# پاسخ پرسش‌های درون فصل ۱

## خود را بیازمایید صفحه ۲

آ)

| دورهٔ زمانی | ۱۳۳۰_۱۳۳۵ | ۱۳۶۵_۱۳۷۰ | ۱۳۹۰_۱۳۹۵ |
|---|---|---|---|
| درصد جمعیت | حدود ۳۰٪ | حدود ۷٪ | حدود ۱٪ |

ب) ۳۰ ٪

پ) ۷۰ــ۶۰ سال

ت) افزایش یافته است. به دلیل افزایش سطح آگاهی مردم، سلامت جامعه، سلامت محیط زیست، نوع تغذیه و... امید به زندگی زیاد شده است.

ث) ۸۰ ــ۷۰ سال

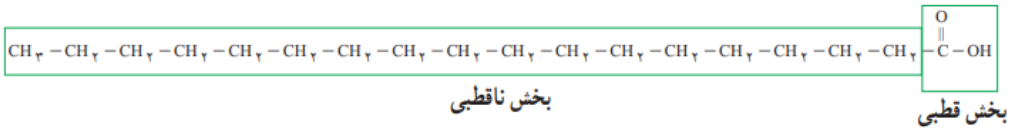
## خود را بیازمایید صفحه ۴

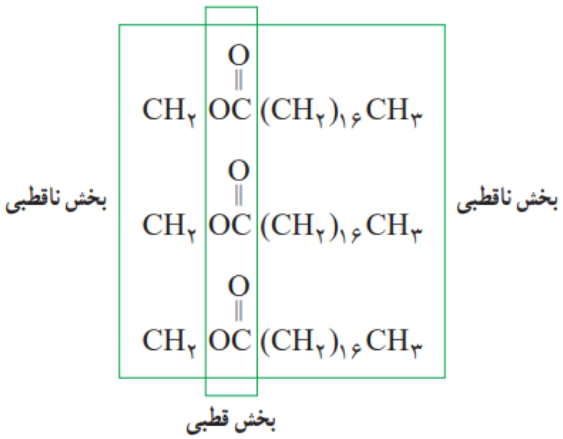
| نام ماده | فرمول شیمیایی | محلول در آب | محلول در هگزان |
|---|---|---|---|
| اتیلن گلیکول (ضدیخ) | $CH_2OHCH_2OH$ | ✓ | × |
| نمک خوراکی | $NaCl$ | ✓ | × |
| بنزین | $C_8H_{18}$ | × | ✓ |
| اوره | $CO(NH_2)_2$ | ✓ | × |
| روغن زیتون | $C_{57}H_{104}O_6$ | × | ✓ |
| وازلین | $C_{25}H_{52}$ | × | ✓ |

## با هم بیندیشیم صفحه ۵

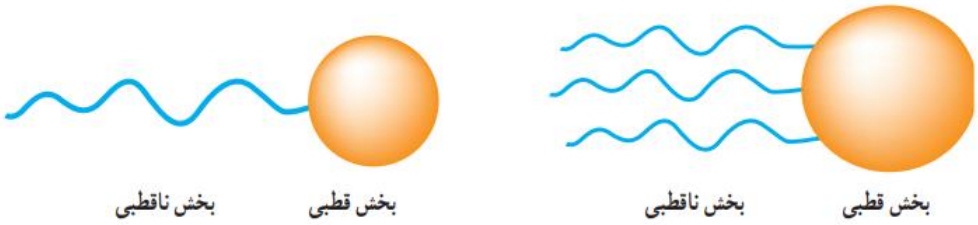
۱- آ) شکل (۱) اسید چرب و شکل (۲) استر بلند زنجیر است.

ب)



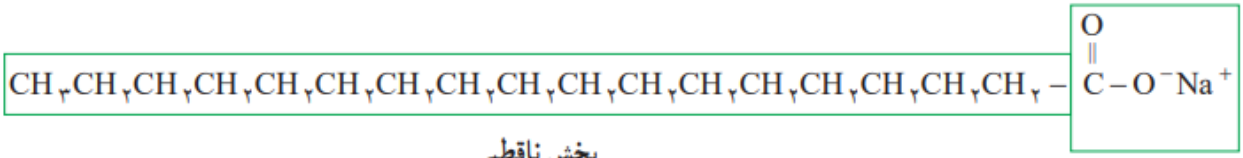
پ)




ت) وان‌دروالس، زیرا بخش بزرگی از مولکول را بخش ناقطبی (زنجیر بلند کربنی) تشکیل داده است.

ث) با توجه به اینکه بخش بزرگی از مولکول‌های آنها را زنجیرهای بلند هیدروکربنی و آب‌گریز تشکیل می‌دهد، انحلال‌پذیری بسیار ناچیزی در آب دارند به طوری که در عمل، چربی‌ها در آب حل نمی‌شوند.

۲- آ)




ب) بخش قطبی، آب‌دوست و بخش ناقطبی آن، آب‌گریز است.

پ) نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب و صابون به اندازه‌ای است که سبب حل شدن و پخش شدن صابون در آب می‌شود. به دیگر سخن، نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب و صابون از میانگین نیروهای جاذبه میان مولکول‌های آب و میان مولکول‌های صابون بیشتر است.

ت) صابون دارای مولکول‌های دو بخشی است که به کمک بخش قطبی به طور عمده در آب و به کمک بخش ناقطبی به طور عمده در آب و روغن حل می‌شود. رفتاری که از مولکول‌هایی مانند آن انتظار می‌رود.

## خود را بیازمایید صفحه ۷

۱-

| نوع مخلوط / ویژگی | سوسپانسیون | کلوئیدها | محلول |
|---|---|---|---|
| رفتار در برابر نور | نور را پخش می‌کنند | نور را پخش می‌کند | مسیر عبور نور مشخص نیست |
| همگن بودن | ناهمگن | ناهمگن | همگن |
| پایداری | ناپایدار است/ ته‌نشین می‌شود | پایدار است/ ته نشین نمی‌شود | پایدار است/ ته نشین نمی‌شود |
| ذره‌های سازنده | ذره‌های ریزماده | توده‌های مولکولی و یونی | یون‌ها و مولکول‌ها |

۲- کلوئید همانند سوسپانسیون مخلوطی ناهمگن است و نور را پخش می‌کند در حالی که همانند محلول، پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود.

## خود را بیازمایید صفحه ۹

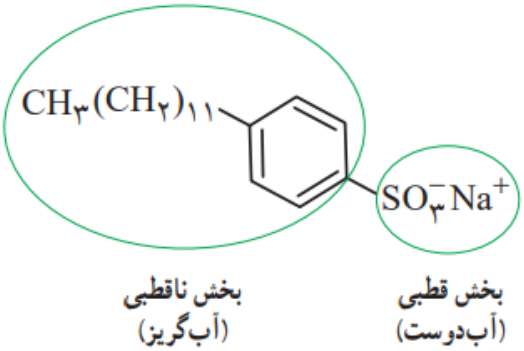
آ) با افزایش دما، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد.

ب) افزودن آنزیم به صابون، قدرت پاک‌کنندگی را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

پ) خیر. به طوری که صابون آنزیم‌دار در دمای ۴۰ درجه سلسیوس همه لکه را از روی پارچه نخی زدوده است، در حالی که ۱۵ درصد از لکه بر روی پارچه پلی‌استر باقی مانده است.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۱

آ)




ب) شباهت: همانند صابون دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی است. تفاوت: در بخش ناقطبی افزون بر زنجیر هیدروکربنی دارای حلقه بنزنی است. در بخش قطبی به جای $-COO^-Na^+$ دارای $-SO_3^-Na^+$ است.

پ) همانند صابون دارای مولکول‌های دوبخشی است، از سر قطبی در آب و از سر ناقطبی با مولکول‌های چربی در ارتباط است. به این ترتیب می‌تواند همانند پلی میان مولکول‌های آب و چربی عمل کند، روندی که به تدریج لکه‌های چربی را می‌زداید.

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۲

۱- جوهرنمک و سرکه سفید، خاصیت اسیدی اما صابون و محلول سود خاصیت بازی دارند.

۲- آ)این مخلوط خاصیت بازی دارد که در واکنش با چربی‌ها و روغن‌ها موادی همانند صابون تولید می‌کنند. موادی که در آب حل شده و خود یک پاک‌کننده هستند.

ب) چون واکنش گرماده است با افزایش دما قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد. همچنین دما سبب ذوب شدن چربی نیز می‌شود پس شناور شده و شسته می‌شود.

پ) افزون بر تولید پاک‌کننده و افزایش دما، تولید گاز در این واکنش با ایجاد فشار و رفتار مکانیکی بازکردن مجاری را تسهیل می‌کند. به عبارت دیگر هنگام عبور از لابه‌لای مواد، خلل و فرج ایجاد می‌کند و آنها را سست‌تر می‌کند.

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۴

۱- آ) یون $H_3O^+(aq)$ ، یونی که در هر محلول (۲) و (۳) به طور مشترک یافت می‌شود.

ب) یون $OH^-(aq)$، یونی که در هر محلول (۱) و (۴) به طور مشترک یافت می‌شود.

پ) اسید آرنیوس در آب باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم و باز آرنیوس در آب باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید می‌شود.

۳-

آ) گاز هیدروژن کلرید، یک ~~بازِ~~ اسید آرنیوس به شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون ~~هیدروکسید~~ هیدرونیوم می‌شود.

ب) سدیم هیدروکسید جامد، یک ~~اسید~~ باز آرنیوس به‌شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون ~~هیدرونیوم~~ هیدروکسید می‌شود.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۶

آ) $Li_2O$ و $BaO$ باز آرنیوس هستند زیرا با حل شدن در آب، باعث افزایش غلظت یون‌های هیدروکسید شده‌اند.

$SO_2$ و $N_2O_5$ اسید آرنیوس هستند زیرا با حل شدن در آب، باعث افزایش غلظت یون‌های هیدرونیوم شده‌اند.

ب)

$Li_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2Li^+(aq) + 2OH^-(aq)$

$BaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aqq) + 2NO_3^-(aq)$

پ)

| نام ترکیب شیمیایی | فرمول شیمیایی | نوع اکسید | | رنگ کاغذ PH در محلول |
|---|---|---|---|---|
| | | اسیدی | بازی | |
| گوگرد تری‌اکسید | $SO_3$ | ✓ | | سرخ |
| کربن دی اکسید | $CO_2$ | ✓ | | سرخ |
| کلسیم‌اکسید | CaO | | ✓ | آبی |
| سدیم اکسید | $Na_2O$ | | ✓ | آبی |

## خود را بیازمایید صفحه ۱۷

۱- $NaCl(s) \xrightarrow{\text{آب}} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

۲-

آ) $NaOH(s) \longrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

ب) $Al(NO_3)_3(s) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$

پ) $BaCl_2(s) \longrightarrow Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۸

۱-

$$HCl\,(aq) \longrightarrow H^+\,(aq) + Cl^-\,(aq)$$

$$HF(aq) \longrightarrow H^+\,(aq) + F^-\,(aq)$$

۲- آ) HX به طور کامل یونیده شده است اما HA به طور جزئی.

ب) نمودار سمت راست انحلال HCl و نمودار سمت چپ HF را نشان می‌دهد، زیرا هیدروکلریک اسید به طور کامل اما HF به طور جزئی یونیده می‌شود.

۳- آ) برابر با یک است زیرا همه مولکول‌های HCl در آب یونیده می‌شوند. در واقع صورت و مخرج کسر با یکدیگر برابرند.

ب)

$$\alpha = \frac{۲۴}{۱۰۰۰} = ۰/۰۲۴ \text{ یا } ٪\,۲/۴$$

## خود را بیازمایید صفحه ۱۹

۱- چون نیتریک اسید یک اسید قوی است پس در محلول به طور کامل یونیده شده و همه مولکول‌های آن به یون تبدیل می‌شوند از این‌رو: $[H^+] = [NO_3^-] = 0/2 mol.L^{-1}$

۲- غلظت مولی اسید حل شده ۰/۱ مولار است اما از این مقدار تنها $۱/۳۵ \times ۱۰^{-۳}$ مولار آن یونش یافته از این‌رو:

آ)

$$CH_۳COOH(aq) \rightarrow CH_۳COO^-(aq) + H^+(aq)$$

ب)

$$\alpha = \frac{۱/۳۵ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۱} \times ۱۰۰ = ٪\,۱/۳۵$$

## با هم بیندیشیم صفحه ۲۲

آ) زیرا به ازای هر مولکول HF که در آب یونیده می‌شود یک یون $F^-(aq)$ همراه با یک یون $H^+(aq)$ تولید می‌شود.

ب)

| شماره محلول | غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر) | | | $K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$ |
|---|---|---|---|---|
| | [HF] | [F−] | [H+] | |
| ۱ | ۰/۵۲ | $۱/۷۵ \times ۱۰^{-۲}$ | $۱/۷۵ \times ۱۰^{-۲}$ | $۵/۸۹ \times ۱۰^{-۴}$ |
| ۲ | ۰/۲۹ | $۱/۳۱ \times ۱۰^{-۲}$ | $۱/۳۱ \times ۱۰^{-۲}$ | $۵/۹۱ \times ۱۰^{-۴}$ |
| ۳ | ۱/۰ | $۲/۴۳ \times ۱۰^{-۲}$ | $۲/۴۳ \times ۱۰^{-۲}$ | $۵/۹۰ \times ۱۰^{-۴}$ |

پ) این یافته‌های تجربی نشان می‌دهد در یک دمای معینی برای هر سامانه تعادلی، فقط یک مقدار ثابت برای K وجود دارد.

ت) خیر زیرا مطابق جدول، با انحلال مقادیر متفاوت از HF در آب و ایجاد یک سامانه تعادلی، برای K تنها یک مقدار در دمای اتاق به دست آمده است.

۲- از آنجا که در محلول استیک اسید به ازای یونش هر مولکول $CH_۳COOH$ تنها یک یون $CH_۳COO^-(aq)$ و یک یون $H^+(aq)$ تولید می‌شود پس:

آ)

$$[CH_۳COO^-] = [H_۳O^+] = ۶ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

ب)

$$K = \frac{[CH_۳COO^-][H_۳O^+]}{[CH_۳COOH]} = \frac{(۶ \times ۱۰^{-۴})(۶ \times ۱۰^{-۴})}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۱/۸ \times ۱۰^{-۵}$$

## خود را بیازمایید صفحه ۲۴

آ) در ظرف (آ) زیرا تولید حباب‌های گاز هیدروژن آشکارتر است.

ب) در ظرف (آ) زیرا هرچه غلظت واکنش‌دهنده‌ها (یون $H_3O^+$) بیشتر باشد سرعت واکنش بیشتر است.

پ) $K_{a1} > K_{a2}$ زیرا در شرایط یکسان، هرچه غلظت یون هیدرونیوم در محلول یک اسید بیشتر باشد، ثابت یونش آن بزرگتر خواهد بود.

۲- نیتریک اسید و سولفوریک اسید مطابق جدول ۱، اسید قوی هستند در حالی‌که کربنیک اسید یک اسید ضعیف است به همین دلیل غلظت یون هیدرونیوم در باران اسیدی بیشتر از باران معمولی است.

## پیوند با ریاضی صفحه ۲۴

۱-

آ)

$$۲ = ۱۰^{۰/۳}$$

$$\log ۳ = ۰/۴۸ \rightarrow ۳ = ۱۰^{۰/۴۸}$$

$$\log ۷ = ۰/۸۵ \rightarrow ۷ = ۱۰^{۰/۸۵}$$

ب)

$$\log ۲۱ = \log(۳ \times ۷) = \log ۳ + \log ۷ = ۰/۴۸ + ۰/۷۵ = ۱/۲۳$$

$$\log ۰/۸ = \log(۰/۱ \times ۸) = \log ۱۰^{-۱} + \log ۲^{۳} = -۱ + ۳\,(۰/۳) = -۰/۱$$

$$\log ? = ۱/۸۵ = ۱ + ۰/۸۵ = \log ۱۰ + \log ۷ = \log(۱۰ \times ۷) = \log ۷۰$$

۲-

| خاصیت محلول | pH | $[H^+]$ |
|---|---|---|
| بازی | ۸/۵۲ | $۳\times ۱۰^{-۹}$ |
| اسیدی | ۴ | $۱ \times ۱۰^{-۴}$ |
| اسیدی | ۱/۷۴ | $۱/۸ \times ۱۰^{-۲}$ |

۳-

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

۴-

| خاصیت محلول | pH | $[H^+]$ |
|---|---|---|
| اسیدی | ۲/۱۵ | $۷\times ۱۰^{-۳}$ |
| اسیدی | ۳/۴۴ | $۳/۶ \times ۱۰^{-۴}$ |
| بازی | ۱۱/۴ | $۴ \times ۱۰^{-۱۲}$ |
| اسیدی | ۰ | ۱ |

## با هم بیندیشیم صفحه ۲۶

۱- آ) مطابق معادله واکنش به ازای هر مولکول آب که یونیده می‌شود یک یون هیدرونیوم و یک یون هیدروکسید تولید خواهد شد. از این‌رو در آب خالص $[H^+]=[OH^-]$ است پس:

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \rightarrow [H^+]^۲ = ۱۰^{-۱۴} \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۷} = [OH^-]$$

ب)

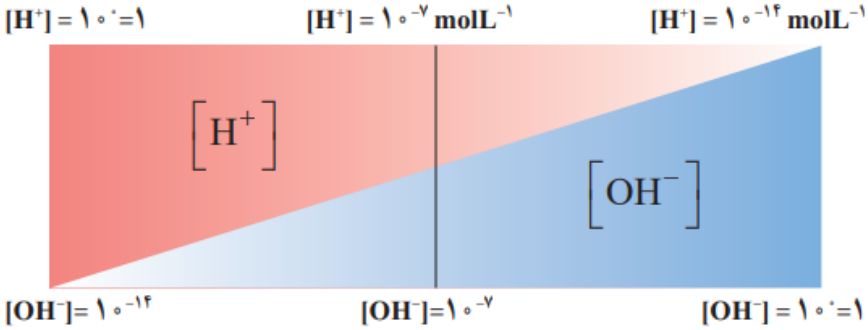
$$pH = -\log[H^+] = -\log ۱۰^{-۷}$$

۲- آ) ماده (۲) زیرا باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم در سامانه شده است.

ب) د رهمه محلول‌های بازی $[OH^-]>[H^+]$ است.

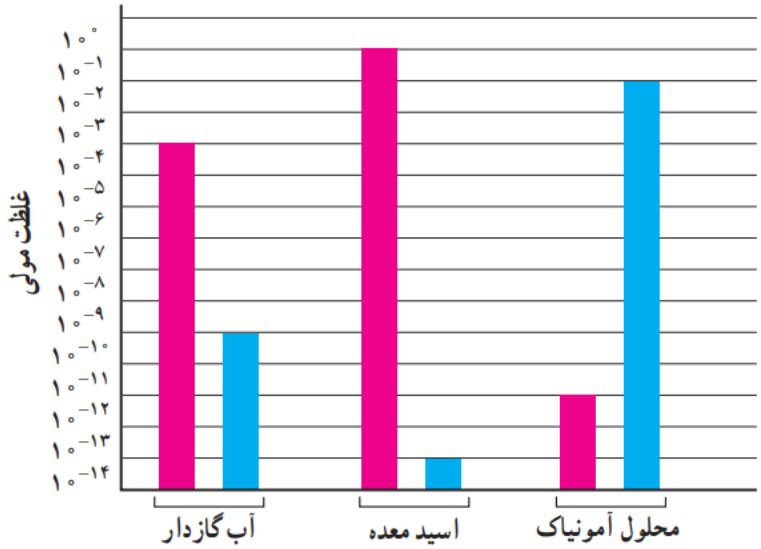
پ) خیر زیرا در همه محلول‌های آبی (اسیدی، بازی یا خنثی) یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارند اما مقدار آنها متفاوت است. به طوری که در محلول‌های اسیدی $[H^+]>[OH^-]$ اما در محلول‌های بازی $[OH^-]>[H^+]$ است.

۳-




این طرح نشان می‌دهد که برای هر محلول آبی در دمای اتاق، $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ برقرار است و با افزایش غلظت یکی از غلظت دیگری کاسته می‌شود اما همواره در این دما، حاصل‌ضرب غلظت این یون‌ها برابر با $۱۰^{-۱۴}$ است.

۴-



## خود را بیازمایید صفحه ۲۸

۱- pH محلول هیدروکلریک اسید کمتر است زیرا در شرایط یکسان، غلظت یون هیدرونیوم در محلول آن بیشتر است.

۲-

| نام محلول | غلظت محلول | $[H^+]$ | $[OH^-]$ | pH | درصد یونش |
|---|---|---|---|---|---|
| هیدروکلریک اسید | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۴ | $۲/۵ \times ۱۰^{-۱۲}$ | ۲/۴ | ۱۰۰ |
| هیدروفلوئوریک اسید | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۰۱ | $۱۰^{-۱۰}$ | ۴ | ۲/۵ |
| نیتریک اسید | $۲ \times ۱۰^{-۴}$ | $۲ \times ۱۰^{-۴}$ | $۵ \times ۱۰^{-۱۱}$ | ۳/۷ | ۱۰۰ |
| نمونه‌ای از آب یک دریاچه | | $۳ \times ۱۰^{-۹}$ | $۳/۳ \times ۱۰^{-۶}$ | ۸/۵۲ | |

## خود را بیازمایید صفحه ۲۹

۱- آ) محلول (۲) زیرا شدت روشنایی کمتر لامپ نشان از وجود یون‌های کمتری در این محلول است. این رفتار، ضعیف‌تر بودن این باز را تأیید می‌کند.

ب) محلول (۱)، محلول باز قوی است که می‌تواند در واکنشی گرماده با مواد موجود در لوله سریع‌تر واکنش دهد.

۲- آ) KOH(aq) محلول یک باز قوی را نشان می‌دهد که در آن:

$$[KOH] = [K^+] = [OH^-] = \frac{۰/۰۲\,mol}{۰/۱L} = ۰/۲\,mol.L^{-۱}\,,\ [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}\,,\ [H^+] = ۵ \times ۱۰^{-۱۴}$$

ب)

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۵ \times ۱۰^{-۱۴}) = ۱۳/۳$$

## خود را بیازمایید صفحه ۳۲

۱-

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۳ \times ۱۰^{-۲}) = ۲/۵۲$$

۲-

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

۳- آ) چون سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) برای خنثی کردن بخشی از اسید معده به کار می‌رود پس باید دارای خاصیت بازی باشد.

ب) به دلیل اینکه جوش شیرین خاصیت بازی دارد با افزایش خاصیت بازی شوینده‌ها می‌توان قدرت پاک کردن چربی را افزایش داد.

# پاسخ تمرین‌های دوره‌ای فصل ۱

۱- آ) ثابت یونش کوچک نشان‌دهنده میزان یونش کم و غلظت کم یون‌ها در محلول است.

ب) اغلب اسیدهای شناخته شده (آلی و معدنی) ضعیف هستند به طوری که مصرف خوراکی‌ها و داروها و همچنین استفاده از بسیاری پاک‌کننده‌های گوناگون، این ویژگی را تایید می‌کند.

پ) نیتریک اسید، یک اسید قوی است ( $K_a$ بزرگ). از این‌رو در محلول آن، یونش به طور کامل رخ می‌دهد و به ازای یونش هر $HNO_3$ در محلول، یک یون هیدرونیوم و یک یون نیترات تولید می‌شود.

$$[HNO_3] = [H^+] = [NO_3^-] = ۰/۱\ mol.L^{-1}$$

ت) فورمیک اسید یک اسید ضعیف است ($K_a = ۱/۸\times۱۰^{-۴}$) از این‌رو در محلول به طور جزئی یونیده می‌شود در واقع مولکول‌های $HCOOH$ به طور عمده به شکل یونیده نشده در محلول وجود دارند.

۲- رنگ سرخ کاغذ pH نشانه اسیدی بودن محلول است. رسانایی الکتریکی کم آن، محلول الکترولیت ضعیف را یادآوری می‌کند. این ویژگی‌های محلول یک اسید ضعیف است که با $HCOOH$ همخوانی دارد. $KOH$ , $HCl$ و $KBr$ الکترولیت‌های قوی بوده اما $CH_3OH$ غیرالکترولیت است. $NH_3$ با اینکه الکترولیت ضعیف است اما محلول آبی آن خاصیت بازی دارد.

۳- بر اساس مقدار ثابت یونش، محلول (۳) با هیدروبرمیک اسید، محلول (۲) با استیک اسید و محلول (۱) با هیدروسیانیک اسید همخوانی دارد. زیرا برای اسیدهای تک‌پروتون‌دار هرچه غلظت یون هیدرونیوم بیشتر باشد، ثابت یونش بزرگتر است.

۴-

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۲\times ۱۰^{-۵}) = ۴/۷$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۴\times ۱۰^{-۹}) = ۸/۴$$

۵- با توجه به اینکه در دمای ثابت برای محلول‌های آبی حاصل‌ضرب $[H^+][OH^-]$ همواره مقدار ثابتی است، از این‌رو با تغییر حجم محلول، حاصل‌ضرب غلظت این یون‌ها ثابت می‌ماند در نتیجه نمودار (ت) برای این توصیف مناسب است.

۶-

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = ۴\times۱۰^{۶} \rightarrow [H^+] = ۴\times۱۰^{۶}[OH^-]$$

$$[H^+][OH^-] = ۱\times ۱۰^{-۱۴} \rightarrow ۴\times ۱۰^{۶}[OH^-]^۲ = ۱\times ۱۰^{-۱۴}$$

$$[OH^-]^۲ = ۰/۲۵\times ۱۰^{-۲۰} \rightarrow [OH^-] = ۰/۵\times ۱۰^{-۱۰} \rightarrow [H^+] = ۲\times ۱۰^{-۴}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۲\times ۱۰^{-۴}) = ۳/۷$$

۷-

$$pH \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۴/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۵} = ۲ \times ۱۰^{-۵}$$

۸- آ) اسید آرنیوس، زیرا با حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم شده‌اند.

ب)

$$\alpha(۱) = \frac{۱۰}{۱۰} = ۱$$

$$[H^+]_۱ = \frac{۱۰ \times ۰/۰۰۱ mol}{۰/۵ L} = ۰/۲ molL^{-۱}$$

$$pH(۱) = -\log[H^+]_۱ = -\log(۲ \times ۱۰^{-۱}) = ۰/۷$$

$$\alpha(۲) = \frac{۱}{۱۰} = ۰/۱$$

$$[H^+]_۲ = \frac{۱ \times ۰/۰۰۱ mol}{۰/۵ L} = ۰/۰۲ molL^{-۱}$$

$$pH(۲) = -\log[H^+]_۲ = -\log(۲ \times ۱۰^{-۲}) = ۱/۷$$

۹-

$$n(HX) = ۱۲g \times \frac{۱mol}{۱۵۰g} = ۰/۰۸ mol \rightarrow [HX] = ۰/۰۸ molL^{-۱}$$

$$n(HY) = ۸g \times \frac{۱mol}{۵۰g} = ۰/۱۶ mol \rightarrow [HY] = ۰/۱۶ molL^{-۱}$$

$$pH(HX) = pH(HY) \rightarrow [H^+]_{HX} = [H^+]_{HY}$$

$$[HX] \times \alpha(HX) = [HY] \times \alpha(HY) \rightarrow \frac{\alpha(HX)}{\alpha(HY)} = \frac{[HY]}{[HX]} = \frac{۰/۱۶}{۰/۰۸} = ۲$$

$$\alpha(HX) = ۲\alpha(HY) \rightarrow \alpha(HX) > \alpha(HY)$$

**HX اسید قوی‌تر از HY است.**

۱۰-

$$pH = ۱۲ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۲} \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۲} = [KOH]$$

$$[KOH] = \frac{n}{V} \rightarrow ۱۰^{-۲} molL^{-۱} = \frac{n}{۲۰۰L} \rightarrow n = ۲mol \text{ یا } ۱۱۲gKOH$$

$$pH = ۴/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۴/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۵} = ۲ \times ۱۰^{-۵} molL^{-۱}$$

$$[HNO_۳] = \frac{n}{V} \rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} molL^{-۱} = \frac{n}{۲۰۰L} \rightarrow n = ۰/۰۰۴ mol \text{ یا } ۰/۲۵۲ gHNO_۳$$

۱۱- آ)

$$NaHCO_3(aq) + \underbrace{HCl(aq)}_{A} \rightarrow CO_2(g) + NaCl(aq) + H_2O(l)$$

ب)

$$?\,L\ CO_2 = 0/1\,LA(aq) \times \frac{0/2\,mol\,A}{1\,LA(aq)} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,A} \times \frac{22400\,mL\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 448\,mL\,CO_2$$

۱۲- آ) **$B'OH$ قوی‌تر است زیرا $K_b$ بزرگتری دارد.**

ب) **pH محلول بازی BOH کمتر است زیرا باز ضعیف‌تری است و غلظت یون هیدروکسید در آن کمتر و در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم در آن بیشتر است. (pH با غلظت یون هیدرونیوم رابطه وارونه دارد)**

# پاسخ پرسش‌های درون فصل ۲

## با هم بیندیشیم صفحه ۴۰

آ) از سمت چپ نخستین ساختار، اتم روی و دومین ساختار، اتم اکسیژن است.

ب) اتم روی الکترون از دست داده و اتم اکسیژن الکترون گرفته است.

پ) اتم روی، اکسایش و اتم اکسیژن، کاهش یافته است.

ت)

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(s) + 2e$$

$$O_2(g) + 4e \longrightarrow 2O^{2-}(s)$$

ث) نیم‌واکنش نخست، اکسایش است زیرا در آن اتم‌های روی الکترون از دست داده‌اند (نیم-واکنش تولید الکترون) و نیم‌واکنش دوم، کاهش است زیرا در آن اتم‌های اکسیژن الکترون گرفته‌اند (نیم‌واکنش مصرف الکترون).

ج) روی گونه کاهنده و اکسیژن گونه اکسنده است.

## خود را بیازمایید صفحه ۴۲

۱- آ) روی، اکسایش یافته زیرا الکترون از دست داده و به یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ تبدیل شده در حالی که یون‌های هیدروژن کاهش یافته‌اند زیرا با گرفتن الکترون به اتم‌ها و سپس به مولکول‌های $H_2(g)$ تبدیل شده‌اند.

ب)

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$$

$$2H^+(aq) + 2e \longrightarrow H_2(g)$$

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$$

پ)

ت) در این واکنش، اتم‌های روی الکترون [از دست داده / ~~به دست آورده~~] و [~~کاهش~~ / اکسایش] یافته‌اند و سبب [کاهش / ~~اکسایش~~] یون‌های هیدروژن شده‌اند، از این رو اتم‌های روی نقش [~~اکسنده~~ / کاهنده] دارند. در حالی که یون‌های هیدروژن، الکترون [~~از دست داده~~ / به دست آورده] و [کاهش / ~~اکسایش~~] یافته‌اند و سبب [~~کاهش~~ / اکسایش] اتم‌های روی شده‌اند، از این‌رو یون‌های هیدروژن نقش [اکسنده / ~~کاهنده~~] دارند.

۲-

$$\underset{\text{کاهنده}}{2Al(s)} + \underset{\text{اکسنده}}{3Cu^{2+}(aq)} \longrightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s)$$

$$\underset{\text{اکسنده}}{Cu^{2+}(aq)} + \underset{\text{کاهنده}}{Mn(s)} \longrightarrow Cu(s) + Mn^{2+}(aq)$$

$$\underset{\text{کاهنده}}{Zn(s)} + \underset{\text{اکسنده}}{2V^{3+}(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2V^{2+}(aq)$$

## خود را بیازمایید صفحه ۴۳

آ) تغییر دمای مخلوط واکنش نشانه انجام واکنش شیمیایی است. چون دمای مخلوط واکنش افزایش یافته پس یک واکنش گرماده رخ داده است.

ب)

$$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$$
$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

پ) هرچه افزایش دما بیشتر باشد، نشان‌دهنده تولید گرمای بیشتر است. به دیگر سخن تفاوت آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها از فراورده‌ها بیشتر خواهد بود. این ویژگی پایداری بیشتر فراورده‌ها از یک سو و واکنش‌پذیری بیشتر واکنش‌دهنده‌ها را از سوی دیگر نشان می‌دهد.

ت) با توجه به داده‌های جدول، واکنش‌پذیری روی بیشتر از آهن و آهن نیز بیشتر از مس است. طلا دارای کمترین واکنش‌پذیری در میان این چهار فلز است.

$$Zn > Fe > Cu > Au$$

ث) چون $Zn(s)$ واکنش‌پذیری بیشتری از $Cu(s)$ دارد، انتظار می‌رود واکنش میان $Cu(s)$ و $Zn^{2+}(aq)$ رخ ندهد (تصویر حاشیه در همین صفحه، درستی این پیش‌بینی را تایید می‌کند.)

## با هم بیندیشیم صفحه ۴۵

آ) نیم‌واکنش در نیم سلول آند:

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$$

نیم‌واکنش در نیم سلول کاتد:

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$$

واکنش کلی سلول:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

ب) روی، الکترود آند و مس، الکترود کاتد است.

پ) حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از نیم‌سلول روی به سوی نیم‌سلول مس است، زیرا فلز روی با واکنش‌پذیری بیشتر نسبت به فلز مس، الکترون از دست می‌دهد و باعث شارش الکترون‌ها در مدار بیرونی می‌شود.

ت) با گذشت زمان و انجام نیم‌واکنش اکسایش در آند، اتم‌های بیشتری از تیغه (الکترود) روی اکسایش یافته و به شکل $Zn^{2+}(aq)$ وارد محلول می‌شوند در حالی که هم‌زمان با آن با انجام نیم‌واکنش کاهش در کاتد، کاتیون بیشتری از $Cu^{2+}(aq)$ کاهش یافته و روی تیغه الکترود می‌نشیند.

## خود را بیازمایید صفحه ۴۶

آ) الکترود مس، علامت منفی و الکترود نقره، علامت مثبت خواهد داشت.

ب)

$$Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e$$
$$Ag^{+}(aq) + e \longrightarrow Ag(s)$$

پ) با انجام واکنش از جرم تیغه (الکترود) مس کاسته و بر جرم تیغه (الکترود) نقره افزوده می‌شود.

ت) جهت حرکت یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ از نیم‌سلول مس به نیم‌سلول نقره است در حالی که آنیون‌ها از نیم‌سلول نقره به سوی نیم‌سلول مس مهاجرت می‌کنند.

## خود را بیازمایید صفحه ۴۸

آ) منیزیم، الکترود آند و نقره، الکترود کاتد خواهد بود زیرا منیزیم واکنش‌پذیرتر (کاهنده‌تر) از نقره بوده $E^\circ$ منفی‌تر آن تأییدکننده این ویژگی است.

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

ب) نیم‌واکنش اکسایش در نیم سلول آند:

$$Mg(s) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e$$

نیم‌واکنش کاهش در نیم‌سلول کاتد:

$$2[Ag^+(aq) + e \longrightarrow Ag(s)]$$

واکنش کلی سلول:

$$Mg(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

## پیوند با ریاضی صفحه ۴۸

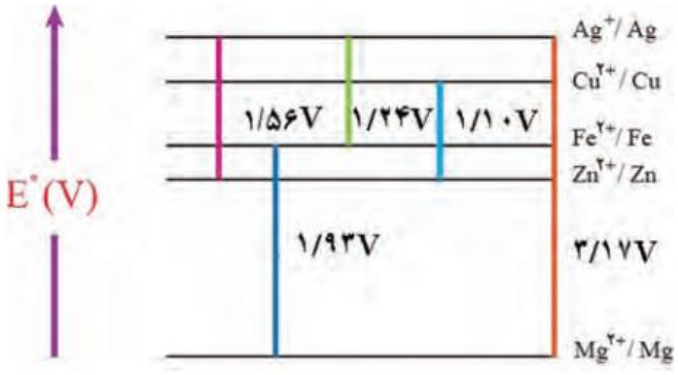
۱-

$$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V \quad , \quad E^\circ(Zn/Zn^{2+}) = -0/76V$$

۲- چون $E^\circ$ نیم‌سلول روی منفی‌تر از نیم‌سلول مس است، پس نیم‌سلول روی، آند و نیم‌سلول مس، کاتد خواهد بود.

۳- چون emf سلول برابر با ۱/۱۰V+ است پس باید تفاوت $E^\circ$ دو نیم‌سلول برابر با این مقدار مثبت باشد و این مقدار در صورتی به دست می‌آید که از رابطه $emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$ استفاده شود.

۴- آ)




ب) نیم‌سلول‌ها در تشکیل سلول گالوانی هنگامی بیشترین emf را ایجاد می‌کنند که تفاوت یا فاصله $E^\circ$ آنها در سری الکتروشیمیایی بیشتر باشد.

۵- نخست از روی معادله واکنش گونه‌های اکسایش و کاهش یافته را بیابید و آنها را به کاتد و آند نسبت دهید.

| کاهش یافته (کاتد) | اکسایش یافته (آند) |
|---|---|

$$3Mg(s) + 2Au^{3+}(aq) \longrightarrow 3Mg^{2+}(aq) + 2Au(s)$$

درواقع نیم‌سلول منیزیم، نقش آند و نیم سلول طلا، نقش کاتد دارد.

اینک با استفاده از جدول $E^\circ$ و فرمول emf ولتاژ سلول را حساب کنید:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$$
$$= (+1/50\ V) - (-2/37\ V) = +3/87\ V$$

## خود را بیازمایید صفحه ۵۱

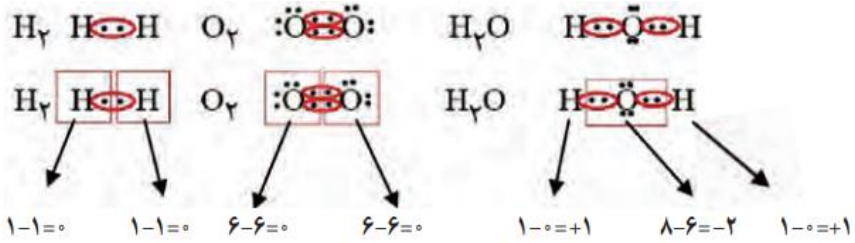
آ) روش ۱ ، هرچه مراحل تبدیل و انتقال انرژی بیشتر باشد، میزان اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است.

ب) روش ۲ ، هرچه میزان اتلاف انرژی به صورت گرما کمتر باشد، کارایی (بازده) بیشتر است.

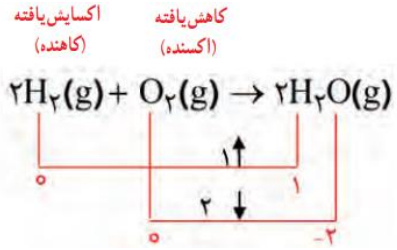
## با هم بیندیشیم صفحه ۵۲

۱- آ)

ب) و پ)




۲-



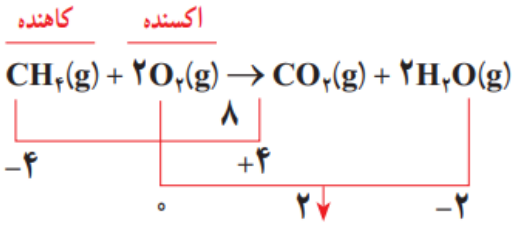

۳- آ)

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \rightarrow 2H_2O(l)$$
$$2 \times \left[H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e\right]$$
$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

ب)

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$$
$$= (+1/23\ V) - (0/00\ V) = +1/23V$$

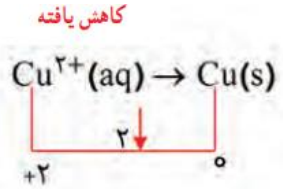
۴- آ)




ب) سوخت هیدروژن در این نوع سلول‌ها فراورده دوستدار محیط زیست (آب) تولید می‌کند اما سوختی مانند متان افزون بر آب، گاز گلخانه‌ای $CO_2$ نیز تولید می‌کند.

## خود را بیازمایید صفحه ۵۳

۱- آ)



ب)

اکسایش یافته

$$\overset{0}{C}(s) \rightarrow \overset{+2}{C}O(g)$$

پ)

اکسایش

$$\overset{+2}{Cr}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Cr}(aq)$$

ت)

اکسایش

$$\overset{-3}{N}H_3(g) \rightarrow \overset{0}{N_2}(g)$$

۲- آ)

کاهنده اکسنده

$$2\overset{0}{Al}(s) + \overset{+3}{Fe_2}O_3(s) \rightarrow \overset{+3}{Al_2}O_3(s) + 2\overset{0}{Fe}(s)$$

ب)

کاهنده اکسنده

$$2\overset{+2}{C}O(g) + \overset{0}{O_2}(g) \rightarrow 2\overset{+4}{C}O_2(g)$$

## خود را بیازمایید صفحه ۵۴

آ) نیم‌واکنش آندی (تولید الکترون و گاز اکسیژن):

$$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e$$

نیم‌واکنش کاتدی (مصرف الکترون و تولید گاز هیدروژن):

$$2 \times [2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)]$$

$$6H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g) + \underbrace{4H^+(aq) + 4OH^-(aq)}_{4H_2O}$$

ب) واکنش کلی سلول:

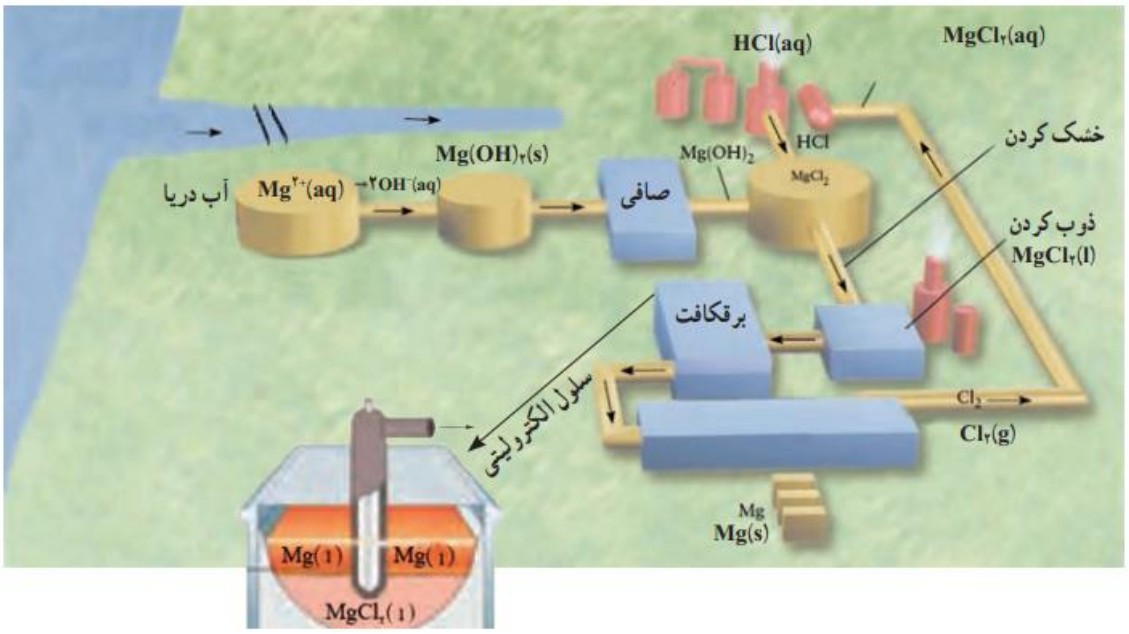
$$2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$$

پ) کاغذ pH پیرامون الکترود آند به دلیل تولید یون‌های $H^+(aq)$ به رنگ سرخ و پیرامون الکترود کاتد به دلیل تولید یون‌های $OH^-(aq)$ به رنگ آبی درمی‌آید.

## زیرنویس شکل ۱۲ صفحه ۵۵

$$۲\times\left[\mathrm{Na^{+}(l)+\cancel{e}\rightarrow Na(l)}\right]$$
$$\mathrm{Cl^{-}(l)\rightarrow Cl_{۲}(g)+\cancel{۲e}}$$
$$\mathrm{۲NaCl(l)\rightarrow ۲Na(l)+Cl_{۲}(g)}$$

## خود را بیازمایید صفحه ۵۵




## با هم بیندیشیم صفحه ۵۷

۱- آ) آهن در حضور رطوبت و اکسیژن نخست به $Fe^{۲+}$ و سپس به $Fe^{۳+}$ اکسایش می‌یابد که منجر به تولید زنگ آهن می‌شود.

ب)

$$\mathrm{Fe(s)\rightarrow Fe^{۲+}(aq)+۲e}$$
$$\mathrm{O_{۲}(g)+۲H_{۲}O(l)+۴e\rightarrow ۴OH^{-}(aq)}$$
$$\mathrm{Fe^{۲+}(aq)\rightarrow Fe^{۳+}(aq)+e}$$
$$\mathrm{۴Fe(s)+۶H_{۲}O(l)+۳O_{۲}(g)\rightarrow ۴Fe(OH)_{۳}(s)}$$

پ)

ت)

۲- آ) زیرا در محیط اسیدی $E^{\circ}$ برای کاهش اکسیژن ۱/۲۳ V+ اما در محیط خنثی (آب) $E^{\circ}$ برای کاهش اکسیژن ۰/۴۰ V+ است. این ویژگی emf بزرگتری را در محیط اسیدی برای چنین واکنشی رقم می‌زند و بر میزان خوردگی می‌افزاید.

ب) فلز طلا برای انجام واکنش باید اکسایش یابد. به دیگر سخن در تشکیل یک سلول باید نقش آند داشته باشد، $E^{\circ}$ آن در مقایسه با $E^{\circ}$ دیگر نیم‌سلول‌ها نشان می‌دهد که نمی‌تواند به عنوان کاهنده (الکترود آند) عمل کند.

## خود را بیازمایید صفحه ۵۹

آ) آهن، قلع

ب)

$$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e$$

$$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \longrightarrow 4OH^-(aq)$$

پ) زیرا فلز روی در آهن گالوانیزه در طول مدت نگهداری مواد غذایی با آنها واکنش داده و ممکن است باعث فساد و مسمومیت آنها شود. از سوی دیگر پس از استفاده از مواد غذایی و ایجاد خراش در بسته‌بندی‌ها از جنس حلبی به دلیل واکنش‌پذیری بیشتر آهن از قلع، در این فلز خوردگی سریع‌تر و آسان‌تر رخ می‌دهد.

## خود را بیازمایید صفحه ۶۰

آ) منفی

ب) $Ag^+(aq) + e \rightarrow Ag(s)$

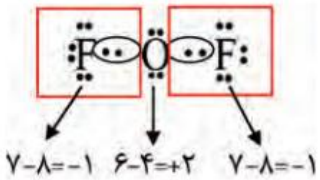
پ) زیرا باید یون‌های $Ag^+(aq)$ در الکترولیت موجود باشند تا هنگام کاهش یافتن در کاتد به شکل یک لایه از فلز نقره بر سطح جسم آبدادنی بنشینند.

# پاسخ تمرین‌های دوره‌ای فصل ۲

۱- آ) پلاتین فلزی با واکنش‌پذیری کم و $E^\circ = +1/2\ V$ است که می‌تواند در بدن برای مدت‌های طولانی ویژگی‌های خود را حفظ کند.

ب) فلوئور فعال‌ترین نافلز و اکسنده‌ترین گونه در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد با $E^\circ = +2/87\ V$ است. عنصری که تمایل دارد از دیگر گونه‌ها الکترون بگیرد و به یون‌های فلوئورید تبدیل شود.

پ)




۲- نمودار۲، زیرا در سلول Zn-Cu با گذشت زمان به دلیل اکسایش تیغه روی $[Zn^{2+}]$ افزایش یافته در حالی که به دلیل کاهش یون‌های مس، $[Cu^{2+}]$ کم می‌شود.

۳- نخست آند و کاتد را به کمک مفهوم اکسایش و کاهش از روی معادله واکنش مشخص کنید.

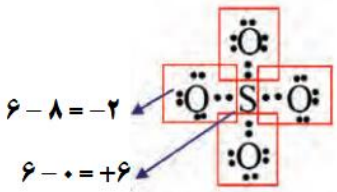
$$A(s) + Ag^+(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + Ag(s)$$

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow +1/98V = (+0/80V) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow E^\circ(\text{آند}) = -1/18V$$

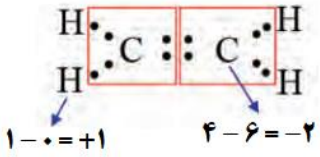
$\Rightarrow$ عنصر Mn است

۴-

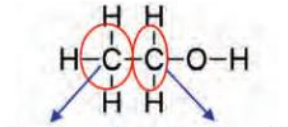
آ)



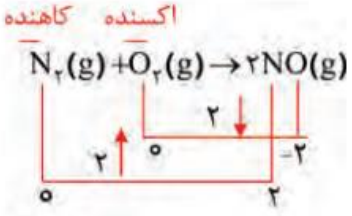

ب)



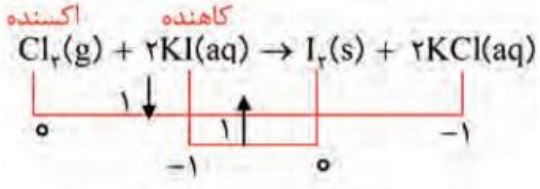

پ)



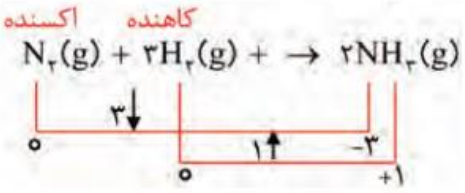

۵- آ)



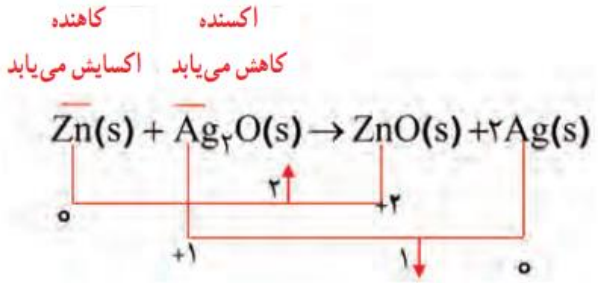

ب)




پ)



۶-




Zn اکسایش یافته از این رو نقش آند دارد در حالی که نقره کاهش یافته و نقش کاتد را دارد.

۷- آ) قوی‌ترین اکسنده: $A^{+}(aq)$ ضعیف‌ترین اکسنده: $D^{۳+}(aq)$

ب) قوی‌ترین کاهنده: $D(s)$ ضعیف‌ترین کاهنده: $A(s)$

پ) گونه‌هایی می‌توانند $C^{۲+}(aq)$ را اکسید کنند که اکسنده‌تر از آن باشند یعنی $E^{\circ}$ بزرگتر (مثبت‌تری) داشته باشند. بنابراین $B^{۲+}(aq)$ و $A^{۲+}(aq)$ می‌توانند $C^{۲+}(aq)$ را به $C^{۳+}(aq)$ اکسید کنند.

۸- ترتیب اکسندگی از:

واکنش (۱) $Sn^{۲+} > Cr^{۳+}$

واکنش (۲) $Sn^{۲+} > Fe^{۲+}$

واکنش (۳) $Cr^{۳+} > Fe^{۲+}$

بنابراین: $\boxed{Sn^{۲+} > Cr^{۳+} > Fe^{۲+}}$

ترتیب کاهندگی از:

واکنش (۱) $Cr^{۲+} > Sn$

واکنش (۲) $Fe > Sn$

واکنش (۳) $Fe > Cr^{۲+}$

بنابراین: $\boxed{Fe > Cr^{۲+} > Sn}$

توجه:

اکسنده ضعیف ⟵ اکسنده قوی

کاهنده ضعیف ⟵ کاهنده قوی

۹- از جدول داریم:

$E^{\circ}(Cu^{۲+} / Cu) = +۰/۳۴\ V$

$E^{\circ}(Fe^{۲+} / Fe) = -۰/۴۴\ V$

$E^{\circ}(H^{+} / H) = +۰/۰۰\ V$

اگر محلول هیدروکلریک اسید در ظرف آهنی یا مسی قرار بگیرد، ممکن است واکنش‌های زیر انجام شود:

I) $Fe(s) + H^{+}(aq) \longrightarrow \ldots$

II) $Cu(s) + H^{+}(aq) \longrightarrow \ldots$

با توجه به اینکه $E^\circ$ آهن منفی است واکنش (I) انجام شده و باعث سوراخ شدن ظرف خواهد شد. اما $E^\circ$ مس مثبت است. پس واکنش نمی‌دهد، از این‌رو ظرف مسی برای نگهداری محلول این اسید مناسب‌تر است.

۱۰- اتصال دو نیم‌سلول X و Y و برقراری جریان الکتریکی از اتم‌های X به اتم‌های Y نشان می‌دهد قدرت کاهندگی عنصر X بیشتر از عنصر Y است و نقش آند را در سلول گالوانی تشکیل شده دارد.
همچنین اتصال دو نیم‌سلول X و هیدروژن و جاری شدن الکترون‌ها از اتم X به سمت نیم‌سلول هیدروژن نشان می‌دهد قدرت کاهندگی X از هیدروژن بیشتر است و از آنجایی که $E^\circ$ هیدروژن برابر صفر در نظر گرفته شده، پس $E^\circ(X) < 0$ است.
بنابراین emf سلول گالوانی تشکیل شده از X و Y به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E^\circ_Y - E^\circ_X = ۰/۳۴ - (-۰/۲۵) = ۰/۵۹\ V$$

$E^\circ(Y)$ نمی‌تواند منفی باشد زیرا:
۱) برای یک سلول گالوانی $emf > 0$ است.
۲) اگر $E^\circ(Y)$ منفی باشد، مقدار آن از $E^\circ(X)$ کوچک‌تر شده و X دیگر نمی‌تواند آند باشد.

۱۱- آ) $E^\circ$ کم (منفی‌تر) نشان‌دهنده نیم‌سلول آند است و در آن نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود. این ویژگی نشان می‌دهد در این سلول، نیم‌واکنش نخست در جهت برگشت انجام خواهد شد و نیم‌واکنش دوم (به عنوان نیم‌سلول کاتدی) به شکل نوشته شده انجام می‌شود.

$$emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E^\circ_Y - E^\circ_X = -۰/۸۳ - (-۰/۸۴) = ۰/۰۱\ V$$

ب) گاز هیدروژن سوختی گران، پرانرژی و دوستدار محیط زیست است به همین دلیل تهیه آن ارزشمند است، توجه کنید بازده و سرعت کم واکنش امکان جمع‌آوری ایمن آن را نیز مهیا می‌کند.

۱۲- نتایجی که از مشاهده رفتارها به دست می‌آید، به صورت زیر است:
(۱) فقط فلزهای A و C با محلول ۰/۱ M هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن تولید می‌کنند.
نتیجه: قدرت کاهندگی A و C از هیدروژن بیشتر است و در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از هیدروژن قرار دارند ($E^\circ(A) < 0$ و $E^\circ(C) < 0$)، اما فلزهای B و D در سری الکتروشیمیایی بالاتر از هیدروژن هستند.
(۲) با قرار دادن فلز C در محلول‌های حاوی یون‌های $D^{۲+}$، $B^{۲+}$ و $A^{۲+}$ به ترتیب فلزهای D، B و A رسوب می‌کنند.
نتیجه: قدرت کاهندگی فلز C از فلزهای D، B و A بیشتر است.
(۳) یون $B^{۲+}$ اکسنده قوی‌تری از $D^{۲+}$ است.
نتیجه: قدرت کاهندگی D بیشتر از B است.
از نتیجه‌گیری‌های ۱، ۲ و ۳ نتیجه کلی زیر به دست می‌آید:

قدرت کاهندگی: $C > A > D > B$

۱۳- آ) فلز A با یون $C^{۲+}$ واکنش نمی‌دهد بنابراین قدرت کاهندگی فلز A از C کمتر است. با توجه به اینکه باید $emf > 0$ باشد و emf سلول گالوانی تشکیل شده از A و C برابر است با ۰/۵۸ V ، پس:

$$emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E^\circ_A - E^\circ_C = ۰/۵۸\ V$$
$$۰/۵۸ = E^\circ_A - 0 \Rightarrow E^\circ_A = ۰/۵۸\ V$$

با توجه به **emf** حاصل از سلول گالوانی **B** و **C** (که برابر با ۰/۳۱ **V** است) و **emf** سلول گالوانی تشکیل شده از **A** و **B** (که برابر با ۰/۸۹ **V** است)، می‌توان نتیجه گرفت:

$$۰/۸۹ = E^{\circ}_{A} - E^{\circ}_{B} = ۰/۵۸ - E^{\circ}_{B} \Rightarrow E^{\circ}_{B} = -۰/۳۱$$

ب) با توجه به قسمت (آ)

کاهنده‌ترین گونه: **B**

اکسنده‌ترین گونه: $A^{۲+}$

## خود را بیازمایید صفحه ۶۹

آ)

| فرمول شیمیایی | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $H_2O$ | $Na_2O$ | $Fe_2O_3$ | MgO | Au و... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نام | سیلیس، (سیلیسیم دی‌اکسید) | آلومینیم‌اکسید | آب | سدیم اکسید | آهن(III) اکسید | منیزیم‌اکسید | طلا و... |

ب) $Fe_2O_3$

پ) آب، زیرا ساختار یونی نداشته و برهم‌کنش آن با دیگر ذره‌ها ضعیف‌تر بوده و آسان‌تر جدا می‌شود.

۲- طلا (و دیگر فلزها) همانند (پ)، آب شکل (ب) و اکسید فلزها (به دلیل وجود کاتیون و آنیون) همانند شکل(آ).

## با هم بیندیشیم صفحه ۷۰

۱- آ) $CO_2$ ب) $SiO_2$

۲- آ) $SiO_2$، زیرا وجود و گستردگی پیوندهای اشتراکی در سرتاسر ساختار آن، ایجاد خراش (جابه‌جایی یا جدا کردن اتم از سطح) آن بسیار دشوار است.

ب) $CO_2$، در ساختار آن میان مولکول‌های مجزا برهم‌کنش‌های وان‌درووالس وجود دارد که از پیوندهای اشتراکی ضعیف‌تر بوده و با انرژی کمتری مولکول‌ها را می‌توان از یکدیگر دور کرد.

## خود را بیازمایید صفحه ۷۱

۱- آ) (۲) چینش دو بعدی (۱) چینش سه بعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد.

ب) ساختار (۲) زیرا ساختار لایه‌ای دارد و بین لایه‌ها نیروهای ضعیفی وجود دارد که هنگام نوشتن لایه‌هایی از آن بر سطح کاغذ می‌نشیند.

پ) الماس جامد کووالانسی سه بعدی است که در سرتاسر ساختار آن اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند. این ساختار سخت برای برش شیشه مناسب است.

ت) چگالی گرافیت کمتر است (۲/۲۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) زیرا گرافیت به دلیل فاصله بین لایه‌ها، تعداد اتم‌های کربن کمتری در واحد حجم دارد.

۲- آ) سیلیسیم همانند الماس یک جامد کووالانسی سه بعدی است با این تفاوت که طول پیوند Si-Si از C-C در الماس بلندتر و میانگین آنتالپی آن کمتر است، از این‌رو هنگام ایجاد خراش در سطح آن اتم‌ها آسان‌تر جابه‌جا یا جدا می‌شوند.

ب) سیلیس و سیلیسیم هر دو جامد کووالانسی هستند. اما پیوندهای قوی‌تر Si-O در ساختار سیلیس سبب می‌شود که این ماده پایداری بیشتری از سیلیسیم داشته باشد و در طبیعت به میزان بیشتری یافت شود.

## خود را بیازمایید صفحه ۷۴

۱-

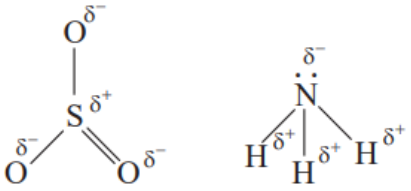
کوالانسی / مولکولی — همه / شمار معینی از — بالایی / پایینی

۲- متن پرسش نشان می‌دهد که برای توصیف مواد مولکولی از واژه‌های رایج فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی استفاده می‌شود. از این‌رو موادی مانند $HF(g)$ , $Cl_2(g)$ و $C_6H_{14}(l)$ با این واژه‌ها توصیف می‌شوند.

## خود را بیازمایید صفحه ۷۶

۱- اتین زیرا توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی آن بر خلاف کربونیل سولفید متقارن است.

۲- آ)



ب) $NH_3$ قطبی است زیرا توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی آن متقارن نیست.

۳- در کلروفرم تقارن توزیع بارهای الکتریکی وجود ندارد (شکل حاشیه) از این‌رو دارای مولکول‌های آن قطبی است و باید باریکه این مایع در میدان الکتریکی منحرف شود، در حالی که در ساختار کربن تتراکلرید توزیع بار الکتریکی متقارن بوده و گشتاور دوقطبی آن صفر است.

## با هم بیندیشیم صفحه ۷۸

۱- آ) آینه‌ها ب) شارهٔ A پ) بخار داغ

۲- آ) $N_2$ ، زیرا تفاوت نقطه ذوب و جوش آن کمتر است.

ب) NaCl، زیرا تفاوت نقطه ذوب و جوش آن بیشتر بوده و در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع است.

۳- بیشتر، قوی‌تر

## با هم بیندیشیم صفحه ۸۰

۱- در شبکه بلوری ترکیب‌های یونی، آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند. هر کاتیون و آنیون عدد کوئوردیناسیون معینی دارد به طوری که در ساختار آنها مولکول‌های مجزا وجود ندارد.

۲- در همه گروه‌های عناصر اصلی، شعاع اتمی و شعاع یون پایدار آنها از بالا به پایین افزایش می‌یابد. در عناصر هم دوره هرچه بار الکتریکی کاتیون بیشتر باشد، شعاع آن کوچکتر و هرچه بار الکتریکی آنیون بیشتر باشد، شعاع آن بزرگتر است.

۳-

| کاتیون | شعاع (pm) | نسبت بار به شعاع | آنیون | شعاع (pm) | نسبت بار به شعاع |
|---|---|---|---|---|---|
| $Na^+$ | ۹۷ | $۱/۰۳ \times ۱۰^{-۲}$ | $F^-$ | ۱۳۳ | $۷/۵ \times ۱۰^{-۳}$ |
| $k^+$ | ۱۳۳/۵ | $۷/۵ \times ۱۰^{-۳}$ | $Cl^-$ | ۱۸۱ | $۵/۵۲ \times ۱۰^{-۳}$ |
| $Mg^{۲+}$ | ۶۶ | $۳/۰۳ \times ۱۰^{-۲}$ | $O^{۲-}$ | ۱۴۰ | $۱/۴ \times ۱۰^{-۲}$ |
| $Ca^{۲+}$ | ۹۹ | $۲/۰۲ \times ۱۰^{-۲}$ | $S^{۲-}$ | ۱۸۴ | $۱/۰۹ \times ۱۰^{-۲}$ |

آ) $K^+$ کمتر و $Mg^{2+}$ بیشتر

ب) $Cl^-$ کمتر و $O^{2-}$ بیشتر

پ) نیروی جاذبه میان $Mg^{2+}$ با $O^{2-}$ از همه بیشتر است. زیرا چگالی بار آنها بیشتر است.

ت) نیروی میان $K^+$ با $Cl^-$ از همه کمتر است زیرا چگالی بار آنها کمتر است.

## خود را بیازمایید صفحه ۸۲

۱-

آ) آنتالپی فروپاشی، گرمای آزاد/مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول/گرم از شبکه یونی و تبدیل آن به اتم‌های/یون‌های گازی سازنده است.

ب) هرچه بار/چگالی بار یون‌های سازندهٔ یک جامد یونی کمتر باشد، شبکهٔ آن آسان‌تر/دشوارتر فروپاشیده می‌شود.

۲- $717\ kJ.mol^{-1}$ زیرا با توجه به داده‌های موجود در متن درس، آنتالپی فروپاشی شبکه $KCl(s)$ از $KBr(s)$ (چگالی بار $Cl^-$ از $Br^-$) بیشتر و از $NaCl$ (چگالی بار $K^+$ از $Cl^-$) کمتر است.

۳- آ) هر چه شعاع کاتیون افزایش می‌یابد، از چگالی بار و استحکام شبکه بلور کاسته شده از این‌رو آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

ب) هر چه شعاع آنیون افزایش می‌یابد، از چگالی بار و استحکام شبکه بلور کاسته شده از این‌رو آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

۴- آ) مقایسه $NaF$ با $MgF_2$ اثر بار کاتیون را در افزایش آنتالپی فروپاشی شبکه نشان می‌دهد در حالی که مقایسه $Na_2O$ و $MgO$ اثر افزایش بار آنیون را در آنتالپی فروپاشی شبکه نشان می‌دهد.

ب) بله اغلب ترکیب‌های یونی که دارای آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگتری هستند، نقطه ذوب بالاتری دارند.

## با هم بیندیشیم صفحه ۸۳

۱-آ) الکترون‌های ظرفیت، زیرا در فاصله‌های دورتری از هسته هستند و نیروی جاذبه هسته را کمتر احساس می‌کنند.

ب) آزادانه جابه‌جا شدن الکترون‌های ظرفیت در سرتاسر شبکه بلوری

پ) دریای الکترونی فلزها، سیالی با بار الکتریکی منفی است که با جابه‌جایی آزادانه و یکنواخت میان یون‌های شبکه، نیروی یکنواختی به کاتیون‌ها اعمال کرده و آرایش الکترونی آنها را حفظ می‌کند.

۲- آ) (۱) خاصیت چکش‌خواری یا شکل‌پذیری و (۲) رسانایی الکتریکی فلزها

ب) هنگامی که ضربه‌ای به فلز وارد می‌شود، لایه یا لایه‌هایی از کاتیون‌ها در شبکه جابه‌جا شده و در این تغییر شکل، دریای الکترونی جاذبه میان لایه‌ها را حفظ می‌کند.

همچنین با ورود الکتریسیته ($N.e^-$) از یکسو و خروج الکترون‌ها خروج همان تعداد از الکترون‌ها و هم‌زمان از سوی دیگر، رسانایی الکتریکی را نشان می‌دهد و این ویژگی به دلیل حرکت آزادانه و یکنواخت دریای الکترونی است.

## خود را بیازمایید صفحه ۸۶

آ) $_{23}V: [Ar]3d^3 4s^2$

ب) وانادیم(II) $_{23}V^{2+}: [Ar]3d^3$ وانادیم(III) $_{23}V^{3+}: [Ar]3d^2$

پ) با توجه به اینکه شمار الکترون‌های ظرفیت در یون‌ها متفاوت است پس باید رفتار آنها نیز متفاوت باشد، یکی از این تفاوت‌ها در رفتار، رنگ محلول نمک آنها است.

ت) نقش اکسنده را دارد زیرا اتم‌های روی با از دست دادن الکترون به $Zn^{2+}(aq)$ تبدیل می‌شود (کاهنده). در حالی که وانادیم(V) به ترتیب با به دست آوردن الکترون به وانادیم(IV)، وانادیم(III) و وانادیم(II) کاهش می‌یابد (اکسنده).

## با هم بیندیشیم صفحه ۸۷

آ) تیتانیم به دلیل دمای ذوب بالا، چگالی کم و مقاومت در برابر سایش در ساخت موتور جت به کار می‌رود.

ب) تیتانیم فلزی با چگالی کمتر بوده که در برابر خوردگی و واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا مقاوم است.

پ) زیبایی، درخشش، شکل‌پذیری مناسب، چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی از جمله ویژگی‌های بارز تیتانیم است که در ساختار بناهای هنرمندانه به کار می‌رود.

# پاسخ تمرین‌های دوره‌ای فصل ۳

۱- آ) ۱۷،۱۶،۱۵ و ۱۸ ب) ۱۴ پ) d

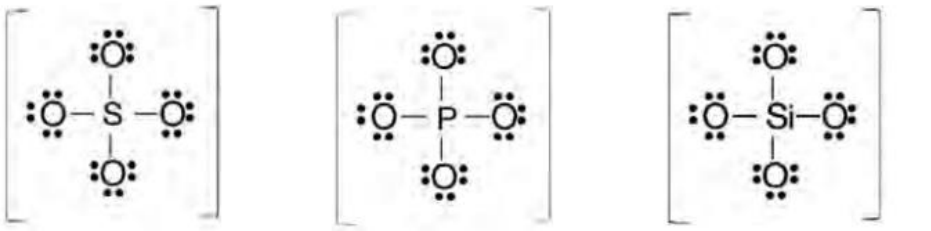
۲- آ) جامدهای کووالانسی زیرا ماده‌ای سخت است که به عنوان سنباده به کار می‌رود.
ب) چون طول پیوند Si-C در سیلیسیم کربید از C-C در الماس بیشتر و از Si-Si در سیلیسیم کمتر است پس میانگین آنتالپی پیوند میان این دو ماده خواهد بود از این‌رو سختی آن از الماس کمتر اما از سیلیسیم بیشتر است.

۳- آ) ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای الکتریسیته نیستند زیرا در این حالت یون‌ها حرکت انتقالی ندارند و جابه‌جا نمی‌شوند، اما در حالت مذاب یا محلول در آب به دلیل جابه‌جایی یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام رسانایی انجام می‌شود.
ب) هنگامی که به جامدهای یونی، ضربه‌ای در راستای معین وارد می‌شود با جابه‌جایی لایه یا لایه‌هایی از یون‌ها و قرار گرفتن یون‌های همنام مقابل یکدیگر، نیروهای دافعه آشکاری پدید می‌آید که لایه‌ها از هم می‌شود.

۴- آ) جامدهای کووالانسی به طور عمده از عنصرهای گروه ۱۴ ساخته شده‌اند ( الماس (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیسیم کربید (SiC) و ...) از این‌رو شمار محدودی دارند. در حالی که ترکیب‌های مولکولی نوع و تعداد اتم‌های سازنده و همچنین تنوع شیوه اتصال آنها به هم بسیار بیشتر است، برای نمونه اغلب مواد آلی ترکیب‌های مولکولی هستند.
ب) مواد یونی و مواد کووالانسی در دما و فشار اتاق ، ترکیب‌هایی جامد هستند به همین دلیل ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، حتما مواد مولکولی خواهند بود.
ب) در دوره چهارم، پتاسیم فلز قلیایی با یک الکترون ظرفیت، کلسیم فلز قلیایی خاکی با دو الکترون ظرفیت و تیتانیم فلز واسطه با چهار الکترون ظرفیت است. واکنش‌پذیری در فلزها به سهولت تشکیل کاتیون وابسته است.

۵- آ)

۲- ۳- ۴-

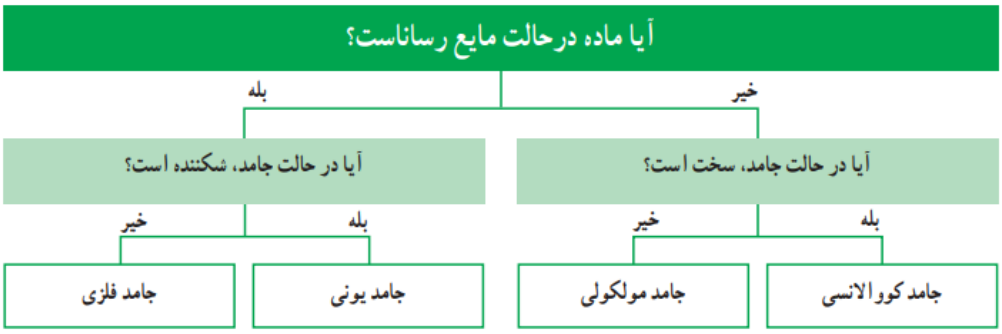


ب)

| | | |
|---|---|---|
| $Na_2SO_4$ | $Na_3PO_4$ | $Na_4SiO_4$ |
| $CaSO_4$ | $Ca_3(PO_4)_2$ | $Ca_2SiO_4$ |

۶- آ) پروپان، زیرا توزیع بارهای الکتریکی در آن متقارن است.
ب) دی متیل اتر، به دلیل قطبی بودن مولکول‌ها، نیروهای جاذبه قوی‌تری میان آنها برقرار می‌شود و آسان‌تر مایع می‌شوند.

-۷


آیا ماده درحالت مایع رساناست؟
خیر
بله
آیا در حالت جامد، سخت است؟
آیا در حالت جامد، شکننده است؟
بله
خیر
بله
خیر
جامد کووالانسی
جامد مولکولی
جامد یونی
جامد فلزی

# پاسخ پرسش‌های درون فصل ۴

## خود را بیازمایید صفحه ۹۴

۱- آ) NO حدود ساعت ۷ صبح، $NO_2$ حدود ساعت ۹ صبح و اوزون حدود ساعت ۱۰ صبح به بیشترین حد خود می‌رسد.

ب) به دلیل وجود مقدار قابل توجهی از آلاینده $NO_2$

پ) با افزایش مقدار $NO_2$ در هوای آلوده، این آلاینده با $O_2$ واکنش داده و به تدریج مقدار آن کاهش می‌یابد و هم زمان با مصرف آن مطابق واکنش زیر اوزون تولید می‌شود (اوزون تروپوسفری).

$$NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$$

۲- آ) وجود هیدروکربن در گازهای خروجی دو دلیل عمده دارد: نامرغوب بودن سوخت و کافی نبودن اکسیژن برای سوختن آن.

ب) CO از سوختن ناقص سوخت، $SO_2$ از سوختن سوخت نامرغوب و حاوی مواد گوگرددار و NO از واکنش میان $N_2(g)$ و $O_2(g)$ موجود در هوا در دمای بالای موتور خودرو تولید می‌شود.

$$C_xH_y + (\frac{2x+y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO(g) + \frac{y}{2}H_2O(g)$$

$$S + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2NO(g)$$

## خود را بیازمایید صفحه ۹۵

آ) نمونه ماده (۲)

ب) خیر – زیرا رفتار متفاوتی در برهم‌کنش با پرتوهای الکترومغناطیسی (جذب، عبور و بازتاب پرتوها) دارند.

## خود را بیازمایید صفحه ۹۸

آ) (۱) و (۳) واکنش گرماده اما (۲) واکنش گرماگیر است. در واکنش‌های گرماده محتوای انرژی (آنتالپی) فراورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها است در حالی که در واکنش‌های گرماگیر محتوای انرژی (آنتالپی) فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌هاست.

ب) (۳) زیرا $E_a$ آن کمتر است در واقع تعداد ذره‌های واکنش‌دهنده بیشتری در واحد زمان می‌توانند با کسب $E_a$ به فراورده‌ها تبدیل شوند.

پ( نمودار (۲) در واقع $E_a$ برای واکنش سوختن فسفر سفید در دمای اتاق تأمین می‌شود و کمتر از $E_a$ واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن در دمای اتاق است.

## با هم بیندیشیم صفحه ۹۹

آ) زیرا $E_a$ این واکنش به اندازه‌ای زیاد است که در دمای اتاق تأمین نمی‌شود.

ب) جرقه، $E_a$ واکنش را تأمین می‌کند.

پ) توری پلاتینی و پودر روی هر دو نقش کاتالیزگر دارند.

ت) $\Delta H$ آنتالپی واکنش

۲- نمودار با سطح نارنجی مربوط به واکنش بدون حضور کاتالیزگر و نیز با ایجاد جرقه است، به طوری که بدون کاتالیزگر انجام نمی‌شود اما در حضور جرقه $E_a$ تأمین می‌شود. نمودار با سطح بنفش مربوط به واکنش کاتالیز شده یا پودر روی و نمودار با سطح سبز مربوط به واکنش کاتالیز شده پلاتین است (که از همه سریع‌تر انجام شده یا $E_a$ کمتری دارد.)

۳- کاهش / افزایش ، کاهش / افزایش ، ثابت می‌ماند. / ~~افزایش می‌یابد.~~

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۰۰

۱- آ) $C_xH_y$ به گازهای $CO_2$ و $H_2O(g)$، گاز $CO$ به $CO_2(g)$ و $NO(g)$ به $N_2(g)$ تبدیل می‌شود.

ب)

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + \frac{y}{2}H_2O(g)$$

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

$$2NO(g) \longrightarrow N_2(g) + O_2(g)$$

۲- آ) زیرا $E_a$ آنها زیاد است و در دمای اتاق تأمین نمی‌شود.

ب)

$$2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g) \ ، \ \Delta H = -181kJ \ , \ E_a = 381kJ$$

$$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) \ ، \ \Delta H = -566kJ \ , \ E_a = 334kJ$$

۳- آ) قطعه A باعث کاهش مقدار آلاینده‌ها شده است (کاهش آلودگی محیط زیست) پس عامل کاهش‌دهنده آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهاست.

ب) عبارت دوم درست است زیرا اگر یک کاتالیزگر همه واکنش‌ها را سرعت ببخشد نیاز به دیگر کاتالیزگرها نیست در واقع هر کاتالیزگر شمار معدودی واکنش را سرعت می‌بخشد و در میان آنها تنها یکی از واکنش‌ها هدف و موردنظر است.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۰۲

۱- آ) هر کاتالیزگر در گستره دمایی مناسب و معین، واکنش را به بهترین شکل ممکن سرعت می‌بخشد، به دیگر سخن کاتالیزگر باید در گستره دمایی ویژه خود باشد تا عملکرد بهینه داشته باشد.

ب) پیشنهاد می‌شود در خودروها، گرمکن‌های خودکاری تعبیه شود تا پیش از روشن شدن خودرو (و هنگام باز شدن سوئیچ) مبدل کاتالیستی را به دمای مناسب برساند.

۲- هر کاتالیزگر ممکن است یک یا شمار معدودی واکنش را تسریع کند اما همیشه برای یک واکنش با هدف معین به کار می‌رود.

کاتالیزگر نباید واکنش دیگری را هم‌زمان سرعت ببخشد که فراورده‌های آن ایجاد مزاحمت نموده یا آلاینده باشند.

کاتالیزگر باید در حضور مواد شیمیایی گوناگون در محیط واکنش و نیز تغییر دما کارایی خود را حفظ نماید.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۰۳

آ) عبارت ثابت تعادل، کسری است که صورت آن حاصل‌ضرب غلظت تعادلی فراورده‌ها (مواد سمت راست) هریک به توان ضریب استوکیومتری و مخرج آن حاصل‌ضرب غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌ها (مواد سمت چپ) هریک به توان ضریب استوکیومتری است.

ب)

$$K=\frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]^3}=\frac{(0/02)^2}{(0/4)(0/5)^3}=0/008$$

مقدار عددی K کوچک است و نشان می‌دهد که واکنش در این شرایط با پیشرفت کمی به تعادل رسیده است.

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۰۴

۱-

| تعادل / کمیت | $[NH_3]$ | $[H_2]$ | $[N_2]$ | K |
|---|---|---|---|---|
| (۱) | ۰/۱۴ | ۰/۵۰ | ۰/۰۷ | ۲/۲۴ |
| (۲) | ۰/۱۶ | ۰/۴۶ | ۰/۱۱ | ۲/۲۴ |

۲- $NH_3(g)$ و $N_2(g)$ (توجه کنید که غلظت $N_2$ از آنچه انتظار می‌رود کمتر است.)

۳- با افزودن $N_2(g)$، واکنش در جهت رفت پیش رفته زیرا از $[N_2]=0/12$ و $[H_2]=0/50$ کاسته و به $[NH_3]$ افزوده شده است.

۴- K در این آزمایش ثابت مانده است در واقع در دمای ثابت با تغییر غلظت هر یک از مواد شرکت‌کننده K تغییر نمی‌کند.

۵-

کاهش، تولید، آغازی

افزایش مصرف جدید

## خود را بیازمایید صفحه ۱۰۵

آ) در جهت رفت یا تولید گاز آمونیاک تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد.

ب) در جهت رفت یا مصرف گاز هیدروژن تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۰۷

۱- آ) با افزایش حجم در دمای ثابت، فشار کاهش یافته و واکنش در جهت افزایش فشار یا شمار مول‌های گازی بیشتر می‌رود.

ب) از مول‌های $NH_3$ کاسته و به مول‌های $N_2$ و $H_2$ افزوده می‌شود.

۲-

افزایش، کمتر، جدید

کاهش بیشتر آغازی

۳- آ) چون مول‌های گازی در دو سوی معادله واکنش برابر است، پس با تغییر حجم یا فشار در دمای ثابت، شمار مول‌های مواد شرکت‌کننده ثابت می‌ماند.

ب) توجه کنید با اینکه شمار مول‌های مواد شرکت‌کننده ثابت می‌ماند اما با افزایش فشار یا کاهش حجم سامانه، غلظت همه مواد شرکت‌کننده افزایش می‌یابد.

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۰۸

۱- آ) $K = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}$

ب) د ردمای ۴۳۵°C ، زیرا K بزرگتر است.

پ) K افزایش یافته است زیرا با افزایش دما تعادل به سمت راست جابه‌جا شده است.

ت) $\Delta H > 0$ نشان می‌دهد که واکنش در جهت رفت گرماگیر است. با این توصیف با افزایش دما واکنش در جهت مصرف گرما یعنی در جهت رفت تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد.

۲-

مصرف فراورده‌ها / تولید واکنش‌دهنده‌ها

۳- آ) کاهش یافته است.

ب) گرماده است زیرا در جهت مصرف گرما یا در جهت برگشت پیش رفته و از مقدار فراورده $NH_3$ کاسته شده است.

پ) چون واکنش در جهت رفت گرماده است پس هرچه دما پایین‌تر باشد، میزان پیشرفت واکنش (K) بیشتر است، با این توصیف $K_2$، ثابت تعادل را در دمای ۲۵°C نشان می‌دهد.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۰

۱- آ) گازهای $N_2$ و $H_2$ پس از عبور از گرم‌کننده در حضور کاتالیزگر Fe(s)، با یکدیگر واکنش داده و مقداری آمونیاک تولید می‌کنند. مخلوط واکنش که حاوی هر سه گاز است به محفظه سردکننده وارد شده که در ایجاد سرما و رساندن دما به حدود ۴۰°C-، تنها $NH_3$ به حالت مایع تبدیل و جدا می‌شود. گازهای $N_2$ و $H_2$ موجود در مخلوط دوباره بازگردانی شده و وارد چرخه تولید آمونیاک می‌شوند.

ب) ۴۰°C- مناسب است زیرا در این دما تنها $NH_3$ مایع و جدا می‌شود ( در ۲۰۰°C- افزون بر $NH_3$، گاز نیتروژن نیز مایع و جدا خواهد شد).

۲- آ) گرماده است، نمودار نشان می‌دهد با افزایش دما مقدار فراورده کم شده است زیرا تعادل در جهت مصرف گرما یا در جهت برگشت پیش رفته است.

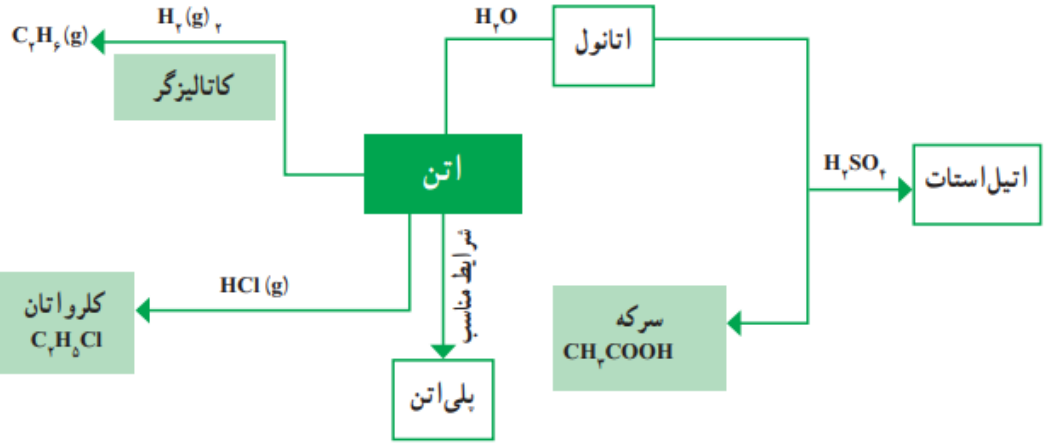
ب) در همان دما و در فشار $P_2$ ، مقدار فراورده بیشتر شده پس واکنش در جهت رفت یا شمار مول‌های گازی کمتر پیش رفته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در دمای ثابت، فشار افزایش یافته و $P_1 < P_2$ است.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۲

آ) به دلیل نوسان قیمت، می‌توانید قیمت‌ها را هنگام پاسخ دادن به این تمرین از سایت‌های مختلف ایرانی استخراج و به طور تقریبی جدول را کامل کنید و به هدف سوال پی ببرید.

ب) با به کارگیری دانش و فناوری برای جداسازی و خالص‌سازی اجزای سازنده نفت خام و فراوری آنها، افزون بر ایجاد اشتغال و ثروت، شرایط رشد و بهره‌وری اقتصاد در سطح کشور و منطقه فراهم خواهد شد، زیرا دست‌کم مواد اولیه صنایع گوناگون و سوخت مورد نیاز تأمین خواهد شد.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۴




## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۶

آ) از دسته پلی‌استرهاست زیرا در واحدهای تکرارشونده آن گروه عاملی استری وجود دارد.

ب) مونومرهای سازنده آن یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی $(HOOC-C_6H_4-COOH)$ و یک الکل دو عاملی $(HOCH_2-CH_2OH)$ هستند.

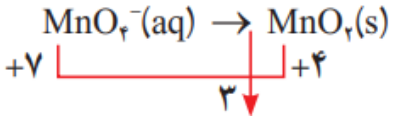
## با هم بیندیشیم صفحه ۱۱۷

۱- آ) باید گروه‌های متیل در پارازایلن به گروه عاملی کربوکسیل تبدیل شوند.

ب) عدد اکسایش کربن‌های ستاره‌دار در پارازایلن ۳- و در ترفنالیک اسید ۳+ است.

پ) برای تبدیل پارازایلن به ترفنالیک اسید باید گروه‌های متیل به گروه کربوکسیل تبدیل شوند در واقع عدد اکسایش اتم‌های کربن نام برده شده باید از ۳- به ۳+ افزایش یا اکسایش یابد، از این‌رو واکنش تنها درحضور اکسنده‌ها انجام می‌شود.

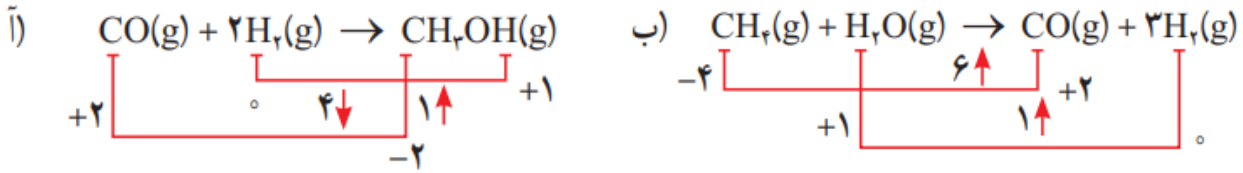
۲- آ)




ب) چون برای انجام این واکنش افزون بر اکسنده به گرما هم نیاز است پس باید $E_a$ آن زیاد باشد.

## خود را بیازمایید صفحه ۱۲۱

۱-




۲- آ) در واکنش (ii) زیرا A فراورده هدف و Z نیز یک حلال صنعتی است و هر دو فراورده از جمله مواد قابل استفاده هستند.

ب) واکنش (ii) زیرا شمار اتم‌های بیشتری از مواد واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شده است.

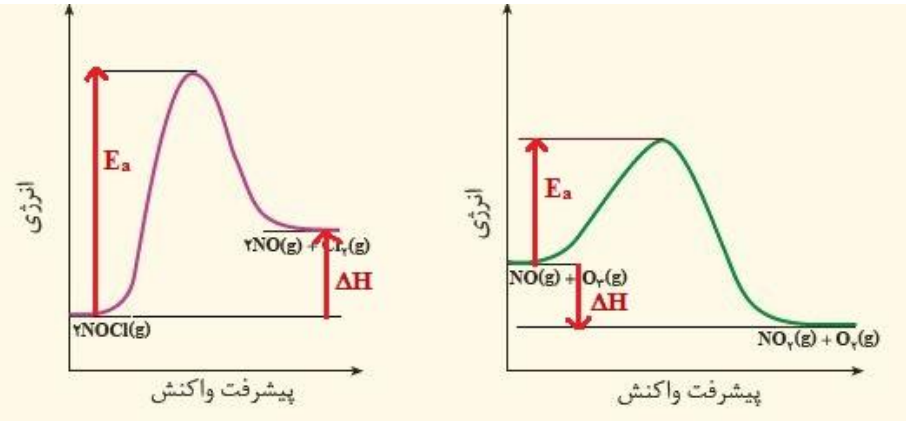
# پاسخ تمرین‌های دوره‌ای فصل ۴

۱- آ) استفاده از کاتالیزگر سبب می‌شود تا واکنش در دما و فشارهای پایین‌تری با سرعت مناسب انجام شود. به همین دلیل از مصرف انرژی می‌کاهد. کاهش مصرف انرژی، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و کاهش تولید آلاینده‌ها را در پی دارد.

ب) با افزایش دمای یک سامانه تعادلی، واکنش در جهت مصرف گرمای اضافی یا در جهت رفت تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد.

پ) چون اتم اکسیژن خاصیت نافلزی بیشتری از کربن و هیدروژن دارد، با تولید ترکیب آلی اکسیژن‌دار، عدد اکسایش اتم‌های کربن متصل به آن تغییر خواهد کرد.

۲- آ)




ب) سرعت واکنش $2NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$ کمتر است زیرا $E_a$ بیشتری دارد.

۳- کاهش حجم سامانه در دمای ثابت نشانه افزایش فشار بر سامانه تعادلی است. به همین دلیل واکنش در جهت تولید مول‌های گازی کمتر پیش می‌رود. با این توصیف سامانه (آ) در جهت مول‌های گازی کمتر یعنی فراورده‌ها پیش خواهد رفت.

۴- آ) درست (در واکنش‌های گرماگیر $E_a > \Delta H$ است)

ب) نادرست (واکنش گرماگیر است)

پ) درست ($\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{\text{مجموع پیوند فراورده‌ها}} - \Delta H_{\text{مجموع پیوند واکنش‌دهنده‌ها}}$)

در واکنش گرماگیر : $\Delta H > 0 \Rightarrow \Delta H_{\text{مجموع پیوند فراورده‌ها}} > \Delta H_{\text{مجموع پیوند واکنش‌دهنده‌ها}}$

در واکنش گرماده : $\Delta H < 0 \Rightarrow \Delta H_{\text{مجموع پیوند فراورده‌ها}} < \Delta H_{\text{مجموع پیوند واکنش‌دهنده‌ها}}$

ت) نادرست (افزایش فشار سبب می‌شود واکنش در جهت تولید مول‌های گازی کمتر یعنی تولید فراورده اوزون پیش برود.

۵- آ) بله واکنش به تعادل رسیده است زیرا در دو شکل سمت راست، رنگ سامانه تغییر نکرده و شمار مولکول‌های قهوه‌ای $NO_2$ و مولکول‌های $N_2O_4$ ثابت مانده است.

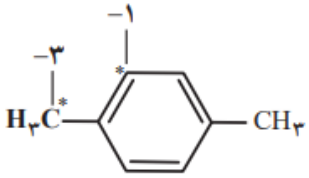
ب)

$$[NO_2] = \frac{(5 \times 0/01)\text{mol}}{2\text{L}} = 0/025\text{molL}^{-1}$$

$$[N_2O_4] = \frac{(9 \times 0/01)\text{mol}}{2\text{L}} = 0/045\text{molL}^{-1}$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0/025)^2}{0/045} = 0/0139$$

۶- آ)

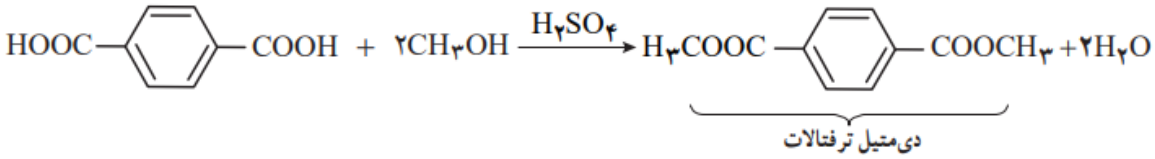



ب) تنها عدد اکسایش اتم کربن در متیل تغییر می‌کند زیرا به گروه کربوکسیل اکسایش یافته و عدد اکسایش آن از ۳- به ۳+ می‌رسد.

پ)

ترفتالیک اسید $\xrightarrow{\text{گرما}}$ محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات + پارازایلن (۱)

آب + دی متیل ترفتالات $\xrightarrow{H2SO4}$ متانول + ترفتالیک اسید (۲)




۷-

آ) اتانول $\xrightarrow{\text{سولفوریک اسید}}$ آب + گاز اتن

حلال چسب $\xrightarrow{\text{سولفوریک اسید}}$ استیک اسید + اتانول

ب) اتیلن گلیکول $\rightarrow$ محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات + گاز اتن

PET $\rightarrow$ ترفتالیک اسید + اتیلن گلیکول