BAHMANI
COUNSELOR

عباس بهمنی

شیمی کنکور – مسائل دوازدهم

سال دوازدهم

تجربی و ریاضی

۸۳۶۴۳۶۶

فهرست

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 1: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

۱ به $200mL$ آب سخت ($d = 1g \cdot mL^{-1}$) که دارای یون‌های Ca^{2+} با غلظت $2000ppm$ است، ۴٫۷۲ گرم از صابون با جرم مولی $236g \cdot mol^{-1}$ اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم، چند درصد از آن، به صورت رسوب، درآمده است؟ ($Ca = 40 \ , \ Na = 23 \ : \ g \cdot mol^{-1}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

($RCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + NaCl(aq)$ (معادله موازنه شود.

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۲ غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم (X^{2+}) در یک نمونه آب سخت به‌ترتیب ۰٫۰۰۲۵ مولار و $264ppm$ است. اگر ۲۷ گرم صابون جامد با جرم مولی $300g \cdot mol^{-1}$ به ۲٫۵ لیتر از این نمونهٔ 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 $Na^+(aq)$ مبادله می‌کنند، به‌تقریب چند گرم $Na^+(aq)$ در این فرآیند لازم است؟ (جرم هر میلی‌لیتر از این نمونهٔ آب، یک گرم در نظر گرفته شود. $Na = 23, Mg = 24 : g \cdot mol^{-1}$)

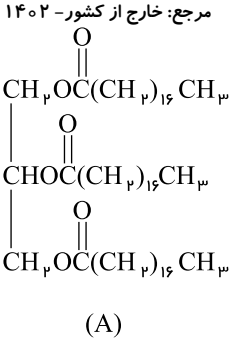
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

($RCOONa + XCl_2 \rightarrow (RCOO)_2X + NaCl$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.

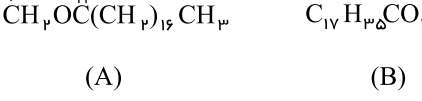
۱) ۰٫۷۸, ۷۵ ۲) ۱٫۵۵, ۷۵ ۳) ۱٫۵۵, ۲۵ ۴) ۰٫۷۸, ۲۵

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

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



(A)



(B)

الف) از آبکافت ترکیب (A) می‌توان ترکیب (B) را به دست آورد.

ب) نیروهای جاذبهٔ بین‌مولکولی غالب در ترکیب (B)، از نوع هیدروژنی است.

پ) تفاوت جرم مولی ترکیب (B) با جرم مولی الکل سازندهٔ ترکیب (A)، برابر $182g \cdot mol^{-1}$ است.

ت) از واکنش ۰٫۴ مول از ترکیب B با مقدار کافی سود سوزآور، ۱۲۲٫۴ گرم صابون جامد تشکیل می‌شود.

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

۴ با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر اتم‌های هیدروژن حلقهٔ بنزنی در یک پاک‌کنندهٔ 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

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

۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۵ با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن و کربن در یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، برابر ۱۱ باشد. جرم مولی آن، برابر چند گرم است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

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

۱) ۳۴۶ ۲) ۳۴۸ ۳) ۳۵۰ ۴) ۳۵۲

۶ چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ ($H = ۱, O = ۱۶, K = ۳۹ : g \cdot mol^{-۱}$) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

- 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 هیدروکسیدف 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، به‌وسیلهٔ دو نوع متفاوت از پیوندها متصل شده است.

① پنج ② چهار ③ سه ④ دو

۷ pH یک نمونهٔ محلول آمونیاک برابر ۱۰٫۷ است. غلظت یون هیدروکسید در آن برابر چند مول بر لیتر و چند برابر غلظت مولار یون هیدرونیوم در آن است؟ ($۱۰^{-۰٫۷} = ۰٫۲$) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

① $۴ \times ۱۰^{-۴}, ۵ \times ۱۰^{۶}$ ② $۴ \times ۱۰^{۶}, ۲ \times ۱۰^{-۴}$ ③ $۲٫۵ \times ۱۰^{۷}, ۲ \times ۱۰^{-۴}$ ④ $۲٫۵ \times ۱۰^{۷}, ۵ \times ۱۰^{-۴}$

۸ با توجه به داده‌های جدول زیر، مربوط به دو محلول جداگانه از اسید ضعیف HA در دمای ثابت، $\frac{X}{Y}$ کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

($\log ۵ = ۰٫۷$ ، $\log ۲ = ۰٫۳$)

$[H^+]$	a	آغازی $[HA]$
$۱۰^{-۲}$	$۱۰^{-۱٫۳}$	X
$۱۰^{-۳}$	$۱۰^{-۰٫۷}$	Y

① ۴۰ ② ۵۰ ③ ۲۰ ④ ۳۰

۹ با توجه به داده‌های جدول و برای حجم معیّنی از دو محلول، غلظت مولکول‌ها در محلول (I)، چند برابر مجموع غلظت یون‌ها در محلول (II) است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

	محلول اسیدی	غلظت (مولار)	α (درصد یونش)
I	HF	۰٫۲	۲٫۴
II	HCOOH	۰٫۱	۲

① ۴۸٫۸ ② ۲۴٫۴ ③ ۹۷٫۶ ④ ۱۲٫۲

۱۰ اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلولی که از یک نوع اسید (HA) با غلظت ۰٫۰۵ مولار در دمای معین، برابر ۵×۱۰^{-۴} مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل یونش این اسید، به‌تقریب کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

① $۲٫۵ \times ۱۰^{-۵}$ ② ۵×۱۰^{-۶} ③ $۲٫۵ \times ۱۰^{-۶}$ ④ ۵×۱۰^{-۵}

۱۱ دربارهٔ 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 نادرست است؟ (نسبت ثابت یونش دو اسید را به تقریب برابر ۱۰ در نظر بگیرید.) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

- نسبت $[H^+]$ در محلول I به $[H^+]$ در محلول H، از $\sqrt{۱۰}$ 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، به‌شمار مولکول‌های یونیده‌نشده در محلول I ، بزرگ‌تر از یک است.

① یک ② دو ③ سه ④ چهار

(۱۲) در دمای ثابت، ۵٫۴ گرم اسید ضعیف HX و ۳ گرم اسید ضعیف HY در دو ظرف جداگانه، به‌ترتیب در ۲ و ۱ لیتر آب مقطر حل می‌شوند. اگر $[X^-]$ با $[Y^-]$ برابر باشد، کدام مورد دربارهٔ آنها، نادرست است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

$(HX = ۶۰ \, , HY = ۵۰ \; : g \cdot mol^{-۱})$

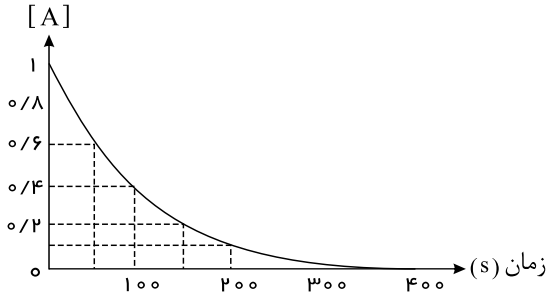
(۱) در واکنش مقدار کافی فلز منیزیم با محلول‌های اسیدی، حجم گاز هیدروژن تشکیل‌شده در محلول HY، کمتر است.

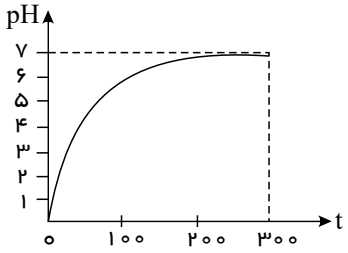
(۲) pH و شمار یون‌های دو محلول، برابر و K_a برای اسید HX، بزرگ‌تر از K_a برای اسید HY است.

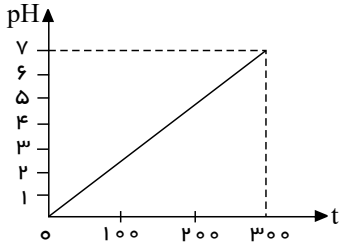
(۳) غلظت مولکول‌ها در محلول اسید HY بیشتر از غلظت مولکول‌ها در محلول اسید HX، است.

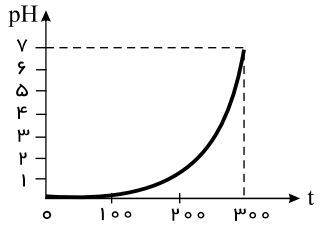
(۴) غلظت یون هیدروکسید در محلول HX، برابر غلظت همین یون در محلول HY است.

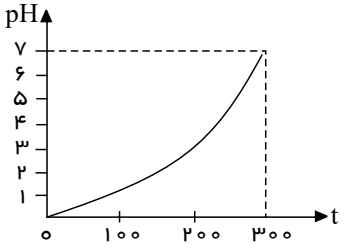
(۱۳) تغییر غلظت $A(aq)$ در واکنش: $A(aq) + ۲X(aq) + H^+(aq) \rightarrow D(aq)$ در محلول با غلظت ۱ مولار HCl، ۲ مولار $X(aq)$ و ۱ مولار $A(aq)$ به صورت شکل زیر است. نمودار تغییر pH این محلول، به کدام صورت است؟ (D خصلت اسیدی و بازی ندارد) مرجع: سراسری- ۱۳۹۵



(۱)


(۲)


(۳)


(۴)


(۱۴) ثابت یونش اسید ضعیف HA به‌ازای هر ۱۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دما، ۱۲٫۵ درصد به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. اگر ثابت یونش این اسید در $۴۵^\circ C$، برابر ۲×۱۰^{-۴} 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 $۲۵^\circ C$ به‌تقریب کدام است و در کدام دما (با یکای $^\circ C$) نسبت شمار یون‌های هیدروکسید به شمار یون‌های هیدرونیوم کمتر است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

(۱) $۲۰ \; - \; ۱٫۱ \times ۱۰^{-۱۱}$ (۲) $۳۰ \; - \; ۶ \times ۱۰^{-۱۲}$ (۳) $۲۰ \; - \; ۶ \times ۱۰^{-۱۲}$ (۴) $۳۰ \; - \; ۱٫۱ \times ۱۰^{-۱۱}$

(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 با ۲ است.

(۴) پس از واکنش یک گرم از هریک از آنها با یک لیتر آب خالص، pH محلول‌های به‌دست‌آمده، یکسان است.

(۱۶) مقداری فلز آلومینیم در یک ظرف دارای ۲ لیتر محلول ۱ مولار سدیم هیدروکسید انداخته شده و طبق معادلهٔ (موازنه نشده): $Al(s) + H_۲O(l) + OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_۴^-(aq) + H_۲(g)$، وارد واکنش شده است. اگر سرعت متوسط تولید گاز $H_۲$ برابر $۵۰mL \cdot s^{-۱}$ باشد، pH محلول در ثانیهٔ چندم پس از آغاز واکنش، به ۱۳ می‌رسد؟ (حجم مولی گازها در شرایط واکنش، برابر $۲۵L$ است. فرض کنید فراوردهٔ محلول در آب، خاصیت بازی چندانی ندارد.) مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

① ۱۵۰ ② ۶۷۵ ③ ۱۱۰۰ ④ ۱۳۵۰

(۱۷) غلظت گوگرد در یک نمونه گازوییل برابر $۶۴۰۰ ppm$ 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 ۱۰۰۰ لیتری را به تقریب چند واحد کاهش دهد؟ (در شرایط آزمایش، هر دو مرحله‌ی یونش اسید را کامل فرض کنید. $(S = ۳۲ , O = ۱۶ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

① ۳٫۶ ② ۴٫۲ ③ ۳ ④ ۴

(۱۸) چند گرم $CCL_۳COOH$ $(K_a \approx ۲٫۵ \times ۱۰^{-۱} mol \cdot L^{-۱})$ را باید در یک لیتر آب حل کرد تا pH محلول به ۱ برسد؟ $(Cl = ۳۵٫۵ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

① ۶٫۵۴ ② ۸٫۱۷ ③ ۱۶٫۳۵ ④ ۲۲٫۸۹

(۱۹) مقدار K_a اسید HA برابر $۲ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$ است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با $pH = ۱$ حل شود، $[A^-]$ به‌تقریب، به چند مول بر لیتر می‌رسد؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۶

① ۲×۱۰^{-۴} ② $۴٫۵ \times ۱۰^{-۳}$ ③ ۲×۱۰^{-۳} ④ $۴٫۵ \times ۱۰^{-۲}$

(۲۰) اگر pH دو محلول جداگانه از اتانوییک اسید $(K_a \approx ۲ \times ۱۰^{-۵})$ و کلرواتانوییک اسید $(K_a \approx ۲ \times ۱۰^{-۳})$، برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی به غلظت مولار محلول اسید ضعیف‌تر، به تقریب کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۵

① ۰٫۰۱ ② ۰٫۰۳ ③ ۰٫۱ ④ ۰٫۳

(۲۱) اگر مقدار α برای اسید HA برابر ۱۰٪ باشد، pH محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار K_a آن با یکای $mol \cdot L^{-۱}$، به تقریب کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

① $۱٫۱۱ \times ۱۰^{-۶}$ ، $۰٫۹ \times ۱۰^{-۳}$ ② $۱٫۱۱ \times ۱۰^{-۶}$ ، $۰٫۱ \times ۱۰^{-۲}$ ③ $۱٫۱۱ \times ۱۰^{-۴}$ ، $۰٫۹ \times ۱۰^{-۳}$ ④ $۱٫۱۱ \times ۱۰^{-۴}$ ، $۰٫۱ \times ۱۰^{-۲}$

(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؟ $(\log ۴ \simeq ۰٫۶)$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

① $۱٫۵ \times ۱۰^{۹}$ ، ۲٫۶ ② $۱٫۶ \times ۱۰^{۹}$ ، ۲٫۶ ③ $۱٫۵ \times ۱۰^{۹}$ ، ۲٫۴ ④ $۱٫۶ \times ۱۰^{۹}$ ، ۲٫۴

(۲۳) اگر pH محلول اسید ضعیف HA که در هر میلی‌لیتر آن $۲٫۵ \times ۱۰^{-۷}$ مول از آن موجود دارد برابر ۵ باشد، درصد یونش آن در شرایط آزمایش، کدام است؟(باتغییر) مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

① ۰٫۴ ② ۰٫۲ ③ ۴ ④ ۳

(۲۴) اگر ۱۱٫۲ میلی‌لیتر گاز هیدروژن کلرید در شرایط STP در ۲۵ 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: $(C = ۱۲, O = ۱۶ , Ca = ۴۰ : g \cdot mol^{-۱}$

① ۱۰، ۱٫۷ ② ۲۰، ۱٫۷ ③ ۲۰، ۱٫۳ ④ ۱۰، ۱٫۳

(۲۵) اگر از انحلال ۰٫۲۵۸ گرم از اسید آلی (HA) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، محلولی با $pH = ۲$ به‌دست آید، جرم مولی این اسید چند گرم است؟ (از تغییر حجم محلول چشم‌پوشی شود، $K_a = ۱۰^{-۲}$) مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

① ۱۷۲ ② ۱۲۹ ③ ۹۶ ④ ۶۴

۲۶ HX و HY به‌ترتیب اسید قوی و ضعیف ($\alpha = \%۲$) هستند. اگر ۰٫۰۱ مول از هریک، در دو ظرف دارای $۱۰۰mL$ آب مقطر حل شوند، نسبت pH محلول HY به HX، به‌تقریب کدام است؟ (از تغییر حجم چشم‌پوشی شود، $\log ۲ = ۰٫۳$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۲٫۳ ۲) ۲٫۷ ۳) ۳٫۳ ۴) ۳٫۷

۲۷ با افزودن یک میلی‌لیتر محلول ۱۰ مولار هیدروکلریک اسید به یک لیتر آب خالص، غلظت تقریبی محلول به دست آمده با یکای ppm و رنگ کاغذ pH در این محلول، کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

$(HCl = ۳۶٫۵\ g \cdot mol^{-۱}\ ,\ d_{\text{محلول}} = ۱g \cdot mL^{-۱})$

۱) ۳۶۵، آبی ۲) ۳۶۵، قرمز ۳) ۳۶٫۵، آبی ۴) ۳۶٫۵، قرمز

۲۸ pH یک نمونه محلول ۰٫۲ گرم بر لیتر اسید ضعیف HA با جرم مولی ۲۰ گرم، برابر ۴٫۲۲ است. ثابت یونش اسیدی آن در دمای آزمایش به تقریب کدام است و چند درصد آن یونیده شده است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $۰٫۶ = (\frac{۱}{۱۰^{۰٫۲۲}}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) $۰٫۶, ۳٫۶ \times ۱۰^{-۷}$ ۲) $۰٫۴, ۳٫۶ \times ۱۰^{-۷}$ ۳) $۰٫۷, ۴٫۹ \times ۱۰^{-۷}$ ۴) $۰٫۵, ۴٫۹ \times ۱۰^{-۷}$

۲۹ pH محلول ۰٫۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید برابر ۲٫۷ است. درصد یونش تقریبی آن کدام است و ۲۰۰ میلی‌لیتر از این محلول در واکنش با مقدار کافی کلسیم هیدروکسید، چند میلی‌گرم رسوب کلسیم فلوئورید تشکیل می‌دهد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

$(F = ۱۹, Ca = ۴۰ : g \cdot mol^{-۱})$

$Ca(OH)_۲(aq) + HF(aq) \rightarrow CaF_۲(s) + H_۲O(l)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود)

۱) ۳۹۵, ۲ ۲) ۷۸۰, ۲ ۳) ۵۹۰, ۲٫۴ ۴) ۶۸۰, ۲٫۴

۳۰ ثابت یونش اسید HA در محلول ۰٫۲ مولار آن برابر ۰٫۱ است، pH این محلول کدام و با pH محلول چند گرم بر لیتر نیتریک اسید برابر است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $H = ۱, N = ۱۴, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۶٫۳, ۲ ۲) ۳٫۶, ۲ ۳) ۳٫۶, ۱ ۴) ۶٫۳, ۱

۳۱ اگر pH محلول اسید HA ($\alpha = ۰٫۲$)، برابر ۱٫۴ باشد، در ۲۰۰ میلی‌لیتر از آن، چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۸۰ درصد واکنش می‌دهد؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

$NaHCO_۳(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$

$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶\ , Na = ۲۳ : g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۳٫۳۶, ۰٫۰۴ ۲) ۴٫۲۰, ۰٫۰۲ ۳) ۳٫۳۶, ۰٫۰۲ ۴) ۴٫۲۰, ۰٫۰۴

۳۲ اگر دمای اتاق، pH محلول HA با درجهٔ یونش $\alpha = ۰٫۱$ برابر ۲ و pH محلول HD با درجهٔ یونش $\alpha = ۰٫۲$ برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار اولیهٔ HA به غلظت مولار اولیهٔ HD کدام و در حالت تعادل، غلظت مولار یون هیدروکسید در محلول HA چند برابر غلظت مولار این یون در محلول HD، است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۰٫۱ ،۲۰ ۲) ۰٫۱ ،۰٫۰۵ ۳) ۱۰ ،۲۰ ۴) ۱۰ ،۰٫۰۵

۳۳ مقداری $N_۲O_۵(s)$ را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر وارد کرده و حجم محلول اسیدی را به ۰٫۵ لیتر می‌رسانیم. اگر pH محلول حاصل، برابر ۳٫۱۵ باشد، مقدار $N_۲O_۵(s)$ چند میلی‌گرم بوده است؟ (N=۱۴ , O=۱۶ : g \cdot mol^{-۱})

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۱٫۸۹ ۲) ۳٫۷۸ ۳) ۱۸٫۹ ۴) ۳۷/۸

۳۴ در دمای اتاق، pH محلول ۰٫۰۵ مولار اسید ضعیف HA، ۷٫۳ واحد از pH محلول ۰٫۰۰۱ مولار باریم هیدروکسید (باز قوی) کوچک‌تر است. ثابت یونش این اسید در این دما به تقریب کدام است و ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید با چند گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می‌دهد؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲
($C = ۱۲, O = ۱۶, Ca = ۴۰ : g \cdot mol^{-۱}$، گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$$CaCO_۳(s) + ۲HA(aq) \rightarrow CaA_۲(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

① $۰٫۵۰۸ \times ۱۰^{-۷}$ ② $۰٫۵۰ ،۲ \times ۱۰^{-۷}$ ③ $۰٫۲۵ ،۸ \times ۱۰^{-۷}$ ④ $۰٫۲۵ ،۲ \times ۱۰^{-۷}$

۳۵ محلول اسیدهای ضعیف HA و HD، به‌ترتیب با درصد یونش ۱۲ و ۲٫۵ و با pH برابر، دو ظرف جداگانه موجود است. مرجع: سراسری- ۱۴۰۰
نسبت $[HD]$ به $[HA]$ پیش از یونش، کدام و اگر $[HA]$ برابر $۰٫۰۰۵ mol \cdot L^{-۱}$ باشد، pH محلول دو اسید، کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

① ۳٫۲۲ ،۴٫۸ ② ۳٫۹۱ ،۴٫۸ ③ ۳٫۲۲ ،۵٫۶ ④ ۳٫۹۱ ،۵٫۶

۳۶ در دمای ثابت، اگر غلظت آغازی یک اسید تک‌پروتون‌دار $(K_a = ۲٫۵ \times ۱۰^{-۸})$ را در آب افزایش دهیم تا غلظت آن در حالت تعادل، ۲۵ برابر شود، تغییر درجهٔ یونش اسید نسبت به حالت آغازی، به تقریب چند درصد بوده و pH محلول، چند واحد نسبت به محلول آغازی، تغییر می‌کند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

① ۰٫۳ ،۲۰ ② ۰٫۷ ،۲۰ ③ ۰٫۳ ،۸۰ ④ ۰٫۷ ،۸۰

۳۷ در دمای یکسان، pH محلولی از اسید ضعیف HA با pH محلول ۰٫۰۰۱ مولار نیتریک اسید برابر است. اگر K_a برای اسید ضعیف برابر ۲×۱۰^{-۴} باشد، غلظت مولار محلول آن، به‌تقریب چند برابر غلظت مولار محلول نیتریک اسید است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۳٫۵ ② ۴٫۵ ③ ۵ ④ ۶

۳۸ از انحلال ۵٫۷۵ گرم فرمیک اسید در آب در یک دمای مشخص، محلولی با $pH = ۲٫۳$ به دست می‌آید. اگر ثابت یونش اسید برابر ۲×۱۰^{-۵} 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 $pH = ۲٫۱$ شود؟ (از تغییر حجم محلول بر اثر اضافه کردن فرمیک اسید صرف‌نظر شود، $H = ۱ \ , \ C = ۱۲ \ , \ O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱}$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۰٫۱ و ۸٫۹۷ ② ۰٫۵ و ۸٫۹۷ ③ ۰٫۱ و ۹٫۸۷ ④ ۰٫۵ و ۹٫۸۷

۳۹ اگر جرم گاز کربن دی‌اکسید تشکیل‌شده از سوختن کامل ۴ گرم متانول با خلوص ۸۰ درصد با جرم گاز کربن دی‌اکسید حاصل از واکنش ۲ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با مقدار کافی سدیم هیدروژن کربنات برابر باشد، pH محلول اسید کدام است؟ (ناخالصی در واکنش شرکت نمی‌کند، $H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱}$) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

$$NaHCO_۳(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

① ۲٫۱ ② ۲٫۳ ③ ۱٫۳ ④ ۱٫۷

۴۰ اگر به محلول ۰٫۰۰۲ مولار یک اسید قوی تک‌پروتون‌دار، ۹ برابر حجم آن آب مقطر اضافه شود، pH آن چند واحد تغییر می‌کند و درصد یونش محلول ۰٫۰۰۱ مولار اسید ضعیف HA باید کدام عدد باشد تا pH آن با pH نهایی اسید قوی برابر شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۱ ،۲۰ ② ۱٫۵ ،۲۰ ③ ۱ ،۴۰ ④ ۱٫۵ ،۴۰

۴۱ اگر PH محلول اسید HA ($\alpha = ۰٫۱$)، برابر ۱٫۳ باشد، در چند میلی‌لیتر از این محلول، ۱۸٫۸ گرم اسید حل شده است؟ ($HA = ۴۷ \frac{g}{mol^{-۱}}$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

① ۱۰۰ ② ۲۰۰ ③ ۴۰۰ ④ ۸۰۰

۴۲ محلول دو اسید ضعیف HA و HD در دو ظرف جداگانه با غلظت تعادلی ۰٫۰۵ مولار موجود است. اگر نسبت ثابت یونش HD به ثابت یونش HA به تقریب برابر $۱۰^{-۶}$ باشد، pH محلول HA ..... واحد از pH محلول HD ..... است. مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۱٫۳ - کوچک‌تر ② ۳ - کوچک‌تر ③ ۱٫۳ - بزرگ‌تر ④ ۳ - بزرگ‌تر

۴۳ در دمای اتاق، ۸ گرم اسید ضعیف HY را در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل می‌کنیم. اگر $K_a = ۱۰^{-۵}$ باشد، کدام مورد درست است؟ ($HY = ۵۰ g \cdot mol^{-۱}$، از تغییر حجم آب بر اثر اضافه کردن اسید صرف‌نظر شود.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

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

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

(۳) $[OH^-]$ در محلول به‌تقریب برابر ۵×۱۰^{-۱۳} است.

(۴) pH محلول برابر ۳٫۷ است.

۴۴ اگر در دمای معیّن 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، $(C = ۱۲ , O = ۱۶ , F = ۱۹ : g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq) , K_a = ۵ \times ۱۰^{-۴}$

$CH_۳COOH(aq) \leftrightharpoons H^+(aq) + CH_۳COO^-(aq) , K_a = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۶}$

(۱) ۰٫۸۳۲ (۲) ۰٫۸۶۲ (۳) ۰٫۸۸۰ (۴) ۰٫۷۸۰

۴۵ در دمای $۲۵^\circ C$ ، ۱٫۲ گرم باز ضعیف DOH در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل می‌شود. اگر درصد یونش باز برابر ۲۰ باشد، کدام مورد، نادرست است؟ ($DOH = ۸۰ g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

(۱) $[H^+]$ این محلول به تقریب برابر $۸٫۳ \times ۱۰^{-۱۳}$ است.

(۲) $[OH^-]$ در این محلول با $[H^+]$ در ۱۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید قوی HA با غلظت ۰٫۰۱۲ مولار، برابر است.

(۳) اگر ۰٫۸ 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 ۰٫۰۲ 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 ۲×۱۰^{-۴} مولار است. اگر ثابت یونش HA برابر ۴×۱۰^{-۵} باشد، غلظت مولی آغازین HA کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

(۱) $۱٫۹۶ \times ۱۰^{-۳}$ (۲) $۲٫۲۴ \times ۱۰^{-۳}$ (۳) $۲٫۵۶ \times ۱۰^{-۳}$ (۴) $۶٫۴۰ \times ۱۰^{-۳}$

۴۷ اگر درجهٔ 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 شود؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

$(HA = ۴۷ \frac{g}{mol})$

(۱) ۵٫۲۷ (۲) ۵٫۷۲ (۳) ۷٫۲۵ (۴) ۷٫۵۲

۴۸ اگر در دمای اتاق، گاز هیدروژن یدید با سرعت ثابت $۰٫۰۲ mol \cdot min^{-۱}$ 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، صرف‌نظر شود.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

(۱) ۲۲۵ ، ۲×۱۰^{-۱۴} (۲) ۴۵۰ ، ۲×۱۰^{-۱۴} (۳) ۲۲۵ ، $۱۰^{-۱۴}$ (۴) ۴۵۰ ، $۱۰^{-۱۴}$

۴۹ اگر در دو آزمایش متفاوت، شمار الکترون‌های مبادله‌شده در فرایند هال، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله‌شده 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؟ ($Cl = ۳۵٫۵ g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

(۱) ۱٫۱۲ (۲) ۲٫۲۴ (۳) ۴٫۴۸ (۴) ۸٫۹۶

۵۰ کدام مطلب زیر، نادرست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

(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 $HX(aq)$، به‌ترتیب برابر $۱٫۶ \times ۱۰^{-۲}$ و ۰٫۸ مول بر لیتر باشد، درصد یونش HX در محلول آن، برابر ۲ است.

(۳) اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم و $HY(aq)$، به‌ترتیب برابر ۰٫۰۰۳ و ۰٫۰۲ مول بر لیتر باشد، ثابت یونش HY در محلول، برابر $۵٫۴ \times ۱۰^{-۴}$ 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 ۱۵٫۵ گرم نمونه دارای سدیم اکسید و ۲٫۳۵ گرم پتاسیم اکسید خالص در آب مقطر در دمای اتاق تشکیل می‌شود برابر ۰٫۵ لیتر و $pH = ۱۳٫۷$ باشد، درصد خلوص نمونهٔ سدیم اکسید کدام است؟ (ناخالصی، یون تولید نمی‌کند و $(O = ۱۶, Na = ۲۳, K = ۳۹ : g \cdot mol^{-۱})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

$$K_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲KOH(aq)$$
$$Na_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲NaOH(aq)$$

(۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۹۰ (۴) ۵۰

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

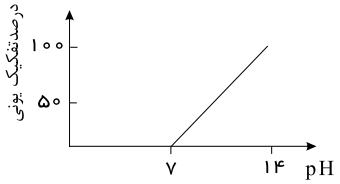
$(H = ۱, C = ۱۲, N = ۱۴, O = ۱۶, F = ۱۹, Na = ۲۳ : g \cdot mol^{-۱})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

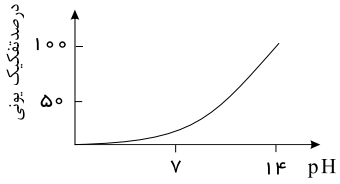
(۱) ۰٫۱ مولار نیتریک اسید و ۰٫۱ مولار آمونیاک: ۴٫۴
(۲) ۰٫۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید و ۰٫۲ مولار آمونیاک: ۰٫۲
(۳) ۰٫۵ مولار فرمیک اسید و ۰٫۵ مولار سدیم هیدروکسید: ۱۱
(۴) ۰٫۱ مولار نیتریک اسید و ۰٫۱ مولار سدیم هیدروکسید: ۳٫۹

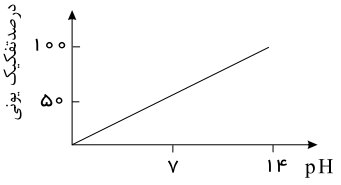
۵۳ اگر K_a یک اسید ضعیف (HA) برابر ۲×۱۰^{-۶} و K_b یک از ضعیف (XOH) برابر ۴×۱۰^{-۴} باشد، غلظت مولار یون هیدرونیوم در محلول ۰٫۰۲ مولار اسید، چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید در محلول ۰٫۰۱ مولار باز و درصد یونش باز، چند برابر درصد یونش اسید است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید. با توجه به یونش اندک اسید و باز، غلظت مولار آنها قبل و بعد از یونش، به‌تقریب یکسان در نظر گرفته شود.)

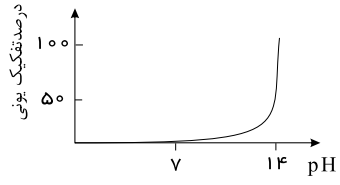
(۱) ۲۵, ۰٫۰۱ (۲) ۲۰, ۰٫۰۱ (۳) ۲۵, ۰٫۱ (۴) ۲۰, ۰٫۱ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۵۴ نمودار وابستگی pH محلول یک مولار باز BOH نسبت به درصد تفکیک آن، به کدام صورت است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

(۱)


(۲)


(۳)


(۴)


۵۵ در محلول منیزیم هیدروکسید در آب، غلظت یون‌ها از رابطه: $[Mg^{۲+}][OH^-]^۲ = ۱٫۵ \times ۱۰^{-۱۱}\ mol^۳ \cdot L^{-۳}$. پیروی می‌کند. حداکثر غلظت منیزیم سولفات قابل حل در محلول سدیم هیدروکسید با $pH = ۹$، برابر چند مول بر لیتر است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۴

(۱) $۱٫۵ \times ۱۰^{-۶}$ (۲) ۳×۱۰^{-۶} (۳) ۰٫۳۰ (۴) ۰٫۱۵

۵۶ در دمای اتاق، ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول باریم هیدروکسید، دارای ۴۲۷٫۵ میلی‌گرم از آن است. pH این محلول کدام است و ۱۵۰ میلی‌لیتر از آن در واکنش کامل با فسفریک اسید چند میلی‌گرم فرآوردهٔ نامحلول در آب تشکیل می‌دهد؟ ($(H = ۱, O = ۱۶, P = ۳۱, Ba = ۱۳۷ : g \cdot mol^{-۱})$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.) مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

$$Ba(OH)_۲(aq) + H_۳PO_۴(aq) \rightarrow Ba_۳(PO_۴)_۲(g) + H_۲O(l)$$

(۱) ۳۰۰٫۵, ۱۲ (۲) ۳۰۰٫۵, ۱۲٫۳ (۳) ۲۰۰٫۵, ۱۲ (۴) ۲۰۰٫۵, ۱۲٫۳

۵۷ بر پایهٔ نظریهٔ آرنیوس، خواص فرآوردهٔ واکنش لیتیم اکسید با آب، مشابه فرآوردهٔ واکنش کدام اکسید با آب است و واکنش چند میلی‌گرم از لیتیم اکسید در آب مقطر، در دمای اتاق، pH آب را نسبت به مقدار آغاز آن، ۵۰ درصد تغییر می‌دهد؟ (حجم محلول پایانی، ۲٫۵ لیتر در نظر گرفته شود. $(\log ۳ \simeq ۰٫۵, Li = ۷, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱}$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۱۱٫۲۵, $Cl_۲O_۵$ ۲) ۱۱٫۲۵, CaO ۳) ۲۲٫۵, $K_۲O$ ۴) ۲۲٫۵, $SO_۲$

۵۸ اسیدهای ضعیف HA و HD در دو ظرف جداگانه، با غلظت مولی آغازی برابر، به‌ترتیب دارای درصد یونش ۸ و ۳٫۲ موجودند. نسبت $[H_۳O^+]$ در محلول HA به $[H_۳O^+]$ 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؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۰٫۳۳ ،۲٫۵ ۲) ۶٫۲۸ ،۲٫۵ ۳) ۰٫۳۳ ،۳٫۰ ۴) ۶٫۲۸ ،۳٫۰

۵۹ اگر در دمای اتاق، pH باز DOH با درصد یونش ۰٫۱۲، برابر α، و pH باز AOH با درصد یونش ۰٫۳، برابر $\alpha + ۱$، 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 کدام یک از دو نمونه محلول زیر، حجم بیشتری از محلول ۰٫۱ مولار این اسید مصرف می‌شود و این حجم برابر چند میلی‌لیتر است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

الف) ۰٫۰۳ مول آلومینیم هیدروکسید

ب- ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول $۰٫۲ mol \cdot L^{-۱}$ سدیم هیدروکسید

(معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

$$H_۲SO_۴(aq) + Al(OH)_۳(s) \rightarrow Al_۲(SO_۴)_۳(aq) + H_۲O(l)$$
$$H_۲SO_۴(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na_۲SO_۴(aq) + H_۲O(l)$$

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

۶۱ ۵۰ میلی‌لیتر از یک شربت ضداسید، دارای ۱٫۱۶ میلی‌گرم منیزیم هیدروکسید و ۳٫۹۰ میلی‌گرم آلومینیم هیدروکسید است. این ضداسید، چند میلی‌لیتر شیرهٔ معده با $pH = ۱٫۷$، را خنثی می‌کند؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شوند. $(H = ۱, O = ۱۶, Mg = ۲۴, Al = ۲۷ : g \cdot mol^{-۱}$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

$$Mg(OH)_۲(s) + HCl(aq) \rightarrow MgCl_۲(aq) + H_۲O(l)$$
$$Al(OH)_۳(s) + HCl(aq) \rightarrow AlCl_۳(aq) + H_۲O(l)$$

۱) ۷ ۲) ۹٫۵ ۳) ۱۴ ۴) ۱۷٫۵

۶۲ با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر از محلول یک ترکیب با خاصیت اسید قوی (HA) به ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر، pH محلول به ۲ تغییر می‌یابد. برای خنثی شدن کامل هر لیتر از محلول غلیظ اولیهٔ این ترکیب اسیدی، چند گرم $NaOH(s)$ لازم است؟ $(H = ۱, O = ۱۶, Na = ۲۳ : g \cdot mol^{-۱})$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۱۰ ۴) ۴۰

۶۳ چند میلی‌گرم سدیم کربنات برای خنثی کردن پنج لیتر محلول اسید قوی با $pH = ۵$ لازم است؟ (واکنش موازنه شود.) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۶

$(Na = ۲۳, C = ۱۲, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱})$

$$Na_۲CO_۳(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

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 تشکیل‌شده می‌تواند ۴٫۸ میلی‌لیتر از یک محلول را به ۰٫۲۵ غلظت اولیهٔ آن برساند. به‌تقریب چند درصد از MOH خالص در واکنش شرکت کرده است و اگر باقی‌ماندهٔ MOH خالص بتواند ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl را به‌طور کامل خنثی کند، غلظت محلول اسید به‌تقریب چند گرم بر لیتر است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

$$RCOOH(s) + MOH(aq) \rightarrow RCOOM(aq) + H_2O(l)$$

($H = 1, O = 16, Cl = 35/5 : g \cdot mol^{-1}$، 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 $100mL$ از این محلول، چند مول HCl نیاز است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

۱) 10^{-2} ۲) 5×10^{-2} ۳) 10^{-3} ۴) 5×10^{-3}

۶۷ در هر ثانیه، $350mL$ از یک محلول ۰٫۵ مولار سولفوریک اسید در مخزن بزرگی که دارای ۲۰۰ لیتر محلول ۵٫۰۴ مولار سدیم هیدروکسید است، وارد می‌شود. چند دقیقه طول می‌کشد تا محلول درون مخزن خنثی شود و حجم محلول در لحظهٔ 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 برابر۲٫۵٪ 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. $\log 0/4 \approx -0/4$)

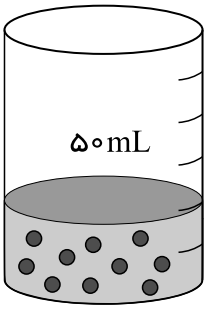
۱) $1/4 \times 10^{-2}$ ، $1/6 \times 10^{-3}$ ۲) $1/4 \times 10^{-2}$ ، $3/2 \times 10^{-3}$ ۳) $1/6 \times 10^{-2}$ ، $1/6 \times 10^{-3}$ ۴) $1/6 \times 10^{-2}$ ، $3/2 \times 10^{-3}$

۶۹ مخلوطی از Na_2O و K_2O به جرم ۲ گرم، با ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید قوی HA با $pH = 0/3$ خنثی می‌شود. به‌تقریب، چند گرم Na_2O در مخلوط وجود داشته است؟ ($O = 16 \ , \ Na = 23 \ , \ K = 39 : g \cdot mol^{-1}$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

$$Na_2O(s) + 2HA(aq) \rightarrow 2NaA(aq) + H_2O(l)$$
$$K_2O + 2HA(aq) \rightarrow 2KA(aq) + H_2O(l)$$

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) ۲٫۹۴ ، ۴ ۲) ۵٫۸۸ ، ۴ ۳) ۲٫۹۴ ، ۰٫۲ ۴) ۵٫۸۸ ، ۰٫۲

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

- ۲۵۰ میلی‌لیتر از آن، $۲٫۵ \times ۱۰^{-۲}$ مول HCl را به‌طور کامل خنثی می‌کند.
- غلظت مولار یون $OH^-(aq)$ در آن، $۱۰^{۱۲}$ برابر غلظت مولار یون $H^+(aq)$ است.
- در ۵۰ میلی‌لیتر 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.

① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۴

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

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

① ۱٫۵۷۵ ② $۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{-۱}$ ③ $۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{۲}$ ④ $۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{۳}$

(۷۳) اگر به ۲۰۰ میلی‌لیتر 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

($H = ۱ \ , \ O = ۱۶ \ , \ P = ۳۱ \ , \ K = ۳۹ : g \cdot mol^{-۱}$)

$H_۳PO_۴(aq) + KOH(aq) \rightarrow K_۳PO_۴(aq) + H_۲O(l)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود)

① ۳/۲۵ ② ۳/۷۵ ③ ۱/۸۵ ④ ۱/۵۸

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

① ۵۰۰ ② ۱۰۰۰ ③ ۲۵۰ ④ ۲۰۰۰

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

① ظرف (II)، می‌تواند دارای ۰٫۰۵ مول سدیم هیدروکسید باشد.

② حاصل‌ضرب $[H^+]$ و $[OH^-]$، پس از خنثی شدن، برابر $۱۰^{-۱۴}$ است.

③ اگر حجم محلول (II)، برابر یک لیتر باشد، شمار یون‌های H^+، در ظرف (I)، دو برابر شمار یون‌های OH^- در ظرف (II)، است.

④ اگر حجم محلول (II)، برابر ۲۵۰ میلی‌لیتر 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 میلی‌لیتر از آن، برابر ۱٫۲ گرم است. اگر حجم ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول با اضافه کردن آب مقطر، به ۲ لیتر برسد، pH محلول رقیق‌شده در دمای اتاق کدام و غلظت مولی یون هیدروکسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول رقیق‌شده کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

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

① ۱۳، ۳×۱۰^{-۲} ② ۱۲٫۵، ۳×۱۰^{-۲} ③ ۱۳، ۳×۱۰^{-۳} ④ ۱۲٫۵، ۳×۱۰^{-۳}

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

مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

(واکنش به طور کامل انجام می‌شود و رسوب خصلت اسیدی ندارد: $NaOH = ۴۰ g \cdot mol^{-۱}$)

① ۳، ۴۰ ② ۲، ۴۰ ③ ۳، ۲۰ ④ ۲، ۲۰

۷۸ ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰٫۲ مولار، ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۰٫۱ مولار و ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول $NaOH$ که در هر لیتر از آن، ۴ گرم حل‌شونده وجود دارد، با یکدیگر مخلوط می‌شوند. به این محلول، چند میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شود تا pH محلول حاصل، برابر ۱٫۷ شود؟ (حجم محلول‌ها جمع‌پذیر در نظر گرفته شود، $(H = ۱, O = ۱۶, Na = ۲۳ : \frac{g}{mol^{-۱}}$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

① ۱۵۰۰ ② ۱۲۵۰ ③ ۷۵۰ ④ ۵۰۰

۷۹ ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰٫۲ مولار هیدروبرمیک اسید با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول دارای ۱٫۶ گرم $NaOH$ در هر لیتر، مخلوط شده و به محلول حاصل، ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه می‌شود. pH محلول نهایی کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

(حجم محلول‌ها جمع‌پذیر در نظر گرفته شود، $\log ۳ = ۰٫۵$ ، $\log ۲ = ۰٫۳$ ، $Na = ۲۳ : \frac{g}{mol}$ ، $O = ۱۶$ ، $H = ۱$)

① ۰٫۷ ② ۱٫۶ ③ ۱٫۷ ④ ۲٫۱

فصل 2: آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی

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

$$MnO_۲(s) + H^+(aq) + NO(g) \rightarrow Mn^{۲+}(aq) + H_۲O(l) + NO_۳^-(aq)$$

(۱) به‌ازای مصرف ۰٫۲ مول H^+، ۰٫۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

(۲) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ واکنش، برابر ۱۶ است.

(۳) جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های منگنز، برابر با جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن است.

(۴) نسبت ضریب استوکیومتری گونهٔ اکسنده به ضریب استوکیومتری گونهٔ کاهنده در معادلهٔ واکنش، برابر ۱٫۵ است.

(۸۱) اگر در واکنش: $Zn(s) + ۲AgNO_۳(aq) \rightarrow Zn(NO_۳)_۲(aq) + ۲Ag(s)$ ، که با وارد کردن تیغهٔ فلز روی در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰٫۲ مولار نقره نیترات انجام گرفته و کامل شده است، ۲٫۴۱۶ گرم بر جرم تیغهٔ روی افزوده شده باشد، بازدهٔ درصدی واکنش (براساس جرم ذرات نقرهٔ جانشین‌شده بر سطح تیغهٔ روی)، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۵

(حجم محلول ثابت فرض شود: $Zn = ۶۵\ ,\ Ag = ۱۰۸ : g \cdot mol^{-۱}$)

(۱) ۶۰ (۲) ۶۵ (۳) ۸۰ (۴) ۸۵

(۸۲) یک قطعهٔ سیم مسی در $۲۰۰mL$ محلول ۰٫۴ مولار نقره نیترات قرار داده شده است. اگر سرعت متوسط واکنش برابر $۰٫۰۱۵mol \cdot min^{-۱}$ 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 قطعهٔ مس بنشیند، جرم این قطعه در این لحظه، چند گرم تغییر می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید) ($Cu = ۶۴\ ,\ Ag = ۱۰۸ : g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

(۱) ۳٫۰۴ ،۸۰ (۲) ۰٫۸۸ ،۸۰ (۳) ۳٫۰۴ ،۴۰۰ (۴) ۰٫۸۸ ،۴۰۰

(۸۳) یک فویل آلومینیمی درون $۲۰۰mL$ محلول مس (II) سولفات ۰٫۰۵ مولار انداخته شده است. اگر از بین‌رفتن کامل رنگ آبی محلول ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه به طول بینجامد، سرعت متوسط آزادشدن فلز مس، چند مول بر ثانیه است و چند مول الکترون در این واکنش مبادله شده است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸ $Al(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Al^{۳+}(aq) + Cu(s)$ (معادله موازنه شود)

(۱) ۰٫۰۲, ۲ × ۱۰$^{-۴}$ (۲) ۰٫۰۲, ۲ × ۱۰$^{-۵}$ (۳) ۰٫۰۱, ۲ × ۱۰$^{-۵}$ (۴) ۰٫۰۱, ۲ × ۱۰$^{-۴}$

(۸۴) اگر ۱۰ گرم مخلوطی از گرد منیزیم و نقره را در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰٫۸ مولار هیدروکلریک اسید وارد کنیم تا واکنش کامل انجام شود و در پایان واکنش، غلظت مولار محلول به $۰٫۳mol \cdot L^{-۱}$، کاهش یابد، درصد جرمی نقره در این نمونه، کدام است و چند مول فلز منیزیم در آن وجود دارد؟ (فروردهٔ واکنش، گاز هیدروژن و کلرید فلز است، از تغییر حجم محلول چشم‌پوشی شود، $Mg = ۲۴ ، Ag = ۱۰۸ : g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

(۱) ۰٫۰۵ ،۶۶ (۲) ۰٫۱۴ ،۶۶ (۳) ۰٫۰۵ ،۸۸ (۴) ۰٫۱۴ ،۸۸

(۸۵) دو گرم قلع (II) کلرید ناخالص در $۱۰۰mL$ آب مقطر حل شده است. اگر $۲۰mL$ از این محلول بتواند با $۴۰mL$ محلول ۰٫۱ مولار $FeCl_۳$ واکنش کامل دهد، درصد خلوص این نمونهٔ قلع (II) کلرید، کدام است و برای تکمیل این واکنش، چند مول الکترون بین اکسنده و کاهنده جابه‌جا شده است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

$$SnCl_۲ + ۲FeCl_۳ \rightarrow SnCl_۴ + ۲FeCl_۲$$

$(Cl = ۳۵٫۵, Fe = ۵۶, Sn \simeq ۱۱۹ : g \cdot mol^{-۱})$

(۱) ۹۵ ,۲ × ۱۰$^{-۳}$ (۲) ۹۰ ,۲ × ۱۰$^{-۳}$ (۳) ۹۵ ,۴ × ۱۰$^{-۳}$ (۴) ۹۰ ,۴ × ۱۰$^{-۳}$

۸۶ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش زیر، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن، کدام است و اگر ۰٫۴ مول گونهٔ اکسنده در واکنش مصرف شود، چند مول الکترون مبادله می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

$$Cl_2(g) + MnO_4^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow ClO_3^-(aq) + Mn^{2+}(aq) + H_2O(l)$$

۱) ۱ , ۱۳ ۲) ۱ , ۱۱ ۳) ۲ , ۱۳ ۴) ۲ , ۱۱

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

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

$$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1{,}18\ V \quad , \quad E^\circ(Fe^{3+}/Fe) = -0{,}04\ V$$

۱) $V(s) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow V^{2+}(aq) + Fe(s)$

۲) $Mn(s) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + Fe(s)$

۳) $Mn(s) + V^{3+}(aq) \rightarrow V^{2+}(aq) + Mn^{2+}(aq)$

۴) $V^{3+}(aq) + Fe(s) \rightarrow V^{2+}(aq) + Fe^{3+}(aq)$

۸۸ نیروی الکتروموتوری (E°) واکنش: $M(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + 2Ag(s)$، برابر ۱٫۵۶+ ولت و E° الکترود نقره برابر ۰٫۸۰+ ولت است. E° الکترود فلز M، برابر ..... ولت است و کاتیون $Ag^+(aq)$، ..... از کاتیون $M^{2+}(aq)$ است.

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۰٫۴−، کاهنده‌تر ۲) ۰٫۴+، اکسنده‌تر ۳) ۰٫۷۶−، کاهنده‌تر ۴) ۰٫۷۶−، اکسنده‌تر

۸۹ مقدار $emf(V)$ سلول گالوانی استاندارد لیتیم - نقره برحسب ولت، به‌تقریب چند برابر مقدار $emf(V)$ سلول گالوانی استاندارد روی - نقره است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

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

۱) ۲٫۲۵ ۲) ۲٫۴۷ ۳) ۳٫۴۷ ۴) ۳٫۷۵

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

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

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

۲) emf سلول برابر ۱٫۲+ ولت است و جرم تیغهٔ نقره افزایش و جرم تیغهٔ کادمیم کاهش می‌یابد.

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

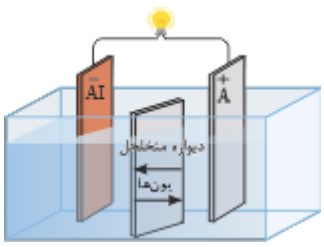
۴) غلظت یون $Ag^+(aq)$ در آند افزایش و غلظت یون $Cd^{2+}(aq)$ در کاتد کاهش می‌یابد.

۹۱ در سلول نشان‌داده شده، A کدام الکترود زیر باید باشد تا واکنش در سلول در جهت طبیعی پیشرفت کند و تغییرات غلظت مولار یون‌ها در آن، به ازای مبادلهٔ شمار معیّنی الکترون، بیشینه باشد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

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

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



۱) نقره ۲) کروم ۳) آهن ۴) منیزیم

۹۲ کدام واکنش‌های زیر، در جهت طبیعی پیش می‌روند و E° سلول کدام واکنش بزرگ‌تر است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

آ) $Cu(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Fe(s)$ ، $E^\circ[Fe^{2+}(aq)/Fe(s)] = -0/44V$

ب) $V(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow V^{2+}(aq) + Fe(s)$ ، $E^\circ[V^{2+}(aq)/V(s)] = -1/2V$

پ) $V(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow V^{2+}(aq) + Cu(s)$ ، $E^\circ[Cu^{2+}(aq)/Cu(s)] = +0/34V$

ت) $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ ، $E^\circ[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -0/76V$

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

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، دربارهٔ آن درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

- Sn^{2+} گونهٔ اکسنده و Mn گونهٔ کاهش یافته است.
- E° الکترود Sn^{2+}/Sn، از E° الکترود Mn^{2+}/Mn بزرگتر است.
- به ازای مصرف ۰/۲۵ مول منگنز $3/01 \times 10^{23}$ الکترون مبادله می‌شود.
- با انجام واکنش در سلول، به تدریج سطح تیغهٔ قلع، از الکترون انباشته می شود.
- در سلول گالوانی تشکیل‌شده از این دو الکترود، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی، از تیغهٔ منگنز به تیغهٔ قلع است.

(۱) پنج (۲) چهار (۳) سه (۴) دو

۹۴ با توجه به شکل داده‌شده که سلول گالوانی استاندارد تشکیل‌شده از دو نیم‌سلول را نشان می‌دهد، کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی به درستی کامل می‌کند؟

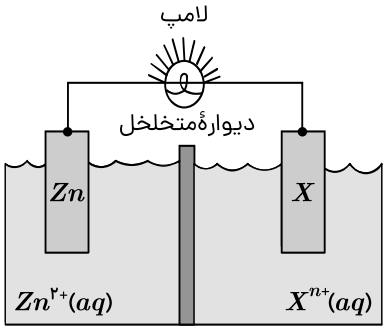
$(Zn = 65 \frac{g}{mol^{-1}})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

«اگر X الکترود ..... باشد، ..... .»

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

$E^\circ(V^{2+}/V) = -1/20\ V$

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



(۱) Ag؛ به‌ازای مبادلهٔ ۰/۰۲ مول الکترون، جرم الکترود روی، ۱/۳ گرم کاهش می‌یابد.

(۲) V؛ جهت حرکت الکترون‌ها با جهت حرکت آنیون‌های نمک محلول وانادیم، همسو است.

(۳) Ag؛ جهت حرکت کاتیون‌های محلول نقره به سمت الکترود روی است.

(۴) V؛ E° سلول، برابر $+0/44$ ولت و Zn^{2+}، گونهٔ اکسنده است.

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

$(E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -۰/۷۶\ V, H = ۱, Zn = ۶۵ : \frac{g}{mol})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

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

ب: اگر ۰/۰۱ مول از جرم آند کاسته شود، ۰/۰۲ گرم به جرم کاتد اضافه می‌شود.

پ: با کاهش ۰/۶۵ گرم از جرم آند، pH محلول پیرامون کاتد، یک واحد کاهش می‌یابد.

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

① «الف» و «ت» ② «الف» و «ب» ③ «ب» و «پ» ④ «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) $(Cu = ۶۴\ ,\ Zn = ۶۵ : g \cdot mol^{-۱})$

ولت $E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +۰/۳۴$ ، ولت $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -۰/۷۶$ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۵

① ۲۵, ۶۰ ② ۵۰, ۶۰ ③ ۲۵, ۸۰ ④ ۵۰, ۸۰

۹۷ اگر در سلول گالوانی استاندارد تشکیل‌شده از فلز M و فلز مس، به‌ازای مصرف ۲ مول فلز M، $۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۴}$ 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؟ $(Cu = ۶۴\ g \cdot mol^{-۱})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

① ۴۵ ② ۵۲ ③ ۷۰ ④ ۵۹

۹۸ دربارهٔ سلول گالوانی استاندارد «آلومینیم - هیدروژن» کدام موارد زیر درست است؟ (حجم هریک از محلول‌های پیرامون آند و کاتد، برابر یک لیتر است، $(H = ۱, Al = ۲۷ : \frac{g}{mol^{-۱}}, E^\circ = (Al^{۳+}/Al) = -۱/۶۶\ V$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

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

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

پ: اگر ۰/۵۴ گرم از آند کاسته شود، ۶۷۲ میلی‌لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP، تشکیل شده است.

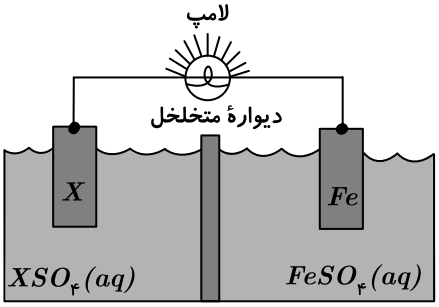
ت: در نمودار «مول - زمان» برای این سلول، شیب تغییر یون شرکت‌کننده در نیم‌واکنش کاتدی، ۳ برابر شیب تغییر یون شرکت‌کننده در نیم‌واکنش آندی است.

① «پ» و «ت» ② «ب» و «پ» ③ «الف» و «ب» ④ «الف» و «ت»

۹۹ با توجه به شکل داده‌شده که سلول گالوانی استاندارد تشکیل‌شده از دو نیم‌سلول را نشان می‌دهد، کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی به درستی کامل می‌کند؟ ($Fe = ۵۶ \frac{g}{mol}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

«اگر X الکترود ..... باشد، ..... .»



$E^\circ(Fe^{۲+}/Fe) = -۰/۴۴V$

$E^\circ(Mn^{۲+}/Mn) = -۱/۱۸V$

$E^\circ(Pt^{۲+}/Pt) = +۱/۲۰V$

(۱) Mn؛ کاتیون‌های محلول نمک Mn برخلاف جهت جریان الکتریکی، از دیوارهٔ متخلخل عبور می‌کنند.

(۲) Pt؛ به‌ازای تغییر جرم تیغهٔ آهن به میزان ۰/۵۶ گرم، $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۱}$ الکترون مبادله شده است.

(۳) Pt؛ آنیون‌های محلول نمک Pt به سمت الکترود آهن، از دیوارهٔ متخلخل عبور می‌کنند.

(۴) Mn؛ گونه $Fe^{۲+}$ نقش اکسنده را دارد و E° سلول، برابر ۱/۶۲ ولت است.

۱۰۰ اگر در سلول سوختی به‌جای هیدروژن از سوخت ارزان‌تر و کم‌خطرتری مانند متان استفاده شود؛ برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟

($C = ۱۲ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱}$) مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

(۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۳۲

۱۰۱ اگر الکترون‌های آزادشده از اکسایش ۸۰ گرم فلز در نیم‌واکنش آندی: $Fe^{۳+}(aq) + Cu(s) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + Cu^{۲+}(aq)$، در نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن مصرف شود، چند لیتر گاز اکسیژن (در شرایط STP) مصرف و چند گرم آب تولید می‌شود؟ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

$(H = ۱, O = ۱۶, Fe = ۵۶ , Cu = ۶۴ : g \cdot mol^{-۱})$

(۱) ۱۱/۲۵, ۷ (۲) ۲۲/۵, ۷ (۳) ۱۱/۲۵, ۱۴ (۴) ۲۲/۵, ۱۴

۱۰۲ جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول بنزوییک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده‌شده، برابر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

(۱) S در پتاسیم سولفید (۲) C در $CH_۲O$ (۳) N در نیتریک اسید (۴) Cl در $KClO_۳$

۱۰۳ دربارهٔ الکل‌های یک‌عاملی و کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ($H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱}$)

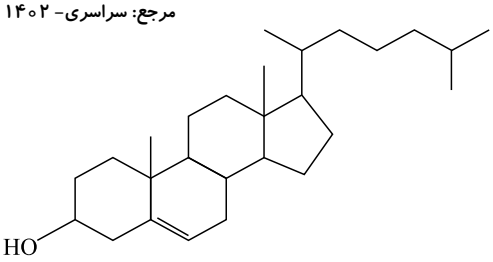
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

- نخستین عضو هر دو خانواده، پرکاربردترین ترکیب در زندگی روزانه است.
- در هر دو دسته، بخش ناقطبی می‌تواند زنجیرهٔ هیدروکربنی با اتم هیدروژن باشد.
- واکنش آنها با یکدیگر برگشت‌پذیر است و در آن، عدد اکسایش اتم‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند.
- نسبت جرم مولی دومین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسید به جرم مولی الکل دارای دو اتم کربن، بزرگ‌تر از یک است.

(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

۱۰۴ دربارهٔ مولکولی با ساختار داده‌شده، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



- بخش آب‌گریز آن بر بخش آب‌دوست غلبه دارد.
- پیوند $C=C$ در مقایسه با پیوندهای دیگر، دشوارتر شکسته می‌شود.
- شمار گروه‌های متیل، ۲٫۵ برابر شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها است.
- نسبت شمار کل اتم‌های کربن، به شمار اتم‌های کربن با عدد اکسایش صفر، برابر ۶٫۷۵ است.

۱ (۱)　۲ (۲)　۳ (۳)　۴ (۴)

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

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

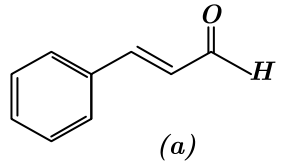
$(H=1\ ,C=12\ ,O=16:\frac{g}{mol})$

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

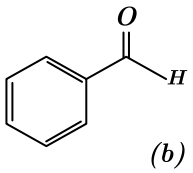
ب: تفاوت جرم مولی دو مولکول a و b، برابر با جرم مولی دومین عضو خانوادهٔ آلکین است.

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 -1 در آنها است.



(a)



(b)

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

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

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱ (۱) ۲- پنتانون　۲ (۲) اتیلن گلیکول　۳ (۳) بنزآلدهید　۴ (۴) متیل استات

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

مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

۱۲ (۱)　۱۴ (۲)　۱۶ (۳)　۱۸ (۴)

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

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۶

۱ (۱) تغییر نمی‌کند – دو واحد افزایش می‌یابد
۲ (۲) دو واحد افزایش می‌یابد – ثابت باقی می‌ماند
۳ (۳) تغییر نمی‌کند – یک واحد کاهش می‌یابد
۴ (۴) یک واحد افزایش می‌یابد – ثابت باقی می‌ماند

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

مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

۱ (۱) اتان و اتین　۲ (۲) اتان و بنزن　۳ (۳) اتین و اتن　۴ (۴) اتین و بنزن

۱۱۰ جمع جبری تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن در معادلهٔ سوختن کامل -1 پروپانول، کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۴

۱۹ (۱)　۱۸ (۲)　۱۲ (۳)　۱۰ (۴)

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

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹ $SO_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow H_2S_2O_7(aq)$

$I_2(s) + ClO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow IO_3^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$Pb(OH)_3^-(aq) + ClO^-(aq) \rightarrow PbO_2(s) + Cl^-(aq) + OH^-(aq) + H_2O(l)$

$K_2Cr_2O_7(aq) + BaCl_2(aq) + H_2O(l) \rightarrow BaCrO_4(aq) + KCl(aq) + HCl(aq)$

(۱) ۳۵ (۲) ۲۹ (۳) ۲۷ (۴) ۲۲

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

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹ $Ag(s) + NO_3^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow Ag^+(aq) + NO(g) + H_2O(l)$

(۱) ۳, ۱۴ (۲) ۴, ۱۴ (۳) ۴, ۱۵ (۴) ۳, ۱۵

(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

(۱) -۶ (۲) -۳ (۳) -۴ (۴) -۱۲

(۱۱۴) کدام مطلب دربارهٔ بنزآلدهید و ۲- هپتانون، نادرست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

(۱) هر دو دارای گروه عاملی کربونیل‌اند.

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

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

(۴) هر دو در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، اما انحلال‌پذیری آنها در آب، کم است.

(۱۱۵) در واکنش داده‌شده و پس از موازنهٔ کامل معادلهٔ آن، نسبت مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها به مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها، کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳ $Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + H_2O(l)$

(۱) ۱٫۰ (۲) ۱٫۴ (۳) ۱٫۶ (۴) ۰٫۸

(۱۱۶) در یک آزمایش تجزیهٔ آب به عنصرهای سازندهٔ آن، از $1kg$ آب نمک با غلظت ۱٪ به‌عنوان الکترولیت استفاده شده است. اگر آزمایش تا زمانی ادامه یابد که غلظت آب نمک به ۲٪ برسد، حجم گازهای تولیدشده در شرایط STP به‌تقریب چند لیتر است؟ ($O = 16, H = 1 : g \cdot mol^{-1}$، معادله موازنه شود، $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

(۱) ۳۱۱ (۲) ۶۲۲ (۳) ۹۳۳ (۴) ۱۸۶۶

(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 $3L$ بوده و ۰٫۳ مول الکترون از آن عبور کند، pH محلول باقی‌مانده و وزن نقرهٔ تولیدشده به‌تقریب، 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: خارج از کشور- ۱۳۹۸

$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ (معادله موازنه شود.)

$H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + H^+(aq) + e^-$ (معادله موازنه شود.)

(۱) ۳۲٫۴, ۱ (۲) ۱۰٫۸, ۰٫۵ (۳) ۱۰٫۸, ۱ (۴) ۳۲٫۴, ۰٫۵

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.

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) 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 ۱٫۱۵۰kg فلز سدیم، به‌تقریب چند لیتر محلول سفیدکننده ($d \approx 1\ g \cdot mL^{-1}$) تولید می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

$(Na = 23, Cl = 35/5, O = 16 : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۳۵٫۷۸ ۲) ۳۷٫۲۵ ۳) ۵۱٫۵۶ ۴) ۷۴٫۵

۱۲۰ اگر مقدار مجاز گاز کلر حل‌شده در آب یک استخر شنا، برابر ۱٫۲ppm و حجم آب استخر برابر ۸۵۲ 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 استخر، یک کیلوگرم در نظر گرفته شود، $Mg = 24, Cl = 35/5 : g \cdot mol^{-1}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۲٫۳۶۸, ۱۲۲۰٫۵ ۲) ۲٫۳۶۸, ۱۰۲۲٫۴ ۳) ۱٫۳۶۸, ۱۲۲۰٫۵ ۴) 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 در سلول سوختی با بازدهی ۶۰ درصد، می‌توان ۱۸ کیلوگرم منیزیم مذاب تهیه کرد؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

$(H = 1, Mg = 24 : \frac{g}{mol^{-1}})$

$MgCl_2 \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$

۱) ۲۵٫۰ ۲) ۱۲٫۵ ۳) ۲٫۵ ۴) ۱٫۲۵

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

(معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.) $I) Fe(OH)_2(s) + H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$ 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 ۱۰۷۰ گرم رسوب $Fe(OH)_3$، $12/04 \times 10^{23}$ 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، ۳۶ گرم آب تشکیل می‌شود.
- مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش I با مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها در واکنش II برابر است.

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۳ الکتریسیتهٔ حاصل از عبور ۴۴۸ 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؟ $(O = 16, Ag = 108 : g \cdot mol^{-1})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

۱) ۲۱۶۰ ۲) ۴۳۲۰ ۳) ۶۴۸۰ ۴) ۸۶۴۰

۱۲۴ در آبکاری یک قطعهٔ فولادی به وزن ۱۰kg با کروم، از یک لیتر محلول ۱ مولار یون‌های کروم (III) و الکترود کروم 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 دو محلول، تفاوت جرم دو قطعهٔ آبکاری‌شده، به‌تقریب چند گرم است؟ $(Ag = 108, Cr = 52 : g \cdot mol^{-1})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۲۵٫۴ ۲) ۵۶ ۳) ۸۲ ۴) ۹۰٫۶

۱۲۵ آبکاری کروم در یک محلول اسیدی دارای پتاسیم دی‌کرومات $(K_۲Cr_۲O_۷^-)$ انجام می‌شود. اگر واکنش آندی، اکسایش آب باشد، ضمن نشاندن ۱۰٫۴ گرم کروم بر روی یک قطعه با روش آبکاری، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها $۲۵L$ است، تولید می‌شود؟ $\left(Cr = ۵۲\ g \cdot mol^{-۱}\right)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷

۱) ۱٫۲ ۲) ۷٫۷۵ ۳) ۱۵ ۴) ۷٫۵

۱۲۶ اگر از انرژی الکتریکی حاصل از سلول سوختی هیدروژن، برای آبکاری ۵۰۰ قاشق فولادی با نقره استفاده شود و برای آبکاری هر قاشق، $۱٫۲۰۴ \times ۱۰^{۲۲}$ الکترون مبادله شود، چند گرم گاز هیدروژن در سلول سوختی با بازدهی ۸۰ درصد مصرف می‌شود؟ $(H = ۱\ \frac{g}{mol})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۱۲٫۵ ۴) ۶٫۲۵

۱۲۷ در تولید صنعتی هر تن آلومینیم، به‌تقریب به چند کیلوگرم گرافیت نیاز است و چند متر مکعب گاز در شرایطی که حجم مولی گازها برابر $۲۵L$ است، تولید می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید؛ $Al = ۲۷\ ,\ C = ۱۲ : g \cdot mol^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

۱) ۶۹۴٫۴ ، ۳۳۳ ۲) ۶۹۴٫۴ ، ۴۴۴ ۳) ۶۹۹۴٫۴ ، ۳۳۳ ۴) ۶۹۹۴٫۴ ، ۴۴۴

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

۱۲۸ یک مادهٔ شیمیایی، سه اتم کروم در فرمول شیمیایی خود دارد. اگر ۳۱٫۲٪ جرم این ماده را کروم تشکیل داده باشد، جرم مولی آن، چند گرم است؟ $(Cr = ۵۲ g.mol^{-۱})$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

۱) ۱۶۶٫۷ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۳۳٫۳ ۴) ۵۰۰

۱۲۹ درصد جرمی سیلیس و رطوبت، در یک نمونه خاک رُس، به‌ترتیب 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

۱) ۳۴ ۲) ۳۲ ۳) ۲۸ ۴) ۲۶

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

- معادلهٔ یونش اسید HX در آب تعادلی است.
- یونش هر دو اسید اکسیژن‌دار A در آب، کامل است.
- عنصر D در $DX_۲$ بالاترین عدد اکسایش خود را دارد.
- نقطهٔ ذوب ترکیب حاصل از واکنش عنصر Z با D، بالاتر از نقطهٔ ذوب LiF است.
- ساختار و ویژگی‌های فیزیکی ترکیب هیدروژن‌دار پایدار D، مشابه $H_۲S$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۱ چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ مولکول آمونیاک، درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

- اتم مرکزی در آن، بار جزئی منفی دارد.
- ساختار آن، مشابه ساختار مولکول کربن تتراکلرید است.
- در تشکیل $۴٫۵۱۵ \times ۱۰^{۲۴}$ مولکول ازآن، ۲۲٫۵ 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.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۱۳۲ اگر نسبت بار به شعاع در یون پایدار منیزیم، برابر $۳٫۰۳ \times ۱۰^{-۲} \frac{e}{pm}$ باشد، شعاع آن، به تقریب برابر چند nm است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۰٫۰۶۶ ۲) ۰٫۰۵۴ ۳) ۰٫۶۶ ۴) ۰٫۵۴

۱۳۳ به $۲۰۰mL$ از محلول ۰٫۰۲۵ مولار نمک وانادیم (V)، $۳۲۵mg$ از فلز روی اضافه شده است. با توجه به جدول زیر، رنگ نهایی محلول، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

$(Zn = ۶۵ g \cdot mol^{-۱})$، واکنش در هر مرحله کامل انجام می‌شود $V^{۵+}(aq) + Zn(s) \rightarrow \cdots + Zn^{۲+}(aq)$ ·

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

۱) بنفش ۲) آبی ۳) زرد ۴) سبز

۱۳۴ با توجه به معادلهٔ داده‌شده، ۰٫۰۱۲ مول وانادیم (V) کلرید با ۰٫۳۹ گرم فلزِ روی، واکنش کامل می‌دهد. محلول حاصل کدام رنگ را دارد؟ $(Zn = ۶۵ \frac{g}{mol^{-۱}})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

$$VCl_۵(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnCl_۲(aq) + VCl_n(aq)$$

۱) سبز ۲) زرد ۳) بنفش ۴) آبی

۱۳۵ با توجه به معادلهٔ داده‌شده، از واکنش چند مول وانادیم (V) کلرید با ۳٫۹ گرم فلزِ روی، محلول بنفش‌رنگ از نمک وانادیم تشکیل می‌شود؟ (معادلهٔ واکنش موازنه شود، $Zn = ۶۵\ \frac{g}{mol^{-۱}}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

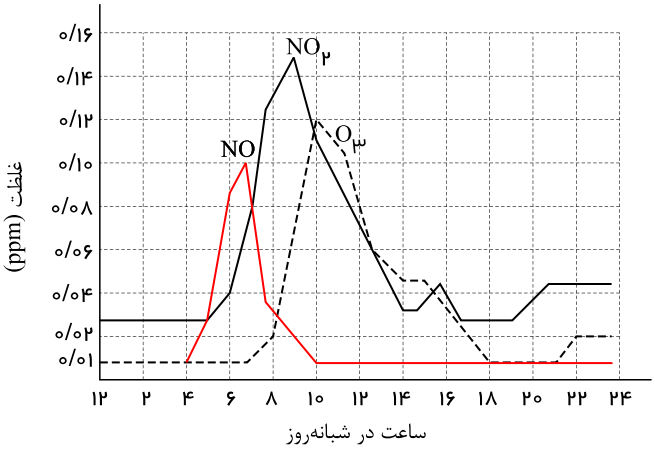
$$VCl_۵(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnCl_۲(aq) + VCl_n(aq)$$

① ۰٫۰۱ ② ۰٫۰۲ ③ ۰٫۰۳ ④ ۰٫۰۴

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

۱۳۶ شکل زیر، نمودار تغییرات غلظت سه آلایندهٔ 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 بازهٔ زمانی ۶ صبح تا ۱۲ ظهر به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) $\frac{۱}{۳}$ ، $\frac{۳}{۵}$

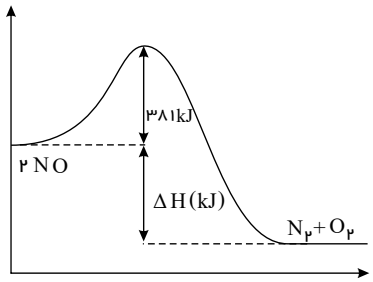
۲) $\frac{۳}{۵}$ ، $\frac{۱}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۷}$ ، ۱

۴) ۱ ، $\frac{۳}{۷}$

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

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) +۱۵۵

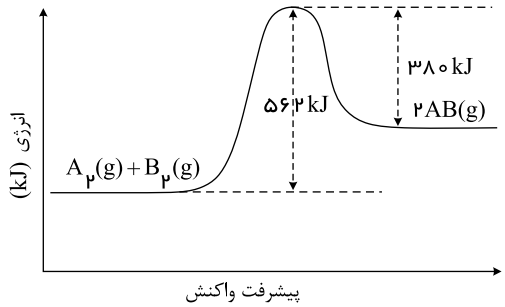
۲) +۱۸۷

۳) +۴۲۱

۴) +۶۰۷

۱۳۸ با توجه به نمودار «انرژی ــ 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، به‌ترتیب برابر ۹۴۰ و ۴۹۲ کیلوژول بر مول است.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۶۲۵

۲) ۵۶۲

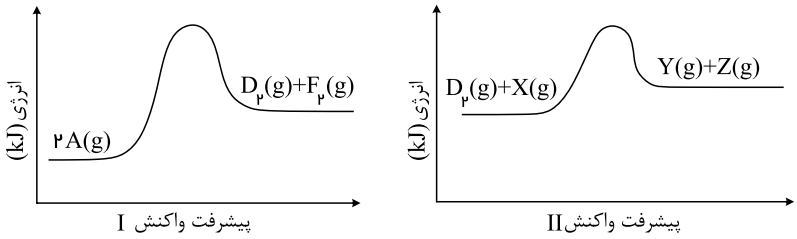
۳) ۱۲۵۰

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)، به‌ترتیب برابر ۲۴۸ و ۱۸۳ کیلوژول و تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها با واکنش دهنده(ها) در واکنش‌های (I) و (II)، به‌ترتیب برابر ۴۲ و ۱۱ کیلوژول است.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

- تفاوت انرژی مورد نیاز برای انجام دو واکنش، برابر ۳۱ کیلوژول است.
- به ازای مصرف ۳ مول واکنش‌دهنده در واکنش (I)، ۶۳kJ انرژی آزاد می شود.
- سرعت تشکیل گاز D_2 (واکنش I) از سرعت مصرف آن (واکنش II) کمتر است.
- در هر دو واکنش، مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده(ها)، بزرگ‌تر از مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌هاست.



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۴۰ اگر در واکنش فرضی: $2AB(g) \rightarrow A_2(g) + B_2(g)\,,\ \Delta H = -185kJ$ ، $E_{a(\text{رفت})}$ با بهره‌گیری از کاتالیزگر و بدون بهره‌گیری از آن، با یکای کیلوژول، به ترتیب برابر ۱۳۰ و ۳۸۰ باشد، چه تعداد از مطالب زیر، دربارهٔ آن درست‌اند؟

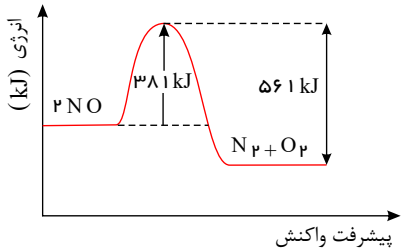
مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

- در نبود کاتالیزگر، E_a واکنش برگشت برابر ۴۶۵kJ است.
- در مجاورت کاتالیزگر، E_a واکنش برگشت برابر ۳۱۵kJ است.
- تفاوت E_a واکنش در جهت برگشت در دو حالت، برابر ۲۵۰kJ است.

۱) صفر ۲) ۱ مورد ۳) ۲ مورد ۴) ۳ مورد

۱۴۱ با توجه به نمودار و داده‌های جدول زیر، در اثر پیمایش ۱۰۰km مسافت به‌وسیلهٔ 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 برحسب گرم	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
در هر کیلومتر پیمایش	۱٫۰۴	۰٫۰۴

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۶۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۶۰

۱۴۲ با توجه به داده‌های جدول زیر، اگر روزانه ۸۰۰٫۰۰۰ خودرو در شهری رفت و آمد کنند و هر خودرو، به‌گونهٔ میانگین، ۵۰ کیلومتر مسافت را بپیماید، با نصب مبدل کاتالیستی در اگزوز موتور خودرو، روزانه از ورود چند تن از این سه مادهٔ 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 $g \cdot km^{-1}$	در نبود مبدل	۶٫۰	۱٫۶۶	۱٫۰۳
	در مجاورت مبدل	۰٫۶	۰٫۰۶	۰٫۰۴

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

۱۴۳ با توجه به جدول داده‌شده، با طی یک کیلومتر مسافت، کاهش درصد جرمی CO به واسطهٔ استفاده از کاتالیزگر، به تقریب کدام است و کدام آلایندهٔ تولیدشده توسط وسایل نقلیه، بیشترین کاهش مقدار مول را با به‌کارگیری کاتالیزگر دارد؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

$(H = ۱, C = ۱۲, N = ۱۴, O = ۱۶ : \frac{g}{mol^{-۱}})$

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	$C_۸H_{۱۸}$	NO
مقدار گرم آلاینده به‌ازای طی یک کیلومتر مسافت	بدون کاتالیزگر	۵٫۹۹	۱٫۶۷	۱٫۰۴
	با کاتالیزگر	۰٫۶۱	۰٫۰۷	۰٫۰۴

① $C_۸H_{۱۸}$, ۸۹٫۸ ② CO , ۸۹٫۸ ③ CO , ۹۶٫۱ ④ $C_۸H_{۱۸}$, ۹۶٫۱

۱۴۴ با توجه به جدول داده‌شده، کمترین کاهش درصد جرمی به واسطهٔ استفاده از کاتالیزگر، مربوط به کدام آلایندهٔ تولیدشده توسط وسایل نقلیه است و با طی ۱۰ کیلومتر مسافت با استفاده از کاتالیزگر، کدام آلاینده با یکای مول، به میزان کمتری وارد هواکره می‌شود؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

$(H = ۱ \ , \ C = ۱۲ \ , \ N = ۱۴ \ , \ O = ۱۶ : \frac{g}{mol})$

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	$C_۸H_{۱۸}$	NO
مقدار گرم آلاینده به‌ازای طی یک کیلومتر مسافت	بدون کاتالیزگر	۵٫۹۹	۱٫۶۷	۱٫۰۴
	با کاتالیزگر	۰٫۶۱	۰٫۰۷	۰٫۰۴

① $C_۸H_{۱۸}$ ، $C_۸H_{۱۸}$ ② NO ،$C_۸H_{۱۸}$ ③ CO ، $C_۸H_{۱۸}$ ④ NO ، CO

۱۴۵ با توجه به واکنش‌های زیر و ثابت تعادل آن‌ها، اگر غلظت اولیهٔ هر یک از مواد A , E در ظرف دربسته، برابر $۱mol \cdot L^{-۱}$ باشد، غلظت Z پس از برقراری تعادل چند مول بر لیتر است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

$I) \ A(g) + E(g) \rightleftharpoons ۲X(g), \ K_۱ = ۳۲$

$II) ۲X(g) \rightleftharpoons ۲Z(g), K_۲ = ۲$

① ۰٫۸ ② ۱٫۶ ③ ۲٫۴ ④ ۳٫۲

۱۴۶ اگر بازده درصدی واکنش تعادلی فرضی: $A(g) + D(g) \rightleftharpoons ۲E(g) + G(g)$، که با یک مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف یک لیتری دربسته آغاز شده است، در دمای آزمایش، برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش، برابر چند $mol \cdot L^{-۱}$ است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

① ۱٫۳۵ ② ۲٫۲۵ ③ ۳٫۶ ④ ۵٫۴

۱۴۷ با توجه به واکنش‌های تعادلی فرضی روبه‌رو، در شرایطی که هر یک از آن‌ها 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 $K_۲$ به $K_۱$ کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۴

$I) \ A(g) \rightleftharpoons ۲X(g), \ K_۱$

$II) \ D(g) \rightleftharpoons Z(g), \ K_۲$

① ۰٫۵ ② ۱ ③ ۱٫۵ ④ ۲

۱۴۸ در یک فرایند، مقدار ۱۰ مول $N_۲O_۴(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری وارد شده است. پس از گرم شدن و برقراری تعادل: $N_۲O_۴(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g) \ , \ K = ۴mol \cdot L^{-۱}$ ، نسبت غلظت مولار $NO_۲$ به غلظت مولار $N_۲O_۴$ و مجموع مول‌های گاز درون ظرف، کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

① ۱۰,۴ ② ۱۵,۴ ③ ۱۰,۲ ④ ۱۵,۲

۱۴۹ اگر در واکنش تعادلی: $۲A_۲(g) \rightleftharpoons D_۲(g)$، مقدار K برابر $۱L \cdot mol^{-۱}$ باشد، بیشینه بازدهٔ درصدی این واکنش هنگامی که غلظت اولیه‌ی $A_۲$ برابر $۱mol \cdot L^{-۱}$ باشد، کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

① ۲۵ ② ۵۰ ③ ۷۵ ④ ۸۵

۱۵۰ دو مول گاز دی نیتروژن پنتوکسید در ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و گاز نیتروژن دی‌اکسید در یک واکنش تعادلی تجزیه می‌شود. 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) کدام‌اند؟ 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

$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ,\ K = 0/5 mol \cdot L^{-1}$

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: $CH_3OH(g) \rightleftarrows CO(g) + 2H_2(g)$ ، گرما می‌دهیم. 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)، کدام‌اند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۵

۱) ۹۲٫۱۶ ، ۴٫۸ $mol^2 \cdot L^{-2}$ ۲) ۶۲٫۱۵ ، ۴٫۸ $mol^2 \cdot L^{-2}$ ۳) ۹۲٫۱۶ ، ۲٫۴ $mol \cdot L^{-1}$ ۴) ۶۲٫۱۵ ، ۲٫۴ $mol \cdot L^{-1}$

۱۵۳ ۱٫۶ مول گاز SO_2Cl_2 را در یک ظرف دو لیتری سربسته تا رسیدن به تعادل: $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ گرما می‌دهیم. اگر در حالت تعادل، مجموع شمار مول‌های 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: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g),\ K = 2 mol \cdot L^{-1}$ با غلظت ۱ مولار مادهٔ 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 بسته‌ای وارد و گرم شده‌اند. اگر این واکنش پس از تبدیل ۵۰٪ از گاز نیتروژن به فراورده، به تعادل برسد، مقدار K بر حسب $L \cdot mol^{-1}$ کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

۱) ۰٫۱۲۵ ۲) ۰٫۲۵ ۳) ۱ ۴) ۴

۱۵۶ دو مول از اکسید فلز M و یک مول از $CO(g)$ در ظرف یک لیتری دربسته وارد و گرما داده شده‌اند تا تعادل: $CO(g) + MO(s) \rightleftharpoons M(s) + CO_2(g)\ ,\ K = 0/25$ برقرار شود. در حالت تعادل، نسبت مولی $\frac{MO(s)}{M(s)}$، کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۵

۱) ۱۶ ۲) ۱۲ ۳) ۹ ۴) ۴

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 می‌کنیم. اگر در لحظه‌ی 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 دربستهٔ دو لیتری در دمای معین، در لحظه‌ی تعادل ۴۲g گاز نیتروژن وجود داشته باشد، مقدار K با یکای $L \cdot mol^{-1}$ و مجموع شمار مول‌های گاز در ظرف واکنش، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ $(N = 14 g \cdot mol^{-1})$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

۱) ۴٫۲۵ ، ۰٫۳ ۲) ۸٫۵ ، ۰٫۳ ۳) ۴٫۲۵ ، ۱٫۵ ۴) ۸٫۵ ، ۱٫۵

۱۵۹ در واکنش به حالت تعادل: $A(g) \rightleftharpoons X(g) + D(g)$ که در یک ظرف سربستهٔ 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 بستهٔ ۴ لیتری منتقل شود. مقدار $X(g)$ در تعادل جدید، به تقریب برابر چند مول خواهد بود؟ $(\sqrt{۰٫۲} \simeq ۰٫۴۵)$

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 محفظهٔ واکنش به فرآورده تبدیل شده است. اگر گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳٫۷۵ به ۱، در محفظهٔ واکنش یک لیتری وارد شده باشند. مقدار K با یکای $L^۲ \cdot mol^{-۲}$، به تقریب کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۶

① ۰٫۱۱ ② $۱٫۲۳ \times ۱۰^{-۲}$ ③ $۹٫۲۶ \times ۱۰^{-۳}$ ④ $۳٫۷ \times ۱۰^{-۲}$

۱۶۱ اگر یک مول گاز هیدروژن با دو مول گاز کربن دی‌اکسید در یک ظرف یک لیتری دربسته مخلوط شده، و به صورت تعادلی با هم واکنش دهند و K برابر ۱٫۸ باشد، نسبت جرم $H_۲O(g)$ به جرم $H_۲(g)$ در مخلوط به حالت تعادل، کدام است؟ $(H = ۱ \text{ و } O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۶

① ۳٫۶ ② ۵٫۲ ③ ۹ ④ ۲۷

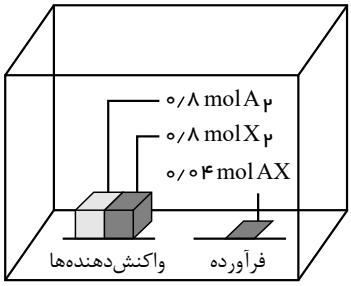
۱۶۲ با توجه به واکنش تعادلی: $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_۲(g)$، که در دمای معین در یک ظرف دربستهٔ یک لیتری و با یک مول از هرواکنش‌دهنده آغاز شده است، اگر مقدار ۰٫۰۵ مول گاز CO در تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل کدام و مقدار $Fe(s)$ موجود در تعادل، چند گرم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $Fe = ۵۶\ g.mol^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

① ۵٫۳۲ ، ۰٫۹۵ ② ۵۳٫۲ ، ۰٫۹۵ ③ ۵٫۳۲ ، ۱۹ ④ ۵۳٫۲ ، ۱۹

۱۶۳ با توجه به داده‌های شکل زیر که مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را در حالت تعادل در یک ظرف دو لیتری دربسته 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؟ (همهٔ مواد گازی شکل‌اند.)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۷



$A_۲ + X_۲ \rightarrow ۲AX$

① $۲٫۵ \times ۱۰^{-۳}$، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.

② $۱٫۶۶ \times ۱۰^{-۳}$، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.

③ $۲٫۵ \times ۱۰^{-۳}$، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

④ $۱٫۶۶ \times ۱۰^{-۳}$، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۱۶۴ ۲ مول از $AX_۲(s)$ در یک ظرف ۵ لیتری دربسته گرما داده می‌شود. اگر مقدار K برای واکنش: $AX_۲(s) \rightleftharpoons A(g) + X_۲(g)$، در دمای $۱۰۰^\circ C$ و $۳۰۰^\circ C$، به ترتیب برابر $۱۰^{-۴}$ و $۱۰^{-۱}(mol^۲ \cdot L^{-۲})$ باشد، غلظت تعادلی $X_۲(g)$ در $۳۰۰^\circ C$، به تقریب چند برابر آن در $۱۰۰^\circ C$ است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

① ۲۵٫۴ ② ۳۱٫۶ ③ ۱۰۰ ④ ۱۰۰۰

۱۶۵ انحلال‌پذیری کلسیم سولفات در دمای معین، برابر ۰٫۲۷۲ گرم در $۱۰۰g$ آب است. ثابت تعادل: $CaSO_{۴(s)} \rightleftharpoons Ca^{۲+}_{(aq)} + SO^{۲-}_{۴(aq)}$، برابر چند $mol^۲ \cdot L^{-۲}$ است؟ $\left(d_{\text{محلول}} \approx ۱g \cdot mL^{-۱}, O = ۱۶, S = ۳۲, Ca = ۴۰ : g \cdot mol^{-۱}\right)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷

① ۴×۱۰^{-۴} ② ۴×۱۰^{-۶} ③ ۲×۱۰^{-۴} ④ ۲×۱۰^{-۶}

۱۶۶ در یک ظرف ۵ لیتری دربسته، سه مول $SO_{۲(g)}$ و دو مول $NO_{۲(g)}$، وارد واکنش تعادلی $SO_{۲(g)} + NO_{۲(g)} \rightleftharpoons SO_{۳(g)} + NO_{(g)}$ شده‌اند. اگر در لحظهٔ تعادل، ۱۰ درصد از گاز $NO_{۲(g)}$ باقی‌مانده باشد، مقدار K کدام است و درصد جرمی کدام گاز در مخلوط تعادلی، بیشتر است؟ $\left(N = ۱۴, O = ۱۶, S = ۳۲ : g \cdot mol^{-۱}\right)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷

① ۰٫۹ ، $SO_۳$ ② ۰٫۹ ، NO ③ ۱۳٫۵ ، $SO_۳$ ④ ۱۳٫۵ ، NO

۱۶۷ یک مول $H_{۲(g)}$ و سه مول $CuO_{(s)}$ در یک ظرف یک لیتری دربسته در واکنش تعادلی: $CuO_{(s)} + H_{۲(g)} \rightleftharpoons Cu_{(s)} + H_۲O_{(g)}$ ، $K = ۴$، وارد شده‌اند. اگر پس از برقراری تعادل، یک مول گاز $H_۲$ اضافی در دمای ثابت وارد ظرف شود، پس از برقراری دوبارهٔ تعادل، غلظت $H_{۲(g)}$ برابر چند مول بر لیتر، خواهد شد؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷

۱) ۰٫۴ ۲) ۰٫۶ ۳) ۱٫۴ ۴) ۱٫۶

۱۶۸ اگر در یک واکنش گاه به حجم ۱۵۰ لیتر، ۵ کیلوگرم $SnO_۲$ به همراه ۵٫۶ کیلوگرم گاز CO وارد شده و پس از واکنش و برقراری تعادل: $SnO_۲(s) + ۲CO(g) \rightleftharpoons Sn(s) + ۲CO_۲(g)$، ۲٫۴ کیلوگرم فلز قلع به‌دست آید، ثابت تعادل کدام است؟ ($C = ۱۲, O = ۱۶, Sn \approx ۱۲۰ : g \cdot mol^{-۱}$: سامانهٔ واکنش بسته فرض شود.) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷

۱) ۰٫۰۶۲۵ ۲) ۰٫۰۲۵ ۳) ۰٫۶۲۵ ۴) ۰٫۲۵

۱۶۹ در یک ظرف پنج لیتری دربسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن دی‌سولفید واردشده است. اگر در لحظهٔ 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 $L^۲ \cdot mol^{-۲}$، کدام است؟ (معادله موازنه شود. $CS_۲(g) + H_۲(g) \rightleftharpoons CH_۴(g) + H_۲S(g)$) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) $۶٫۲۵ \times ۱۰^۵$ ۲) $۶٫۲۵ \times ۱۰^۶$ ۳) ۱۲۵×۱۰^۵ ۴) $۱٫۲۵ \times ۱۰^۶$

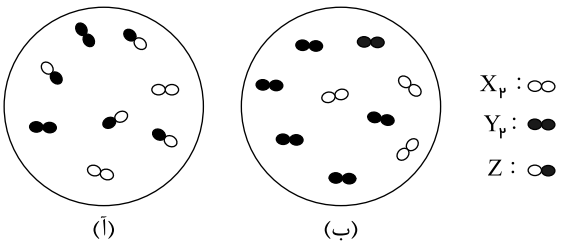
۱۷۰ در یک آزمایش، ۲٫۱ مول $F_۲(g)$ و ۱٫۱ مول $H_۲O(g)$ در یک ظرف دو لیتری با هم واکنش می‌دهند. اگر در لحظهٔ تعادل، ۲ مول گاز فلوئور، یک مول آب، ۰٫۲ مول HF و ۰٫۰۵ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار K (برحسب $mol \cdot L^{-۱}$)، کدام است؟ (معادله موازنه شود ۰) $F_۲(g) + H_۲O(g) \rightleftharpoons O_۲(g) + HF(g)$ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) $۱۰^{-۵}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) ۲×۱۰^{-۳} ۴) ۵×۱۰^{-۳}

۱۷۱ ۱۸٫۴ گرم گاز $NO_۲$ را با ۲۱٫۳ گرم گاز کلر در یک ظرف ۴ لیتری دربسته گرم می‌کنیم تا واکنش تعادلی: $۲NO_۲(g) + Cl_۲(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲Cl(g)$ انجام شود، اگر در حالت تعادل، ۵۰ درصد گاز $NO_۲$ مصرف شده باشد، ثابت تعادل و نسبت مولی گاز $NO_۲$ به گاز $Cl_۲$ در مخلوط تعادلی، کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $N = ۱۴, O = ۱۶, Cl = ۳۵٫۵ : g \cdot mol^{-۱}$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱،۲۰ ۲) ۲،۲۰ ۳) ۱،۲۰۰ ۴) ۲،۲۰۰

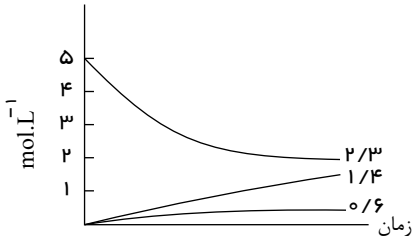
۱۷۲ شکل (آ) مخلوط در حال تعادل را برای واکنش $X_۲(g) + Y_۲(g) \rightleftharpoons ۲Z(g)$، نشان می‌دهد. هنگامی که واکنش در شکل (ب) به تعادل برسد، به‌ترتیب از راست به چپ، چند مول از گازهای $X_۲$، $Y_۲$ و Z در ظرف واکنش وجود خواهند داشت؟ (هر ذره، نشان‌دهندهٔ ۰٫۱ مول و حجم ظرف‌های واکنش، برابر ۲٫۲۵ لیتر و دما ثابت است.) مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

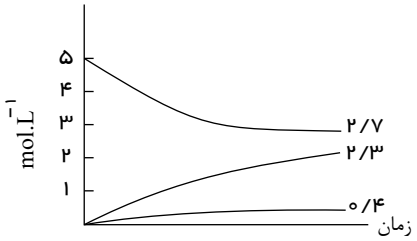


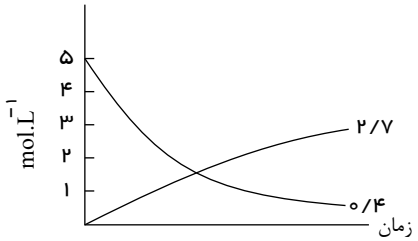
۱) ۰٫۱، ۰٫۴، ۰٫۴
۲) ۰٫۱، ۰٫۴، ۰٫۱
۳) ۰٫۲، ۰٫۳، ۰٫۳
۴) ۰٫۲، ۰٫۳، ۰٫۲

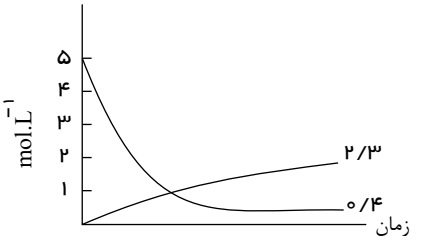
۱۷۳ اگر واکنش تعادلی $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g), K = 49$، در یک ظرف دو لیتری، با ۱۰ مول $NO(g)$ در شرایط مناسب آغاز شود، کدام نمودار نشان‌دهندهٔ روند تقریبی تغییر غلظت مواد تا برقرار شدن حالت تعادل است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

(۱)


(۲)


(۳)


(۴)


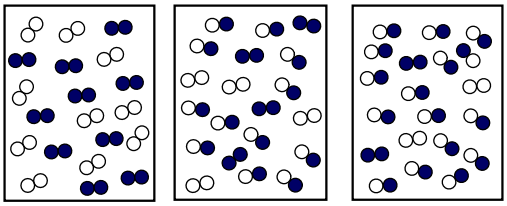
۱۷۴ مول‌های برابر از $CO(g)$ و $H_2O(g)$ را در یک ظرف دربستهٔ ۴ لیتری تا برقرار شدن تعادل: $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$، گرم می‌کنیم. اگر بازده واکنش برابر ۸۰٪ باشد، ثابت تعادل کدام است و اگر غلظت تعادلی $CO_2(g)$، برابر ۰٫۴ مول بر لیتر باشد، مقدار آغازی گاز CO در مخلوط، برابر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

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

(۱) ۰٫۵ ،۰٫۴ (۲) ۲٫۰ ،۰٫۴ (۳) ۰٫۵ ،۱۶ (۴) ۲٫۰ ،۱۶

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 دقیقهٔ 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 نظر گرفته شود.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



(۱) $8,2 \times 10^{-3}$
(۲) $8,2 \times 10^{-4}$
(۳) $64,2 \times 10^{-3}$
(۴) $64,2 \times 10^{-4}$

۱۷۶ اگر در یک ظرف ۵ لیتری دربسته در دمای معیّن، ۴ مول گاز هیدروژن و ۳ مول گاز نیتروژن را مطابق فرآیند هابر مخلوط و گرم کنیم و در حالت تعادل، ۲ مول گاز نیتروژن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

(۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۸۰٫۷۵ (۴) ۴۰٫۲۵

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

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

(۱) ۰٫۱۲۱ (۲) ۰٫۱۲۵ (۳) ۰٫۲۴۲ (۴) ۰٫۲۵۰

۱۷۸ مقدار ۱٫۵ مول گاز A با ۰٫۶ مول گاز X_2 و ۰٫۵ مول گاز D_2 در یک دمای معیّن در یک ظرف دربستهٔ سه لیتری به حالت تعادل: $X_2(g) + 3D_2(g) \rightleftharpoons 2A(g)$، وجود دارند. مقدار ثابت تعادل کدام است و مقدار گاز D_2 در آغاز واکنش، برابر چند مول بوده است؟

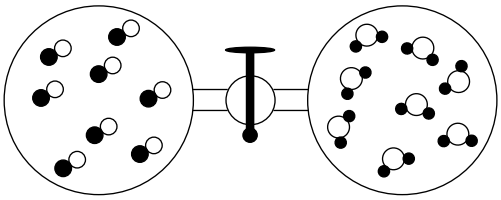
مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

(۱) ۲،۲۷۰ (۲) ۲٫۷۵ ،۳۰ (۳) ۲٫۷۵ ،۲۷۰ (۴) ۲ ،۳۰

۱۷۹ اگر در واکنش به حالت تعادل: $2NO(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$، در دمای معیّن، 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) ۰٫۲۵ ، ۰٫۲۰ ۲) ۰٫۳۷۵ ، ۰٫۲۰ ۳) ۰٫۳۷۵ ، ۰٫۰۵ ۴) ۰٫۲۵ ، ۰٫۰۵

۱۸۰ اگر دو ظرف دربستهٔ 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: $K = 9$، $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$، 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 $\sqrt{33} \simeq 5{,}74$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۰٫۵۱ ۲) ۰٫۴۳ ۳) ۰٫۲۸ ۴) ۰٫۱۲

۱۸۲ در یک ظرف ۵۰۰ میلی‌لیتری دربسته، مخلوطی از ۰٫۵۵ مول گاز متان و ۰٫۲ مول گاز هیدروژن سولفید را تا برقرار شدن تعادل: $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$ گرما 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) 4×10^{-3} ۳) ۱۵٫۶۲۵ ۴) ۲۵۰

۱۸۳ اگر ۴۰٫۸ 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، به‌تقریب، 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 دربسته انجام می‌شود. اگر ۰٫۰۲ مول گاز X، با ۰٫۰۸ مول گاز Y، در تعادل باشد، حجم ظرف واکنش، برابر چند میلی‌لیتر است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

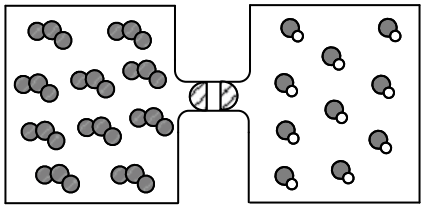
۱) ۲۵۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۱۲۵۰ ۴) ۲۵۰۰

۱۸۵ ۰٫۰۶ مول گاز NO_2Cl وارد ظرف ۲ لیتری دربسته 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) ۰٫۰۴ ، ۰٫۰۸ ۲) ۰٫۰۴ ، ۰٫۰۴ ۳) ۰٫۰۸ ، ۰٫۰۸ ۴) ۰٫۰۸ ، ۰٫۰۴

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) ۲, ۰٫۷۵ ۲) ۲, ۰٫۳۷۵ ۳) ۱, ۰٫۳۷۵ ۴) ۱, ۰٫۷۵

۱۸۷ در دمای معیّن، 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، به‌تقریب، کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۳٫۴۰ ۲) ۲٫۵۵ ۳) ۱٫۷۵ ۴) ۱٫۷۰

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

۱) ۴٫۴۵ ۲) ۳٫۲۰ ۳) ۱٫۵۰ ۴) ۰٫۸۵

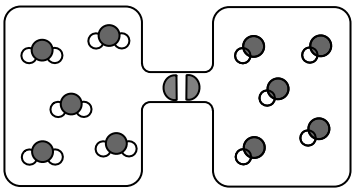
۱۸۹ اگر در یک ظرف ۲ لیتری با پیستون متحرک، در دمای معین مقداری PCl_5 گرما داده شود، پس از تشکیل ۷۱ گرم گاز کلر، تعادل: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)\ ,\ K = 1\ mol \cdot L^{-1}$، برقرار می‌شود. چنانچه در این شرایط و دمای ثابت حجم ظرف واکنش نصف شود؛ واکنش در کدام جهت جابه‌جا شده و مقدار PCl_5 اولیه چند مول بوده است؟ $(Cl = 35/5\ g \cdot mol^{-1})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۴

۱) رفت، ۲٫۵ ۲) رفت، ۱٫۵ ۳) برگشت، ۲٫۵ ۴) برگشت، ۱٫۵

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



۱) ۰٫۲ , ۰٫۸ ۲) ۰٫۴ , ۰٫۸ ۳) ۰٫۲ , ۰٫۴ ۴) ۰٫۴ , ۰٫۴

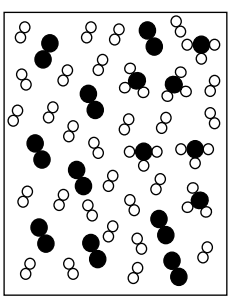
۱۹۱ در ظرف ۲ لیتری دربسته‌ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر ..... $L^2 \cdot mol^{-2}$ ..... است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانهٔ واکنش، ثابت تعادل ..... و واکنش در جهت ..... جابه‌جا می‌شود. $(N_2(g) + 3H_2(g)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

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۰٫۲۵، بزرگ‌تر می‌شود، رفت ۲) ۰٫۱۶، ثابت می‌ماند، رفت ۳) ۰٫۲۵، کوچک‌تر می‌شود، برگشت ۴) ۰٫۱۶، ثابت می‌ماند، برگشت

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



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

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

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

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

۱۹۳ در یک ظرف ۵لیتری دربسته، ۸٫۵ مول گاز A را با ۵ مول گاز D تا برقرار شدن تعادل: $۳A(g) + ۲D(g) \rightleftharpoons X(g) + ۲Z(g)$ ، گرما 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) ۵۱٫۲ ۲) ۴۸٫۴ ۳) ۳۶٫۵ ۴) ۲۶٫۸

۱۹۴ اگر در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، ۲٫۵ مول $N_۲O_۵(g)$ وارد شده و در اثر گرما، ۲۰٪ از آن طبق واکنش تعادلی: $۲N_۲O_۵(g) \rightleftharpoons ۴NO_۲(g) + O_۲(g)$، تجزیه شود، مقدار K بر حسب $mol^۳ \cdot L^{-۳}$، 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 می شود؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۷

۱) ۰٫۱۲۵، برگشت ۲) ۰٫۱۲۵، رفت ۳) ۵×۱۰^{-۴}، رفت ۴) ۵×۱۰^{-۴}، برگشت

۱۹۵ در فرایند تعادلی تولید $SO_۳(g)$ ، ۶ مول از هر یک از گازهای $SO_۲$ و $O_۲$ در یک ظرف ده لیتری واکنش می‌دهند. پس از خارج شدن ۲ مول از فراورده و برقراری دوباره‌ی تعادل، غلظت $SO_۳(g)$ به ۰٫۲ مول بر لیتر رسیده است. مقدار ثابت تعادل این واکنش چند $L \cdot mol^{-۱}$ 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: $COCl_۲(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_۲(g)$، در حالت تعادل‌اند. اگر حجم ظرف در دمای ثابت، به یک لیتر کاهش یابد، غلظت تعادلی $COCl_۲$ ، 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: $H_۲ + I_۲ \rightleftharpoons ۲HI$، به‌ترتیب، برابر ۰٫۰۱ 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 بازدهٔ درصدی واکنش در دمای $a^\circ C$ خواهد بود؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

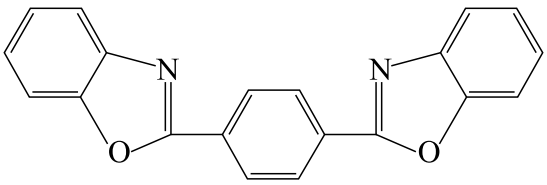
۱) ۷٫۵ ۲) ۱۰٫۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۱

۱۹۸ ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینهٔ واکنش هابر، با یکدیگر واکنش داده شده‌اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ $(N = ۱۴, H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \underset{\text{دما و فشار بهینه}}{\overset{\text{کاتالیزگر}}{\rightleftharpoons}} ۲NH_۳(g)$$

۱) ۹۵٫۲ ۲) ۱۲۹٫۲
۳) ۱۷۰ ۴) ۳۴۰

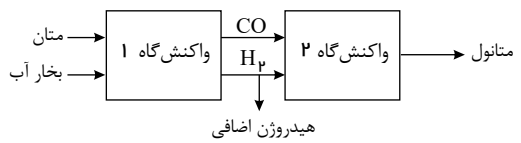
۱۹۹ با توجه به ساختار مولکول نشان داده‌شده، چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



- از دو بخش مشابه متصل به یک حلقهٔ بنزنی تشکیل شده است.
- شمار پیوندهای دوگانه، ۴ برابر شمار پیوندهای دوگانه در مولکول استیرن است.
- شمار پیوندهای یگانهٔ کربن - کربن، ۰٫۸ 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 کارخانهٔ تولید متانول، از واکنش متان با بخار آب برای تولید مواد اولیهٔ لازم استفاده می‌کند (واکنش‌گاه ۱). در واکنش‌گاه ۲، از $CO(g)$ و $H_۲(g)$ تولید شده، متانول تهیه می‌شود. به‌ازای تولید هر کیلوگرم گاز هیدروژن اضافی مورد استفاده در سلول‌های سوختی، چند کیلوگرم متانول به‌دست می‌آید؟ (همهٔ واکنش‌ها کامل فرض شوند. $H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱}$) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۷



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۲۵

$CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$ (واکنش‌گاه ۱)
$CO(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow CH_۳OH(g)$ (واکنش‌گاه ۲)

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۲ ۳ ۴ ۱ واکنش موازنه شده به‌صورت روبه‌رو است:

$$۲RCOONa + CaCl_۲ \rightarrow (RCOO)_۲Ca + ۲NaCl$$

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

$$۲۰۰mL \text{ محلول} \times \frac{۱g \text{ محلول}}{۱mL \text{ محلول}} \times \frac{۲۰۰۰g\ Ca^{۲+}}{۱۰^۶g \text{ محلول}} \times \frac{۱mol\ Ca^{۲+}}{۴۰g\ Ca^{۲+}} \times \frac{۱mol\ CaCl_۲}{۱mol\ Ca^{۲+}} \times \frac{۲mol \text{ صابون}}{۱mol\ CaCl_۲} \times \frac{۲۳۶g \text{ صابون}}{۱mol \text{ صابون}} = ۴/۷۲g \text{ صابون}$$

با توجه به اینکه جرم صابون موردنیاز برابر ۴/۷۲ گرم است، بنابراین تمام صابون اضافه شده (۱۰۰%) به حالت رسوب در می‌آید.

۲ ۴ ۳ ۲ ۱

$$۲RCOONa \equiv Mg^{۲+}$$
$$۲RCOONa \equiv Ca^{۲+}$$
$$\frac{x}{۲ \times ۳۰۰} = \frac{\frac{۲۶۴g}{۱۰^۶g} \times \frac{۱g}{mL} \times ۲۵۰۰mL}{۱ \times ۲۴} \Rightarrow x = ۱۶/۵g \text{ صابون}$$
$$\frac{y}{۲ \times ۳۰۰} = \frac{۰/۰۰۲۵ \times ۲/۵}{۱} \rightarrow y = ۳/۷۵ \text{ صابون}$$
$$\frac{\text{صابون مصرفی}}{\text{صابون اولیهٔ}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۶/۵ + ۳/۷۵}{۲۷} \times ۱۰۰ = ۷۵\%$$

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

$$RCOONa \equiv Na^+$$
$$\frac{۲۷g}{۱ \times ۳۰۰} \times \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{?g}{۱ \times ۲۳} \rightarrow ?gNa^+ = ۱/۵۵$$

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

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

بررسی همهٔ 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»:

(A) الکل سازندهٔ ترکیب $\Rightarrow C_۳H_۸O_۳$

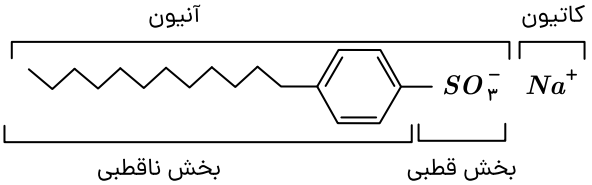
(B) اسید چرب $\Rightarrow C_{۱۸}H_{۳۶}O_۲$

$$\Rightarrow M_{(\text{اسید})} - M_{(\text{الکل})} = (۱۸(۱۲) + ۳۶(۱) + ۲(۱۶)) - (۳(۱۲) + ۸(۱) + ۳(۱۶)) = ۱۹۲g \cdot mol^{-۱}$$

«ت»:

$$C_{۱۷}H_{۳۵}COOH + NaOH \rightarrow \underbrace{C_{۱۷}H_{۳۵}COONa}_{\text{صابون}} + H_۲O$$
$$\frac{۰/۴mol C_{۱۷}H_{۳۵}COOH}{۱} = \frac{xg \text{ صابون}}{۱ \times ۳۰۶} \Rightarrow x = ۱۲۲/۴g \text{ صابون}$$

۴ ۴ ۳ ۲ ۱ ساختار پاک‌کننده با حلقهٔ بنزنی که یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی بوده، به‌صورت زیر است:

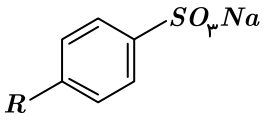


شش کربن این ماده در حلقه بنزنی و ۱۲ کربن دیگر آن در زنجیرهٔ هیدروکربنی قرار دارند و با توجه به سیرشده بودن زنجیرهٔ کربنی، تعداد اتم‌های هیدروژن آن برابر ۲۵ است. فرمول شیمیایی این ترکیب به‌صورت زیر است:

$$C_{۱۲}H_{۲۵} - C_۶H_۴ - SO_۳Na$$

درنتیجه جرم مولی آن برابر ۳۴۸ گرم بر مول است، حال اگر ۴ اتم هیدروژن موجود در حلقه بنزنی را با گروه متیل $(CH_۳)$ عوض کنیم، جرم مولی به اندازه جرم چهار $CH_۲$، یعنی ۵۶ گرم بر مول، افزایش می‌یابد که به تقریب معادل ۱۶ درصد جرم اولیه است.

۵) ۱) ۲) ۳) ۴) فرم کلی شوینده‌های غیرصابونی:



$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$

H تعداد : $2n+5$

C تعداد : $n+6$

C , H تفاوت تعداد : $(2n+5)-(n+6)=11$

$n-1=11 \rightarrow n=12 \rightarrow C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$

جرم مولی $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na=348\frac{g}{mol}$

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

بررسی همهٔ 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، امّا استون نیز می‌تواند چربی‌ها و رنگ‌ها را در خود حل کند.

عبارت سوم:

$$?hKOH=50\times10^{-4}L\times\frac{4molKOH}{1L}\times\frac{56gKOH}{1molKOH}=11/2gKOH$$

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 از دیگر مولکول‌ها پیوند دارد.

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

$$pH=10/7\rightarrow[H^+]=10^{-10/7}=10^{-11+0/3}=10^{-11}\times10^{0/3}=2\times10^{-11}mol\cdot L^{-1}$$

غلظت یون هیدروکسید برابر است با:

$$[H^+][OH^-]=10^{-14}\rightarrow2\times10^{-11}\times[OH^-]=10^{-14}\rightarrow[OH^-]=5\times10^{-4}mol\cdot L^{-1}$$

در نهایت، برای محاسبه نسبت موردنظر داریم:

$$\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}=\frac{5\times10^{-4}}{2\times10^{-11}}=2/5\times10^{7}$$

۸) ۱) ۲) ۳) ۴)

$$X:[H^+]=M\cdot\alpha\rightarrow[10^{-2}]=M\times10^{-1/3}\rightarrow M=\frac{10^{-2}}{10^{-1/3}}\rightarrow M=\frac{10^{1}\times10^{0/3}}{10^{2}}$$

$$\xrightarrow{\log2=0/3} M=\frac{2\times10}{10^{2}}\rightarrow M=2\times10^{-1}$$

$$Y:[H^+]=M\cdot\alpha\rightarrow[10^{-3}]=M\times10^{-0/7}\rightarrow M=\frac{10^{-3}}{10^{-0/7}}\rightarrow M=\frac{10^{0/7}}{10^{3}}$$

$$\xrightarrow{\log5=0/7} M=\frac{5}{10^{3}}\rightarrow M=5\times10^{-3}$$

$$\frac{X}{Y}=\frac{2\times10^{-1}}{5\times10^{-3}}\rightarrow\frac{2}{5}\times10^{2}=40$$

۹) ۱) ۲) ۳) ۴)

$(I)HF\rightleftharpoons H^+ + F^-$

$t=0$	$M_1=0/2$	0	0
	$0/2-(0/2\times0/024)$	$0/2\times0/024$	$0/2\times0/024$

$(II)CH_3COOH\rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$t=0$	$M_1=0/1$	0	0
	$0/1-(0/1\times0/02)$	$0/1\times0/02$	$0/1\times0/02$

$$\frac{\text{مجموع غلظت مولکول‌ها در } I}{\text{مجموع غلظت یون‌ها در } II}=\frac{0/2(1-0/024)}{2\times2\times10^{-3}}=\frac{488\times10^{3}}{10^{-2}}=48/8$$

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

$$\alpha=\frac{[H^+]}{[HA]}=\frac{5\times10^{-4}}{5\times10^{-2}}=10^{-2}$$

حال با استفاده از رابطهٔ ثابت یونش و درجهٔ یونش می‌توان نوشت:

$$\alpha<0/05\Rightarrow K_a=\alpha^2\cdot[HA]_{\text{اولیه}}=(10^{-2})^2\times5\times10^{-2}=5\times10^{-6}$$

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

فورمیک اسید ($HCOOH$)، قدرت اسیدی بیشتری از استیک اسید ($CH_۳COOH$) دارد.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول:

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^- \rightarrow k_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]-[H^+]}$$

$$(\frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}}) = \sqrt{\frac{k_{aI}(M_{HCOOH}-[H^+]_I)}{k_{aII}(M_{HCOOH}-[H^+]_{II})}} \xrightarrow{\frac{k_{aI}}{k_{aII}}=۱۰} \frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}}\sqrt{۱۰ \times (\frac{۱-[H^+]_I}{۱-[H^+]_{II}})} \xrightarrow{[H^+]_I>[H^+]_{II}} \frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}} < \sqrt{۱۰}$$

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

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

عبارت چهارم:

$$\frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شدهٔ محلول } I}{\text{شمار مولکول‌های یونیده شدهٔ محلول } II} = \frac{M(CH_۳COOH)-[H^+]_{II}}{M(HCOOH)-[H^+]_I} = \frac{۱--[H^+]_{II}}{۱--[H^+]_I} \xrightarrow{-[H^+]_I>-[H^+]_{II}}$$

$$\frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شدهٔ محلول } I}{\text{شمار مولکول‌های یونیده شدهٔ محلول } II} > ۱$$

(۱۲) (۱) (۲) (۳) (۴)

$$\frac{۳g\ HY}{۵۰\frac{g}{mol}} = ۰/۰۶mol \rightarrow [HY]_{\text{اولیه}} = \frac{۰/۰۶}{۱} = ۶ \times ۱۰^{-۲}$$

$$\frac{۵/۴g\ HX}{۶۰\frac{g}{mol}} = ۰/۰۹mol \rightarrow [HX]_{\text{اولیه}} = \frac{۰/۰۹}{۲} = ۴/۵ \times ۱۰^{-۲}$$

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 متفاوت بودن حجم محلول‌ها، مقدار یون‌ها در محلول‌ها برابر نیست.

با غلظت اولیهٔ 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:

$$۲HA(aq) + Mg(s) \rightarrow MgA_۲(aq) + H_۲(g)$$

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 یونش‌نیافتهٔ 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) (۱) (۲) (۳) (۴) در شروع واکنش غلظت H^+ یک مولار و $pH = ۰$ است و با گذشت ۱۰۰ ثانیه غلظت A به میزان $۰/۶mol \cdot L^{-۱}$ کاهش می‌یابد. بنابراین مقدار غلظت H^+ نیز به دلیل برابر بودن ضریب A و H^+ به همین میزان کاهش می‌یابد. پس:

$$[H^+] = ۱ - ۰/۶ = ۰/۴ \quad mol \cdot l^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log ۰/۴ = -\log ۴ \times ۱۰^{-۱}$$
$$= ۱ - \log ۴ = ۱ - ۲\log ۲ = ۱ - ۲ \times ۰/۳ = ۰/۴$$

با توجه به گزینه‌ها، در ثانیهٔ ۱۰۰، مقدار pH برابر ۰/۴ است.

(۱۴) (۱) (۲) (۳) (۴)

با توجه به روند زیر می‌توانیم ثابت یونش در دمای $۲۵^\circ C$ را تعیین کنیم. به‌ازای افزایش دما به اندازه $۱۰^\circ C$، ثابت یونش ۱۲/۵٪ افزایش می‌یابد.

دما $(^\circ C)$	ثابت یونش
۲۵	K_a
۳۵	$K_a + \frac{۱۲/۵}{۱۰۰}K_a = \frac{۹}{۸}K_a$
۴۵	$\frac{۹}{۸}K_a + \frac{۱۲/۵}{۱۰۰} \cdot \frac{۹}{۸}K_a = (\frac{۹}{۸})^۲K_a$

$$(\frac{۹}{۸})^۲K_a = ۲ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow K_a = (\frac{۸}{۹})^۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow (\frac{۸}{۹})^۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۴} = \frac{[H^+]^۲}{۶} \Rightarrow [H^+]^۲ = (\frac{۸}{۹})^۲ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]}=\frac{\frac{۱۰^{-۱۴}}{[H^+]}}{[H^+]}=\frac{۱۰^{-۱۴}}{[H^+]^۲}=\frac{۱۰^{-۱۴}}{(\frac{۸}{۹})^۲\times ۱۲\times ۱۰^{-۴}}\simeq ۱/۱\times ۱۰^{-۱۱}$$

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

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

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) با توجه به معادلهٔ واکنش موازنه‌شدهٔ فلزهای قلیایی با آب، از واکنش هر مول فلز قلیایی با آب ۱۱/۲ لیتر گاز هیدروژن حاصل می‌شود.

$$X(s)+H_۲O\rightarrow XOH(aq)+\frac{۱}{۲}H_۲(g)$$

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.

۱۶) ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

$$۲Al+۶H_۲O+۲OH^-\rightarrow ۲Al(OH)_۴^-+۳H_۲$$
$$pH=۱۳\Rightarrow [H^+]=۱۰^{-۱۳}\Rightarrow [OH^-]=۱۰^{-۱}$$

پس غلظت $NaOH$ از یک مولار به ۰/۱ مولار می‌رسد.

$$۲L\times (۱-۰/۱)mol\cdot L^{-۱}=۱/۸mol \text{ مصرف شده } NaOH$$
$$R_{(H_۲)}=۵۰\frac{mL}{s}\times\frac{۱L}{۱۰۰۰mL}\times\frac{۱mol}{۲۵L}=۰/۰۰۲\frac{mol}{s}$$
$$R(NaOH)=\frac{۲}{۳}R_{(H_۲)}=\frac{۲\times ۰/۰۰۲}{۳}=\frac{۴}{۳۰۰۰}\frac{mol}{s}=\frac{۱/۸}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=۱۳۵۰s$$

۱۷) ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ جرم گوگرد را در $۱kg$ سوخت پیدا می‌کنیم.

$$ppm=\frac{\text{جرم } S}{\text{جرم سوخت}}\times ۱۰^۶$$
$$۶۴۰۰=\frac{\text{جرم } S}{۱۰۰۰g}\times ۱۰^۶\Rightarrow \text{جرم } S=۶/۴g$$
$$S\xrightarrow{O_۲}SO_۳\xrightarrow{H_۲O}H_۲SO_۴$$
$$\frac{۶/۴g}{۳۲}=\frac{x\,mol}{۱}\quad x=۰/۲\,mol\Rightarrow C_m=\frac{۰/۲}{۱۰۰۰}=۲\times ۱۰^{-۴}\frac{mol}{L}$$
$$[H^+]=۲\times ۱۰^{-۴}\times ۲\times ۱=۴\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow pH=-\log^{۴\times ۱۰^{-۴}}=۴-۲\log ۲=۳/۴$$

پس pH آب از ۷ به ۳/۴ می‌رسد یعنی ۳/۶ واحد کم می‌شود.

۱۸) ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=۱\rightarrow [H^+]=۰/۱mol\cdot L^{-۱}$$

با توجه به رابطهٔ ثابت یونش داریم:

$$K_a=\frac{[H^+]^۲}{[HA]_{\text{اولیه}}-[H^+]}\Rightarrow ۰/۲۵=\frac{(۰/۱)^۲}{[HA]_{\text{اولیه}}-۰/۱}\Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}}=۰/۱۴mol\cdot L^{-۱}$$

حال می‌توان نوشت:

$$۱L \text{ محلول}\times\frac{۰/۱۴mol}{۱L \text{ محلول}}\times\frac{۱۶۳/۵g}{۱mol}=۲۲/۸۹g$$

۱۹) ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

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 ($pH=۱$ 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:

$$[HA]=\frac{۱mol\,HA}{۱L \text{ محلول}}=۱mol\cdot L^{-۱}\quad ,\quad [H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱}=۰/۱$$
$$K_a=\frac{[H^+]\,[A^-]}{[HA]}\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۵}=\frac{۰/۱\times [A^-]}{۱}\Rightarrow [A^-]=۲\times ۱۰^{-۴}$$

۲۰) ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۳}$$

برای اسید ضعیف‌تر (K_a کوچک‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{C_M - [H^+]} \xrightarrow[\text{داریم}]{\text{برای اسید ضعیف}} K_a = \frac{[H^+]^۲}{C_M} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} = \frac{(۱۰^{-۳})^۲}{C_M} \Rightarrow C_M = ۵ \times ۱۰^{-۲}$$

برای اسید قوی‌تر (K_a بزرگ‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{C'_M - [H^+]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = \frac{(۱۰^{-۳})^۲}{C'_M - ۱۰^{-۳}}$$

$$C'_M - ۱۰^{-۳} = ۵ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow C'_M = ۵ \times ۱۰^{-۴} + ۱۰^{-۳} = ۱۵ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\frac{C'_M}{C_M} = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۴}}{۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۰/۰۳$$

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

$$pH = ۳ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۱۰^{-۳}}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$$

حال K_a را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{\alpha^۲ M}{۱ - \alpha} = \frac{(۰/۱)^۲ \times (۰/۰۱)}{۱ - ۰/۱} \simeq ۱/۱۱ \times ۱۰^{-۴}\ mol \cdot L^{-۱}$$

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

غلظت مولارHCL برابر است با:

$$[HCl] = \frac{mol\ HCl}{V} \Rightarrow \frac{\frac{۴۴/۸ \times ۱۰^{-۳}}{۲۲/۴}}{۰/۵} = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$
$$\rightarrow [H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

pH محلول را تعیین می‌کنیم:

$$pH = -\log ۴ \times ۱۰^{-۳} = ۳ - \log ۴ = ۳ - ۰/۶ = ۲/۴$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۴ \times ۱۰^{-۳}} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱۱} mol \cdot L^{-۱}$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۳}}{\frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱۱}} = ۱/۶ \times ۱۰^{۹}$$

۲۳ ۱ ۲ **۳** ۴

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

مولاریته $M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{۲/۵ \times ۱۰^{-۷} mol}{۱ \times ۱۰^{-۳} L} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$

$$pH = ۵ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵}$$

$$۱۰^{-۵} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} \times \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۲۵} = ۰/۰۴$$

$$\alpha\% \text{ (درصد تفکیک یونی)} = \alpha \text{ (درجه تفکیک یونی)} \times ۱۰۰$$
$$\alpha\% = ۰/۰۴ \times ۱۰۰ = ۴$$

۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴

$$[HCl] = \frac{۱۱/۲ mL \times \frac{۱ mol}{۲۲۴۰۰ mL}}{۲۵ \times ۱۰^{-۳}\ L} = ۰/۰۲ mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [H^+] = [HCl] = ۲ \times ۱۰^{-۲}$$
$$pH = -\log (۲ \times ۱۰^{-۲}) = ۲ - \log ۲ = ۱/۷$$

$$۲HCl + CaCO_۳ \rightarrow CaCl_۲ + H_۲O + CO_۲$$

روش اول:

$$۱ mL HCl \times \frac{۰/۰۲ mol HCl}{۱۰۰۰ mL\ HCl} \times \frac{۱ mol\ CaCO_۳}{۲ mol\ HCl} \times \frac{۱۰۰ g CaCO_۳}{۱ mol\ CaCO_۳} \times \frac{۱۰۰۰ mg}{۱ g} = ۱ mg CaCO_۳$$

روش دوم:

$$\frac{۱mL \times ۰/۰۲\frac{mol}{L}HCl}{۲mol} = \frac{x\,mgCaCO_۳}{۱۰۰g} \Rightarrow x = ۱mgCaCO_۳$$

۲۵ ۱ **۲** ۳ ۴

$$pH = ۲ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲} \quad , \quad M_{HA} = \frac{mol}{V(L)}$$

$$M_{HA} = \frac{\frac{۰/۲۵۸}{M}}{۰/۱} = \frac{۲/۵۸}{M}$$

$$HA(s) \rightleftharpoons A^-(aq) + H^+(aq)$$

$$K_a = ۱۰^{-۲} = \frac{۱۰^{-۴}}{M_{HA} - ۱۰^{-۲}} \Rightarrow M_{HA} - ۱۰^{-۲} = ۱۰^{-۲} \Rightarrow M_{HA} = ۲ \times ۱۰^{-۲}$$

$$M_{HA} = ۲ \times ۱۰^{-۲} = \frac{۲/۵۸}{M} \Rightarrow M = ۱۲۹\frac{g}{mol}$$

۲۶ ۱ **۲** ۳ ۴

برای محلول HX داریم:

$$M = \frac{۰/۰۱}{۰/۱}\frac{mol}{L} = ۰/۱ \quad \text{و} \quad \alpha = ۱ \Rightarrow [H^+]_۱ = ۰/۱ \Rightarrow pH = ۱$$

برای محلول HY داریم:

$$M = ۰/۱, \alpha = ۰/۰۲ \Rightarrow [H^+]_۲ = ۲ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow pH_۲ = ۳ - \log ۲ = ۲/۷$$

$$\frac{HY}{HX} : \frac{pH_۲}{pH_۱} = \frac{۲/۷}{۱} = ۲/۷$$

۲۷ ۱ **۲** ۳ ۴

$$ppm = \frac{\text{جرم } HCl}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

$$۱\ mL\ HCl \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۱۰mol}{۱L} \times \frac{۳۶/۵g}{۱mol} = ۰/۳۶۵\ g\ HCl$$

جرم محلول $\simeq$ **جرم آب** $= ۱۰۰۰\ mL = ۱۰۰۰g$

$$ppm = \frac{۰/۳۶۵}{۱۰۰۰} \times ۱۰^۶ = ۳۶۵$$

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

۲۸ **۱** ۲ ۳ ۴

$$pH = ۴/۲۲ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۴/۲۲} = ۰/۶ \times ۱۰^{-۴} = ۶ \times ۱۰^{-۵}$$

$$HA \text{ غلظت مولی} = ۰/۲\frac{g}{L} \times \frac{۱mol}{۲۰g} = ۰/۰۱\frac{mol}{L}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{۶ \times ۱۰^{-۵} \times ۶ \times ۱۰^{-۵}}{۰/۰۱} = ۳/۶ \times ۱۰^{-۷}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{M} = \frac{۰/۶ \times ۱۰^{-۴}}{۰/۰۱} \times ۱۰۰ = ۰/۶$$

۲۹ ۱ **۲** ۳ ۴

$$pH = ۲/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۷} = ۲ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\text{درصد یونش} = \frac{[H^+]}{M} \times ۱۰۰ = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۱}} \times ۱۰۰ = ۲$$

$$Ca(OH)_۲(aq) + ۲HF(aq) \rightarrow CaF_۲(s) + ۲H_۲O(l)$$

$$\frac{۰/۲L \times ۰/۱\frac{mol}{L}}{۲} = \frac{x}{۷۸g} \Rightarrow x = ۰/۷۸g = ۷۸۰mgCaF_۲$$

۳۰ **۴** ۳ ۲ ۱

ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را تعیین می‌کنیم:

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \xrightarrow{[H^+]=x,[H^+]=[A^-]} ۰/۱ = \frac{x^۲}{۰/۲ - x} \Rightarrow x = ۰/۱$$

$$pH = -\log ۰/۱ = ۱$$

حال می‌توان نوشت:

$$۰/۱mol \cdot L^{-۱}H^+ \times \frac{۱molHNO_۳}{۱molH^+} \times \frac{۶۳gHNO_۳}{۱molHNO_۳} = ۶/۳g \cdot L^{-۱}HNO_۳$$

(۳۱) ۱ ۲ ۳ **۴**

$pH = ۱٫۴ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{+۰٫۶} \times ۱۰^{-۲} = ۴ \times ۱۰^{-۲}$

$\alpha = \frac{[H^+]}{M} \Rightarrow ۰٫۲ = \frac{۴ \times ۱۰^{-۲}}{[HA]} \Rightarrow [HA] = ۰٫۲\frac{mol}{L}$

$molHA = ۰٫۲\frac{mol}{L} \times ۰٫۲L = ۰٫۰۴molHA$

$NaHCO_۳(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$

$\frac{x \times ۰٫۸}{۸۴} = \frac{۰٫۰۴}{۱} \Rightarrow x = ۴٫۲g$

(۳۲) **۱** ۲ ۳ ۴

$HA = \begin{cases} [H^+] = ۱۰^{-۲} \\ \alpha = ۰٫۱ \end{cases} \Rightarrow [H^+] = M \cdot n \cdot \alpha \Rightarrow ۱۰^{-۲} = M \times ۰٫۱ \Rightarrow M = ۰٫۱mol/L$

$HD: \begin{cases} [H^+] = ۱۰^{-۳} \\ \alpha = ۰٫۲ \end{cases} \Rightarrow [H^+] = M \cdot n \cdot \alpha \Rightarrow ۱۰^{-۳} = M \times ۰٫۲ \Rightarrow M = ۵ \times ۱۰^{-۳}mol/L$

$\frac{[HA]}{[HD]} = \frac{۰٫۱}{۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۲۰ \quad , \quad \frac{[OH^-]_{HA}}{[OH^-]_{HD}} = \frac{۱۰^{-۱۲}}{۱۰^{-۱۱}} = ۱۰^{-۱} = ۰٫۱$

(۳۳) ۱ ۲ **۳** ۴ معادلهٔ انحلال $N_۲O_۵$ در آب به صورت زیر است:

$N_۲O_۵ + H_۲O \rightarrow ۲HNO_۳ \xrightarrow{\text{یونش}} ۲H^+ + ۲NO_۳^-$

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

$[H^+] = ۱۰^{-pH} \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳٫۱۵} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰٫۸۵} = ۷ \times ۱۰^{-۴}mol \cdot L^{-۱}$

غلظت H^+ در نیم لیتر از محلول مورد نظر برابر $۷ \times ۱۰^{-۴}M$ مولار است. پس در ادامه می‌توان نوشت:

$۱N_۲O_۵ \sim ۲H^+ \rightarrow \frac{xmgN_۲O_۵ \times \frac{۱g}{۱۰۰۰mg}}{۱ \times ۱۰۸} = \frac{۷ \times ۱۰^{-۴}mol \cdot L^{-۱} \times ۰٫۵L}{۲} \rightarrow x = ۱۸٫۹mgN_۲O_۵$

(۳۴) **۴** ۱ ۲ ۳ ابتدا محاسبهٔ pH محلول باریم هیدروکسید:

$[OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳}mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow pOH = ۳ - ۰٫۳ = ۲٫۷ \Rightarrow pH = ۱۴ - pOH = ۱۱٫۳$

بنابراین pH محلول اسید برابر با $۱۱٫۳ - ۷٫۳ = ۴$ خواهد بود و داریم:

$K = \frac{[H^+]^۲}{[HA] - [H^+]} \simeq \frac{(۱۰^{-۴})^۲}{۰٫۰۵} = \frac{۱۰^{-۸}}{۰٫۰۵} = ۲ \times ۱۰^{-۷}$

قسمت دوم سوال:

$?gCaCO_۳ = ۰٫۱L \times \frac{۰٫۰۵mol\,HA}{۱L} \times \frac{۱mol\,CaCO_۳}{۲mol\,HA} \times \frac{۱۰۰g\,CaCO_۳}{۱mol\,CaCO_۳} = ۰٫۲۵g\,CaCO_۳$

(۳۵) **۱** ۲ ۳ ۴

$pH(HA) = pH(HD) \Rightarrow [H^+](HA) = [H^+](HD) \xrightarrow{[H^+]=M\alpha} [HA] \times \frac{۱۲}{۱۰۰} = [HD] \times \frac{۲٫۵}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{[HD]}{[HA]} = \frac{۱۲}{۲٫۵} = \frac{۲۴}{۵} = ۴٫۸$

$[HA] = ۰٫۰۰۵ \Rightarrow [H^+] = ۰٫۰۰۵ \times \frac{۱۲}{۱۰۰} = ۶ \times ۱۰^{-۴}mol \cdot L^{-۱}$

$pH = -\log[H^+] = -\log(۶ \times ۱۰^{-۴}) = ۴ - \log ۶ = ۴ - (log۲ + \log ۳) = ۴ - (۰٫۳ + ۰٫۴۸) = ۴ - ۰٫۷۸ = ۳٫۲۲$

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

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

$K_a \simeq M\alpha^۲ \Rightarrow M_۱\alpha_۱^۲ = ۲۵M_۱\alpha_۲^۲ \Rightarrow \frac{\alpha_۲^۲}{\alpha_۱^۲} = \frac{۱}{۲۵} \Rightarrow \frac{\alpha_۲}{\alpha_۱} = \frac{۱}{۵} \Rightarrow \left|\frac{\Delta\alpha}{\alpha_۱}\right| \times ۱۰۰ = \left|\frac{\alpha_۲ - \alpha_۱}{\alpha_۱}\right| \times ۱۰۰ = ۸۰$

$[H^+] = M\alpha \Rightarrow \frac{[H^+]_۲}{[H^+]_۱} = \frac{M_۲\alpha_۲}{M_۱\alpha_۱} = ۲۵ \times \frac{۱}{۵} = ۵$

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

(۳۷) ۱ ۲ **۳** ۴

$HNO_۳ \rightarrow H^+ + NO_۳^- \qquad HA \rightleftarrows H^+ + A^-$

$۱ \Rightarrow M_۱ \quad ۰ \quad ۰ \qquad M_۲ \quad ۰ \quad ۰$

$$۲ \Rightarrow ۰ \qquad M_۱ \quad M_۱ \qquad M_۲ - x \quad x \quad x$$

$$M_۱ = ۱۰^{-۳} \qquad K_{HA} = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]_{\text{ثانویه}}} \Rightarrow [H^+] = [A^-]$$

$$[H^+] = M_۲\alpha \Rightarrow \frac{\cancel{M_۲}\alpha \times M_۲\alpha}{\cancel{M_۲}(۱ - \alpha)} = ۲ \times ۱۰^{-۴} \quad (۱)$$

$$[HA] = M_۲(۱ - \alpha)$$

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.

$$M_۱ = x \Rightarrow M_۱ = M_۲\alpha \quad (۲)$$

$$(۱) \Rightarrow \frac{M_۲\alpha^۲}{(۱ - \alpha)} \Rightarrow \frac{۱۰^{-۳} \times \alpha}{۱ - \alpha} = ۲ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۶}$$

$$(۲) \Rightarrow M_۱ = M_۲\alpha \Rightarrow ۱۰^{-۳} = M_۲ \times \frac{۱}{۶} \Rightarrow M_۲ = ۶ \times ۱۰^{-۳}$$

* توجه: از ما نسبت $\frac{M_۲ - x}{M_۱}$ یا $\frac{M_۲(۱ - \alpha)}{M_۱}$ را خواسته است.

$$\frac{M_۲(۱ - \alpha)}{M_۱} = \frac{۶ \times ۱۰^{-۳} \times \frac{۵}{۶}}{۱۰^{-۳}} = \boxed{۵}$$

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

$$pH = ۲/۳ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۳} = ۱۰^{-۲} \times \frac{۱}{۱۰^{۰/۳}} = ۵ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

در ادامه با استفاده از ثابت یونش اسید، غلظت اولیهٔ فرمیک اسید را حساب می‌کنیم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M_{acid}} \Rightarrow M_{acid} = \frac{(۵ \times ۱۰^{-۳})^۲}{۲ \times ۱۰^{-۵}} = \frac{۵}{۴} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\xrightarrow[M_w(HCOOH)=۴۶]{M=\frac{n}{V}} = \frac{۵}{۴} = \frac{(\frac{۵/۷۵}{۴۶})mol}{V(L)} = V = ۰/۱L$$

قسمت دوم:

$$pH = ۲/۱ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۱} = ۱۰^{-۳} \times (۱۰^{۰/۳})^۳ = ۸ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} = \frac{(۸ \times ۱۰^{-۳})^۲}{M_{acid}} \Rightarrow M_{acid} = ۳/۲ mol \cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow ۳/۲ = \frac{\frac{x g HCOOH}{۴۶}}{۰/۱} \Rightarrow x = ۱۴/۷۲ g HCOOH$$

جرم فرمیک اسید اضافه شده $= ۱۴/۷۲ - ۵/۷۵ = ۸/۹۷ g HCOOH$

۳۹ ۴ **۳** ۲ ۱ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش‌ها به‌صورت زیر است:

$$CH_۳OH(g) + \frac{۳}{۲}O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(g)$$

$$NaHCO_۳(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

ضریب $CO_۲$ در دو واکنش یکسان است، بنابراین می‌توان به‌طور مستقیم از هم‌ارزی: $۱ CH_۳OH \sim ۱ HCl$ استفاده کرد:

$$\frac{۴ g CH_۳OH \times \frac{۸۰}{۱۰۰}}{۱ \times ۳۲} = \frac{M_{(HCl)} \times ۲L}{۱} \Rightarrow M_{(HCl)} = ۰/۰۵ mol \cdot L^{-۱}$$

HCl یک اسید قوی است، بنابراین:

$$M_{(HCl)} = [H^+] = ۰/۰۵ mol \cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log(۵ \times ۱۰^{-۲}) = ۲ - \log ۵ = ۲ - ۰/۷ = ۱/۳$$

۴۰ ۴ ۳ ۲ **۱** اگر ۹ برابر حجم محلول اولیه، آب مقطر اضافه کنیم؛ حجم محلول اولیه ۱۰ برابر می‌شود و بدون انجام محاسبه، می‌دانیم که pH محلول اسید، یک واحد افزایش پیدا می‌کند. برای قسمت دوم سوال هم نیازی به محاسبهٔ pH نیست:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}}{۱۰} = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+]_{\text{اسید قوی}} = [H^+]_{\text{اسید ضعیف}} = M \times \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۳}} = ۰/۲ \Rightarrow \%\alpha = ۲۰$$

۴۱ **۴** ۳ ۲ ۱ ابتدا غلظت یون هیدروژن سپس غلظت اولیهٔ اسید و در نهایت حجم محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۳} = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ \frac{mol}{L}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{M} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{M} \Rightarrow M = ۰/۵\ \frac{mol}{L}$$

$$?\ mL_{\text{محلول}} = ۱۸/۸\ g\ HA \times \frac{۱\ mol\ HA}{۴۷\ g\ HA} \times \frac{۱\ L_{\text{محلول}}}{۰/۵\ mol\ H} \times \frac{۱۰۰۰\ mL}{۱\ L} = ۸۰۰mL$$

۴۲ ۱ ۲ ۳ ۴

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M} \Rightarrow \frac{K_a(HD)}{K_a(HA)} = \frac{\frac{[H^+]^۲_{HD}}{M_{(HD)}}}{\frac{[H^+]^۲_{HA}}{M_{(HA)}}} \Rightarrow ۱۰^{-۶} = \frac{[H^+]^۲_{HD}}{[H^+]^۲_{HA}} \xrightarrow{\sqrt{\ }} \frac{[H^+]_{HD}}{[H^+]_{HA}} = ۱۰^{-۳}$$

$$\xrightarrow{-\log} -\log[H^+]_{HD} + \log[H^+]_{HA} = ۳ \Rightarrow \underbrace{-\log[H^+]_{HD}}_{pH_{HD}} = \underbrace{-\log[H^+]_{HA}}_{pH_{HA}} + ۳$$

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

$$M_{(HY)} = \frac{(\frac{۸g}{۵۰g \cdot mol^{-۱}})}{۰/۴L} = ۰/۴mol \cdot L^{-۱}$$

$$HY(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + Y^-(aq)$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[H^+][Y^-]}{M_{(HY)} - [H^+]} \xrightarrow[[H^+]=[Y^-]]{Ka\ \text{کوچک است}} K_a = \frac{[H^+]^۲}{M_{(HY)}} \Rightarrow ۱۰^{-۵} = \frac{[H^+]^۲}{۰/۴} \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: با توجه به رابطهٔ تقریبی: «$K_a \simeq \alpha^۲ \cdot M$» و ثابت بودن دما، حاصل‌ضرب $\alpha^۲ \cdot M$ بر اثر تغییرات غلظت محلول اسید ثابت می‌ماند. پس اگر حجم محلول ۴ برابر شود، غلظت محلول $\frac{۱}{۴}$ برابر می‌شود و α باید دو برابر شود تا تساوی: $\frac{۱}{۴}M_۱ \times (۲\alpha_۱)^۲ = \alpha_۱^۲ \cdot M_۱$ برقرار بماند.

گزینهٔ «۲»: با دو برابر کردن جرم اسید حل‌شده، غلظت محلول دو برابر شده و با نصف کردن حجم محلول، غلظت تغییری نمی‌کند؛ در نتیجه با اعمال تغییرات گفته‌شده، غلظت اسید دو برابر شده و pH محلول قطعاً ثابت نمی‌ماند.

گزینهٔ «۳»:

$$[OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۲ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱۰}{۲} \times ۱۰^{-۱۲} = ۵ \times ۱۰^{-۱۲} mol \cdot L^{-۱}$$

گزینهٔ «۴»:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۲ \times ۱۰^{-۳}) = ۳ - \log ۲ = ۳ - ۰/۳ = ۲/۷$$

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

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۳} = ۱۰^{۰/۷} \times ۱۰^{-۲} = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ mol \cdot L^{-۱}$$

طبق رابطهٔ $K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]}$ داریم:

$$HF: ۵ \times ۱۰^{-۴} = \frac{[۵ \times ۱۰^{-۲}]}{[HF]} \Rightarrow [HF] = ۵$$

$$CH_۳COOH: ۱/۶ \times ۱۰^{-۵} = \frac{[H^+]^۲}{[CH_۳COOH]} = \frac{[H^+]^۲}{\frac{[HF]}{۲}} = \frac{[H^+]^۲}{۲/۵} \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol \cdot L^{-۱} = [CH_۳COO^-]$$

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

$$F^-:?\ g \quad F^- = ۱L_{\text{محلول}} \times \frac{۰/۰۵mol\ F^-}{۱L\ \text{محلول}} \times \frac{۱۹g\ F^-}{۱mol\ F^-} = ۰/۹۵g$$

$$CH_۳COO^-:?\ g\ CH_۳COO^- = ۱L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۰۰۲\ mol\ CH_۳COO^-}{۱L\ \text{محلول}} \times \frac{۵۹\ g\ CH_۳COO^-}{۱\ mol\ CH_۳COO^-} = ۰/۱۱۸g$$

پس تفاوت جرم این دو یون برابر ۰/۸۳۲ گرم است.

۴۵ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»:

$$M_{(DOH)} = \frac{(\frac{۱٫۲}{۸۰})mol}{۰٫۲۵L} = ۰٫۰۶mol \cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = M\alpha = ۰٫۰۶ \times ۰٫۲ = ۰٫۰۱۲mol \cdot L^{-۱}$$

$$\xrightarrow{[H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴}} [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۰٫۰۱۲} \simeq ۸٫۳۳mol \cdot L^{-۱}$$

گزینهٔ «۲»:

$$M_{(HA)} = [H^+]_{HA} = ۰٫۰۱۲mol \cdot L^{-۱}$$

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

$$[OH^-]_۱ = M_۱ = ۰٫۰۶mol \cdot L^{-۱} \rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۰٫۰۶} = \frac{۱۰}{۶} \times ۱۰^{-۱۳}mol \cdot L^{-۱}$$

$$\rightarrow pH_۱ = -\log[H^+] = -\log\frac{۱۰}{۶} \times ۱۰^{-۱۳} = ۱۳ - \log ۱۰ + \log ۶ = ۱۲٫۸$$

$$[OH^-]_۲ = M_۲ = ۲M_۱ = ۰٫۱۲mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۰٫۱۲} = \frac{۵}{۶} \times ۱۰^{-۱۳}$$

$$\rightarrow pH_۲ = ۱۳ - \log ۵ + \log ۶ = ۱۳ - ۰٫۷ + ۰٫۸ = ۱۳٫۱$$

گزینهٔ «۴»:

باز: $n_۱ = M_۱V_۱ \Rightarrow n_{(DOH)} = ۰٫۰۶ \times ۰٫۰۵ = ۳ \times ۱۰^{-۳}molDOH$

اسید: $n_۲ = M_۲V_۲ \Rightarrow n_{(HCl)} = ۰٫۰۲ \times ۰٫۰۵ = ۱ \times ۱۰^{-۳}molHCl$

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

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

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

$$HX: pH = ۴٫۳ \Rightarrow [H^+]_{HX} = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۴٫۳} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{-۰٫۳}$$

$$= ۱۰^{-۴} \times \frac{۱}{۱۰^{۰٫۳}} = \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۵}}{۲} = ۵ \times ۱۰^{-۵}mol \cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow \alpha_{HX} = \frac{[H^+]_{HX}}{M_{(HX)}} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۵}}{۲ \times ۱۰^{-۴}} = ۰٫۲۵ \xrightarrow{\frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HX}}=\frac{۱}{۲}} \alpha_{HA} = \frac{۰٫۲۵}{۲} = ۰٫۱۲۵ = \frac{۱}{۸}$$

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

$$K_a = \frac{M_{(HA)} \cdot \alpha^۲}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۵} = \frac{M_{(HA)} \times (\frac{۱}{۸})^۲}{۱ - \frac{۱}{۸}}$$

$$\Rightarrow M_{(HA)} = \frac{\frac{۷}{۸} \times ۴ \times ۱۰^{-۵}}{\frac{۱}{۸} \times \frac{۱}{۸}} = ۸ \times ۷ \times ۴ \times ۱۰^{-۵} = ۲٫۲۴ \times ۱۰^{-۳}mol \cdot L^{-۱}$$

۴۷ ۱ ۲ ۳ **۴** **نقشهٔ راه‌حل مسائل اسید:**

$$\underset{\text{جرم اسید}}{g} \rightleftharpoons mol \rightleftharpoons \underset{\text{غلظت مولی اسید}}{M} \rightleftharpoons [H^+] \rightleftharpoons pH$$

$$pH = ۱٫۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱٫۷} = ۲ \times ۱۰^{-۲}\ \frac{mol}{L}$$

$$\alpha = ۰٫۱$$

$$[H^+] = M\alpha \rightarrow M = \frac{۲ \times ۱۰^{-۲}}{۰٫۱} = ۲ \times ۱۰^{-۱}\frac{mol}{L}$$

$$۲ \times ۱۰^{-۱}\frac{mol}{L} \times ۸۰۰ \times ۱۰^{-۳}L = ۰٫۱۶\ mol\ HA$$

$$۰٫۱۶\ mol\ HA \times \frac{۴۷\ g\ HA}{۱\ mol\ HA} = ۷٫۵۲\ g\ HA$$

۴۸ ۱ ۲ **۳** ۴

$$pH = ۱٫۳ \rightarrow [H^+] = ۵ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow \Delta t = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۱٫۵}{۲ \times ۱۰^{-۲}} \times ۶۰ = ۲۲۵\ S$$

$$pOH = ۱۲٫۷ \rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۱۳} \rightarrow mol\ OH^- = ۲ \times ۱۰^{-۱۳} \times \frac{۵۰}{۱۰۰۰} = ۱۰^{-۱۴}$$

۴۹ ۱ ۲ **۳** ۴

$$۲Al_۲O_۳(l) + ۳C(s) \rightarrow ۴Al(l) + ۳CO_۲(g)$$
$$۶NaCl(l) \rightarrow ۶Na(l) + ۳Cl_۲(g)$$

$$\frac{۳ \times \overbrace{۷۱}^{\text{جرم مولی گاز کلر}}}{۱۴٫۲\ grCl_۲} = \frac{۳ \times ۲۲٫۴L}{x} \rightarrow x = \frac{۲۲٫۴}{۵} = ۴٫۴۸\ lit$$

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

$$K_a = \frac{[H^+][Y^-]}{[HY]} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۳} \times ۳ \times ۱۰^{-۳}}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۴٫۵ \times ۱۰^{-۴}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: آب گازدار خاصیت اسیدی ضعیف‌تری نسبت به اسید معده دارد، بنابراین غلظت یون هیدرونیوم در آب گازدار کمتر از اسید معده است و درنتیجه 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.

گزینهٔ «۲»:

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

گزینهٔ «۴»: آمونیاک و استیک اسید به‌ترتیب جزء بازها و اسیدهای ضعیف هستند و pH آن‌ها به عدد ۷ نزدیک‌تر است؛ در حالی‌که سدیم هیدروکسید و هیدرویدیک اسید به‌ترتیب جزء بازها و اسیدهای قوی هستند و pH آن‌ها به‌ترتیب به ۱۴ و صفر نزدیک‌تر است.

۵۱ ۱ **۲** ۳ ۴

$$K_۲O + H_۲O \rightarrow ۲KOH$$
$$Na_۲O + H_۲O \rightarrow ۲NaOH$$

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

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

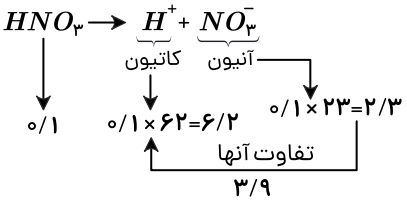
$$n_{K_۲O} = \frac{۲٫۳۵}{۹۴} = ۰٫۰۲۵ \rightarrow n_{OH^-}(K_۲O) = ۰٫۰۵$$

$$n_{OH^-(Na_۲O)} = ۰٫۲۵ - ۰٫۰۵ = ۰٫۲mol \qquad \underset{۰٫۱}{Na_۲O} \sim \underset{۰٫۲}{۲OH^-}$$

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

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

۵۲ ۱ ۲ ۳ **۴**



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

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$
$$XOH(aq) \rightleftharpoons X^+(aq) + OH^-(aq)$$

حل قسمت دوم:

با نوشتن رابطهٔ ثابت تعادل داریم:

$$k_a = \frac{[H^+][A^-]}{HA} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۶} = \frac{[H^+]^۲}{۲ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

$$k_b = \frac{[X^+][OH^-]}{XOH} \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۴} = \frac{[OH^-]^۲}{۱ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۲ \times ۱۰^{-۳}} = ۰٫۱$$

حل قسمت دوم:

$$\alpha_{HA} = \frac{[H^+]}{M_{HA}} \times ۱۰۰ \rightarrow \alpha_{HA} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۲ \times ۱۰^{-۲}} \times ۱۰۰ = ۱$$

$$\alpha_{XOH} = \frac{[OH^-]}{M_{XOH}} \times ۱۰۰ \rightarrow \alpha_{XOH} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}}{۱ \times ۱۰^{-۲}} \times ۱۰۰ = ۲۰$$

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

۵۴ ۱ ۲ ۳ **۴**

$$۱۰^{-pOH} = M \cdot n \cdot \alpha = ۱ \times ۱ \times \alpha$$

$$pOH = -\log \alpha$$

یک بار α را ۱ و یک بار ۰٫۵ درنظر می‌گیریم.

$$\alpha = ۱ \Rightarrow pOH = -\log ۱ = ۰ \Rightarrow pH = ۱۴$$

$$\alpha = ۰٫۵ \Rightarrow pOH = -\log ۰٫۵ = -\log \frac{۱}{۲} = -\log ۲^{-۱} = \log ۲ = ۰٫۳ \Rightarrow pH = ۱۳٫۷$$

پس گزینهٔ ۴ صحیح است.

روش دوم: با این‌که محلول بازی است، $pH > ۷$ است و از آن‌جایی که رابطهٔ لگاریتمی است، گزینهٔ ۴ درست است.

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

$$pH = ۹ \rightarrow POH = ۱۴ - pH \rightarrow POH = ۵ \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۵}\ mol \cdot L^{-۱}$$

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

$$[Mg^{۲+}] \times (۱۰^{-۵})^۲ = ۱٫۵ \times ۱۰^{-۱۱} \rightarrow [Mg^{۲+}] = ۰٫۱۵\ mol \cdot L^{-۱}$$

معادلهٔ تفکیک یونی منیزیم سولفات از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$MgSO_۴(aq) \rightarrow Mg^{۲+}(aq) + SO_۴^{۲-}(aq)$$

برای آنکه غلظت یون $Mg^{۲+}$ برابر با ۰٫۱۵ باشد باید غلظت $MgSO_۴$ برابر با ۰٫۱۵ باشد.

۵۶ ۱ **۲** ۳ ۴

$$[Ba(OH)_۲] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}} = \frac{\frac{۴۲۷٫۵ \times ۱۰^{-۳}}{۱۷۱}}{۰٫۲۵} = ۰٫۰۱ mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۰٫۰۱ = ۰٫۰۲ \Rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۰٫۰۲} = ۵ \times ۱۰^{-۱۳}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۵ \times ۱۰^{-۱۳}) = ۱۳ - \log ۵ = ۱۲٫۳$$

$$۳Ba(OH)_۲ = Ba_۳(PO_۴)_۲$$

$$\frac{۱۵۰mL \times ۰٫۰۱}{۳ \times ۱۰۰۰} = \frac{?mg}{۶۰۱ \times ۱۰۰۰} \rightarrow ?mg = ۳۰۰٫۵$$

۵۷ ۱ **۲** ۳ ۴ حل قسمت آ و ب:

خواص فرآوردهٔ واکنش لیتیم اکسید با آب مشابه فرآوردهٔ واکنش CaO و $K_۲O$ با آب است.

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

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

$$Li_۲O + H_۲O \rightarrow ۲LiOH$$

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

$$pH + pOH = ۱۴ \xrightarrow{pH=۱۰٫۵} pOH = ۳٫۵$$

از طرفی داریم:

$$[OH^-] = ۱۰^{-pOH} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۳٫۵} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰٫۵} = ۳ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

در ادامه می‌توان جرم $Li_۲O$ را به دست آورد:

$$?mgLi_۲O = \frac{۳ \times ۱۰^{-۴} molLiOH}{۱L} \times \frac{۱ molLi_۲O}{۲ molLiOH} \times \frac{۳۰ gLi_۲O}{۱ molLi_۲O} \times \frac{۱۰۰۰ mg}{۱ g} = ۱۱٫۲۵ mgLi_۲O$$

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

$$\frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HD}} = \frac{\alpha_{HA} \times M_{HA}}{\alpha_{HD} \times M_{HD}} = \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HD}} = \frac{۸}{۳٫۲} = ۲٫۵$$

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

$$pH = ۴ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HD}} = ۲٫۵ \Rightarrow [H^+]_{HD} = \frac{۱۰^{-۴}}{۲٫۵} = ۴ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$

در محلول HD می‌توان نوشت:

$$pH = -\log[H^+] = ۵ - ۲\log ۲ = ۵ - ۰٫۶ = ۴٫۴$$

pH محلول HD برابر است با:

$$[KOH] = [OH^-] = ۰٫۲ \Rightarrow pOH = -\log[OH] = ۱ - ۰٫۳ = ۰٫۷ \quad pH = ۱۴ - pOH = ۱۴ - ۰٫۷ = ۱۳٫۳$$

در محلول پتاسیم هیدروکسید داریم:

$$\frac{pH_{HD}}{pH_{KOH}} = \text{نسبت خواسته شده} = \frac{۴٫۴}{۱۳٫۳} \simeq ۰٫۳۳$$

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:

$$\alpha\% = \alpha \times ۱۰۰ = \frac{[OH^-]}{M_{\text{باز}}} \times ۱۰۰ \Rightarrow M_{\text{باز}} = \frac{[OH^-]}{a\%}$$

$$\Rightarrow \frac{M_{AOH}}{M_{DOH}} = \frac{\frac{[OH^-]_{AOH}}{\alpha\%_{AOH}} \times ۱۰۰}{\frac{[OH^-]_{DOH}}{\alpha\%_{DOH}} \times ۱۰۰} = \frac{[OH^-]_{AOH}}{[OH^-]_{DOH}} \times \frac{\alpha\%_{DOH}}{\alpha\%_{AOH}} = ۱۰ \times \frac{۰/۱۲}{۰/۳} = ۴$$

۶۰ ۱ ۲ ۳ ۴ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها به صورت زیر است:

$$۳H_۲SO_۴ + ۲Al(OH)_۳ \rightarrow Al_۲(SO_۴)_۳ + ۶H_۲O$$
$$H_۲SO_۴ + ۲NaOH \rightarrow Na_۲SO_۴ + ۲H_۲O$$

در ادامه می‌توان نوشت:

الف)

$$۰/۰۳molAl(OH)_۳ \times \frac{۳molH_۲SO_۴}{۲molAl(OH)_۳} \times \frac{۱LH_۲SO_۴}{۰/۱molH_۲SO_۴} \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۴۵۰mLH_۲SO_۴$$

ب)

$$۳۰۰mLNaOH \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} \times \frac{۰/۲molNaOH}{۱LNaOH} \times \frac{۱molH_۲SO_۴}{۲molNaOH} \times \frac{۱LH_۲SO_۴}{۰/۱molH_۲SO_۴} \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۳۰۰mLH_۲SO_۴$$

در واکنش (الف) حجم بیشتری از $H_۲SO_۴$ مصرف می‌شود و مقدار آن برابر ۴۵۰ میلی‌لیتر است.

۶۱ ۱ ۲ ۳ ۴

$$pH = ۱/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۰/۰۲M \xrightarrow{x=۱} [H^+] = [HCl] = ۰/۰۲M$$

$$Mg(OH)_۲ + ۲HCl \rightarrow MgCl_۲ + ۲H_۲O$$

$$\frac{۱/۱۶Mg}{۱ \times ۵۸ \times ۱۰۰۰} = \frac{?mL \times ۰/۰۲M}{۲ \times ۱۰۰۰} \rightarrow ?mLHCl = ۲$$

$$Al(OH)_۳ + ۳HCl \rightarrow AlCl_۳ + ۳H_۲O$$

$$\frac{۳/۹Mg}{۱ \times ۷۸ \times ۱۰۰۰} = \frac{?mL \times ۰/۰۲}{۳ \times ۱۰۰۰} \rightarrow ?mL = ۷/۵$$

$$۲mL + ۷/۵mL = ۹/۵mL$$

۶۲ ۱ ۲ ۳ ۴

$$pH = ۲ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲}$$

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

$$C_{M_۱}V_۱ = C_{M_۲}V_۲ \Rightarrow C_{M_۱} \times ۱۰ = ۱۰^{-۲} \times (۱۰ + ۹۰)$$
$$\Rightarrow C_{M_۱} = ۱۰^{-۱}\ mol \cdot L^{-۱}$$ (غلظت مولی محلول اولیه و غلیظ اسید)

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_۲O$$

روش اول:

$$\frac{۱L \times ۱۰^{-۱}\frac{mol}{L}}{۱} = \frac{xg}{۴۰} \Rightarrow x = ۴gNaOH$$

روش دوم:

$$?g\ NaOH = ۱L\ HA \times \frac{۱۰^{-۱}mol\ HA}{۱L\ HA} \times \frac{۱mol\ NaOH}{۱mol\ HA} \times \frac{۴۰g\ NaOH}{۱mol\ NaOH} = ۴g$$

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

$$۱Na_۲CO_۳ + ۲HA \rightarrow ۲NaA + ۱CO_۲ + ۱H_۲O$$

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

$$[H_۳O^+] = ۱۰^{-pH} \xrightarrow{\text{اسید قوی}} [H_۳O^+] = [HA] \Rightarrow [HA] = ۱۰^{-۵}mol \cdot L^{-۱}$$

حال داریم:

$$۵L \text{ محلول} \times \frac{۱۰^{-۵}\ mol\ HA}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{۱mol\ Na_۲CO_۳}{۲mol\ HA} \times \frac{۱۰۶\ g\ Na_۲CO_۳}{۱\ mil\ Na_۲CO_۳} \times \frac{۱۰۰۰mg}{۱g} = ۲/۶۵mg$$

۶۴ ۱ ۲ ۳ ۴

$$RCOOH(s) + MOH(aq) \rightarrow RCOOM(aq) + H_۲O(l)$$

$$?gMOH \text{ خالص} = ۷۵gMOH \times \frac{۶۷}{۱۰۰} = ۵۰gMOH \text{ خالص}$$

آب تشکیل‌شده می‌تواند ۴٫۸ میلی‌لیتر از یک محلول را به ۰٫۲۵ 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 $۱۴٫۴mL = ۴٫۸ \times ۳$ است که معادل ۱۴٫۴ گرم آّب می‌باشد.

$$?gMOH_{\text{مصرفی}} = ۱۴٫۴gH_۲O \times \frac{۱molH_۲O}{۱۸gH_۲O} \times \frac{۱molMOH}{۱molH_۲O} \times \frac{۴۰gMOH}{۱molMOH} = ۳۲gMOH$$

$$\text{درصد } MOH \text{ مصرفی خالص} = \frac{۳۲}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۶۴\%$$

$$MOH + HCl \rightarrow MCl + H_۲O$$

$$\text{باقی‌مانده } MOH = ۵۰ - ۳۲ = ۱۸g$$

$$?gHCl = ۱۸gMOH \times \frac{۱molMOH}{۴۰gMOH} \times \frac{۱molHCl}{۱molMOH} \times \frac{۳۶٫۵gHCl}{۱molHCl} = ۱۶٫۴۲۵gHCl$$

$$\text{غلظت } HCl = \frac{۱۶٫۴۲۵g}{۰٫۵L} \simeq ۳۳\frac{g}{L}$$

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

$$pH = ۳ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳}mol \cdot L^{-۱}$$

این مقدار برابر غلظت اسید قوی است:

$$HA + NaOH \rightarrow NaOH + H_۲O$$

حال با توجه به معادلهٔ واکنش داریم:

$$۱۰L \text{ محلول} \times \frac{۱۰^{-۳}mpl\ HA}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{۱mol\ NaOH}{۱mol\ HA} = ۰٫۰۱mol\ NaOh$$

۶۶ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به رابطهٔ زیر غلظت یون هیدروکسید و محلول باز قوی را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = ۱۰^{۱۰}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۱۰^{-۱۰}[OH^-]^۲ = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۲}\frac{mol}{L}$$

واکنش انجام شده به صورت $H^+ + OH^- \rightarrow H_۲O$ است:

$$۱۰۰mL\frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۰٫۰۱\ mol\ OH^-}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{molH^+}{۱molOH^-} \times \frac{۱mol\ HCl}{۱mol\ H^+} = ۱۰^{-۳}mol$$

۶۷ ۱ ۲ ۳ ۴

$$H_۲SO_۴(aq) + ۲NaOH(aq) \rightarrow Na_۲SO_۴(aq) + ۲H_۲O(l)$$

$$H_۲SO_۴ \begin{cases} C_{M_۱} = ۰٫۵mol \cdot L^{-۱} \\ V_۱ = ? \\ n_۱ = ۲ \end{cases} \qquad NaOH \begin{cases} C_{M_۲} = ۵٫۰۴mol \cdot L^{-۱} \\ V_۲ = ۲۰۰ \\ n_۲ = ۱ \end{cases}$$

$$C_{M_۱} \cdot V_۱ \cdot n_۱ = C_{M_۲} \cdot V_۲ \cdot n_۲$$

$$\text{حجم } H_۲SO_۴ \text{ موردنیاز } ۰٫۵ \times V_۱ \times ۲ = ۵٫۰۴ \times ۲۰۰ \times ۱ \Rightarrow V_۱ = ۱۰۰۸L$$

$$\text{حجم کل محلول} = ۱۰۰۸ + ۲۰۰ = ۱۲۰۸L$$

$$?\min = ۱۰۰۸LH_۲SO_۴ \text{ محلول} \times \frac{۱s}{۰٫۳۵LH_۲SO_۴ \text{ محلول}} \times \frac{۱\ \min}{۶۰s} = ۴۸\ \min$$

۶۸ ۱ ۲ ۳ ۴ غلظت اسید را با استفاده از غلظت یون هیدرونیم تعیین می‌کنیم:

$$pH = ۳٫۴ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳٫۴} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰٫۶} = ۴ \times ۱۰^{-۴}mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+] = \alpha M \Rightarrow M = \frac{۴ \times ۱۰^{-۴}}{۲٫۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۲}mol \cdot L^{-۱}$$

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_۲O$$

حال با توجه به معادله واکنش می‌توان نوشت:

$$۲۰mL \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۱٫۶ \times ۱۰^{-۲}molHA}{۱L} \times \frac{۱molNaOH}{۱molHA} = ۳٫۲ \times ۱۰^{-۳}molNaOH$$

۶۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا با به‌دست آوردن $[H^+]$ و با توجه به قوی بودن اسید HA، مجموع شمار مول‌های مصرف‌شدهٔ آن را به دست می‌آوریم:

$$pH = ۰/۳ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۰/۳} = \frac{۱}{۱۰^{۰/۳}} = ۰/۵mol \cdot L^{-۱} \xrightarrow{\times ۰/۱L} n_{H^+} = ۰/۰۵ \xrightarrow{HA\text{ یک اسید قوی است}} n_{HA} = ۰/۰۱molHA$$

روش اول: اگر جرم $Na_۲O$ و $K_۲O$ را به‌ترتیب برابر x و y در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$۱Na_۲O \sim ۲HA \Rightarrow \frac{xgNa_۲O}{۱ \times ۶۲} = \frac{nmolHA}{۲} \Rightarrow n = \frac{x}{۳۱}$$
$$۱K_۲O \sim ۲HA \Rightarrow \frac{ygK_۲O}{۱ \times ۹۴} = \frac{mmolHA}{۲} \Rightarrow m = \frac{y}{۴۷}$$
$$\Rightarrow n + m = ۰/۰۵ = \frac{۱}{۲۰} \Rightarrow \frac{x}{۳۱} + \frac{y}{۴۷} = \frac{۱}{۲۰} \Rightarrow \frac{۱/۵x}{۴۶/۵} + \frac{y}{۴۷} \simeq \frac{۱}{۲۰}$$
$$\Rightarrow ۱/۵x + y \simeq \frac{۴۶}{۲۰} = ۲/۳$$
$$\Rightarrow \begin{cases} x + y = ۲\ (\star) \\ ۱/۵x + y = ۲/۳ \end{cases} \xrightarrow{(\star)} x = \frac{۲/۳ - ۲}{۰/۵} = ۰/۶$$

با توجه به تقریب‌های استفاده‌شده، جواب گزینهٔ «۲» می‌باشد.

۷۰ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\text{غلظت محلول سود} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم}} = \frac{۱۰ \times ۰/۰۲}{۵۰ \times ۱۰^{-۳}} = ۴mol \cdot l^{-۱}$$
$$?gH_۲SO_۴ = ۱۵mL \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۴mol}{۱L} \times \frac{۱molH_۲So_۴}{۲molNaOH} \times \frac{۹۸gH_۲So_۴}{۱molH_۲So_۴} = ۲/۹۴g$$

۷۱ ۱ ۲ ۳ **۴** همهٔ عبارت‌های داده شده درست هستند.

مورد اول: در ۲۵۰ میلی‌لیتر از محلول پتاسیم هیدروکسید، ۱/۴ = ۰/۷ × ۲ گرم KOH (معادل با $\frac{۱/۴}{۵۶} = ۰/۰۲۵$ مول) وجود دارد. هر مول KOH، یک مول HCl را خنثی می‌کند.

مورد دوم:

$$[OH^-] = [KOH] = \frac{\frac{۰/۷g}{۵۶g \cdot mol^{-۱}}}{۰/۱۲۵L} = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۳} \Rightarrow \frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{۱۰^{-۱}}{۱۰^{-۱۳}} = ۱۰^{۱۲}$$

مورد سوم:

	KOH	$\rightarrow$	K^+	$+$	OH^-
غلظت مولی :	۰/۱		۰/۱		۰/۱

$$[\text{یون‌ها}] = ۰/۲\frac{mol}{L} \xrightarrow{\times ۰/۰۵L} \text{مول یون‌ها} = ۰/۰۱mol$$

مورد چهارم: با اضافه کردن ۱/۴ گرم پتاسیم هیدروکسید دیگر، جرم و مول KOH سه برابر شده و درنتیجه غلظت مولی محلول و OH^- هم سه خواهد شد.

۷۲ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\text{بازقوی} : [OH^-] = ۱۰^{-۴}\frac{mol}{L} = ۱ \times ۱ \times m \Rightarrow m = ۱۰^{-۴}$$
$$\text{اسید قوی} : [H^+] = ۱۰^{-۴}\frac{mol}{L} = ۱ \times m \Rightarrow m = ۱۰^{-۴}$$
$$HNO_۳ \text{ افزودن} : Q_۱M_۱V_۱ = Q_۲\frac{m_۲}{m_۲} \Rightarrow ۱ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰۰ = ۱ \times \frac{m}{۶۳}$$
$$\Rightarrow m = ۶۳ \times ۱۰^{-۲}$$
$$NaOH \sim : ۱ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰۰ = ۱ \times \frac{m_۲}{۴۰} \Rightarrow m_۲ = ۴۰ \times ۱۰^{-۲}$$
$$\frac{۶۳}{۴۰} = ۱/۵۷۵$$

۷۳ ۱ **۲** ۳ ۴

$$H_۳PO_۴ + ۳KOH \rightarrow K_۳PO_۴ + ۳H_۲O$$
$$(\frac{۰/۲L \times C_M(mol \cdot L^{-۱})}{۳})_{KOH} = (\frac{۵۳}{۱ \times ۲۱۲})_{K_۳PO_۴} \Rightarrow C_{M_{KOH}} = ۳/۷۵\ mol \cdot L^{-۱}$$

۷۴ **۴** ۳ ۲ ۱ ابتدا مقدار مول سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow ۰/۳ = \frac{n}{۰/۲} \Rightarrow n = ۰/۰۶mol$$

در مرحله بعدی غلظت دو محلول اسیدی را محاسبه می‌کنیم:

$M_1 = ۱۰^{-۱/۴} = ۱۰^{۰/۶} \times ۱۰^{-۲} = ۴ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

$M_۲ = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

برای خنثی شدن کامل مقدار مول اسید باید با مقدار مول سدیم هیدروکسید برابر شود، بنابراین:

$n = M_۱V_۱ + M_۲V_۲ \Rightarrow ۰/۰۶ = ۰/۰۴a + ۰/۰۲b \Rightarrow ۳ = ۲a + b$

یکی از جواب‌های معادله بالا $a = b = ۱L = ۱۰۰۰mL$ است که در این صورت مجموع حجم این دو محلول برابر ۲۰۰۰ میلی‌لیتر است.

۷۵ ۱ ۲ **۳** ۴

۱) ظرف II حداقل باید ۰/۰۵ مول $NaOH$ داشته باشد تا بتواند HCl را خنثی کند.

۲) درست

۳) در واکنش خنثی شدن اسید و باز، شمار یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید باهم برابر است.

۴)

$HCl \Rightarrow n = ۰/۱ \times ۰/۵ = ۰/۰۵ \; mol \; HCl \;\; , \;\; [H^+] = ۰/۱$

$NaOH \Rightarrow V = ۰/۲۵L \Rightarrow ۰/۰۵ = ۰/۲۵ \times M \Rightarrow M = ۰/۲ \; mol \cdot L^{-۱} \rightarrow [OH^-] = ۰/۲$

۷۶ ۱ **۲** ۳ ۴

$M(\text{غلظت مولار}) = \dfrac{۱۰ \times \overset{۲۰}{\overset{\uparrow}{a}} \times \overset{۱/۲}{\overset{\uparrow}{d}}}{\underset{\downarrow}{\underset{۴۰}{\text{جرم مولی}}}}$ $\quad a = \text{درصد جرمی}$ $\quad d = \text{چگالی}$

$\rightarrow \dfrac{۱۰ \times ۲۰ \times ۱/۲}{۴۰} \times ۱۰ \times ۱۰^{-۳} = \dfrac{x\frac{mol}{\cancel{lit}} \times \cancel{۲lit}}{۱} \rightarrow x = ۰/۰۳M$

$pOH = -\log ۳ \times ۱۰^{-۲} = ۲ - \log ۳ = ۱/۵ \rightarrow pH = ۱۲/۵$

۷۷ **۴** ۳ ۲ ۱

$n = M \times V \rightarrow HCl \text{ مول} = ۰/۰۲ \times \dfrac{۲۵}{۱۰۰۰} = \dfrac{۱}{۲۰۰۰} mol$

$HCl(aq) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_۳(aq)$

با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد، تعداد مول HCl مصرفی با $HNO_۳$ 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.

$M = \dfrac{n}{V} \Rightarrow \dfrac{\frac{۱}{۲۰۰۰} mol}{\frac{۵۰}{۱۰۰۰} L} = \dfrac{۱}{۱۰۰} = ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$ ($HNO_۳$ غلظت مولی در حجم $۵۰mL$)

$[HCl] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow pH = ۲$

$NaOH + HNO_۳ \rightarrow NaNO_۳ + H_۲O$

$\dfrac{۱}{۲۰۰۰} molHNO_۳ \times \dfrac{۱ molNaOH}{۱ molHNO_۳} \times \dfrac{۴۰ gNaOH}{۱ molNaOH} \times \dfrac{۱۰۰۰ mg}{۱ g} = ۲۰ mgNaOH$

۷۸ ۱ ۲ **۳** ۴

$HCl \rightarrow ۰/۲۵L_{\text{محلول}} \times \dfrac{۰/۲ \; mol \; HCl}{۱L_{\text{محلول}}} = ۰/۰۵ mol$

$KOH \rightarrow ۰/۱L_{\text{محلول}} \times \dfrac{۰/۱ \; mol \; KOH}{۱L_{\text{محلول}}} = ۰/۰۱ mol$

$NaOH \rightarrow ۰/۱۵L_{\text{محلول}} \times \dfrac{۴ \; g \; NaOH}{۱L_{\text{محلول}}} \times \dfrac{۱ \; mol \; NaOH}{۴۰ \; g \; NaOH} = ۰/۰۱۵ mol$

هر مول اسید تک‌پروتون‌دار با یک مول باز تک‌ظرفیتی خنثی می‌شود. پس در محلول حاصل به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر ۰/۰۲۵ مول اسید باقی می‌ماند.

غلظت یون هیدرونیوم در محلولی با $pH = ۱/۷$ برابر است با:

$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۲}$

حجم محلول نهایی را برابر است با:

$M = \dfrac{n}{V} \Rightarrow ۰/۰۲ = \dfrac{۰/۰۲۵}{V} \Rightarrow V = ۱/۲۵L = ۱۲۵۰mL$

پس محلول نهایی از اضافه کردن ۷۵۰ میلی‌لیتر آب به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول تولیدشده است.

۷۹ ۱ ۲ ۳ ۴

$HBr + NaOH \rightarrow NaBr + H_2O$

$\text{غلظت مولی}_{(NaOH)} = \frac{n}{V} \rightarrow NaOH \text{ غلظت مولی} = \frac{\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}}{1\ L} = \frac{\frac{1/6}{40} mol}{1\ L} = 0/04\ \frac{mol}{L}$

چون غلظت مولی HBr بیشتر از $NaOH$ می‌باشد، پس محلول حاصل اسیدی است و برای تعیین $[H^+]$ نهایی، باید تعداد مول‌های H^+ را از OH^- کم کنیم و به حجم نهایی محلول تقسیم کنیم:

$n_{(HBr)} = (0/1\ L \times 0/2\frac{mol}{L}) = 0/02\ mol\ HBr$

$n_{(NaOH)} = (0/2\ L \times 0/04\frac{mol}{L}) = 0/008\ mol\ NaOH$

$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{n_{HBr} - n_{NaOH}}{V_{HBr} + V_{NaOH} + V_{H_2O}} = \frac{(0/02 - 0/008)mol}{(0/1 + 0/2 + 0/2)L} = \frac{0/012\ mol}{0/5\ L} = 0/024\frac{mol}{L}$

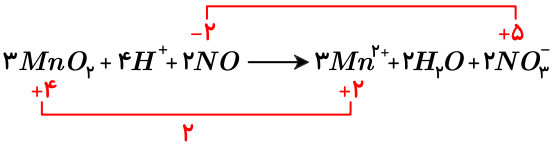
$pH = -\log[H^+] \rightarrow pH = -\log(24 \times 10^{-3}) \rightarrow pH = 3 - \log(3 \times 2^3) = 3 - 3\log 2 - \log 3$

$pH = 3 - 3 \times 0/3 - 0/5 = 1/6$

$(\log^2 = 0/3\ ,\ \log^3 = 0/5)$

۸۰ ۱ ۲ ۳ ۴

$3 \times 4 + 3 \times 2 \neq 2 \times -2 + 2 \times +5$



۸۱ ۱ ۲ ۳ ۴

$Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

طبق معادلهٔ بالا به ازای ۱ مول $Zn(s)$ که از تیغهٔ روی جدا می‌شود، ۲ مول نقره به سطح تیغه جذب می‌شود.

$\text{تغییر جرم تیغه} = -65gZn + (2 \times 108)gAg = +151g$

$?\text{تغییر جرم تیغه} = 200mL\ AgNO_3 \times \frac{1L\ AgNO_3}{1000mL\ AgNO_3} \times \frac{0/2mol\ AgNO_3}{1L\ AgNO_3} \times \frac{\text{اضافه وزن } 151g}{2mol\ AgNO_3} = 3/02g$

$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{جرم اضافه شده}}{\text{جرم محاسبه شده}} \times 100 = \frac{2/416}{3/02} \times 100 = 80$

۸۲ ۱ ۲ ۳ ۴

$2AgNO_3(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

$?mol\ Cu(NO_3)_2 = 0/1mol \cdot L^{-1} \times \frac{200}{1000}L = 0/02mol$

$\overline{R} = \overline{R}(Cu(NO_3)_2) \Rightarrow 15 \times 10^{-3} = \frac{0/02 - 0}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{2 \times 10^{-2}}{15 \times 10^{-3}} = \frac{4}{3}min$

$\frac{4}{3}min \times 60s = \frac{240}{3} = 80s$

$0/02mol \quad xg$

$Cu(NO_3)_2 \sim Cu \Rightarrow \frac{0/02}{1} = \frac{x}{64} \Rightarrow x = 1/28g$ از جرم تیغهٔ Cu کاسته می‌شود

$1 \quad 64$

$0/02mol \quad xg$

$Cu(NO_3)_2 \sim 2Ag \Rightarrow \frac{0/02}{1} = \frac{x}{2 \times 108} \Rightarrow x = 4/32$ مقدار جرم نقره، که بر روی تیغهٔ Cu رسوب می‌کند و اضافه می‌شود

$1 \quad 2 \times 108$

مقدار جرم نقره، که بر روی تیغهٔ Cu رسوب می‌کند و اضافه می‌شود.

$\text{تغییر جرم تیغه} = 4/32 - 1/28 = 3/04g$

مقدار تغییر جرم تیغهٔ مس را به روش زیر نیز می‌توان محاسبه کرد:

به ازای مصرف یک مول مس ($64g$)، دو مول نقره ($216g$) روی تیغهٔ مس می‌نشیند؛ بنابراین تغییر جرم طبق استوکیومتری واکنش برابر ($152g = 64 - 216$) خواهد بود.

$200 \times 0/1M \quad x(\text{اختلاف جرم})$

$Cu(NO_3)_2 \sim 2Ag \Rightarrow \frac{200 \times 0/1}{1 \times 100} = \frac{x}{152} \Rightarrow x = 3/04g$

$1 \times 1000 \quad -64 + 216 = 152$

۸۳ ۱ ۲ ۳ ۴

$$۲Al(s) + ۳Cu^{۲+}(aq) \rightarrow ۲Al^{۳+}(aq) + ۳Cu(s)$$

$$\overline{R}(Cu) = \overline{R}(Cu^{۲+})$$

$$[CuSO_۴] = \frac{\text{مول } CuSO_۴}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۰/۰۵(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{\text{مول } CuSO_۴}{۰/۲\ (L)} \Rightarrow \text{مول } CuSO_۴ = ۰/۰۱mol$$

$$?mol\,Cu^{۲+} = ۰/۰۱mol\,CuSO_۴ \times \frac{۱mol\,Cu^{۲+}}{۱mol\,CuSO_۴} = ۰/۰۱mol\,Cu^{۲+}$$

$$\Delta t = (۸ \times ۶۰) + ۲۰ = ۵۰۰s$$

$$R_{Cu^{۲+}} = |\frac{\Delta n_{Cu^{۲+}}}{\Delta t}| = |\frac{۰ - ۰/۰۱\ (mol)}{۵۰۰\ (s)}| = ۲ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot s^{-۱}$$

$$۳Cu^{۲+} + ۶e^- \rightarrow ۳Cu$$

$$?mol\,e^- = ۰/۰۱mol\,Cu^{۲+} \times \frac{۶mol\,e^-}{۳mol\,Cu^{۲+}} = ۰/۰۲mol\,e^-$$

۸۴ ۱ ۲ ۳ ۴ 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.

$$Mg(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow MgCl_۲(aq) + H_۲(g)$$

$$\text{مصرفی } HCl = ۰/۸ - ۰/۳ = ۰/۵mol \cdot L^{-۱}$$

$$۲۰۰mLHCl \times \frac{۱LHCL}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۰/۵molHCl}{۱LHCl} \times \frac{۱molMg}{۲molHCl} = ۰/۰۵molMg$$

$$\text{جرم نقره} = \text{جرم مخلوط} - \text{جرم منیزیم} = ۱۰ - (۰/۰۵ \times ۲۴) = ۸/۸g \quad , \quad \text{درصد نقره} = \frac{۸/۸}{۱۰} \times ۱۰۰ = \%۸۸$$

۸۵ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\text{مقدار مصرفی } SnCl_۲ = ۲۰mL \times \frac{۲g}{۱۰۰mL} = ۰/۴g$$

$$SnCl_۲ + ۲FeCl_۳ \rightarrow SnCl_۴ + ۲FeCl_۲$$

$$\frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم } (mL) \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب} \times ۱۰۰۰}$$

$$\frac{۰/۴g \times a}{۱۹۰ \times ۱۰۰} = \frac{۴۰ \times ۰/۱}{۲ \times ۱۰۰۰} \rightarrow a = ۹۵\%$$

در این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول $FeCl_۳$، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

$$۲FeCl_۳ \sim ۲e$$

$$\frac{۴۰ \times ۰/۱}{۲ \times ۱۰۰۰} = \frac{x mol}{۲} \Rightarrow x = ۰/۰۰۴mol\,e^-$$

۸۶ ۱ ۲ ۳ ۴

$$۱Cl_۲(g) + \underbrace{۲MnO_۴^-(aq)}_{\text{اکسنده}} + ۴H^+(aq) \rightarrow ۲ClO_۳^-(aq) + ۲Mn^{۲+}(aq) + ۲H_۲O(l)$$

$$۲MnO_۴^- \sim ۱۰e^- \Rightarrow \frac{۰/۴}{۲} = \frac{x}{۱۰} \Rightarrow x = ۲mol\,e^-$$

۸۷ ۱ ۲ ۳ ۴ 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 گزینهٔ ۴، E° آند (Fe) بزرگ‌تر از E° کاتد $(V^{۳+})$ بود و emf سلول منفی می‌شود.

۸۸ ۱ ۲ ۳ ۴ طبق معادله، Ag^+ کاهش یافته و اکسنده و M کاهنده است.

$$E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$

$$۱/۵۶ = ۰/۸ - E^\circ(M) \Rightarrow E^\circ(M) = -۰/۷۶V$$

$$\text{قدرت کاهندگی} : M > Ag, \text{ قدرت اکسندگی} : M^{۲+} < Ag^+$$

۸۹ ۱ ۲ ۳ ۴

$$emf_{Li-Ag} = ۰/۸ - (-۳/۰۵) = ۳/۸۵ \Rightarrow \frac{۳/۸۵}{۱/۵۶} \simeq ۲/۴۷$$
$$emf_{Zn-Ag} = ۰/۸ - (-۰/۷۶) = ۱/۵۶$$

۹۰ ۱ ۲ ۳ ۴ گزینهٔ «۱»: نادرست. Cd دارای E° کوچک‌تر بوده و به Ag^+ الکترون می‌دهد.

$$۲Ag^+ + Cd \rightarrow ۲Ag + Cd^{۲+}$$

گزینهٔ «۲»: درست

$$emf = E_c^\circ - E_a^\circ = ۰/۸ - (-۰/۴) = ۱/۲V$$

جرم الکترود 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° تیغهٔ A (کاتدی) باید از E° آلومینیم، مثبت‌تر باشد. (رد گزینهٔ «۴»)

در ادامه برای اینکه تغییرات غلظت مولار یون‌ها به ازای مبادلهٔ شمار معینی الکترون بیشینه باشد؛ داریم:

$$nAl(s) + ۳X^{n+}(aq) \rightarrow ۳X(s) + nAl۳+(aq) \sim (۳n)e^-$$

اگر $n = ۱$ 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 می شوند، زیرا فلز سمت چپ واکنش، کاهنده‌تر از فلز سمت راست واکنش است.

$$E^\circ = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{بزرگتر}) - E^\circ(\text{کوچکتر})$$

ب) $E^\circ = -۰/۴۴ - (-۱/۲) = ۰/۷۶V$

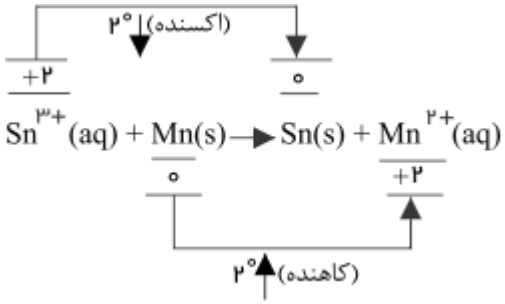
پ) $E^\circ = ۰/۳۴ - (-۱/۲) = ۱/۵۴V^\circ$

ت) $E^\circ = ۰/۳۴ - (-۰/۷۶) = ۱/۱V$

۹۳ ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های دوم، سوم و پنجم درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول:



Mn، کاهنده و $Sn^{۲+}$ گونهٔ کاهش یافته است.

عبارت دوم:

به دلیل اینکه واکنش موردنظر در جهت طبیعی پیش می‌رود، پس:

$$E^\circ(Sn^{۲+}/Sn) > E^\circ(Mn^{۲+}/Mn)$$

عبارت سوم:

$$۱Mn \sim ۲e^- \Rightarrow \frac{۰/۲۵molMn}{۱} = \frac{xe^-}{۲ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} \rightarrow x = ۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۳}e^-$$

عبارت چهارم: الکترون‌های از تیغهٔ Mn به تیغهٔ Sn می‌رسند و $Sn^{۲+}$ با گرفتن الکترون به Sn بر روی تیغه کاهش می‌یابند، پس الکترون‌ها بر روی سطح تیغهٔ Sn انباشته نمی‌شوند.

عبارت پنجم: جهت حرکت الکترون در سلول‌های گالوانی از آند (Mn) به سمت کاتد (Sn) است.

۹۴ ۱ ۲ ۳ ۴

$$emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = -۰/۷۶v - (-۱/۲v) = +۰/۴۴v$$

$$V + Zn^{۲+} \rightarrow V^{۲+} + Zn$$

$Zn^{۲+}$ کاهش می‌یابد پس نقش اکسنده است.

۹۵ ۱ ۲ ۳ ۴ مورد الف: در سلول گالوانی استاندارد «روی - هیدروژن» واکنش $Zn + ۲H^+ \rightarrow Zn^{۲+} + H_۲$ 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، الکترود هیدروژن استاندارد است، جرم کاتد تغییر نمی‌کند.

مورد پ: اگر Zn، ۰/۰۱ مول کاهش پیدا کند، H^+، ۰/۰۲ مول کاهش پیدا می‌کند.

$$۰/۶۵\ g\ Zn \times \frac{۱\ mol\ Zn}{۶۵\ g\ Zn} = ۰/۰۱\ mol\ Zn$$

آنگاه pH محلول پیرامون کاتد ۲ واحد افزایش می‌یابد.

۹۶ ۱ ۲ ۳ ۴ مس با HCl واکنش نمی‌دهد پس، از حجم گاز $H_۲$ حاصل می‌توان جرم روی موجود در نمونهٔ اولیه را محاسبه کرد.

$$Zn + ۲HCl \rightarrow ZnCl_۲ + H_۲$$

$$۲/۲۴LH_۲ \times \frac{۱molH_۲}{۲۲/۴LH_۲} \times \frac{۱molZn}{۱molH_۲} \times \frac{۶۵gZn}{۱molZn} = ۶/۵g\ Zn$$

جرم مس $= ۳۲/۵ - ۶/۵ = ۲۶gCu \Rightarrow Cu$ درصد جرمی $= \frac{۲۶}{۳۲/۵} \times ۱۰۰ = ۸۰$

$$۲/۲۴LH_۲ \times \frac{۱molH_۲}{۲۲/۴LH_۲} \times \frac{۲molHCl}{۱molH_۲} \times \frac{۱L}{۴molHCl} \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۵۰mL$$

روش دوم:

$$Zn + ۲HCl \rightarrow ZnCl_۲ + H_۲$$

$$\frac{۳۲/۵g \times \frac{a}{۱۰۰}}{۶۵ \times ۱} = \frac{xmL \times ۴M}{۲ \times ۱۰۰۰} = \frac{۲/۲۴L}{۲۲/۴L}$$

$$a = ۲۰\%Zn \qquad x = ۵۰mL\,HCl$$
$$\downarrow$$
$$۸۰\%\,Cu$$

(۹۷) ۱ ۲ ۳ ۴ به‌ازای مصرف ۲ مول فلز $۶M$ $\frac{۳/۶۱۲}{۶/۰۲} \times ۱۰ = ۶M$ می‌توان گفت، بار یون فلز M برابر $+۳$ است.

پس واکنش کلی سوال به‌صورت $۳Cu^{۲+}(aq) + ۲M(s) \rightarrow ۳Cu(s) + ۲M^{۳+}(aq)$ است. در این واکنش به‌ازای مصرف دو مول فلز M، ۳ مول فلز مس (معادل ۱۹۲ گرم) تولید می‌شود. پس نسبت تغییر جرم دو تیغه برابر است با:

$$A = \frac{\text{تغییر جرم تیغه مس}}{\text{تغییر جرم تیغه } M} \Rightarrow ۱/۸۴ = \frac{۱۹۲}{۲m} \Rightarrow m \cong ۵۲g \cdot mol^{-۱} \qquad M \text{ جرم مولی}$$

(۹۸) ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) جرم کاتد تغییر نمی‌کند.

ب) واکنش انجام‌شده در این سلول به‌صورت زیر است:

$$۲Al(s) + ۶H^+(aq) \rightarrow ۲Al^{۳+}(aq) + ۳H_۲(g)$$

در این واکنش ضریب یون آلومینیم $\frac{۱}{۳}$ ضریب یون هیدروژن است. پس با کاهش ۰/۳ مولار در غلظت یون هیدروژن، غلظت یون آلومینیم ۰/۱ مولار افزایش می‌یابد.

(۹۹) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): نادرست - اگر X الکترود Mn باشد، آنگاه Mn آند و Fe کاتد خواهد بود و کاتیون‌های محلول نمک $(Mn^{۲+})Mn$ در جهت جریان الکتریکی (از آند به کاتد)، از دیوارهٔ متخلخل عبور می‌کنند.

گزینهٔ (۲): نادرست - اگر Pt الکترود X باشد:

$$۰/۵۶\ mol\ Fe \times \frac{۱\ mol\ Fe}{۵۶\ g\ Fe} \times \frac{۲\ mol\ e}{۱\ mol\ Fe} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e}{۱\ mol\ e} = ۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۱} e$$

$$Fe + Pt^{۲+} \longrightarrow Fe^{۲+} + Pt$$
$$\downarrow \qquad\qquad \downarrow$$
$$\text{عدد اکسایش} = ۰ \qquad \text{عدد اکسایش} = +۲$$
$$۲mol \text{ الکترون جابه‌جا می‌شود.}$$

گزینهٔ (۳): درست - آنیون‌های محلول نمک Pt به سمت آند (الکترود آهن) از دیواره متخلخل عبور می‌کنند.

گزینهٔ (۴): نادرست - گونهٔ $Fe^{۲+}$ کاهش می‌یابد و نقش اکسنده دارد.

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$
$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{Fe} - E^\circ_{Mn}$$
$$E^\circ_{\text{سلول}} = ۱/۱۸ - ۰/۴۴ = ۰/۷۴\ V$$

(۱۰۰) ۱ ۲ ۳ ۴

$$۲H_۲ + O_۲ \rightarrow ۲H_۲O \qquad \text{مبادله‌شده } e^- = ۲ \times ۲ \times ۱ = ۴ \Rightarrow ۱mol\ H_۲ \sim ۲mole^-$$
$$\downarrow \qquad\qquad \downarrow$$
$$۰ \qquad\qquad +۱$$
$$\text{۱ درجه}$$

$$CH_۴ + ۲O_۲ \rightarrow CO_۲ + ۲H_۲O \qquad \text{مبادله‌شده } e^- = ۱ \times ۸ = ۸$$
$$\downarrow \qquad\qquad \downarrow$$
$$-۴ \qquad\qquad +۴$$
$$\text{۸ درجه}$$

$$۲mole^- \times \frac{۱mol\ CH_۴}{۸mol\ e^-} \times \frac{۱۶g\ CH_۴}{۱mol\ CH_۴} = ۴g\ CH_۴$$

(۱۰۱) ۱ ۲ ۳ ۴ با اکسایش هر مول مس، ۲ مول الکترون آزاد می‌شود، اکنون محاسبه می‌کنیم از اکسایش ۸۰ گرم مس چند مول الکترون آزاد می‌شود:

$$?mol\ e^- = ۸۰g\ Cu \times \frac{۱mol\ Cu}{۶۴g\ Cu} \times \frac{۲mol\ e^-}{۱mol\ Cu} = ۲/۵mol\ e^-$$

نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن به‌صورت زیر است:

$$O_۲ + ۴H^+ + ۴e^- \rightarrow ۲H_۲O$$

$$?L\ O_۲ = ۲/۵mol\ e^- \times \frac{۱mol\ O_۲}{۴mol\ e^-} \times \frac{۲۲/۴L\ O_۲}{۱mol\ O_۲} = ۱۴L\ O_۲$$

$$?g\ H_۲O = ۲/۵mol\ e^- \times \frac{۲mol\ H_۲O}{۴mol\ e^-} \times \frac{۱۸g\ H_۲O}{۱mol\ H_۲} = ۲۲/۵g\ H_۲O$$

۱۰۲ ۱ ۲ ۳ ۴

بنزوییک اسید $\Rightarrow C_۷H_۶O_۲$

$۷C + ۶(+۱) + ۲(-۲) = ۰ \rightarrow ۷C = -۲$

عدد اکسایش N, C و Cl در ترکیب‌های داده شده به ترتیب برابر با صفر، ۵+ و ۵+ است.

$K_۲S \ : \ ۲(+۱) + S = ۰ \rightarrow S = -۲$

۱۰۳ ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های سوم و چهارم درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: دومین عضو هر خانواده (اتانول و اتانوئیک اسید)، پرکاربردترین ترکیب در زندگی روزانه است.

عبارت دوم: بخش ناقطبی در خانوادهٔ 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:

$$\left.\begin{array}{l}\text{دومین عنصر خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها} = CH_۳COOH(M = ۶۰g \cdot mol^{-۱}) \\ \text{الکل دارای دو اتم کربن} = C_۲H_۵OH(M = ۴۶g \cdot mol^{-۱})\end{array}\right\} \rightarrow \frac{۶۰}{۴۶} > ۱$$

۱۰۴ ۱ ۲ ۳ ۴ – درست. به‌دلیل اینکه تعداد کربن‌ها بسیار بیشتر از تعداد OHهای 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 کلسترول با فرمول $C_{۲۷}H_{۴۶}O$ است. تعداد کربن‌ها با عدد اکسایش صفر نیز برابر ۴ است.

۱۰۵ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی موارد:

الف) نادرست

a الکترون‌های اشتراکی مولکول : $۹C + ۸H + ۱ \times O = ۹ \times ۴ + ۸ \times ۱ + ۱ \times ۲ = ۴۶$

b الکترون‌های اشتراکی مولکول : $۷C + ۶H + ۱ \times O = ۷ \times ۴ + ۶ \times ۱ + ۱ \times ۲ = ۳۶$

b, a تفاوت شمار الکترون‌های اشتراکی مولکول‌های : $۴۶ - ۳۶ = ۱۰$

ب) نادرست

a فرمول مولکولی : $C_۹H_۸O$ b فرمول مولکولی : $C_۷H_۶O$

a جرم مولی : $۱۳۲ \frac{g}{mol}$ b جرم مولی : $۱۰۶ \frac{g}{mol}$

b, a تفاوت جرم مولی : $۱۳۲ - ۱۰۶ = ۲۶ \frac{g}{mol}$

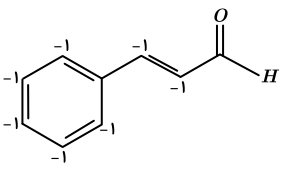
دومین عضو خانواده آلکین : $C_۳H_۴$

پ) درست – زیرا مولکول a، تعداد H بیشتری نسبت به مولکول b دارد.

ت) درست –

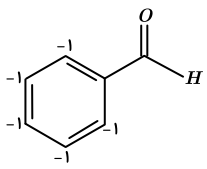
تفاوت شمار پیوندهای $C-H$ در دو مولکول: $۲ = ۶ - ۸$

تفاوت شمار اتم‌های C دارای عدد اکسایش ۱–: $۲ = ۵ - ۷$



(a)

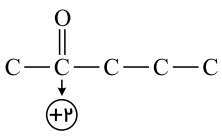
C-H تعداد پیوندهای : ۸

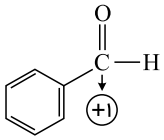


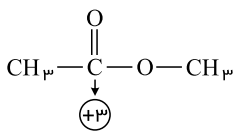
(b)

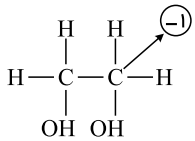
C-H تعداد پیوندهای : ۶

۱۰۶ ۱ ۲ ۳ ۴



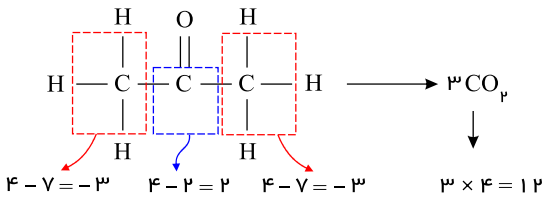






۱۰۷ ۱ ۲ ۳ ۴

$C_۳H_۶O + ۴O_۲ \rightarrow ۳CO_۲ + ۳H_۲O$

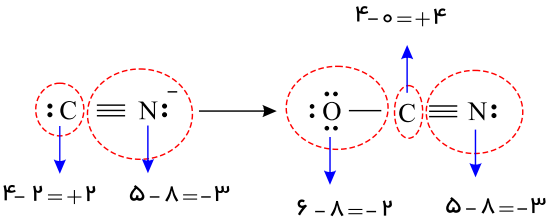


$$\Rightarrow -۳+۲+(-۳)=-۴\rightarrow +۱۲$$

تغییر عدد اکسایش تمام کربن‌ها، ۱۶ واحد است.

۱۰۸ ۴ ۳ ۲ **۱**

تعداد الکترون‌های نسبت داده شده به اتم − تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم = عدد اکسایش اتم



۱۰۹ **۴** ۳ ۲ ۱ واکنش سوختن ترکیب‌های داده شده را می‌نویسیم و تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن (C) در آن‌ها را محاسبه می‌کنیم

سوختن اتان : $\underset{-۳}{C_۲H_۶}+O_۲\rightarrow \underset{+۴}{CO_۲}+H_۲O$ کربن طی واکنش ۷ درجه اکسایش یافته است.

سوختن اتن : $\underset{-۲}{C_۲H_۴}+O_۲\rightarrow \underset{+۴}{CO_۲}+H_۲O$ کربن طی واکنش ۶ درجه اکسایش یافته است.

سوختن اتین : $\underset{-۱}{C_۲H_۲}+O_۲\rightarrow \underset{+۴}{CO_۲}+H_۲O$ کربن طی واکنش ۵ درجه اکسایش یافته است.

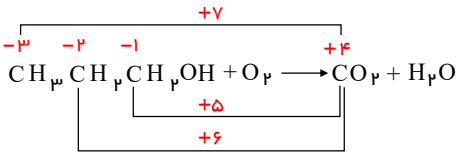
سوختن بنزن : $\underset{-۱}{C_۶H_۶}+O_۲\rightarrow \underset{+۴}{CO_۲}+H_۲O$ کربن طی واکنش ۵ درجه اکسایش یافته است.

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 فرآوردهٔ کربن‌دار سوختن کامل همهٔ هیدروکربن‌ها، $CO_۲$ است، برای آنکه تغییر عدد اکسایش کربن در دو واکنش برابر باشد، باید عد اکسایش کربن در دو هیدروکربن با هم برابر باشد که این مورد فقط در گزینهٔ ۴ رخ داده است.

۱۱۰ ۴ ۳ **۲** ۱ معادلهٔ کلی واکنش سوختن کامل ۱−پروپانول به صورت زیر است:



جمع جبری تغییر عددهای اکسایش کربن $= ۵+۶+۷=۱۸$

۱۱۱ **۴** ۳ ۲ ۱ واکنش‌های اول و چهارم از نوع اکسایش − کاهش نمی‌باشند، چون طی واکنش عدد اکسایش هیچ عنصری تغییر نکرده است.

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، $I_۲$ ۱۰ درجه اکسایش و در $ClO_۳^-$، کلر ۶ درجه کاهش یافته، این اعداد را ساده و جابه‌جا می‌کنیم و مابقی عناصر را موازنه می‌کنیم.

$$۳I_۲+۵ClO_۳^-+۳H_۲O\rightarrow ۶IO_۳^-+۶H^+ +۵Cl^-$$

مجموع ضرایب گونه‌ها در این واکنش برابر ۲۸ است.

اگر همین مراحل را برای واکنش سوم انجام دهیم، متوجه خواهیم شد که ضرایب همهٔ گونه‌ها در معادلهٔ موازنه شده واکنش برابر با یک است.

$$Pb(OH)_۳^-+ClO^-\rightarrow PbO_۲+Cl^-+H_۲O$$

مجموع ضرایب همهٔ گونه‌ها در این واکنش برابر ۶ است.

$$۲۸-۶=۲۲$$

۱۱۲ **۱** ۳ ۲ ۴

$$۳Ag(s)+NO_۳^-(aq)+۴H^+(aq)\rightarrow ۳Ag^+(aq)+NO(g)+۲H_۲O(l)$$

مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد برابر ۱۴ است.

و نیم‌واکنش کاهش آن به‌صورت زیر است:

عدد اکسایش N از $+۵$ به $+۲$ می‌رسد؛ بنابراین ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

$$NO_۳^-+۴H^+ +۳e^-\rightarrow NO+۲H_۲O$$

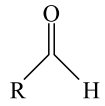
۱۱۳ **۱** ۳ ۲ ۴ سوختن نفتالن ($C_{۱۰}H_۸$) به‌صورت زیر است:

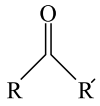
$$\overset{-۸}{C_{۱۰}H_۸}+۱۲O_۲\xrightarrow{+۴۸}۱۰\overset{+۴}{CO_۲}+۴H_۲O$$

بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{۴۸}{-۸}=-۶$$

۱۱۴ ۱ ۲ **۳** ۴

آلدهیدها:  ۴ـ۳=+۱

کتون‌ها:  ۴ـ۲=+۲

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 انحلال‌پذیری آنها در آب اندک است. اما از آنجا که گشتاور دوقطبی آنها بزرگ‌تر از صفر است (به‌علت حضور گروه کربونیل)، این دو ترکیب در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۱۱۵ ۱ ۲ **۳** ۴ **واکنش را موازنه می‌کنیم:**

$$۵Fe^{۲+}(aq) + MnO_۴^-(aq) + ۸H^+(aq) \rightarrow ۵Fe^{۳+}(aq) + ۱Mn^{۲+}(aq) + ۴H_۲O(l)$$

$$\frac{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها}} = \frac{۱۴}{۱۰} = ۱/۴$$

۱۱۶ ۱ ۲ **۳** ۴ **$۱kg$ آب نمک با غلظت یک درصد نمک؛ یعنی از $۱۰۰۰g$ آب نمک، $۱۰g$ آن نمک و $۹۹۰g$ آب است. طی تجزیهٔ آب، مقدار نمک ثابت بود و مقدار آب (حلال) کاهش می‌یابد. زمانی که غلظت آب نمک دو برابر (۲ درصد) می‌شود، بایستی جرم محلول نصف شده باشد و از $۱۰۰۰g$ محلول به $۵۰۰g$ رسیده باشد؛ یعنی $۴۹۰g$ آب و $۱۰g$ نمک.**

$$\text{جرم آب مصرفی طی تجزیه} = ۹۹۰ - ۴۹۰ = ۵۰۰g$$

$$۲H_۲O(l) \rightarrow ۲H_۲(g) + O_۲(g)$$

$$\frac{۵۰۰g}{۲ \times ۱۸} = \frac{x \text{ حجم گازهای تولیدی}}{۳ \times ۲۲/۴} \Rightarrow x = ۹۳۳L$$

۱۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴ **۱**

$$۴Ag^+(aq) + ۴e^- \rightarrow ۴Ag(s)$$

$$۲H_۲O(l) \rightarrow O_۲(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^-$$

$$?mol\,H^+ = ۰/۳mol\,e^- \times \frac{۴mol\,H^+}{۴mol\,e^-} = ۰/۳mol\,H^+$$

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{حجم محلول } (L)} = \frac{۰/۳\,mol}{۳\,L} = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۰/۱) = ۱$$

$$?g\,Ag = ۰/۳mol\,e \times \frac{۴mol\,Ag}{۴mol\,e^-} \times \frac{۱۰۸g\,Ag}{۱mol\,Ag} = ۳۲/۴g\,Ag$$

۱۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴ **۱** **موارد اول و سوم درست‌اند.**

مورد اول) جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی در هر سلولی از آند به کاتد است.

مورد دوم) عکس هم می‌باشند.

$$\begin{cases} ۲H_۲O \rightarrow ۲H_۲ + O_۲ & \text{برقکافت} \\ ۲H_۲ + O_۲ \rightarrow ۲H_۲O & \text{سلول سوختی} \end{cases}$$

مورد سوم) درآند برقکافت محیط اسیدی شده و کاغذ pH قرمز می‌شود و در آند سلول سوختی نیز با تولید H^+ محیط اسیدی شده و کاغذ pH قرمز می‌گردد.

برقکافت آب : $۲H_۲O(l) \rightarrow ۴H^+(aq) + O_۲ + ۴\bar{e}$

سلول : $۲H_۲(g) \rightarrow ۴H^+(g) + ۴\bar{e}$

مورد چهارم)

کاتد سلول سوختی : $۴H^+ + O_۲ + ۴\bar{e} \rightarrow ۲H_۲O$

کاتد برقکافت آب : $۲H_۲O + ۲\bar{e} \rightarrow H_۲ + ۲OH^-$

مورد پنجم) نیم‌واکنش‌ها کاملاً متفاوت است (در توضیحات مورد چهارم آمده‌اند.)

۱۱۹ ۱ **۲** ۳ ۴

واکنش کلی سلول برقکافت $NaCl$: $۲Na^+(l) + ۲Cl^-(l) \rightarrow ۲Na(l) + Cl_۲(g)$

$$۲NaOH(aq) + Cl_۲(g) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_۲O(l)$$

$$۲Na \sim NaClO$$

$$۱/۱۵kgNa \times \frac{۱۰۰۰g}{۱kg} \times \frac{۱mol\,Na}{۲۳g\,Na} \times \frac{۱mol\,NaClO}{۲mol\,Na} \times \frac{۷۴/۵g\,NaClO}{۱mol\,NaClO} \times \frac{\text{محلول } ۱۰۰g}{۵g\,NaClO} \times \frac{\text{محلول } ۱L}{\text{محلول } ۱۰۰۰g} = \text{محلول } ۳۷/۲۵L$$

۱۲۰ ۱ ۲ ۳ **۴**

$$?gCl_2 = 852 \times 10^3 L \times \frac{1kg}{1L} \times \frac{1000g}{1kg} \times \frac{1/2gCl_2}{10^6 g} = 1022/4$$

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

$$\frac{?g}{1 \times 95} = \frac{1022/4g}{71} \rightarrow ?gMgCl_2 = 1368 \Rightarrow 1/368kg$$

۱۲۱ ۱ ۲ **۳** ۴ در واکنش برقکافت منیزیم کلرید مایع، به‌ازای تولید یک مول فلز منیزیم، دو مول الکترون منتقل می‌شود. پس مقدار الکترون مورد نیاز در این واکنش برابر است با:

$$?mol\ e = 18kg\ Mg \times \frac{1000\ g}{1\ kg} \times \frac{1\ mol\ Mg}{24\ g\ Mg} \times \frac{2\ mol\ e}{1\ mol\ Mg} = 1500\ mol$$

در واکنش سلول سوختی هیدروژن به‌ازای مصرف یک مول هیدروژن، دو مول الکترون منتقل می‌شود. پس جرم هیدروژن مصرف‌شده برای تولید ۱۵۰۰ مول الکترون را حساب می‌کنیم:

$$?\ kg\ H_2 = 1500\ mol\ e \times \frac{100\ mol\ e_{\text{نظری}}}{60\ mol\ e_{\text{عملی}}} \times \frac{1\ mol\ H_2}{2\ mol\ e} \times \frac{2\ g\ H_2}{1\ mol\ H_2} \times \frac{1\ kg}{1000\ g} = 2/5\ kg$$

۱۲۲ ۱ ۲ **۳** ۴ به‌جز عبارت اول، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

$$I) 4Fe(OH)_2(s) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

$$II) 2Al(OH)_3(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 6H_2O(l)$$

•

$$?H_2O \text{ مولکول} = 1070gFe(OH)_3 \times \frac{1molFe(OH)_3}{107gFe(OH)_3} \times \frac{2molH_2O}{4molFe(OH)_3} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ مولکول}}{1molH_2O} = 3/01 \times 10^{24} H_2O \text{ مولکول}$$

• در واکنش (I)عدد اکسایش آهن و اکسیژن تغییر می‌کند؛ پس از نوع اکسایش - کاهش است. در واکنش (II) اسید H_2SO_4 با باز $Al(OH)_3$ خنثی می‌شود.

•

$$1molH_2SO_4 \times \frac{6molH_2O}{3molH_2SO_4} \times \frac{18gH_2O}{1molH_2O} = 36gH_2O$$

• مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در واکنش I با مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش II، یکسان و برابر ۷ است.

۱۲۳ ۱ ۲ ۳ **۴**

نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی : $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

نیم‌واکنش کاتدی در آبکاری با نقره : $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

$$448L\ O_2 \times \frac{1mol\ O_2}{22/4L\ O_2} \times \frac{4mol\ e^-}{1mol\ O_2} \times \frac{1mol\ Ag}{1mol\ e^-} \times \frac{108g\ Ag}{1mol\ Ag} = 86400g\ Ag$$

۱۲۴ ۱ ۲ ۳ **۴**

آبکاری فولاد توسط نقره : $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ **(محلول اول)**

آبکاری فولاد توسط کروم : $Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Cr(s)$ **(محلول دوم)**

محلول اول : $\frac{1mole^-}{1} = \frac{xgAg}{1 \times 108} \Rightarrow$ جرم نقرهٔ رسوب‌کرده روی فولاد $= 108g$

محلول دوم : $\frac{1mole^-}{3} = \frac{xgCr}{52} \rightarrow$ جرم کروم رسوب‌کرده روی فولاد $\simeq 17/4g$

تفاوت جرم دو قطعهٔ آبکاری‌شده $= 108 - 17/4 = 90/6g$

۱۲۵ ۱ ۲ ۳ **۴**

واکنش آندی: $2H_2O \rightarrow 4e^- + 4H^+ + O_2(g)$

عدد اکسایش کروم در یون دی‌کرومات $(Cr_2O_7^{2-})$ برابر با $+6$ است: $Cr_2O_7^{2-} : 2Cr + 7(-2) = -2 \Rightarrow Cr = +6$

بنابراین نیم‌واکنش کاتدی را به‌صورت ساده می‌توان به‌صورت روبه‌رو نشان داد:

$$Cr^{6+} + 6e^- \rightarrow Cr$$

$$?LO_2 = 10/4g\ Cr \times \frac{1mol\ Cr}{52g\ Cr} \times \frac{6mol\ e^-}{1mol\ Cr} \times \frac{1mol\ O_2}{4mol\ e^-} \times \frac{25L\ O_2}{1mol\ O_2} = 7/5L\ O_2$$

۱۲۶ ۱ ۲ **۳** ۴ سلول سوختی: $2H_2 + O_2 \xrightarrow{4e} 2H_2O$ ۲ الکترون مبادله شده است.

آبکاری با نقره: $Ag^+ + e \xrightarrow{1e} Ag$ الکترون مبادله شده است.

$$1{,}204 \times 10^{22} e \times \frac{1 mol\ e}{6{,}02 \times 10^{23} e} = 0{,}02\ mol\ e \quad (\text{به ازای هر قاشق})$$

$$\longrightarrow 500 \times 0{,}02\ mol\ e = 10\ mol\ e \quad (\text{به ازای ۵۰۰ قاشق})$$

مادهٔ مشتری: 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:

$$\begin{matrix} 4Ag^+ + 4e \rightarrow 4Ag \\ 2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \end{matrix} \rightarrow 10\ mol\ e \times \frac{2\ mol\ H_2}{4\ mol\ e} \times \frac{2\ g\ H_2}{1\ mol\ H_2} = 10\ g\ H_2$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{b}{x} \times 100 \rightarrow x = 12{,}5\ g\ H_2$$

۱ ۲ ۳ ۴ **۱۲۷**

$$2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$$

$$\frac{x\ g}{3 \times 12} = \frac{10^6 g}{4 \times 27} = \frac{x' L}{3 \times 25}$$

$$x = \frac{10^6}{3} g \xrightarrow{\times 10^{-3}} 333 kg$$

$$x' = \frac{25 \times 10^6}{36} L \xrightarrow{\times 10^{-3}} \frac{25 \times 10^3}{36} \simeq 694{,}4 m^3$$

۱ ۲ ۳ **۴** **۱۲۸**

$$\text{درصد جرمی کروم} = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow 31{,}2 = \frac{3 \times 52}{M} \Rightarrow M = 500$$

۱ **۲** ۳ ۴ **۱۲۹** در نمونه اول خاک رس مقدار ۳۶ گرم SiO_2 و ۱۰ گرم H_2O در ۱۰۰ گرم کل نمونه وجود دارد.

$$\%H_2O \text{ در نمونه جدید} = 20 = \frac{10 + x}{100 + x} \times 100 \rightarrow x = 12{,}5 g$$

$$\%SiO_2 \text{ در نمونه جدید} = \frac{36}{112{,}5} \times 100 = \%32$$

۱ ۲ **۳** ۴ **۱۳۰**

$$A, D, X, Y, Z$$

$$\frac{45}{5} = 9 \rightarrow \text{عدد اتمی عنصر وسط} \rightarrow {}_9F$$

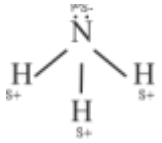
$${}_7N, {}_8O, {}_9F, {}_{10}Ne, {}_{11}Na$$

مورد اول و چهارم درست است.

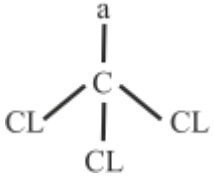
۱ ۲ **۳** ۴ **۱۳۱** عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: مطابق شکل مقابل، N بار جزئی منفی دارد.



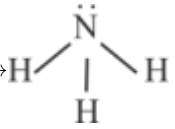
عبارت دوم: ساختار مولکول CCl_4 به صورت زیر و متفاوت با ساختار NH_3 است.



عبارت سوم: در ساختار هر مولکول آمونیاک، سه جفت الکترون پیوندی ($p \cdot e$) مشارکت دارد.

$$?(pe) = ۴٫۵۱۵ \times ۱۰^{۲۴} NH_۳ \times \frac{۱ mol NH_۳}{۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳} NH_۳} \times \frac{۳ mol(pe)}{۱ mol NH_۳} = ۲۲٫۵ mol(pe)$$

عبارت چهارم:

$NH_۳ \rightarrow$  ۴ جفت e^- پیوندی و ناپیوندی

$SCO \rightarrow \ddot{S} = C = \ddot{O} \rightarrow$ ۴ جفت e^- پیوندی

۱۳۲ ① ② ③ ④ **تنها نکته این سوال، تبدیل واحد است:**

$$\frac{\text{بار}}{\text{شعاع}} = \frac{۲}{r} = ۳٫۰۳ \times ۱۰^{-۲} \frac{e}{pm} \times \frac{۱۰^{۳} pm}{۱ nm} \Rightarrow r = \frac{۲}{۳۰٫۳} \simeq ۰٫۰۶۶ nm$$

۱۳۳ ① ② ③ **۴** **اگر فرض کنیم تغییر عدد اکسایش $V^{۵+}$ برابر n باشد، معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش:**

$$۲V^{۵+} + (n)Zn \rightarrow ۲V^{(۵-n)+} + nZn^{۲+}$$

$$\frac{\text{حجم } (ml) \times \text{ غلظت مولی}}{۱۰۰۰ \times \text{ ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ ضریب}} \rightarrow \frac{۰٫۰۲۵ \times ۲۰۰}{۲ \times ۱۰۰۰} = \frac{۳۲۵ \times ۱۰^{-۳}}{(۵-n) \times ۶۵} \Rightarrow n = ۲$$

تغییر عدد اکسایش وانادیم $۲+$ و یون تولیدشده، وانادیم (III)، سبزرنگ خواهد بود.

۱۳۴ ① ② ③ **۴** **با توجه به مقادیر مول داده‌شده نسبت ضریب وانادیم (V) کلرید به ضریب فلز روی در این واکنش برابر ۲ است. پس داریم:**

$$۲VCl_۵(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnCl_۲(aq) + ۲VCl_n(aq)$$

با موازنهٔ اتم‌های کلر داریم:

$$۲ \times ۵ = ۲ + ۲ \times n \Rightarrow n = ۴$$

پس در این واکنش وانادیم (IV) کلرید محلول تولیدشده به رنگ آبی است.

۱۳۵ ① ② ③ **۴**

$$۲VCl_۵(aq) + ۳Zn(s) \rightarrow ۳ZnCl_۲(aq) + ۲VCl_۲(aq)$$

با توجه به اینکه در سوال گفته شده است که وانادیم (V) به وانادیم بنفش رنگ تبدیل می‌شود، یعنی عدد اکسایش وانادیم از $۵+$ به $۲+$ کاهش می‌یابد؛ پس نتیجه می‌گیریم که $n = ۲$ است.

حال معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$۲VCl_۵(aq) + ۳Zn(s) \rightarrow ۳ZnCl_۲(aq) + ۲VCl_۲(aq)$$

$$۳٫۹\ g\ Zn \times \frac{۱\ mol\ Zn}{۶۵\ g\ Zn} \times \frac{۲\ mol\ VCl_۲}{۳\ mol\ Zn} = ۰٫۰۴\ mol\ VCl_۲$$

۱۳۶ ① ② ③ **۴**

$$\Delta NO = ۰٫۰۷ \ , \quad \underset{\text{نمودار وسط}}{\Delta NO_۲} \approx ۰٫۰۳ \qquad \underset{\text{نمودار خط چین}}{\Delta O_۳} = ۰٫۰۷$$

$$\frac{RO_۳}{RNO} = ۱ \qquad \frac{RNO_۲}{RNO} = \frac{۳}{۷}$$

۱۳۷ ① ② ③ ④ **۱**

واکنش $۲NO \rightarrow N_۲ + O_۲$ انجام می‌شود پس داریم:

$$\Delta H = [۲\Delta H_{N=O}] - [\Delta H_{N \equiv N} + \Delta H_{O=O}]$$

$$\Delta H = [۲(۶۰۷)] - [۹۴۴ + ۴۹۶] = -۲۲۶ kJ$$

$$\Delta H + E_a = -۲۲۶ + ۳۸۱ = +۱۵۵ kJ$$

۱۳۸ ① ② ③ ④ **۱**

ΔH را از دو طریق انرژی فعالسازی و آنتالپی پیوند محاسبه کرده و به مجهول موردنظر می‌رسیم.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = Ea_{\text{رفت}} - Ea_{\text{برگشت}} = ۵۶۲ - ۳۸۰ = +۱۸۲ kJ$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای مواد اولیه}]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H_{A-A} + \Delta H_{B-B}] - [۲\Delta H_{A-B}]$$

$$۱۸۲ = [۹۴۰ + ۴۹۲] - [۲x] \Rightarrow x = ۶۲۵ kJ/mol$$

۱۳۹ ① **۲** ③ ④ ⑤ **عبارت‌های سوم و چهارم درست‌اند.**

- انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش یعنی همان انرژی فعال‌سازی: $۶۵ kJ = ۱۸۳ - ۲۴۸ =$ تفاوت انرژی موردنیاز برای انجام واکنش

- واکنش (I) گرماگیر است و در آن انرژی مصرف می‌شود.

$$\text{انرژی مصرف شده} : ۳ mol A \times \frac{۴۲ kJ}{۲ mol A} = ۶۳ kJ$$

– انرژی فعال‌سازی واکنش (I) در جهت رفت و تشکیل گاز $D_۲$ بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش (II) در جهت رفت و مصرف گاز $D_۲$ است؛ سرعت واکنش با انرژی فعال‌سازی رابطهٔ وارونه دارد.

– هر دو واکنش گرماگیرند و با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ ΔH به کمک آنتالپی‌های پیوند، می‌توان گفت که مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش دهنده‌های آن‌ها بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌های آن‌ها است.

۱۴۰ ۱ ۲ **۳** ۴ کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک مقدار کاهش می‌دهد، یعنی E_a رفت و E_a برگشت هردو در صورت استفاده از کاتالیزگر $۲۵۰kJ$ کاهش می‌یابند.

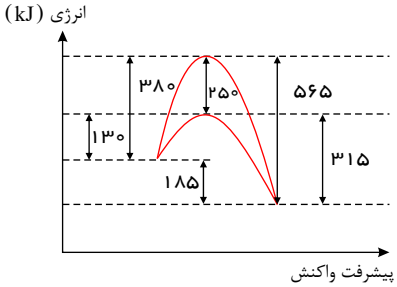
بدون کاتالیزگر:

$$E_{a(\text{رفت})} = ۳۸۰kJ ، E_{a(\text{برگشت})} = ۳۸۰ + ۱۸۵ = ۵۶۵kJ$$

در حضور کاتالیزگر:

$$E_{a(\text{رفت})} = ۱۳۰kJ ، E_{a(\text{برگشت})} = ۵۶۵ - ۲۵۰ = ۳۱۵kJ$$

بنابراین موارد ۲ و ۳ درست هستند.



۱۴۱ ۱ ۲ **۳** ۴

$$\text{جرم } NO \text{ مصرف شده در هر کیلومتر} = ۱٫۰۴\,(\frac{g}{km}) - ۰٫۰۴\,(\frac{g}{km}) = ۱\,\frac{g}{km}$$

$$\text{جرم } NO \text{ مصرف شده در } 100 \text{ کیلومتر} = ۱۰۰\,(km) \times ۱\,\frac{g}{km} = ۱۰۰g$$

ΔH واکنش برابر با اختلاف سطح واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌هاست.

با توجه به نمودار: $\Delta H = ۳۸۱\,(kJ) - ۵۶۱\,(kJ) = -۱۸۰kJ$

با توجه به معادلهٔ واکنش، به ازای مصرف ۲ مول NO، $۱۸۰kJ$ گرما آزاد می‌شود. حال می‌توانیم گرمای آزاد شده در اثر مصرف ۱۰۰ گرم NO را محاسبه کنیم. ($(NO$ جرم مولی $= ۱۴ + ۱۶ = ۳۰g \cdot mol^{-۱}$)

$$?kJ = ۱۰۰g\,NO \times \frac{۱mol\,NO}{۳۰g\,NO} \times \frac{۱۸۰\,kJ}{۲mol\,NO} = -۳۰۰kJ$$

۱۴۲ **۴** ۱ ۲ ۳ ابتدا اختلاف مقدار آلاینده‌ها در مجاورت و نبود مبدل را حساب می‌کنیم:

$$NO : ۰٫۹۹g \cdot km^{-۱}$$
$$C_xH_y : ۱٫۶g \cdot km^{-۱}$$
$$CO : ۵٫۴g \cdot km^{-۱}$$

حال مسافتی را که خودروها در یک روز طی می‌کنند، محاسبه می‌کنیم:

$$۸۰۰۰۰۰ \times ۵۰ = ۴ \times ۱۰^{۷}km$$
$$۴ \times ۱۰^{۷} \times ۷٫۹۹ = ۳۱۹۶ \times ۱۰^{۵}g = ۳۱۹٫۶ton$$
$$CO \text{ درصد جرمی} = \frac{۰٫۶}{۰٫۶ + ۰٫۰۴ + ۰٫۰۶} \times ۱۰۰ = ۸۵٫۷۱\%$$

۱۴۳ ۱ **۲** ۳ ۴

$$CO \text{ کاهش درصد جرمی} = \frac{۵٫۹۹ - ۰٫۶۱}{۵٫۹۹} \times ۱۰۰ = \frac{۵٫۳۸}{۵٫۹۹} \times ۱۰۰ = ۸۹٫۸\%$$
$$۵٫۳۸\,g\,CO \times \frac{۱\,mol\,CO}{۲۸\,g\,CO} = ۰٫۱۹۲mol\,CO$$

۱۴۴ ۱ ۲ **۳** ۴

کمترین کاهش درصد جرمی $\rightarrow$ درصد کاهش جرم CO : $\frac{\text{تغییر جرم } CO}{\text{مقدار اولیه } CO} \times ۱۰۰ \rightarrow \%CO = \frac{(۵٫۹۹ - ۰٫۶۱)}{۵٫۹۹} \times ۱۰۰ \simeq ۸۹٫۸۱\%$

درصد کاهش جرم $C_۸H_{۱۸}$: $\frac{\text{تغییر جرم } C_۸H_{۱۸}}{\text{مقدار اولیه } C_۸H_{۱۸}} \times ۱۰۰ \rightarrow \%C_۸H_{۱۸} = \frac{(۱٫۶۷ - ۰٫۰۷)}{۱٫۶۷} \times ۱۰۰ \simeq ۹۵٫۸۰\%$

درصد کاهش جرم NO : $\frac{\text{تغییر مقدار } NO}{\text{مقدار اولیه } NO} \times ۱۰۰ \rightarrow \%NO = \frac{(۱٫۰۴ - ۰٫۰۴)}{۱٫۰۴} \times ۱۰۰ \simeq ۹۶٫۱۵\%$

- مقدار مول آلاینده‌هایی که به‌ازای 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)

$$۰٫۰۷\ g\ C_۸H_{۱۸} \times \frac{۱\ mol\ C_۸H_{۱۸}}{۱۱۴\ g\ C_۸H_{۱۸}} \simeq ۰٫۰۰۰۶۱\ mol\ C_۸H_{۱۸}$$

$$۰٫۰۴\ g\ NO \times \frac{۱\ mol\ NO}{۳۰\ g\ NO} \simeq ۰٫۰۰۱\ mol\ NO$$

- به‌ازای طی مسافت ۱۰ کیلومتر، میزان مول آلاینده‌هایی که وارد هواکره می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$۱۰\ Km \times \frac{۰٫۰۰۰۶۱\ mol\ C_۸H_{۱۸}}{۱\ Km} = ۰٫۰۰۶۱\ mol\ C_۸H_{۱۸}$$

$$۱۰\ Km \times \frac{۰٫۰۰۱\ mol\ NO}{۱\ Km} = ۰٫۰۱\ mol\ NO$$

۱۴۵ ۱ **۲** ۳ ۴ می‌دانیم اگر دو واکنش تعادلی را با هم جمع کنیم ثابت‌های تعادل آن‌ها در هم ضرب می‌شود.

$$A(g) + E(g) \rightleftharpoons ۲X(g) \quad ، \quad K_۱ = ۳۲$$
$$۲X(g) \rightleftharpoons ۲Z(g) \quad ، \quad K_۲ = ۲$$
$$A(g) + E(g) \rightleftharpoons ۲Z(g) \quad K = ۲ \times ۳۲ = ۶۴$$

	$A(g)$	$E(g)$	$۲Z(g)$
غلظت اولیه :	۱	۱	۰
غلظت تعادلی :	$۱ - x$	$۱ - x$	$۲x$

$$K = \frac{[Z]^۲}{[A][E]} = \frac{(۲x)^۲}{(۱ - x)^۲} = ۶۴ \rightarrow \frac{۲x}{۱ - x} = ۸$$
$$۸ - ۸x = ۲x \rightarrow x = ۰٫۸ mol \cdot L^{-۱}$$
$$[Z] = ۲x = ۱٫۶\ mol \cdot L^{-۱}$$

۱۴۶ **۴** ۳ ۲ ۱ توجه کنید این فرایند دارای بازده درصدی ۶۰ درصد است یعنی ۰٫۶ مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها طی شروع تا رسیدن به تعادل تجزیه شده‌اند.

	$A(g) + D(g) \rightleftharpoons ۲E(g) + G(g)$			
غلظت اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت	$-x = ۰٫۶$	$-x = ۰٫۶$	$+۲x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۱-x = ۱-۰٫۶$	$۱-x = ۱-۰٫۶$	$۲x = ۱٫۲$	$x = ۰٫۶$

$$K = \frac{[E]^۲[G]}{[A][D]} = \frac{(۱٫۲)^۲ \times (۰٫۶)}{(۰٫۴) \times (۰٫۴)} = ۵٫۴ mol \cdot L^{-۱}$$

۱۴۷ **۴** ۳ ۲ ۱

جدول تغییرات را برای هردو تعادل تشکیل می‌دهیم:

غلظت	$A \rightleftharpoons ۲X$	
مول اولیه	۱	۰
تغییر غلظت	$-x$	$+۲x$
غلظت تعادلی	$۱-x$	$۲x$

$\Rightarrow$ بازده درصدی $= \frac{x}{۱} \times ۱۰۰ = ۵۰ \rightarrow x = ۰٫۵$

$$K_۱ = \frac{[X]^۲}{[A]} = \frac{(۱)^۲}{(۰٫۵)} = ۲$$

	D		Z
غلظت اولیه	۱		۰
تغییر غلظت	−y		+y
غلظت تعادل	۱− y		y

$\Longrightarrow$ بازده درصدی $= \frac{y}{۱} \times ۱۰۰ = ۸۰ \longrightarrow y = ۰/۸$

$K_۲ = \frac{[Z]}{[D]} = \frac{۰/۸}{۰/۲} = ۴$

$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{۴}{۲} = ۲$

۱۴۸ ① ② ③ **④** ابتدا مول داده شده را به غلظت (مولاریته) تبدیل می‌کنیم ($M = \frac{n}{V}$)

غلظت اولیه $[N_۲O_۴] = \frac{۱۰}{۵} = ۲ mol \cdot L^{-۱}$

	$N_۲O_۴(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$		
غلظت اولیه	۲		۰
تغییر غلظت	−x		+۲x
غلظت تعادلی	۲−x		۲x

ثابت تعادلی $K = \frac{[NO_۲]^۲}{[N_۲O_۴]} \rightarrow ۴ = \frac{(۲x)^۲}{(۲ - x)} \rightarrow x = ۱$

$\Rightarrow$ **غلظت تعادلی** $[N_۲O_۴] = ۲ - ۱ = ۱$

$\Rightarrow$ **غلظت تعادلی** $[NO_۲] = ۲ \times ۱ = ۲$

نسبت غلظت مولار خواسته شده به دست آمد. $\frac{[NO_۲]}{[N_۲O_۴]} = \frac{۲}{۱} = ۲$

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.

تعداد مول تعادلی $NO_۲ = M \times V = ۲ \times ۵ = ۱۰$

تعداد مول تعادلی $N_۲O_۴ = M \times V = ۱ \times ۵ = ۵$

مجموع مول‌های گازی $\Rightarrow molNO_۲ + molN_۲O_۴ = ۱۰ + ۵ = ۱۵$

۱۴۹ ① **②** ③ ④

	$۲A_۲(s) \rightleftharpoons D_۲(g)$		
غلظت اولیه	۲/۵ mol		۰
تغییر غلظت	−۲x		+x
غلظت تعادلی	۱−۲x		x

$K = ۱ \ L.mol^{-۱}$

$K = \frac{[D_۲]}{[A_۲]^۲} \rightarrow ۱ = \frac{x}{(۱ - ۲x)^۲} \rightarrow x = ۰/۲۵$

$[A_۲] = ۱ - ۲ \times (۰/۲۵) = ۰/۵ mol \cdot L^{-۱}$

بازده درصدی $= \frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار کل اولیه}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۵}{۱} \times ۱۰۰ = ۵۰\%$

توجه: می‌توان به این صورت نیز بیان نمود که باتوجه به غلظت تعادلی محصول که برابر $[D_۲] = ۰/۲۵$ **یا** $\frac{۱}{۴}$ **مولار است، با استفاده از یک مولار ماده اولیه نهایتاً ۰/۲۵ مولار محصول حاصل شده است در حالی که طبق روابط استوکیومتری واکنش (نسبت** $\frac{molD_۲}{molA_۲}$ **ضرایب) باید نصف یک مولار، محصول به دست می‌آمد، پس راندمان یا بازده درصدی** ۵۰% **است.**

۱۵۰ ۱ **۲** ۳ ۴

	$۲N_۲O_۵(g) \rightleftharpoons ۴NO_۲(g) + O_۲(g)$			
مول اولیه	۲mol		۰	۰
	↓ −۲x		↓ +۴x	↓ +x
مول تعادلی	۲−۲x=۱		۴x=۲	x=۰/۵

$$K = \frac{(\frac{۲}{۲})^{۴}(\frac{۰/۵}{۲})^{۱}}{(\frac{۱}{۲})^{۲}} = \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۱}{۴}} = ۱ \ mol^{۳} \cdot L^{-۳}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \overline{R}_{O_۲} = \frac{۰/۵mol}{۲L \times ۱ \min} = ۰/۲۵mol/L^{-۱} \cdot \min^{-۱}$$

۱۵۱ ۱ ۲ **۳** ۴

براساس اطلاعات سؤال می‌توانیم بنویسیم:

	$۲SO_۳ \rightleftharpoons ۲SO_۲ + O_۲$			
مول اولیه	۲mol		۰	۰
مول تعادلی	۲−۲x		۲x	x

$$\Rightarrow ۰/۵ = \frac{(۲x)^{۲}(x)}{(۲-۲x)^{۲}} = \frac{۴x^{۳}}{(۲-۲x)^{۲}}$$

با جایگذاری گزینه‌ها معلوم می‌شود که x برابر ۰/۵ است.

۱۵۲ **۱** ۲ ۳ ۴

براساس درصد تجزیه متانول، مقدار تجزیه شده آن را بدست می‌آوریم:

$$\text{مقدار متانول تجزیه شده} = ۶mol \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۴/۸mol$$

	$CH_۳OH \rightleftharpoons CO + ۲H_۲$			
مول اولیه	۶		۰	۰
	↓ −۴/۸		↓ +۴/۸	↓ +۲(۴/۸)
مول تعادلی	۱/۲		۴/۸	۹/۶ mol

$$K = \frac{(\frac{۴/۸}{۲})(\frac{۹/۶}{۲})^{۲}}{(\frac{۱/۲}{۲})} = \frac{۲/۴ \times ۴/۸ \times ۴/۸}{۰/۶} = ۹۲/۱۶mol^{۲} \cdot L^{-۲}$$

۱۵۳ ۱ ۲ ۳ **۴**

براساس اطلاعات مسئله، جدول غلظت اولیه و تعادلی را تشکیل می‌دهیم:

	$SO_۲Cl_۲(g) \rightleftharpoons SO_۲(g) + Cl_۲(g)$			
غلظت اولیه	$\frac{۱/۶mol}{۲L} = ۰/۸$		۰	۰
تغییر غلظت	−x		+x	+x
غلظت تعادلی	۰/۸ − x		x	x

$$۰/۸ - x + x + x = \frac{۲/۴}{۲L} = ۱/۲$$

$$۰/۸ + x = ۱/۲ \Rightarrow x = ۰/۴$$

$$K = \frac{[SO_۳][Cl_۲]}{[SO_۲Cl_۲]} = \frac{\frac{۴}{۱۰} \times \frac{۴}{۱۰}}{\frac{۴}{۱۰}} = ۰/۴mol \cdot L^{-۱}$$

۱۵۴ **۱** ۲ ۳ ۴

$$A(g) \rightleftharpoons ۲B(g)$$

غلظت اولیه : ۱ ۰

تغییر غلظت : $-x$ $+۲x$

غلظت تعادلی : $۱-x$ $۲x$

$$K=\frac{[B]^۲}{[A]}\Rightarrow ۲=\frac{۴x^۲}{(۱-x)}\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}$$

مقدار x تغییر غلظت مقدار A است که برابر ۰٫۵ است. یعنی از غلظت ۱ مولار، ۰٫۵ مولار آن تجزیه شده بنابراین ۵۰ درصد از ماده‌ی A تجزیه شده است، پس بازده درصدی ۵۰ است.

همچنین می‌توان از روش زیر مقدار بازده درصدی را به دست آورد:

$$\text{بازده}=\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times ۱۰۰\Rightarrow\frac{(۲\times\frac{۱}{۲})B}{۲}\times ۱۰۰=۵۰\%$$

توجه: مقدار نظری B بر اساس ضریب استوکیومتری آن برابر ۲ مولار است.

۱۵۵ ۴ ۳ ۲ **۱**

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول مواد با یکدیگر برابر است.

	$N_۲(g)$	$+\ ۲O_۲(g)$	$\rightleftharpoons$	$۲NO_۲(g)$
غلظت اولیه	۱	۵		۰
تغییر غلظت	$-x$	$-۲x$		$+۲x$
غلظت تعادلی	$۱-x$	$۵-۲x$		$۲x$

$۵۰\Rightarrow x=۰٫۵$ درصد $N_۲$ در واکنش شرکت کرده

$$[N_۲]=۱-۰٫۵=۰٫۵$$
$$[O_۲]=۵-۲(۰٫۵)=۴$$
$$[NO_۲]=۲(۰٫۵)=۱$$

$$K=\frac{[NO_۲]^۲}{[N_۲][O_۲]^۲}=\frac{(۱)^۲}{۰٫۵\times(۴)^۲}=\frac{۱}{۸}=۰٫۱۲۵$$

۱۵۶ ۴ **۳** ۲ ۱

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول هر ماده با یکدیگر برابر است.

	$CO(g)$	$+\ MO(s)$	$\rightleftharpoons$	$M(s)$	$+CO_۲(g)$
غلظت اولیه	۱	۲		۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$		$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۱-x$	$۲-x$		x	x

$$K=۰٫۲۵\Rightarrow\frac{۱}{۴}=\frac{[CO_۲]}{[CO]}\rightarrow\frac{۱}{۴}=\frac{x}{۱-x}\rightarrow ۴x=۱-x\rightarrow ۵x=۱\rightarrow x=\frac{۱}{۵}=۰٫۲$$
$$\frac{MO}{M}=\frac{۲-x}{x}=\frac{۲-۰٫۲}{۰٫۲}=\frac{۱٫۸}{۰٫۲}=۹$$

۱۵۷ ۴ ۳ **۲** ۱

حجم ظرف یک لیتر است و می‌توان گفت: مول $=$ غلظت

$$۲O_۳(g)\ \leftrightarrows\ ۳O_۲(g)$$

غلظت اولیه $۱\frac{mol}{L}$ ۰

غلظت تعادلی $۱-۲x$ $۳x$ $\xrightarrow{\text{فرض}}\frac{[O_۳]}{[O_۲]}=\frac{۱-۲x}{۳x}=\frac{۱}{۶}$

$$۲-۴x=x\Rightarrow x=۰٫۴\frac{mol}{L}$$
$$K=\frac{(۳\times۰٫۴)^۳}{(۰٫۲)^۲}=\frac{۱٫۲\times۱٫۲\times۱٫۲}{۰٫۲\times۰٫۲}=۳۶\times۱٫۲=۴۳٫۲mol\cdot L^{-۱}$$

۱۵۸ ۱ ۲ ۳ ۴

براساس اطلاعات مسئله، جدول مواد اولیه و تعادلی واکنش را تشکیل می‌دهیم:

	$2NO(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g)$				
مول اولیه	۶ mol	۴ mol		۰	۰
مول تعادلی	۶−۲x	۴−۲x		x	۲x
مول تعادلی	۳	۱		۱/۵	۳mol

$\xrightarrow{\text{فرض}} \text{mol}N_2 = \frac{۴۲}{۲۸} = ۱/۵\,\text{mol} = x$

$$K = \frac{[N_2][CO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [CO]^2} = \frac{(\frac{۱/۵}{۲})(\frac{۳}{۲})^2}{(\frac{۳}{۲})^2 \times (\frac{۱}{۲})^2} = ۳$$

مجموع شمار مولهای گازی $= ۳ + ۱ + ۱/۵ + ۳ = ۸/۵$

۱۵۹ ۱ ۲ ۳ ۴

$$A(g) \rightleftharpoons X(g) + D(g)$$

غلظت تعادلی در حجم دو لیتر: $\frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲ \qquad \frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲ \frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲$

$$k_1 = \frac{[x][D]}{[A]} = \frac{(۰/۲) \times (۰/۲)}{(۰/۲)} = ۰/۲$$

با افزایش حجم از ۲ به ۴ لیتر، فشار کاهش می‌یابد و به تعادل در جهت مول گاز بیش‌تر یعنی در جهت رفت پیشرفت می‌کند.

تعادل در حجم چهار لیتر:

$A(g)$	$\rightleftarrows$	$X(g)$	$+ D(g)$
$۰/۱ - x$		$۰/۱ + x$	$۰/۱ + x$

(مقدار K ثابت است) $\Rightarrow K_2 = K_1 = \frac{(۰/۱ + x)^2}{۰/۱ - x} = ۰/۲$

$$۰/۰۱ + x^2 + ۰/۲x = ۰/۰۲ - ۰/۲x \Rightarrow x^2 + ۰/۴x - ۰/۰۱ = ۰$$

$$x = \frac{-۰/۴ \pm \sqrt{۰/۱۶ + ۰/۰۴}}{۲} = \frac{-۰/۴ \pm ۰/۴۵}{۲} = ۰/۰۲۵$$

$$[x] = ۰/۱ + ۰/۰۲۵ = ۰/۱۲۵ \Rightarrow molx = ۰/۱۲۵ \times ۴ = ۰/۵$$

۱۶۰ ۱ ۲ ۳ ۴

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول هر ماده با یکدیگر برابر است.

$N_2(g) +$	$3H_2(g)$	$\rightleftarrows 2NH_3(g)$
$۱ - ۰/۲۵$	$۳/۷۵ - ۰/۷۵$	$۰/۵$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \Rightarrow K = \frac{(۰/۵)^2}{(۰/۷۵)(۳)^3} = ۱/۲۳ \times ۱۰^{-2}$$

۱۶۱ ۱ ۲ ۳ ۴

حجم ظرف یک لیتر است و مول غلظت مولی مواد باهم برابر است:

$CO_2 +$	H_2	$\rightleftarrows CO$	$+ H_2O$
$۲ - x$	$۱ - x$	x	x

غلظت تعادلی:

$$K = \frac{[CO]\,[H_2O]}{[CO_2]\,[H_2]} \Rightarrow ۱/۸ = \frac{x^2}{(۲ - x)(۱ - x)}$$

$$x^2 = ۱/۸x^2 - ۵/۴x + ۳/۶ \Rightarrow ۰/۸x^2 - ۵/۴x + ۳/۶ = ۰$$

$$۴x^2 - ۲۷x + ۱۸ = ۰ \Rightarrow x = \frac{۲۷ \pm \sqrt{۷۲۹ - ۲۸۸}}{۸} \Rightarrow \begin{cases} x = ۶ & \text{غ ق ق} \\ x = ۰/۷۵ \end{cases}$$

$$\begin{array}{ccccccc} CO_2 & + & H_2 & \rightleftarrows & CO & + & H_2O \\ 2-x & & 1-x & & x & & x \\ 2-0/75 & & 1-0/75 & & 0/75 & & 0/75 \end{array}$$

$$\frac{H_2O \text{ جرم}}{H_2 \text{ جرم}} = \frac{0/75 \times 18}{0/25 \times 2} = 27$$

(۱۶۲) ۱ ۲ ۳ ۴ جدول تغییرات مول را تشکیل می‌دهیم:

	$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$				
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.

$$\text{تعادلی } [CO] = 0/05 \rightarrow 1 - x = 0/05 \Rightarrow x = 0/95$$

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} = \frac{0/95}{0/05} = 19$$

$$?g\,Fe = 0/95 mol\,Fe \times \frac{56 g\,Fe}{1 mol\,Fe} = 53/2 g$$

(۱۶۳) ۱ ۲ ۳ ۴

$$K = \frac{[Ax]^2}{[A_2][X_2]} \Rightarrow \frac{(\frac{0/04}{2})^2}{(\frac{0/8}{2}) \times (\frac{0/8}{2})} = 2/5 \times 10^{-3}$$

مول گاز در دو طرف واکنش با هم برابر است پس تغییر حجم باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

(۱۶۴) ۱ ۲ ۳ ۴ غلظت تعادلی A و X_2 برابر است، اگر غلظت آن‌ها در دمای $300^\circ C$ و $100^\circ C$ به ترتیب a و a' بگیریم.

$$\frac{K_{300}}{K_{100}} = \frac{a^2}{a'^2} \rightarrow \frac{10^{-1}}{10^{-4}} = \frac{a^2}{a'^2} \rightarrow (\frac{a}{a'})^2 = 1000 \xrightarrow{\sqrt{}} \frac{a}{a'} = \sqrt{1000} \rightarrow \frac{a}{a'} = 31/6$$

(۱۶۵) ۱ ۲ ۳ ۴ اگر جرم آب را با جرم محلول برابر فرض کنیم. (جرم حل شونده ناچیز است.)

$$100\,g \text{ آب} = 100\,g \text{ محلول} = 100\,mL \text{ محلول} = 0/1\,L$$

$$[CaSO_4] = \frac{(\frac{0/2772}{136})}{0/1\,L} = 0/02\,mol \cdot L^{-1} \Rightarrow [Ca^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 0/02 mol \cdot L^{-1}$$

$$K = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = 0/02 \times 0/02 = 4 \times 10^{-4} mol^2 \cdot L^{-2}$$

(۱۶۶) ۱ ۲ ۳ ۴

اگر ۱۰ درصد از گاز NO_2 باقی‌مانده باشد یعنی ۱۰ درصد آن مصرف شده است:

$$NO_2 \text{ مصرف} = \frac{90}{100} \times 2 = 1/8\,mol$$

	$SO_2 + NO_2 \rightleftharpoons SO_3 + NO$				
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

$$K = \frac{[SO_3] \cdot [NO]}{[NO_2] \cdot [SO_2]} = \frac{\frac{1/8}{5} \times \frac{1/8}{5}}{\frac{0/2}{5} \times \frac{1/2}{5}} = 9 \times \frac{3}{2} = 13/5$$

جرم SO_3 در مخلوط تعادلی باقی‌مانده بیش‌تر از بقیه است پس درصد جرمی SO_3 در مخلوط تعادلی بیش از بقیه است.

(۱۶۷) ۱ ۲ ۳ ۴

چون حجم ظرف یک لیتر است پس مول مواد با غلظت مواد یکسان است.

	$CuO(s) + H_2(g) \rightleftharpoons Cu(s) + H_2O(g)$			$K = 4 = \frac{[H_2O]}{[H_2]}$
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 H_2	۲/۲	۱/۲ (+۱)	۰/۸	۰/۸
مول تعادل جدید	۲/۲−y	۱/۲−y	۰/۸+y	۰/۸+y

$\Rightarrow 4 = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = 0/8$

$\Rightarrow K_{(2)} = K_{(1)} = 4 = \frac{0/8+y}{1/2-y}$

$$4/8 - 4y = 0/8 + y$$
$$4 = 5y$$
$$\boxed{y = 0/8} \Rightarrow [H_2]_{\text{جدید}} = 0/4\ mol \cdot L^{-1}$$

۱۶۸ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا مول اولیه CO و مول تعادلی Sn را بدست می‌آوریم:

$$?molCO = 5/6kgCO \times \frac{1000g}{1kg} \times \frac{1molCO}{28gCO} = 200molCO$$
$$?molSn = 2/4kgSn \times \frac{1000g}{1kg} \times \frac{1molSn}{120gSn} = 20molSn$$

چون تعداد مول‌های گاز در دو طرف تعادل یکسان است، نیازی نیست غلظت در یک لیتر محاسبه شود.

	$SnO_2(s) + 2CO(g) \rightleftharpoons Sn(s) + 2CO_2(g)$			
مول اولیه	−	۲۰۰	۰	۰
تغییر مول	−	−۲x	+x	+۲x
مول تعادلی	−	۲۰۰−۲x	+x	+۲x

$$Sn = 20mol \Rightarrow x = 20 \begin{cases} [CO] = 200 - 40 = 160 \\ [CO_2] = 2 \times 20 = 40 \end{cases}$$

$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2} = \frac{(40)^2}{(160)^2} = (\frac{1}{4})^2 = 0/0625$$

۱۶۹ ۱ ۲ ۳ ۴

معادله موازنه شده به صورت زیر است:

$$\underset{\text{مول تعادلی}}{CS_2(g)} + 4H_2(g) \rightleftharpoons \underset{0/5mol}{CH_4(g)} + \underset{1mol}{2H_2S(g)}$$
$$\underset{0/1mol}{} \quad \underset{0/1mol}{}$$

$$K = \frac{[CH_4][H_2S]^2}{[CS_2][H_2]^4} = \frac{(\frac{0/5}{5})(\frac{1}{5})^2}{(\frac{0/1}{5})(\frac{0/1}{5})^4} = 1/25 \times 10^6 L^2 \cdot mol^{-2}$$

۱۷۰ ۱ ۲ ۳ ۴ معادله موازنه شده به صورت زیر است:

	$2F_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons O_2(g) + 4HF(g)$				
غلظت	F_2	H_2O		O_2	HF
اولیه	۱/۰۵	۰/۵۵		۰	۰
تغییرات	−۲x	−۲x		+x	+۴x
نهایی	۱			۰/۰۲۵	۰/۱

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 موازنه‌شده تعیین می‌شوند.

$$k = \frac{[HF]^4[O_2]}{[H_2O]^2[F_2]^2} = \frac{(10^{-1})^4 \times 25 \times 10^{-3}}{(5 \times 10^{-1})^2 \times 1^2} = \frac{25 \times 10^{-7}}{25 \times 10^{-2}} = 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$$

۱۷۱ ۱ ۲ ۳ ۴

$۱۸٫۴gNO_۲ \times \frac{۱molNO_۲}{۴۶gNO_۲} = ۰٫۴molNO_۲$

$۲۱٫۳gCl_۲ \times \frac{۱molCl_۲}{۷۱gCl_۲} = ۰٫۳molCl_۲$

	$۲NO_۲ + Cl_۲ \rightleftharpoons ۲NO_۲Cl$			
مول اولیه	۰٫۴	۰٫۳		۰
غلظت تعادلی	$\frac{۰٫۴-۲x}{۴}$	$\frac{۰٫۳-x}{۴}$		$\frac{۲x}{۴}$
غلظت تعادلی	۰٫۵	۰٫۵		۰٫۵

$\Longrightarrow ۰٫۴ \times \frac{۵۰}{۱۰۰} = ۰٫۲\,mol = ۲x \Longrightarrow \boxed{x = ۰٫۱}$

$K = \frac{[NO_۲Cl]^۲}{[NO_۲]^۲[Cl_۲]} = \frac{(۰٫۰۵)^۲}{(۰٫۰۵)^۲(۰٫۰۵)} = ۲۰mol \cdot L^{-۱}$

۱۷۲ ۱ ۲ ۳ ۴

برای هردو شکل، جدول تغییرات تشکیل می‌دهیم:

	$X_۲ + Y_۲ \rightleftharpoons ۲Z$			
تعادل (آ)	۰٫۲	۰٫۲		۰٫۴
تعادل (ب)	۰٫۳−x	۰٫۶−x		۲x

$\Longrightarrow K = \frac{[Z]^۲}{[X_۲][Y_۲]} = \frac{۰٫۴^۲}{۰٫۲ \times ۰٫۲} = ۴$

$\Longrightarrow K = ۴ = \frac{(۲x)^۲}{(۰٫۳-x)(۰٫۶-x)}$

$\Rightarrow ۴x^۲ = ۴(۰٫۱۸ - ۰٫۹x + x^۲) \Rightarrow ۰٫۱۸ = ۰٫۹x \Rightarrow x = ۰٫۲$

$molX_۲ = ۰٫۳ - x = ۰٫۱$

$molY_۲ = ۰٫۶ - x = ۰٫۴$

$molZ = ۲x = ۰٫۴$

۱۷۳ ۱ ۲ ۳ ۴

تغییرات مول مواد از ابتدا تا لحظهٔ رسیدن به تعادل را به‌صورت زیر می‌توان نشان داد:

	$۲NO \rightleftharpoons N_۲ + O_۲$			
مول اولیه	۱۰		۰	۰
تغییرات مولی	−۲x		+x	+x
مول تعادلی	۱۰−۲x		x	x

$K = \frac{(\frac{x}{۲})(\frac{x}{۲})}{(\frac{۱۰-۲x}{۲})^۲} = ۴۹ \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{x}{۱۰ - ۲x} = ۷ \Rightarrow x = \frac{۱۴}{۳} \simeq ۴٫۶۰۰$

$[NO] = \frac{۱۰ - ۲x}{۲} \simeq ۰٫۴mol \cdot L^{-۱}$

غلظت‌های تعادلی برابر است $\Rightarrow [N_۲ = [O_۲] = \frac{x}{۲} = \frac{۴٫۶}{۲} \simeq ۲٫۳mol \cdot L^{-۱}$

۱۷۴ ۱ ۲ ۳ ۴

$CO + H_۲O \rightleftharpoons CO_۲ + H_۲$

مول تعادلی : $m - x \quad m - x \quad x \quad x$

بازده درصدی $= \frac{x}{m} \times ۱۰۰ = ۸۰ \Rightarrow x = ۰٫۸m \Rightarrow m = ۱٫۲۵x$

$K = \frac{[CO_۲][H_۲]}{[CO][H_۲O]} = \frac{\frac{x}{\not{}} \times \frac{x}{\not{}}}{\frac{(m-x)}{\not{}} \times \frac{(m-x)}{\not{}}} = \frac{x^۲}{(۰٫۲۵x)^۲} = \frac{x^۲}{(\frac{۱}{۴})^۲x^۲} = ۱۶$

$[CO_۲] = \frac{x}{۴} = ۰٫۴mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow x = ۱٫۶mol$

CO مول اولیه $= m = ۱٫۲۵x = ۱٫۲۵ \times ۱٫۶ = ۲mol$

۱۷۵ ① ② ③ **④**

	$A_۲$	+ $D_۲$	→ $۲AD$
$t = ۰$	$۱mol$	$۱mol$	۰
	$-۰٫۶$	$-۰٫۶$	$+۱٫۲$
$t = ۲۵$	$۰٫۴mol$	$۰٫۴mol$	$۱٫۲mol$

$$\overline{R} \text{ واکنش} = \overline{R_{A_۲}} = \overline{R_{D_۲}} = \frac{\frac{۰٫۶mol}{۲L}}{۲۵ \times ۶۰s} = \frac{۱}{۵۰۰۰} = ۲ \times ۱۰^{-۴} \frac{mol}{L \cdot s}$$

$$\text{زمان تعادل} \Rightarrow n_{A_۲} = n_{D_۲} = ۰٫۲mol, n_{AD} = ۱٫۶mol$$

$$k = \frac{[AD]^۲}{[A_۲][D_۲]} = \frac{n_{AD}^۲}{n_{A_۲} \times n_{D_۲}} = \frac{۱٫۶^۲}{۰٫۲ \times ۰٫۲} = \frac{۱٫۶ \times ۱٫۶}{۰٫۲ \times ۰٫۲} = ۶۴$$

توجه: حجم ظرف به خاطر برابر بودن مول‌های گازی در طرفین واکنش در محاسبهٔ k بی‌تاثیر است.

۱۷۶ **①** ② ③ ④

	$N_۲$ + $۳H_۲$ ⇌ $۲NH_۳$			
شروع	۳mol	۴mol		۰
تعادل	$۳-x = ۲ mol$	$۴-۳x$		$۲x$

$\Rightarrow ۳-x=۲ \Rightarrow x=۱ mol$

$$n_{N_۲} = ۲mol \rightarrow [N_۲] = \frac{۲mol}{۵۴} = ۰٫۴$$

$$n_{H_۲} = ۴ - ۳x = ۱mol \quad [H_۲] = ۰٫۲$$

$$n_{NH_۳} = ۲x = ۲mol \rightarrow [NH_۳] = ۰٫۴$$

$$K = \frac{[NH_۳]^۲}{[N_۲][H_۲]^۳} = \frac{۰٫۴^۲}{۰٫۴ \times ۰٫۲^۳} = \frac{۰٫۴}{۰٫۰۰۸} = ۵۰$$

۱۷۷ ① ② **③** ④

$$X_۲(g) + Y_۲(g) \rightleftharpoons ۲Z(g)$$

$$K = \frac{[Z]^۲}{[X_۲][Y_۲]} \rightarrow ۵۰ = \frac{(\frac{۲٫۲}{۲})^۲}{[X_۲] \cdot [\frac{۰٫۴}{۲}]} \rightarrow [X_۲] = ۰٫۱۲۱mol \cdot L^{-۱}$$

در نتیجه شمار مول $X_۲$ در حالت تعادل برابر $n_{X_۲} = ۰٫۱۲۱ \times ۲ = ۰٫۲۴۲mol$ است.

۱۷۸ ① ② **③** ④

$$\overset{-x}{X_۲} + \overset{-۳x}{۳D_۲} \rightleftharpoons \overset{+۲x}{۲A}(g)$$

$۰٫۶mol \quad ۰٫۵mol \quad ۱٫۵mol$

$$K = \frac{(\frac{۱٫۵}{۳})^۲}{(\frac{۰٫۶}{۳})(\frac{۰٫۵}{۳})^۳} = \frac{(\frac{۱}{۲})^۲}{(\frac{۱}{۵})(\frac{۱}{۶})^۳} = \frac{۵ \times \cancel{۶}^{۳} \times \cancel{۶}^{۳} \times ۶}{\cancel{۲} \times \cancel{۲}} = ۴۵ \times ۶ = ۲۷۰$$

$$X_۲ + ۳D_۲ \rightleftharpoons ۲A$$

$$\underbrace{M - ۳X = ۰٫۵} \qquad ۲x = ۱٫۵ \Rightarrow x = ۰٫۷۵$$

$$M - ۳(۰٫۷۵) = ۰٫۵$$

$$M = ۰٫۵ - ۲٫۲۵ = ۲٫۷۵mol$$

۱۷۹ ① ④ ③ **②**

قسمت اول:

	$۲NO\,(g) + Br_۲(g)$ ⇌ $۲NOBr\,(g)$			
غلظت تعادلی	$(\frac{۱۸}{۳۰})/۳ = ۰٫۲$	$(\frac{۲۴}{۱۶۰})/۳ = ۰٫۰۵$		$(\frac{۶۶}{۱۱۰})/۳ = ۰٫۲$

$$K = \frac{[NOBr]^۲}{[NO]^۲[Br_۲]} = \frac{(۰٫۲)^۲}{(۰٫۲)^۲(۰٫۰۵)} = ۲۰$$

قسمت دوم: اگر مقدار اولیهٔ $Br_۲$ را برابر y مول فرض کنیم؛ می‌توان نوشت:

$$y - \frac{۶۰}{۱۰۰}y = ۰٫۰۵ \times ۳ \Rightarrow y = \frac{۰٫۱۵}{۰٫۴} = ۰٫۳۷۵mol\ Br_۲$$

۱۸۰ ۱ ۲ ۳ **۴**

	$CO(g) + H_2O \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$				
غلظت اولیه	$\frac{۸(۰/۰۲۵)}{۲}=۰/۱$	$\frac{۸(۰/۰۲۵)}{۲}=۰/۱$		۰	۰
تغییرات غلظت	$-x$	$-x$		$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۰/۱-x$	$۰/۱-x$		x	x

$$\Rightarrow K=\frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow ۹=\frac{x^۲}{(۰/۱-x)^۲} \xrightarrow{\sqrt{\ }} ۳=\frac{x}{۰/۱-x} \Rightarrow x=\frac{۰/۳}{۴}=۰/۰۷۵$$

پس غلظت تعادلی گاز H_2 برابر ۰/۰۷۵ مولار و مقدار مول آن برابر است با:

$$۰/۰۷۵mol\cdot L^{-۱}\times ۲L=۰/۱۵mol$$

۱۸۱ ۱ ۲ **۳** ۴ ابتدا مقدار ثابت تعادل را قبل از کاهش حجم حساب می‌کنیم:

$$K=\frac{[X]}{[A][D]}=\frac{(\frac{۰/۲}{۴})}{(\frac{۰/۲}{۴})(\frac{۰/۲}{۴})}=۲۰$$

با کاهش حجم ظرف (افزایش فشار)، تعادل مطابق اصل لوشاتلیه در جهت تعدیل تغییر تحمیل‌شده یعنی به‌سمت فراورده با شمار مول‌های گازی کمتر پیش می‌رود.

	$A(g) + D(g) \rightleftharpoons X(g)$			
غلظت اولیه	۰/۲	۰/۲		۰/۲
تغییرات غلظت	$-x$	$-x$		$+x$
غلظت تعادلی	$۰/۲-x$	$۰/۲-x$		$۰/۲+x$

دمای سامانه، بدون تغییر و ثابت مانده است؛ پس K، کماکان برابر مقدار آن قبل از اعمال تغییر یعنی ۲۰ است.

$$K=\frac{[X]}{[A][D]}=\frac{(۰/۲+x)}{(۰/۲-x)^۲}=۲۰ \Rightarrow ۰/۲+x=۲۰(x^۲-۰/۴x+۰/۰۴)$$
$$\Rightarrow ۰/۲+x=۲۰x^۲-۸x+۰/۸$$
$$\Rightarrow ۲۰x^۲-۹x+۰/۶=۰$$
$$\Rightarrow \Delta=(-۹)^۲-۴(۲۰)(۰/۶)=۳۳$$
$$\Rightarrow x_۱\ ,\ x_۲=\frac{-b\pm\sqrt{\Delta}}{۲a}=\frac{۹\pm\sqrt{۳۳}}{۴۰}=\frac{۹\pm ۵/۷۴}{۴۰}=\begin{cases}\xrightarrow{+} x_۱=۰/۳۶۸۵ \text{ غ ق ق} \rightarrow \text{از } ۰/۲ \text{ بزرگ‌تر است}\\ \xrightarrow{-} x_۲=۰/۰۸۱۵ \text{ ق ق}\end{cases}$$
$$n_X=۰/۲+x=۰/۲+۰/۰۸۱۵=۰/۲۸۱۵$$

۱۸۲ ۱ ۲ ۳ ۴ **۱** ابتدا مقادیر غلظت‌های تعادلی مواد را به دست می‌آوریم:

	$CH_4(g)+۲H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g)+۴H_2(g)$				
غلظت اولیه	$\frac{۰/۵۵}{۰/۵}=۱/۱$	$\frac{۰/۲}{۰/۵}=۰/۴$		۰	۰
تغییرات غلظت	$-x$	$-۲x$		$+x$	$+۴x$
غلظت تعادلی	$۱/۱-x$	$۰/۴-۲x=$ $۰/۴-۰/۲=$ $۰/۲$		$x=۰/۱$	$۴x=$ $۴(۰/۱)=۰/۴$

$$۱/۱-x=\frac{(\frac{۸}{۱۶})molCH_4}{۰/۵L} \Rightarrow ۱/۱-x=۱ \rightarrow x=۰/۱$$

در ادامه به‌راحتی می‌توان K را حساب کرد:

$$K=\frac{[CS_2][H_2]^۴}{[CH_4][H_2S]^۲} \Rightarrow K=\frac{(۰/۱)(۰/۴)^۴}{(۱)(۰/۲)^۲}=\frac{۲۵۶\times ۱۰^{-۵}}{۴\times ۱۰^{-۲}}=۶/۴\times ۱۰^{-۲}$$

۱۸۳ ۱ **۲** ۳ ۴

	$PH_3(g)$ +	$BCl_3(g)$ ⟺	$H_3PBCl_3(g)$
غلظت اولیه	$\frac{\frac{۴۰/۸}{۳۴}}{۴}=۰/۳$	$\frac{۱/۲۸}{۴}=۰/۳۲$	۰
تغییرات غلظت	$-x$	$-x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۰/۳-x$ $=۰/۳-۰/۰۷$ $=۰/۲۳$	$۰/۳۲-x=$ $۰/۳۲-۰/۰۷$ $=۰/۲۵$	$x=\frac{۰/۲۸}{۴}=۰/۰۷$

$$K=\frac{[H_3PBCl_3]}{[PH_3][BCl_3]}=\frac{(۰/۰۷)}{(۰/۲۳)(۰/۲۵)}\simeq ۱/۲۲$$

۱۸۴ ۱ ۲ **۳** ۴ مقدار اولیه دو گاز X و Y را n مول در نظر می‌گیریم. بنابراین:

	$۴X$	+ Y	⇌ $۲M$	+ $۲Z$	$K=۲۵$
مقدار اولیه	n	n	۰	۰	
تغییرات	$-۴x$	$-x$	$+۲x$	$+۲x$	
مقدار تعادلی	$n-۴x$	$n-x$	$۲x$	$۲x$	

$$\begin{matrix} n-۴x=۰/۰۲ \\ n-x=۰/۰۸ \end{matrix} \Rightarrow ۳x=۰/۰۶$$
$$x=۰/۰۲\ mol$$
$$n=۰/۱\ mol$$

$$K=\frac{[M]^۲[Z]^۲}{[x]^۴[Y]}=\frac{(\frac{۰/۰۴}{V})^۲(\frac{۰/۰۴}{V})^۲}{(\frac{۰/۰۲}{V})^۴(\frac{۰/۰۸}{V})}=\frac{(۰/۰۴)^۴}{(۰/۰۲)^۴(۰/۰۸)}\times V=\frac{\cancel{۱۶}}{\cancel{۰/۰۸}}\times V=۲۵$$

$$V=\frac{۲۵}{۲۰۰}=۰/۱۲۵L=۱۲۵mL$$

۱۸۵ **۴** ۳ ۲ ۱

$$۳/۲۶g\ NO_2Cl\times\frac{۱mol\ NO_2Cl}{۸۱/۵\ g\ NO_2Cl}=۰/۰۴\ molNO_2Cl \rightarrow \text{مانده}\ NO_2Cl=۰/۰۲\ mol$$

تا رسیدن به تعادل، ۰/۰۴ مول نیتروژن دی‌اکسید و ۰/۰۲ مول گاز کلر تولید می‌شود. پس در هنگام تعادل در مجموع ۰/۰۸ مول گاز درون ظرف وجود دارد. ثابت تعادل این واکنش برابر است با:

$$K=\frac{n_{Cl_2}\times(n_{NO_2})^۲}{(n_{NO_2Cl})^۲}\times V^{(۲)-(۲+۱)}\Rightarrow K=\frac{۰/۰۲\times(۰/۰۴)^۲}{(۰/۰۲)^۲}\times\frac{۱}{۲}=۰/۰۴\ mol\cdot L^{-۱}$$

۱۸۶ ۱ **۲** ۳ ۴

$O_3(g)$	+ $NO(g)$	⇌ $O_2(g)$	+ $NO_2(g)$
۱	۱	۰	۰
$۱-x$	$۱-x$	x	x

$$k=\frac{x\times x}{(۱-x)(۱-x)}=\frac{x^۲}{(۱-x)^۲}=۹\Rightarrow\frac{x}{(۱-x)}=۳\Rightarrow x=۰/۷۵$$

پس غلظت تعادلی گاز اکسیژن برابر است با:

$$M=\frac{n}{V}\Rightarrow M=\frac{۰/۷۵}{۲}=۰/۳۷۵\ \frac{mol}{L}$$

در این واکنش به‌ازای مصرف دو مول گاز، دو مول گاز فراورده تولیدشده و مقدار مول‌های گاز تغییری نمی‌کند.

۱۸۷ **۱** ۲ ۳ ۴

$$K=\frac{[NO_2]^۲}{[NO]^۲[O_2]}\quad mol\ NO_2=x\qquad K=\frac{x^۲}{x^۳\times\frac{۱}{۵}}=\frac{۱}{۲}\rightarrow x=۱۰$$

$۲NO$	+ O_2	⇌ $۲NO_2$	
۱۰	۱۰	۱۰	$\rightarrow ۱۰+۲a=۲۰-۳a\rightarrow a=۲$
$\frac{۱۰-۲a}{۶}$	$\frac{۱۰-a}{۸}$	$\frac{۱۰+۲a}{۱۴}$	

$$K_{\text{جدید}}=\frac{۱۴^۲}{۶^۲\times۸\times\frac{۱}{۵}}\simeq ۳/۴$$

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 به‌صورت کامل مصرف نمی‌شوند. پس:

$$\left.\begin{matrix} 2-4x>0 \Rightarrow x<0/5 \\ 2-5x>0 \Rightarrow x<0/4 \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{اشتراک}} x<0/4$$

اکنون گزینه‌های «۱» و «۲» را بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ «۱»: $n_{H_2O}=4/45mol \Rightarrow 2+6x=4/45 \Rightarrow x\simeq 0/408>0/4 \Rightarrow$ غ ق ق

گزینهٔ «۲»: $n_{H_2O}=3/2mol \Rightarrow 2+6x=3/2 \Rightarrow x=0/2<0/4 \Rightarrow$ ق ق

۱۸۹ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\begin{matrix} PCl_5 & \rightleftharpoons & PCl_3 & +Cl_2 \\ a & & 0 & 0 \\ a-x & & x & x \end{matrix} \Rightarrow molCl_2=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}=\frac{71}{71}=1mol \Rightarrow x=\frac{1mol}{2L}=\frac{1}{2}mol\cdot L^{-1}$$

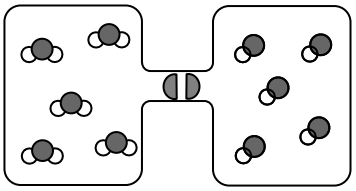
$$K=\frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} \Rightarrow 1=\frac{(\frac{1}{2})\times(\frac{1}{2})}{(a-\frac{1}{2})} \Rightarrow a-0/5=0/25 \Rightarrow a=0/75mol\cdot L^{-1}$$

PCl_5 **مول اولیه** $=0/75mol\cdot L^{-1}\times 2L=1/5mol$

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:



$5\times 0/1\ mol\ H_2O=0/5\ mol\ H_2O$

$5\times 0/1\ mol\ CO=0/5\ mol\ CO$

$$\begin{matrix} CO(g) & + & H_2O(g) & \rightleftharpoons & CO_2(g) & + & H_2(g) \quad k=16 \\ 0/5 & & 0/5 & & 0 & & 0 \quad : \text{تعداد مول آغازی} \\ 0/5-x & & 0/5-x & & x & & x \quad : \text{تعداد مول‌های تعادلی} \end{matrix}$$

$$K=\frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \rightarrow 16=\frac{x\times x}{(0/5-x)(0/5-x)} \rightarrow 16=\frac{x^2}{(0/5-x)^2} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} 4=\frac{x}{(0/5-x)}$$

$4\times 0/5-4x=x \rightarrow 2=5x \rightarrow x=0/4$ (تعداد مول تعادلی H_2 , CO_2)

$M=\frac{n}{V} \rightarrow CO_2$ غلظت مولی $=\frac{0/4\ mol\ CO_2}{2L}=0/2\ \frac{mol}{L}$ (غلظت مولی)

کل مول‌های فراورده $=0/4+0/4=0/8\ mol$ فراورده

۱۹۱ ۱ ۲ ۳ ۴

باتوجه به غلظت‌های تعادلی، مقدار K را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}=\frac{(\frac{1}{2})^2}{(\frac{2}{2})(\frac{2}{2})^3}=0/25$$

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:

$nN_2 = 9 \times 0/2 = 1/8$
$nH_2 = 27 \times 0/2 = 5/4$
$nNH_3 = 6 \times 0/2 = 1/2$

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$

$\underbrace{N - X}_{N-0/6=1/8}$ $\underbrace{M - 3X}_{M-1/8=5/4}$ $2x \Rightarrow 2x = 1/2$ $\boxed{x = 0/6}$

$N = 2/4 \quad M = 7/2 mol$

← 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.

۱۹۳ ۴ ۳ ۲ **۱**

	$3A + 2D \rightleftharpoons X + 2Z$				V=5L
	8/5 mol	5 mol		0	0
	−3x	−2x		x	2x
تعادل	8/5−3x	5−2x		x	2x
	2/5 mol	1 mol		2 mol	4 mol
				x=2	

$$K = \frac{(\frac{2}{5})(\frac{4}{5})^2}{(\frac{5}{5\times 2})^3 \times (\frac{1}{5})^2} = \frac{\frac{2}{5} \times \frac{16}{\cancel{25}}}{\frac{125}{10^3 \times \cancel{25}}} = \frac{32000}{5 \times 125} = 51/2$$

۱۹۴ **۴** ۳ ۲ ۱

ابتدا مول مصرفی N_2O_5 را محاسبه و بعد جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم.

$mol N_2O_5$ تجزیه‌شده $= 2/5 \times \frac{20}{100} = 0/5 mol$

	$2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$			
مول اولیه	2/5 mol		0	0
تغییر مول	−2x=−0/5		4x=+1	x=+0/25
مول تعادلی	2/5−2x=2		4x=1	x=0/25

$$K = \frac{(\frac{1}{5})^4 \times (\frac{0/25}{5})}{(\frac{2}{5})^2} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 1}{4 \times 25} = 5 \times 10^{-4} mol^3 \cdot L^{-3}$$

چون مقدار عددی K کوچک است پس تعادل در سمت چپ است و اگر به مقدار مساوی از همهٔ مواد به ظرف تعادلی اضافه شود تعادل در جهت برگشت (یعنی جهتی که تعادل در آن سمت است) جابه‌جا می‌شود.

۱۹۵ ۴ ۳ **۲** ۱

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

لحظه آغاز :	0	6	6
تعادل اولیه :	$+2x$	$6-x$	$6-2x$
لحظه اعمال تغییر :	$2x-2$	$6-x$	$6-2x$
رسیدن به تعادل مجدد :	$2x-2+2y$	$6-x-y$	$6-2x-2y$

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:

$۲x - ۲ + ۲y = ۲ \rightarrow 2x + ۲y = ۴ \rightarrow x + y = ۲$

$mol SO_۲ = ۶ - ۲(x + y) = ۶ - ۲ \times ۲ = ۲mol$

$mol O_۲ = ۶ - (x + y) = ۶ - ۲ = ۴mol$

$$K = \frac{[SO_۳]^۲}{[SO_۲]^۲[O_۲]} = \frac{(\frac{۲}{۱۰})^۲}{(\frac{۲}{۱۰})^۲ \times (\frac{۴}{۱۰})} = ۲/۵ mol^{-۱} \cdot L$$

۱۹۶ ۱ ۲ ۳ ۴

	$COCl_۲(g) \rightleftharpoons$		$CO(g) + Cl_۲(g)$	
در حال تعادل اولیه	۳		۳	۳
تعادل بعد از کاهش حجم	۳+x		۳−x	۳−x

$$K = \frac{[CO] \times [Cl_۲]}{[COCl_۲]} = \frac{(\frac{۳}{۳}) \times (\frac{۳}{۳})}{(\frac{۳}{۳})} = ۱$$

با افزایش فشار (کاهش حجم ظرف) تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

$$K = \frac{[CO] \times [Cl_۲]}{[COCl_۲]} = \frac{(\frac{۳ - x}{۱}) \times (\frac{۳ - x}{۱})}{(\frac{۳ + x}{۱})} = ۱$$

$\rightarrow x^۲ - ۷x + ۶ = ۰ \rightarrow x = ۱ \ , \ x = ۶$ (غیر قابل قبول)

$[COCl_۲] = ۳ + x = ۳ + ۱ = ۴$

۱۹۷ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\begin{array}{lccccc} & H_۲ & + & I_۲ & \rightarrow & ۲HI \\ \text{تعادلی :} & ۱ - x & & ۱ - x & & ۲x \end{array}$$

$$a \rightarrow ۰/۰۱ = \frac{(۲x)^۲}{(۱ - x)^۲} \xrightarrow{\sqrt{\ }} \frac{۱}{۱۰} = \frac{۲x}{۱ - x} \rightarrow ۲۱x = ۱ \rightarrow x = \frac{۱}{۲۱}$$

$$b \rightarrow ۴ = \frac{(۲x)^۲}{(۱ - x)^۲} \xrightarrow{\sqrt{\ }} ۲ = \frac{۲x}{۱ - x} \rightarrow ۲ = ۴x \rightarrow x = ۰/۵$$

$$\frac{b \text{ بازده}}{a \text{ بازده}} = \frac{\frac{(۰/۵)}{۱}}{\frac{(\frac{۱}{۲۱})}{۱}} = ۲۱ \times ۰/۵ = ۱۰/۵$$

۱۹۸ ۱ ۲ ۳ ۴ **در شرایط بهینه، ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.**

مول	$N_۲$	$H_۲$	$NH_۳$
اولیه	۱۰	۳۰	۰
تغییرات	$-x$	$-۳x$	$+۲x$
نهایی	$۱۰ - x$	$۳۰ - ۳x$	$۲x$

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 موازنه‌شده تعیین می‌شوند.

کل مول موجود در مخلوط $= (۱۰ - x) + (۳۰ - ۳x) + ۲x = ۴۰ - ۲x$

$$\frac{\text{مول آمونیاک}}{\text{مول کل}} = \frac{۲x}{۴۰ - ۲x} = \frac{\cancel{۲۸}^{۷}}{\cancel{۱۰۰}_{۲۵}} \Rightarrow ۵۰x = ۲۸۰ - ۱۴x \Rightarrow ۶۴x = ۲۸۰ \Rightarrow x = ۴/۳۷۵$$

$\Rightarrow$ مول آمونیاک $= ۲ \times ۴/۳۷۵ = ۸/۷۵mol$

$$?g\, NH_۳ = ۸/۷۵mol\, NH_۳ \times \frac{۱۷g\, NH_۳}{۱mol\, NH_۳} = ۱۴۸/۷۵g\, NH_۳$$

همانطور که ملاحظه می‌کنید، این عدد در گزینه‌ها نیست. منظور طراح این بوده است که بازده واکنش را ۲۸٪ درنظر بگیرید که امکان سوء تعبیر وجود دارد.

حال اگر بازده واکنش را ۲۸٪ درنظر بگیرید.

$$?g\,NH_3 = 10mol\,N_2 \times \frac{2mol\,NH_3}{1mol\,N_2} \times \frac{17g\,NH_3}{1mol\,NH_3} = 340g\,NH_3$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{جرم عملی}}{\text{جرم نظری}} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{\text{جرم عملی}}{340(g)} \times 100 \Rightarrow \text{جرم عملی} = 95/2g$$

۱۹۹ ۱ ۲ **۳** ۴ فرمول ترکیب داده‌شده $C_{20}H_{12}O_2N_2$ است. بر این اساس داریم:

مورد اول : درست. دو ساختار دوحلقه‌ای مشابه به حلقه بنزنی وسط ساختار متصل هستند.

مورد دوم: نادرست. نسبت موردنظر 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 $C-H$ با شمار اتم‌های H برابر است. (زیرا به اتم‌های N اتم H متصل نیست.)

مورد چهارم: درست. در مولکول ترفتالیک‌اسید ۶ اتم H وجود دارد؛ بنابراین نسبت موردنظر برابر با $\frac{12}{6} = 2$ است.

۲۰۰ ۱ ۲ ۳ ۴ 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:

$$\text{۱(واکنش)}: 2CH_4 + 2H_2O \rightarrow 2CO + \underline{6H_2}$$

$$\text{۲(واکنش)}: 3CO + \underline{6H_2} \rightarrow 3CH_3OH$$

$$6H_2 \sim 3CH_3OH$$

$$\frac{1000g}{6 \times 2} = \frac{xg}{3 \times 32} \Rightarrow x = 8000g = \underline{\underline{8kg}}$$

پاسخ‌نامه کلیدی

۱	۴	۸۳	۴	۱۲۴	۴
۲	۴	۸۴	۳	۱۲۵	۴
۳	۴	۸۵	۳	۱۲۶	۳
۴	۴	۸۶	۳	۱۲۷	۱
۵	۴	۸۷	۴	۱۲۸	۴
۶	۴	۸۸	۴	۱۲۹	۲
۷	۴	۸۹	۲	۱۳۰	۳
۸	۱	۹۰	۲	۱۳۱	۳
۹	۱	۹۱	۱	۱۳۲	۱
۱۰	۲	۹۲	۱	۱۳۳	۴
۱۱	۲	۹۳	۳	۱۳۴	۴
۱۲	۲	۹۴	۴	۱۳۵	۴
۱۳	۳	۹۵	۱	۱۳۶	۴
۱۴	۴	۹۶	۴	۱۳۷	۱
۱۵	۱	۹۷	۲	۱۳۸	۱
۱۶	۴	۹۸	۱	۱۳۹	۲
۱۷	۱	۹۹	۳	۱۴۰	۳
۱۸	۴	۱۰۰	۱	۱۴۱	۳
۱۹	۱	۱۰۱	۴	۱۴۲	۴
۲۰	۲	۱۰۲	۱	۱۴۳	۲
۲۱	۴	۱۰۳	۲	۱۴۴	۳
۲۲	۴	۱۰۴	۴	۱۴۵	۲
۲۳	۳	۱۰۵	۴	۱۴۶	۴
۲۴	۱	۱۰۶	۴	۱۴۷	۴
۲۵	۲	۱۰۷	۳	۱۴۸	۴
۲۶	۲	۱۰۸	۱	۱۴۹	۲
۲۷	۲	۱۰۹	۴	۱۵۰	۲
۲۸	۱	۱۱۰	۲	۱۵۱	۳
۲۹	۲	۱۱۱	۴	۱۵۲	۱
۳۰	۴	۱۱۲	۱	۱۵۳	۴
۳۱	۴	۱۱۳	۱	۱۵۴	۱
۳۲	۱	۱۱۴	۳	۱۵۵	۱
۳۳	۳	۱۱۵	۲	۱۵۶	۳
۳۴	۴	۱۱۶	۳	۱۵۷	۲
۳۵	۱	۱۱۷	۱	۱۵۸	۲
۳۶	۴	۱۱۸	۱	۱۵۹	۲
۳۷	۳	۱۱۹	۲	۱۶۰	۲
۳۸	۱	۱۲۰	۴	۱۶۱	۴
۳۹	۳	۱۲۱	۳	۱۶۲	۴
۴۰	۱	۱۲۲	۳	۱۶۳	۱
۴۱	۴	۱۲۳	۴	۱۶۴	۲
۴۲	۲				
۴۳	۱				
۴۴	۱				
۴۵	۴				
۴۶	۲				
۴۷	۴				
۴۸	۳				
۴۹	۳				
۵۰	۳				
۵۱	۲				
۵۲	۴				
۵۳	۴				
۵۴	۴				
۵۵	۴				
۵۶	۲				
۵۷	۲				
۵۸	۱				
۵۹	۲				
۶۰	۱				
۶۱	۲				
۶۲	۲				
۶۳	۱				
۶۴	۱				
۶۵	۱				
۶۶	۳				
۶۷	۳				
۶۸	۴				
۶۹	۲				
۷۰	۱				
۷۱	۴				
۷۲	۱				
۷۳	۲				
۷۴	۴				
۷۵	۳				
۷۶	۲				
۷۷	۴				
۷۸	۳				
۷۹	۲				
۸۰	۳				
۸۱	۳				
۸۲	۱				

۱۶۵	۴	۳	۲	**۱**	۱۷۴	۴	۳	۲	۱	۱۸۳	۴	۳	**۲**	۱	۱۹۲	۴	۳	**۲**	۱
۱۶۶	۴	**۳**	۲	۱	۱۷۵	۴	۳	۲	۱	۱۸۴	۴	۳	**۲**	۱	۱۹۳	۴	۳	۲	**۱**
۱۶۷	۴	۳	۲	**۱**	۱۷۶	۴	۳	۲	**۱**	۱۸۵	**۴**	۳	۲	۱	۱۹۴	**۴**	۳	۲	۱
۱۶۸	۴	۳	۲	**۱**	۱۷۷	۴	**۳**	۲	۱	۱۸۶	۴	۳	**۲**	۱	۱۹۵	۴	۳	**۲**	۱
۱۶۹	**۴**	۳	۲	۱	۱۷۸	۴	**۳**	۲	۱	۱۸۷	۴	۳	۲	**۱**	۱۹۶	۴	۳	۲	**۱**
۱۷۰	۴	۳	۲	**۱**	۱۷۹	۴	۳	**۲**	۱	۱۸۸	۴	۳	**۲**	۱	۱۹۷	۴	۳	**۲**	۱
۱۷۱	۴	۳	۲	**۱**	۱۸۰	**۴**	۳	۲	۱	۱۸۹	**۴**	۳	۲	۱	۱۹۸	۴	۳	۲	**۱**
۱۷۲	۴	۳	۲	**۱**	۱۸۱	۴	**۳**	۲	۱	۱۹۰	۴	۳	۲	**۱**	۱۹۹	۴	**۳**	۲	۱
۱۷۳	**۴**	۳	۲	۱	۱۸۲	۴	۳	۲	**۱**	۱۹۱	۴	۳	۲	**۱**	۲۰۰	۴	۳	۲	**۱**