

فصل اول

«گازها»

تست‌های تألیفی فصل اول

کلمه مثال ۱: جرم مولی گاز X سه برابر جرم مولی گاز Y و چگالی گاز X چهار برابر چگالی گاز Y می‌باشد. در دمای یکسان، فشار گاز X چند برابر فشار گاز Y می‌باشد؟

(۱) $\frac{3}{4}$
 (۲) $\frac{4}{3}$
 (۳) ۱۲
 (۴) $\frac{1}{12}$

$$PM = dRT \Rightarrow \frac{P_x}{P_y} = \frac{d_x}{d_y} \times \frac{M_y}{M_x} = \frac{4d_y}{d_y} \times \frac{M_y}{3M_y} = \frac{4}{3}$$

پاسخ: گزینه «۲»

کلمه مثال ۲: مقدار معینی گاز ایده‌آل در ظرفی به حجم ۴۴ لیتر و فشار ۴ اتمسفر در دمای ثابت موجود است. اگر حجم ظرف به نصف کاهش یابد، فشار گاز چه مقدار خواهد شد؟

(۱) ۸ atm
 (۲) ۲ atm
 (۳) ۴ atm
 (۴) ۱۶ atm

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{P_2}{4} = \frac{44}{22} \Rightarrow P_2 = 4 \times 2 = 8 \text{ atm}$$

پاسخ: گزینه «۱» براساس رابطه $P_1V_1 = P_2V_2$ طبق قانون بویل - ماریوت داریم:

کلمه مثال ۳: مقدار معینی گاز ایده‌آل در ظرفی به حجم ۲۰ لیتر و دمای ۲۷۳ کلوین در فشار ثابت موجود است. اگر حجم ظرف دو برابر شود، دمای ثانویه گاز چه مقدار خواهد شد؟

(۱) ۲۷۳
 (۲) ۵۴۶
 (۳) ۱۳۶/۵
 (۴) ۸۱۹

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{T_2}{273} = \frac{40}{20} \Rightarrow T_2 = 546 \text{ K}$$

پاسخ: گزینه «۲» طبق قانون شارل - گیلوساک داریم:

کلمه مثال ۴: اگر مقدار معینی گاز ایده‌آل در ظرفی به حجم ثابت در دمای ۳۰۰ کلوین و فشار ۱۵ اتمسفر قرار داشته باشد و دمای گاز تا ۵۰۰ کلوین بالا رود، فشار گاز چه مقدار خواهد شد؟

(۱) ۷/۵ atm
 (۲) ۱۵ atm
 (۳) ۹ atm
 (۴) ۲۵ atm

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow P_2 = 15 \times \frac{500}{300} = 25 \text{ atm}$$

پاسخ: گزینه «۴» با توجه به رابطه $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$ داریم:

کلمه مثال ۵: برای گاز ایده‌آلی در فشار ۱ اتمسفر و حجم ۶۷/۲ لیتر و دمای ۲۷۳ کلوین، تعداد مول‌های گاز برابر است با:

(۱) ۱ mol
 (۲) ۲ mol
 (۳) ۳ mol
 (۴) ۴ mol

پاسخ: گزینه «۳» از رابطه $PV = nRT$ در گاز ایده‌آل، استفاده می‌کنیم.

هرگاه از واحدهای اتمسفر برای فشار و لیتر برای حجم استفاده شود، R برحسب $\frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}$ قرار داده می‌شود.

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \text{ atm} \times 67/2 \text{ L}}{0/08205 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}} \times 273 \text{ K}} = 3 \text{ mol}$$

کلمه مثال ۶: اگر در یک مخلوط گازی، ۲ مول گاز A و ۳ مول گاز B در حجم و دمای ثابت موجود باشد و فشار کل ۱ اتمسفر باشد، فشار جزئی A و B به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

(۱) ۰/۴، ۰/۶
 (۲) ۰/۶، ۰/۴
 (۳) ۳، ۲
 (۴) ۰/۵، ۰/۵



پاسخ: گزینه «۲» براساس قانون دالتون، ابتدا کسر مولی گاز A و B را بدست آورده و با قراردادن آنها در رابطه $P_t = x_A P_t + x_B P_t$ فشار جزئی هر گاز به دست می آید:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{2}{5}, \quad x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{3}{5} \quad P_A = x_A P_t = \frac{2}{5} \times 1 = 0.4 \text{ atm}, \quad P_B = x_B P_t = \frac{3}{5} \times 1 = 0.6 \text{ atm}$$

مثال ۷: اگر در یک مخلوط متشکل از دو گاز ایده آل، $x_A = 0.4$ و $x_B = 0.6$ باشد و حجم کل ۵ لیتر باشد، حجم جزئی گاز A (V_A) و حجم جزئی گاز B (V_B) به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

(۱) ۳ lit, ۲ lit (۲) ۴ lit, ۱ lit (۳) ۳ lit, ۲ lit (۴) ۲/۵ lit, ۲/۵ lit

پاسخ: گزینه «۱» براساس قانون آمگات در مورد حجمهای جزئی، داریم:

$$V_A = x_A V_t \Rightarrow V_A = 0.4 \times 5 = 2 \text{ lit}, \quad V_B = x_B V_t \Rightarrow V_B = 0.6 \times 5 = 3 \text{ lit}$$

مثال ۸: اگر در مخلوط گازهای A و B با جرمهای $M_1 = 4 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ و $M_2 = 40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ ، کسر مولی گاز A در مخلوط ۰/۴ باشد، جرم ۱ مول مخلوط برابر است با:

(۱) ۱۸/۴ (۲) ۱۷/۶ (۳) ۲۵/۶ (۴) ۴۴

پاسخ: گزینه «۳» $\bar{M} = x_1 M_1 + x_2 M_2 \Rightarrow \bar{M} = 0.4(4) + 0.6(40) = 25.6 \text{ gr}$ $x_1 + x_2 = 1 \Rightarrow 0.4 + x_2 = 1 \Rightarrow x_2 = 0.6$

مثال ۹: فاکتور تراکم پذیری گازی با جرم مولکولی $M = 44 \text{ gr}$ در دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار 27 atm برابر با $Z = 0.782$ می باشد. چگالی این گاز در این شرایط چقدر است؟

(۱) $67/86 \frac{\text{gr}}{\text{lit}}$ (۲) $67/86 \frac{\text{gr}}{\text{mlit}}$ (۳) $0.678 \frac{\text{gr}}{\text{lit}}$ (۴) $6/7 \frac{\text{gr}}{\text{mlit}}$

پاسخ: گزینه «۱» برای به دست آوردن چگالی از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$Z = \frac{PV}{nRT} \xrightarrow[n = \frac{m}{M}]{d = \frac{m}{V}} Z = \frac{PM}{dRT} \Rightarrow d = \frac{PM}{ZRT} \quad d = \frac{27 \text{ atm} \times 44 \text{ gr}}{0.782 \times 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 273 \text{ K}} = 67/86 \frac{\text{gr}}{\text{lit}} = 0.6786 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

مثال ۱۰: ضرایب ویریال به کدام یک از متغیرهای زیر وابسته اند؟

(۱) دانسیته گاز (۲) دما و نوع گاز (۳) فشار و حجم گاز (۴) دما و حجم گاز

پاسخ: گزینه «۲» ضرایب ویریال تنها به دما و نوع گاز بستگی دارند.

مثال ۱۱: در معادله واندروالس، $P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$ ، جمله اول سمت راست معادله یعنی $\frac{RT}{V_m - b}$ معرف و جمله دوم، $\frac{a}{V_m^2}$ معرف

(۱) دافعه، جاذبه (۲) جاذبه، دافعه (۳) جاذبه، جاذبه (۴) دافعه، دافعه

پاسخ: گزینه «۱» هنگامی که دافعه بین مولکولها مطرح است، نیروهای دافعه حجم قابل دسترس برای مولکولها را کم می کند که اثر آن در رابطه

$$\frac{RT}{V_m - b} \text{ مشاهده می شود و } \frac{a}{V_m^2} \text{ معرف وجود جاذبه بین مولکولی می باشد که باعث کاهش فشار می شود.}$$

مثال ۱۲: اگر دمای بحرانی گازی 110°C و فشار بحرانی آن 15 atm باشد، ضرایب واندروالس a و b از راست به چپ برابر است با:

(۱) $b = 0.33 \text{ lit}, a = 4/5 \text{ lit}^2 \text{ atm}$ (۲) $b = 0.11 \text{ lit}, a = 2/5 \text{ lit}^2 \text{ atm}$
(۳) $b = 0.11 \text{ lit}, a = 4/9 \text{ lit}^2 \text{ atm}$ (۴) $b = 0.33 \text{ lit}, a = 6/4 \text{ lit}^2 \text{ atm}$

$$R = \frac{\lambda P_c V_c}{\gamma T_c} \Rightarrow V_c = \frac{\gamma R T_c}{\lambda P_c} = \frac{3 \times 0.082 \times (-110 + 273)}{8 \times 15} = 0.33 \text{ lit}$$

پاسخ: گزینه «۳» با توجه به روابط روبه‌رو، خواهیم داشت:

$$a = \gamma P_c V_c^\gamma = 3 \times 15 \times (0.33)^\gamma = 4/9 \text{ lit}^\gamma \cdot \text{atm} \quad b = \frac{V_c}{\gamma} = \frac{0.33}{3} = 0.11 \text{ lit}$$

کله مثال ۱۳: اگر برای یک مول گاز، دمای کاهش یافته $1/5$ و حجم کاهش یافته $1/2$ باشد، فشار کاهش یافته گاز برابر است با:

$$1/5 \text{ (۴)}$$

$$3/25 \text{ (۳)}$$

$$1/15 \text{ (۲)}$$

$$2/5 \text{ (۱)}$$

$$P_T = \frac{\lambda \times 1/5}{(3 \times 1/2) - 1} - \frac{3}{(1/2)^\gamma} = \frac{\lambda/4}{2/6} - \frac{3}{(1/2)^\gamma} = 1/15$$

پاسخ: گزینه «۲» براساس رابطه $P_T = \frac{\lambda T_T}{\gamma V_T - 1} - \frac{3}{V_T^\gamma}$ داریم:

کله مثال ۱۴: اگر فوگاسیته گاز A ، $1/5$ و فشار آن 1 اتمسفر باشد، ضریب فوگاسیته از واحد است و نیروهای بر غالب می‌باشد.

$$4 \text{ کوچک‌تر، جاذبه، دافعه}$$

$$3 \text{ کوچک‌تر، دافعه، جاذبه}$$

$$2 \text{ بزرگ‌تر، جاذبه، دافعه}$$

$$1 \text{ بزرگ‌تر، دافعه، جاذبه}$$

$$f = \gamma P \Rightarrow 1/5 = \gamma \Rightarrow \gamma = 1/5 > 1$$

پاسخ: گزینه «۱»

وقتی ضریب فوگاسیته بزرگ‌تر از یک باشد، فوگاسیته از فشار بزرگ‌تر می‌باشد و $Z > 1$ خواهد بود. در این حالت نیروهای دافعه بین مولکولی بر جاذبه غالب است.

کله مثال ۱۵: در گازی با جرم 28 گرم بر مول، در دمای 300 کلوین، جذر میانگین مجذور سرعت مولکول‌ها برابر است با:

$$714/4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۴)}$$

$$583/3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۳)}$$

$$620/4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۲)}$$

$$570 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۱)}$$

$$\sqrt{V^2} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$$

پاسخ: گزینه «۴» جذر میانگین مجذور سرعت مولکولی براساس رابطه $\sqrt{V^2} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$ برابر است با:

$$\sqrt{V^2} = \frac{\sqrt{3 \times 8.314 \times (300 + 273)}}{0.028} = 714/4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

کله مثال ۱۶: میانگین سرعت مولکول‌های گازی با جرم 32 گرم بر مول، در دمای 10°C چقدر است؟

$$375/5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۴)}$$

$$400 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۳)}$$

$$432/8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۲)}$$

$$469 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۱)}$$

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{\lambda R T}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8 \times 8.314 \times 283}{\pi \times 0.032}} = 432/8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پاسخ: گزینه «۲» میانگین سرعت مولکول‌های گازی برابر است با:

کله مثال ۱۷: محتمل‌ترین سرعت برای گازی با جرم 4 گرم بر مول در دمای 20°C برابر است با:

$$1460/7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۴)}$$

$$1103/6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۳)}$$

$$1351/6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۲)}$$

$$1245/6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۱)}$$

$$V_{\text{mp}} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}} = \sqrt{\frac{2 \times 8.314 \times 293}{0.004}} = 1103/6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پاسخ: گزینه «۳» محتمل‌ترین سرعت را از رابطه مقابل به دست می‌آوریم:

کله مثال ۱۸: فرکانس برخورد یک نمونه گاز در حجم ثابت، با دما نسبت دارد و در دمای ثابت، فرکانس برخورد با فشار رابطه دارد.

$$4 \text{ معکوس، معکوس}$$

$$3 \text{ معکوس، مستقیم}$$

$$2 \text{ مستقیم، معکوس}$$

$$1 \text{ مستقیم، مستقیم}$$

پاسخ: گزینه «۱» در حجم ثابت، فرکانس برخورد با دما نسبت مستقیم دارد و در دمای ثابت نیز با فشار نسبت مستقیم دارد.



کج مثال ۱۹: اگر فرکانس برخورد گازی $5 \times 10^{+10} \text{ s}^{-1}$ و میانگین سرعت مولکول‌های گاز $10 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، میانگین پویش آزاد این گاز چقدر است؟

۲ m (۴)

۵ m (۳)

۰/۰۲ m (۲)

۰/۵ m (۱)

$$\lambda = \frac{\bar{C}}{Z} = \frac{10 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \times 10^{+10} \text{ s}^{-1}} = 2 \times 10^{-2} = 0/02 \text{ m}$$

پاسخ: گزینه «۲» براساس رابطه $\lambda = \frac{\bar{C}}{Z}$ ، خواهیم داشت:

کج مثال ۲۰: اگر جرم مولکولی گاز A، ۴ برابر جرم مولکولی گاز B باشد، سرعت نفوذ گاز A چند برابر گاز B خواهد بود؟

$\frac{1}{4}$ (۴)

$\frac{1}{2}$ (۳)

۲ (۲)

۴ (۱)

$$\frac{R_A}{R_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{M_B}{4M_B}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$$

پاسخ: گزینه «۳» بر اساس رابطه بین سرعت نفوذ و جرم مولکولی داریم:

کج مثال ۲۱: اگر برای گازی، دما از ۶۰۰ کلوین به ۳۰۰ کلوین کاهش یابد، ویسکوزیته چه تغییری خواهد کرد؟

$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \sqrt{\frac{1}{2}}$ (۴)

$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \sqrt{2}$ (۳)

$\frac{\eta_2}{\eta_1} = 2$ (۲)

$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{1}{2}$ (۱)

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{300}{600}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

پاسخ: گزینه «۴» براساس رابطه روبه‌رو داریم:

آزمون فصل اول

کدام گزینه درباره‌ی قانون بویل و یا شارل - گیلوساک در مورد گازها صحیح است؟

- (۱) براساس قانون بویل، در فشار ثابت، حجم مقدار معینی از گاز با دما نسبت مستقیم دارد.
- (۲) براساس قانون شارل، حجم مولی یک گاز در دما و فشار یکسان برای تمام گازها یکسان است.
- (۳) براساس قانون بویل، در دمای ثابت، حجم مقدار معینی از گاز با فشار رابطه معکوس دارد.
- (۴) براساس قانون شارل، در دمای ثابت، حجم مقدار معینی از گاز با فشار رابطه معکوس دارد.

مقدار ضریب تراکم‌پذیری (Z) در گازهای حقیقی که نیروی دافعه غالب باشد، نیروی جاذبه غالب باشد و در حالت ایده‌آل به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) $Z > 1$ ، $Z < 1$ ، $Z = 1$ (۲) $Z = 1$ ، $Z < 1$ ، $Z > 1$ (۳) $Z < 1$ ، $Z > 1$ ، $Z = 1$ (۴) $Z > 1$ ، $Z = 1$ ، $Z < 1$

کدام گزینه در مورد معادله حالت وان دروالس گاز حقیقی صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) ضرایب وان دروالس a و b تابع دما می‌باشند.
- (۲) جمله $\frac{a}{V_m^2}$ در معادله حالت وان دروالس مربوط به وجود جاذبه بین مولکولی است.
- (۳) حجم ذره اشغال شده به وسیله هر مولکول، حجم مستثنی شده نامیده می‌شود که با b نمایش داده می‌شود.
- (۴) دمای بویل در معادله وان دروالس برابر $T_B = \frac{a}{bR}$ می‌باشد.

کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) در گازهای حقیقی هنگامی که نیروی جاذبه غالب باشد، فوگاسیته از فشار بزرگ‌تر است.
- (۲) در گازهای حقیقی هنگامی که نیروی جاذبه غالب باشد، فوگاسیته از فشار کوچک‌تر است.
- (۳) در گازهای حقیقی هنگامی که نیروی دافعه غالب باشد، فوگاسیته از فشار کوچک‌تر است.
- (۴) در گازهای حقیقی وقتی نیروی دافعه غالب باشد، $Z < 1$ است.

در گازی با فشار 10^{-10} میلی‌متر جیوه و با دمای 400°C و با جرم مولکولی $\frac{48g}{mol}$ ، جذر میانگین مجذور سرعت مولکول‌ها برابر است با:

- (۱) $142 \frac{m}{s}$ (۲) $204 \frac{m}{s}$ (۳) $674 \frac{m}{s}$ (۴) $774 \frac{m}{s}$

کدام گزینه در مورد ویسکوزیته گازها صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) ویسکوزیته گازهای حقیقی با چگالی افزایش می‌یابد.
- (۲) ویسکوزیته گازها با افزایش دما افزایش می‌یابد.
- (۳) ویسکوزیته گاز ایده‌آل به چگالی بستگی دارد.
- (۴) ویسکوزیته گاز با جذر دما نسبت مستقیم دارد.

اگر T دما و P فشار گاز باشد، تحت کدام شرایط به معادله حالت گاز ایده‌آل نزدیک می‌شویم و یا تحت چه شرایطی انحراف از حالت ایده‌آل بوجود می‌آید؟

- (۱) با افزایش دما و کاهش فشار: حالت ایده‌آل
- (۲) با کاهش دما و فشار بالا: حالت ایده‌آل
- (۳) با کاهش دما و کاهش فشار: انحراف از حالت ایده‌آل
- (۴) با افزایش دما و کاهش فشار: انحراف از حالت ایده‌آل

در شرایط یکسان سرعت نفوذ گاز هلیوم حدوداً چند برابر CO_2 است؟ ($\text{He} = 4, \text{C} = 12, \text{O} = 16$)

- (۱) $\frac{1}{\sqrt{11}}$ (۲) $\sqrt{11}$ (۳) $\sqrt{22}$ (۴) $\frac{1}{\sqrt{22}}$

اگر معادله حالت گازی به صورت $\frac{PV}{RT} = 1 + \frac{P}{RT} \left(b - \frac{a}{RT} \right)$ باشد، دمای بویل برای این گاز کدام است؟

- (۱) $\frac{a}{bR}$ (۲) $\frac{a}{b^2R^2}$ (۳) $\left(\frac{a}{bR} \right)^{\frac{1}{2}}$ (۴) $\left(\frac{bR}{a} \right)^{\frac{1}{2}}$

کله ۱۰- مقدار معینی از گاز در ظرفی به حجم ثابت در دمای 350°C کلون و فشار ۵ اتمسفر وجود دارد. اگر دمای گاز تا 700°C کلون بالا رود، فشار آن چه مقدار خواهد شد؟

- (۱) $2/5 \text{ atm}$ (۲) 70 atm (۳) 20 atm (۴) 10 atm

کله ۱۱- یک ظرف به حجم 20 لیتر در دمای 298 کلون دارای $2/3$ مول هیدروژن و $3/3$ مول هلیوم می‌باشد. فشار جزئی هیدروژن و هلیوم به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

- (۱) $0/2444 \text{ atm}$, $0/3665 \text{ atm}$ (۲) $24/7757 \text{ atm}$, $37/1636 \text{ atm}$
(۳) $2/98 \text{ atm}$, $4/47 \text{ atm}$ (۴) $0/1116 \text{ atm}$, $0/1674 \text{ atm}$

کله ۱۲- اگر حجم مستثنی شده برای یک گاز برابر 3 cm^3 باشد، حجم بحرانی برابر خواهد بود با:

- (۱) 12 (۲) 9 (۳) 15 (۴) 6

کله ۱۳- مقدار معینی از یک گاز در فشار ثابت، دارای حجم 20 لیتر و دمای 273 کلون موجود است. اگر حجم نمونه تا 30 لیتر افزایش یابد، دمای نمونه گاز چقدر خواهد شد؟

- (۱) 182 K (۲) $409/5 \text{ K}$ (۳) 546 K (۴) 450 K

کله ۱۴- اگر در مخلوط گازه‌های A و B با جرم مولکولی $M_A = 4 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ و $M_B = 44 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ ، کسر مولی A در مخلوط $3/3$ باشد، جرم کل مخلوط برابر است با:

- (۱) 14 (۲) 16 (۳) 22 (۴) 34

کله ۱۵- هرگاه در دمای ثابت، حجم مقداری معینی از گاز ۳ برابر شود، فشار گاز چه تغییری خواهد کرد؟

- (۱) فشار گاز ۳ برابر می‌شود. (۲) فشار گاز $\frac{1}{3}$ فشار اولیه خواهد شد.
(۳) فشار گاز تغییری نخواهد کرد. (۴) فشار گاز ۹ برابر می‌شود.

کله ۱۶- اگر دمای گازی از 273 کلون به 546 کلون افزایش یابد، ضریب ویسکوزیته گاز چه تغییری خواهد کرد؟

- (۱) ضریب ویسکوزیته ۲ برابر می‌شود. (۲) ضریب ویسکوزیته نصف می‌شود.
(۳) ضریب ویسکوزیته $\frac{1}{\sqrt{2}}$ برابر می‌شود. (۴) ضریب ویسکوزیته $\sqrt{2}$ برابر می‌شود.

کله ۱۷- در شرایط یکسان اگر دانسیته گاز A، ۴ برابر دانسیته گاز B باشد، سرعت نفوذ گاز A چند برابر سرعت نفوذ گاز B می‌باشد؟

- (۱) 2 (۲) 4 (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{4}$

کله ۱۸- کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) فرکانس برخورد برای یک نمونه گاز در حجم ثابت، با افزایش دما افزایش می‌یابد.
(۲) فرکانس برخورد در یک دمای ثابت، با کمیت فشار متناسب است.
(۳) میانگین پویش آزاد، با فشار رابطه معکوس دارد.
(۴) میانگین پویش آزاد، در حجم ثابت، با افزایش دما کاهش می‌یابد.

کله ۱۹- برای گازی با جرم مولی $M = 28 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ ، محتمل‌ترین سرعت در دمای 25°C برابر است با:

- (۱) $420 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (۲) $474 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (۳) $515 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (۴) $670 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

کله ۲۰- کدام گزینه در مورد توزیع سرعت‌های مولکولی با دما و جرم مولکولی صحیح می‌باشد؟

- (۱) محتمل‌ترین سرعت (مربوط به قله پیک توزیع) با افزایش دما و کاهش جرم مولکولی کاهش می‌یابد.
(۲) منحنی توزیع سرعت در دمای بالا و جرم مولکولی پایین پهن می‌باشد.
(۳) منحنی توزیع سرعت در دمای پایین و جرم مولکولی بالا پهن می‌باشد.
(۴) منحنی توزیع سرعت در دمای متوسط و جرم مولکولی متوسط پهن می‌باشد.

فصل دوم

«ترمودینامیک»

تست‌های تألیفی فصل دوم

کلمه مثال ۱: کدام یک از توابع زیر، از جمله توابع حالت نمی‌باشد؟

- (۱) گرما (۲) انرژی درونی (۳) آنتالپی (۴) آنتروپی

پاسخ: گزینه «۱» کار و گرما توابع مسیر می‌باشند.

کلمه مثال ۲: کدام یک از کمیت‌های زیر شدتی می‌باشد؟

- (۱) جرم (۲) حجم (۳) دما (۴) انرژی داخلی

پاسخ: گزینه «۳» دما کمیت شدتی است که به مقدار جسم موجود در نمونه وابسته نیست اما سایر گزینه‌ها کمیت مقداری می‌باشند.

کلمه مثال ۳: سیستمی ۱۰۰۰ ژول گرما جذب کرده و مقدار ۲۵۰۰ ژول کار انجام می‌دهد. تغییر انرژی داخلی سیستم برابر است با:

- (۱) ۳۵۰۰J (۲) ۱۵۰۰J (۳) -۱۵۰۰J (۴) -۳۵۰۰J

پاسخ: گزینه «۳» $w = -2500\text{J}$ چون سیستم کار انجام داده $q = +1000\text{J}$ چون سیستم گرما جذب کرده

$$\Delta U = q + w = 1000 - 2500 = -1500\text{J}$$

کلمه مثال ۴: کار حاصل از واکنش ۵۰ گرم آهن با اسیدکلریدریک در ظرف بسته در حجم ثابت و در یک بشر باز در دمای 25°C به ترتیب از راست به

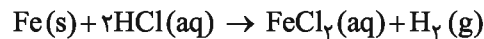
چپ برابر است با: $(M = 55/85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ جرم مولی آهن)

- (۱) $-2/2\text{kJ}$ ، ۰ (۲) $-2/2\text{kJ}$ ، ۰ (۳) $2/2\text{kJ}$ ، ۰ (۴) $2/2\text{kJ}$ ، ۰

پاسخ: گزینه «۱» در حالت اول چون حجم ثابت است، علی‌رغم اینکه فرآیند صورت می‌گیرد، هیچ کار انبساطی انجام نمی‌شود و $w = 0$ می‌باشد.

در حالت دوم، می‌توان از حجم اولیه گاز صرف‌نظر کرد زیرا حجم نهایی (پس از تولید گاز) بسیار بزرگ‌تر می‌باشد و $\Delta V = V_f - V_i = \frac{nRT}{P_{\text{ex}}}$ است که n

مقدار H_2 تولید شده است و طبق واکنش داریم:



تعداد مول تولید شده H_2 برابر با تعداد مول Fe شرکت‌کننده در واکنش می‌باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$w = -P_{\text{ex}}\Delta V = -P_{\text{ex}} \cdot \frac{nRT}{P_{\text{ex}}} = -nRT = -\frac{50\text{g}}{55/85\text{g mol}^{-1}} \times 8/314\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \times (298\text{K}) = -2/2\text{kJ}$$

کلمه مثال ۵: اگر ۱ مول گاز ایده‌آل طی انبساط برگشت‌پذیر در دمای ثابت، حجم آن به ۳ برابر افزایش یابد، کار انجام شده بر روی سیستم برابر است با:

- (۱) $w = -RT \ln \frac{1}{3}$ (۲) $w = 0$ (۳) $w = RT \ln 3$ (۴) $w = -RT \ln 3$

پاسخ: گزینه «۴» کار انبساط هم‌دمای برگشت‌پذیر از رابطه $w = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$ بدست می‌آید. بنابراین خواهیم داشت:

$$w = -1 \times R \times T \ln \frac{3V_1}{V_1} = -RT \ln 3$$

در فرآیند انبساط کار منفی می‌باشد، یعنی سیستم بر روی محیط کار انجام داده است.



کله مثال ۶: اگر برای سیستمی با حجم ۱۰ لیتر و فشار ثابت ۱ اتمسفر و بدون کار غیر فشار- حجم گرمای داده شده به سیستم در فشار ثابت ۲۰ ژول باشد، تغییر آنتالپی سیستم برابر خواهد بود با:

- (۱) ۱۰ J (۲) ۲۰ J (۳) ۳۰ J (۴) ۰

پاسخ: گزینه «۲» در شرایط فشار ثابت و بدون کار اضافی رابطه $\Delta H = q_p$ برقرار می‌باشد. بنابراین تغییر آنتالپی سیستم برابر با گرمای داده شده به سیستم در فشار ثابت می‌باشد.

کله مثال ۷: برای سیستمی در حجم ثابت و بدون کار غیر فشار- حجم، برای اندازه‌گیری تغییر انرژی درونی سیستم، کدام یک از کمیت‌های زیر اندازه‌گیری می‌شود؟

- (۱) w_V (۲) H_V (۳) q_V (۴) S_V

پاسخ: گزینه «۳» در شرایط حجم ثابت و بدون کار اضافی داریم: $\Delta U = q_V$. یعنی تغییر انرژی درونی سیستم برابر با گرمای انتقالی به سیستم در حجم ثابت می‌باشد.

کله مثال ۸: تفاوت تغییرات آنتالپی و انرژی داخلی در واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ در دمای ۲۹۸ k برابر است با:

- (۱) -۹/۹ kJ (۲) -۲/۵ kJ (۳) -۴/۹ kJ (۴) -۷/۴ kJ

پاسخ: گزینه «۴»

تعداد مول‌های گازی مواد اولیه - تعداد مول‌های گازی محصولات = Δn_g

$$= 0 - 3 = -3 \text{ mol}$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT \Rightarrow \Delta H - \Delta U = -3 \times 8.314 \times 298 = -7432.7 \text{ J} = -7.4 \text{ kJ}$$

کله مثال ۹: ظرفیت گرمایی مولی گازی در حجم ثابت از رابطه $C_V = 10/5 + 0/8 AT - 0/3 T^2$ بدست می‌آید. تغییر انرژی داخلی هنگامی که ۱ مول گاز از دمای ۲۹۸ K تا ۴۰۰ K گرم شود، چقدر می‌باشد؟

- (۱) $-3749722 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$ (۲) $-2500174 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$ (۳) $-1756101 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$ (۴) $-741356 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$

پاسخ: گزینه «۱» $\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} C_V dT = \int_{298}^{400} (10/5 + 0/8 AT - 0/3 T^2) dT = 10/5(T_2 - T_1) + \frac{0/8}{2}(T_2^2 - T_1^2) - \frac{0/3}{3}(T_2^3 - T_1^3)$

$$= 10/5(400 - 298) + \frac{0/8}{2}(400^2 - 298^2) - \frac{0/3}{3}(400^3 - 298^3) = -3749722 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

کله مثال ۱۰: اگر برای سیستمی در فشار ثابت و بدون کار اضافی، تغییر آنتالپی ۵۰۰۰۰۰ J باشد، مقدار ظرفیت گرمایی در فشار ثابت در محدوده دمایی ۳۰۰ کلوین تا ۵۰۰ کلوین برابر است با:

- (۱) ۸۵۰ JK^{-۱} (۲) ۵۰۰۰۰۰ JK^{-۱} (۳) ۱۰۰۰۰۰۰ JK^{-۱} (۴) ۲۵۰۰ JK^{-۱}

پاسخ: گزینه «۴» مقدار ظرفیت گرمایی در فشار ثابت در محدوده دمایی خواسته شده برابر است با:

$$\Delta H = C_p \Delta T \Rightarrow 500000 = C_p (500 - 300) \Rightarrow C_p = \frac{500000}{200} = 2500 \text{ JK}^{-1}$$

کله مثال ۱۱: هرگاه ۱ مول گاز ایده‌آل تک اتمی به‌طور برگشت‌پذیر و آدیاباتیک از (۱۰ lit و ۲۹۸ K) به حجم ۵ lit برسد، دمای گاز بر حسب کلوین چقدر خواهد شد؟

- (۱) ۵۲۰ K (۲) ۴۷۳ K (۳) ۲۷۳ K (۴) ۲۹۸ K

پاسخ: گزینه «۲» چون گاز ایده‌آل تک اتمی است، برای ۱ مول گاز $C_V = \frac{3}{2}R$ و $C_P = \frac{5}{2}R$ می‌باشد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$$

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_2}{298} = \left(\frac{10}{5}\right)^{\frac{5}{3}-1} \Rightarrow \frac{T_2}{298} = 2^{\frac{2}{3}} \Rightarrow T_2 \approx 473 \text{ K}$$

مثال ۱۲: در مقایسه فرآیند همدمای برگشت‌پذیر و آدیاباتیکی برگشت‌پذیر، با افزایش حجم افت فشار در فرآیند..... بیشتر است زیرا نسبت ظرفیت‌های گرمایی..... از یک می‌باشد.

- (۱) همدمای کوچک‌تر (۲) همدمای بزرگ‌تر (۳) آدیاباتیکی کوچک‌تر (۴) آدیاباتیکی بزرگ‌تر

پاسخ: گزینه «۴» در انبساط همدمای $Pa \frac{1}{V}$ و در انبساط آدیاباتیکی $Pa \frac{1}{V^\gamma}$ برقرار است و چون $\gamma > 1$ است افت فشار با افزایش حجم در فرآیند آدیاباتیکی بیشتر است.

مثال ۱۳: اگر ۱ مول گاز ایده‌آل تک اتمی بطور برگشت‌پذیر و آدیاباتیکی از فشار ۶ bar و حجم ۱۰ lit به حجم ۲۰ لیتر برسد، فشار گاز چقدر خواهد شد؟

- (۱) ۳ bar (۲) ۶ bar (۳) ۱/۸۹ bar (۴) ۱۲ bar

پاسخ: گزینه «۳» برای گاز ایده‌آل تک اتمی داریم:

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} \Rightarrow P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma \Rightarrow \frac{6}{P_2} = \left(\frac{20}{10}\right)^{\frac{5}{3}} \Rightarrow \frac{6}{P_2} = 2^{\frac{5}{3}} \Rightarrow P_2 = 1/89 \text{ bar}$$

مثال ۱۴: در مقایسه فرآیند همدمای برگشت‌پذیر و آدیاباتیکی برگشت‌پذیر، با افزایش حجم افت فشار در فرآیند..... بیشتر است زیرا نسبت ظرفیت‌های گرمایی..... از یک می‌باشد.

- (۱) همدمای کوچک‌تر (۲) همدمای بزرگ‌تر (۳) آدیاباتیکی کوچک‌تر (۴) آدیاباتیکی بزرگ‌تر

پاسخ: گزینه «۴» در انبساط همدمای $Pa \frac{1}{V}$ و در انبساط آدیاباتیکی $Pa \frac{1}{V^\gamma}$ برقرار است و چون $\gamma > 1$ است افت فشار با افزایش حجم در فرآیند آدیاباتیکی بیشتر است.

مثال ۱۵: اگر در گاز حقیقی، نیروهای جاذبه غالب باشند، با افزایش حجم انرژی درونی..... می‌یابد و اگر نیروهای دافعه غالب باشند، با افزایش حجم انرژی درونی..... می‌یابد.

- (۱) افزایش، کاهش (۲) کاهش، افزایش (۳) کاهش، کاهش (۴) افزایش، افزایش

پاسخ: گزینه «۱» با توجه به نمودار انرژی درونی برحسب حجم گاز کامل و گاز حقیقی و نکته ۲۶ گزینه «۱» صحیح می‌باشد.

مثال ۱۶: برای آمونیاک در دمای ۳۰۰ K و فشار ۱ bar، مقدار $\pi_T = 840 \text{ Pa}$ و $C_{V,m} = 27/32 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ است. تغییر انرژی داخلی مولی

آمونیاک وقتی که به اندازه ۲ K گرم شود و تا 100 cm^3 متراکم گردد، برابر است با:

- (۱) ۵۵ Jmol⁻¹ (۲) ۴۵ Jmol⁻¹ (۳) ۶۰ Jmol⁻¹ (۴) ۷۵ Jmol⁻¹



✓ پاسخ: گزینه «۱» با استفاده از رابطه $dU = \pi_T dV + C_{V,m} dT$ ، خواهیم داشت:

$$\Delta U_m = (84 \text{ J mol}^{-1}) (-100 \times 10^{-6} \text{ m}^3) + (27/32 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}) (2 \text{ K}) \approx 55 \text{ J mol}^{-1}$$

✓ مثال ۱۷: اگر گازی در اثر انبساط سرد شود، یعنی ضریب ژول تامسون آن و اگر در اثر انبساط گرم شود، یعنی ضریب ژول تامسون آن می‌باشد.

(۱) مثبت، مثبت (۲) مثبت، منفی (۳) منفی، مثبت (۴) منفی، منفی

✓ پاسخ: گزینه «۲» وقتی ضریب ژول- تامسون مثبت باشد، یعنی گاز در اثر انبساط سرد می‌شود و وقتی منفی باشد، یعنی گاز در اثر انبساط گرم می‌شود.

$$\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H : \begin{cases} \text{انبساط } (\Delta P < 0) & ; & \Delta T < 0 \Rightarrow \mu > 0 \\ \text{انبساط } (\Delta P < 0) & ; & \Delta T > 0 \Rightarrow \mu < 0 \end{cases}$$

✓ مثال ۱۸: کدام رابطه بین ضریب ژول تامسون μ و ضریب ژول تامسون همدم μ_T برقرار می‌باشد؟

$$\frac{\mu_T}{\mu} = -C_P \quad (۴) \quad \mu_T = -\frac{C_P}{\mu} \quad (۳) \quad \frac{\mu}{\mu_T} = -C_P \quad (۲) \quad \mu = -\frac{C_P}{\mu_T} \quad (۱)$$

✓ پاسخ: گزینه «۴» ضریب ژول تامسون برابر است با $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H$ و ضریب ژول تامسون همدم برابر با $\mu_T = \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T$ می‌باشد و رابطه زیر بین

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T = -C_P \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H \Rightarrow \mu_T = -C_P \mu$$

آنها برقرار است:

✓ مثال ۱۹: ضریب انبساط گرمایی α و ضریب تراکم‌پذیری همدم β برای گاز ایده‌آل، به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

$$T, P \quad (۴) \quad P, T \quad (۳) \quad \frac{1}{P}, \frac{1}{T} \quad (۲) \quad \frac{1}{T}, \frac{1}{P} \quad (۱)$$

✓ پاسخ: گزینه «۲» ضریب انبساط گرمایی (α) و ضریب تراکم‌پذیری همدم (β) از روابط زیر به دست می‌آید:

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} \quad \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \frac{1}{V} \left(\frac{nR}{P} \right) = \frac{1}{T}$$

$$\beta = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{-nRT}{P^2} \right) = \frac{nRT}{VP \times P} = \frac{1}{P}$$

✓ مثال ۲۰: اگر دمای یک مول گاز ایده‌آل با $C_V = 10 \text{ JK}^{-1}$ در فشار ثابت، سه برابر شود، تغییر مقدار آنتروپی تقریباً چقدر خواهد بود؟

$$3/3 \text{ JK}^{-1} \quad (۴) \quad 30 \text{ JK}^{-1} \quad (۳) \quad 11 \text{ JK}^{-1} \quad (۲) \quad 9/1 \text{ JK}^{-1} \quad (۱)$$

✓ پاسخ: گزینه «۲» براساس رابطه $\Delta S = C_P \ln \frac{T_2}{T_1}$ خواهیم داشت:

$$\Delta S = 10 \ln \frac{3T_1}{T_1} = 10 \ln 3 = 10/98 \approx 11 \text{ JK}^{-1}$$

✓ مثال ۲۱: دمای یک مول گاز ایده‌آل با $C_V = 8 \text{ JK}^{-1}$ در حجم ثابت، از ۴۰۰ کلوین به ۲۰۰ کلوین می‌رسد. تغییر مقدار آنتروپی سیستم چه مقدار خواهد بود؟

$$-16 \text{ JK}^{-1} \quad (۴) \quad -5/5 \text{ JK}^{-1} \quad (۳) \quad +5/5 \text{ JK}^{-1} \quad (۲) \quad 16 \text{ JK}^{-1} \quad (۱)$$

✓ پاسخ: گزینه «۳»

$$\Delta S = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} = 8 \ln \frac{200}{400} = -5/5 \text{ JK}^{-1}$$

با توجه به اینکه دما کاهش یافته است، آنتروپی سیستم کاهش می‌یابد. بنابراین تغییر آنتروپی سیستم منفی خواهد بود.

کله مثال ۲۲: اگر تغییر آنتالپی تبدیل فاز یک ماده خالص در دمای 300K و فشار ثابت، 15000J باشد، تغییر آنتروپی برابر خواهد بود با:

- (۱) 15JK^{-1} (۲) 45JK^{-1} (۳) 25JK^{-1} (۴) 50JK^{-1}

پاسخ: گزینه «۴» تغییر آنتروپی برابر است با تغییرات آنتالپی تقسیم بر دما: $\Delta S_{\text{trs}} = \frac{\Delta H_{\text{trs}}}{T_{\text{trs}}} = \frac{15000\text{J}}{300\text{K}} = 50\text{JK}^{-1}$

کله مثال ۲۳: اگر حجم ۲ مول گاز کامل تک اتمی طی فرآیند انبساط همدمای برگشت پذیر، ۳ برابر افزایش یابد، تغییر آنتروپی سیستم چقدر خواهد بود؟

- (۱) $15/5\text{JK}^{-1}$ (۲) $16/6\text{JK}^{-1}$ (۳) $18/3\text{JK}^{-1}$ (۴) $49/9\text{JK}^{-1}$

پاسخ: گزینه «۳» تغییر آنتروپی سیستم در شرایط همدمای برگشت پذیر برابر است با: $\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} = 2 \times 8.314 \times \ln \frac{3V_1}{V_1} = 18/3\text{JK}^{-1}$

کله مثال ۲۴: اگر ۴ مول از یک گاز ایده آل تک اتمی از دمای صفر درجه سلسیوس تا دمای 100 درجه سلسیوس در فشار ثابت ۱ اتمسفر گرم شود،

افزایش آنتروپی گاز برابر است با: $(R = 1/987\text{ cal K}^{-1}\text{ mol}^{-1})$

- (۱) $6/20$ (۲) $3/72$ (۳) $8/68$ (۴) $4/52$

پاسخ: گزینه «۱» تغییرات آنتروپی گاز کامل در فشار ثابت از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 4 \times \frac{5}{2} R \ln \frac{373}{273} = 4 \times \frac{5}{2} \times 1/987 \times \ln \frac{373}{273} \quad \Delta S = 6/20$$

کله مثال ۲۵: اگر ۱ مول از گاز ایده آل A با ۲ مول از گاز ایده آل B در دما و فشار ثابت مخلوط شوند، تغییر آنتروپی مخلوط شدن برابر است با:

- (۱) $15/87\text{JK}^{-1}$ (۲) $14/52\text{JK}^{-1}$ (۳) $12/25\text{JK}^{-1}$ (۴) $13/5\text{JK}^{-1}$

پاسخ: گزینه «۱» براساس رابطه ΔS_{mix} داریم:

$$\Delta S = -nR(x_1 \ln x_1 + x_2 \ln x_2), \quad n = 1 + 2 = 3\text{ mol}$$

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{1}{1 + 2} = \frac{1}{3}, \quad x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \Delta S = -3 \times 8.314 \left(\frac{1}{3} \ln \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \ln \frac{2}{3} \right) = 15/87\text{JK}^{-1}$$

کله مثال ۲۶: اگر گرمای تبخیر مایعی 25kJmol^{-1} باشد، نقطه جوش مایع تقریباً چند درجه سلسیوس می باشد؟

- (۱) $15/5^\circ\text{C}$ (۲) $21/1^\circ\text{C}$ (۳) $39/5^\circ\text{C}$ (۴) $60/3^\circ\text{C}$

پاسخ: گزینه «۲» براساس قاعده تروتون داریم:

$$\Delta S_{\text{vap}} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{T_b} \Rightarrow 85\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} = \frac{25000\text{Jmol}^{-1}}{T_b} \Rightarrow T_b = \frac{25000}{85} = 294/1\text{K} = 21/1^\circ\text{C}$$

کله مثال ۲۷: در یک ماشین گرمایی که دمای منبع گرم 400 کلوین و دمای منبع سرد 200 کلوین می باشد، بازده ماشین چقدر است؟

- (۱) 3 (۲) $1/5$ (۳) $0/5$ (۴) $0/25$

پاسخ: گزینه «۳» بازده ماشین گرمایی برابر است با: $e = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{200}{400} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = 0/5$

کله مثال ۲۸: برای مولکول CO، آنتروپی باقیمانده در دمای 0K ، برحسب R کدام است؟

- (۱) $2R$ (۲) $0/7R$ (۳) R (۴) $0/5R$

پاسخ: گزینه «۲» چون برای مولکول CO، دو صورت $C=O$ و $O=C$ وجود دارد، پس $W = 2$ است و $S = R \ln 2 = 0/7R$



کحل مثال ۲۹: در دمای 500 K ، آنتروپی گازی برابر با 60 کالری بر مول درجه می‌باشد. آنتالپی آن $15 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ و انرژی داخلی آن $10 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ می‌باشد.

انرژی آزاد گیبس و هلمهولتز در این دما، به ترتیب برابر است با: (برحسب $\frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$)

$$(1) -20, -15 \quad (2) -45, -40 \quad (3) -15, -20 \quad (4) -40, -45$$

پاسخ: گزینه «۳» براساس روابط انرژی آزاد گیبس و انرژی آزاد هلمهولتز و جایگذاری مقادیر داده شده در این روابط خواهیم داشت:

$$G = H - TS \quad G = 15 - 500 \left(\frac{60}{1000} \right) = 15 - 30 = -15 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$A = U - TS \quad A = 10 - 500 \left(\frac{60}{1000} \right) = 10 - 30 = -20 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

کحل مثال ۳۰: هنگامی که در واکنش ۱ مول گلوکز، $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$ ، $\Delta U_r = -2808 \text{ kJ mol}^{-1}$ و $\Delta S_r = 182/4 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ باشد، چه مقدار از این تغییر انرژی را می‌توان به صورت کار بدست آورد؟ (دما 298 K می‌باشد).

$$(1) -2862 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (2) -2752 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (3) -1750 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (4) -2500 \text{ kJ mol}^{-1}$$

پاسخ: گزینه «۱» مقدار کار ماکزیمم انبساطی (فشار-حجم) برابر است با تغییرات انرژی آزاد هلمهولتز:

$$\Delta A_r = \Delta U_r - T \Delta S_r = -2808000 (\text{J mol}^{-1}) - 298 (\text{K}) (182/4 (\text{JK}^{-1} \text{ mol}^{-1})) = -2862 \text{ kJ mol}^{-1}$$

کحل مثال ۳۱: کدام یک از روابط ترمودینامیکی زیر صحیح نمی‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_S = T \quad (1) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_P = T \quad (2) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S = -P \quad (3) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V = T \quad (4)$$

پاسخ: گزینه «۴» براساس روابط زیر درستی گزینه‌های ۱ تا ۳ و نادرست بودن گزینه ۴ مشخص می‌شود:

$$dU = TdS - PdV \Rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V = T, \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S = -P \quad dH = TdS + VdP \Rightarrow \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_P = T, \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_S = V$$

کحل مثال ۳۲: هنگامی که فشار آب مایع با $V_m = 18 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ به طور همدما در دمای 298 K از 1 bar به 2 bar افزایش یابد، تغییر انرژی گیبس مولی در حالتی که «الف»: آب مایع به صورت یک سیال تراکم‌ناپذیر فرض شود و در حالتی که «ب»: بخار آب مانند گاز کامل رفتار کند، به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

$$(1) \text{ الف: } 1/7 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ و ب: } 1/8 \text{ J mol}^{-1} \quad (2) \text{ الف: } 1/8 \text{ J mol}^{-1} \text{ و ب: } 1/7 \text{ kJ mol}^{-1} \\ (3) \text{ الف: } 2/5 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ و ب: } 1/5 \text{ J mol}^{-1} \quad (4) \text{ الف: } 1/5 \text{ J mol}^{-1} \text{ و ب: } 2/5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

پاسخ: گزینه «۲» در حالت الف: برای سیال تراکم‌ناپذیر V_m ثابت است و مستقل از فشار است و برابر $18 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ می‌باشد و چون دما ثابت

$$\Delta G_m = \int_{P_1}^{P_2} V_m dP = (18 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}) \times (2-1) \times 10^5 \text{ Pa} = 1/8 \text{ J mol}^{-1} \quad (1 \text{ Pa m}^3 = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J})$$

است، بنابراین می‌توان نوشت: در حالت ب: برای یک گاز کامل، حجم مولی با فشار به صورت $V_m = \frac{RT}{P}$ تغییر می‌کند. بنابراین داریم:

$$\Delta G_m = \int_{P_1}^{P_2} \frac{RT}{P} dP = RT \ln \frac{P_2}{P_1} = 8/314 \times 298 \ln 2 = 1/7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

مثال ۳۳: کدام یک جزء روابط ماکسول می باشد؟

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \quad (۴) \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_T \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۱» با دقت در روابط ماکسول در می یابیم که تنها در گزینه «۱» رابطه صحیح ماکسول مشاهده می شود.

مثال ۳۴: مقدار $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ برای گاز ایده آل و گاز واندروالس به ترتیب برابر است با:

$$\frac{n^2 a}{V^2}, 0 \quad (۴) \quad 0, \frac{n^2 a}{V^2} \quad (۳) \quad \frac{1}{P}, \frac{1}{T} \quad (۲) \quad \frac{1}{T}, \frac{1}{P} \quad (۱)$$

$$PV = nRT$$

پاسخ: گزینه «۴» معادله گاز ایده آل برابر است با:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_P = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{nR}{PV} = \frac{1}{T} \\ \beta = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = \frac{nRT}{P^2 V} = \frac{1}{P} \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \frac{\alpha}{\beta} - P = T \frac{1/T}{1/P} - P = 0$$

بر اساس تعریف α و β خواهیم داشت:

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

معادله گاز واندروالس برابر است با:

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{an^2}{V^2} \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{nR}{V - nb} \Rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{nRT}{V - nb} - \left(\frac{nRT}{V - nb} - \frac{an^2}{V^2}\right) = \frac{an^2}{V^2}$$

مثال ۳۵: اگر برای یک سیستم در دمای ۲۷۳ K، انرژی گیبس از رابطه $G = +5 + 10T - 20T^2$ بدست آید، آنتالپی سیستم در این دما چقدر است؟

$$1492315 \quad (۴) \quad 1221071 \quad (۳) \quad 1535150 \quad (۲) \quad 1490585 \quad (۱)$$

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = -\frac{H}{T^2}$$

پاسخ: گزینه «۱» طبق رابطه گیبس - هلمهولتز داریم:

$$G = +5 + 10T - 20T^2 \Rightarrow \frac{G}{T} = +\frac{5}{T} + 10 - 20T \quad \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = -\frac{5}{T^2} - 20 = -\frac{H}{T^2} \Rightarrow \frac{-5 - 20T^2}{T^2} = -\frac{H}{T^2} \Rightarrow$$

$$-H = -5 - 20T^2 = -5 - 20(273)^2 = -1490585 \Rightarrow H = 1490585 \text{ Jmol}^{-1}$$

مثال ۳۶: برای ۱ مول گاز ایده آل در $P_1 = P^0 = 1 \text{ bar}$ (حالت استاندارد)، در دمای ۲۹۸ K، اگر فشار به نصف کاهش یابد، $G - G^0$ برابر است با:

$$-3 \text{ kJmol}^{-1} \quad (۴) \quad -2/5 \text{ kJmol}^{-1} \quad (۳) \quad -1/7 \text{ kJmol}^{-1} \quad (۲) \quad -1/5 \text{ kJmol}^{-1} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۲» تغییرات انرژی آزاد گیبس در دمای ثابت برابر است با:

$$\Delta G = G - G^0 = nRT \ln \frac{P}{P^0} = 1 \times 8.314 \times 298 \ln 0.5 = -1717/3 \text{ Jmol}^{-1} = -1/7 \text{ kJmol}^{-1}$$

مثال ۳۷: برای سیستمی در دمای ثابت، اگر تغییر انرژی درونی 20 Jmol^{-1} و تغییر آنتالپی 10 Jmol^{-1} باشد، تفاوت تغییر انرژی آزاد گیبس و تغییر انرژی آزاد هلمهولتز چقدر می باشد؟

$$-10 \text{ Jmol}^{-1} \quad (۴) \quad -30 \text{ Jmol}^{-1} \quad (۳) \quad -40 \text{ Jmol}^{-1} \quad (۲) \quad -20 \text{ Jmol}^{-1} \quad (۱)$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta G = \Delta H - T\Delta S \\ \Delta A = \Delta U - T\Delta S \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta G - \Delta A = \Delta H - T\Delta S - \Delta U + T\Delta S \Rightarrow \Delta G - \Delta A = \Delta H - \Delta U = 10 - 20 = -10 \text{ Jmol}^{-1} \quad \text{گزینه «۴»} \quad \text{پاسخ:} \quad \text{گزینه «۴»} \quad \text{پاسخ:} \quad \text{گزینه «۴»}$$



کلمه مثال ۳۸: کدام یک تعریف صحیحی از پتانسیل شیمیایی نمی‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,P,n_j} \quad (۴) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_j} \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_j} \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial A}{\partial n_i}\right)_{T,V,n_j} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۳» با توجه به معادله $dH = TdS + VdP + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i$ متغیرهای تابع H ، (P, S, n_j) می‌باشند. اما در گزینه ۳ متغیرها به اشتباه S, V و n_j نوشته شده است.

کلمه مثال ۳۹: به طور کلی در حالت تعادل شیمیایی، کدام رابطه برقرار است؟

$$\sum \mu_i = 0 \quad (۴) \quad \sum n_i \mu_i = 0 \quad (۳) \quad \sum n_i d\mu_i = 0 \quad (۲) \quad \sum \mu_i dn_i = 0 \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۳» $\sum n_i \mu_i = 0$ در حالت کلی تعادل شیمیایی برقرار می‌باشد.

کلمه مثال ۴۰: برای گاز حقیقی با ضریب فوگاسیته $1/5$ و با دانستن $P^\circ = 1 \text{ atm}$ استاندارد، اختلاف پتانسیل شیمیایی گاز حقیقی و گاز ایده‌آل (بر حسب R برابر است با: $T = 273 \text{ K}$)

$$74/7R \quad (۴) \quad 100/5R \quad (۳) \quad 110/7R \quad (۲) \quad 189/2R \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۲» پتانسیل شیمیایی گاز حقیقی و گاز ایده‌آل بر اساس روابط زیر تعریف می‌شود. اختلاف این مقادیر برابر است با $RT \ln \gamma$.

$$\left. \begin{array}{l} \text{گاز حقیقی: } \mu_{\text{rel}} = \mu^\circ + RT \ln \left(\frac{P}{P^\circ}\right) + RT \ln \gamma \\ \text{گاز ایده‌آل: } \mu_{\text{id}} = \mu^\circ + RT \ln \left(\frac{P}{P^\circ}\right) \end{array} \right\} \Rightarrow \mu_{\text{rel}} - \mu_{\text{id}} = RT \ln \gamma = R \times 273 \times \ln 1/5 = 110/7R$$

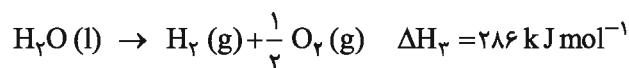
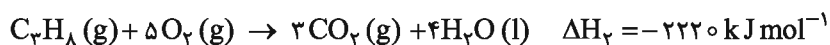
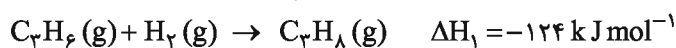
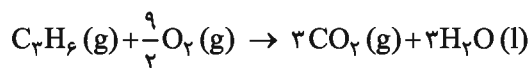
کلمه مثال ۴۱: اگر برای واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ، آنتالپی‌های مولی استاندارد N_2 ، H_2 و NH_3 را به ترتیب با a ، b و c نشان دهیم، آنتالپی استاندارد واکنش کدام است؟

$$2c - a - 3b \quad (۴) \quad c + 2a - 3b \quad (۳) \quad 2c - a + 3b \quad (۲) \quad 2c + a + 3b \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۴» $v(N_2) = 1$ ، $v(H_2) = 3$ ، $v(NH_3) = 2$ ضرایب استوکیومتری $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

$$\Delta H_r^\circ = 2H_m^\circ(NH_3) - (H_m^\circ(N_2) + 3H_m^\circ(H_2)) = 2c - (a + 3b) \Rightarrow \Delta H_r^\circ = 2c - a - 3b$$

کلمه مثال ۴۲: آنتالپی سوختن پروپن با استفاده از آنتالپی‌های واکنش زیر کدام است؟



$$2630 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۴) \quad -2630 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۳) \quad 2058 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۲) \quad -2058 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۱» با جمع کردن ۳ واکنش داده شده، به واکنش سوختن پروپن می‌رسیم. بنابراین ΔH واکنش اصلی برابر با مجموع ΔH

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = -124 - 2220 + 286 = -2058 \text{ kJ mol}^{-1}$$

واکنش‌هاست:



کلمه مثال ۴۳: آنتالپی استاندارد واکنش $2\text{HN}_3(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) + 4\text{N}_2(\text{g})$ چقدر می‌باشد؟

$$(\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_2) = -187/78 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta H_f^\circ(\text{NO}) = 90/25 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta H_f^\circ(\text{HN}_3(\text{l})) = 264 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$-830 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۴) \quad -750 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۳) \quad -542/0.3 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۲) \quad -896/28 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۱)$$

$$\Delta H_r^\circ = (\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_2) + 4\Delta H_f^\circ(\text{N}_2)) - (2\Delta H_f^\circ(\text{HN}_3) + 2\Delta H_f^\circ(\text{NO})) \quad \text{پاسخ: گزینه «۱» براساس معادله مقابل، داریم:}$$

$$\Delta H_r^\circ = (-187/78 + 4(0)) - ((2 \times 264) + (2 \times 90/25)) = -896/28 \text{ kJ mol}^{-1}$$

کلمه مثال ۴۴: اگر آنتالپی استاندارد تشکیل H_2O گازی در 298K برابر با $-241/82 \text{ kJ mol}^{-1}$ باشد، مقدار آن در 100°C برابر است با:

$$(C_p(\text{H}_2\text{O}) = 33/58 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}, C_p(\text{H}_2) = 28/84 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}, C_p(\text{O}_2) = 29/37 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1})$$

$$-242/27 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۴) \quad -248/70 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۳) \quad -242/56 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۲) \quad -243/66 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۱)$$

$$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \text{پاسخ: گزینه «۲» واکنش عبارت است از:}$$

$$\Delta H(373) - \Delta H(298) = \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT = \Delta C_p (T_2 - T_1) \quad \text{با استفاده از قانون کیرشهف، داریم:}$$

$$\Delta C_p = (C_p(\text{H}_2\text{O}) - (C_p(\text{H}_2) + \frac{1}{2}C_p(\text{O}_2))) = (33/58 - (28/84 + \frac{29/37}{2})) = -9/94 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta H(373) = -241/82 + (-9/94)(373 - 298) \times \frac{1}{1000} = -242/56 \text{ kJ mol}^{-1}$$

کلمه مثال ۴۵: انرژی گیبس استاندارد واکنش $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ در دمای 25°C کدام است؟

$$(\Delta G_f^\circ(\text{CO}_2) = -394/4 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta G_f^\circ(\text{CO}) = -137/2 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$-450 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۴) \quad -531/6 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۳) \quad -257/2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۲) \quad -463 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۲» با توجه به معادله زیر داریم:

$$\Delta G_r^\circ = \Delta G_f^\circ(\text{CO}_2) - (\Delta G_f^\circ(\text{CO}) + \frac{1}{2}\Delta G_f^\circ(\text{O}_2)) = -394/4 - (-137/2 + \frac{1}{2}(0)) = -257/2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

کلمه مثال ۴۶: شیب منحنی انرژی گیبس برحسب پیشرفت واکنش به ترتیب از شروع واکنش، $\xi = 0$ تا ξ بزرگ‌تر چگونه است؟

$$(۱) \text{ مثبت، صفر، منفی} \quad (۲) \text{ منفی، صفر، مثبت} \quad (۳) \text{ منفی، مثبت، صفر} \quad (۴) \text{ همواره منفی}$$

پاسخ: گزینه «۲» براساس شکل (۱۰)، $\Delta G_r = (\frac{\partial G}{\partial \xi})_{T,P}$ در حالت تعادل صفر است. قبل از تعادل منفی و بعد از تعادل مثبت است.

کلمه مثال ۴۷: ثابت تعادل (K_p) واکنش $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ در دمای 25°C چند می‌باشد؟

$$(\Delta G_f^\circ(\text{HCl}) = -95/3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})$$

$$2/57 \times 10^{33} \quad (۱) \quad 3/5 \times 10^{27} \quad (۲) \quad ۴/۵ \times 10^{20} \quad (۳) \quad ۶/۵ \times 10^{22} \quad (۴)$$

$$\Delta G^\circ = 2\Delta G_f^\circ(\text{HCl}) - (\Delta G_f^\circ(\text{H}_2) + \Delta G_f^\circ(\text{Cl}_2)) \quad \text{پاسخ: گزینه «۱» براساس رابطه مقابل داریم:}$$

$$\Delta G^\circ = 2 \times (-95/3) - (0 + 0) = -190/6 \text{ kJ} \quad K_p = e^{\frac{\Delta G^\circ}{RT}} = e^{\frac{-190600}{8/314 \times 298}} = 2/57 \times 10^{33}$$

کلمه مثال ۴۸: کدام یک ثابت تعادل ترمودینامیکی نمی‌باشد؟

K_f (۱) K_a (۲) K_p (۳) K_γ (۴)

پاسخ: گزینه «۴» K_f مربوط به گازهای حقیقی، K_a مربوط به محلول حقیقی و K_p مربوط به گاز ایده‌آل می‌باشد که جزء ثابت‌های تعادل ترمودینامیکی می‌باشند. K_γ که در رابطه $K_f = K_\gamma \cdot K_p$ وجود دارد، جزء ثابت‌های تعادل ترمودینامیکی نمی‌باشد.

کلمه مثال ۴۹: اگر در گاز حقیقی، $K_f = 1/5 \times 10^3$ و $K_p = 1 \times 10^4$ باشد، K_γ برابر است با:

$1/5 \times 10^7$ (۱) $1/5 \times 10^{-1}$ (۲) $1/5 \times 10^1$ (۳) $0/6 \times 10^1$ (۴)

پاسخ: گزینه «۲» بر اساس رابطه $K_f = K_p \cdot K_\gamma$ داریم:

$$K_\gamma = \frac{K_f}{K_p} = \frac{1/5 \times 10^3}{1 \times 10^4} = 1/5 \times 10^{-1}$$

کلمه مثال ۵۰: تغییرات $\ln K$ نسبت به $\frac{1}{T}$ برای یک واکنش در گستره دمایی 200K تا 400K به صورت خط راستی است. با شیب -6×10^2 ، ΔH_r° واکنش چقدر می‌باشد؟

12kJ (۱) 5kJ (۲) 3kJ (۳) 2kJ (۴)

پاسخ: گزینه «۲» بر اساس معادله $-\ln K = -\frac{\Delta H_r^\circ}{RT} + \frac{\Delta S_r^\circ}{R}$ ، شیب خط $\ln K$ بر حسب $\frac{1}{T}$ برابر است با:

$$-\frac{\Delta H_r^\circ}{R} = \frac{d \ln K}{d(\frac{1}{T})} \Rightarrow -600 = -\frac{\Delta H_r^\circ}{8/314} \Rightarrow \Delta H_r^\circ = 4988/4 \text{ J} \approx 5 \text{ kJ}$$

کلمه مثال ۵۱: اگر ثابت تعادل واکنش $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ در دمای T ، K_p باشد، ثابت تعادل $2A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ برابر است با:

K_p^2 (۱) $\frac{K_p}{2}$ (۲) $(K_p)^2$ (۳) $2K_p$ (۴)

پاسخ: گزینه «۱» چون واکنش اول در ۲ ضرب شده است و واکنش دوم را بوجود آورده است، ثابت تعادل واکنش دوم به توان ۲ خواهد رسید.

کلمه مثال ۵۲: اگر K_p برای واکنشی در دمای 300K برابر $3/5 \times 10^{-4}$ باشد، انرژی گیبس استاندارد این واکنش در این دما تقریباً چند کیلوکالری می‌باشد؟

$17/5 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ (۱) $19/8 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ (۲) $4/7 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ (۳) $5/25 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ (۴)

پاسخ: گزینه «۳» انرژی آزاد گیبس از رابطه مقابل بدست می‌آید:

$$\Delta G_r^\circ = -RT \ln K_p = -1/98 \times (300) \times \ln(3/5 \times 10^{-4}) = 4/7 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

کلمه مثال ۵۳: هنگامی که دمای یک تعادل شیمیایی از 300K به 350K افزایش یابد، ثابت تعادل ترمودینامیکی آن ۵ برابر می‌شود. ΔH_r° واکنش بر حسب ژول برابر است با:

28100J (۱) 25700J (۲) 24200J (۳) 31000J (۴)

پاسخ: گزینه «۱» بر اساس معادله وانت‌هوف که وابستگی ثابت تعادل به دما را بیان می‌کند، داریم:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H_r^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow \ln 5 = \frac{-\Delta H_r^\circ}{8/314} \left(\frac{1}{350} - \frac{1}{300} \right) \Rightarrow \Delta H_r^\circ = 28100 \text{ J}$$

آزمون فصل دوم

کدام یک تابع حالت نمی باشد؟

- (۱) S (۲) A (۳) W (۴) H

کدام یک جزء خواص مقداری می باشد؟

- (۱) ظرفیت گرمایی (۲) ظرفیت گرمایی ویژه مولی (۳) فشار (۴) دانسیته جرمی

کدام گزینه در مورد سیستم منزوی صحیح می باشد؟

- (۱) سیستم منزوی سیستمی است که با محیط اطراف تبادل ماده دارد اما انرژی ندارد.
 (۲) سیستم منزوی سیستمی است که با محیط اطراف تبادل ماده و انرژی ندارد.
 (۳) سیستم منزوی سیستمی است که با محیط اطراف تبادل ماده ندارد اما انرژی دارد.
 (۴) سیستم منزوی سیستمی است که با محیط اطراف خود تبادل ماده و انرژی دارد.

اگر سیستمی گرما جذب کند و کار بر روی محیط انجام دهد، علامت گرما و کار را به ترتیب با مشخص می کنند.

- (۱) مثبت، منفی (۲) منفی، مثبت (۳) مثبت، مثبت (۴) منفی، منفی

کدام یک از قوانین ترمودینامیک بر مفهوم دما تأکید دارد؟

- (۱) قانون اول (۲) قانون صفرم (۳) قانون دوم (۴) قانون سوم

کار انبساط آزاد برابر کدام یک از گزینه های زیر است؟

- (۱) $w = -\int PdV$ (۲) $w = -P\Delta V$ (۳) $w = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$ (۴) ۰

اگر گاز کامل در دمای ثابت به صورت برگشت پذیر از فشار ۱ اتمسفر به فشار ۳ اتمسفر برسد، کار انجام شده برابر است با:

- (۱) $-nRT \ln 6$ (۲) $nRT \ln \frac{1}{3}$ (۳) $-nRT \ln 3$ (۴) $+nRT \ln 3$

کدام گزینه صحیح نمی باشد؟

- (۱) $\Delta U = q_v$ (۲) $\Delta U = q_p$ (۳) $\Delta U = \Delta H + \Delta(PV)$ (۴) $(\Delta U)_T = 0$

در چه صورت $|\Delta H - \Delta U|$ در یک واکنش بیشترین مقدار را دارد؟

- (۱) $\Delta n_g = 2$ (۲) $\Delta n_g = 3$ (۳) $\Delta n_g = 4$ (۴) $\Delta n_g = 5$

اگر برای ماده ای $C_p = 3 + 4T + 3T^2$ باشد، تغییرات آنتالپی در محدوده دمایی ۱۰۰K تا ۳۰۰K کدام است؟ ($n=1$)

- (۱) ۲۶۱۶۰۶۰۰J (۲) ۲۵۱۵۰۵۰۰J (۳) ۲۴۰۰۰۰۰۰J (۴) ۱۷۰۰۰۵۰۰J

کدام گزینه صحیح می باشد؟

- (۱) کار آدیاباتیکی برگشت پذیر بیشتر از کار همدمای برگشت پذیر می باشد.
 (۲) کار آدیاباتیکی برگشت پذیر کمتر از کار همدمای برگشت پذیر می باشد.
 (۳) کار همدمای برگشت پذیر کمتر از کار همدمای برگشت ناپذیر می باشد.
 (۴) افت فشار در انبساط همدمای بیشتر از انبساط آدیاباتیکی است.

متغیرهای طبیعی کدام تابع درست معرفی نشده است؟ (در یک سیستم بسته)

- (۱) $U(T, V)$ (۲) $H(S, P)$ (۳) $G(S, T)$ (۴) $A(V, T)$

در گاز حقیقی اگر نیروهای جاذبه غالب باشند، انرژی داخلی با افزایش حجم.....

- (۱) افزایش می یابد. (۲) کاهش می یابد. (۳) ثابت می ماند. (۴) بستگی به شرایط دارد.

ضریب ژول تامسون یک گاز در درجه حرارت های پایین تر از دمای وارونگی چگونه است؟

- (۱) منفی است. (۲) صفر است. (۳) مثبت است. (۴) بستگی به فشار و نوع گاز دارد.



کله ۱۵- در گاز ایده آل کدام یک از گزینه‌های زیر صفر نمی‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V \quad (۴) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T \quad (۱)$$

کله ۱۶- تغییر آنتروپی طی فرآیند گرمایشی برگشت پذیر در فشار ثابت برابر است با:

$$\Delta S = C_P \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (۳) \quad \Delta S = C_P \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (۲) \quad \Delta S = C_P \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (۱)$$

کله ۱۷- اگر ۲ مول گاز ایده آل تک اتمی از دمای صفر درجه سلسیوس تا دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس در فشار ثابت ۱ اتمسفر گرم شود، افزایش

$$(R = 1/987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$$

آنتروپی گاز برابر است با:

$$۴/۵۱ \quad (۴) \quad ۲/۱۷ \quad (۳) \quad ۳/۶۲ \quad (۲) \quad ۳/۵۰ \quad (۱)$$

کله ۱۸- کدام گزینه در مورد تغییر آنتروپی فرآیند آدیاباتیکی برگشت ناپذیر صحیح می‌باشد؟

$$\Delta S_{\text{sys}} < 0 \quad (۴) \quad \Delta S_{\text{sys}} = nRT \frac{V_1}{V_2} \quad (۳) \quad \Delta S_{\text{sys}} = 0 \quad (۲) \quad \Delta S_{\text{sys}} > 0 \quad (۱)$$

کله ۱۹- مرحله سوم چرخه کارنو کدام است؟

- (۱) فرآیند انبساط همدمای برگشت پذیر
(۲) فرآیند انبساط آدیاباتیکی برگشت پذیر
(۳) فرآیند تراکم آدیاباتیکی برگشت پذیر
(۴) فرآیند تراکم همدمای برگشت پذیر

کله ۲۰- اگر دمای منبع گرم موتور گرمایی C ۲۰ و دمای منبع سرد موتور C ۱۰ باشد، بازده موتور گرمایی کدام است؟

$$0/34 \quad (۱) \quad 0/05 \quad (۲) \quad 0/5 \quad (۳) \quad 0/26 \quad (۴)$$

کله ۲۱- کدام رابطه صحیح نمی‌باشد؟

$$dG = -SdT + VdP \quad (۱) \quad dU = TdS - PdV \quad (۲) \quad dH = TdS + PdV \quad (۳) \quad dA = -SdT - PdV \quad (۴)$$

کله ۲۲- ماکزیم کار غیر انبساطی برای یک سیستم بسته در T و P ثابت برابر با تغییرات کدام یک از توابع زیر است؟

$$A \quad (۱) \quad G \quad (۲) \quad H \quad (۳) \quad U \quad (۴)$$

کله ۲۳- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح نمی‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = P \quad (۱) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S = -P \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P = T \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_S = V \quad (۴)$$

کله ۲۴- کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial A}{\partial V}\right)_T = S \quad (۱) \quad \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V = P \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = S \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = V \quad (۴)$$

کله ۲۵- کدام گزینه جزء روابط ماکسول نمی‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V \quad (۱) \quad \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T \quad (۴)$$

کله ۲۶- تغییرات انرژی آزاد هلمهولتز نسبت به دما در حجم ثابت برابر است با:

$$\text{آنتروپی} \quad (۱) \quad \text{منفی آنتروپی} \quad (۲) \quad \text{فشار} \quad (۳) \quad \text{منفی فشار} \quad (۴)$$

کله ۲۷- کدام گزینه تعریف صحیحی از پتانسیل شیمیایی می‌باشد؟

$$\left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_j} \quad (۱) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{V,P,n_j} \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial A}{\partial n_i}\right)_{P,S,n_j} \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_j} \quad (۴)$$

۲۸- تفاوت $\mu - \mu^\circ$ برای ۱ مول گاز حقیقی دارای فشار ۲ atm با ضریب فوگاسیته ۰/۸ برحسب $RT \ln(P^\circ = 1 \text{ atm})$ برابر است با:

$$RT \ln 1/6 \quad (1) \quad RT \ln 2/5 \quad (2) \quad RT \ln 2/5 \quad (3) \quad RT \ln 0/4 \quad (4)$$

۲۹- آنتالپی استاندارد واکنش $2A + 2B \rightarrow C + 4D$ ، اگر آنتالپی استاندارد تشکیل مواد A، B، C و D را به ترتیب با $\Delta H_f^\circ(A)$ ، $\Delta H_f^\circ(B)$ ، $\Delta H_f^\circ(C)$ و $\Delta H_f^\circ(D)$ نشان دهیم کدام است؟

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(C) + \Delta H_f^\circ(D) + \Delta H_f^\circ(A) + \Delta H_f^\circ(B) \quad (1)$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(A) + \Delta H_f^\circ(B) - \Delta H_f^\circ(C) - \Delta H_f^\circ(D) \quad (2)$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(C) + 4\Delta H_f^\circ(D) - 2\Delta H_f^\circ(A) - 2\Delta H_f^\circ(B) \quad (3)$$

$$\Delta H_r^\circ = 2\Delta H_f^\circ(A) + 2\Delta H_f^\circ(B) - \Delta H_f^\circ(C) - 4\Delta H_f^\circ(D) \quad (4)$$

۳۰- وابستگی آنتالپی واکنش به دما توسط کدام قانون مشخص می‌گردد؟

(۱) قانون گیبس-هلمهولتز (۲) قانون وانت هوف (۳) قانون هس (۴) قانون کیرشهف

۳۱- شیب نمودار انرژی گیبس برحسب پیشرفت واکنش به ازای هر مقداری از ξ ، معرف کدام یک از کمیت‌های زیر است؟

$$\Delta G_r \quad (1) \quad \Delta H_r \quad (2) \quad \Delta A_r \quad (3) \quad \Delta U_r \quad (4)$$

۳۲- کدام یک از گزینه‌های زیر ثابت تعادل ترمودینامیکی نمی‌باشد؟

$$K_f \quad (1) \quad K_\gamma \quad (2) \quad K_p \quad (3) \quad K_a \quad (4)$$

۳۳- تغییر فشار کل بر ثابت تعادل K_x کدام واکنش اثر نمی‌گذارد؟



۳۴- اثر دما بر ثابت تعادل توسط کدام معادله معروف است؟

(۱) معادله وانت هوف (۲) معادله گیبس-هلمهولتز (۳) معادله کیرشهف (۴) هیچکدام

۳۵- تغییرات $\ln K$ نسبت به $\frac{1}{T}$ برای یک واکنش در گستره دمایی ۱۰۰ تا ۴۰۰ کلوین برابر با خط راستی است به شیب -4×10^4 . تغییرات

آنتالپی استاندارد واکنش کدام است؟

$$62/30 \text{ J} \quad (1) \quad 4/81 \text{ J} \quad (2) \quad 332/56 \text{ J} \quad (3) \quad 255 \text{ J} \quad (4)$$

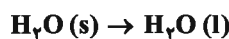
۳۶- اگر ثابت تعادل واکنش $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ در دمای T برابر با K_p باشد، ثابت تعادل واکنش $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ برابر است با:

$$\sqrt{K_p} \quad (1) \quad \frac{1}{K_p} \quad (2) \quad 2K_p \quad (3) \quad K_p \quad (4)$$

۳۷- برای واکنش تعادلی $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ در دمای ۳۰۰K ثابت K_p برابر است با $3/5 \times 10^{-4}$. ΔG این واکنش در دمای فوق چند کیلوژول می‌باشد؟

$$-19/8 \quad (1) \quad 19/8 \quad (2) \quad 0/87 \quad (3) \quad -0/87 \quad (4)$$

۳۸- با دانستن اینکه دانسیته آب در دمای 0°C از دانسیته یخ در همین دما بزرگتر است، ΔG واکنش زیر کدام است؟



(۱) صفر (۲) مثبت (۳) منفی (۴) هیچکدام

۳۹- کدام قانون ترمودینامیک «رسیدن به صفر مطلق امکان‌پذیر نیست» را بیان می‌کند؟

(۱) قانون صفرم (۲) قانون اول (۳) قانون دوم (۴) قانون سوم

۴۰- در یک چرخه طی یک فرآیند برگشت‌ناپذیر همواره:

(۱) ΔU ، ΔH صفر هستند. (۲) ΔU ، ΔH بزرگتر از صفر هستند.

(۳) ΔU ، ΔH کوچکتر از صفر هستند. (۴) ΔH کوچکتر از صفر و ΔU بزرگتر از صفر است.



۴۱- تغییرات انرژی آزاد گیبس در یک سیستم بسته طی فرآیند همدمای برابر است با:

$$dG = -PdV \quad (1) \quad dG = VdP \quad (2) \quad dG = PdV \quad (3) \quad dG = 0 \quad (4)$$

۴۲- تغییرات انرژی آزاد هلمهولتز در یک سیستم بسته طی فرآیند همدمای برابر است با:

$$dA = -PdV \quad (1) \quad dA = VdP \quad (2) \quad dA = PdV \quad (3) \quad dA = 0 \quad (4)$$

۴۳- کدام یک از روابط زیر با رابطه $(\frac{\partial V}{\partial T})_S = \dots$ برابر است؟

$$-(\frac{\partial P}{\partial S})_V \quad (1) \quad (\frac{\partial S}{\partial P})_V \quad (2) \quad -(\frac{\partial S}{\partial P})_V \quad (3) \quad (\frac{\partial P}{\partial S})_V \quad (4)$$

۴۴- یک مول گاز کامل بطور آدیاباتیکی در خلأ منبسط می‌شود و حجم آن ۳ برابر می‌شود. کدام یک از موارد زیر درست است؟

$$\Delta H = 0 \quad (1) \quad w \neq 0 \quad (2) \quad \Delta(PV) = 0 \quad (3) \quad \Delta U = 0 \quad (4)$$

۴۵- اگر گازی در اثر انبساط سرد شود، در اینصورت ضریب ژول تامسون است.

$$1 \quad (1) \quad \text{مثبت} \quad (2) \quad \text{منفی} \quad (3) \quad \text{صفر} \quad (4)$$

۴۶- برای واکنش $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + 4D(g)$ رابطه بین K_x و K_p چگونه است؟

$$K_p = K_x \left(\frac{P}{P^\circ}\right)^{-2} \quad (1) \quad K_p = K_x \left(\frac{P}{P^\circ}\right)^1 \quad (2) \quad K_p = K_x \left(\frac{P}{P^\circ}\right)^2 \quad (3) \quad K_x = K_p \left(\frac{P}{P^\circ}\right)^{+1} \quad (4)$$

۴۷- وقتی دمای یک تعادل شیمیایی از $285K$ به $325K$ افزایش می‌یابد و $\Delta H_r^\circ = 45000$ ژول باشد. ثابت تعادل ترمودینامیکی آن، چه تغییری خواهد کرد؟

$$\frac{K_2}{K_1} = 10/3 \quad (1) \quad \frac{K_2}{K_1} = 0/096 \quad (2) \quad \frac{K_2}{K_1} = 5/5 \quad (3) \quad \frac{K_2}{K_1} = 4/75 \quad (4)$$

۴۸- خارج قسمت (Q) یک واکنش در فاز گاز حقیقی در مقطعی از پیشرفت خودبخودی آن در دمای ثابت $500K$ و فشار کل ثابت، برابر با ثابت تعادل (K_f) آن واکنش است. ΔG واکنش در این مقطع و در آن دما برحسب $J mol^{-1}$ کدام است؟

$$0 \quad (1) \quad -2881/4 \quad (2) \quad -1728/8 \quad (3) \quad -4157 \quad (4)$$

۴۹- در یک فرآیند آدیاباتیکی برگشت‌ناپذیر، مقدار کار انجام شده روی سیستم برابر است با:

$$\text{تغییر آنتالپی سیستم} \quad (1) \quad \text{تغییر انرژی داخلی سیستم} \quad (2) \quad 0 \quad (3) \quad \text{گرمای مبادله شده} \quad (4)$$

۵۰- تغییر آنتروپی طی فرآیند تغییر حالت برگشت‌پذیر از (T_1, V_1) به (T_2, V_2) برابر است با:

$$\Delta S = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (1) \quad \Delta S = C_P \ln \frac{T_2}{T_1} - nR \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (2) \quad \Delta S = 0 \quad (4) \quad \Delta S = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (3)$$

۵۱- در دمای $400K$ ، آنتروپی گازی برابر با 50 کالری بر مول درجه می‌باشد. آنتالپی آن $10 \frac{kcal}{mol}$ و انرژی داخلی آن $15 \frac{kcal}{mol}$ می‌باشد. تفاوت

انرژی آزاد گیبس و انرژی آزاد هلمهولتز در این دما برابر است با: (برحسب $\frac{kcal}{mol}$)

$$0 \quad (1) \quad -15 \quad (2) \quad -10 \quad (3) \quad -5 \quad (4)$$

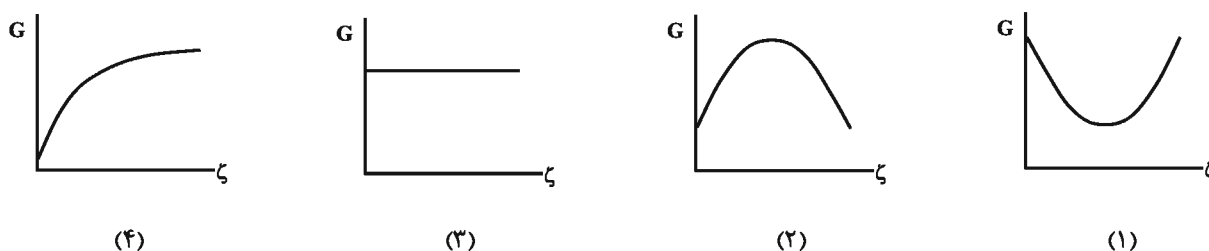
کج ۵۲- کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

- (۱) با افزایش دما در فشار و ترکیب ثابت، انرژی آزاد گیبس بی‌تغییر می‌ماند.
 (۲) با افزایش دما در فشار و ترکیب ثابت، انرژی آزاد گیبس افزایش می‌یابد.
 (۳) با افزایش فشار در دما و ترکیب ثابت، انرژی آزاد گیبس کاهش می‌یابد.
 (۴) با افزایش فشار در دما و ترکیب ثابت، انرژی آزاد گیبس افزایش می‌یابد.

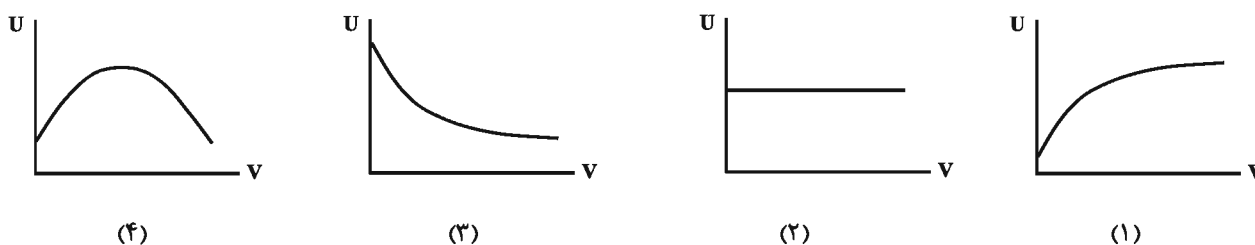
کج ۵۳- اگر برای واکنش $\Delta G_r^\circ = -300 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ و $\Delta S_r^\circ = 100 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ باشد، در دمای ۳۰۰ کلوین ΔH_r° واکنش چقدر می‌باشد؟

- (۱) $29700 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۲) $-30300 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۳) $-29700 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۴) $30300 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

کج ۵۴- نمودار انرژی گیبس بر حسب مقدار پیشرفت واکنش مطابق کدام گزینه است؟



کج ۵۵- نمودار انرژی درونی بر حسب حجم گاز حقیقی، وقتی نیروی دافعه بین ذرات غالب باشد، مطابق کدام گزینه است؟





فصل سوم

«محلول‌ها»

نست‌های تألیفی فصل سوم

کله مثال ۱: اگر حجم مخلوطی به وسیله تابع $V = A + Bn_A + C(n_A^2 - 1)$ مشخص شود (A، B و C مقادیر ثابت)، حجم مولی جزئی A و حجم مولی جزئی B به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

$$\bar{V}_B = \frac{A - (n_A^2 + 1)B}{n_B}, \quad \bar{V}_A = 2B + Cn_A \quad (۲) \quad \bar{V}_B = \frac{A - (n_A^2 + 1)C}{n_B}, \quad \bar{V}_A = B + 2Cn_A \quad (۱)$$

$$\bar{V}_B = 0, \quad \bar{V}_A = 1 \quad (۴) \quad \bar{V}_B = 1, \quad \bar{V}_A = 0 \quad (۳)$$

پاسخ: گزینه «۱» بر اساس تعریف $\bar{V}_A = \left(\frac{\partial V}{\partial n_A}\right)_{T,P,n_B}$ داریم:

$$\bar{V}_A = B + 2Cn_A$$

و براساس رابطه $V = n_A \bar{V}_A + n_B \bar{V}_B$ و $V = A + Bn_A + C(n_A^2 - 1)$ داریم:

$$\bar{V}_B = \frac{V - n_A \bar{V}_A}{n_B} = \frac{A + Bn_A + Cn_A^2 - C - n_A(B + 2Cn_A)}{n_B} = \frac{A - Cn_A^2 - C}{n_B} \Rightarrow \bar{V}_B = \frac{A - (n_A^2 + 1)C}{n_B}$$

کله مثال ۲: رابطه بین حجم مولی با تعداد مول‌های حل‌شونده به صورت $V = 200 + 40n + 2n^2$ می‌باشد. حجم مولی جزئی حل‌شونده در محلولی با مولالیته یک برابر است با:

$$42 \frac{\text{CC}}{\text{mol}} \quad (۴) \quad 44 \frac{\text{CC}}{\text{mol}} \quad (۳) \quad 36 \frac{\text{CC}}{\text{mol}} \quad (۲) \quad 242 \frac{\text{CC}}{\text{mol}} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۳» حجم مولی جزئی حل‌شونده برابر است با:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_{T,P} = \bar{V} = 40 + 4n = 40 + (4 \times 1) = 44 \frac{\text{CC}}{\text{mol}}$$

کله مثال ۳: کدامیک رابطه گیبس - دوهم می‌باشد؟

$$\sum_i \mu_i dn_i = 0 \quad (۱) \quad \sum_i n_i d\mu_i = 0 \quad (۲) \quad \mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,P,n_j} \quad (۳) \quad \text{هر سه مورد صحیح است.} \quad (۴)$$

پاسخ: گزینه «۲» $\sum_i n_i d\mu_i = 0$ رابطه گیبس - دوهم می‌باشد. اما چون $\sum_i \mu_i dn_i = 0$ است، در حالت کلی شرایط تعادل برقرار می‌باشد.

کله مثال ۴: برای مخلوط گازهای کامل در دما و فشار ثابت کدامیک از کمیت‌های اختلاط صفر نمی‌باشد؟

$$\Delta S_{\text{mix}} \quad (۴) \quad \Delta V_{\text{mix}} \quad (۳) \quad \Delta U_{\text{mix}} \quad (۲) \quad \Delta H_{\text{mix}} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۴» برای مخلوط گازهای کامل در شرایط همدما-هم‌فشار، ΔH_{mix} و ΔU_{mix} برابر صفر می‌باشد ولی ΔS_{mix} مخالف صفر می‌باشد.

کله مثال ۵: محلول ایده‌آل حاصل از ۱ مول A (l) و ۲ مول B (l) در دمای ثابت موجود می‌باشد. فشار بخار تعادلی هرمایع خالص در دمای T برابر است با: $P_A^\circ = 0.6 \text{ atm}$ و $P_B^\circ = 0.15 \text{ atm}$. کسر مولی A و کسر مولی B در مخلوط بخارات A و B که در دمای T با محلول داده شده در تعادل است، به ترتیب از راست به چپ چند می‌باشد؟

$$y_B = 0, y_A = 1 \quad (۴) \quad y_B = 0.67, y_A = 0.23 \quad (۳) \quad y_B = 0.23, y_A = 0.67 \quad (۲) \quad y_B = 0.5, y_A = 0.5 \quad (۱)$$

$$n_A = 1, n_B = 2 \Rightarrow n_A + n_B = 3 \text{ mol}$$

پاسخ: گزینه «۲» ✓

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{1}{3}, x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{2}{3}$$

کسر مولی A و کسر مولی B برابر است با:

$$P_t = P_A + P_B = x_A P_A^\circ + x_B P_B^\circ = \frac{1}{3}(0/6) + \frac{2}{3}(0/15) = 0/3 \text{ atm}$$

فشار بخار کل برابر با مجموع فشارهای جزئی A و B است:

$$P_A = y_A P_t \Rightarrow x_A P_A^\circ = y_A P_t \Rightarrow y_A = \frac{x_A P_A^\circ}{P_t} = \frac{\frac{1}{3}(0/6)}{0/3} = 0/67$$

فشار جزئی بخار A:

$$P_B = y_B P_t \Rightarrow x_B P_B^\circ = y_B P_t \Rightarrow y_B = \frac{x_B P_B^\circ}{P_t} = \frac{\frac{2}{3}(0/15)}{0/3} = 0/33$$

فشار جزئی بخار B:

کلمه مثال ۶: از طریق اختلاط ۲ مول مایع A با ۳ مول مایع B به طور ایده آل در دمای ۲۹۸ کلوین و هنگامی که فشار اولیه هر کدام با هم برابر باشد، ΔS_{mix} و ΔG_{mix} برابر است با:

$$\Delta G_{\text{mix}} = 0, \Delta S_{\text{mix}} = 0 \text{ (۲)}$$

$$\Delta G_{\text{mix}} = -8344 \text{ J}, \Delta S_{\text{mix}} = 28 \text{ JK}^{-1} \text{ (۱)}$$

$$\Delta G_{\text{mix}} = 0, \Delta S_{\text{mix}} = 25 \text{ JK}^{-1} \text{ (۴)}$$

$$\Delta G_{\text{mix}} = -5100 \text{ J}, \Delta S_{\text{mix}} = 51 \text{ JK}^{-1} \text{ (۳)}$$

$$n_A = 2, n_B = 3 \Rightarrow n_t = n_A + n_B = 5$$

پاسخ: گزینه «۱» ✓

$$x_A = \frac{n_A}{n_t} = \frac{2}{5}, x_B = \frac{n_B}{n_t} = \frac{3}{5}$$

کسرهای مولی A و B برابر است با:

$$\Delta S_{\text{mix}} = -n_t R (x_A \ln x_A + x_B \ln x_B) = -5 \times 8/314 \left(\frac{2}{5} \ln \left(\frac{2}{5} \right) + \frac{3}{5} \ln \left(\frac{3}{5} \right) \right) = 27/9 \approx 28 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

براساس رابطه ΔS_{mix} داریم:

از آنجا که در اختلاط ایده آل $\Delta H_{\text{mix}} = 0$ می باشد و براساس رابطه $\Delta G_{\text{mix}} = \Delta H_{\text{mix}} - T \Delta S_{\text{mix}}$ داریم:

$$\Delta G_{\text{mix}} = -T \Delta S_{\text{mix}} = -(298) \times (28) = -8344 \text{ J}$$

کلمه مثال ۷: اختلاف میان پتانسیل شیمیایی و پتانسیل شیمیایی خالص (قبل از اختلاط) $(\mu_i - \mu_i^*)$ ، یک جزء با $x_i = 0/2$ در محلول ایده آل در دمای ۳۵۰ K برابر است با:

$$-510/5 \text{ (۴)}$$

$$-4683/30 \text{ (۳)}$$

$$-46/19 \text{ (۲)}$$

$$-2510/40 \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه «۳» ✓ اختلاف پتانسیل شیمیایی و پتانسیل شیمیایی خالص از رابطه زیر بدست می آید:

$$\mu_i - \mu_i^* = RT \ln x_i = 8/314 \times 350 \ln(0/2) = -4683/30$$

کلمه مثال ۸: اگر در یک محلول رقیق ایده آل، کسر مولی جزء حل شونده 6×10^{-5} و فشار بخار حل شونده در محلول رقیق ایده آل $0/65 \text{ atm}$ باشد، ثابت هنری برابر است با:

$$0/108 \times 10^5 \text{ (۴)}$$

$$3/9 \times 10^{-5} \text{ (۳)}$$

$$9/2 \times 10^{-5} \text{ (۲)}$$

$$4/9 \times 10^5 \text{ (۱)}$$

$$K_i = \frac{P_i}{x_i} = \frac{0/65}{6 \times 10^{-5}} = 0/108 \times 10^5$$

پاسخ: گزینه «۴» ✓ براساس رابطه هنری برای محلول رقیق ایده آل، $P_i = K_i x_i$ ، داریم:

کلمه مثال ۹: انحلال گازی در ۱ کیلوگرم آب در دمای ۲۹۸ کلوین، وقتی که فشار جزئی گاز بر روی محلول $0/4$ اتمسفر باشد چقدر است؟ ($K' = 29/3$)

$$0/105 \text{ (۴)}$$

$$0/0025 \text{ (۳)}$$

$$0/00136 \text{ (۲)}$$

$$1/172 \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه «۲» ✓ براساس رابطه هنری برحسب مولالیتته داریم:

$$P_i = K' m_i \Rightarrow m_i = \frac{P_i}{K'} = \frac{0/4}{29/3} = 0/00136 \text{ mol (in 1 kg H}_2\text{O)}$$



کله مثال ۱۰: در یک محلول حقیقی با ضریب فعالیت گونه i برابر با $\gamma_i = 0.75$ ، اختلاف پتانسیل شیمیایی محلول حقیقی و ایده‌آل برابر است با: (دما 300K)

(۱) $-7/0.7$ (۲) $-717/5$ (۳) $-3457/6$ (۴) $-650/2$

پاسخ: گزینه «۲» اختلاف پتانسیل شیمیایی محلول حقیقی و ایده‌آل از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\mu_i - \mu_i^* = RT \ln \gamma_i = 8/314 \times 300 \ln 0.75 = -717/5$$

کله مثال ۱۱: کدامیک از روابط زیر در مورد توابع اضافی در محلول‌های حقیقی صحیح است؟

(۱) $V^E = \Delta V_{\text{mix}}$ (۲) $G^E = \Delta G_{\text{mix}}$ (۳) $S^E = \Delta S_{\text{mix}}$ (۴) $S^E = \Delta G_{\text{mix}}$

پاسخ: گزینه «۱» در مورد V^E با توجه به رابطه $V^E = \Delta V_{\text{mix}} - \Delta V_{\text{mix}}^{\text{id}}$ چون $\Delta V_{\text{mix}}^{\text{id}} = 0$ می‌باشد، بنابراین $V^E = \Delta V_{\text{mix}}$ برقرار می‌باشد. سایر گزینه‌ها به صورت مقابل تعریف می‌شوند:

$$G^E = \Delta G_{\text{mix}} - \Delta G_{\text{mix}}^{\text{id}}, \quad S^E = \Delta S_{\text{mix}} - \Delta S_{\text{mix}}^{\text{id}}$$

کله مثال ۱۲: در محلول‌های با انحراف مثبت از قانون راولت، ΔG_{mix} نسبت به ΔG_{mix} محلول ایده‌آل و ΔH_{mix} نسبت به ΔH_{mix} محلول ایده‌آل خواهد شد.

(۱) منفی‌تر، مثبت‌تر (۲) مثبت‌تر، منفی‌تر (۳) مثبت‌تر، مثبت‌تر (۴) منفی‌تر، منفی‌تر

پاسخ: گزینه «۳» با توجه به نمودار ترمودینامیکی سیستم با انحراف مثبت، ΔG_{mix} و ΔH_{mix} محلول با انحراف مثبت نسبت به حالت ایده‌آل بالاتر (مثبت‌تر) می‌باشد.

کله مثال ۱۳: در سیستم‌های با انحراف منفی از قانون راولت، نیروی جاذبه بین مولکولی در حالت مخلوط از نیروی جاذبه بین مولکول‌ها در حالت خالص می‌باشد و فشار بخار کل محلول از فشار بخار کل در حالت ایده‌آل است.

(۱) قوی‌تر، کمتر (۲) ضعیف‌تر، کمتر (۳) قوی‌تر، بیشتر (۴) ضعیف‌تر، بیشتر

پاسخ: گزینه «۱» بر اساس تعریف سیستم‌هایی با انحراف منفی از قانون راولت گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

کله مثال ۱۴: کدامیک در مورد محلول‌هایی با انحراف مثبت از قانون راولت صحیح نمی‌باشد؟

(۱) G^E مثبت (۲) $\gamma_i > 1$ (۳) ΔH_{mix} مثبت (۴) $K_B < P_B^*$

پاسخ: گزینه «۴» در محلول‌های با انحراف مثبت از قانون راولت، ضریب فعالیت بزرگتر از ۱ می‌باشد. ΔH_{mix} بزرگتر از حالت ایده‌آل (مثبت) می‌باشد و مقدار G^E نیز مثبت است و ثابت هنری جزء حل‌شونده بزرگتر از فشار بخار خالص جزء حل‌شونده می‌باشد یعنی $K_B > P_B^*$. بنابراین گزینه ۴ صحیح نمی‌باشد که پاسخ صحیح این سؤال است.

کله مثال ۱۵: اگر کسر مولی ماده حل‌شونده غیرفرار در حلال با فشار بخار خالص P_A^* 0.2 باشد، مقدار تغییر فشار بخار برابر است با:

(۱) $0.2 P_A^*$ (۲) $-0.2 P_A^*$ (۳) $\frac{P_A^*}{0.2}$ (۴) $-\frac{P_A^*}{0.2}$

پاسخ: گزینه «۲» با توجه به رابطه کاهش فشار بخار داریم:

$$\frac{\Delta P_A}{P_A^*} = -x_B = -0.2 \Rightarrow \Delta P_A = -0.2 P_A^*$$

کلمه مثال ۱۶: در اثر انحلال ۰/۳ گرم ماده A در ۳۰ گرم حلال، افزایش نقطه جوش به اندازه ۰/۵ K می‌باشد. در اثر انحلال ۰/۴ گرم ماده B در همین مقدار حلال، افزایش نقطه جوش به اندازه ۰/۶ K می‌باشد. اگر جرم مولی A برابر با $\frac{128}{\text{mol}}$ باشد، جرم ماده B چقدر است؟

(۱) $\frac{201}{4} \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (۲) $\frac{120}{\text{mol}}$ (۳) $\frac{142}{2} \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (۴) $\frac{150}{\text{mol}}$

$\Delta T_b = K_b m_A \Rightarrow 0.5 = K_b \times (0.3 \text{ g}) \left(\frac{1 \text{ mol}}{128 \text{ g}} \right) \left(\frac{1}{30 \times 10^{-3} \text{ kg}} \right) \Rightarrow K_b = \frac{0.5}{0.078125} = 6.4$ پاسخ: گزینه «۳»

$\Delta T_b = K_b m_B \Rightarrow m_B = \frac{0.6}{6.4} = 0.09375 \frac{\text{mol}}{\text{kg حلال}}$ $0.4 \text{ g B} \times \frac{1 \text{ kg حلال}}{0.09375 \text{ mol}} \times \frac{1}{30 \times 10^{-3} \text{ kg حلال}} = \frac{142}{2} \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

کلمه مثال ۱۷: در محلول‌های آبی با غلظت‌های یکسان، کاهش نقطه انجماد افزایش نقطه جوش می‌باشد.

(۱) بزرگتر از (۲) کوچکتر از (۳) برابر با (۴) بستگی به شرایط دارد.

پاسخ: گزینه «۱» با توجه به دو رابطه زیر در مورد صعود نقطه جوش و کاهش نقطه انجماد، چون ΔH_{vap} بزرگتر از ΔH_{melt} می‌باشد، بنابراین ΔT_b (افزایش نقطه جوش) کوچکتر از ΔT_f (کاهش نقطه انجماد) می‌باشد. پس کاهش نقطه انجماد بزرگتر از افزایش نقطه جوش می‌باشد.

$\Delta T_b = K_b m_B$, $K_b = \frac{RT_b^{*2} M_A}{\Delta H_{\text{vap}}}$ و $\Delta T_f = -K_f m_B$, $K_f = \frac{RT_m^{*2} M_A}{\Delta H_{\text{melt}}}$

کلمه مثال ۱۸: غشایی دو محلول را به غلظت‌های ۰/۰۲ و ۰/۰۲ مولار از هم جدا می‌کند. با فرض ایده آل بودن محلول‌ها در 25°C ، کدامیک فشار لازم اضافی بر روی یکی از محلول‌ها برای برقراری تعادل بین دو محلول را نشان می‌دهد؟

(۱) ۰/۵۴ atm (۲) ۰/۱۱ atm (۳) ۰/۲۲ atm (۴) ۰/۴۴ atm

پاسخ: گزینه «۴» فشار لازم اضافی بر روی یکی از محلول‌ها برای برقراری تعادل بین دو محلول برابر است با:

$\pi = (C_2 - C_1) RT = (0.02 - 0.002) \times 0.082 \times (273 + 25) = 0.44 \text{ atm}$

کلمه مثال ۱۹: کاهش در پتانسیل شیمیایی حلال به خاطر وجود حل‌شونده بیان می‌کند که تعادل مایع-بخار در دمای اتفاق می‌افتد. تعادل جامد-مایع در دمای اتفاق می‌افتد.

(۱) بالاتر، پایین‌تر (۲) پایین‌تر، بالاتر (۳) بالاتر، بالاتر (۴) پایین‌تر، پایین‌تر

پاسخ: گزینه «۱» تعادل مایع-بخار در دمای بالاتر اتفاق می‌افتد که به معنی افزایش نقطه جوش است و تعادل جامد-مایع در دمای پایین‌تر به معنی کاهش نقطه انجماد می‌باشد.

کلمه مثال ۲۰: اگر نقطه ذوب حل‌شونده B برابر با ۳۰۰ کلوین باشد و ΔH ذوب برابر با ۲۱۰۰ J باشد، در دمای ۲۷۳ کلوین، x_B تقریباً برابر خواهد بود با:

(۱) ۰/۵ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۰/۸۷ (۴) ۰/۹۲

پاسخ: گزینه «۴» براساس رابطه روبرو داریم:

$\ln x_B = -\frac{\Delta H_{\text{fus}}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)$
 $\ln x_B = -\frac{2100}{8.314} \left(\frac{1}{273} - \frac{1}{300} \right) \Rightarrow \ln x_B = -0.082 \Rightarrow x_B = 0.92$



کلمه مثال ۲۱: فشار بخار یک محلول نیترات پتاسیم 0.500M در 100°C برابر با $749/7\text{Torr}$ است. فعالیت آب در محلول در این دما برابر است با:

۰ (۴)

۰/۸۶۵۲ (۳)

۰/۵۰۰ (۲)

۰/۹۸۶۴ (۱)

پاسخ: گزینه «۱» فعالیت برابر است با نسبت فشار داده شده در دمای مذکور تقسیم بر فشار خالص: 0.9864 $a_A = \frac{P_A}{P_A^*} = \frac{749/7\text{Torr}}{760/0\text{Torr}} = 0.9864$

کلمه مثال ۲۲: در محلولی با انحراف از رفتار رقیق ایده‌آل، در چه شرایطی فعالیت حل‌شونده تقریباً برابر با کسر مولی حل‌شونده خواهد بود؟

(۱) زمانی که غلظت حل‌شونده به صفر میل کند.

(۲) زمانی که ضریب فعالیت حل‌شونده به صفر میل کند.

(۳) زمانی که غلظت حل‌شونده به ۱ میل کند.

(۴) زمانی که ضریب فعالیت حل‌شونده و غلظت حل‌شونده هر دو به ۱ میل کنند.

$$a_B = \gamma_B x_B \text{ و } P_B = a_B K_B$$

پاسخ: گزینه «۱» در شرایط انحراف از محلول رقیق ایده‌آل، داریم:

وقتی غلظت حل‌شونده به صفر میل کند، $x_B \rightarrow 0$ و ضریب فعالیت حل‌شونده به ۱ میل کند $\gamma_B \rightarrow 1$ ، آن‌گاه $a_B \rightarrow x_B$.

آزمون فصل سوم

کدام گزینه صحیح نیست؟

- ۱) در محلول‌های ایده‌آل هم حلال و هم حل شونده از قانون راولت پیروی می‌کنند.
- ۲) در محلول‌های رقیق ایده‌آل حلال از قانون راولت و حل شونده از قانون هنری پیروی می‌کند.
- ۳) در محلول‌های رقیق ایده‌آل حلال از قانون هنری و حل شونده از قانون راولت پیروی می‌کند.
- ۴) در محلول‌های ایده‌آل، نیروهای بین مولکولی یکنواخت است.

کدام گزینه صحیح است؟ اگر کسر مولی A برابر ۰/۳ باشد، $P_A^{\circ} = 0/11 \text{ atm}$ و $P_B^{\circ} = 0/22 \text{ atm}$ ، آنگاه کسر مولی A و B در فاز بخار به ترتیب برابر است با:

$$y_B = 0/18 \quad y_A = 0/82 \quad (2) \qquad y_B = 0/82 \quad y_A = 0/18 \quad (1)$$

$$y_B = 0/3 \quad y_A = 0/7 \quad (4) \qquad y_B = 0/7 \quad y_A = 0/3 \quad (3)$$

کدام گزینه صحیح است؟ در چه صورتی فشار جزئی A در یک محلول به سمت فشار A در حالت خالص میل می‌کند ($P_A \rightarrow P_A^*$)؟

$$x_B, x_A \rightarrow 0 \quad (4) \qquad x_B \rightarrow 1 \quad (3) \qquad x_A \rightarrow 1 \quad (2) \qquad x_A \rightarrow 0 \quad (1)$$

کدام گزینه صحیح است؟ در محلول‌های ایده‌آل، کدام دو کمیت قرینه هم هستند؟

$$\Delta S_{\text{mix}}, \Delta H_{\text{mix}} \quad (4) \quad T\Delta S_{\text{mix}}, \Delta G_{\text{mix}} \quad (3) \quad T\Delta S_{\text{mix}}, \Delta H_{\text{mix}} \quad (2) \quad \Delta H_{\text{mix}}, \Delta G_{\text{mix}} \quad (1)$$

کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) با افزایش x_i در محلول ایده‌آل در دما و فشار ثابت، پتانسیل شیمیایی μ_i کاهش و فشار بخار P_i افزایش می‌یابد.
- ۲) با افزایش x_i در محلول ایده‌آل در دما و فشار ثابت، پتانسیل شیمیایی μ_i و فشار بخار P_i کاهش می‌یابد.
- ۳) با افزایش x_i در محلول ایده‌آل در دما و فشار ثابت، پتانسیل شیمیایی μ_i افزایش و فشار بخار P_i کاهش می‌یابد.
- ۴) با افزایش x_i در محلول ایده‌آل در دما و فشار ثابت، پتانسیل شیمیایی μ_i و فشار بخار P_i افزایش می‌یابد.

کدام گزینه صحیح است؟ در محلول غیرایده‌آل کدام رابطه برقرار است؟

$$\mu_i = \mu_i^* \quad (4) \qquad \mu_i = \mu_i^* + RT \ln \gamma_i \quad (3) \qquad \mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i \quad (2) \qquad \mu_i = \mu_i^* + RT \ln a_i \quad (1)$$

کدام گزینه صحیح است؟ در مورد محلول‌های با انحراف مثبت از قانون راولت صحیح می‌باشد؟

- ۱) نیروهای بین ذره‌ای B-A قوی‌تر از نیروهای بین ذره‌ای A-A و B-B می‌باشد.
- ۲) فشار بخار کل محلول بزرگ‌تر از فشار بخار در حالت ایده‌آل است.
- ۳) ضریب فعالیت کوچک‌تر از واحد می‌باشد.
- ۴) مقدار G^E منفی می‌باشد.

کدام گزینه صحیح است؟ در مورد محلول‌های با انحراف منفی از قانون راولت برقرار می‌باشد؟

- ۱) نیروهای بین ذره‌ای B-A قوی‌تر از نیروهای بین ذره‌ای A-A و B-B می‌باشد.
- ۲) فشار بخار کل محلول بزرگ‌تر از فشار بخار کل در حالت ایده‌آل است.
- ۳) ضریب فعالیت بزرگ‌تر از واحد می‌باشد.
- ۴) مقدار G^E مثبت می‌باشد.

کدام گزینه صحیح است؟ در سیستم‌های با انحراف مثبت از قانون راولت ثابت هنری جزء حل شونده..... از فشار بخار خالص جزء حل شونده می‌باشد.

$$\text{برابر} \quad (1) \qquad \text{کمتر} \quad (2) \qquad \text{بیشتر} \quad (3) \qquad \text{خیلی کمتر} \quad (4)$$

کدام گزینه صحیح است؟ در سیستم‌های با انحراف منفی از قانون راولت کدام رابطه برقرار است؟

$$K_B = 0 \quad (1) \qquad K_B = P_B^* \quad (2) \qquad K_B > P_B^* \quad (3) \qquad K_B < P_B^* \quad (4)$$



کج ۱۱- منشأ تمام خواص کولیگاتیو ناشی از چیست؟

- (۱) افزایش پتانسیل شیمیایی به خاطر وجود حل‌شونده
 (۲) کاهش پتانسیل شیمیایی به خاطر وجود حل‌شونده
 (۳) انرژی برهمکنش ذرات حلال و حل‌شونده
 (۴) همه موارد

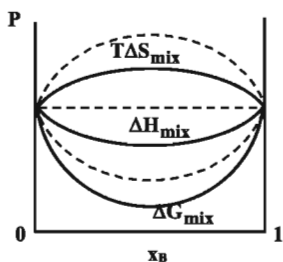
کج ۱۲- منشأ مولکولی پایین آمدن پتانسیل شیمیایی در محلول چیست؟

- (۱) آنتالپی
 (۲) انرژی برهمکنش ذرات حلال و حل‌شونده
 (۳) آنتروپی
 (۴) هیچکدام

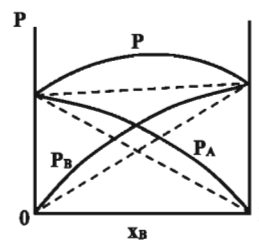
کج ۱۳- کدامیک جزء خواص کولیگاتیو نمی‌باشد؟

- (۱) افزایش نقطه جوش
 (۲) کاهش نقطه انجماد
 (۳) حلالیت
 (۴) کاهش فشار بخار

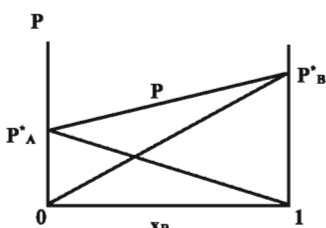
کج ۱۴- کدام شکل، سیستم با انحراف مثبت از قانون راولت را درست نشان می‌دهد؟



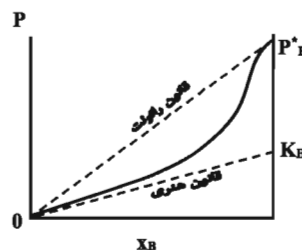
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

کج ۱۵- ΔH_{mix} و ΔV_{mix} برای محلول ایده‌آل در T و P ثابت به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

- (۱) $\Delta H_{mix} > 0$, $\Delta V_{mix} = 0$
 (۲) $\Delta H_{mix} = 0$, $\Delta V_{mix} > 0$
 (۳) $\Delta H_{mix} < 0$, $\Delta V_{mix} = 0$
 (۴) $\Delta H_{mix} = 0$, $\Delta V_{mix} = 0$

کج ۱۶- فشار اسمزی یک محلول $0.10 \frac{mol}{lit}$ در دمای $25^\circ C$ و فشار $1 atm$ چند torr است؟ ($R = 0.082 lit atm mol^{-1} K^{-1}$)

- (۱) $170/6 torr$ (۲) $202/25 torr$ (۳) $185/7 torr$ (۴) $150/2 torr$

کج ۱۷- اگر رابطه بین حجم محلولی با مولالیته آن بصورت $V = 40 + 15/\sqrt{m} + 10m$ باشد، حجم مولی جزئی محلول 0.4 مولال آن چقدر است؟

- (۱) $45/65$ (۲) $48/75$ (۳) 35 (۴) $51/25$

کج ۱۸- مقدار ضریب فعالیت در محلول‌های با انحراف مثبت از قانون راولت برابر است با:

- (۱) $\gamma_i < 1$ (۲) $\gamma_i > 1$ (۳) $0 < \gamma_i < 1$ (۴) $\gamma_i \neq 1$

کج ۱۹- در یک محلول متشکل از اجزاء A و B، اگر پتانسیل شیمیایی جزء A کاهش یابد، آنگاه:

- (۱) پتانسیل شیمیایی جزء B، نیز کاهش می‌یابد.
 (۲) پتانسیل شیمیایی جزء B، افزایش می‌یابد.
 (۳) پتانسیل شیمیایی جزء B، بدون تغییر می‌ماند.
 (۴) پتانسیل شیمیایی جزء B، به شرایط دیگر بستگی دارد.

کج ۲۰- در تشکیل یک محلول ایده‌آل دوتایی مقادیر ΔS_{mix} ، ΔG_{mix} و ΔU_{mix} به ترتیب و و می‌باشد.

- (۱) صفر، مثبت، منفی (۲) مثبت، صفر، منفی (۳) منفی، مثبت، صفر (۴) مثبت، منفی، صفر

فصل چهارم

«سیستم‌های فازی»

نست‌های تألیفی فصل چهارم

کلمه مثال ۱: در واکنش روبرو، $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s})$ ، تعداد درجات آزادی چند می‌باشد؟

○ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

✓ پاسخ: گزینه «۲» در سیستم بالا، تعداد اجزاء سیستم از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$C = c - r - a = 3 - 1 - 0 = 2$$

تعداد فازهای سیستم نیز ۳ می‌باشد (دو فاز جامد و یک فاز گاز). بنابراین تعداد درجات آزادی سیستم برابر است با:

$$F = C - P + 2 = 2 - 3 + 2 = 1$$

کلمه مثال ۲: تعداد درجات آزادی سیستم روبرو: $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \xrightarrow{\text{حرارت}} \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ برابر است با:

○ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

✓ پاسخ: گزینه «۲» در ابتدا سه سازنده وجود دارد. با توجه به معادله بین مواد سازنده و محدودیت حرارتی، تعداد اجزاء سیستم برابر است با:

$$C = c - r - a = 3 - 1 - 1 = 1 \Rightarrow (C = 1)$$

سیستم دارای دو فاز جامد و گاز می‌باشد ($P = 2$)، بنابراین تعداد درجات آزادی برابر است با:

$$F = C - P + 2 = 1 - 2 + 2 = 1$$

به عبارتی، سه سازنده و دو فاز (یکی جامد و یکی گاز) وجود دارد. لکن، NH_3 و HCl با نسبت‌های استوکیومتری یکسانی از طریق واکنش تشکیل می‌شوند. بنابراین ترکیبات هر دو فاز می‌تواند برحسب تک جزء NH_4Cl بیان شود. نتیجه می‌شود که فقط یک جزء ($C = 1$) در سیستم وجود دارد.

اگر یک مقدار اضافی HCl (یا NH_3) به سیستم تحمیل شود، تجزیه NH_4Cl ترکیب صحیح فاز گازی را نمی‌دهد و HCl (یا NH_3) به‌عنوان یک جزء دوم منظور می‌شود و به درجات آزادی ۱ درجه اضافه خواهد شد.

کلمه مثال ۳: شیب منحنی پتانسیل شیمیایی برحسب دما برای سه فاز جامد، مایع و گاز چگونه است؟

(۱) منفی، گاز < مایع < جامد (۲) مثبت، گاز < مایع < جامد (۳) منفی، جامد < مایع < گاز (۴) مثبت، مایع < جامد < گاز

✓ پاسخ: گزینه «۱» شیب منفی μ برحسب T براساس رابطه $\left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_p = -S_m$ منفی است. چون آنترپی مولی برای گازها بیشتر از مایعات و تقریباً

همیشه آنترپی مولی مایعات بیشتر از جامدات می‌باشد، این شیب برای گازها بیشتر از مایعات و برای مایعات بیشتر از جامدات است.

کلمه مثال ۴: هرگاه فشار روی یخ و آب از ۱bar به ۲bar افزایش یابد، تغییر پتانسیل شیمیایی آب و یخ در 0°C به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

دانسیته یخ و آب تحت این شرایط به ترتیب برابر با 917 kg cm^{-3} و 999 kg cm^{-3} است.

$$(۱) \quad \Delta\mu(\text{یخ}) = 1/97 \text{ J mol}^{-1}, \quad \Delta\mu(\text{آب}) = 1/80 \text{ J mol}^{-1}$$

$$(۲) \quad \Delta\mu(\text{یخ}) = 1/75 \text{ J mol}^{-1}, \quad \Delta\mu(\text{آب}) = 1/5 \text{ J mol}^{-1}$$

$$(۳) \quad \Delta\mu(\text{یخ}) = 0, \quad \Delta\mu(\text{آب}) = 0$$

$$(۴) \quad \Delta\mu(\text{یخ}) = 0, \quad \Delta\mu(\text{آب}) = 1 \text{ J mol}^{-1}$$

✓ پاسخ: گزینه «۱» براساس رابطه $\left(\frac{\partial \mu}{\partial P}\right)_T = V_m$ ، هنگامی که فشار به اندازه ΔP تغییر کند، تغییر در پتانسیل شیمیایی به صورت $\Delta\mu = V_m \Delta P$

می‌باشد. برای یافتن حجم‌های مولی دو فاز آب از رابطه $V_m = \frac{M}{\rho}$ استفاده می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta\mu = \frac{M \Delta P}{\rho}$$

چون $1 \text{ J} = 1 \text{ pam}^3$ می‌باشد و همه داده‌ها برحسب واحد SI بیان می‌شوند، داریم:

$$\Delta\mu(\text{یخ}) = \frac{(0/01802 \text{ kg mol}^{-1}) \times (1 \times 10^5 \text{ pa})}{917 \text{ kg m}^{-3}} = 1/97 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta\mu(\text{آب}) = \frac{(0/01802 \text{ kg mol}^{-1}) \times (1 \times 10^5 \text{ pa})}{999 \text{ kg m}^{-3}} = 1/80 \text{ J mol}^{-1}$$



کلمه مثال ۵: در یک سیستم یک جزئی در دمای ثابت، وقتی درجه آزادی برابر ۱ می‌باشد که تعداد فازها برابر با باشد.

- ۰ (۴) ۱ (۳) ۲ (۲) ۳ (۱)

$F = C - P + 1 \xrightarrow{C=1} F = 1 - P + 1 = 2 - P$ پاسخ: گزینه «۳» در سیستم در دمای ثابت و یک جزئی داریم:

$F = 2 - P \Rightarrow 1 = 2 - P \Rightarrow \boxed{P = 1}$ وقتی درجه آزادی برابر یک می‌باشد ($F = 1$) که تعداد فازها ۱ باشد.

کلمه مثال ۶: در یک تعادل جامد - مایع اگر تغییر آنتالپی مولی ذوب $60 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ و تغییر حجم مولی ذوب شدن برابر با $0.2 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ باشد، وقتی دما از $T_1 = 298 \text{ K}$ به $T_2 = 308 \text{ K}$ تغییر یابد، مقدار تغییر فشار ($\Delta P = P_2 - P_1$) برابر خواهد بود با:

- ۱۰/۱ pa (۴) ۸/۵ pa (۳) ۵/۵ pa (۲) ۴/۲ pa (۱)

پاسخ: گزینه «۴» براساس رابطه‌ای که برای تعادل جامد - مایع وجود دارد، داریم:

$$P_2 - P_1 = \frac{\Delta H_{\text{fus}}}{T_1 \Delta V_{\text{fus}}} (T_2 - T_1) \quad P_2 - P_1 = \frac{60 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}}{298 \text{ K} \times 0.2 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}} (308 - 298) = 10.07 \approx 10.1 \text{ pa}$$

کلمه مثال ۷: اگر فشار بخار مایعی در 283 K برابر با 65 mmHg باشد و گرمای مولی تبخیر برابر با $7000 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$ باشد، فشار بخار مایع در دمای 313 K برابر خواهد بود با:

- ۱۰ mmHg (۴) ۱۵/۵ mmHg (۳) ۱۹/۶ mmHg (۲) ۲۵ mmHg (۱)

پاسخ: گزینه «۲» براساس رابطه کلایزیوس - کلاپیرون داریم:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{-\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow \ln \frac{P_2}{65} = \frac{-7000}{1.987} \left(\frac{1}{313} - \frac{1}{283} \right) \Rightarrow P_2 = 19.6 \text{ mmHg}$$

کلمه مثال ۸: اگر فشار بخار مایعی توسط رابطه زیر به T وابسته باشد، آنتالپی تبخیر مایع در دمای 150 K چقدر می‌باشد؟

$$\ln P = -\frac{600}{T} + 2.5 \ln T - 0.008T + 4.5$$

۸/۶ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۴) ۷/۶ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۳) ۶/۶ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۲) ۵/۵ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۱)

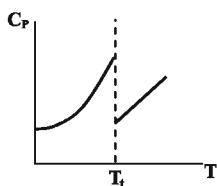
پاسخ: گزینه «۲» براساس معادله کلایزیوس - کلاپیرون داریم:

$$\frac{d \ln P}{dT} = \frac{600}{T^2} + \frac{2.5}{T} - 0.008 = \frac{\overline{\Delta H_{\text{vap}}}}{RT^2} \Rightarrow \overline{\Delta H_{\text{vap}}} = RT^2 \left(\frac{600}{T^2} + \frac{2.5}{T} - 0.008 \right) \Rightarrow \overline{\Delta H_{\text{vap}}} = R(600 + 2.5T - 0.008T^2)$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = 8.314(600 + 2.5(150) - 0.008(150)^2) = 6.6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

با جایگذاری دمای 150 K کلوین به جای T در رابطه فوق خواهیم داشت:

کلمه مثال ۹: نمودار زیر مربوط به کدام تبدیل فاز است؟



- (۱) تبدیل فازی مرتبه اول (۲) تبدیل فازی مرتبه دوم
(۳) تبدیل لاندائ (۴) تبدیل فازی مرتبه سوم

پاسخ: گزینه «۲» در تبدیل فازی مرتبه دوم، ظرفیت گرمایی در نقطه تبدیل، ناپیوسته است اما بی‌نهایت نیست.

کجه مثال ۱۰: در تبدیل فاز مرتبه دوم، ΔH و ΔU به ترتیب چگونه اند؟

- (۱) محدود و نامحدود (۲) نامحدود و صفر (۳) صفر و صفر (۴) صفر و نامحدود

پاسخ: گزینه «۳» در تبدیل فاز مرتبه دوم، آنتروپی، حجم و آنتالپی دو فاز با هم برابر است و داریم:

$$\Delta H = q_p = T\Delta S = 0, \Delta V = 0, \Delta U = \Delta(H - PV) = 0$$

کجه مثال ۱۱: برای سیستم دو جزئی، اگر تعداد فازهای سیستم ۳ باشد، تعداد درجات آزادی برابر است با:

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

پاسخ: گزینه «۴» براساس رابطه تعداد درجات آزادی داریم: $F = C - P + 2 \xrightarrow{C=2} F = 2 - P + 2 = 4 - P \xrightarrow{P=3} F = 4 - 3 = 1$

کجه مثال ۱۲: در نمودارهای فشار بخار دو جزئی برای سیستم‌های ایده‌آل، درجه آزادی در ناحیه بین دو منحنی برابر است با:

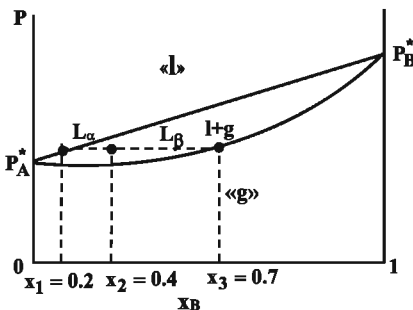
- (۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

پاسخ: گزینه «۲» در ناحیه بین دو منحنی، دو فاز مایع و بخار وجود دارد ($P = 2$). بنابراین چون در منحنی فشار بخار، دما ثابت است (۱ متغیر ثابت در نظر گرفته شده است) درجه آزادی از رابطه $F = C - P + 1$ به دست می‌آید. پس خواهیم داشت:

$$F = 2 - 2 + 1 = 1$$

کجه مثال ۱۳: در نمودار روبرو، نسبت تعداد مول‌های مایع به تعداد مول‌های بخار برابر است با:

- (۱) ۱
(۲) $\frac{2}{3}$
(۳) $\frac{1}{5}$
(۴) ۲



پاسخ: گزینه «۳» با استفاده از قاعده اهرم داریم:

$$\frac{n_\alpha}{n_\beta} = \frac{\text{تعداد مول‌های مایع}}{\text{تعداد مول‌های بخار}} = \frac{L_\beta}{L_\alpha} = \frac{x_3 - x_2}{x_2 - x_1} \Rightarrow \frac{n_\alpha}{n_\beta} = \frac{0.7 - 0.4}{0.4 - 0.2} = \frac{0.3}{0.2} = 1.5$$

کجه مثال ۱۴: در نمودارهای دما - غلظت در فشار ثابت برای سیستم دو جزئی، جزء فرارتر دارای فشار بخار..... و نقطه جوش..... است.

- (۱) کمتر - پایین‌تر (۲) کمتر - بالاتر (۳) بیشتر - پایین‌تر (۴) بیشتر - بالاتر

پاسخ: گزینه «۳» جزئی که فرارتر است زودتر می‌جوشد؛ یعنی دارای نقطه جوش پایین‌تری است و فشار بخار آن بیشتر خواهد شد.

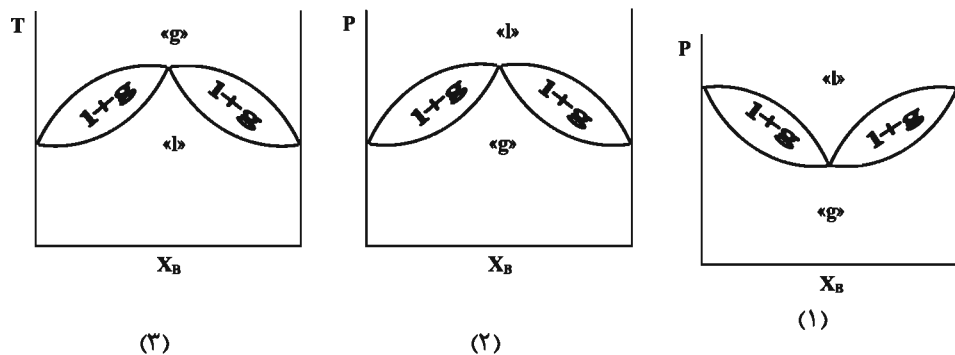
کجه مثال ۱۵: در محلول‌های با انحراف منفی از قانون راولت، نمودار فشار بخار بر حسب ترکیب دارای نقطه..... و محلول دارای آزوتروپ با نقطه جوش..... است.

- (۱) مینیمم - ماکزیمم (۲) مینیمم - مینیمم (۳) ماکزیمم - مینیمم (۴) ماکزیمم - مینیمم

پاسخ: گزینه «۱» در محلول‌های با انحراف منفی که برهمکنش A-B قوی‌تر از A-A و B-B به تنهایی می‌باشد، فشار بخار مخلوط کمتر از حالت ایده‌آل است و نمودار فشار بر حسب ترکیب دارای مینیمم می‌باشد. اما نمودار دما بر حسب ترکیب دارای ماکزیمم می‌باشد، یعنی آزوتروپ با نقطه جوش ماکزیمم داریم.



کلمه مثال ۱۶: کدام نمودار در مورد محلول‌های با انحراف مثبت از قانون راولت صحیح می‌باشد؟



(۴) هر سه

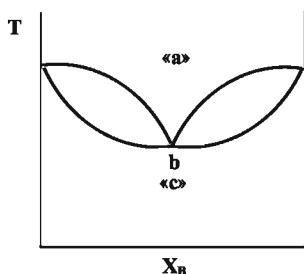
(۳)

(۲)

(۱)

پاسخ: گزینه «۲» در محلول‌های با انحراف مثبت، برهمکنش‌های A-A و B-B قویتر از A-B می‌باشد، در نتیجه فشار بخار مخلوط بیشتر از حالت ایده‌آل بوده و نمودار فشار بخار برحسب ترکیب دارای ماکزیمم می‌باشد.

کلمه مثال ۱۷: در نمودار زیر (سیستم دو جزئی) درجه آزادی در مناطق a, b و c به ترتیب از راست به چپ برابر است با:



(۱) ۱، ۰، ۱

(۲) ۱، ۱، ۱

(۳) ۱، ۰، ۲

(۴) ۲، ۱، ۲

پاسخ: گزینه «۴» نمودار دما برحسب ترکیب محلول غیر ایده‌آل در فشار ثابت است. پس تعداد درجات آزادی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F = C - P + 1 = 2 - P + 1 = 3 - P \begin{cases} \xrightarrow{a(P=1) \text{ (بخار)}} F = 3 - 1 = 2 \\ \xrightarrow{b(P=2) \text{ (مایع و بخار)}} F = 3 - 2 = 1 \\ \xrightarrow{c(P=1) \text{ (مایع)}} F = 3 - 1 = 2 \end{cases}$$

کلمه مثال ۱۸: در سیستمی دو جزئی با دمای بحرانی پایینی محلول، درجه آزادی در ناحیه پایین‌تر از دمای بحرانی پایینی برابر است با.....

(۴) ۳

(۳) ۲

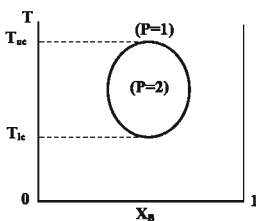
(۲) ۱

(۱) ۰

پاسخ: گزینه «۳» در نمودار دما برحسب ترکیب در فشار ثابت، در پایین‌تر از دمای بحرانی پایینی محلول، سیستم تک فازی است. زیرا دو جزء به هر نسبتی در هم حل می‌شوند، بنابراین درجه آزادی برابر است با: ۲

$$F = C - P + 1 = 2 - 1 + 1 = 2 \text{ (فشار ثابت)}$$

کلمه مثال ۱۹: نمودار روبرو مربوط به کدامیک از سیستم‌های زیر می‌باشد؟



(۱) آب و فنل

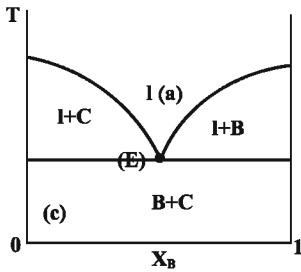
(۲) آب و تری اتیلن آمین

(۳) آب و نیکوتین

(۴) هر سه

پاسخ: گزینه «۳» سیستم آب - نیکوتین دارای دمای بحرانی بالایی و دمای بحرانی پایینی محلول می‌باشد.

کله مثال ۲۰: در شکل روبرو برای سیستم دو جزئی درجات آزادی در نقاط a, E و c به ترتیب برابر است با:



- (۱) ۲ و ۱ و ۰
- (۲) ۲ و ۰ و ۱
- (۳) ۰ و ۱ و ۲
- (۴) ۱ و ۰ و ۲

a منطقه = تک فازی ($P=1$) $\Rightarrow F=C-P+1=2-1+1=2$ (فشار ثابت)

پاسخ: گزینه «۴»

E منطقه = سه فازی ($P=3$) $\Rightarrow F=C-P+1=2-3+1=0$

c منطقه = دو فازی ($P=2$) $\Rightarrow F=C-P+1=2-2+1=1$

کله مثال ۲۱: در نمودارهای فازی سیستم دو جزئی جامد-مایع (دما بر حسب ترکیب در فشار ثابت) با انحراف منفی از قانون راولت آزوتروپ با نقطه ذوب و در سیستم‌های با انحراف مثبت از قانون راولت آزوتروپ با نقطه ذوب تشکیل می‌شود.

- (۱) ماکزیمم، مینیمم
- (۲) ماکزیمم، ماکزیمم
- (۳) ماکزیمم، ماکزیمم
- (۴) مینیمم، مینیمم

پاسخ: گزینه «۱» در نمودارهای سیستم دو جزئی جامد-مایع، اگر سیستم انحراف منفی داشته باشد، نقطه ذوب ماکزیمم و در سیستم‌های با انحراف مثبت، نقطه ذوب مینیمم مشاهده می‌شود.

کله مثال ۲۲: در یک سیستم دو جزئی، ۲ جسم مرکب با نقطه ذوب متجانس تشکیل می‌شود، در نمودار تعادل مایع-جامد برای آن سیستم چند نقطه اتکتیک وجود دارد؟

- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۴

پاسخ: گزینه «۳» به ازای تشکیل n جسم مرکب، $n+1$ نقطه اتکتیک وجود دارد. بنابراین به ازای تشکیل ۲ جسم مرکب، ۳ نقطه اتکتیک مشاهده می‌شود.

کله مثال ۲۳: در منحنی تبرید، در حالت مکث اتکتیک چه پارامتری ثابت می‌ماند؟

- (۱) دما
- (۲) غلظت ترکیب
- (۳) زمان
- (۴) هر سه مورد

پاسخ: گزینه «۱» در منحنی تبرید (دما بر حسب زمان) در نقاط اتکتیک با گذشت زمان تغییری در دما بوجود نمی‌آید و منحنی به صورت یک خط افقی می‌باشد که این حالت را مکث اتکتیک گویند.

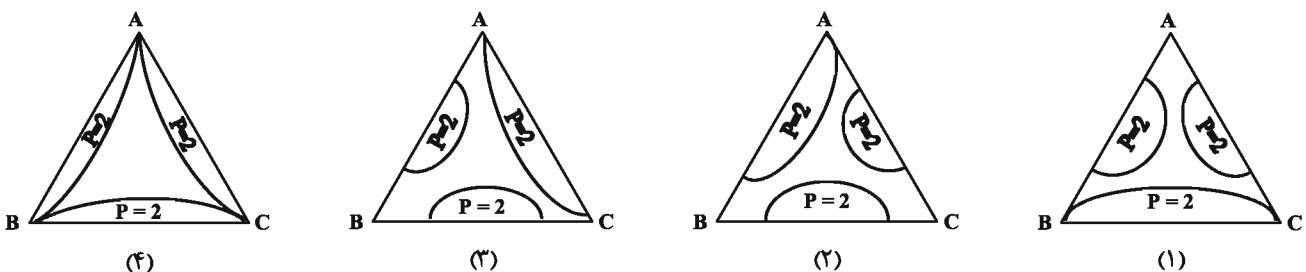
کله مثال ۲۴: در یک سیستم سه جزئی در دما و فشار ثابت، در چه حالتی درجه آزادی برابر صفر می‌باشد؟

- (۱) وقتی تعداد فازهای سیستم برابر با ۳ باشد.
- (۲) وقتی تعداد فازهای سیستم برابر با ۵ باشد.
- (۳) وقتی تعداد فازهای سیستم برابر با ۱ باشد.
- (۴) در هر حالتی درجه آزادی برابر صفر است.

پاسخ: گزینه «۱» براساس رابطه‌ی تعداد درجات آزادی در دما و فشار ثابت داریم:

$$F = C - P \xrightarrow{C=3} F = 3 - P = 0 \Rightarrow P = 3$$

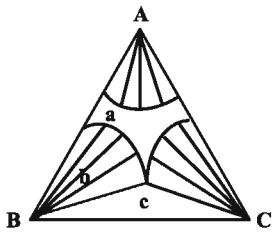
کله مثال ۲۵: دیاگرام فازی مثلثی سیستم سه جزئی مایع-مایع که در آن هر سه زوج (A, B), (A, C) و (B, C) در یکدیگر نامحلولند به کدام صورت است؟



پاسخ: گزینه «۴» در حالتی که دو زوج کاملاً نامحلول هستند، ناحیه دو فازی دقیقاً از رئوس می‌گذرد. بنابراین گزینه «۴» صحیح است.



کله مثال ۲۶: در نمودار روبرو (نمونه‌ای از سیستم سه‌جزئی جامد - مایع در T و P ثابت) درجه آزادی در نقاط a, b و c به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



(۱) ۰ و ۱ و ۱

(۲) ۱ و ۰ و ۲

(۳) ۲ و ۱ و ۰

(۴) ۲ و ۰ و ۱

$$F = C - P = 3 - P$$

پاسخ: گزینه «۳» برای سیستم سه‌جزئی در دما و فشار ثابت، درجه آزادی برابر است با:

$$a \text{ ناحیه: } (P=1) \Rightarrow F=3-1=2$$

$$b \text{ ناحیه: } (P=2) \Rightarrow F=3-2=1$$

$$c \text{ ناحیه: } (P=3) \Rightarrow F=3-3=0$$

کله مثال ۲۷: اختلاف بین فشار داخلی و فشار خارجی یک حباب با افزایش شعاع حباب، می‌یابد.

(۴) بستگی به شرایط دارد.

(۳) تغییر نمی‌یابد

(۲) کاهش

(۱) افزایش

پاسخ: گزینه «۲» براساس رابطه بین فشار داخلی و فشار خارجی یک حباب: $P_{in} = P_{out} + \frac{2\gamma}{r}$ هرچه r زیاد شود، $\frac{2\gamma}{r}$ کاهش یافته و $P_{in} - P_{out}$ کاهش می‌یابد.

کله مثال ۲۸: اگر در 25°C ، آب به اندازه $8/5\text{cm}$ در یک لوله موئین به شعاع 3mm بالا رود، کشش سطحی آن در این دما برابر است با:

$$(4) \frac{0.48\text{ J}}{\text{m}^2}$$

$$(3) \frac{0.36\text{ J}}{\text{m}^2}$$

$$(2) \frac{0.24\text{ J}}{\text{m}^2}$$

$$(1) \frac{0.12\text{ J}}{\text{m}^2}$$

$$\rho gh = \frac{2\gamma}{r} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{2} \rho ghr$$

پاسخ: گزینه «۱» با استفاده از رابطه مقابل داریم:

$$\gamma = \frac{1}{2} \times (997/\text{kg m}^{-3}) \times (9.81\text{ms}^{-2}) \times (8/5 \times 10^{-2}\text{ m}) \times (3 \times 10^{-3}\text{ m}) = 0.12 \frac{\text{J}}{\text{m}^2}$$

$\rho = 997/\text{kg m}^{-3}$ آب می‌باشد.

کله مثال ۲۹: در لوله‌های موئین با کاهش شعاع لوله، ارتفاع ستون در حال تعادل چه تغییری می‌کند؟

(۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند.

(۲) افزایش می‌یابد.

(۱) کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه «۲» با استفاده از رابطه $h = \frac{2\gamma}{\rho gr}$ ، ارتفاع ستون در حال تعادل با کاهش شعاع لوله افزایش می‌یابد.

کله مثال ۳۰: علت بالا رفتن مایعات از لوله موئین چیست؟

(۴) حجم

(۳) کشش سطحی مایعات

(۲) دما

(۱) اختلاف فشار

پاسخ: گزینه «۳» علت بالا رفتن مایعات از لوله‌های موئین، کشش سطحی آنها می‌باشد.

آمون فصل چهارم

کله ۱- شیب منحنی پتانسیل شیمیایی μ بر حسب دما T برای گازها نسبت به مایعات است و برای مایعات نسبت به جامدات است.

(۱) بیشتر - بیشتر (۲) بیشتر - کمتر (۳) کمتر - بیشتر (۴) کمتر - کمتر

کله ۲- دمای ذوب بیشتر مواد، در اثر افزایش فشار می‌یابد، در مورد آب ذوب با افزایش فشار می‌یابد.

(۱) کاهش - افزایش (۲) افزایش - افزایش (۳) افزایش - کاهش (۴) کاهش - کاهش

کله ۳- کمترین تعداد گونه‌های مستقلی که برای مشخص نمودن ترکیب تمام فازها در سیستم لازم است را و کمترین متغیرهای شدتی و مستقل لازم برای توصیف حالت تعادل و رفتار ترمودینامیکی یک سیستم را می‌گویند.

(۱) درجه آزادی - تعداد اجزاء (۲) تعداد اجزاء - درجه آزادی

(۳) تعداد سازنده‌های سیستم - تعداد اجزاء (۴) تعداد فازها - درجه آزادی

کله ۴- در یک دمای خاص، فاز با پتانسیل شیمیایی پایدارتر است.

(۱) بیشتر (۲) کمتر

(۳) پایداری فاز به پتانسیل شیمیایی ارتباطی ندارد. (۴) خیلی زیاد

کله ۵- پتانسیل شیمیایی ماده خالص با افزایش دما و با افزایش فشار می‌یابد.

(۱) افزایش - کاهش (۲) افزایش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - افزایش

کله ۶- دمایی که سطح بین دو فاز ناپدید می‌گردد دمای نامیده می‌شود.

(۱) بحرانی (۲) جوش (۳) ذوب (۴) اتکتیک

کله ۷- تعداد فازها در دمای بالاتر از دمای بحرانی فاز می‌باشد و نامیده می‌شود.

(۱) ۰ - سیال فوق بحرانی (۲) ۱ - سیال فوق بحرانی

(۳) ۱ - فاز مایع (۴) ۰ - فاز مایع

کله ۸- کمترین فشار و کمترین دمایی که فاز مایع یک ماده می‌تواند وجود داشته باشد توسط چه نقطه‌ای مشخص می‌شود؟

(۱) نقطه بحرانی (۲) نقطه آزوتروپ (۳) نقطه سه‌گانه (۴) نقطه ذوب

کله ۹- درجات آزادی در نقاط سه‌گانه، نقطه اتکتیک در فشار ثابت و نقطه آزوتروپ به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

(۱) ۱, ۰, ۱ (۲) ۰, ۱, ۰ (۳) ۱, ۱, ۰ (۴) ۱, ۰, ۰

کله ۱۰- کدام معادله برای بررسی شیب مرزهای فازی مورد استفاده است؟

(۱) معادله وانت - هوف (۲) معادله کلاپیرون (۳) معادله گیبس (۴) معادله کیرشلف

کله ۱۱- ترتیب شیب منحنی‌ها در نمودار تعادل فازی در نزدیکی نقطه سه‌گانه در کدام گزینه صحیح است؟

(۱) شیب منحنی ذوب < شیب منحنی تصعید < شیب منحنی تبخیر

(۲) شیب منحنی ذوب < شیب منحنی تبخیر < شیب منحنی تصعید

(۳) شیب منحنی تصعید < شیب منحنی تبخیر < شیب منحنی ذوب

(۴) شیب منحنی تبخیر < شیب منحنی تصعید < شیب منحنی ذوب

کله ۱۲- اگر شیب نمودار $\ln P$ بر حسب $\frac{1}{T}$ برابر با -1380 باشد، ΔH واکنش چقدر می‌باشد؟

(۱) $\frac{2}{5} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۲) $\frac{12}{52} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۳) $\frac{0}{16} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (۴) $\frac{11}{47} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$



۱۳- تبدیلی را که برای آن مشتق اول پتانسیل شیمیایی نسبت به دما ناپیوسته باشد تبدیل فازی و تبدیلی را که در آن مشتق دوم پتانسیل شیمیایی نسبت به دما ناپیوسته و مشتق اول آن نسبت به دما پیوسته باشد تبدیل فازی گویند.

(۱) مرتبه اول - مرتبه دوم (۲) مرتبه دوم - مرتبه اول (۳) لاندای - مرتبه دوم (۴) مرتبه دوم - لاندای

۱۴- ظرفیت گرمایی در تبدیل فاز مرتبه اول، مرتبه دوم، تبدیل لاندای به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

(۱) بی‌نهایت - بی‌نهایت - بی‌نهایت (۲) بی‌نهایت - غیربی‌نهایت - بی‌نهایت
(۳) صفر - بی‌نهایت - صفر (۴) بی‌نهایت - بی‌نهایت - صفر

۱۵- تغییرات حجم و تغییرات آنترپی در تبدیل فازی مرتبه اول و مرتبه دوم چگونه است؟

(۱) تبدیل فازی مرتبه اول: $\Delta V = 0, \Delta S = 0$ و تبدیل فازی مرتبه دوم: $\Delta V \neq 0, \Delta S \neq 0$

(۲) تبدیل فازی مرتبه اول: $\Delta V \neq 0, \Delta S \neq 0$ و تبدیل فازی مرتبه دوم: $\Delta V = 0, \Delta S = 0$

(۳) تبدیل فازی مرتبه اول و مرتبه دوم: $\Delta V = 0, \Delta S = 0$

(۴) تبدیل فازی مرتبه اول و مرتبه دوم: $\Delta V \neq 0, \Delta S \neq 0$

۱۶- در دیاگرام فشار - غلظت در دمای ثابت (نمودار فشار بخار) سیستم دو جزئی، درجه آزادی در مناطق یک فازی برابر است با:

(۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۱۷- براساس نمودارهای فشار بخار و نقطه جوش سیستم دو جزئی مایع - بخار، در دمای ثابت، مایع در فشارهای پایدار است و در فشار ثابت، مایع در دمای پایدار است.

(۱) پایین - پایین (۲) بالا - بالا (۳) پایین - بالا (۴) بالا - پایین

۱۸- در عمل تقطیر، جزء با نقطه جوش که است حاصل می‌شود.

(۱) کمتر - فرارتر (۲) کمتر - غیرفرارتر (۳) بیشتر - فرارتر (۴) بیشتر - غیرفرارتر

۱۹- کدام گزینه صحیح است؟

(۱) در محلول‌های غیرایده‌آل با انحراف منفی، آزوتروپ با نقطه جوش ماکزیمم به وجود می‌آید.

(۲) در محلول‌های غیرایده‌آل با انحراف منفی نمودار فشار بخار دارای ماکزیمم می‌باشد.

(۳) در محلول‌های غیرایده‌آل با انحراف مثبت انرژی گیبس اضافی G^E منفی است.

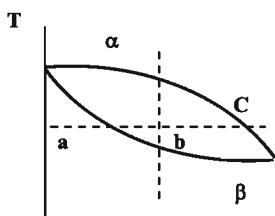
(۴) در محلول‌های غیرایده‌آل با انحراف مثبت نمودار فشار بخار دارای مینیمم می‌باشد.

۲۰- در سیستم‌هایی که با افزایش دما، حلالیت متقابل کاهش یابد دمای مشاهده می‌شود.

(۱) بحرانی بالایی محلول (۲) بحرانی پایینی محلول

(۳) بحرانی بالایی و پایینی محلول (۴) هر سه

۲۱- با توجه به شکل زیر، ترکیب درصد فاز α, β در منحنی دما - غلظت برابر با کدام گزینه است؟

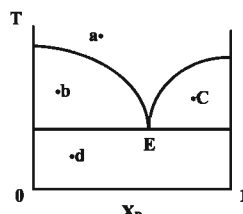


غلظت (X)

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{ac}{ab} \quad (۲) \quad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{ab}{ac} \quad (۱)$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{bc}{ab} \quad (۴) \quad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{ab}{bc} \quad (۳)$$

۲۲- در نمودار زیر درجات آزادی در نقاط a, b, c, d و E به ترتیب از راست به چپ برابر است با:



(۱) ۰, ۲, ۲, ۲, ۱

(۲) ۰, ۲, ۱, ۱, ۲

(۳) ۱, ۲, ۱, ۱, ۲

(۴) ۰, ۱, ۱, ۱, ۲

۲۳- در یک سیستم دوجزئی، در دمای ثابت، حداکثر تعداد فازهای در حال تعادل و حداکثر تعداد درجات آزادی به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

- (۱) ۲ و ۳ (۲) ۲ و ۳ (۳) ۳ و ۳ (۴) ۲ و ۲

۲۴- در یک سیستمی اگر دو جسم مرکب با نقطه ذوب متجانس (عادی) در اثر واکنش سازنده‌ها در سیستم تشکیل شود، چند نقطه اتکتیک مشاهده می‌شود؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

۲۵- درجه آزادی در نقطه پریکتیک در فشار ثابت برابر است با:

- (۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

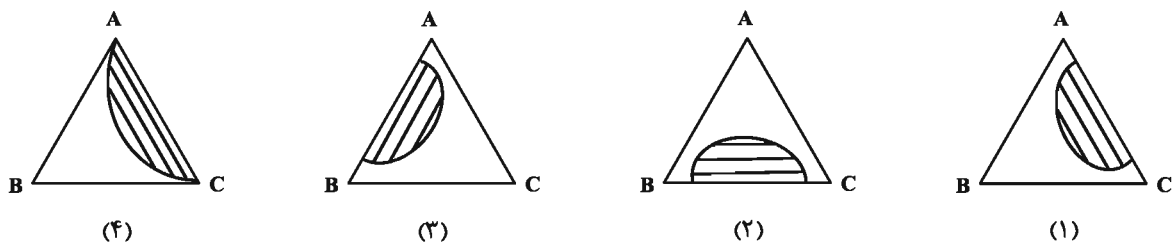
۲۶- در منحنی‌های تبرید، در کدام ناحیه با گذشت زمان، دما تغییری نمی‌کند و منحنی دما بر حسب زمان افقی است؟

- (۱) ناحیه‌ای که یکی از اجزاء از محلول خارج می‌شود.
(۲) در نقطه اتکتیک
(۳) در هر ناحیه‌ای
(۴) هیچکدام

۲۷- ترکیب با نقطه ذوب نامتجانس یعنی:

- (۱) ترکیبی که پایدار است و راحت تجزیه نمی‌شود.
(۲) ترکیبی که پایدار است اما به راحتی تجزیه می‌شود.
(۳) ترکیبی که ناپایدار است و قبل از رسیدن به نقطه ذوب تجزیه می‌شود.
(۴) ترکیبی که ناپایدار است اما در نقطه ذوب خود تجزیه می‌شود.

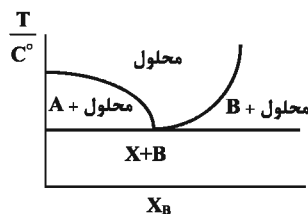
۲۸- کدام نمودار در مورد سیستم سه جزئی مایع - مایع که در آن زوج‌های (A,B) و (B,C) کاملاً محلولند اما زوج (A,C) کم محلول می‌باشند، صحیح است؟



۲۹- در سطوح مایعات، با کاهش مساحت سطح، انرژی آزاد هلمهولتز چه تغییری می‌کند؟

- (۱) افزایش می‌یابد. (۲) تغییر نمی‌کند. (۳) کاهش می‌یابد. (۴) بستگی به شرایط دارد.

۳۰- در شکل زیر، ماده X معرف کدام ماده است؟



- (۱) محلول
(۲) A
(۳) AB
(۴) B



فصل پنجم

«الکتروشیمی»

تست‌های تألیفی فصل پنجم

کلمه مثال ۱: اگر در یک محلول الکترولیت، فاصله الکترودها دو برابر و مساحت الکترودها سه برابر شود، مقاومت الکترولیت چه تغییری می‌کند؟

$$R_{\gamma} = 2R_1 \quad (4)$$

$$R_{\gamma} = R_1 \quad (3)$$

$$R_{\gamma} = \frac{2}{3}R_1 \quad (2)$$

$$R_{\gamma} = \frac{3}{2}R_1 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۲» بر اساس رابطه $R = \rho \frac{l}{A}$ ، مقاومت با فاصله الکترودها نسبت مستقیم و با مساحت سطح الکترودها نسبت معکوس دارد:

$$\frac{R_{\gamma}}{R_1} = \frac{l_{\gamma}}{l_1} \times \frac{A_1}{A_{\gamma}} = \frac{2l_1}{l_1} \times \frac{A_1}{3A_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow R_{\gamma} = \frac{2}{3}R_1$$

مقاومت الکترولیت، $\frac{2}{3}$ مقاومت اولیه خواهد شد.

کلمه مثال ۲: هدایت الکتریکی یک محلول الکترولیت با مقاومت 200Ω و ثابت سل 4 cm^{-1} برابر است با:

$$0.002 \Omega^{-1} \quad (4)$$

$$0.005 \Omega^{-1} \quad (3)$$

$$0.0125 \Omega^{-1} \quad (2)$$

$$2/5 \Omega^{-1} \quad (1)$$

$$L = \frac{1}{R} = \frac{1}{200} = 0.005 \Omega^{-1}$$

پاسخ: گزینه «۳» هدایت عکس مقاومت می‌باشد. بر اساس رابطه روبه‌رو داریم:

کلمه مثال ۳: هدایت الکتریکی مولی یک محلول 0.02 مولار با هدایت ویژه $25 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ، برابر است با:

$$80 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1} \quad (4)$$

$$125 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1} \quad (3)$$

$$800 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1} \quad (2)$$

$$1250 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1} \quad (1)$$

$$\Lambda_m = \frac{1000 \times 0.025 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}}{0.02 \text{ mol. lit}^{-1}} = 1250 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

پاسخ: گزینه «۱» طبق رابطه $\Lambda_m = \frac{1000k}{C}$ داریم:

کلمه مثال ۴: اگر برای محلول الکترولیت A_2B_3 ، هدایت مولی یون مثبت (A) در رقت بی‌نهایت $200 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ و هدایت مولی یون منفی (B) در رقت بی‌نهایت $300 \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ باشد، هدایت حد‌آکی‌والان این محلول چقدر می‌باشد؟

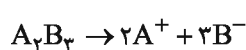
$$1300 \quad (4)$$

$$1200 \quad (3)$$

$$2500 \quad (2)$$

$$500 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۴» هدایت آکی‌والان محلول از رابطه زیر بدست می‌آید:



$$\Lambda_0 = 2\lambda_0^+ + 3\lambda_0^- = 2 \times 200 + 3 \times 300 = 400 + 900 = 1300$$

کلمه مثال ۵: برای اسید ضعیف 0.2 مولار HA، رسانایی هم‌ارز (هدایت آکی‌والان، Λ)، 0.2 هدایت آکی‌والان حد‌آن (Λ_0) می‌باشد. ثابت یونش این اسید کدام است؟

$$0.01 \quad (4)$$

$$0.1 \quad (3)$$

$$0.02 \quad (2)$$

$$0.2 \quad (1)$$

$$C\Lambda = k\Lambda_0^2 \frac{1}{\Lambda} - k\Lambda_0$$

پاسخ: گزینه «۴» برای اسیدهای ضعیف رابطه استوالد به صورت مقابل برقرار است:

$$0.2\Lambda = k\Lambda_0^2 \frac{1}{\Lambda} - k\Lambda_0 \xrightarrow{\Lambda=0.2\Lambda_0} 0.2(0.2\Lambda_0) = k\Lambda_0^2 \frac{1}{0.2\Lambda_0} - k\Lambda_0 \Rightarrow 0.04\Lambda_0 = K(\Lambda_0 - 1)\Lambda_0$$

$$\Rightarrow 0.04\Lambda_0 = 4k\Lambda_0 \Rightarrow k = \frac{0.04}{4} = 0.01$$

کله مثال ۶: هدایت اکی والان محلول (Λ) با غلظت چه رابطه‌ای دارد؟

- (۱) معکوس (۲) مستقیم (۳) به شرایط بستگی دارد. (۴) هیچکدام

✓ پاسخ: گزینه «۱» هدایت اکی والان با غلظت رابطه عکس دارد. بر اساس رابطه $\Lambda = \Lambda_0 - b\sqrt{C}$ هرگاه غلظت کاهش یابد، هدایت اکی والان افزایش و اگر غلظت افزایش یابد، هدایت اکی والان کاهش می‌یابد. در واقع با افزایش غلظت، هدایت اکی والان به دلیل اثرات الکتروفوریک و asymmetry کاهش می‌یابد.

کله مثال ۷: اثر asymmetry به دلیل بین یون‌ها بوجود می‌آید و باعث هدایت مولی می‌شود.

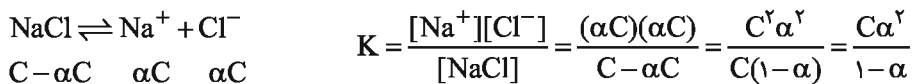
- (۱) جاذبه، کاهش (۲) جاذبه، افزایش (۳) دافعه، کاهش (۴) دافعه، افزایش

✓ پاسخ: گزینه «۱» اثر asymmetry (نامتقارن) به دلیل جاذبه بین یون‌هایی با بار مخالف بوجود می‌آید و باعث کاهش هدایت مولی می‌شود.

کله مثال ۸: برای الکترولیت NaCl، ثابت تفکیک الکترولیت برابر است با:

$$K = \frac{1-\alpha}{C\alpha} \quad (1) \quad K = \frac{1-\alpha^2}{C-\alpha} \quad (2) \quad K = \frac{C\alpha}{1-\alpha} \quad (3) \quad K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \quad (4)$$

✓ پاسخ: گزینه «۴» ثابت تفکیک الکترولیت برابر است با نسبت غلظت محصولات به مواد اولیه بعد از تفکیک:



کله مثال ۹: نقطه انجماد محلول ۰/۵ مولال Na_2SO_4 به فرض تفکیک کامل، چند درجه سانتی‌گراد است؟ ($K_f = 1/86 \text{ km}^{-1}$)

- (۱) $-2/5^\circ\text{C}$ (۲) $-2/8^\circ\text{C}$ (۳) $-1/5^\circ\text{C}$ (۴) $-3/72^\circ\text{C}$

✓ پاسخ: گزینه «۲» در اثر تفکیک کامل نمک $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ، ضریب وانتروف برابر $3 = 2 + 1$ می‌باشد. بر اساس رابطه زیر داریم:

$$\Delta T_f = -iK_f m = -3 \times 1/86 \times 0/5 = -2/79 \approx -2/8^\circ\text{C}$$

کله مثال ۱۰: اگر دمای انجماد یک محلول الکترولیت ۰/۳ مولال HCl، $-0/65^\circ\text{C}$ باشد، درجه تفکیک محلول الکترولیت برابر است با:

$$(K_f = 1/86 \text{ km}^{-1})$$

- (۱) ۰/۴۶ (۲) ۰/۱۹ (۳) ۰/۱۶ (۴) ۰/۶۰

✓ پاسخ: گزینه «۳» کاهش نقطه انجماد از خواص کولیگاتیو می‌باشد که برابر است با:

$$\Delta T_f = -iK_f m \Rightarrow -0/65 = -i \times 1/86 \times 0/3 \Rightarrow i = 1/16 \quad \alpha = \frac{i-1}{v-1} \Rightarrow \alpha = \frac{1/16-1}{2-1} = 0/16$$

کله مثال ۱۱: اگر در ظرف هیتورف، $t_+ = 0/6$ باشد، در اثر عبور 10 اکی والان الکتریسیته از ظرف، چه مقدار محلول از کاتد خارج می‌شود؟

- (۱) ۴ eq (۲) ۴ eq (۳) ۲ eq (۴) ۰/۶ eq

✓ پاسخ: گزینه «۲» در اثر عبور 10 اکی والان الکتریسیته، به اندازه $(10 \times \text{eq})$ محلول مورد نظر از کاتد خارج می‌شود و به اندازه $(10 \times \text{eq})$ محلول از آند خارج می‌شود.

$$t_+ = 0/6 \xrightarrow{t_+ + t_- = 1} t_- = 1 - 0/6 = 0/4 \Rightarrow 0/4 \times 10 = 4 \text{ eq}$$

بنابراین:

به اندازه ۴ اکی والان محلول از کاتد خارج می‌شود.



کلمه مثال ۱۲: مهاجرت یونهای مثبت در محلول الکترولیت در ظرف هیتورف از به به اندازه مول می باشد.

(۱) آند - کاتد - t_+ (۲) کاتد - آند - t_+ (۳) آند - کاتد - t_- (۴) کاتد - آند - t_-

پاسخ: گزینه «۱» طبق تعریف، به تعداد t_+ (عدد انتقال مثبت) یون مثبت از آند به کاتد می رود.

کلمه مثال ۱۳: کدامیک از روابط بین تحرک یونی و هدایت حد یونی صحیح می باشد؟

(۱) $u_- = F\lambda_o^-$ (۲) $u_- = \frac{\lambda_o^-}{F}$ (۳) $u_- = \frac{\lambda_o^+}{F}$ (۴) $u_- = \frac{\lambda_o^-}{2F}$

پاسخ: گزینه «۲» رابطه بین تحرک یون منفی و هدایت حد یون منفی به صورت روبهرو می باشد:

کلمه مثال ۱۴: اگر تحرک یون مثبت در یک محلول الکترولیت ۲ برابر تحرک یون منفی باشد، نسبت هدایت حد اکی والان به تحرک یون منفی چقدر می باشد؟ (بر اساس عدد فارادی (F))

(۱) ۲ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) ۳ (۴) $\frac{1}{3}$

پاسخ: گزینه «۳» براساس رابطه روبهرو داریم:
 $\Lambda_o = u_+F + u_-F = (2u_-)F + u_-F = 3u_-F \Rightarrow \frac{\Lambda_o}{u_-} = 3F$

کلمه مثال ۱۵: برای محلول $Al_2(SO_4)_3$ کدام رابطه برای ضریب فعالیت یونی متوسط صحیح است؟

(۱) $(\gamma_{Al^{3+}}^2 \cdot \gamma_{SO_4^{2-}}^3)^{\frac{1}{5}}$ (۲) $(\gamma_{Al^{3+}}^3 \cdot \gamma_{SO_4^{2-}}^2)^{\frac{1}{5}}$ (۳) $(\gamma_{Al^{3+}} \cdot \gamma_{SO_4^{2-}})^{\frac{1}{5}}$ (۴) $(\gamma_{Al^{3+}} \cdot \gamma_{SO_4^{2-}})^{\frac{1}{3}}$

پاسخ: گزینه «۱» ضریب فعالیت یونی متوسط از رابطه زیر بدست می آید:

$$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} \Rightarrow \gamma_{\pm} = (\gamma_{Al^{3+}}^2 \cdot \gamma_{SO_4^{2-}}^3)^{\frac{1}{2+3}} = (\gamma_{Al^{3+}}^2 \cdot \gamma_{SO_4^{2-}}^3)^{\frac{1}{5}}$$

کلمه مثال ۱۶: اگر برای الکترولیت A_3B_3 ، پتانسیل شیمیایی کاتیون (A) ۳ برابر پتانسیل شیمیایی آنیون (B) باشد، پتانسیل الکترولیت برابر است با:

(۱) $6\mu_+$ (۲) $6\mu_-$ (۳) $3\mu_+$ (۴) $3\mu_-$

پاسخ: گزینه «۲»
 $A_3B_3 \rightarrow 3A^{r+} + 3B^{-}$ $\mu_j = 1\mu_+ + 3\mu_- = 3\mu_- + 3\mu_- = 6\mu_-$

کلمه مثال ۱۷: برای محلول آبی m مولال $CaCl_2$ کدام رابطه زیر صحیح است؟

(۱) $m_{\pm} = \sqrt{2}m$ (۲) $m_{\pm} = \sqrt[3]{4}m$ (۳) $m_{\pm} = m$ (۴) $m_{\pm} = 2m$

پاسخ: گزینه «۲» مولالیت متوسط برای $CaCl_2$ برابر است با:
 $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^{-}$

$$(m_{\pm})^{1+2} = (m_{Ca^{2+}})^1 \cdot (m_{Cl^{-}})^2 = (m)^1 \cdot (2m)^2 \Rightarrow (m_{\pm})^3 = 4m^3 \Rightarrow m_{\pm} = \sqrt[3]{4}m$$

کلمه مثال ۱۸: ضریب فعالیت متوسط $KCl(aq)$ با مولالیت 0.05 mol/kg در $25^\circ C$ چقدر می باشد؟

(۱) 0.85 (۲) 0.92 (۳) 0.46 (۴) 0.73

پاسخ: گزینه «۲» با توجه به رابطه‌ی گفته شده، برای γ_{\pm} داریم:

$$I_m = \frac{1}{2}((+1)^2(0.05) + (-1)^2(0.05)) = 0.05 \Rightarrow \log \gamma_{\pm} = -0.509\sqrt{0.05} = -0.36 \Rightarrow \gamma_{\pm} = 0.92$$

کلمه مثال ۱۹: قدرت یونی محلول 0.1m KCl و 0.3m CaCl_2 برابر است با:

۰/۰۴ (۱) ۰/۰۲ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۱ (۴)



0.1m 0.1m 0.3m $2(0.3) = 0.6\text{m}$

بنابراین در کل محلول غلظت K^+ برابر 0.1m ، غلظت Ca^{2+} برابر 0.3m ، غلظت Cl^- برابر $0.1 + 0.6 = 0.7\text{m}$ می‌باشد. بنابراین طبق رابطه قدرت یونی داریم:

$$I = \frac{1}{\nu} \sum z_i^2 C_i \quad I = \frac{1}{\nu} (Z_{\text{K}^+}^2 C_{\text{K}^+} + Z_{\text{Cl}^-}^2 C_{\text{Cl}^-} + Z_{\text{Ca}^{2+}}^2 C_{\text{Ca}^{2+}}) \quad I = \frac{1}{\nu} ((1)^2 (0.1) + (1)^2 (0.7) + (2)^2 (0.3)) = 0.1$$

کلمه مثال ۲۰: برای الکترولیت قوی CuSO_4 ، ارتباط میان مولالیته m و قدرت یونی I کدام است؟

$I = 6m$ (۴) $I = 4m$ (۳) $I = 2m$ (۲) $I = m$ (۱)

☑ پاسخ: گزینه «۳» رابطه بین قدرت یونی و مولالیته به صورت زیر می‌باشد:

$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ $I = \frac{1}{\nu} \sum C_i z_i^2 = \frac{1}{\nu} (m(2)^2) + m(-2)^2 = 4m$

کلمه مثال ۲۱: واکنش آندی پیل $\text{Pt} | \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+} || \text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+} | \text{Pt}$ برابر کدام گزینه است؟



☑ پاسخ: گزینه «۱» در دیاگرام پیل، سمت چپ نشان‌دهنده واکنش آندی و سمت راست نشان‌دهنده واکنش کاتدی می‌باشد.

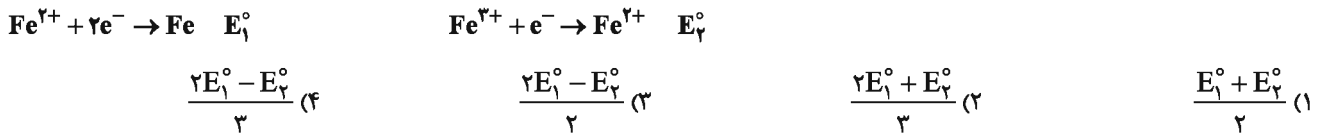
کلمه مثال ۲۲: برای پیل $\text{Zn} | \text{ZnSO}_4(\text{aq}) || \text{CuSO}_4(\text{aq}) | \text{Cu}$ کدام گزینه صحیح نیست؟

(۱) در آند روی (Zn) اکسید می‌شود. (۲) در کاتد مس (Cu) کاهش می‌یابد.

(۳) سل فوق، سل دانیل می‌باشد. (۴) واکنش کلی پیل $\text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Zn}$ می‌باشد.

☑ پاسخ: گزینه «۴» واکنش کلی سل فوق که سل دانیل می‌باشد، به صورت $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ است که در آن اکسایش Cu و کاهش یافته است.

کلمه مثال ۲۳: با استفاده از واکنش‌های زیر، پتانسیل استاندارد واکنش $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ کدام است؟



☑ پاسخ: گزینه «۲» از جمع دو واکنش فوق، واکنش مورد نظر $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ حاصل می‌شود. چون پتانسیل استاندارد تابع حالت نمی‌باشد، از

انرژی آزاد گیبس که تابع حالت است برای محاسبه E_3° استفاده می‌کنیم. بنابراین داریم:



$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe} \quad E_3^\circ : \Delta G_3^\circ = \Delta G_1^\circ + \Delta G_2^\circ = -2FE_1^\circ - FE_2^\circ = -3FE_3^\circ \Rightarrow E_3^\circ = \frac{-F(2E_1^\circ + E_2^\circ)}{-3F} = \frac{2E_1^\circ + E_2^\circ}{3}$



کله مثال ۲۴: در یک پیل رابطه $E = 2/5 + 0/02T + \frac{3}{1000}T^2$ برقرار است. ΔS سل که با مبادله ۲ مول الکترون همراه است بر حسب ژول بر کلوین در دمای ۲۹۸ K برابر است با: (F = ۹۶۵۰۰)

۱۲۵۷۰۰ (۴)

۳۴۸۹۴۴ (۳)

۱۰۷۰۴۳ (۲)

۳۶۲/۶۷۶ (۱)

پاسخ: گزینه «۳» براساس رابطه $\Delta S = nF\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_P$ داریم:

$$\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_P = 0/02 + 0/006T \Rightarrow \Delta S = 2 \times 96500(0/02 + 0/006T) \Rightarrow \Delta S = 2 \times 96500(0/02 + \frac{6}{1000}(298)) = 348944$$

کله مثال ۲۵: اگر در یک پیل داشته باشیم: $E = 2 + 0/04T + 0/006T^2$. ΔC_p° پیل که با مبادله ۲ مول الکترون همراه باشد در ۳۰۰K، چقدر است؟ (F = ۹۶۵۰۰)

۶۹۴۸ (۴)

۵۵۴ (۳)

۵۵۴۰۰۰ (۲)

۶۹۴۸۰۰ (۱)

پاسخ: گزینه «۱» ΔC_p° پیل از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta C_p^\circ = nFT\left(\frac{\partial^2 E}{\partial T^2}\right)_P = 2 \times 96500 \times 300(0/012) = 694800$$

کله مثال ۲۶: اگر پتانسیل استاندارد پیلی در ۲۵°C برابر ۰/۶۲V باشد، ثابت تعادل آن به ازای $n = 2$ در همین دما کدام است؟

$$\ln K = \frac{2(0/62)F}{RT} \quad (۴)$$

$$\ln K = \frac{RT}{2(0/62)F} \quad (۳)$$

$$\ln K = \frac{FR}{0/62T} \quad (۲)$$

$$K = e^{\frac{0/62F}{RT}} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۴» براساس رابطه $\Delta G = -nFE$, $\Delta G = -RT \ln K$ خواهیم داشت:

$$-nFE = -RT \ln K \Rightarrow \ln K = \frac{nFE}{RT} \Rightarrow \ln K = \frac{2F(0/62)}{RT}$$

کله مثال ۲۷: کدامیک از روابط زیر صحیح نیست؟

$$E = -\frac{RT}{nF} \ln Q \quad (۲) \quad \text{در همه موارد}$$

$$\mu_{el} = \mu + zFE \quad (۱)$$

$$\Delta C_p^\circ = nFT\left(\frac{\partial^2 E^\circ}{\partial T^2}\right)_P \quad (۴)$$

$$\Delta S^\circ = nF\left(\frac{\partial E^\circ}{\partial T}\right)_P \quad (۳)$$

پاسخ: گزینه «۲» در حالت کلی $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$ برقرار می‌باشد که زمانی که $\Delta G^\circ = 0$ باشد و پتانسیل استاندارد پیل $E^\circ = 0$ صفر باشد،

رابطه به صورت $E = \frac{-RT}{nF} \ln Q$ خواهد شد.

آزمون فصل پنجم

کله ۱- هدایت الکتریکی محلول الکترولیت از کدام رابطه به دست می آید؟

$$\rho \frac{A}{l} \quad (1) \quad \frac{1}{\rho A} \quad (2) \quad \frac{1}{\rho l} \quad (3) \quad \rho \frac{A}{l} \quad (4)$$

کله ۲- رابطه بین هدایت مولی در واحد SI با هدایت ویژه (k) و غلظت حل شونده C کدام است؟

$$\Lambda_m = \frac{10^{-3} k}{C} \quad (1) \quad \Lambda_m = \frac{1000 k}{C} \quad (2) \quad \Lambda_m = 1000 k \quad (3) \quad \Lambda_m = 10^{-3} k \quad (4)$$

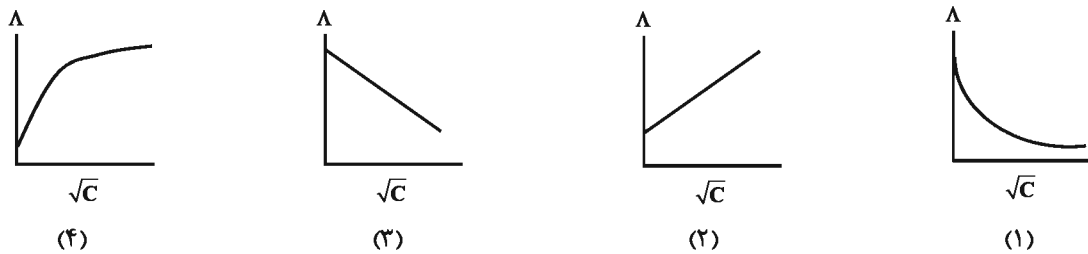
کله ۳- با افزایش غلظت، هدایت اکی والان محلول الکترولیت می یابد.

(۱) افزایش (۲) کاهش (۳) بدون تغییر (۴) بستگی به شرایط دارد.

کله ۴- کدام یک در محیط آبی الکترولیت ضعیف می باشد؟

(۱) NaCl (۲) HCl (۳) AgCl (۴) NH_۳

کله ۵- نمودار Λ نسبت به \sqrt{C} برای الکترولیت قوی مطابق با کدام گزینه می باشد؟



کله ۶- رابطه بین ضریب وانت هوف و درجه یونش کدام است؟

$$\alpha = \frac{i-1}{v-1} \quad (1) \quad \alpha = \frac{i-1}{v+1} \quad (2) \quad \alpha = \frac{v-1}{i-1} \quad (3) \quad \alpha = \frac{v+1}{i-1} \quad (4)$$

کله ۷- در الکترولیت AgCl، با غلظت C و درجه تفکیک α ، ثابت تفکیک الکترولیت برابر است با:

$$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \quad (1) \quad K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha^2} \quad (2) \quad K = \frac{C\alpha}{1-\alpha} \quad (3) \quad K = \frac{C\alpha}{1-\alpha} \quad (4)$$

کله ۸- کدام تساوی در مورد یک الکترولیت قوی A_aB_b در محلول صحیح است؟

$$\gamma_{\pm} = (\gamma_+^a \gamma_-^b)^{\frac{1}{a+b}} \quad (1) \quad \gamma_{\pm} = (\gamma_+^a \gamma_-^b)^{\frac{1}{a+b}} \quad (2) \quad \gamma_{\pm} = (\gamma_+^b \gamma_-^a)^{\frac{1}{a+b}} \quad (3) \quad \gamma_{\pm} = (\gamma_+^b \gamma_-^a)^{\frac{1}{a+b}} \quad (4)$$



کله ۹- دیاگرام پیل مربوط به واکنش زیر کدام است؟



کله ۱۰- ترتیب قدرت یونی محلول های ۱ مولال NaCl، ۱ مولال FeCl_۳ و ۱ مولال Al_۳(SO_۴)_۳ کدام است؟



کله ۱۱- اگر رسانای مولی یون X⁺ در غلظت صفر برابر با ۵۰ Ω^{-۱}mol^{-۱}.cm^۲ و رسانایی اکی والان XY برابر با ۱۵۰ Ω^{-۱}mol^{-۱}.cm^۲ باشد، عدد انتقال

یون X⁺ برابر است با:

(۱) ۳ (۲) ۰/۳۳ (۳) ۰/۶۶ (۴) ۰/۷۵



کله ۱۲- با استفاده از داده‌های زیر، کمیت E° برای واکنش $Fe^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Fe$ کدام است؟



کله ۱۳- ترتیب فشار اسمزی در محلول‌های الکترولیت رقیق $NaCl$ و $BaCl_2$ که کاملاً تفکیک می‌شوند کدام است؟



کله ۱۴- اگر در محلولی $K_f = 1/5 k.m^{-1}$ باشد نقطه انجماد محلول نمک 0.5 مولال که بر اثر تفکیک نمک 3 مول نمک تولید شود، چند درجه سانتیگراد است؟



کله ۱۵- اختلاف بین پتانسیل الکتروشیمیایی و پتانسیل شیمیایی برابر است با:



کله ۱۶- در محیط آب کدام گزینه صحیح است؟



کله ۱۷- قدرت یونی محلول 0.2 مولال $ZnCl_2$ کدام است؟



کله ۱۸- اگر رابطه نیروی محرکه الکتریکی E با T به صورت مقابل باشد:

$$E = 1/5 + 0.02T + 0.002T^2$$

ΔS° واکنش پیل که با مبادله 1 مول الکترون همراه است بر حسب JK^{-1} کدام است؟ (دما $298k$)



کله ۱۹- اگر هدایت مولی در رقت بی‌نهایت کاتیون A^+ برابر با $3 \times 10^{-1} mol^{-1} cm^2$ و آنیون B^- برابر با $4 \times 10^{-1} mol^{-1} cm^2$ باشد، هدایت در رقت بی‌نهایت AB برابر است با:



کله ۲۰- در یک پیل الکتروشیمیایی، الکترودی که در آن اکسایش اتفاق می‌افتد و الکترودی که در آن کاهش رخ می‌دهد نام دارد.



کله ۲۱- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) پیل گالوانی، پیلی است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.
- (۲) در پیل گالوانی واکنش خودبخودی است.
- (۳) در پیل گالوانی $\Delta G > 0$ می‌باشد.
- (۴) نوع معروفی از پیل گالوانی، پیل دانیل می‌باشد.

کله ۲۲- کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) پیل‌های الکتروشیمیایی شامل تعداد زیادی الکترودی می‌باشند.
- (۲) در پیل‌های گالوانی واکنش غیر خودبخودی است.
- (۳) در پیل‌های الکترولیتی واکنش غیر خودبخودی است.
- (۴) در پیل‌های الکترولیتی انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

کله ۲۳- emf سل‌های گالوانی به وسیله اندازه‌گیری می‌شود.



۲۴- معادله نرنست برای پیل که $E^\circ = 0$ می‌باشد برابر است با:

$$E = 0 \quad (1) \quad E = -\frac{nF}{RT} \ln Q \quad (2) \quad E = -\frac{RT}{nF} \ln Q \quad (3) \quad E = -nFR \ln Q \quad (4)$$

۲۵- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) در یک پیل غلظتی الکترولیتی، محفظه‌های الکتروده به جز غلظت الکترولیت‌ها یکسان است.
 (۲) در یک پیل غلظتی الکترودی، الکترودها غلظت‌های متفاوت دارند.
 (۳) در یک پیل غلظتی الکترودی، پتانسیل استاندارد پیل صفر است.
 (۴) در یک پیل غلظتی $\Delta S^\circ = 0$ می‌باشد.

۲۶- برای محلول آبی $ZnCl_2$ ضریب فعالیت متوسط برابر است با:

$$\gamma_{\pm} = (\gamma_+ \gamma_-) \quad (1) \quad \gamma_{\pm} = (\gamma_+ \gamma_-)^{\frac{1}{2}} \quad (2) \quad \gamma_{\pm} = (\gamma_+ \gamma_-)^{\frac{1}{3}} \quad (3) \quad \gamma_{\pm} = (\gamma_+ \gamma_-) \quad (4)$$

۲۷- کدام رابطه در پیل الکتروشیمیایی صحیح است؟

$$\Delta H^\circ = \Delta G^\circ - nFE^\circ \quad (1) \quad \Delta H^\circ = \Delta G^\circ + T\Delta S^\circ \quad (2) \quad \Delta H^\circ = \Delta G^\circ - T\Delta S^\circ \quad (3) \quad \Delta H^\circ = T\Delta S^\circ \quad (4)$$

۲۸- کدام رابطه در پیل الکتروشیمیایی صحیح است؟

$$\Delta S^\circ = \Delta G^\circ - \Delta H^\circ \quad (1) \quad \Delta S^\circ = -nFE^\circ \quad (2) \quad \Delta S^\circ = nF \left(\frac{\partial E^\circ}{\partial T} \right)_P \quad (3) \quad \Delta S^\circ = -nF \left(\frac{\partial E^\circ}{\partial T} \right)_P \quad (4)$$

۲۹- ثابت تعادل در پیل الکتروشیمیایی برابر است با:

$$K = e^{\frac{RT}{nFE^\circ}} \quad (1) \quad K = e^{\frac{nFE^\circ}{RT}} \quad (2) \quad K = e^{\frac{nF}{RT}} \quad (3) \quad K = \frac{RT}{nFE^\circ} \quad (4)$$

۳۰- در نظریه دبای - هوکل کدام گزینه نسبت به نظریه آرنیوس در نظر گرفته شد؟

- (۱) الکترولیت (۲) غلظت یون‌ها (۳) اندازه یون‌ها (۴) وجود برهمکنش بین ذرات



فصل ششم

« سینتیک »

نست‌های تألیفی فصل ششم

کلمه مثال ۱: برای واکنش $2NO + Br_2 \rightarrow 2NOBr$ کدام رابطه زیر برقرار است؟

$$\frac{d[NO]}{dt} = \frac{d[Br_2]}{dt} = \frac{d[NOBr]}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d[NO]}{dt} = -\frac{d[Br_2]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[NOBr]}{dt} \quad (1)$$

$$\frac{d[NO]}{2dt} = \frac{d[Br_2]}{dt} = \frac{d[NOBr]}{dt} \quad (4)$$

$$\frac{d[NO]^2}{dt} = \frac{d[Br_2]}{dt} = \frac{d[NOBr]^2}{dt} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه «۱» براساس تعریف سرعت واکنش که مواد اولیه نسبت به ضرایب استوکیومتری مصرف و محصولات نیز نسبت به ضرایب استوکیومتری تولید می‌شوند، خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2} \frac{d[NO]}{dt} = -\frac{d[Br_2]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[NOBr]}{dt}$$

$$\frac{1}{2} \frac{d[NO]}{dt} = \frac{d[Br_2]}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{d[NOBr]}{dt}$$

که با جابجایی علامت منفی، به صورت مقابل نیز ممکن است نشان داده شود:

کلمه مثال ۲: برای واکنش بنیادی $2A + B \rightarrow 2C$ معادله سرعت برابر است با:

$$r = k[A][B][C] \quad (4) \quad r = k[A][B] \quad (3) \quad r = k[A]^2[B] \quad (2) \quad r = k[A][B]^2 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۲» در واکنش‌های بنیادی، سرعت واکنش برابر است با حاصل ضرب غلظت مواد اولیه به توان ضریب استوکیومتری آن ماده.

بنابراین داریم:

$$r = k[A]^2[B]$$

کلمه مثال ۳: اگر واکنش $A + 2B \rightarrow 3C$ بنیادی باشد، واکنش از مرتبه چندم می‌باشد؟

$$3 \quad (4) \quad 2 \quad (3) \quad 1 \quad (2) \quad 0 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۴» در واکنش بنیادی مذکور معادله سرعت برابر است با $r = k[A][B]^2$ که مرتبه واکنش مجموع توان‌ها می‌باشد، یعنی مرتبه واکنش برابر است با $1+2=3$.

کلمه مثال ۴: اگر در یک واکنش از مرتبه صفر، غلظت اولیه نصف شود، زمان نیمه عمر چه تغییری می‌کند؟

$$(1) \text{ تغییری نمی‌کند.} \quad (2) \text{ دو برابر می‌شود.} \quad (3) \text{ نصف می‌شود.} \quad (4) \text{ چهار برابر می‌شود.}$$

پاسخ: گزینه «۳» در واکنش مرتبه صفر زمان نیمه عمر برابر است با: $t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$ که با غلظت رابطه مستقیم دارد. یعنی با نصف شدن غلظت اولیه، زمان نیمه عمر هم نصف خواهد شد.

کلمه مثال ۵: در واکنش مرتبه صفر نمودار تغییرات کدامیک از گزینه‌های زیر برحسب زمان خطی است؟

$$[A] \quad (4) \quad \frac{1}{[A]^2} \quad (3) \quad \frac{1}{[A]} \quad (2) \quad \ln[A] \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۴» معادله واکنش‌های مرتبه صفر « $[A] - [A]_0 = -k_0 t$ » نشان می‌دهد که نمودار $[A]$ برحسب زمان خطی است با شیب $-k_0$.

کلمه مثال ۶: برای واکنش مرتبه اول کدامیک از روابط زیر صحیح می‌باشد؟

$$\ln[A] = \ln[A]_0 + kt \quad (4) \quad [A] = [A]_0 e^{kt} \quad (3) \quad [A] = [A]_0 e^{-kt} \quad (2) \quad [A] = [A]_0 - kt \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۲» برای واکنش مرتبه اول داریم:

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt \Rightarrow \frac{[A]}{[A]_0} = e^{-kt} \Rightarrow [A] = [A]_0 e^{-kt}$$

کحل مثال ۷: اگر ثابت سرعت یک واکنش مرتبه اول برابر با 10^3 s^{-1} باشد، زمان نیمه عمر این واکنش برابر است با:

۶۹۳ (۱) 10^3 (۲) 693×10^{-6} (۳) 10^{-3} (۴)

پاسخ: گزینه «۳» زمان نیمه عمر واکنش مرتبه اول از رابطه روبه‌رو بدست می‌آید: $t_{1/2} = \frac{0.693}{k_1} = \frac{0.693}{10^3} = 693 \times 10^{-6} \text{ (s)}$

کحل مثال ۸: در واکنش‌هایی از مرتبه، با سه برابر شدن غلظت اولیه زمان نیمه عمر $\frac{1}{3}$ می‌شود.

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

پاسخ: گزینه «۳» زمان نیمه عمر در واکنش‌های مرتبه دوم برابر با $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$ می‌باشد. یعنی زمان نیمه عمر با غلظت اولیه رابطه معکوس دارد

و به طور مثال با سه برابر شدن غلظت اولیه، زمان نیمه عمر $\frac{1}{3}$ می‌شود.

کحل مثال ۹: واحد ثابت سرعت در واکنش‌های مرتبه دو برابر است با:

$\frac{\text{lit}}{\text{mols}}$ (۱) $\frac{\text{mol}}{\text{lit.s}}$ (۲) lit.s (۳) $\frac{1}{\text{s}}$ (۴)

پاسخ: گزینه «۱» واحد ثابت سرعت در واکنش‌های مرتبه ۲ برابر با $\text{lit.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$ می‌باشد که برابر با گزینه ۱ است.

کحل مثال ۱۰: اگر برای یک واکنش مرتبه ۳، شیب نمودار $\frac{1}{[A]^2}$ بر حسب زمان برابر با ۵۰ باشد، ثابت سرعت این واکنش برابر است با:

$\frac{1}{50} \text{ lit}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (۱) $50 \text{ lit}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (۲) $\frac{1}{25} \text{ lit}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (۳) $25 \text{ lit}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (۴)

پاسخ: گزینه «۴» در واکنش مرتبه ۳ رابطه مقابل برقرار است: $\frac{1}{[A]^2} - \frac{1}{[A]_0^2} = 2k_3 t$

نمودار $\frac{1}{[A]^2}$ بر حسب زمان خطی است با شیب $2k_3$ بنابراین وقتی شیب ۵۰ باشد یعنی ثابت سرعت (k_3) برابر با $25 \text{ lit}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ می‌باشد:

$2k_3 = 50 \Rightarrow k_3 = 25$

کحل مثال ۱۱: واحد ثابت سرعت واکنش مرتبه ۴ برابر است با:

$\text{lit}^3.\text{mol}^{-3}.\text{s}^{-1}$ (۱) $\text{lit}^3.\text{mol}^3.\text{s}^{-1}$ (۲) $\text{lit}^{-3}.\text{mol}^3.\text{s}^{-1}$ (۳) $\text{lit}^{-3}.\text{mol}^{-3}.\text{s}^{-1}$ (۴)

پاسخ: گزینه «۱» براساس رابطه واحد ثابت سرعت داریم: $\text{lit}^{-3}.\text{mol}^{-3}.\text{s}^{-1} = \text{lit}^{-4}.\text{mol}^{1-4}.\text{s}^{-1}$ واحد k_4

کحل مثال ۱۲: برای یک واکنش مرتبه یک، غلظت باقی مانده نسبت به غلظت اولیه بعد از گذشت زمانی ۳ برابر زمان نیمه عمر چقدر می‌باشد؟

$\frac{1}{3}$ (۱) $\frac{1}{8}$ (۲) ۳ (۳) ۸ (۴)

پاسخ: گزینه «۲» با توجه به نکته ۶ خواهیم داشت: $\frac{[A]}{[A]_0} = \frac{1}{2^x}$ تعداد زمان نیمه عمر $x = \frac{3}{1} = 3$

کحل مثال ۱۳: نسبت زمان نیمه عمر واکنش مرتبه ۲ به زمان نیمه عمر واکنش مرتبه صفر در حالتی که غلظت‌های اولیه یکسان باشد، چقدر است؟

$\frac{k_0[A]_0^2}{k_2}$ (۱) $\frac{k_0}{k_2[A]_0}$ (۲) $\frac{2k_0}{k_2[A]_0^2}$ (۳) $\frac{k_2[A]_0^2}{2k_0}$ (۴)

پاسخ: گزینه «۳» با توجه به فرمول زمان نیمه عمر برای واکنش‌های مرتبه ۲ و مرتبه صفر خواهیم داشت: $\frac{(t_{1/2})_2}{(t_{1/2})_0} = \frac{1}{2} \frac{k_2[A]_0}{k_0} = \frac{2k_0}{k_2[A]_0^2}$



کلمه مثال ۱۴: برای واکنش $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$ اگر $[A]_o$ غلظت اولیه A و $[A]_e$ غلظت تعادلی A باشد، عبارت صحیح کدام است؟

$$[A]_{eq} = \frac{[A]_o}{1+k_{eq}} \quad (۴) \quad [A]_{eq} = [A]_o + k_{eq} \quad (۳) \quad [A]_{eq} = k_{eq}[A]_o \quad (۲) \quad [A]_{eq} = [A]_o(1+k_{eq}) \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۴» $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$; $[B]_{eq} = \frac{k_1}{k_{-1}}[A]_{eq} \Rightarrow [B]_{eq} = k_{eq}[A]_{eq}$

برای غلظت اولیه A رابطه زیر برقرار است که با جایگذاری رابطه $[B]_{eq}$ بالا در معادله زیر داریم:

$$[A]_o = [A]_{eq} + [B]_{eq} = [A]_{eq} + k_{eq}[A]_{eq} = [A]_{eq}(1+k_{eq}) \Rightarrow [A]_{eq} = \frac{[A]_o}{1+k_{eq}}$$

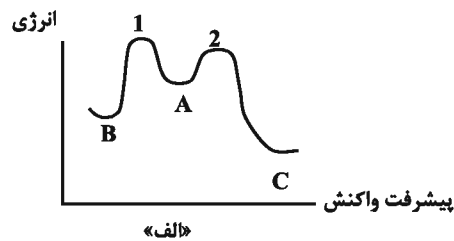
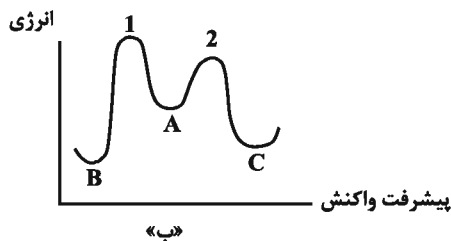
کلمه مثال ۱۵: اگر برای واکنش $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ ، $k_1 = 2k_2$ باشد، زمانی که غلظت B به ماکزیمم مقدار می‌رسد، برابر است با:

$$\frac{0.693}{k_1} \quad (۴) \quad \frac{0.693}{k_1} \quad (۳) \quad \frac{0.693}{k_2} \quad (۲) \quad \frac{0.693}{k_2} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۱» زمانی غلظت B به ماکزیمم می‌رسد که $\frac{d[B]}{dt} = 0$ باشد و نهایتاً رابطه زیر به دست می‌آید. $\ln \frac{k_2}{k_1} = -(k_1 - k_2)t_{max}$

براساس رابطه مقابل، خواهیم داشت: $\ln \frac{k_2}{2k_2} = -(2k_2 - k_2)t_{max} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -k_2 t_{max} \Rightarrow t_{max} = \frac{-\ln \frac{1}{2}}{k_2} = \frac{\ln 2}{k_2} = \frac{0.693}{k_2}$

کلمه مثال ۱۶: براساس نمودارهای زیر، کدام گزینه صحیح است؟



(۱) در نمودار الف، B محصول سینتیکی است.

(۲) در نمودار ب، B محصول سینتیکی است.

(۳) در نمودار الف، C محصول ترمودینامیکی و سینتیکی است.

(۴) در نمودار ب، C محصول ترمودینامیکی و سینتیکی است.

پاسخ: گزینه «۳» در نمودار الف، C به علت سطح انرژی پایین محصول ترمودینامیکی و به علت عبور از قله با انرژی کمتر محصول سینتیکی نیز می‌باشد.

کلمه مثال ۱۷: برای واکنش $A + B \rightarrow P$ ، با توجه به جدول زیر، مرتبه واکنش برابر است با:

$r_0 \left(\frac{\text{mol}}{\text{lits}} \right)$	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۸
[A]	۰/۱	۰/۱	۰/۲
[B]	۰/۱	۰/۲	۰/۱

۰ (۱)

۱ (۲)

۲ (۳)

۳ (۴)

پاسخ: گزینه «۴» اگر معادله کلی سرعت واکنش را به صورت $r = k[A]^m[B]^n$ در نظر بگیریم با توجه به جدول، مشاهده می‌شود با دو برابر کردن

غلظت [B] از (۰/۱ به ۰/۲) در حین ثابت نگه‌داشتن غلظت [A] = ۰/۱، سرعت واکنش نیز ۲ برابر می‌شود (از ۰/۰۲ به ۰/۰۴ تبدیل شده)

بنابراین $n = 1$ می‌باشد. از طرفی، با ثابت نگه‌داشتن غلظت [B] و دو برابر شدن غلظت [A]، سرعت واکنش از ۰/۰۲ به ۰/۰۸ تغییر می‌یابد، یعنی ۴ برابر

می‌شود. بنابراین $m = 2$ می‌باشد. پس مرتبه کلی واکنش برابر است با:

$$m + n = 2 + 1 = 3$$

کلمه مثال ۱۸: در یک واکنشی، از رسم $\frac{1}{[A]}$ بر حسب زمان خطی با شیب مثبت به دست آمده است که از روی عرض از مبدأ این خط می‌توان غلظت اولیه، $[A]_0$ را محاسبه کرد. واکنش از مرتبه چندم می‌باشد؟

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

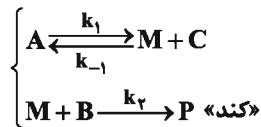
پاسخ: گزینه «۳» در واکنش مرتبه دوم معادله $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$ برقرار است که نشان می‌دهد $\frac{1}{[A]}$ بر حسب t خطی است که شیب این خط برابر با ثابت سرعت واکنش می‌باشد و مثبت است. عرض از مبدأ این خط نیز $\frac{1}{[A]_0}$ می‌باشد که از روی آن $[A]_0$ قابل محاسبه است.

کلمه مثال ۱۹: ثابت تعادل واکنش $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$ برابر با γ می‌باشد. اگر زمان آسایش واکنش 2×10^{-5} ثانیه باشد، ثابت سرعت رفت و ثابت سرعت برگشت به ترتیب چقدر می‌باشد؟

۳۱۲۵۰ و ۶۲۵۰ (۱) ۶۲۵۰ و ۴۳۷۵۰ (۲) ۹۸۰ و ۱۴۰ (۳) ۵۰۰۰۰ و ۳۵۰۰۰ (۴)

پاسخ: گزینه «۲» رابطه بین زمان آسایش و ثابت سرعت رفت و برگشت برابر است با: $\frac{k_1}{k_{-1}} = \gamma \Rightarrow k_1 = \gamma k_{-1}$; $\tau = \frac{1}{k_1 + k_{-1}} = 2 \times 10^{-5}$; $\frac{k_1}{k_{-1}} = \gamma \Rightarrow k_1 = \gamma k_{-1}$; $\frac{1}{\gamma k_{-1} + k_{-1}} = 2 \times 10^{-5} \Rightarrow \frac{1}{\lambda k_{-1}} = 2 \times 10^{-5} \Rightarrow k_{-1} = \frac{1}{16 \times 10^{-5}} = 6250 \Rightarrow k_1 = \gamma \times 6250 = 43750$

کلمه مثال ۲۰: اگر مکانیزم واکنش به صورت زیر باشد، عبارت سرعت تشکیل محصول برابر است با:



$$r = \frac{k_2 k_1 [A][B]}{k_{-1}[C] + k_2[B]} \quad (۴) \quad r = \frac{k_1 k_2 [A][B]}{k_{-1} [C]} \quad (۳) \quad r = \frac{k_2 [B]}{k_{-1}[C] + k_2[B]} \quad (۲) \quad r = \frac{k_1 k_2 [B]}{k_{-1}[C]} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۳» با فرض این که $k_1 \ll k_2$ باشد، مرحله دوم، مرحله تعیین‌کننده سرعت می‌باشد. بنابراین سرعت واکنش برابر است با:

$$r = k_2 [M][B]$$

براساس تقریب حالت پایا برای حد وسط M که در مرحله اول تولید و در مرحله دوم مصرف شده است. داریم:

$$\frac{d[M]}{dt} = k_1[A] - k_{-1}[M][C] - k_2[M][B] = 0 \Rightarrow [M] = \frac{k_1[A]}{k_{-1}[C] + k_2[B]}$$

$$r = \frac{k_2 k_1 [A][B]}{k_{-1}[C] + k_2[B]} \quad \text{با قرار دادن } [M] \text{ در رابطه معادله سرعت خواهیم داشت:}$$

$$r = \frac{k_2 k_1 [A][B]}{k_1 [C]} \quad \text{با توجه به فرض } k_1 \ll k_2 \text{ در مخرج عبارت فوق از } k_2 [B] \text{ صرف‌نظر می‌شود و خواهیم داشت:}$$

کلمه مثال ۲۱: اگر برای واکنشی در دمای $T_1 = 300 \text{ K}$ ثابت سرعت واکنش $2 \times 10^3 \text{ min}^{-1}$ باشد، در دمای $T_2 = 350 \text{ K}$ ثابت سرعت واکنش چقدر خواهد بود؟ $(E_a = 10 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}})$

۰/۰۰۴ min^{-1} (۱) ۰/۰۰۲ min^{-1} (۲) ۰/۰۰۳ min^{-1} (۳) ۰/۰۰۵ min^{-1} (۴)

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{2 \times 10^3} = -\frac{10 \times 1000}{1987} \left(\frac{1}{350} - \frac{1}{300} \right)$$

$$\Rightarrow \ln \frac{k_2}{2 \times 10^3} = 2/4 \Rightarrow \frac{k_2}{2 \times 10^3} = e^{2/4} \Rightarrow k_2 = 0/002 \text{ min}^{-1}$$



کلمه مثال ۲۲: اگر ثابت سرعت کلی یک واکنش به صورت $k = \frac{k_1}{k_{-1}k_2}$ باشد، انرژی فعال سازی کلی واکنش کدام است؟

$$E_a = \frac{E_{a_1} + E_{a_{-1}}}{E_{a_2}} \quad (۴) \quad E_a = E_{a_1} + E_{a_{-1}} + E_{a_2} \quad (۳) \quad E_a = \frac{E_{a_1}}{E_{a_{-1}}E_{a_2}} \quad (۲) \quad E_a = E_{a_1} - E_{a_{-1}} - E_{a_2} \quad (۱)$$

$$K = \frac{k_1}{k_{-1}k_2}$$

پاسخ: گزینه «۱»

$$\ln k = \ln k_1 - \ln k_{-1} - \ln k_2$$

از طرفین معادله \ln می گیریم:

$$d \ln k = d \ln k_1 - d \ln k_{-1} - d \ln k_2$$

از طرفین دیفرانسیل می گیریم:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \Rightarrow d \ln k = -\frac{E_a}{RT^2}$$

بر اساس رابطه آرنیوس:

$$\frac{E_a}{RT^2} = \frac{E_{a_1}}{RT^2} - \frac{E_{a_{-1}}}{RT^2} - \frac{E_{a_2}}{RT^2} \Rightarrow E_a = E_{a_1} - E_{a_{-1}} - E_{a_2}$$

با جایگذاری $\frac{E_a}{RT^2}$ به جای $d \ln k$ های مربوطه، خواهیم داشت:

کلمه مثال ۲۳: دو واکنشی که دارای فاکتور فرکانس (A) یکسان هستند، دارای مقادیر انرژی فعال سازی متفاوتی هستند به طوری که انرژی فعال سازی واکنش اول به مقدار $4RT$ بیشتر از انرژی فعال سازی واکنش دوم می باشد. نسبت ثابت سرعت واکنش اول به ثابت سرعت واکنش دوم برابر است با:

$$e^{-4} \quad (۴) \quad e^4 \quad (۳) \quad \ln 4 \quad (۲) \quad e^2 \quad (۱)$$

$$k_1 = A e^{\frac{-E_{a_1}}{RT}}$$

$$\text{و} \quad k_2 = A e^{\frac{-E_{a_2}}{RT}}$$

پاسخ: گزینه «۴» بر اساس رابطه بین ثابت سرعت و انرژی فعال سازی، داریم:

$$E_{a_1} = E_{a_2} + 4RT \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{A e^{\frac{-E_{a_1}}{RT}}}{A e^{\frac{-(E_{a_1}-4RT)}{RT}}} = \frac{e^{\frac{-E_{a_1}}{RT}}}{e^{\frac{-E_{a_1}+4RT}{RT}}} = e^{\frac{-E_{a_1}}{RT}} \times e^{\frac{E_{a_1}}{RT}} \times e^{-4} = e^{-4}$$

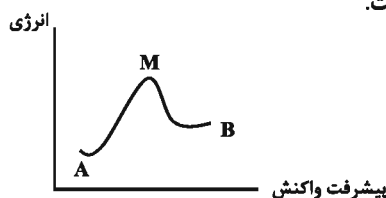
کلمه مثال ۲۴: اگر جرم کاهش یافته مولکول AB تقریباً دو برابر جرم کاهش یافته مولکول AC باشد، در دمای یکسان فاکتور فرکانس AB چند برابر فاکتور فرکانس AC می باشد؟

$$\frac{1}{2} \quad (۴) \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (۳) \quad \sqrt{2} \quad (۲) \quad 2 \quad (۱)$$

$$\frac{A_{AB}}{A_{AC}} = \sqrt{\frac{\mu_{AC}}{\mu_{AB}}} = \sqrt{\frac{\mu_{AC}}{2\mu_{AC}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

پاسخ: گزینه «۳» فاکتور فرکانس با جذر جرم کاهش یافته رابطه معکوس دارد:

کلمه مثال ۲۵: بر اساس شکل زیر ساختار کمپلکس فعال بیشتر شبیه می باشد و واکنش است.



(۱) محصول - گرماده

(۲) ماده اولیه - گرماده

(۳) ماده اولیه - گرماگیر

(۴) محصول - گرماگیر

پاسخ: گزینه «۴» انرژی فعال سازی واکنش رفت E_{a_1} بیشتر از واکنش برگشت E_{a_2} می باشد. بنابراین $\Delta E > 0$ و واکنش گرماگیر است وقتی E_{a_2} کوچکتر است یعنی سطح انرژی محصول به کمپلکس فعال نزدیکتر است. بنابراین ساختار کمپلکس فعال بیشتر شبیه محصول واکنش می باشد.

کلمه مثال ۲۶: واکنش های تک مولکولی جزء واکنش های مرتبه هستند.

$$3 \quad (۴) \quad 2 \quad (۳) \quad 1 \quad (۲) \quad 0 \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۲» واکنش های تک مولکولی از معادله سرعت مرتبه اول پیروی می کنند.

کحل مثال ۲۷: مکانیسم لیندمن برای کدام دسته از واکنش‌هاست؟

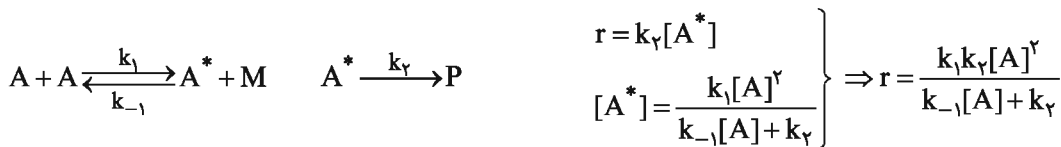
- (۱) واکنش‌های تک مولکولی (۲) واکنش‌های پیچیده (۳) واکنش‌های آنزیمی (۴) هر سه

پاسخ: گزینه «۱» برای واکنش‌های تک مولکولی، لیندمن مکانیسمی طرح کرد که به مکانیسم لیندمن معروف است.

کحل مثال ۲۸: براساس مکانیسم لیندمن رابطه سرعت برابر با کدام یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

$$r = k_1 k_2 [A]^2 \quad (۱) \quad r = \frac{k_1 [A]^2}{k_{-1} [A] + k_2} \quad (۲) \quad r = \frac{k_{-1} [A] + k_2}{k_1 k_2 [A]} \quad (۳) \quad r = k_1 k_2 [A]^2 \quad (۴)$$

پاسخ: گزینه «۱» با استفاده از مکانیسم لیندمن و استفاده از تقریب حالت پایا برای $[A^*]$ و جایگذاری آن در رابطه سرعت به گزینه (۱) خواهیم رسید.



کحل مثال ۲۹: در یک واکنش آنزیمی، اگر $k_m = 2[S]$ باشد نسبت $\frac{r_m}{r}$ برابر است با:

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) ۳

$$\frac{r}{r_m} = \frac{[S]}{[S] + k_m} = \frac{[S]}{[S] + 2[S]} = \frac{[S]}{3[S]} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{r_m}{r} = 3$$

پاسخ: گزینه «۴» براساس رابطه مقابل داریم:

کحل مثال ۳۰: در واکنش‌های آنزیمی چه زمانی سرعت ماکزیمم خواهد بود؟

- (۱) $[S] \gg k_m$ (۲) $[S] = k_m$ (۳) $[E]_0 \gg k_m$ (۴) $[E]_0 = k_m$

پاسخ: گزینه «۱» طبق معادله سرعت در واکنش آنزیمی $r = \frac{k_2 [E]_0 [S]}{k_m + [S]}$ زمانی که $[S] \gg k_m$ باشد، سرعت ماکزیمم خواهد بود که به غلظت

$$r_m = k_2 [E]_0$$

اولیه آنزیم بستگی دارد:

کحل مثال ۳۱: در یک واکنش آنزیمی با رسم منحنی $\frac{1}{r}$ برحسب $\frac{1}{[S]}$ خطی به دست آمد با عرض از مبدأ ۱۰، سرعت ماکزیمم در این واکنش چقدر است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۰/۱ (۴) ۰/۲

پاسخ: گزینه «۳» در واکنش‌های آنزیمی رابطه مقابل برقرار است:

$$\frac{1}{r} = \frac{k_m}{r_m} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{r_m}$$

وقتی عرض از مبدأ ۱۰ باشد یعنی $\frac{1}{r_m} = 10$. بنابراین $\frac{1}{r_m} = 0/1 = 10$ (سرعت ماکزیمم) می‌باشد.

کحل مثال ۳۲: در واکنش‌های زنجیره‌ای، مکانیزم شامل چند مرحله اصلی است و در چند مرحله آن رادیکال تشکیل می‌شود؟

- (۱) ۳ مرحله اصلی - ۳ مرحله (۲) ۴ مرحله اصلی - ۴ مرحله (۳) ۳ مرحله اصلی - ۲ مرحله (۴) ۴ مرحله اصلی - ۳ مرحله

پاسخ: گزینه «۴» مکانیسم واکنش زنجیره‌ای شامل ۴ مرحله اصلی (مرحله آغاز، مرحله توسعه، مرحله بازدارنده و مرحله پایانی) است که فقط در مرحله پایانی رادیکال تشکیل نمی‌شود و در سه مرحله دیگر رادیکال تشکیل خواهد شد.

کحل مثال ۳۳: کاتالیزور در یک واکنش کدامیک از موارد زیر را تغییر نمی‌دهد؟

- (۱) سرعت واکنش (۲) ثابت تعادل واکنش (۳) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت (۴) انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت

پاسخ: گزینه «۲» ثابت تعادل از رابطه $\Delta G^\circ = -RT \ln k$ به دست می‌آید. کاتالیزور، سرعت واکنش رفت و برگشت را به یک میزان تغییر می‌دهد،

اما بر روی ثابت تعادل واکنش اثری ندارد.



کلمه مثال ۳۴: کدام گزینه در مورد واکنش‌های خود کاتالیزوری صحیح است؟

- (۱) در واکنش‌های خود کاتالیزوری، کاتالیزور سرعت واکنش رفت را افزایش می‌دهد.
- (۲) در واکنش‌های خود کاتالیزوری، کاتالیزور سرعت واکنش برگشت را افزایش می‌دهد.
- (۳) در واکنش‌های خود کاتالیزوری، یکی از محصولات واکنش، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.
- (۴) در واکنش‌های خود کاتالیزوری، کاتالیزور جزء مواد اولیه و محصولات واکنش نمی‌باشد.

✓ پاسخ: گزینه «۳» در واکنش‌های خود کاتالیزوری، یکی از محصولات، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد که بنا به این تعریف گزینه (۳) صحیح است.

کلمه مثال ۳۵: کدام گزینه در مورد جذب سطحی فیزیکی صحیح نیست؟

- (۱) جذب سطحی فیزیکی به صورت چند لایه است.
- (۲) معمولاً جذب سطحی فیزیکی در دماهای پایین‌تر از نقطه جوش جذب‌شونده اتفاق می‌افتد.
- (۳) جذب سطحی فیزیکی توسط نیروهای ضعیف بین مولکولی صورت می‌گیرد.
- (۴) با افزایش فشار جسم جذب‌شونده، مقدار جذب سطحی فیزیکی در واحد سطح کاهش می‌یابد.

✓ پاسخ: گزینه «۴» در جذب سطحی فیزیکی با افزایش فشار جسم جذب‌شونده، مقدار جذب در واحد سطح افزایش می‌یابد.

کلمه مثال ۳۶: کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) جذب سطحی فیزیکی تک لایه است.
- (۲) جذب سطحی شیمیایی تک لایه است.
- (۳) هر دو جذب سطحی فیزیکی و شیمیایی چند لایه است.
- (۴) هر دو جذب سطحی فیزیکی و شیمیایی تک لایه است.

✓ پاسخ: گزینه «۲» جذب سطحی شیمیایی به صورت تک لایه اتفاق می‌افتد. در واقع طی جذب سطحی اولین لایه می‌تواند به صورت فیزیکی یا شیمیایی ایجاد شود، اما سایر لایه‌ها حتماً به طریق فیزیکی ایجاد می‌شوند.

کلمه مثال ۳۷: کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) جذب سطحی لانگ مویر عموماً به صورت تک لایه اتفاق می‌افتد.
- (۲) در جذب سطحی لانگ مویر در فشارهای بالا رابطه $\theta = kP$ برقرار است.
- (۳) در جذب سطحی لانگ مویر، دما متغیر است.
- (۴) جذب سطحی لانگ مویر عموماً به صورت چند لایه اتفاق می‌افتد.

✓ پاسخ: گزینه «۱» جذب سطحی لانگ مویر عموماً براساس جذب سطحی شیمیایی است که به صورت تک لایه می‌باشد. بنابراین گزینه ۱ صحیح است. در فشارهای بالا $\theta = 1$ خواهد بود و جذب لانگ مویر در دمای ثابت مطالعه می‌شود.

کلمه مثال ۳۸: اگر در تئوری جذب سطحی لانگ مویر، نمودار $\frac{1}{V}$ برحسب $\frac{1}{P}$ دارای شیب $0/75$ و عرض از مبدأ $0/5$ باشد حجم گازی که به صورت

تک مولکولی تمام سطح جاذب را می‌پوشاند برابر است با:

- (۱) $0/5$ (۲) ۲ (۳) $0/75$ (۴) $0/375$

$$\frac{1}{V} = \left(\frac{1}{kV_m}\right) \frac{1}{P} + \frac{1}{V_m}$$

✓ پاسخ: گزینه «۲» رابطه روبه‌رو برای جذب لانگ مویر برقرار است:

حجم گازی که به صورت تک لایه مولکولی تمام سطح جاذب را اشغال می‌کند را با V_m نشان می‌دهند. بنابراین وقتی عرض از مبدأ $\frac{1}{V}$ برحسب $\frac{1}{P}$

برابر $0/5$ می‌باشد، یعنی:

$$\frac{1}{V_m} = 0/5 \Rightarrow V_m = \frac{1}{0/5} = 2$$

کلمه مثال ۳۹: کدامیک از روابط زیر مربوط به همدمای فروندلیش می‌باشد؟

- (۱) $y = bc^n$ (۲) $c = e^{-\frac{(\Delta H_d - \Delta H_{vap})}{RT}}$ (۳) $\theta = c_1 \ln c_2 P$ (۴) هیچکدام

$$y = bc^n$$

✓ پاسخ: گزینه «۱» در معادله فروندلیش که به صورت روبه‌رو می‌باشد:

(y) مقدار گرم جذب‌شونده به ازای یک گرم جاذب، (c) غلظت جذب‌شونده و n و b مقادیر ثابت هستند که به نوع جذب‌شونده و جاذب بستگی دارند.

کجه مثال ۴۰: برای بهبود منحنی همدمای لانگ مویر از نظر انرژی در تغییرات مقدار جذب برحسب تغییرات فشار کدام همدمای مناسب است؟
 (۱) همدمای فروندلیش (۲) همدمای BET (۳) همدمای تمکین (۴) همدمای لانگ مویر

پاسخ: گزینه «۳» همدمای تمکین به صورت $\theta = c_1 \ln c_2 P$ می‌باشد که برای تغییرات مقدار جذب برحسب تغییرات فشار نتایج بهتری می‌دهد.

کجه مثال ۴۱: در واکنش‌های یونی در چه زمانی ثابت سرعت مستقل از قدرت یونی می‌باشد؟

- (۱) وقتی یون‌ها متحدالعلامه باشند.
 (۲) وقتی یون‌ها مختلف‌العلامه باشند.
 (۳) وقتی بار یکی از یون‌ها صفر باشد.
 (۴) در همه حالت‌ها ثابت سرعت مستقل از قدرت یونی است.

پاسخ: گزینه «۳» وقتی بار یکی از یون‌ها صفر باشد، $Z_A Z_B = 0$ خواهد شد و بر اساس رابطه $\log \frac{k}{k_0} = (Z_A Z_B) \sqrt{I_m}$ ثابت سرعت مستقل از

قدرت یونی (I_m) می‌باشد.

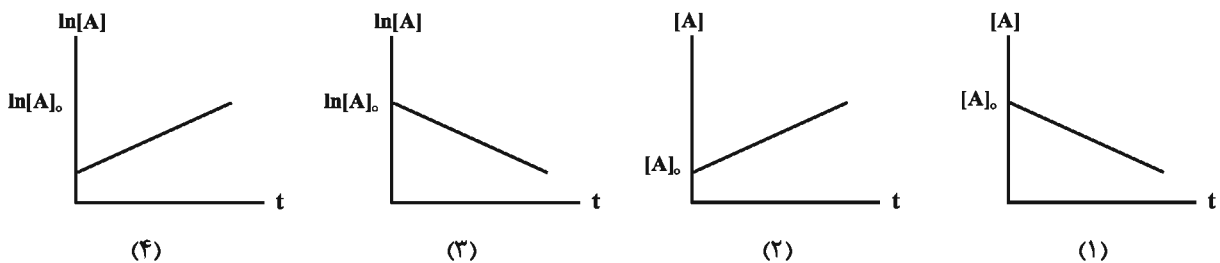
$R \propto \kappa \nu_{RC} [\neq]$

آزمون فصل ششم

کجه ۱- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) در واکنش‌های بنیادی، مولکولاریته برابر مرتبه واکنش است.
 (۲) مولکولاریته همواره عددی صحیح و مثبت است.
 (۳) مرتبه واکنش همواره عددی صحیح و مثبت است.
 (۴) در واکنش‌های غیربنیادی، مولکولاریته و مرتبه واکنش برابر نیستند.

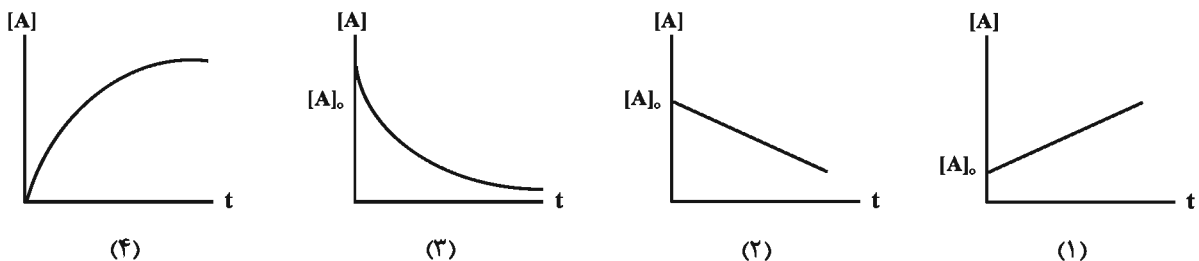
کجه ۲- کدام نمودار در مورد واکنش‌های مرتبه صفر صحیح می‌باشد؟



کجه ۳- در واکنش‌های مرتبه صفر، زمان نیمه‌عمر با غلظت اولیه رابطه و در واکنش‌های مرتبه یک، زمان نیمه‌عمر با غلظت اولیه رابطه

- (۱) معکوس دارد - ندارد. (۲) مستقیم دارد - ندارد. (۳) ندارد - مستقیم دارد. (۴) ندارد - معکوس دارد.

کجه ۴- کدام نمودار در مورد واکنش‌های مرتبه اول صحیح می‌باشد؟



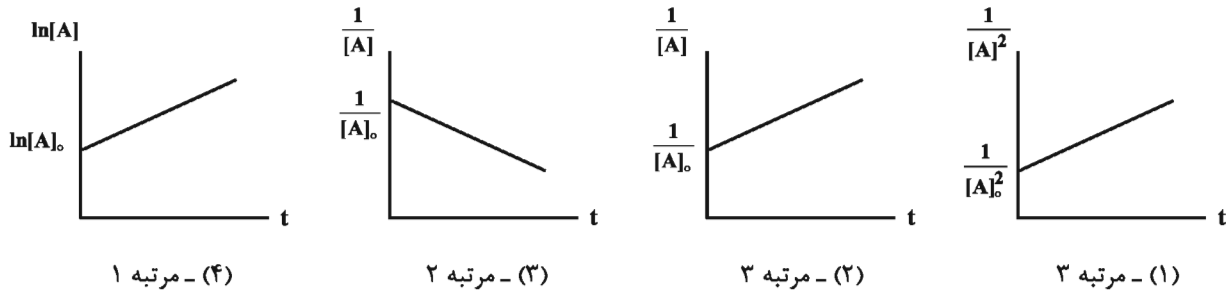
کجه ۵- کدام رابطه در مورد واکنش‌های مرتبه دو صحیح است؟

(۱) $\frac{1}{[A]} = -kt + \frac{1}{[A]_0}$ (۲) $\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$ (۳) $\ln[A] = kt + \ln[A]_0$ (۴) $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$

۶- واحد ثابت سرعت در واکنش‌های مرتبه برابر است با: s^{-1} .

- (۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

۷- در واکنش‌های بنیادی $3A \rightarrow P$ واکنش از مرتبه می‌باشد و نمودار این واکنش مطابق گزینه می‌باشد.



۸- در واکنش‌های مرتبه دوم نسبت $\frac{t_1}{t_2}$ برابر است با:

- (۱) ۲ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) ۳

۹- واحد ثابت سرعت در واکنش‌های مرتبه n م برابر است با:

- (۱) $mol \cdot lit^{n-1} \cdot s^{-1}$ (۲) $lit \cdot mol^{n-1} \cdot s^{-1}$ (۳) $lit^{n-1} \cdot mol^{1-n} \cdot s^{-1}$ (۴) $lit^{1-n} \cdot mol^{n-1} \cdot s^{-1}$

۱۰- در یک واکنش مرتبه دوم غلظت باقی‌مانده جسم بعد از زمان ۲ نیمه عمر برابر است با:

- (۱) $2[A]_0$ (۲) $[A]_0$ (۳) $\frac{[A]_0}{2}$ (۴) $\frac{[A]_0}{4}$

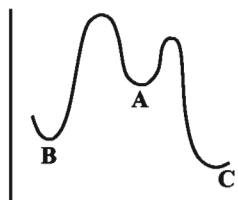
۱۱- برای واکنش $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B \xrightleftharpoons[k_{-2}]{k_2} C$ ثابت تعادل واکنش در حال تعادل برابر است با:

- (۱) $k_{eq} = \frac{k_1 k_{-1}}{k_2 k_{-2}}$ (۲) $k_{eq} = \frac{k_1 k_2}{k_{-1} k_{-2}}$ (۳) $k_{eq} = \frac{k_1 k_{-2}}{k_{-1} k_2}$ (۴) $k_{eq} = \frac{k_{-1} k_{-2}}{k_1 k_2}$

۱۲- در واکنش موازی $A \xrightarrow[k_2]{k_1} B$ اگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها به ترتیب E_1 و E_2 باشد، انرژی فعال‌سازی کل برابر است با:

- (۱) $E = E_1 E_2$ (۲) $E = E_1 + E_2$ (۳) $E = k_1 E_1 + k_2 E_2$ (۴) $E = \frac{k_1 E_1 + k_2 E_2}{k_1 + k_2}$

انرژی

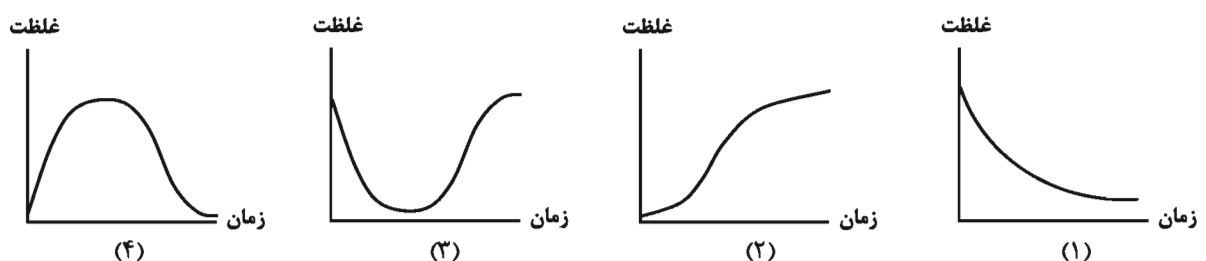


پیشرفت واکنش

۱۳- براساس نمودار زیر، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) محصول C هم از لحاظ سینتیکی و هم از لحاظ ترمودینامیکی قابل حصول تر است.
 (۲) محصول C از لحاظ ترمودینامیکی و محصول B از نظر سینتیکی قابل حصول است.
 (۳) محصول C از لحاظ سینتیکی و محصول B از لحاظ ترمودینامیکی قابل حصول است.
 (۴) محصول B هم از لحاظ سینتیکی و هم از لحاظ ترمودینامیکی قابل حصول تر است.

۱۴- در واکنش متوالی $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ نمودار تغییرات غلظت گونه B با زمان کدام است؟



۱۵- روش آسایش شیمیایی برای بررسی چه نوع واکنش‌هایی و برای محاسبه چه پارامتری استفاده می‌شود؟

- (۱) تعادلی سریع - ثابت سرعت
(۲) تعادلی سریع - انرژی فعال‌سازی
(۳) آهسته - ثابت سرعت
(۴) آهسته - انرژی فعال‌سازی

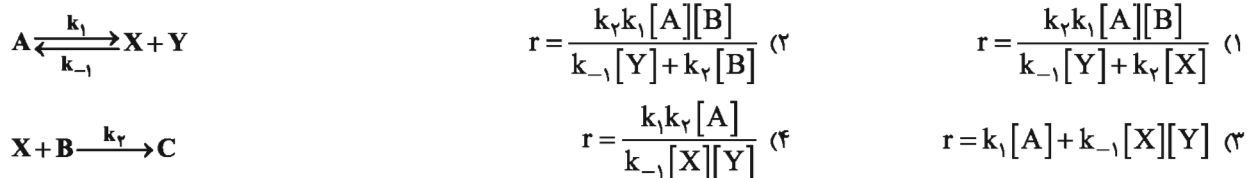
۱۶- زمان آسایش برای واکنش $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$ برابر است با:

(۱) $\tau = k_1 + k_{-1}$ (۲) $\tau = k_1 \cdot k_{-1}$ (۳) $\tau = \frac{1}{k_1 \cdot k_{-1}}$ (۴) $\tau = \frac{1}{k_1 + k_{-1}}$

۱۷- زمان آسایش برای واکنش $A + B \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} C$ برابر است با:

(۱) $\tau = k_1 + k_{-1}$ (۲) $\tau = \frac{1}{k_{-1}[C]_{eq} + k_1[B]_{eq}}$
(۳) $\tau = \frac{1}{k_{-1} + k_1([A]_{eq} + [B]_{eq})}$ (۴) $\tau = \frac{k_1 k_{-1}}{k_1 + k_{-1}}$

۱۸- در واکنش $A + B \rightarrow C$ اگر مکانیزم به صورت زیر باشد، سرعت تشکیل محصول با استفاده از تقریب حالت پایا برابر است با:



۱۹- اگر در واکنشی در دمای 290 K ثابت سرعت واکنش 0.004 min^{-1} باشد. با افزایش دما به 360 K ، ثابت سرعت واکنش چقدر خواهد شد؟

$(E_a = 5 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}})$

- (۱) 0.04 min^{-1} (۲) 0.02 min^{-1} (۳) 0.05 min^{-1} (۴) 0.03 min^{-1}

۲۰- براساس نظریه آرنیوس، فاکتور فرکانس (A) با دما چه نسبتی دارد؟

- (۱) با T^2 متناسب است. (۲) با T^2 رابطه معکوس دارد. (۳) با T^{-1} متناسب با دماست. (۴) با T^2 رابطه معکوس دارد.

۲۱- کدام گزینه در مورد نظریه برخورد صحیح نیست؟

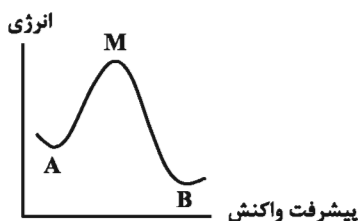
- (۱) در این نظریه مولکول‌ها به صورت کره‌های سخت در نظر گرفته می‌شوند.
(۲) برخورد بین دو مولکول برای انجام یک واکنش ضروری است.
(۳) در حین واکنش سرعت‌های مولکولی از تابع توزیع ماکسول - بولتزمن تبعیت می‌نمایند.
(۴) سرعت واکنش به تعداد برخورد بین مولکول‌ها بستگی ندارد.

۲۲- کمپلکس فعال، گونه مولکولی ماندنی است که از نظر انرژی در انرژی تبدیل مواد اولیه به محصولات و در انرژی

پتانسیل خودش تشکیل می‌شود.

- (۱) ماکزیمم - مینیمم (۲) مینیمم - ماکزیمم (۳) ماکزیمم - مینیمم (۴) مینیمم - مینیمم

۲۳- براساس نمودار زیر ساختار کمپلکس فعال بیشتر نزدیک به می‌باشد.



- (۱) محصول
(۲) مواد اولیه
(۳) محصول و مواد اولیه
(۴) بستگی به شرایط دارد.

۲۴- اگر در دمای 300 K ، 0.04 $\frac{d \ln k}{dT}$ باشد، انرژی فعال‌سازی برابر است با:

- (۱) $29930/4\text{ J}$ (۲) $99/8\text{ J}$ (۳) 74820 J (۴) 3600 J



ک ۲۵- در واکنش $A + A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} A + A$ و $A^* \xrightarrow{k_2} P$ با توجه به مکانیزم لیندمن در فشارهای پایین عبارت سرعت برابر است با:

$$r = k_1 [A]^2 \quad (۱) \quad r = \frac{k_1 k_2}{k_{-1}} [A] \quad (۲) \quad r = \frac{k_1}{k_{-1}} [A]^2 \quad (۳) \quad r = k_2 [A]^2 \quad (۴)$$

ک ۲۶- در واکنش‌های تک‌مولکولی براساس مکانیزم لیندمن در فشارهای بالا، مرتبه واکنش و در فشارهای پایین، مرتبه واکنش می‌باشد.

(۱) دو - دو (۲) یک - یک (۳) دو - یک (۴) یک - دو

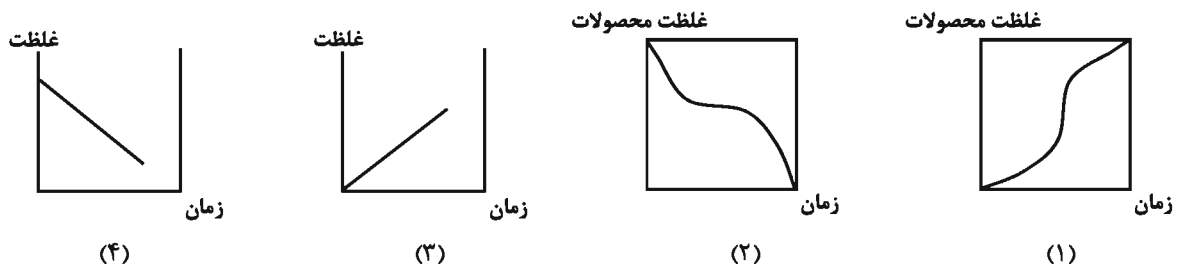
ک ۲۷- در یک واکنش آنزیمی با رسم $\frac{1}{r}$ بر حسب $\frac{1}{[S]}$ خطی با شیب 0.02 به دست آمده است. اگر $r_m = 0.1$ باشد، مقدار k_m برابر است با:

(۱) ۵ (۲) 0.002 (۳) 0.5 (۴) 0.2

ک ۲۸- در واکنش‌های زنجیره‌ای در کدام مرحله رادیکال تشکیل نمی‌شود؟

(۱) مرحله آغاز (۲) مرحله توسعه (۳) مرحله بازدارنده (۴) مرحله پایانی

ک ۲۹- منحنی تولید محصول بر حسب زمان در واکنش‌های خود کاتالیزوری برابر با کدام گزینه است؟



ک ۳۰- کدام گزینه در مورد جذب سطحی فیزیکی صحیح نیست؟

- (۱) به جذب فیزیکی، جذب واندروالس نیز گفته می‌شود.
- (۲) جذب سطحی فیزیکی چند لایه است.
- (۳) در جذب سطحی فیزیکی میزان جذب از خصوصیات جسم جذب‌شونده و جاذب است.
- (۴) در جذب سطحی فیزیکی با افزایش فشار جسم جذب‌شونده، مقدار جذب در واحد سطح افزایش می‌یابد.

ک ۳۱- کدام گزینه در مورد جذب سطحی شیمیایی درست است؟

- (۱) جذب سطحی شیمیایی در دماهای بالاتر از نقطه جوش اتفاق نمی‌افتد.
- (۲) با افزایش فشار جسم جذب‌شونده در جذب سطحی شیمیایی مقدار جذب در واحد سطح افزایش می‌یابد.
- (۳) در جذب سطحی شیمیایی میزان جذب از خصوصیات جسم جذب‌شونده است.
- (۴) جذب شیمیایی به صورت تک‌لایه اتفاق می‌افتد.

ک ۳۲- براساس منحنی همدمای جذب سطحی لانگ مویر در فشارهای پایین، میزان جذب با افزایش فشار چه تغییری خواهد کرد؟

- (۱) به صورت خطی افزایش می‌یابد.
- (۲) به صورت خطی کاهش می‌یابد.
- (۳) سطح توسط جذب‌شونده به طور کامل اشغال می‌شود.
- (۴) به صورت لگاریتمی کاهش می‌یابد.

ک ۳۳- براساس منحنی همدمای جذب سطحی لانگ مویر در فشارهای بالا کدام رابطه برقرار است؟

$$\theta = KP \quad (۱) \quad \theta = KP + 1 \quad (۳) \quad \theta = 1 \quad (۲) \quad \theta = KP^2 \quad (۴)$$

ک ۳۴- حجم گازی که به صورت یک تک‌لایه مولکولی تمام سطح جاذب را می‌پوشاند برابر با 20 و حجمی از گاز که در مدت زمان t سطح جاذب را پوشانده است برابر است با 5 . کسری از سطح که توسط مولکول‌های جذب‌شونده اشغال شده است برابر است با:

(۱) 100 (۲) $\frac{1}{100}$ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) 4

۳۵- کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) اگر در واکنش‌های یونی، دو یون هم‌علامت باشند، ثابت سرعت با قدرت یونی رابطه معکوس دارد.
 (۲) اگر در واکنش‌های یونی، دو یون هم‌علامت نباشند، ثابت سرعت با قدرت یونی رابطه معکوس دارد.
 (۳) اگر یکی از مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های یونی، فاقد بار باشد ثابت سرعت با قدرت یونی رابطه معکوس دارد.
 (۴) هیچکدام

۳۶- در واکنش بنیادی $A(g) + B(g) \rightarrow C$ اگر در دمای ثابت، غلظت هر دو گونه ۲ برابر شود، سرعت واکنش چه تغییری خواهد کرد؟

- (۱) دو برابر می‌شود. (۲) نصف می‌شود. (۳) به $\frac{1}{4}$ کاهش می‌یابد. (۴) ۴ برابر می‌شود.

۳۷- در واکنشی، تغییرات غلظت نسبت به زمان خطی با شیب $-\Delta H_{\neq}^{\circ} / \Delta \text{mol.lit.}^{-1} \text{s}^{-1}$ و عرض از مبدأ ۲ می‌باشد. بعد از چه زمانی غلظت واکنش‌دهنده به $0.1M$ می‌رسد؟

- (۱) ۳/۸s (۲) ۱/۵s (۳) ۲/۵s (۴) ۵s

$aA + bB \rightarrow P$

۳۸- براساس جدول زیر، مرتبه کلی واکنش چند است؟

[A]	[B]	r	
۱	۲	۰/۰۴	۱ (۱)
۲	۲	۰/۰۸	۲ (۲)
۱	۱	۰/۰۲	۳ (۳)
			۴ (۴)

۳۹- برای واکنش $N_2O_5(g) \rightarrow NO_2(g) + NO_3(g)$ کدام رابطه زیر صحیح است؟

- $\Delta H_{\neq}^{\circ} = E_a + RT$ (۴) $\Delta H_{\neq}^{\circ} = E_a - RT$ (۳) $\Delta H_{\neq}^{\circ} = E_a + 2RT$ (۲) $\Delta H_{\neq}^{\circ} = E_a - 2RT$ (۱)

۴۰- اگر در واکنشی ثابت تعادلی کلی به صورت $k = \frac{k_1 k_2}{k_3 k_4}$ باشد، آن‌گاه کدام رابطه زیر صحیح است؟

$$E_a = \frac{E_{a_1} E_{a_2}}{E_{a_3} E_{a_4}} \quad (۲) \quad E_a = E_{a_1} + E_{a_2} - E_{a_3} - E_{a_4} \quad (۱)$$

$$E_a = \frac{E_{a_1} + E_{a_2}}{E_{a_3} + E_{a_4}} \quad (۴) \quad E_a = E_{a_3} + E_{a_4} - E_{a_1} - E_{a_2} \quad (۳)$$

۴۱- در یک واکنش مرتبه اول، ثابت سرعت 1200 s^{-1} می‌باشد. زمان نیمه عمر این واکنش برابر است با:

- (۱) ۱۲s (۲) ۸/۳s (۳) ۰/۰۶۰s (۴) ۰/۰۰۰۵۷s

۴۲- کدام گزینه در مورد کاتالیزورها صحیح است؟

- (۱) کاتالیزورها سرعت واکنش و ثابت تعادل واکنش را افزایش می‌دهد. (۲) مقدار کاتالیزورها در واکنش به‌طور چشم‌گیری تغییر می‌کند.
 (۳) معمولاً کاتالیزورها باعث افزایش انرژی فعال‌سازی واکنش می‌شوند. (۴) کاتالیزور، ثابت تعادل واکنش را تغییر نمی‌دهد.

۴۳- در یک واکنش شیمیایی اگر دما به سمت بی‌نهایت میل کند، ثابت سرعت واکنش به سمت می‌رود.

- (۱) بی‌نهایت (۲) صفر (۳) فاکتور فرکانس (۴) ۱

۴۴- در واکنش بنیادی $2A + B \rightarrow C$ واکنش نسبت به A از مرتبه، نسبت به B از مرتبه و در کل از مرتبه است.

- (۱) ۲، ۰، ۲ (۲) ۳، ۱، ۲ (۳) ۲، ۱، ۳ (۴) ۲، ۳، ۱

۴۵- اگر در واکنشی معادله به صورت $r = k[A]^m[B]^n$ باشد و غلظت‌های اولیه طوری باشد که $[B] \gg [A]$ باشد، در این صورت مرتبه واکنش به کاهش می‌یابد. اصطلاحاً گفته می‌شود واکنش است.

- (۱) m، شبه مرتبه m (۲) n، شبه مرتبه n (۳) m، شبه مرتبه n (۴) n، شبه مرتبه m



فصل هفتم

«کوانتوم و طیف‌سنجی»

تست‌های تألیفی فصل هفتم

کج مثال ۱: اگر طول موج یک فوتون با تابش زیر قرمز 1500nm باشد، انرژی فوتون چقدر است؟

$$0.3 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (4)$$

$$3.3 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (3)$$

$$1.3 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (2)$$

$$2.9 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۲» انرژی فوتون از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$E_{\text{photon}} = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = (6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m/s}}{1500 \times 10^{-9} \text{ m}} = 0.13 \times 10^{-17} \text{ J} = 1.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

کج مثال ۲: طول موج دوبروی یک الکترون که با سرعت $\frac{1}{120}$ سرعت نور حرکت می‌کند، چقدر است؟ $(m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg})$ (الکترون)

$$0.45 \text{ nm} \quad (4)$$

$$0.29 \text{ nm} \quad (3)$$

$$0.15 \text{ nm} \quad (2)$$

$$0.32 \text{ nm} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۳» براساس رابطه زیر، خواهیم داشت:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{(6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})}{(9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (\frac{1}{120} \times 2.998 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})} \Rightarrow \lambda = \frac{120(6.6 \times 10^{-34})}{(9.109 \times 10^{-31})(2.998 \times 10^8)} = 2.9 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.29 \text{ nm}$$

کج مثال ۳: تابع کار سدیم بسیار خالص 2.75 eV است که $1.602 \times 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$. حداکثر انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های نشر شده از سدیم که در

معرض تابش فرابنفش با طول 200 nm قرار گرفته است، چقدر می‌باشد؟

$$3.45 \text{ eV} \quad (4)$$

$$2.5 \text{ eV} \quad (3)$$

$$1.75 \text{ eV} \quad (2)$$

$$1.25 \text{ eV} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه «۴» بر اساس رابطه $h\nu = w + \frac{1}{2}mv^2$ که w تابع کار و $\frac{1}{2}mv^2$ انرژی جنبشی می‌باشد، داریم:

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - w = h \frac{c}{\lambda} - w = (6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times \frac{(2.998 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{200 \times 10^{-9} \text{ m}} - (2.75 \text{ eV}) \times (1.602 \times 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 5.53 \times 10^{-19} \text{ J} = 3.45 \text{ eV}$$

کج مثال ۴: کدام گزینه در مورد اصل عدم قطعیت هایزنبرگ صحیح نمی‌باشد؟

(۱) اندازه‌گیری همزمان موضع و اندازه حرکت ذرات میکروسکوپی به راحتی قابل محاسبه است.

(۲) حاصل ضرب عدم قطعیت در مقادیر p_x و x تقریباً برابر ثابت پلانک می‌باشد.

(۳) طبق رابطه $\lambda = w \sin \alpha$ ، هرچه شکاف باریکتر باشد، مقدار λ کوچکتر خواهد بود.

(۴) اندازه‌گیری همزمان موضع و اندازه حرکت ذرات میکروسکوپی به راحتی قابل محاسبه نیست.

پاسخ: گزینه «۱» به دلیل طبیعت دوگانه ذرات میکروسکوپی، اندازه‌گیری دقیق و همزمان موضع و اندازه حرکت چنین ذراتی محدود می‌شود.

بدین معنی که هر قدر موضع ذره دقیق‌تر تعیین شود، تعیین اندازه حرکت مربوط به آن با دقت کمتری انجام‌پذیر است که به این اصل، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ گویند.

کلمه مثال ۵: کدام گزینه در مورد حالت ایستا صحیح نیست؟

(۱) حالتی که انرژی پتانسیل تابعی از زمان نباشد و فقط تابعی از x باشد، حالت ایستا نام دارد.

$$(۲) \text{ در حالت ایستا } |\psi(x,t)|^2 = |\psi(x)|^2$$

(۳) توابع موج حالت ایستا، توابع موج مربوط به حالاتی با انرژی ثابت E هستند.

(۴) حالتی که تابع موج حقیقی باشد، حالت ایستا نام دارد.

پاسخ: گزینه «۴» گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ تعریف حالت ایستا می‌باشد. تنها گزینه ۴ در تعریف حالت ایستا نمی‌گنجد.

کلمه مثال ۶: اگر تابع ψ یک تابع نرمال باشد (k مقدار ثابت)، آنگاه k^2 برابر است با:

$$(۱) \frac{1}{\int \psi^* \psi d\tau} \quad (۲) \frac{1}{\int \psi^* \psi d\tau} \quad (۳) \int \psi^* \psi d\tau \quad (۴) \int \psi^* \psi d\tau$$

پاسخ: گزینه «۲» شرط نرمال بودن تابع این است که $\int \psi^* \psi d\tau = 1$ باشد. بنابراین:

کلمه مثال ۷: کدامیک از توابع زیر، ویژه تابع عملگر $\frac{d^2}{dx^2}$ نمی‌باشد؟

$$(۱) \sin 2x \quad (۲) \cos 2x \quad (۳) \ln x \quad (۴) \text{ هر سه}$$

پاسخ: گزینه «۳» $\sin 2x$ ویژه تابع $\frac{d^2}{dx^2}$ است با ویژه مقدار -4 .

$\frac{d^2}{dx^2}(\sin 2x) = -4 \sin 2x$

$\frac{d^2}{dx^2}(\cos 2x) = -4 \cos 2x$

$\frac{d^2}{dx^2}(\ln x) = -\frac{1}{x^2}$

کلمه مثال ۸: کدام یک از روابط زیر صحیح نمی‌باشد؟

$$(۱) [\hat{A}\hat{B}, \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{C}]\hat{B} + \hat{A}[\hat{B}, \hat{C}]$$

$$(۲) [\hat{A} + \hat{B}, \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{C}] + [\hat{B}, \hat{C}]$$

پاسخ: گزینه «۴» شکل صحیح گزینه ۴ به صورت روبرو است:

$$[\hat{A}, \hat{B} + \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{B}] + [\hat{A}, \hat{C}]$$

کلمه مثال ۹: جابه‌جاگر $[x, \frac{d^2}{dx^2}]$ برابر است با:

$$(۱) \frac{d^2}{dx^2} \quad (۲) -2 \frac{d}{dx} \quad (۳) -2x \frac{d}{dx} \quad (۴) 2 \frac{d}{dx}$$

پاسخ: گزینه «۲» بر اساس رابطه جابه‌جاگرها، خواهیم داشت:

$$[x, \frac{d^2}{dx^2}] = [x, \frac{d}{dx} \cdot \frac{d}{dx}] = [x, \frac{d}{dx}] \frac{d}{dx} + \frac{d}{dx} [x, \frac{d}{dx}] = (x \frac{d}{dx} - \frac{d}{dx}(x)) \frac{d}{dx} + \frac{d}{dx} (x \frac{d}{dx} - \frac{d}{dx}(x)) = (-1) \frac{d}{dx} + \frac{d}{dx} (-1) = -2 \frac{d}{dx}$$



کلمه مثال ۱۰: وقتی دو کمیت \hat{A} و \hat{B} به طور همزمان با دقت قابل اندازه‌گیری است، کدام رابطه بین دو کمیت حتماً برقرار است؟

$$[\hat{A}, \hat{B}] = 0 \quad (۱) \quad [\hat{A}, \hat{B}] \neq [\hat{B}, \hat{A}] \quad (۲)$$

(۳) عملگرهای \hat{A}, \hat{B} هر دو خطی هستند. (۴) هر سه مورد

پاسخ: گزینه «۱» وقتی جابه‌جاگر دو عملگر \hat{A}, \hat{B} برابر با صفر باشد $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$ ، آنگاه به طور مثال تابع ψ می‌تواند ویژه تابع همزمان

هر دو عملگر \hat{A}, \hat{B} باشد، یعنی \hat{A}, \hat{B} به طور همزمان قابل اندازه‌گیری است.

کلمه مثال ۱۱: اگر \hat{A} و \hat{B} عملگرهای هرمیتی باشند، کدامیک از گزینه‌های زیر هرمیتی نمی‌باشد؟

$$c\hat{A} \quad (۱) \quad \hat{A} + \hat{B} \quad (۲) \quad \frac{1}{2}(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A}) \quad (۳) \quad \hat{A}\hat{B} \quad (۴)$$

پاسخ: گزینه «۴» اگر دو عملگر \hat{A} و \hat{B} هرمیتی باشند، $c\hat{A}$ ، $\hat{A} + \hat{B}$ و $\frac{1}{2}(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A})$ هرمیتی هستند. ولی $\hat{A}\hat{B}$ هرمیتی نمی‌باشد و

در صورتی هرمیتی است که \hat{A} و \hat{B} جابجاپذیر باشند.

$$\int f^* \hat{A} \hat{B} g dt = \int g (\hat{A} \hat{B} f)^* dt : \int f^* \hat{A} (\hat{B} g) dt = \int (\hat{B} g) (\hat{A} f)^* dt = \int (\hat{A} f)^* \hat{B} g dt = \int g (\hat{B} \hat{A} f)^* dt$$

به سمت راست معادله اول رسیدیم: $\int g (\hat{A} \hat{B} f)^* dt$ اگر \hat{A} و \hat{B} جابجاپذیر باشند $\frac{(\hat{A}\hat{B} = \hat{B}\hat{A})}{(\hat{A}\hat{B} = \hat{B}\hat{A})} \rightarrow \int g (\hat{A} \hat{B} f)^* dt$

یعنی در صورتی $\hat{A}\hat{B}$ هرمیتی است که \hat{A} و \hat{B} جابجاپذیر باشند.

کلمه مثال ۱۲: شرط این که دو تابع ψ_m و ψ_n اورتوگونال باشند این است که:

$$\int \psi_n^* \psi_m dt = \delta_{nm} \quad (۴) \quad \int \psi_n^* \psi_m^* dt = 0 \quad (۳) \quad \int \psi_n^* \psi_m dt = 0 \quad (۲) \quad \int \psi_n^* \psi_m dt = 1 \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه «۲» تعریف دلتای کرونکر (δ_{ij}) و اورتونرمال بودن و اورتوگونال بودن به صورت مقابل است: $\int \psi_n^* \psi_m dt = \delta_{nm} \begin{cases} 0 & n \neq m \\ 1 & n = m \end{cases}$

اورتونرمال
اورتوگونال

کلمه مثال ۱۳: انرژی ذره‌ای به جرم m در مکعبی به ضلع a برابر $\frac{9h^2}{4ma^2}$ می‌باشد. این انرژی مربوط به چندمین تراز انرژی است؟

(۱) اولین تراز (۲) دومین تراز (۳) سومین تراز (۴) چهارمین تراز

پاسخ: گزینه «۳» با توجه به رابطه $E = (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2) \frac{h^2}{8ma^2} = \frac{9h^2}{4ma^2}$ ، حالتی با اعداد کوانتومی $(1, 2, 2), (2, 1, 2), (2, 2, 1)$ که

مربوط به تراز سوم انرژی است، قابل قبول می‌باشد که در این حالات درجه تبهگنی نیز برابر ۳ می‌باشد.

کلمه مثال ۱۴: تابع موج ذره در جعبه یک‌بعدی ویژه تابع کدامیک از عملگرهای زیر نمی‌باشد؟

$$\hat{H} \quad (۱) \quad \hat{P}_x \quad (۲) \quad \hat{P}_x^2 \quad (۳) \quad \text{هر سه} \quad (۴)$$

پاسخ: گزینه «۲» تابع موج در جعبه یک‌بعدی $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin(\frac{n_x \pi x}{a})$ ویژه تابع \hat{H} است با ویژه مقدار انرژی E و ویژه تابع \hat{P}_x^2 است

با ویژه مقدار $\frac{n^2 h^2}{8ma^2}$ ، اما ویژه تابع \hat{P}_x نمی‌باشد. زیرا $\hat{P}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ تعریف شده است که مشتق تابع (ψ) نسبت به (x) یک تابع شامل

(\cos) را می‌دهد. بنابراین تابع موج ذره در جعبه ویژه تابع (\hat{P}_x) نمی‌باشد.

کحل مثال ۱۵: برای ذره در جعبه یک بعدی ویژه مقدار (\hat{P}_x^2) برای حالتی با $n=2$ برابر است با:

$$\frac{h^2}{4a^2} \text{ (۴)} \quad \frac{h^2}{a^2} \text{ (۳)} \quad \frac{4h^2}{a^2} \text{ (۲)} \quad \frac{9h^2}{4a^2} \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه «۳» تابع موج ذره در جعبه ویژه تابع (\hat{p}_x^2) است، با ویژه مقدار $\frac{n^2 h^2}{4a^2}$ وقتی $n=2$ باشد، این مقدار برابر خواهد بود

$$\text{با: } \frac{(2)^2 h^2}{4a^2} = \frac{h^2}{a^2}$$

کحل مثال ۱۶: جابه جاگر $[\hat{x}, \hat{H}]$ برابر است با:

$$\hat{P}_x \text{ (۴)} \quad \frac{i\hbar}{\hat{P}_x} \text{ (۳)} \quad i\hbar \hat{P}_x \text{ (۲)} \quad \frac{i\hbar}{m} \hat{P}_x \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه «۱» با جایگذاری عملگر هامیلتونی، خواهیم داشت:

$$[\hat{x}, \hat{H}] = [x, \frac{-\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2}] = \frac{-\hbar^2}{2m} [x, \frac{\partial^2}{\partial x^2}] = \frac{-\hbar^2}{2m} (-2 \frac{\partial}{\partial x}) = \frac{2\hbar^2}{2m} \frac{\partial}{\partial x} = \frac{\hbar^2}{m} \frac{\partial}{\partial x} = \frac{i\hbar}{m} (-i\hbar \frac{\partial}{\partial x}) = \frac{i\hbar}{m} \hat{P}_x$$

کحل مثال ۱۷: کدامیک از جابه جاگرهای زیر صفر نمی باشد؟

$$[\hat{L}_y, \hat{L}_y^2] \text{ (۴)} \quad [\hat{L}_y, \hat{L}_z] \text{ (۳)} \quad [x, x^2] \text{ (۲)} \quad [\hat{L}_y^2, \hat{L}_x] \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه «۳» (\hat{L}_y^2) با هر یک از مؤلفه‌های اندازه حرکت زاویه‌ای جابجاپذیر است.
 جابجاگر یک عملگر با توان (دوم) همان عملگر برابر صفر است (گزینه ۲ و ۴).
 مؤلفه‌های اندازه حرکت زاویه‌ای با هم جابجاپذیر نیستند.

کحل مثال ۱۸: اگر هماهنگ کروی تابعی بصورت $y_{32}(\theta, \varphi)$ باشد، مقدار اندازه حرکت زاویه‌ای، مربع اندازه حرکت زاویه‌ای و اندازه حرکت زاویه‌ای در راستای محور Z به ترتیب برابر است با:

$$2\hbar, \sqrt{6}\hbar, \hbar^2 \text{ (۱)} \quad 0, \sqrt{12}\hbar, 12\hbar^2 \text{ (۲)} \quad 2\hbar, 12\hbar^2, 2\sqrt{3}\hbar \text{ (۳)} \quad 2\hbar, 2\sqrt{3}\hbar, 12\hbar^2 \text{ (۴)}$$

پاسخ: گزینه «۳»

مربع اندازه حرکت زاویه‌ای برابر است با:

$$|L| = \sqrt{L^2} = \sqrt{12\hbar^2} = \sqrt{12}\hbar = 2\sqrt{3}\hbar$$

اندازه حرکت زاویه‌ای در راستای Z برابر است با:

$$L_z y_{32}(\theta, \varphi) = m\hbar y_{32}(\theta, \varphi) \Rightarrow |L_z| = 2\hbar$$

کحل مثال ۱۹: اگر هماهنگ کروی تابعی دارای $l=2$ باشد، تبهگنی ویژه مقادیر مربع اندازه حرکت زاویه‌ای (\hat{L}^2) چقدر می باشد؟

$$7 \text{ (۴)} \quad 5 \text{ (۳)} \quad 3 \text{ (۲)} \quad 2 \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه «۳»

برای هر ویژه مقدار (\hat{L}^2) ، $2l+1$ نوع ویژه تابع مختلف (y_l^m) ، متناظر با $2l+1$ مقدار (m) وجود دارد. بنابراین ویژه مقادیر تابعی

با $l=2$ ، $L^2 = 6\hbar^2$ ، براساس رابطه $2l+1 = 2(2)+1 = 5$ بار تبهگن هستند. همانگونه که مشاهده می شود، ۵ مقدار (m) برای $l=2$ وجود دارد.



کج مثال ۲۰: فواصل ترازهای انرژی نوسانگر هماهنگ با افزایش عدد کوانتومی
 (۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد.

- (۳) ثابت می‌ماند. (۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

✓ پاسخ: گزینه «۳» رابطه انرژی نوسانگر هماهنگ برابر با $E = (v + \frac{1}{2})h\nu$ می‌باشد که براساس این رابطه مشاهده می‌شود با افزایش عدد کوانتومی فاصله ترازهای انرژی ثابت می‌ماند.

کج مثال ۲۱: تابع موج اولین حالت برانگیخته نوسانگر هماهنگ برابر است با:

$$\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} x e^{-\frac{\alpha x^2}{2}} \quad (۴) \quad \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{4}} (2\alpha x^2 - 1) e^{-\frac{\alpha x^2}{2}} \quad (۳) \quad \left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} x e^{-\frac{\alpha x^2}{2}} \quad (۲) \quad \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{\alpha x^2}{2}} \quad (۱)$$

✓ پاسخ: گزینه «۲» در حالت $v=1$ ، اولین حالت برانگیخته نوسانگر هماهنگ، تابع موج ψ_1 برابر است با:
 $\psi_1 = \left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} x e^{-\frac{\alpha x^2}{2}}$

کج مثال ۲۲: تابع موج نوسانگر هماهنگ با $v=3$ دارای چند گره می‌باشد؟

- (۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

✓ پاسخ: گزینه «۴» در نوسانگر هماهنگ، تعداد گره‌ها مساوی با عدد کوانتومی می‌باشد.

کج مثال ۲۳: اگر ثابت ناهماهنگی مولکول دو اتمی 0.15 eV باشد، بالاترین عدد کوانتومی ارتعاش این مولکول برابر است با:

- (۱) ۲۷ (۲) ۳۲ (۳) ۳۸ (۴) ۴۰

✓ پاسخ: گزینه «۲» با توجه به رابطه v_{\max} ، بالاترین عدد کوانتومی ارتعاش مولکول دو اتمی با در نظر گرفتن ثابت ناهماهنگی $x_e = 0.15 \text{ eV}$ برابر است با:
 $v = \frac{1}{2(0.15)} - 1 = 32$

کج مثال ۲۴: در مدل نوسانگر هماهنگ کدام گزینه برقرار نیست؟

$$\langle T \rangle = \langle V \rangle \quad (۲) \quad \langle x \rangle = \frac{1}{\nu} \quad (۱)$$

- (۳) تعداد گره در حالت $v=1$ برابر با ۱ است. (۴) همه موارد

✓ پاسخ: گزینه «۱» در نوسانگر هماهنگ $\langle x \rangle = 0$ می‌باشد. زیرا انتگرال $\int_{-\infty}^{+\infty} x |\psi_v|^2 dx$ ، فرد است و مقدار انتگرال فرد در محدوده $-\infty$ تا $+\infty$ برابر صفر می‌باشد. گزینه‌های ۲ و ۳ در مورد نوسانگر هماهنگ برقرار است.

کج مثال ۲۵: کدام گزینه در مورد توابع موج و انرژی‌های نوسانگر هماهنگ یک‌بندی و ذره در جعبه یک‌بندی صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) تعداد گره‌ها در حالت پایه در هر دو حالت برابر صفر است.

(۲) اعداد کوانتومی هر دو حالت $v=0, 1, 2, \dots$ می‌باشد.

(۳) فاصله ترازهای انرژی ذره در جعبه با افزایش عدد کوانتومی افزایش می‌یابد و در مورد نوسانگر هماهنگ با افزایش عدد کوانتومی ثابت می‌ماند.

(۴) انرژی حالت پایه در هر دو مورد غیر صفر می‌باشد.

✓ پاسخ: گزینه «۲» تعداد گره‌های ذره در جعبه برابر با (۱- عدد کوانتومی) و در نوسانگر هماهنگ برابر با عدد کوانتومی می‌باشد. اعداد کوانتومی در ذره در جعبه برابر با $n = 1, 2, 3, \dots$ و در نوسانگر هماهنگ برابر با $v = 0, 1, 2, \dots$ می‌باشد. پس تعداد گره در حالت پایه در هر دو حالت برابر صفر می‌باشد ($0 = 1 - 1 = 0$) ذره در جعبه حالت پایه و 0 : نوسانگر هماهنگ حالت پایه).

براساس رابطه انرژی ذره در جعبه ($n = 1, 2, 3, \dots$) $E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$ و انرژی نوسانگر هماهنگ ($v = 0, 1, 2, \dots$) $E_v = (v + \frac{1}{2})hv$ انرژی حالت پایه ذره در جعبه $E_1 = \frac{h^2}{8ma^2} \neq 0$ و انرژی حالت پایه نوسانگر هماهنگ $E_0 = \frac{1}{2}hv \neq 0$ می‌باشد. که فواصل انرژی در ذره جعبه با افزایش عدد کوانتومی زیاد و در مورد نوسانگر هماهنگ با افزایش عدد کوانتومی تغییری نمی‌کند. بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح سؤال می‌باشد.

✓ مثال ۲۶: کدام گزینه در مورد چرخنده صلب صحیح نیست؟

- (۱) پایین‌ترین تراز انرژی چرخنده صلب صفر می‌باشد.
 - (۲) فرکانس خطوط طیفی چرخشی یک مولکول دو اتمی وقتی $J = 1$ باشد، برابر است با $4B$.
 - (۳) در چرخنده صلب، با افزایش عدد کوانتومی دورانی، فاصله بین ترازهای انرژی بیشتر می‌شود.
 - (۴) در مدل چرخنده صلب، با تعویض ایزوتوپی، فاصله بین ترازهای انرژی تغییر نمی‌کند.
- ✓ پاسخ: گزینه «۴» با توجه به فرمول انرژی چرخنده صلب $E = \frac{J(J+1)\hbar^2}{2I}$ که $I = \mu d^2$ می‌باشد، با تعویض ایزوتوپی، جرم و در نتیجه I تغییر کرده و بنابراین فاصله بین ترازها با تعویض ایزوتوپی، تغییر می‌کند.

✓ مثال ۲۷: اگر ثابت چرخشی تعادلی مولکول DF برابر با 50 cm^{-1} باشد، ثابت چرخشی تعادلی مولکول HF چقدر است؟

- (۱) 25 cm^{-1}
 - (۲) 50 cm^{-1}
 - (۳) 100 cm^{-1}
 - (۴) 150 cm^{-1}
- ✓ پاسخ: گزینه «۳» براساس رابطه ثابت چرخش داریم:

$$B = \frac{h}{8\pi^2 I} = \frac{h}{8\pi^2 \mu d^2} \Rightarrow \frac{B_{HF}}{B_{DF}} = \frac{\mu_{DF}}{\mu_{HF}} \xrightarrow{\mu_{DF} \approx 2\mu_{HF}} \frac{B_{HF}}{50} = \frac{2\mu_{HF}}{\mu_{HF}} \Rightarrow B_{HF} = 100 \text{ cm}^{-1}$$

✓ مثال ۲۸: برای الکترونی در اوربیتال $3p_1$ ، مقدار اندازه حرکت زاویه‌ای و مؤلفه Z اندازه حرکت زاویه‌ای به ترتیب برابر است با:

- (۱) $+\hbar, \sqrt{2}\hbar$
 - (۲) $-\hbar, \sqrt{2}\hbar$
 - (۳) $+\hbar, 2\hbar$
 - (۴) $0, +\hbar$
- ✓ پاسخ: گزینه «۱» مربع اندازه حرکت زاویه‌ای:
- $$L^2 \psi_{3p_1} = l(l+1)\hbar^2 \psi_{3p_1} = 1(2)\hbar^2 = 2\hbar^2$$
- اندازه حرکت زاویه‌ای:
- $$|L| = \sqrt{L^2} = \sqrt{2\hbar^2} = \sqrt{2}\hbar$$
- مؤلفه Z اندازه حرکت زاویه‌ای:
- $$\hat{L}_z \psi_{3p_1} = (m\hbar) \psi_{3p_1} = \hbar \psi_{3p_1}$$

✓ مثال ۲۹: اوربیتال $3d_{-1}$ توسط کدام تابع درست معرفی شده است؟

- (۱) ψ_{32-1}
 - (۲) ψ_{31-1}
 - (۳) $\psi_{-1 2 3}$
 - (۴) $\psi_{3-1 2}$
- ✓ پاسخ: گزینه «۱»

(۱) به صورت $\begin{matrix} 1 & 0 & 1 & 2 & \dots \\ s & p & d & \dots & \dots \end{matrix}$ تعریف می‌شود. بنابراین $l = 2$ مربوط به اوربیتال (d) می‌باشد.

$$\begin{matrix} 3 \\ \swarrow \\ \hat{n} \end{matrix} \quad \begin{matrix} d_{-1} \\ \downarrow \\ \hat{l} \end{matrix} \quad (n=3; l=2; m=-1)$$

تابع (ψ) نیز به صورت $\psi_{nlm} = \psi_{32-1}$ تعریف می‌شود.



مثال ۳۰: تابع موج شبه هیدروژنی $\frac{1}{4\sqrt{2}\pi} \left(\frac{Z}{a}\right)^2 r e^{-\frac{Zr}{a}} \sin\theta \sin\phi$ معرف کدام گزینه است؟

- ψ_{2p_y} (۴) ψ_{2p_x} (۳) ψ_{2s} (۲) ψ_{1s} (۱)

پاسخ: گزینه «۴» $\left(\frac{Z}{a}\right)^2$ نشان دهنده اوربیتال (P) می باشد. $y = r \sin\theta \sin\phi$ می باشد. بنابراین ψ_{2p_y} نشان دهنده تابع موج ذکر شده است.

مثال ۳۱: حاصل کدام انتگرال ها صفر است؟

- $\langle 2p_1 | \hat{L}_z | 2p_1 \rangle$ (a) $\langle 2p_0 | \hat{L}_z | 2p_0 \rangle$ (c) $\langle 2p_1 | \hat{L}_z | 2p_1 \rangle$ (b) $\langle 2p_1 | \hat{L}_z | 2p_0 \rangle$ (d)
- (۱) c (۲) d, c (۳) d, c, b (۴) d

پاسخ: گزینه «۲» $c: \langle 2p_0 | \hat{L}_z | 2p_0 \rangle = \int (2p_0)^* \hat{L}_z (2p_0) d\tau \xrightarrow{L_z(2p_0)=0} 0$

$d: \langle 2p_1 | \hat{L}_z | 2p_{-1} \rangle = \int (2p_1)^* \hat{L}_z (2p_{-1}) d\tau \xrightarrow{L_z(2p_{-1})=-\hbar} -\hbar \langle 2p_1 | 2p_{-1} \rangle = 0$

چون $2p_1$ و $2p_{-1}$ ویژه توابع L_z با ویژه مقادیر متفاوت هستند، بنابراین متعامدند (ارتوگونالند) و حاصل انتگرال صفر است.

مثال ۳۲: متوسط $\langle L_z \rangle$ برای تابعی که از ترکیب خطی $\frac{1}{\sqrt{2}}(\psi_{2p_1} + \psi_{2p_{-1}})$ به دست می آید، برابر است با:

- $-\hbar$ (۴) \hbar (۳) $\frac{\hbar}{2}$ (۲) ۰ (۱)

پاسخ: گزینه «۱» مقدار متوسط $\langle L_z \rangle$ برابر است با: $\langle L_z \rangle = \sum |C_i|^2 (m\hbar) = \frac{1}{\sqrt{2}}|^2 (\hbar) + \frac{1}{\sqrt{2}}|^2 (-\hbar) = \frac{\hbar}{2} - \frac{\hbar}{2} = 0$

مثال ۳۳: برای الکترون در اوربیتال $R_{10} = 2a^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{r}{a}}$ ، محتمل ترین فاصله الکترون از هسته چند شعاع بور (a) است؟

- a^2 (۴) a (۳) $\frac{a}{2}$ (۲) 2a (۱)

پاسخ: گزینه «۳» برای محاسبه محتمل ترین فاصله الکترون از هسته از تابع توزیع شعاعی $D(r) = R^2 r^2$ مشتق گرفته و مساوی صفر قرار می دهیم:

$$D(r) = 4a^{-3} e^{-\frac{2r}{a}} r^2$$

$$\frac{d(D(r))}{dr} = 4a^{-3} \left(-\frac{2}{a} e^{-\frac{2r}{a}} r^2 + 2r e^{-\frac{2r}{a}} \right) = 0 \Rightarrow \frac{4}{a^3} \left(-\frac{2}{a} r^2 e^{-\frac{2r}{a}} + 2r e^{-\frac{2r}{a}} \right) = 0 \Rightarrow \frac{4}{a^3} \left(e^{-\frac{2r}{a}} \left(-\frac{r^2}{a} + r \right) \right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{-r^2}{a} + r = 0 \Rightarrow r^2 = ra \Rightarrow r = a$$

بنابراین مقدار ماکزیمم تابع توزیع شعاعی مربوط به حالت 1s اتم هیدروژن در $r = a$ رخ می دهد.

مثال ۳۴: کدامیک از گزینه های زیر صحیح است؟

- (۱) عملگر پاریته « $\hat{\pi}$ » غیر هرمیتی است. (۲) $[\hat{V}, \hat{\pi}] = 0$ (اگر انرژی پتانسیل تابع زوج باشد).
 (۳) $[\hat{H}, \hat{\pi}] \neq 0$ (اگر انرژی پتانسیل تابع زوج باشد). (۴) ویژه مقادیر پاریته اعداد صحیح مثبت و منفی می باشند.

پاسخ: گزینه «۲» اگر انرژی پتانسیل تابع زوج باشد $V(-x, -y, -z) = V(x, y, z)$ آنگاه \hat{V} ، با $\hat{\pi}$ (پاریته) جابجاپذیر است یعنی $[\hat{V}, \hat{\pi}] = 0$ و بنابراین $[\hat{H}, \hat{\pi}] = 0$ خواهد شد. ویژه مقادیر پاریته بر اساس $\hat{\pi}^2 = 1$ ، +1 و -1 می باشند. عملگر پاریته یک عملگر هرمیتی می باشد.

کله مثال ۳۵: کدامیک از عملگرهای زیر هرمیتی نمی باشد؟

(۱) پارته « $\hat{\pi}$ » $\frac{d}{dx}$ (۲) $i \frac{d}{dx}$ (۳) $\frac{d}{dx}$ (۴) $\frac{d^2}{dx^2}$

پاسخ: گزینه «۳» همه عملگرهای ذکر شده به جز $\frac{d}{dx}$ هرمیتی می باشند.

کله مثال ۳۶: کدام گزینه صحیح است؟

(۱) $[\hat{S}^2, \hat{S}_x] = 0$ (۲) $[\hat{S}^2, \hat{S}_y] = \hat{S}_z$ (۳) $[\hat{S}_x, \hat{S}_y] = 0$ (۴) $[\hat{S}_y, \hat{S}_z] = 0$

پاسخ: گزینه «۱» جابجاگر \hat{S}^2 با هر یک از مؤلفه‌های \hat{S}_x ، \hat{S}_y و \hat{S}_z برابر با صفر است. اما مؤلفه‌های اسپینی با هم جابجاپذیر نمی باشند.

کله مثال ۳۷: کدامیک از توابع اسپینی زیر نامتقارن است؟

(۱) $\alpha(1)\alpha(2)$ (۲) $\beta(1)\beta(2)$ (۳) $\frac{1}{\sqrt{2}}[\alpha(1)\beta(2) + \alpha(2)\beta(1)]$ (۴) $\frac{1}{\sqrt{2}}[\alpha(1)\beta(2) - \beta(1)\alpha(2)]$

پاسخ: گزینه «۴» توابع اسپینی گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ متقارن است. تابع اسپینی که ترکیب خطی $\alpha(1)\beta(2)$ و $\alpha(2)\beta(1)$ با علامت منفی (-) بین آنها می باشد، نامتقارن است.

کله مثال ۳۸: براساس اصل همبخشی، انرژی داخلی مولی یک مولکول ۳ اتمی خطی برابر است با:

(۱) $7 RT$ (۲) $6/5 RT$ (۳) $6 RT$ (۴) $4/5 RT$

پاسخ: گزینه «۲»
 $\left\{ \begin{array}{l} 3 = \text{تعداد درجات آزادی انتقالی} \\ 2 = \text{تعداد درجات آزادی چرخشی} \\ 4 = 3(3) - 5 = 3N - 5 = \text{تعداد درجات آزادی ارتعاشی} \end{array} \right.$ مولکول ۳ اتمی خطی

براساس تعریف اصل همبخشی، انرژی داخلی مولی برای این مولکول برابر است با:

کله مثال ۳۹: اگر اولین خط طیف ریز موج (چرخشی) یک مولکول صلب در $0/11 \text{cm}^{-1}$ تشکیل شود، خط دوم آن در چه عدد موجی تشکیل می شود؟

(۱) $0/11$ (۲) $0/22$ (۳) $0/44$ (۴) $0/66$

پاسخ: گزینه «۲» خطوط طیف چرخشی دارای فواصل مساویند به فاصله $2B$. وقتی اولین خط در $0/11 \text{cm}^{-1}$ ظاهر می شود، پس دومین خط در فاصله $2(2B) = 4B = 2(2B) = 4B$ تشکیل می شود که برابر است با: $0/22 \text{cm}^{-1} = 2 \times 0/11$ خط دوم

کله مثال ۴۰: اگر طیف چرخشی مولکول دو اتمی خطی دارای خطوط با فاصله یکسان 4cm^{-1} باشد، عدد موجی خطوط طیفی برای $J=1 \rightarrow 2$ کدام است؟

(۱) 12cm^{-1} (۲) 4cm^{-1} (۳) 6cm^{-1} (۴) 8cm^{-1}

پاسخ: گزینه «۴» فاصله بین خطوط طیف چرخشی و عدد موجی خطوط طیف چرخشی از روابط زیر بدست می آید:

$2B = 4 \Rightarrow B = 2 \text{cm}^{-1}$ فاصله بین خطوط طیف چرخشی

$v = 2B(J+1) \xrightarrow{J:1 \rightarrow 2} v = 2 \times 2(1+1) = 8 \text{cm}^{-1}$ عدد موجی خطوط طیف چرخشی



کج مثال ۴۱: با در نظر گرفتن ناهماهنگی، اگر $v_e = 200 \text{ cm}^{-1}$ و $v_e x_e = 5 \text{ cm}^{-1}$ باشد، فرکانس جهش از تراز $v = 0$ به تراز $v = 2$ برابر است با:

(۱) 195 cm^{-1} (۲) 190 cm^{-1} (۳) 205 cm^{-1} (۴) 370 cm^{-1}

پاسخ: گزینه «۴» $v_{0 \rightarrow 2} = 2v_e - (2^2 + 2)v_e x_e = 2(200) - 6(5) = 400 - 30 = 370 \text{ cm}^{-1}$

کج مثال ۴۲: اگر در طیف ارتعاشی چرخشی یک مولکول دو اتمی خط $R(2)$ در 3250 cm^{-1} و خط $P(2)$ در 3000 cm^{-1} رخ دهد، ثابت چرخشی B_1 این مولکول چند cm^{-1} می‌باشد؟

(۱) $41/6$ (۲) 250 (۳) 25 (۴) 10

پاسخ: گزینه «۳» براساس رابطه‌ی روبرو برای طیف ارتعاشی، چرخشی خواهیم داشت:

$$\bar{\nu}[R(J)] - \bar{\nu}[P(J)] = 4B_1 \left(J + \frac{1}{2} \right)$$

$$R(2) - P(2) = 4B_1 \left(2 + \frac{1}{2} \right) \Rightarrow 3250 - 3000 = 4B_1 \left(\frac{5}{2} \right) \Rightarrow 250 = 10B_1 \Rightarrow B_1 = 25 \text{ cm}^{-1}$$

کج مثال ۴۳: اگر v_1, v_2, v_3 فرکانس‌های ارتعاشی یک مولکول سه اتمی باشد. فرکانس ارتعاش جهش $(1, 0, 2) \rightarrow (0, 0, 0)$ برابر است با:

(۱) $v_1 + v_3$ (۲) $v_1 + v_2 + v_3$ (۳) $2v_1 + v_3$ (۴) $v_1 + 2v_3$

پاسخ: گزینه «۴» فرکانس ارتعاش جهش مذکور برابر است با:

$$\left. \begin{array}{l} \circ \rightarrow 1 : v_1 \\ \circ \rightarrow 0 : v_2 \\ \circ \rightarrow 2 : v_3 \end{array} \right\} \Rightarrow v = 1v_1 + 0v_2 + 2v_3 = v_1 + 2v_3$$

کج مثال ۴۴: کدام نوع طیف سنجی مربوط به امواج پراکنده شده از ماده است؟

(۱) IR (۲) ریز موج (۳) رامان (۴) $uv - vis$

پاسخ: گزینه «۳» طیف سنجی رامان مربوط به امواج پراکنده شده از ماده می‌باشد.

کج مثال ۴۵: کدام یک از طیف‌سنجی‌های زیر مربوط به الکترون‌های ظرفیتی و پیوندی است؟

(۱) طیف‌سنجی IR (۲) طیف‌سنجی رامان (۳) طیف‌سنجی الکترونی (۴) طیف‌سنجی ریزموج

پاسخ: گزینه «۳» طیف‌سنجی الکترونی مربوط به جهش الکترون‌های ظرفیتی است که در ناحیه مرئی و UV رخ می‌دهد.

کج مثال ۴۶: کدام نوع طیف‌سنجی با انرژی جنبشی الکترون‌های نشر شده سروکار دارد؟

(۱) طیف‌سنجی IR (۲) طیف‌سنجی رامان (۳) طیف‌سنجی فرو سرخ (۴) طیف‌سنجی فوتوالکترونی

پاسخ: گزینه «۴» طیف‌سنجی فوتوالکترونی انرژی جنبشی الکترون‌های نشر شده را مطالعه می‌کند.

آزمون فصل هفتم

کله ۱- کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) دانسیته احتمال هرگز نمی‌تواند منفی باشد.
 (۲) اگر $Z = Z^*$ باشد، آنگاه Z باید یک عدد حقیقی باشد.
 (۳) تابع حالت ψ باید یک تابع حقیقی باشد.
 (۴) حاصل ضرب یک عدد در مزدوج مختلط آن همیشه یک عدد حقیقی است.

کله ۲- کدامیک از توابع زیر می‌تواند تابع دانسیته احتمال باشد؟

$$e^{iax} \quad (۱) \quad xe^{-bx^2} \quad (۲) \quad e^{-bx^2} \quad (۳) \quad x^{ia} \quad (۴)$$

کله ۳- کدام گزینه در مورد روابط بین عملگرها صحیح نمی‌باشد؟

$$\hat{A}\hat{B} = \hat{B}\hat{A} \quad (۱) \quad (\hat{A} + \hat{B})f = \hat{A}f + \hat{B}f \quad (۲) \quad \hat{A}\hat{B}f = \hat{A}(\hat{B}f) \quad (۳) \quad \hat{A}(\hat{B}\hat{C}) = (\hat{A}\hat{B})\hat{C} \quad (۴)$$

کله ۴- در ذره در جعبه، با افزایش عدد کوانتومی فاصله بین ترازهای انرژی و در مورد چرخنده صلب، با افزایش عدد کوانتومی فاصله بین ترازهای انرژی می‌یابد.

- (۱) کاهش - افزایش
 (۲) افزایش - کاهش
 (۳) افزایش - افزایش
 (۴) کاهش - کاهش

کله ۵- برای ذره در جعبه در حالتی که عدد کوانتومی برابر ۲ باشد ($n = 2$)، در نمودار تابع موج چند گره دیده می‌شود؟

- (۱) ۰ گره
 (۲) ۱ گره
 (۳) ۲ گره
 (۴) ۳ گره

کله ۶- برای ذره در جعبه یک‌بعدی با $n = 3$ ، مقدار $\frac{E_n - E_{n-1}}{h}$ برابر است با:

- (۱) ۳
 (۲) ۶
 (۳) ۹
 (۴) ۱۲

کله ۷- جابجاگر $[\hat{x}, \hat{p}_x]$ برابر است با:

- (۱) $-i\hbar$
 (۲) $i\hbar$
 (۳) $2\hbar^2$
 (۴) $-2\hbar^2$

کله ۸- جابجاگر $[\hat{x}, \hat{p}_x^2]$ برابر است با:

- (۱) $i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$
 (۲) $-2i\hbar$
 (۳) $2\hbar^2$
 (۴) $2\hbar^2 \frac{\partial}{\partial x}$

کله ۹- برای ذره در جعبه سه‌بعدی $\langle p_x^2 \rangle$ و $\langle p_x \rangle$ برابر است با:

$$\langle p_x^2 \rangle = \frac{h^2}{4a^2}, \langle p_x \rangle = 0 \quad (۱) \quad \langle p_x^2 \rangle = \frac{a^2}{4}, \langle p_x \rangle = \frac{a}{2} \quad (۲) \quad \langle p_x^2 \rangle = 0, \langle p_x \rangle = 0 \quad (۳) \quad \langle p_x^2 \rangle = 0, \langle p_x \rangle = \frac{a}{2} \quad (۴)$$

کله ۱۰- انرژی ذره‌ای به جرم m در مکعبی به ضلع a برابر است با $\frac{6\hbar^2}{4ma^2}$. این انرژی مربوط به چندمین تراز انرژی است؟

- (۱) اولین
 (۲) دومین
 (۳) سومین
 (۴) چهارمین

کله ۱۱- کدام گزینه صحیح نیست؟

$$[\hat{L}_y, \hat{L}_z] = i\hbar\hat{L}_x \quad (۴) \quad [\hat{L}^2, \hat{L}_z] = 0 \quad (۳) \quad [\hat{L}_x, \hat{L}_y] = 0 \quad (۲) \quad [\hat{L}^2, \hat{L}_x] = 0 \quad (۱)$$

کله ۱۲- کدام اپراتور هرمیتی است؟

$$\frac{d}{dx} \quad (۱) \quad \hat{x}\hat{p}_x \quad (۲) \quad i \frac{d}{dx} \quad (۳) \quad \frac{d^2}{dx^2} \quad (۴)$$

کله ۱۳- اگر حالت کوانتومی ذره‌ای به صورت $\psi = R(r)y_{21}(\theta, \phi)$ بیان شود، مربع اندازه حرکت زاویه‌ای و مقدار L_z آن به ترتیب از راست به چپ

برابر است با:

$$0, 6\hbar^2 \quad (۴) \quad -\hbar, \sqrt{6}\hbar \quad (۳) \quad \hbar, \sqrt{6}\hbar \quad (۲) \quad \hbar, 6\hbar^2 \quad (۱)$$



۱۴- کدام اپراتور خطی نمی‌باشد؟

$$\begin{array}{cccc} \text{dexp (۴)} & \frac{d}{dx} \text{ (۳)} & \text{exp (۲)} & \frac{d^2}{dx^2} \text{ (۱)} \end{array}$$

۱۵- معادله شرودینگر برای کدام سیستم، کاملاً قابل حل است؟

$$\text{H}_Y^+ \text{ (۴)} \quad \text{He (۳)} \quad \text{Li (۲)} \quad \text{H}^- \text{ (۱)}$$

۱۶- با توجه به فرمول بازگشتی $C_{n+2} = \frac{2\alpha(n-v)}{(n+1)(n+2)} C_n$ ، برای دومین حالت برانگیخته مقدار $\frac{C_2}{C_0}$ برابر است با:

$$-\alpha \text{ (۴)} \quad \alpha \text{ (۳)} \quad 2\alpha \text{ (۲)} \quad -2\alpha \text{ (۱)}$$

۱۷- حاصل کدام انتگرال صفر نیست؟

$$\langle 3P_1 | \hat{L}_z | 3P_{-1} \rangle \text{ (۴)} \quad \langle 2P_{+1} | \hat{L}_z | 3P_{+1} \rangle \text{ (۳)} \quad \langle 3P_0 | \hat{L}_z | 2P_0 \rangle \text{ (۲)} \quad \langle 2P_1 | \hat{L}_z | 2P_{-1} \rangle \text{ (۱)}$$

۱۸- در مدل نوسانگر هماهنگ یک بُعدی، انرژی در عدد کوانتومی $v = 1$ برابر است با:

$$2hv \text{ (۴)} \quad \frac{1}{2} hv \text{ (۳)} \quad hv \text{ (۲)} \quad \frac{3}{2} hv \text{ (۱)}$$

۱۹- در مدل نوسانگر هماهنگ، تعداد گره‌ها در تابع موج چه ارتباطی با عدد کوانتومی دارد؟

(۱) عدد کوانتومی = تعداد گره (۲) -1 عدد کوانتومی = تعداد گره (۳) $+1$ عدد کوانتومی = تعداد گره (۴) هیچ ارتباطی ندارند.

۲۰- اگر ثابت ناهماهنگی مولکول دو اتمی 0.02 باشد، بالاترین عدد کوانتومی ارتعاشی این مولکول برابر است با:

$$24 \text{ (۴)} \quad 20 \text{ (۳)} \quad 16 \text{ (۲)} \quad 12 \text{ (۱)}$$

۲۱- در مدل نوسانگر هماهنگ $\langle x \rangle$ برابر است با:

$$\langle x \rangle = \frac{a^2}{4} \text{ (۴)} \quad \langle x \rangle = a \text{ (۳)} \quad \langle x \rangle = 0 \text{ (۲)} \quad \langle x \rangle = \frac{a}{2} \text{ (۱)}$$

۲۲- در مدل چرخنده صلب، اگر $J = 1$ باشد، مقدار انرژی برابر است با:

$$\hbar \text{ (۴)} \quad \frac{\hbar^2}{I} \text{ (۳)} \quad \hbar^2 \text{ (۲)} \quad \frac{\hbar}{I} \text{ (۱)}$$

۲۳- فرکانس جذب تابش توسط مولکول‌های دو اتمی در گذار $J = 1 \rightarrow 2$ برابر است با:

$$6B \text{ (۴)} \quad 4B \text{ (۳)} \quad 2B \text{ (۲)} \quad B \text{ (۱)}$$

۲۴- اوربیتال $3P_1$ توسط کدام تابع درست معرفی شده است؟

$$\Psi_{322} \text{ (۴)} \quad \Psi_{21-1} \text{ (۳)} \quad \Psi_{31-1} \text{ (۲)} \quad \Psi_{311} \text{ (۱)}$$

۲۵- ترازهای گسسته اتم شبه هیدروژنی بدون در نظر گرفتن اسپین برابر است با:

$$n^2 \text{ (۴)} \quad 4n^2 \text{ (۳)} \quad 2n^2 \text{ (۲)} \quad \text{بی‌نهایت (۱)}$$

۲۶- مقدار $\hat{L}_z \Psi_{3d-1}$ برابر است با:

$$\sqrt{6}\hbar \text{ (۴)} \quad 6\hbar^2 \text{ (۳)} \quad 2\hbar \text{ (۲)} \quad -\hbar \text{ (۱)}$$

۲۷- مقدار $\hat{L}^2 \Psi_{3d_0}$ برابر است با:

$$0 \text{ (۴)} \quad 2\hbar \text{ (۳)} \quad 6\hbar^2 \text{ (۲)} \quad \sqrt{6}\hbar \text{ (۱)}$$

۲۸- کدام دو اوربیتال به یک تراز انرژی تعلق دارند؟

$$2P_1, 3d_1 \text{ (۴)} \quad 2d_1, 3d_1 \text{ (۳)} \quad 2P_1, 3P_1 \text{ (۲)} \quad 2P_{-1}, 2P_1 \text{ (۱)}$$

۲۹- المان حجم بی‌نهایت کوچک در مختصات قطبی کروی متناظر با $dx dy dz$ در مختصات کارتزینی برابر است با:

$$r^2 dr d\theta d\varphi \quad (1) \quad r^2 \cos\theta dr d\theta d\varphi \quad (2) \quad r^2 \sin\theta dr d\theta d\varphi \quad (3) \quad r \sin\theta \cos\theta dr d\theta d\varphi \quad (4)$$

۳۰- کدام عبارت معرف تابع توزیع شعاعی است؟

$$|R(r)|r \quad (1) \quad R(r) \quad (2) \quad |R(r)|^2 r \quad (3) \quad |R(r)|^2 r^2 \quad (4)$$

۳۱- برای تابع موجی با رابطه $\psi = \frac{1}{\sqrt{2}}(2p_1) - \frac{1}{\sqrt{6}}(2p_0) + \frac{1}{\sqrt{3}}(2d_1)$ ، احتمال $E_{n=2}, E_{n=3}$ به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad (1) \quad \frac{1}{6}, \frac{5}{6} \quad (2) \quad \frac{2}{3}, \frac{1}{3} \quad (3) \quad \frac{1}{3}, \frac{2}{3} \quad (4)$$

۳۲- با در نظر گرفتن اسپین الکترون، تبهگنی ترازهای انرژی اتم هیدروژن برابر است با:

$$n^2 \quad (1) \quad 2n^2 \quad (2) \quad 4n^2 \quad (3) \quad 6n^2 \quad (4)$$

۳۳- کدام گزینه در مورد توابع اسپینی الکترون در اتم He درست است؟

$$\alpha(1)\alpha(2) \text{ متقارن} \quad (1) \quad \alpha(1)\beta(2) \text{ متقارن} \quad (2) \quad \alpha(2)\beta(1) \text{ نامتقارن} \quad (3) \quad \beta(1)\beta(2) \text{ نامتقارن} \quad (4)$$

۳۴- بنا بر اصل همبختی، مقدار C_p, C_v برای گاز ایده‌آل دو اتمی خطی به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

$$R, \frac{5}{2}R \quad (1) \quad \frac{5}{2}R, \frac{3}{2}R \quad (2) \quad \frac{7}{2}R, \frac{5}{2}R \quad (3) \quad \frac{3}{2}R, R \quad (4)$$

۳۵- اگر $\bar{v}_1, \bar{v}_2, \bar{v}_3$ اعداد موجی ارتعاشی ارتعاشی ارتعاشی سه اتمی خمیده باشد، عدد موجی جهشی ارتعاشی $(1, 2, 3) \rightarrow (0, 0, 0)$ برابر است با:

$$v_1 \times v_2 \times v_3 \quad (1) \quad v_1 + v_2 + v_3 \quad (2) \quad 3v_1 + 2v_2 + v_3 \quad (3) \quad v_1 + 2v_2 + 3v_3 \quad (4)$$

۳۶- اگر جهش چرخشی $2 \rightarrow 1$ در یک مولکول دواتمی صلب در $\lambda = 3 \text{ cm}$ رخ دهد، جهش $3 \rightarrow 2$ در کدام λ رخ می‌دهد؟

$$1 \quad (1) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad \frac{1}{3} \quad (4)$$

۳۷- مواد رنگی و آروماتیک بوسیله کدام نوع طیف‌سنجی مورد مطالعه قرار می‌گیرد؟

$$\text{رامان} \quad (1) \quad \text{مادون قرمز} \quad (2) \quad \text{UV-VIS} \quad (3) \quad \text{هیچ کدام} \quad (4)$$

۳۸- کدام گزینه نشان‌دهنده جهش اساسی در طیف جذبی ارتعاشی یک مولکول دو اتمی قطبی می‌باشد؟

$$0 \rightarrow 1 \quad (1) \quad 0 \rightarrow 2 \quad (2) \quad 1 \rightarrow 2 \quad (3) \quad 1 \rightarrow 3 \quad (4)$$

۳۹- کدام امواج بر هسته اتم‌ها اثر می‌گذارد؟

$$\text{امواج رادیویی} \quad (1) \quad \text{امواج مادون قرمز} \quad (2) \quad \text{امواج مرئی} \quad (3) \quad \text{اشعه گاما} \quad (4)$$

۴۰- تعداد درجات آزادی ارتعاشی یک مولکول ۳ اتمی غیرخطی برابر است با:

$$2 \quad (1) \quad 3 \quad (2) \quad 4 \quad (3) \quad 5 \quad (4)$$



پاسخنامه آزمون‌ها

فصل اول: «گازها»

۱- گزینه «۳»	۲- گزینه «۱»	۳- گزینه «۱»	۴- گزینه «۲»	۵- گزینه «۴»
۶- گزینه «۳»	۷- گزینه «۱»	۸- گزینه «۲»	۹- گزینه «۳»	۱۰- گزینه «۴»
۱۱- گزینه «۱»	۱۲- گزینه «۲»	۱۳- گزینه «۲»	۱۴- گزینه «۳»	۱۵- گزینه «۲»
۱۶- گزینه «۴»	۱۷- گزینه «۳»	۱۸- گزینه «۴»	۱۹- گزینه «۱»	۲۰- گزینه «۲»

فصل دوم: «ترمودینامیک»

۱- گزینه «۳»	۲- گزینه «۱»	۳- گزینه «۲»	۴- گزینه «۱»	۵- گزینه «۲»
۶- گزینه «۴»	۷- گزینه «۴»	۸- گزینه «۳»	۹- گزینه «۴»	۱۰- گزینه «۱»
۱۱- گزینه «۲»	۱۲- گزینه «۳»	۱۳- گزینه «۱»	۱۴- گزینه «۳»	۱۵- گزینه «۴»
۱۶- گزینه «۲»	۱۷- گزینه «۲»	۱۸- گزینه «۱»	۱۹- گزینه «۴»	۲۰- گزینه «۱»
۲۱- گزینه «۳»	۲۲- گزینه «۲»	۲۳- گزینه «۱»	۲۴- گزینه «۴»	۲۵- گزینه «۱»
۲۶- گزینه «۲»	۲۷- گزینه «۱»	۲۸- گزینه «۱»	۲۹- گزینه «۳»	۳۰- گزینه «۴»
۳۱- گزینه «۱»	۳۲- گزینه «۲»	۳۳- گزینه «۴»	۳۴- گزینه «۱»	۳۵- گزینه «۳»
۳۶- گزینه «۲»	۳۷- گزینه «۲»	۳۸- گزینه «۳»	۳۹- گزینه «۴»	۴۰- گزینه «۱»
۴۱- گزینه «۲»	۴۲- گزینه «۱»	۴۳- گزینه «۳»	۴۴- گزینه «۴»	۴۵- گزینه «۱»
۴۶- گزینه «۲»	۴۷- گزینه «۱»	۴۸- گزینه «۱»	۴۹- گزینه «۲»	۵۰- گزینه «۳»
۵۱- گزینه «۴»	۵۲- گزینه «۴»	۵۳- گزینه «۱»	۵۴- گزینه «۱»	۵۵- گزینه «۳»

فصل سوم: «محلول‌ها»

۱- گزینه «۳»	۲- گزینه «۱»	۳- گزینه «۲»	۴- گزینه «۳»	۵- گزینه «۴»
۶- گزینه «۱»	۷- گزینه «۲»	۸- گزینه «۱»	۹- گزینه «۳»	۱۰- گزینه «۴»
۱۱- گزینه «۲»	۱۲- گزینه «۳»	۱۳- گزینه «۳»	۱۴- گزینه «۱»	۱۵- گزینه «۴»
۱۶- گزینه «۳»	۱۷- گزینه «۲»	۱۸- گزینه «۲»	۱۹- گزینه «۲»	۲۰- گزینه «۴»

فصل چهارم: «سیستم‌های فازی»

۱- گزینه «۱»	۲- گزینه «۳»	۳- گزینه «۲»	۴- گزینه «۲»	۵- گزینه «۴»
۶- گزینه «۱»	۷- گزینه «۲»	۸- گزینه «۳»	۹- گزینه «۴»	۱۰- گزینه «۲»
۱۱- گزینه «۱»	۱۲- گزینه «۴»	۱۳- گزینه «۱»	۱۴- گزینه «۲»	۱۵- گزینه «۲»
۱۶- گزینه «۳»	۱۷- گزینه «۴»	۱۸- گزینه «۱»	۱۹- گزینه «۱»	۲۰- گزینه «۲»
۲۱- گزینه «۳»	۲۲- گزینه «۴»	۲۳- گزینه «۱»	۲۴- گزینه «۲»	۲۵- گزینه «۱»
۲۶- گزینه «۲»	۲۷- گزینه «۳»	۲۸- گزینه «۱»	۲۹- گزینه «۳»	۳۰- گزینه «۲»

فصل پنجم: «الکتروشیمی»

۱- گزینه «۲»	۲- گزینه «۱»	۳- گزینه «۲»	۴- گزینه «۴»	۵- گزینه «۳»
۶- گزینه «۲»	۷- گزینه «۱»	۸- گزینه «۱»	۹- گزینه «۳»	۱۰- گزینه «۴»
۱۱- گزینه «۲»	۱۲- گزینه «۱»	۱۳- گزینه «۲»	۱۴- گزینه «۴»	۱۵- گزینه «۳»
۱۶- گزینه «۴»	۱۷- گزینه «۳»	۱۸- گزینه «۱»	۱۹- گزینه «۱»	۲۰- گزینه «۲»
۲۱- گزینه «۳»	۲۲- گزینه «۳»	۲۳- گزینه «۴»	۲۴- گزینه «۳»	۲۵- گزینه «۴»
۲۶- گزینه «۱»	۲۷- گزینه «۲»	۲۸- گزینه «۳»	۲۹- گزینه «۳»	۳۰- گزینه «۴»

فصل ششم: «سینتیک»

۱-گزینه «۳»	۲-گزینه «۱»	۳-گزینه «۲»	۴-گزینه «۳»	۵-گزینه «۴»
۶-گزینه «۲»	۷-گزینه «۱»	۸-گزینه «۳»	۹-گزینه «۳»	۱۰-گزینه «۴»
۱۱-گزینه «۲»	۱۲-گزینه «۴»	۱۳-گزینه «۱»	۱۴-گزینه «۴»	۱۵-گزینه «۱»
۱۶-گزینه «۴»	۱۷-گزینه «۳»	۱۸-گزینه «۲»	۱۹-گزینه «۲»	۲۰-گزینه «۱»
۲۱-گزینه «۴»	۲۲-گزینه «۳»	۲۳-گزینه «۲»	۲۴-گزینه «۱»	۲۵-گزینه «۱»
۲۶-گزینه «۴»	۲۷-گزینه «۲»	۲۸-گزینه «۴»	۲۹-گزینه «۱»	۳۰-گزینه «۳»
۳۱-گزینه «۴»	۳۲-گزینه «۱»	۳۳-گزینه «۲»	۳۴-گزینه «۳»	۳۵-گزینه «۲»
۳۶-گزینه «۴»	۳۷-گزینه «۱»	۳۸-گزینه «۲»	۳۹-گزینه «۳»	۴۰-گزینه «۱»
۴۱-گزینه «۴»	۴۲-گزینه «۴»	۴۳-گزینه «۳»	۴۴-گزینه «۲»	۴۵-گزینه «۱»

فصل هفتم: «کوانتوم و طیف‌سنجی»

۱-گزینه «۳»	۲-گزینه «۴»	۳-گزینه «۱»	۴-گزینه «۲»	۵-گزینه «۲»
۶-گزینه «۳»	۷-گزینه «۲»	۸-گزینه «۴»	۹-گزینه «۱»	۱۰-گزینه «۲»
۱۱-گزینه «۲»	۱۲-گزینه «۳»	۱۳-گزینه «۱»	۱۴-گزینه «۲»	۱۵-گزینه «۴»
۱۶-گزینه «۱»	۱۷-گزینه «۳»	۱۸-گزینه «۱»	۱۹-گزینه «۱»	۲۰-گزینه «۴»
۲۱-گزینه «۲»	۲۲-گزینه «۳»	۲۳-گزینه «۳»	۲۴-گزینه «۱»	۲۵-گزینه «۴»
۲۶-گزینه «۱»	۲۷-گزینه «۲»	۲۸-گزینه «۱»	۲۹-گزینه «۳»	۳۰-گزینه «۴»
۳۱-گزینه «۱»	۳۲-گزینه «۲»	۳۳-گزینه «۱»	۳۴-گزینه «۳»	۳۵-گزینه «۴»
۳۶-گزینه «۲»	۳۷-گزینه «۳»	۳۸-گزینه «۱»	۳۹-گزینه «۴»	۴۰-گزینه «۲»