $N_2$  در واکنش شرکت کرده

$$[N_2] = 1 - 0.5 = 0.5$$

$$[O_2] = 5 - 2(0.5) = 4$$

$$[NO_2] = 2(0.5) = 1$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} = \frac{(1)^2}{0.5 \times (4)^2} = \frac{1}{8} = 0.125$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۶

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول هر ماده با یکدیگر برابر است.

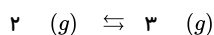
|             | $CO(g) + MO(s) \rightleftharpoons M(s) + CO_2(g)$ |       |      |      |
|-------------|---------------------------------------------------|-------|------|------|
| غلظت اولیه  | ۱                                                 | ۲     | ۰    | ۰    |
| تغییر غلظت  | $-x$                                              | $-x$  | $+x$ | $+x$ |
| غلظت تعادلی | $1-x$                                             | $2-x$ | $x$  | $x$  |

$$K = 0.25 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{[CO_2]}{[CO]} \rightarrow \frac{1}{4} = \frac{x}{1-x} \rightarrow 4x = 1-x \rightarrow 5x = 1 \rightarrow x = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$\frac{M}{m} = \frac{2-0.2}{0.2} = \frac{1.8}{0.2} = 9$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۷

حجم ظرف یک لیتر است و می‌توان گفت: مول = غلظت



غلظت اولیه  $1 \text{ mol}$

$$\text{غلظت تعادلی} \quad 1-2x \quad 3x \quad \xrightarrow{\text{فرض}} \frac{[ ]}{[O_2]} = \frac{1}{3x} = \frac{1}{6}$$

$$K = \frac{(3 \times 0.4)^2}{(0.2)^2} = \frac{36 \times 1.2}{0.2 \times 0.2} = 43.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



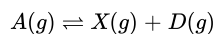
بر اساس اطلاعات مسئله، جدول مواد اولیه و تعادلی واکنش را تشکیل می‌دهیم:

|            | $2\text{NO}(g) + 2\text{CO}(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 2\text{CO}_2(g)$ |       |  |     |       |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|-----|-------|
| مول اولیه  | ۶ mol                                                                              | ۴ mol |  | ۰   | ۰     |
| مول تعادلی | ۶-۲x                                                                               | ۴-۲x  |  | x   | ۲x    |
| مول تعادلی | ۳                                                                                  | ۱     |  | ۱/۵ | ۳ mol |

فرض  $\Rightarrow \text{mol N}_2 = \frac{42}{28} = 1.5 \text{ mol} = x$

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{CO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{CO}]^2} = \frac{\left(\frac{1.5}{2}\right)\left(\frac{3}{2}\right)^2}{\left(\frac{3}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2} = 3$$

مجموع شمار مولهای گازی = ۳ + ۱ + ۱.۵ + ۳ = ۸.۵



غلظت تعادلی در حجم دو لیتر:  $\frac{\quad}{2L} = 0.2$   $\frac{\quad}{2L} = 0.2$   $\frac{\quad}{2L} = 0.2$

$$k_1 = \frac{\quad}{[A]} = \frac{\quad}{(0.2)} = 0.2$$

با افزایش حجم از ۲ به ۴ لیتر، فشار کاهش می‌یابد و به تعادل در جهت مول گاز بیش‌تر یعنی در جهت پیشرفت می‌کند.

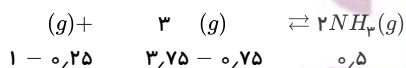
تعادل در حجم چهار لیتر:  $0.1 - x$   $\rightleftharpoons$   $X(g)$   $0.1 + x$   $0.1 + x$

(مقدار  $K$  ثابت است)  $\Rightarrow K_2 = K_1 = \frac{\quad}{0.1 - x} = 0.2$

$$0.01 + x^2 + 0.2x = 0.02 - 0.2x \Rightarrow x^2 + 0.4x - 0.01 = 0$$

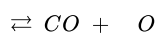
$$x = \frac{-0.4 \pm \sqrt{0.16 + 0.04}}{2} = \frac{-0.4 \pm 0.45}{2} = 0.025$$

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول هر ماده با یکدیگر برابر است.



$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \Rightarrow K = \frac{(0.5)^2}{(0.75)(3)^3} = 1.23 \times 10^{-2}$$

حجم ظرف یک لیتر است و مول غلظت مولی مواد باهم برابر است:



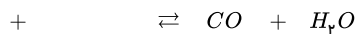
غلظت تعادلی:  $2 - x$   $1 - x$   $x$   $x$

$$K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} \Rightarrow 1.8 = \frac{\quad}{(2-x)(1-x)}$$

$$x^2 = 1.8x^2 - 5.4x + 3.6 \Rightarrow 0.8x^2 - 5.4x + 3.6 = 0$$

$$4x^2 - 27x + 18 = 0 \Rightarrow x = \frac{27 \pm \sqrt{729 - 288}}{8} \Rightarrow \begin{cases} \text{غ ق} \\ x = 0.75 \end{cases}$$





$$\frac{H_2O \text{ جرم}}{H_2 \text{ جرم}} = \frac{0,25 \times 2}{0,75} = 27$$

جدول تغییرات مول را تشکیل می‌دهیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۲

|            | $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$ |     |   |   |
|------------|-----------------------------------------------------|-----|---|---|
| مول اولیه  | ۱                                                   | ۱   | ۰ | ۰ |
| تغییر مول  | -x                                                  | -x  | x | x |
| مول تعادلی | ۱-x                                                 | ۱-x | x | x |

چون حجم ظرف یک لیتر است پس مول مواد را غلظت مولار در نظر می‌گیریم.

$$[CO] = 0,05 \rightarrow 1 - x = 0,05 \Rightarrow x = 0,95$$

$$K = \frac{[C]}{[CO]} = \frac{0,95}{0,05} = 19$$

$$?g Fe = 0,95 mol Fe \times \frac{55,85 g}{1 mol Fe} = 53,2 g$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۳

$$K = \frac{[Ax]^2}{[A_p][X_p]} \Rightarrow \frac{(\frac{0,04}{2})^2}{(\frac{0,8}{2}) \times (\frac{0,8}{2})} = 2,5 \times 10^{-3}$$

مول گاز در دو طرف واکنش با هم برابر است پس تغییر حجم باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

غلظت تعادلی  $A$  و  $X_p$  برابر است، اگر غلظت آن‌ها در دمای  $300^\circ C$  و  $100^\circ C$  به ترتیب  $a$  و  $a'$  بگیریم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۴

$$\frac{K_{300}}{K_{100}} = \frac{a'^2}{a^2} \rightarrow \frac{1}{10^{-4}} = \frac{a'^2}{a^2} \rightarrow \left(\frac{a'}{a}\right)^2 = 10000 \rightarrow \frac{a'}{a} = \sqrt{10000} \rightarrow \frac{a'}{a} = 100$$

اگر جرم آب را با جرم محلول برابر فرض کنیم. (جرم حل شونده ناچیز است). ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۵

$$[CaSO_4] = \frac{(\frac{0,272}{136})}{0,1 L} = 0,2 mol \cdot L^{-1} \Rightarrow [Ca^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 0,2 mol \cdot L^{-1}$$

$$K = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = 0,2 \times 0,2 = 4 \times 10^{-4} mol^2 \cdot L^{-2}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۶

اگر ۱۰ درصد از گاز  $NO_p$  باقی‌مانده باشد یعنی ۱۰ درصد آن مصرف شده است:

$$NO_p \text{ مصرف} = \frac{90}{100} \times 2 = 1,8 mol$$

|            | $SO_p + NO_p \rightleftharpoons SO_3 + NO$ |      |      |      |
|------------|--------------------------------------------|------|------|------|
| مول اولیه  | ۳                                          | ۲    | ۰    | ۰    |
| تغییر مول  | -۱/۸                                       | -۱/۸ | +۱/۸ | +۱/۸ |
| مول تعادلی | ۱/۲                                        | ۰/۲  | ۱/۸  | ۱/۸  |

$$K = \frac{[SO_3] \cdot [NO]}{[NO_p] \cdot [SO_p]} = \frac{\frac{1,8}{8} \times \frac{1,8}{8}}{\frac{0,2}{8} \times \frac{1,2}{8}} = 9 \times \frac{3}{2} = 13,5$$

جرم  $SO_3$  در مخلوط تعادلی باقی‌مانده بیش‌تر از بقیه است پس درصد جرمی  $SO_3$  در مخلوط تعادلی بیش از بقیه است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۷

چون حجم ظرف یک لیتر است پس مول مواد با غلظت مواد یکسان است.

|                               |                                                                                                |         |                                                 |         |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------|---------|
|                               | $\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ |         | $K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2]}$ |         |
| مول اولیه                     | ۳                                                                                              | ۱       | ۰                                               | ۰       |
| مول تعادلی                    | $۳-x$                                                                                          | $۱-x$   | $x$                                             | $x$     |
| مول تعادلی                    | $۲/۲$                                                                                          | $۰/۲$   | $۰/۸$                                           | $۰/۸$   |
| مول پس از افزودن $\text{H}_2$ | $۲/۲$                                                                                          | $۱/۲$   | $۰/۸$                                           | $۰/۸$   |
| مول تعادل جدید                | $۲/۲-y$                                                                                        | $۱/۲-y$ | $۰/۸+y$                                         | $۰/۸+y$ |

$$\Rightarrow \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = 0.8$$

$$\Rightarrow K_{(r)} = K_{(l)} = \frac{0.8+y}{1/2-y}$$

$$4.8 - 4y = 0.8 + y$$

$$4 = 5y$$

$$y = 0.8 \Rightarrow [\text{H}_2] = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

چند

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۸

ابتدا مول اولیه  $\text{CO}$  و مول تعادلی  $\text{Sn}$  را بدست می آوریم:

$$? \text{ mol CO} = 5.6 \text{ kg CO} \times \frac{1}{1 \text{ kg}} \times \frac{1}{28 \text{ g CO}} = 200 \text{ mol CO}$$

$$? \text{ mol Sn} = 2.4 \text{ kg Sn} \times \frac{1}{1 \text{ kg}} \times \frac{1}{120 \text{ g Sn}} = 20 \text{ mol Sn}$$

چون تعداد مول های گاز در دو طرف تعادل یکسان است، نیازی نیست غلظت در یک لیتر محاسبه شود.

|            |                                                                                                   |          |      |       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-------|
|            | $\text{SnO}_2\text{(s)} + 2\text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Sn(s)} + 2\text{CO}_2\text{(g)}$ |          |      |       |
| مول اولیه  | -                                                                                                 | ۲۰۰      | ۰    | ۰     |
| تغییر مول  | -                                                                                                 | $-2x$    | $+x$ | $+2x$ |
| مول تعادلی | -                                                                                                 | $200-2x$ | $+x$ | $+2x$ |

$$\text{Sn} - 20 \text{ mol} \rightarrow x - 20 \quad \begin{cases} [\text{CO}] = 200 - 40 = 160 \\ [\text{CO}_2] = 2 \times 20 = 40 \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}]^2} = \frac{(40)^2}{(160)^2} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 0.0625$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۹

معادله موازنه شده به صورت زیر است:

$$\text{C(g)} + 4\text{(g)} \rightleftharpoons \text{C(g)} + 2\text{S(g)}$$

مول تعادلی  $0.1 \text{ mol}$   $0.1 \text{ mol}$   $0.5 \text{ mol}$   $1 \text{ mol}$

$$K = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{S}]^2}{[\text{CS}_2][\text{H}_2]^4} = \frac{\left(\frac{0.5}{5}\right)\left(\frac{1}{5}\right)^2}{\left(\frac{0.1}{5}\right)\left(\frac{0.1}{5}\right)^4} = 1.25 \times 10^6 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۰ معادله موازنه شده به صورت زیر است:

|         |                                                                                                          |                      |              |             |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|-------------|
|         | $2\text{F}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{O}_2\text{(g)} + 4\text{HF(g)}$ |                      |              |             |
| غلظت    | $\text{F}_2$                                                                                             | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{O}_2$ | $\text{HF}$ |
| اولیه   | $1/0.5$                                                                                                  | $0.55$               | ۰            | ۰           |
| تغییرات | $-2x$                                                                                                    | $-2x$                | $+x$         | $+4x$       |
| نهایی   | ۱                                                                                                        |                      | $0.025$      | $0.1$       |

در تشکیل جدول دقت داشته باشید، در ردیف تغییرات برای واکنش دهنده ها ضریب منفی و برای فرآورده ها ضریب مثبت قرار می گیرد و ضرایب با توجه به ضرایب استوکیومتری در معادله موازنه شده تعیین می شوند.

$$k = \frac{[\text{HF}]^4[\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2[\text{F}_2]^2} = \frac{(10^{-1})^4 \times 25 \times 10^{-2}}{(5 \times 10^{-1})^2 \times 1^2} = \frac{25 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-2}} = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$18,4gNO_2 \times \frac{1molNO_2}{46gNO_2} = 0,4molNO_2$$

$$21,3gCl_2 \times \frac{1molCl_2}{71gCl_2} = 0,3molCl_2$$

|             | $2NO_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2NO_2Cl$ |                   |                |
|-------------|-------------------------------------------|-------------------|----------------|
| مول اولیه   | ۰/۴                                       | ۰/۳               | ۰              |
| غلظت تعادلی | $\frac{0,4-2x}{4}$                        | $\frac{0,3-x}{4}$ | $\frac{2x}{4}$ |
| غلظت تعادلی | ۰/۵                                       | ۰/۵               | ۰/۵            |

$$\Rightarrow 0,4 \times \frac{50}{100} = 0,2mol = 2x \Rightarrow x = 0,1$$

$$K = \frac{[NO_2Cl]^2}{[NO_2]^2[Cl_2]} = \frac{(0,05)^2}{(0,05)^2(0,05)} = 20mol \cdot L^{-1}$$

برای هردو شکل، جدول تغییرات تشکیل می‌دهیم:

|           | $X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2Z$ |         |      |
|-----------|-----------------------------------|---------|------|
| تعداد (آ) | ۰/۲                               | ۰/۲     | ۰/۴  |
| تعداد (ب) | $0,3-x$                           | $0,6-x$ | $2x$ |

$$\Rightarrow K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} = \frac{0,4^2}{0,2 \times 0,2} = 4$$

$$\Rightarrow K = 4 = \frac{(2x)^2}{(0,3-x)(0,6-x)}$$

$$\Rightarrow 4x^2 = 4(0,18 - 0,9x + x^2) \Rightarrow 0,18 = 0,9x \Rightarrow x = 0,2$$

$$molX_2 = 0,3 - x = 0,1$$

$$molY_2 = 0,6 - x = 0,4$$

$$molZ = 2x = 0,4$$

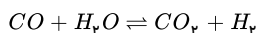
تغییرات مول مواد از ابتدا تا لحظه رسیدن به تعادل را به صورت زیر می‌توان نشان داد:

|              | $2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2$ |      |      |
|--------------|------------------------------------|------|------|
| مول اولیه    | ۱۰                                 | ۰    | ۰    |
| تغییرات مولی | $-2x$                              | $+x$ | $+x$ |
| مول تعادلی   | $10-2x$                            | $x$  | $x$  |

$$K = \frac{(\frac{x}{2})(\frac{x}{2})}{(\frac{10-2x}{2})^2} = 49 \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{x}{10-2x} = 7 \Rightarrow x = \frac{14}{3} \approx 4,666$$

$$[NO] = \frac{10-2x}{2} \approx 0,4mol \cdot L^{-1}$$

$$\text{غلظت‌های تعادلی برابر است} \Rightarrow [N_2] = [O_2] = \frac{x}{2} = \frac{4,6}{2} \approx 2,3mol \cdot L^{-1}$$



مول تعادلی:  $m-x$   $m-x$   $x$   $x$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{x}{m} \times 100 = 80 \Rightarrow x = 0,8m \Rightarrow m = 1,25x$$

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{\frac{x}{1} \times \frac{x}{1}}{\frac{(m-x)}{1} \times \frac{(m-x)}{1}} = \frac{x^2}{(0,25x)^2} = \frac{x^2}{(\frac{1}{4})^2 x^2} = 16$$

$$[CO_2] = \frac{x}{4} = 0,4mol \cdot L^{-1} \Rightarrow x = 1,6mol$$

$$CO \text{ مول اولیه } = m = 1,25x = 1,25 \times 1,6 = 2 \text{ mol}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۵

$$t = 25 \text{ } 0,4 \text{ mol} \quad 0,4 \text{ mol} \quad 1,2 \text{ mol}$$

$$\bar{R} \text{ واکنش } = \bar{R}_{A_2} = \bar{R}_{D_2} = \frac{1}{25 \times 60s} = \frac{1}{5000} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol L} \cdot s$$

$$\text{زمان تعادل} \Rightarrow n_{A_2} = n_{D_2} = 0,2 \text{ mol}, n_{AD} = 1,6 \text{ mol}$$

$$k = \frac{1}{[A_2][D_2]} = \frac{1}{n_{A_2} \times n_{D_2}} = \frac{1}{0,2 \times 0,2} = \frac{1}{0,04} = 25$$

توجه: حجم ظرف به خاطر برابر بودن مول‌های گازی در طرفین واکنش در محاسبه  $k$  بی‌تاثیر است.

۱۷۶ ۱ ۲ ۳ ۴

|       |                            |          |                      |         |                                                 |
|-------|----------------------------|----------|----------------------|---------|-------------------------------------------------|
|       | $N_2$                      | $+ 3H_2$ | $\rightleftharpoons$ | $2NH_3$ |                                                 |
| شروع  | ۳ mol                      | ۴ mol    |                      | ۰       |                                                 |
| تعادل | $3-x$<br>$= 2 \text{ mol}$ | $4-3x$   |                      | $2x$    | $\Rightarrow 3-x=2 \Rightarrow x=1 \text{ mol}$ |

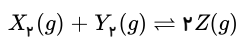
$$n_{N_2} = 2 \text{ mol} \rightarrow [N_2] = \frac{2 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0,4$$

$$n_{H_2} = 4 - 3x = 1 \text{ mol} \quad [ ] = 0,2$$

$$n_{NH_3} = 2x = 2 \text{ mol} \rightarrow [NH_3] = 0,4$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{0,4^2}{0,4 \times 0,2^3} = \frac{0,4}{0,008} = 50$$

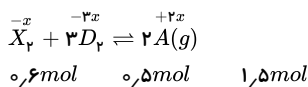
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۷



$$K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} \rightarrow 50 = \frac{(\frac{2x}{2})^2}{[X_2][\frac{0,4}{2}]} \rightarrow [X_2] = 0,121 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

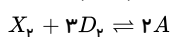
در نتیجه شمار مول  $X_2$  در حالت تعادل برابر  $0,121 \times 2 = 0,242 \text{ mol}$  است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۸



$$0,6 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ mol} \quad 1,5 \text{ mol}$$

$$K = \frac{(\frac{1,5}{2})^2}{(\frac{0,6}{2})(\frac{0,5}{2})^3} = \frac{(\frac{1}{2})^2}{(\frac{1}{5})(\frac{1}{6})^3} = \frac{5 \times \cancel{6}^3 \times \cancel{6}^3 \times 6}{\cancel{6}^3 \times \cancel{6}^3} = 45 \times 6 = 270$$



$$2x = 1,5 \Rightarrow x = 0,75$$

$$M = 0,5 - 2,25 = 2,75 \text{ mol}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۹

قسمت اول:

|             |                      |                       |                      |  |
|-------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
|             | $2NO(g) + Br_2(g)$   | $\rightleftharpoons$  | $2NOBr(g)$           |  |
| غلظت تعادلی | $\frac{18}{3} = 0,2$ | $\frac{24}{3} = 0,08$ | $\frac{66}{3} = 0,2$ |  |

$$K = \frac{[NOBr]^2}{[NO]^2[Br_2]} = \frac{(0,2)^2}{(0,2)^2(0,08)} = 2,5$$

قسمت دوم: اگر مقدار اولیه  $Br_2$  را برابر  $y$  مول فرض کنیم؛ می‌توان نوشت:

$$y - \frac{60}{100}y = 0,08 \times 3 \Rightarrow y = \frac{0,18}{0,4} = 0,45 \text{ mol } Br_2$$

|              |                                                                      |                                 |    |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|----|
|              | CO (g) + H <sub>2</sub> O ⇌ CO <sub>2</sub> (g) + H <sub>2</sub> (g) |                                 |    |    |
| غلظت اولیه   | $\frac{\Delta(0.025)}{2} = 0.1$                                      | $\frac{\Delta(0.025)}{2} = 0.1$ | ۰  | ۰  |
| تغییرات غلظت | -x                                                                   | -x                              | +x | +x |
| غلظت تعادلی  | 0.1-x                                                                | 0.1-x                           | x  | x  |

$$\Rightarrow K = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 9 = \frac{x^2}{(0.1-x)^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} 3 = \frac{x}{0.1-x} \Rightarrow x = \frac{0.3}{4} = 0.075$$

پس غلظت تعادلی گاز H<sub>2</sub> برابر 0.075 مولار و مقدار مول آن برابر است با:

$$0.075 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 2L = 0.15 \text{ mol}$$

ابتدا مقدار ثابت تعادل را قبل از کاهش حجم حساب می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۱

$$K = \frac{(\frac{0.2}{4})}{[\frac{0.2}{4}][\frac{0.2}{4}]} = 2.0$$

با کاهش حجم ظرف (افزایش فشار)، تعادل مطابق اصل لوشاتلیه در جهت تعدیل تغییر تحمیل شده یعنی به سمت فراورده با شمار مول‌های گازی کمتر پیش می‌رود.

|              |                       |       |       |
|--------------|-----------------------|-------|-------|
|              | A (g) + D (g) ⇌ X (g) |       |       |
| غلظت اولیه   | 0.2                   | 0.2   | 0.2   |
| تغییرات غلظت | -x                    | -x    | +x    |
| غلظت تعادلی  | 0.2-x                 | 0.2-x | 0.2+x |

دمای سامانه، بدون تغییر و ثابت مانده است؛ پس K، کماکان برابر مقدار آن قبل از اعمال تغییر یعنی 2.0 است.

$$K = \frac{[A][D]}{[X]} = \frac{(0.2+x)}{(0.2-x)^2} = 2.0 \Rightarrow 0.2+x = 2.0(x^2 - 0.4x + 0.04)$$

$$\Rightarrow 0.2+x = 2.0x^2 - 0.8x + 0.08$$

$$\Rightarrow 2.0x^2 - 0.9x + 0.08 = 0$$

$$\Rightarrow \Delta = (-0.9)^2 - 4(2.0)(0.08) = 0.01$$

$$\Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{0.9 \pm \sqrt{0.01}}{4.0} = \frac{0.9 \pm 0.1}{4.0} = \begin{cases} \rightarrow x_1 = 0.25 \text{ بزرگتر است} \\ \rightarrow x_2 = 0.2 \text{ غ ق} \end{cases}$$

$$n_X = 0.2 + x = 0.2 + 0.05 = 0.25$$

ابتدا مقادیر غلظت‌های تعادلی مواد را به دست می‌آوریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۲

|              |                                                                                         |                                        |       |                        |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|------------------------|
|              | CH <sub>4</sub> (g) + 2H <sub>2</sub> S (g) ⇌ CS <sub>2</sub> (g) + 4H <sub>2</sub> (g) |                                        |       |                        |
| غلظت اولیه   | $\frac{0.55}{0.5} = 1.1$                                                                | $\frac{0.2}{0.5} = 0.4$                | ۰     | ۰                      |
| تغییرات غلظت | -x                                                                                      | -2x                                    | +x    | +4x                    |
| غلظت تعادلی  | 1.1-x                                                                                   | $\frac{0.4-2x}{0.5} = \frac{0.4}{0.5}$ | x=0.1 | $\frac{4x}{0.5} = 0.8$ |

$$1.1-x = \frac{(\frac{\Delta}{16}) \text{ mol CH}_4}{0.5L} \Rightarrow 1.1-x=1 \rightarrow x=0.1$$

$$K = \frac{[CH_4][H_2S]^2}{[CS_2][H_2]^4} \Rightarrow K = \frac{(0.1)(0.4)^2}{(1)(0.2)^2} = \frac{0.16}{0.4} = 0.4$$

در ادامه به راحتی می‌توان K را حساب کرد:

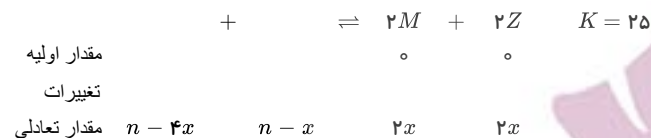


|              |                                                                                                       |                                       |                             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
|              | $\text{PH}_3(\text{g}) + \text{BCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PBCl}_3(\text{g})$ |                                       |                             |
| غلظت اولیه   | $\frac{4 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-4}} = 0.3$                                                     | $\frac{1 \times 10^{-4}}{1} = 0.32$   | ۰                           |
| تغییرات غلظت | $-x$                                                                                                  | $-x$                                  | $+x$                        |
| غلظت تعادلی  | $\frac{0.3 - x}{0.3 - 0.07} = 0.23$                                                                   | $\frac{0.32 - x}{0.32 - 0.07} = 0.25$ | $x = \frac{0.28}{1} = 0.07$ |

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{PBCl}_3]}{[\text{PH}_3][\text{BCl}_3]} = \frac{1}{(0.23)(0.25)} \approx 1.72$$

مقدار اولیه دو گاز  $X$  و  $Y$  را  $n$  مول در نظر می‌گیریم. بنابراین:

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۴



$$n - x = 0.8 \Rightarrow$$

$$n = 0.1 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[x]^4[Y]}{[x]^4[Y]} = \frac{\left(\frac{0.04}{V}\right)^2 \left(\frac{0.04}{V}\right)^2}{\left(\frac{0.02}{V}\right)^4 \left(\frac{0.08}{V}\right)} = \frac{(0.04)^4}{(0.02)^4 (0.08)} \times V = \frac{16}{0.08} \times V = 25$$

$$V = \frac{25}{200} = 0.125 \text{ L} = 125 \text{ mL}$$

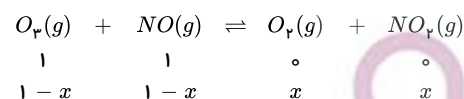
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۵

$$3.26 \text{ g NO}_2\text{Cl} \times \frac{1 \text{ mol NO}_2\text{Cl}}{111.5 \text{ g NO}_2\text{Cl}} = 0.04 \text{ mol NO}_2\text{Cl} \rightarrow \text{مانده NO}_2\text{Cl} = 0.02 \text{ mol}$$

تا رسیدن به تعادل،  $0.04$  مول نیتروژن دی‌اکسید و  $0.02$  مول گاز کلر تولید می‌شود. پس در هنگام تعادل در مجموع  $0.08$  مول گاز درون ظرف وجود دارد. ثابت تعادل این واکنش برابر است با:

$$K = \frac{n_{\text{Cl}_2} \times (n_{\text{NO}_2})^2}{(n_{\text{NO}_2\text{Cl}})^2} \times V^{(2)-(2+1)} \Rightarrow K = \frac{0.02 \times (0.04)^2}{(0.02)^2} \times \frac{1}{2} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۶



$$k = \frac{x \times x}{(1-x)(1-x)} = \frac{x^2}{(1-x)^2} = 9 \Rightarrow \frac{x}{(1-x)} = 3 \Rightarrow x = 0.75$$

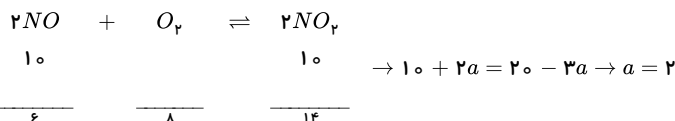
پس غلظت تعادلی گاز اکسیژن برابر است با:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow M = \frac{0.75}{2} = 0.375 \text{ mol/L}$$

در این واکنش به‌ازای مصرف دو مول گاز، دو مول گاز فرآورده تولید شده و مقدار مول‌های گاز تغییری نمی‌کند.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۷

$$K = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} \text{ mol NO}_2 = x \quad K = \frac{1}{x^2 \times \frac{1}{5}} \rightarrow x = 10$$



$$K_{\text{جدید}} = \frac{14^2}{6^2 \times 8 \times \frac{1}{5}} \approx 3.4$$



۱۸۸ ۱ ۲ ۳ ۴ با کاهش فشار سامانه، تعادل طبق اصل لوشاتلیه به سمت شمار مول‌های گازی بیشتر و افزایش فشار سامانه پیش می‌رود. پس تعادل در جهت رفت پیشرفت

می‌کند و مقدار مول  $H_2O$  در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود (رد گزینه‌های «۳» و «۴» از طرفی داریم:

|                       |                                                           |        |        |        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
|                       | $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$ |        |        |        |
| غلظت‌های تعادلی اولیه | ۲                                                         | ۲      | ۲      | ۲      |
| تغییرات غلظت          | $-4x$                                                     | $-5x$  | $+4x$  | $+6x$  |
| غلظت تعادلی           | $2-4x$                                                    | $2-5x$ | $2+4x$ | $2+6x$ |

بر اثر جابه‌جایی تعادل به سمت فراورده‌ها، واکنش‌دهنده‌ها به صورت کامل مصرف نمی‌شوند. پس:

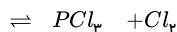
$$\left\{ \begin{array}{l} 2-4x > 0 \\ 2-5x > 0 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{اشتراک}} x < 0.4$$

اکنون گزینه‌های «۱» و «۲» را بررسی می‌کنیم:

غ ق ق  $\Rightarrow x < 0.4 \Rightarrow x \approx 0.408 > 0.4 \Rightarrow$  گزینه «۱»:

غ ق ق  $\Rightarrow x < 0.4 \Rightarrow x = 0.2 < 0.4 \Rightarrow$  گزینه «۲»:

۱۸۹ ۱ ۲ ۳ ۴



$$a - x \quad x \quad x \Rightarrow mol Cl_2 = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{71}{71} = 1 \text{ mol} \Rightarrow x = \frac{1}{2L} = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

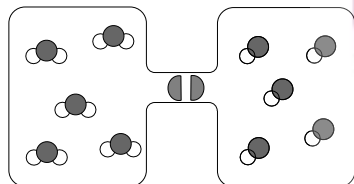
$$K = \frac{[PCl_5][Cl_2]}{[PCl_3]} \Rightarrow 1 = \frac{(\frac{1}{2}) \times (\frac{1}{2})}{(a - \frac{1}{2})} \Rightarrow a - 0.5 = 0.25 \Rightarrow a = 0.75 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$PCl_5 \text{ مول اولیه} = 0.75 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 2L = 1.5 \text{ mol}$$

با افزایش فشار تعادل به سمت مول گازی کمتر یعنی چپ جابه‌جا می‌شود.

توضیح: البته، با توجه به اینکه صورت سوال پیستون را متحرک عنوان کرده و در طی این واکنش تعداد مول گاز در حال افزایش است قاعدتاً حجم ظرف پس از برقراری تعادل دیگر ۲ لیتر نخواهد بود. اگر با این فرض سوال را حل کنیم جواب آن حدوداً ۱٫۲۸ مول می‌شود که در گزینه‌ها نیست. بنابراین به نظر می‌رسد این سوال خالی از مشکل نیست.

۱۹۰ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به اطلاعات داده‌شده می‌توان نوشت:



$$5 \times 0.1 \text{ mol } H_2O = 0.5 \text{ mol } H_2O$$

$$5 \times 0.1 \text{ mol } CO = 0.5 \text{ mol } CO$$



تعداد مول آغازی :

تعداد مول‌های تعادلی :  $0.5 - x \quad 0.5 - x \quad x \quad x$

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \rightarrow 16 = \frac{x \times x}{(0.5 - x)(0.5 - x)} \rightarrow 16 = \frac{x^2}{(0.5 - x)^2} \rightarrow 4 = \frac{x}{(0.5 - x)}$$

(تعداد مول تعادلی  $H_2$ ,  $CO_2$ )  $4 \times 0.5 - 4x = x \rightarrow 2 = 5x \rightarrow x = 0.4$

$$M = \frac{\text{غلظت مولی}}{V} \rightarrow \text{غلظت مولی } CO_2 = \frac{0.4 \text{ mol } CO_2}{2L} = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

فراورده  $0.4 + 0.4 = 0.8 \text{ mol}$  کل مول‌های فراورده

۱۹۱ ۱ ۲ ۳ ۴

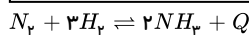
باتوجه به غلظت‌های تعادلی، مقدار  $K$  را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(\frac{1}{2})^2}{(\frac{1}{2})(\frac{1}{2})^3} = 0.25$$

چون واکنش گرماده است؛ پس با کاهش دما، واکنش در جهت رفت پیش می‌رود و  $K$  بزرگ‌تر می‌شود.

۱۹۲ ۱ ۲ ۳ ۴ تعداد مول براساس شکل:

$$\begin{aligned} n &= 9 \times 0,2 = 1,8 \\ n &= 27 \times 0,2 = 5,4 \\ nNH_3 &= 6 \times 0,2 = 1,2 \end{aligned}$$



$$\underbrace{N=0,6=1,8}_{N=0,6=1,8} \quad \underbrace{M=1,8=5,4}_{M=1,8=5,4} \quad 2x \Rightarrow 2x=1,2 \quad \boxed{x=0,6}$$

$$N = 1,8 \quad M = 5,4 \text{ mol}$$

← اگر واکنش کامل باشد ← از ۲,۴ مول گاز  $N_2$  اولیه ۴,۸ مول  $NH_3$  تشکیل می‌شود.

← درمورد گزینه ۴ اطلاعات کامل داده نشده که بتوان قضاوت کرد، ولی با افزایش دما تعادل در جهت برگشت پیش می‌رود و  $NH_3$  ۱,۲ مول، کاهش می‌یابد نه افزایش.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۳

|                                                |         |       |  |       |       |
|------------------------------------------------|---------|-------|--|-------|-------|
| $3A + 2D \rightleftharpoons X + 2Z \quad V=5L$ |         |       |  |       |       |
|                                                | 1.5 mol | 5 mol |  | 0     | 0     |
|                                                | -3x     | -2x   |  | x     | 2x    |
| تعادل                                          | 1.5-3x  | 5-2x  |  | x     | 2x    |
|                                                | 2.5 mol | 1 mol |  | 2 mol | 4 mol |
| $x=2$                                          |         |       |  |       |       |

$$K = \frac{\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{4}{5}\right)^2}{\left(\frac{5}{5 \times 2}\right)^3 \times \left(\frac{1}{5}\right)^2} = \frac{\frac{2}{5} \times \frac{16}{25}}{\frac{125}{10^3 \times 25}} = \frac{16}{5 \times 125} = 51,2$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۴

ابتدا مول مصرفی  $N_2O_5$  را محاسبه و بعد جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم.

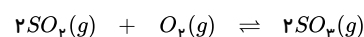
$$\text{تجزیه شده } mol N_2O_5 = 2,5 \times \frac{20}{100} = 0,5 \text{ mol}$$

|            |                                          |                           |
|------------|------------------------------------------|---------------------------|
|            | $2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$ |                           |
| مول اولیه  | $2,5 \text{ mol}$                        |                           |
| تغییر مول  | $-2x = -0,5$                             | $4x = +1 \quad x = +0,25$ |
| مول تعادلی | $2,5-2x=2$                               | $4x=1 \quad x=0,25$       |

$$K = \frac{\left(\frac{1}{5}\right)^4 \times \left(\frac{0,25}{5}\right)}{\left(\frac{2}{5}\right)^2} = \frac{5 \times \frac{1}{16} \times 1}{4 \times 25} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}^3 \cdot L^{-3}$$

چون مقدار عددی  $K$  کوچک است پس تعادل در سمت چپ است و اگر به مقدار مساوی از همه مواد به ظرف تعادلی اضافه شود تعادل در جهت برگشت (یعنی جیتی که تعادل در آن سمت است) جابه‌جا می‌شود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۵



لحظه آغاز:  $6 \quad 6 \quad 0$

تعادل اولیه:  $6-2x \quad 6-x \quad +2x$

لحظه اعمال تغییر:  $6-2x \quad 6-x \quad 2x-2$

رسیدن به تعادل مجدد:  $6-2x-2y \quad 6-x-y \quad 2x-2+2y$

باتوجه به اینکه غلظت  $SO_3$  در تعادل جدید ۰,۲ مول بر لیتر است با در نظر گرفتن حجم ده لیتری ظرف ۲ مول  $SO_3$  در نهایت در ظرف وجود دارد:

$$molSO_2 = 6 - 2(x + y) = 6 - 2 \times 2 = 2 mol$$

$$mol \quad = 6 - (x + y) = 6 - 2 = 4 mol$$

$$K = \frac{[SO_2]^2}{[SO_2][O_2]} = \frac{\left(\frac{2}{10}\right)^2}{\left(\frac{2}{10}\right) \times \left(\frac{4}{10}\right)} = 2,5 mol^{-1} \cdot L$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۶

|                       | $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ |     |     |
|-----------------------|------------------------------------------------|-----|-----|
| در حال تعادل اولیه    | ۳                                              | ۳   | ۳   |
| تعادل بعد از کاهش حجم | ۳+x                                            | ۳-x | ۳-x |

$$K = \frac{[CO] \times [Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{\left(\frac{3}{3}\right) \times \left(\frac{3}{3}\right)}{\left(\frac{3}{3}\right)} = 1$$

$$K = \frac{[CO] \times [Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{\left(\frac{3-x}{1}\right) \times \left(\frac{3-x}{1}\right)}{\left(\frac{3+x}{1}\right)} = 1$$

$$\rightarrow x^2 - 7x + 6 = 0 \rightarrow x = 1, \quad x = 6 \text{ (غیر قابل قبول)}$$

$$[COCl_2] = 3 + x = 3 + 1 = 4$$

با افزایش فشار (کاهش حجم ظرف) تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۷

$$a \rightarrow 0,1 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} \frac{1}{10} = \frac{1}{1-x} \rightarrow 21x = 1 \rightarrow x = \frac{1}{21}$$

$$b \rightarrow 4 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} 2 = \frac{1}{1-x} \rightarrow 2 = 4x \rightarrow x = 0,5$$

$$\frac{b \text{ بازده}}{a \text{ بازده}} = \frac{\left(\frac{0,5}{1}\right)}{\left(\frac{1}{21}\right)} = 21 \times 0,5 = 10,5$$

در شرایط بهینه، ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۸

| مول     | $N_2$ | $H_2$     | $NH_3$ |
|---------|-------|-----------|--------|
| اولیه   | ۱۰    | ۳۰        | ۰      |
| تغییرات | $-x$  | $-3x$     | $+2x$  |
| نهایی   |       | $30 - 3x$ | $2x$   |

در تشکیل جدول دقت داشته باشید، در ردیف تغییرات برای واکنش‌دهنده‌ها ضریب منفی و برای فرآورده‌ها ضریب مثبت قرار می‌گیرد و ضرایب با توجه به ضرایب استوکیومتری در معادله موازنه شده تعیین می‌شوند.

$$36 = (10 - x) + (30 - 3x) + 2x = 40 - 2x$$

$$\frac{\text{مول آمونیاک}}{\text{مول کل}} = \frac{2x}{40 - 2x} = \frac{28}{100} \Rightarrow 50x = 280 - 14x \Rightarrow 64x = 280 \Rightarrow x = 4,375$$

$$\Rightarrow \text{مول آمونیاک} = 2 \times 4,375 = 8,75 mol$$

$$?g NH_3 = 8,75 mol NH_3 \times \frac{17g NH_3}{1 mol NH_3} = 148,75g NH_3$$

همانطور که ملاحظه می‌کنید، این عدد در گزینه‌ها نیست. منظور طراح این بوده است که بازده واکنش را ۲۸٪ در نظر بگیرید که امکان سوء تعبیر وجود دارد.

حال اگر بازده واکنش را ۲۸٪ در نظر بگیرید.

$$?gNH_{\mathfrak{r}} = 1 \circ mol N_{\mathfrak{r}} \times \frac{\mathfrak{r}mol NH_{\mathfrak{r}}}{1mol N_{\mathfrak{r}}} \times \frac{1\mathfrak{g} NH_{\mathfrak{r}}}{1mol NH_{\mathfrak{r}}} = \mathfrak{r} \circ g NH_{\mathfrak{r}}$$

$$\text{جرم عملی} = 95,2g = \frac{\text{جرم عملی}}{340(g)} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{\text{جرم عملی}}{\text{جرم نظری}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی}$$

فرمول ترکیب داده شده  $C_p H_{1p} O_p N_p$  است. بر این اساس داریم:

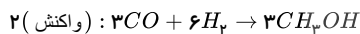
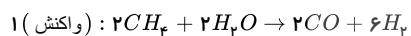
مورد اول : درست. دو ساختار دو حلقه‌ای مشابه به حلقه بنزنی وسط ساختار متصل هستند.

مورد دوم: نادرست. نسبت مورد نظر برابر با  $\frac{11}{4}$  است.

مورد سوم: نادرست. نسبت موردنظر برابر با  $\frac{92}{100} = \frac{11}{12}$  است. توجه داریم که شمار پیوندهای  $C - H$  برابر است. (زیرا به اتم‌های  $N$  اتم  $H$  متصل نیست).

مورد چهارم: درست. در مولکول ترفتالیک اسید ۶ اتم  $H$  وجود دارد؛ بنابراین نسبت موردنظر برابر با  $\frac{12}{6}$  است.

گونهٔ مشترک در هر دو واکنش بایستی ضریب یکسان داشته باشد، بنابراین واکنش اول را در ۲ و واکنش دوم را در ۳ ضرب می‌کنیم:



$$\frac{1000g}{6 \times 2} = \frac{\quad}{3 \times 32}$$



# پاسخنامه کلیدی



|    |   |   |   |   |    |   |   |   |   |     |   |   |   |   |     |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|
| ۱  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۳  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۴  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۵  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۴  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۶  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۷  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۸  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۷  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۹  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۸  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۴۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۰  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۹  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۱  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۲  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۳  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۴  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۵  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۶  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۷  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۸  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۳۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۹۹  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۴۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۰۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۵۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۶۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۶۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۶۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۴۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۶۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۴۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۲۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۶۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |



|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| ۱۶۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۶۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۶۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۶۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۶۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| ۱۷۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۷۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| ۱۸۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۸۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| ۱۹۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۹۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۰۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |

