

ٹیپ بندی
موضوعی - تکنیکی



مسئلہ نامہ شیمے کنکور مرجع مسائل شیمے کنکور

محمد حسین انوشہ

حمید ذبحی، پاسر راس

۱۳۷۴ مسئلہ
استاندارد
وایدہ دار



شیمے دھم

شیمے یازدھم

شیمے دوازدهم

به نام پروردگار مهربان

مسئله نامه شیمی کنکور مرجع مسائل شیمی کنکور

محمدحسین انوشه

حمید ذبحی • یاسر راش

همکاران تالیف: مریم خاکعلی • محمدعلی زیرک • بهنام قازانچایی
زهرا غلامحسینی • محمد مهدی صوفیان

معرفی کتاب

آشتی با مسائل شیمی

با این کتاب، امید زیادی داریم که نظر دانش آموزان و داوطلبان کنکور نسبت به مسائل شیمی در کنکور، عوض بشه و به عبارتی، با مسائل شیمی آشتی کنند. مطمئن باشید با این کتاب، دنیای پرچالش مسائل شیمی براتون جذاب خواهد شد.

وجه تمایز این کتاب چیه که اطمینان داریم میتونه شما رو با مسائل آشتی بده؟

۱. درسنامه های بسیار روان با تیپ بندی دقیق و مثال های بنیادی حساب شده
۲. ریزترین طبقه بندی براساس مبحث و تیپ بندی
۳. چیدش منحصربه فرد سؤال ها و بالاتر بردن گام به گام سطح سؤال
۴. پراز تست هایی که هم استاندارد هستند و هم ایده دار
۵. تکنیک ها و ترفندهای منحصربه فرد برای حل مشکل محاسبات ناهنجار
۶. پاسخ های کاملاً تشریحی همراه با نکات جذاب



مهروماه

فهرست

شماره صفحه

۱۲

مبانی حل مسائل شیمی

بخش صفر

۴۶

فصل اول ساختار اتم و آرایش الکترونی

بخش اول

۶۸

فصل دوم استوکیومتری پایه + گازها

شیمی ۱

۹۳

فصل سوم غلظت + استوکیومتری

۱۳۶

فصل اول ۱. درصد خلوص و بازده درصدی

بخش دوم

۱۵۷

۲. هیدروکربنها

شیمی ۲

۱۷۲

فصل دوم ۱. ترموشیمی

۲۰۳

۲. سینتیک

فصل سوم ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار و نیتروژن‌دار- پلیمرها ۲۲۱

۲۴۲

فصل اول ۱. پاک‌کننده‌ها

بخش سوم

۲۵۲

۲. اسیدها و بازها - pH

شیمی ۳

۲۹۳

فصل دوم الکتروشیمی

۳۲۴

فصل سوم جامدهای بلوری

۳۳۸

فصل چهارم ۱. انرژی فعال‌سازی

۳۴۶

۲. تعادل و عوامل مؤثر بر آن + اصل لوشاتلیه

۳۶۴

۳. گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

۳۷۲

ضمیمه ویژه حل سریع مسائل دو قسمتی

بخش چهارم

۳۷۷

پاسخ‌نامه پاسخ‌نامه تشریحی

بخش پنجم

۶۱۷

سوالات کنکورهای ۱۴۰۵ همراه با پاسخ تشریحی

۳ برای سوختن کامل هر مول هیدروکربن به فرمول C_xH_y ، $(x + \frac{y}{4})$ مول O_2 لازم است.

۴ برای سوختن کامل هر مول آلکان n کربنی، $\frac{2n+1}{2}$ مول O_2 لازم است.

۱ واکنش تهیهٔ صابون از چربی

۱ اگر ضریب مولی چربی برابر «۱» باشد، ضریب مولی $NaOH$ برابر «۳» است.

۲ اگر ضریب مولی چربی برابر «۱» باشد، ضریب مولی صابون برابر «۳» است.

۳ ضریب مولی $NaOH$ و صابون، با هم برابر است.

واکنش‌های مهم ارائه‌شده در متن کتاب‌های درسی



◀ واکنش تجزیهٔ نیتروگلیسرین: $4C_3H_5N_2O_9(l) \longrightarrow 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g)$

◀ واکنش‌های تبدیل کربن دی‌اکسید به مواد معدنی:

$$\begin{cases} CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s) \\ MgO(s) + CO_2(g) \longrightarrow MgCO_3(s) \end{cases}$$

◀ واکنش‌های تولید اوزون تروپوسفری:

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

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

قهوه‌ای رنگ

$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$

اوزون تروپوسفری

◀ واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن: $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$

◀ واکنش تولید فسفر تری کلرید: $P_4(s) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_3(l)$

◀ واکنش اکسایش چربی کوهان شتر: $2C_{27}H_{54}O_6(s) + 162O_2(g) \longrightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)$

◀ واکنش اکسایش گلوکز: $C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{انرژی}$

◀ واکنش تولید گاز آمونیاک در شرایط بهینه: $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[200 \text{ atm/Fe}]{450^\circ C} 2NH_3(g)$

◀ واکنش تولید رسوب سفیدرنگ نقره نیترات: $NaCl(aq) + Ag(NO_3)(aq) \longrightarrow \underline{AgCl(s)} + NaNO_3(aq)$

رسوب سفیدرنگ

◀ واکنش تولید رسوب کلسیم فسفات: $3CaCl_2(aq) + 2Na_3PO_4(aq) \longrightarrow \underline{Ca_3(PO_4)_2(s)} + 6NaCl(aq)$

رسوب سفیدرنگ

◀ واکنش تولید رسوب سفیدرنگ باریم سولفات: $Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \longrightarrow \underline{BaSO_4(s)} + 2NaCl(aq)$

رسوب سفیدرنگ

◀ واکنش محلول سدیم هیدروکسید با محلول آهن (II) کلرید:

$FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$

◀ واکنش محلول سدیم هیدروکسید با محلول آهن (III) کلرید:

$FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NaCl(aq)$

◀ واکنش فلز آهن با محلول مس (II) سولفات:
انجام این واکنش، نمایانگر واکنش‌پذیری بیشتر آهن در مقایسه با مس است.
◀ استخراج فلز آهن از سنگ معدن آهن (III) اکسید توسط کربن (گرافیت):



◀ واکنش تجزیه بی‌هوازی گلوکز:



◀ واکنش ترمیت:



◀ واکنش فلز آهن با هیدروکلریک اسید:



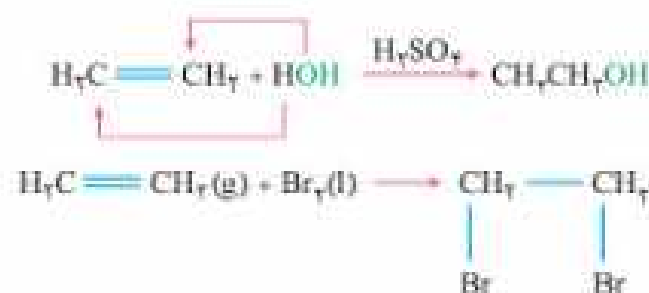
◀ واکنش آهن (III) اکسید با کربن مونوکسید:



◀ استخراج فلز مس از سنگ معدن مس (I) سولفید:



◀ واکنش آب با اتن و تولید اتانول:



◀ واکنش برم با اتن:

◀ واکنش گاز کلر با اتن:



◀ واکنش هیدروژن‌دار شدن هگزن:



◀ جذب گاز گوگرد دی‌اکسید توسط کلسیم اکسید:



◀ واکنش فلز آلومینیم با محلول مس (II) سولفات:



◀ تهیه سیلیسیم از اثر گرافیت بر سیلیس:



◀ واکنش فتوسنتز:



◀ تجزیه هیدروژن پراکسید:



◀ واکنش تشکیل هیدرازین از عناصر سازنده:



◀ واکنش تبدیل گاز بی‌رنگ N_2O_4 به گاز قهوه‌ای رنگ NO_2 :



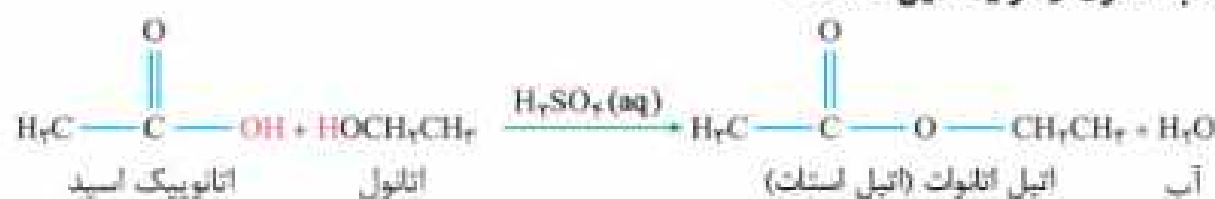
◀ واکنش تبدیل مالتوز به گلوکز:



◀ اثر هیدروکلریک اسید بر سنگ آهک (کلسیم کربنات):

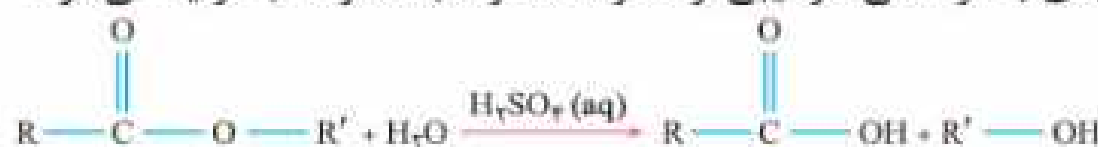


◀ واکنش استری شدن اتانویک اسید با اتانول و تولید اتیل استات:



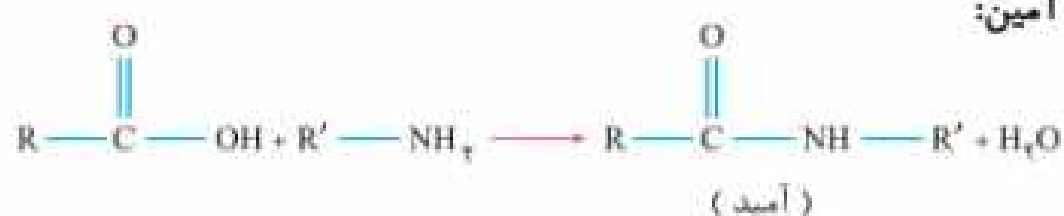
به‌طور کلی از واکنش هر کربوکسیلیک اسیدی با هر الکلی، ترکیبی از خانواده استرها به همراه آب تولید می‌شود.

◀ آبکافت استر:



این واکنش، عکس واکنش استری شدن کربوکسیلیک اسید با الکل است.

◀ تشکیل آمید از واکنش کربوکسیلیک اسید با آمین:



◀ آبکافت آمید:



◀ واکنش صابون با محلول منیزیم کلرید یا کلسیم کلرید (نماد منیزیم یا کلسیم را با M نشان داده‌ایم):



◀ واکنش اکسید نافلز + آب: این واکنش‌ها باعث تولید اسید می‌شوند.



◀ واکنش اکسید فلز + آب: این واکنش‌ها باعث تولید باز می‌شوند.



◀ واکنش سدیم هیدروکسید و هیدروکلریک اسید:



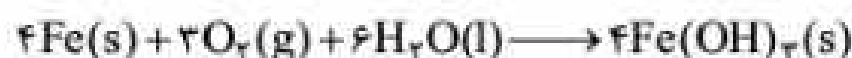
◀ تولید صابون:



◀ واکنش انجام شده در باتری دگمه‌ای «روی - نقره»:



◀ واکنش خوردگی آهن:



در حلی خراش‌دیده نیز همین واکنش رخ می‌دهد.

◀ تولید آلومینیم به روش هال:



◀ واکنش حذف NO در مبدل خودروهای بنزینی:



◀ واکنش حذف CO در مبدل خودروهای بنزینی:



◀ واکنش حذف NO و NO₂ در مبدل خودروهای دیزلی:



◀ واکنش سنتز PET:



◀ واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید:



واکنش تبدیل اتن به اتیلن گلیکول:



بیش از چهل فرمول طلایی شیمی



۱ محاسبه جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$) عنصری با دو ایزوتوپ دارای عددهای جرمی M_1 و M_2 و فراوانی به ترتیب F_1 و F_2 :

(شیمی دهم فصل ۱)

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1)$$

(عدد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر = M_1)

(شیمی دهم فصل ۱)

۲ محاسبه جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$) عنصر با سه ایزوتوپ:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1)$$

(شیمی دهم فصل ۲)

۳ رابطه حجم گاز با دما و فشار آن (برای یک نمونه گازی معین):

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

P : فشار گاز

V : حجم گاز

T : دمای گاز بر حسب کلوین



دمای کلوین با افزودن عدد ۲۷۳ به دمای سلسیوس مشخص می‌شود.

۴ در مورد دو نمونه گاز با تعداد مول و شرایط متفاوت:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{P_2 V_2}{T_2}}{\frac{P_1 V_1}{T_1}}$$

(شیمی دهم فصل ۳)

۵ غلظت مولی محلول (تعداد مول حل شونده در یک لیتر از محلول):

$$M = \frac{\text{تعداد مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}$$

$$M = \frac{\text{تعداد مول حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب میلی لیتر}} \times 1000$$



۱ تعداد مول هر ماده با تقسیم جرم به جرم مولی آن به دست می‌آید.

۲ تعداد مول هر ماده گازی در شرایط STP، با تقسیم حجم گاز بر حسب لیتر به ۲۲/۴ به دست می‌آید.

اگر حجم گاز بر حسب میلی لیتر باشد، باید به ۲۲۴۰۰ تقسیم شود.

(شیمی دهم فصل ۳)

۶ درصد جرمی هر ماده در محلول آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

در این رابطه باید یکای صورت و مخرج یکسان باشد.

(شیمی دهم فصل ۳)

۷ غلظت ppm (جرم ماده حل شونده در ۱۰^۶ گرم از محلول):

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

در این رابطه باید یکای صورت و مخرج یکسان باشد.

همچنین می‌توان از رابطهٔ زیر برای محاسبهٔ غلظت ppm استفاده نمود:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم مادهٔ حل‌شونده بر حسب میلی‌گرم}}{\text{جرم محلول بر حسب کیلوگرم}}$$

(شیمی دهم فصل ۳)

$$\text{ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی}$$

(شیمی دهم فصل ۳)

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}}$$

(شیمی دهم فصل ۳)

$$M = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times \text{جرم مولی}}$$

(شیمی دهم فصل ۳)

$$100 \times \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}} = \text{انحلال پذیری}$$

(شیمی دهم فصل ۳)

۱۲ محاسبهٔ جرم رسوب تولیدشده به هنگام تغییر دمای محلول سیرشده: اگر انحلال‌پذیری ماده‌ای در دماهای T_1 و T_2 به ترتیب برابر S_1 و S_2 گرم در ۱۰۰ گرم حلال بوده و $S_2 > S_1$ باشد، جرم رسوب تولیدشده ضمن تغییر دمای m گرم محلول سیرشده از دمای T_2 به دمای T_1 برابر است با:

$$m \times \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

۱۳ کسرهای مشخص‌کننده نسبت مول به ضریب هر یک از مواد در حل مسائل استوکیومتری واکنش‌ها:

(شیمی دهم فصل‌های ۲ و ۳ و شیمی یازدهم فصل ۱)

$$\frac{\text{تعداد مول کول}}{N_A \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{حجم گاز در شرایط STP بر حسب لیتر}}{22.4 \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{جرم ماده (خالص) بر حسب گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{تعداد مول ماده}}{\text{ضریب مولی ماده}}$$

$$10^{23} \times 0.2 / 6 \rightarrow \text{عده اواگادرو}$$

$$\frac{\text{درصد خلوص} \times \text{جرم ماده ناخالص بر حسب گرم}}{100} = \frac{\text{حجم گاز در شرایط STP بر حسب میلی‌لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی} \times 22400}$$

$$\frac{\text{غلظت مولار} \times \text{حجم محلول بر حسب میلی‌لیتر}}{1000 \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{غلظت مولار} \times \text{حجم محلول بر حسب لیتر}}{\text{ضریب مولی}}$$

$$\frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول بر حسب گرم}}{10^4} = \frac{\text{درصد جرمی} \times \text{جرم محلول بر حسب گرم}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$$

(شیمی یازدهم - فصل ۱)

$$100 \times \frac{\text{مقدار ماده خالص}}{\text{مقدار ماده ناخالص}} = \text{درصد خلوص}$$

(شیمی یازدهم - فصل ۱)

$$100 \times \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} = \text{بازده درصدی}$$

۱۴ درصد خلوص یک ماده:

۱۵ بازده درصدی واکنش:

تغییر pH محلول‌های اسیدی و بازی بر اثر تغییر حجم محلول



تیب ۵ تغییر pH محلول یک اسید قوی بر اثر رقیق کردن

اگر حجم محلول یک اسید قوی (یک ظرفیتی) را با افزودن آب n برابر کنیم، pH محلول به اندازه $\log n$ افزایش می‌یابد.

$$pH_{\text{(محلول رقیق)}} = pH_{\text{(محلول اولیه)}} + \log n$$



۱ اگر به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 2$ ، ۴۰۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم، pH محلول جدید به چند می‌رسد؟

پاسخ حجم محلول رقیق شده، $\frac{100+400}{100} = 5$ برابر حجم محلول اولیه است. بنابراین:

$$pH_{\text{جدید}} = 2 + \log 5 = 2 + 0.7 = 2.7$$

۲ ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 2$ موجود است. برای این که pH آن به $3/2$ برسد، چند میلی‌لیتر آب لازم است به آن اضافه کنیم؟

پاسخ میزان افزایش pH محلول برابر $1/2$ است. بنابراین:

$$\log n = 1/2 \Rightarrow n = 10^{1/2} = 10^1 \times 10^{1/2} = 10 \times 2 = 20$$

$$\Rightarrow \text{حجم محلول جدید} = 20 \times 200 = 4000 \text{ mL}$$

پس حجم محلول با افزودن آب باید ۲۰ برابر شود:

$$\Rightarrow \text{حجم آب افزوده شده} = 4000 - 200 = 3800 \text{ mL}$$

تیب ۶ تغییر pH محلول یک باز قوی بر اثر رقیق کردن

اگر حجم محلول یک باز قوی را با افزودن آب n برابر کنیم، pH محلول به اندازه $\log n$ کاهش می‌یابد.

$$pH_{\text{(محلول رقیق شده)}} = pH_{\text{(محلول اولیه)}} - \log n$$



به ۵۰ میلی‌لیتر محلول سود با $pH = 12$ ، چند میلی‌لیتر آب اضافه کنیم تا pH محلول به $11/2$ برسد؟

پاسخ میزان کاهش pH برابر 0.7 است. پس:

$$\log n = 0.7 \Rightarrow n = 10^{0.7} = 10^1 \times 10^{-0.3} = 10 \times \frac{1}{2} = 5$$

$$\text{حجم آب اضافه شده} = (5 \times 50) - 50 = 200 \text{ mL}$$

پس حجم محلول باید ۵ برابر شود. بنابراین:

تیب ۷ تغییر pH محلول یک اسید ضعیف (یک ظرفیتی) بر اثر رقیق کردن

اگر حجم محلول اسید خیلی ضعیف HA را با افزودن آب n برابر کنیم، برای ثابت ماندن K_a اسید، درجهٔ یونش اسید در محلول رقیق شده، $\sqrt{n}$ برابر می‌شود و pH محلول به اندازه $\log \sqrt{n}$ افزایش می‌یابد.

$$pH_{\text{(محلول رقیق شده)}} = pH_{\text{(محلول اولیه)}} + \log \sqrt{n}$$



اگر به ۵۰ میلی‌لیتر محلول اسیدی با $\alpha = 0.1$ و $K_a = 10^{-6}$ در دمای ثابت، ۱۵۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم، pH محلول جدید چقدر می‌شود؟

پاسخ حجم محلول از ۵۰ میلی‌لیتر به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسیده و ۴ برابر شده است ($n = 4$). پس pH به اندازه $\log \sqrt{4}$

یعنی $\log 2 = 0.3$ واحد افزایش می‌یابد. pH محلول اولیه را حساب می‌کنیم:

$$K_a \simeq \alpha^2 \cdot M \Rightarrow 10^{-6} = (10^{-2})^2 \times M \Rightarrow M = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow pH_{\text{اولیه}} = -\log(\alpha \cdot M) = -\log(0.1 \times 0.1) = 4 \Rightarrow pH_{\text{محلول رقیق شده}} = 4 + 0.3 = 4.3$$

تعیین ۸ تغییر pH محلول یک باز ضعیف (یک ظرفیتی) بر اثر رقیق کردن

اگر حجم محلول یک باز خیلی ضعیف را با افزودن آب n برابر کنیم، pH محلول به اندازه $\log \sqrt{n}$ کمتر می‌شود.

$$pH_{(محلول\ رقیق\ شده)} = pH_{(محلول\ اولیه)} - \log \sqrt{n}$$



مثال

محلولی از آمونیاک به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر و $pH = 11$ موجود است. چند میلی‌لیتر آب لازم است به محلول اضافه کنیم که pH آن به ۱۰/۷ برسد؟ (ثابت یونش آمونیاک در این شرایط برابر 10^{-5} است.)

پاسخ pH محلول از ۱۱ به ۱۰/۷ می‌رسد، یعنی ۰/۳ واحد کمتر می‌شود. بنابراین:

$$\log \sqrt{n} = 0.3 \Rightarrow \sqrt{n} = 10^{0.3} = 2 \Rightarrow n = 4$$

پس حجم محلول آمونیاک باید ۴ برابر شود. بنابراین: $حجم\ آب\ مورد\ نیاز = (4 \times 100) - 100 = 300\ mL$

تعیین pH محلول حاصل از مخلوط شدن محلول دو یا چند اسید یا باز قوی



• **حالت اول** اگر دو محلول خاصیت مشابه داشته باشند (هر دو اسیدی یا هر دو بازی باشند) در این صورت:

- ۱ شمار مول H^+ (یا OH^-) در هریک از محلول‌ها را مشخص می‌کنیم.
- ۲ مجموع شمار مول‌های H^+ (یا OH^-) کل محلول‌ها را به مجموع حجم محلول‌ها تقسیم می‌کنیم تا $[H^+]$ ($[OH^-]$) در محلول نهایی مشخص شود.

۳ اگر دو اسید یا یکدیگر مخلوط شده باشند، با استفاده از رابطه $pH = -\log[H^+]$ ، به محاسبه pH محلول نهایی می‌پردازیم. در صورتی که دو باز یا یکدیگر مخلوط شده باشند، با استفاده از رابطه $pOH = -\log[OH^-]$ به محاسبه pOH پرداخته و سپس از طریق رابطه: $pH + pOH = 14$ اقدام به محاسبه pH محلول نهایی می‌کنیم.

• **حالت دوم** اگر دو محلول خاصیت متفاوتی داشته باشند (یکی اسیدی و دیگری بازی باشد)، در این صورت:

- ۱ شمار مول‌های H^+ در محلول اسید و نیز شمار مول‌های OH^- در محلول باز را حساب می‌کنیم.
- ۲ اگر شمار مول‌های H^+ بیشتر از شمار مول‌های OH^- باشد، $[H^+]$ در محلول نهایی را از رابطه (I) و اگر عکس آن باشد، $[OH^-]$ در محلول نهایی را از رابطه (II) به دست می‌آوریم:

$$(I) [H^+] = \frac{\text{شمار مول‌های } (H^+) - \text{شمار مول‌های } (OH^-)}{\text{حجم محلول نهایی}}$$

$$(II) [OH^-] = \frac{\text{شمار مول‌های } (OH^-) - \text{شمار مول‌های } (H^+)}{\text{حجم محلول نهایی}}$$

۳ با معلوم شدن $[H^+]$ (یا $[OH^-]$) در محلول نهایی، pH (یا pOH) را برای محلول نهایی حساب می‌کنیم.



تذکر

در هر دو حالت بالا، pH محلول نهایی حتماً عددی بین pH دو محلول ابتدایی است.

تیپ ۹ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن چند اسید قوی با یکدیگر

در حل این تیپ از مسائل، شمار مول H^+ حاصل از هریک از اسیدها را حساب کرده و با تقسیم مجموع مول‌های H^+ به حجم کل محلول نهایی، $[H^+]$ محلول نهایی را به‌دست آورده و از آن جا، pH محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم.



اگر در ۸ لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 2/3$ ، ۲ لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 1/5$ و $3/65$ گرم گاز هیدروژن کلرید وارد کنیم، pH محلول به‌دست آمده چه قدر است؟ ($Cl = 35/5$, $H = 1$: $g \cdot mol^{-1}$)

پاسخ

$$\text{محل اول: } [H^+] = 10^{-2/3} = 10^{-2} \times 10^{-1/3} = 0/1 \times \frac{1}{3} = 0/005 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{محل دوم: } [H^+] = 10^{-1/5} = 10^{-2} \times 10^{1/5} = 0/03 \text{ mol.L}^{-1}$$

گاز HCl وارد شده شامل $\frac{3/65}{36/5}$ یا $0/1$ مول است که $0/1$ مول H^+ به وجود می‌آورد.

$$\Rightarrow [H^+] \text{ در محلول نهایی} = \frac{(8 \times 0/005) + (2 \times 0/03) + 0/1}{10} = 0/02 \text{ mol.L}^{-1}$$

دقت کنید که وارد کردن $3/65$ گرم HCl در ۱۰ لیتر محلول، حجم محلول را تقریباً تغییر نمی‌دهد.

$$\Rightarrow pH_{\text{نهایی}} = -\log 0/02 = \log \frac{100}{2} = 2 - \log 2 = 2 - 0/3 = 1/7$$

تیپ ۱۰ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن چند باز قوی با یکدیگر

در حل این تیپ از مسائل، شمار مول OH^- حاصل از هر یک از بازها را حساب کرده و با تقسیم مجموع مول‌های OH^- به حجم کل محلول نهایی، $[OH^-]$ محلول نهایی را به‌دست آورده و از آنجا pH محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم.



در ۴ لیتر محلول سود با $pH = 12/7$ ، یک لیتر محلول سود با $pH = 12/2$ و ۴ گرم $NaOH$ وارد می‌کنیم. pH محلول به‌دست آمده چه قدر است؟ ($NaOH = 40$: $g \cdot mol^{-1}$)

پاسخ

$$\text{محل اول: } pH = 12/7 \Rightarrow pOH = 1/7 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1/7} = 10^{-1} \times 10^{-1/7} = 0/05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{محل دوم: } pH = 12/2 \Rightarrow pOH = 0/2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-0/2} = 10^{-1} \times 10^{1/2} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$NaOH$ جامد وارد شده، $\frac{4}{40}$ یا $0/1$ مول است. تغییر حجم ناشی از وارد کردن ۴ گرم $NaOH$ در ۵ لیتر محلول، ناچیز و قابل صرف‌نظر کردن است. بنابراین:

$$[OH^-] = \frac{(4 \times 0/05) + (1 \times 0/2) + 0/1}{5} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow pOH = -\log 0/1 = 1 \Rightarrow pH = 14 - 1 = 13$$

تعیین pH محلول حاصل از مخلوط شدن چند اسید و باز قوی با یکدیگر



اگر ۲۵۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 1$ ، ۷۵۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 1/2$ و ۱۰۰۰ میلی لیتر محلول سود با $pH = 12/7$ را با هم مخلوط کنیم، pH محلول حاصل چقدر است؟

پاسخ مجموع شمار مول‌های H^+ موجود در دو محلول اسیدی را حساب می‌کنیم. از طرف دیگر، شمار مول‌های OH^- در محلول سود را هم حساب می‌کنیم. با توجه به این که هریک مول H^+ با یک مول OH^- یکدیگر را خنثی می‌کنند، مشخص می‌کنیم چند مول از کدام یک از دو یون H^+ یا OH^- در محلول نهایی باقی می‌ماند و آنگاه با توجه به حجم محلول نهایی، غلظت مولی یون باقی‌مانده را حساب می‌کنیم تا از آن جا، pH محلول نهایی را به دست آوریم.

$$\text{محلول شماره ۱ نیتریک اسید: } pH = 1 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1} \Rightarrow 250 \times 10^{-1} = 25 \text{ mmol } H^+$$

$$\text{محلول شماره ۲ نیتریک اسید: } pH = 1/2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/2} = 0.7 \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow 750 \times 0.7 = 15 \text{ mmol } H^+$$

$$\text{مجموع مقدار یون } H^+ \text{ در دو محلول} = 25 + 15 = 40 \text{ mmol } H^+$$

$$\text{محلول سود: } pH = 12/7 \Rightarrow 12/7 = 14 + \log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1/7} = 10^{-0.14} \times 10^{-1} = 0.7 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\Rightarrow 1000 \times 0.7 = 50 \text{ mmol } OH^-$$

به این ترتیب مشخص می‌شود که مقدار یون OH^- بیشتر از مقدار یون H^+ است؛ پس در محلول نهایی باید $[OH^-]$ را محاسبه کنیم:

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{50 - 40}{250 + 750 + 1000} = \frac{1}{200} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\Rightarrow pH_{\text{نهایی}} = 14 + \log \frac{1}{200} = 14 - \log 200 = 14 - \log (100 \times 2) = 14 - 2 - 0.3 = 11.7$$

مسائل استوکیومتری واکنش + pH



صفحه ۳۰ تا ۳۲ کتاب درسی

برای یادگیری این قسمت لازم است روش برابری مول به ضریب را قبل از این یاد گرفته باشید. این روش دو ویژگی مهم دارد:

- ۱ یادگیری آن آسان بوده و زمان بر نیست، یعنی سریع یادش می‌گیری.
 - ۲ کوتاه‌ترین راه ممکن برای رسیدن به جواب است و برای کنکور بسیار مناسب است.
- بهتر است همین جا ابتدا مروری بر روش برابری مول به ضریب برای حل مسائل استوکیومتری واکنش‌ها داشته باشیم تا بعد بریم سراغ آموزش چگونگی حل مسائل استوکیومتری واکنش که در آن‌ها pH یا K_a یا K_b هم مطرح شده است.
- اگر A و B، دو ماده از یک واکنش بوده و ضرایب استوکیومتری آن‌ها به ترتیب برابر a و b باشد، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{شمار مول‌های مصرف یا تولید شده A}}{a} = \frac{\text{شمار مول‌های مصرف یا تولید شده B}}{b}$$

برای تشکیل رابطه فوق لازم است در حالت‌های مختلف، بتوانید شمار مول‌های مصرف یا تولید شده یک ماده را حساب کنید.

در جدول زیر، حالت‌های مختلف محاسبهٔ شمار مول‌های (مصرف یا تولیدشده) یک ماده ارائه شده است:

فرمول محاسبهٔ شمار مول‌ها	داده‌ها
$\frac{m(g)}{g \cdot mol^{-1}}$	جرم (خالص) ماده بر حسب گرم $m \Leftarrow$
$\frac{m(g) \times \frac{P}{100}}{g \cdot mol^{-1}}$	جرم ناخالص ماده بر حسب گرم $m \Leftarrow$ درصد خلوص ماده $P \Leftarrow$
$\frac{n}{N_A}$	شمار مولکول‌ها (یا اتم‌ها) $n \Leftarrow$ (N_A عدد آووگادرو و برابر 6.02×10^{23} است.)
$\frac{V(L)}{22.4}$	حجم گاز در شرایط STP بر حسب لیتر $V \Leftarrow$
$\frac{V(mL)}{22400}$	حجم گاز در شرایط STP بر حسب میلی‌لیتر $V \Leftarrow$
$\frac{V(L) \times d(g \cdot L^{-1})}{g \cdot mol^{-1}}$	حجم محلول بر حسب لیتر $V \Leftarrow$ چگالی محلول بر حسب گرم بر لیتر $d \Leftarrow$
$M(mol \cdot L^{-1}) \times V(L)$	حجم محلول بر حسب لیتر $V \Leftarrow$ غلظت مولی محلول $M \Leftarrow$
$\frac{m(g) \times \frac{a}{100}}{g \cdot mol^{-1}}$	جرم محلول بر حسب گرم $m \Leftarrow$ درصد جرمی محلول $a \Leftarrow$
$\frac{m(g) \times \frac{ppm}{10^6}}{g \cdot mol^{-1}}$	جرم محلول بر حسب گرم $m \Leftarrow$ غلظت ppm محلول $ppm \Leftarrow$
$V(L) \times \frac{10 \times a \times d(g \cdot mL^{-1})}{g \cdot mol^{-1}}$	حجم محلول بر حسب لیتر $V \Leftarrow$ درصد جرمی محلول $a \Leftarrow$ چگالی محلول بر حسب گرم بر میلی‌لیتر $d \Leftarrow$
$V(L) \times \frac{ppm \times d(g \cdot mL^{-1})}{1000 \times g \cdot mol^{-1}}$	حجم محلول بر حسب لیتر $V \Leftarrow$ غلظت ppm محلول چگالی محلول بر حسب گرم بر میلی‌لیتر $d \Leftarrow$
$\frac{m(g) \times \frac{S}{100+S}}{g \cdot mol^{-1}}$	جرم محلول بر حسب گرم $m \Leftarrow$ انحلال‌پذیری $S \Leftarrow$



در هر مسئله که بازده درصدی واکنش مطرح شده باشد، مقدار $\frac{\text{بازده درصدی}}{100}$ را در «مول به ضریب» مربوط به ماده واکنش دهنده ضرب می‌کنیم و اگر هر دو ماده معلوم و مجهول، واکنش دهنده باشند، مقدار $\frac{\text{بازده درصدی}}{100}$ را در «مول به ضریب» ماده واکنش دهنده‌ای ضرب می‌کنیم که مجهول است.

تیب‌بندی مسائل مربوط به واکنش‌های اسید و باز که در آن‌ها، pH یا ثابت یونش اسید یا باز مطرح شده است.

تیب ۱ مسائل که pH داده شده است

ابتدا مقدار غلظت مولی (M) محلول اسید یا باز را با توجه به یکی از روابط زیر به دست آورده و سپس «مول به ضریب» اسید و باز را برابر هم قرار می‌دهیم.

برای اسید یک‌ظرفیتی: $\alpha \cdot M = 10^{-\text{pH}}$

برای باز یک‌ظرفیتی: $\alpha \cdot M = 10^{-\text{pOH}}$



۱ برای خنثی کردن چهار لیتر محلول نیتریک‌اسید با $\text{pH} = 2$ ، چند گرم NaOH با خلوص ۸۰٪ مصرف می‌شود؟ (ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند؛ $\text{NaOH} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$)



پاسخ ابتدا غلظت مولی محلول نیتریک‌اسید را با توجه به pH محلول به دست می‌آوریم:

$$\alpha \cdot M = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow 1 \times M = 10^{-2} \Rightarrow M = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{4 \times 0.01}{1} = \frac{x \times \frac{80}{100}}{1 \times 40} \Rightarrow x = 2 \text{ g NaOH (ناخالص)}$$

حالا نسبت مول به ضریب اسید و باز را برابر هم قرار می‌دهیم:

۲ برای خنثی کردن ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول آمونیاک با $\text{pH} = 11$ و $\alpha = 0.4$ ، چند گرم محلول ۴/۹ درصد جرمی سولفوریک‌اسید لازم است؟ ($\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g.mol}^{-1}$)



پاسخ ابتدا غلظت مولی محلول آمونیاک را به دست می‌آوریم:

$$\text{NH}_3: \text{pH} = 11 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 11 = 3, \alpha \cdot M = 10^{-\text{pOH}} \Rightarrow 0.4 \times M = 10^{-3} \Rightarrow M = 0.0025 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا «نسبت مول به ضریب» دو ماده را برابر هم قرار می‌دهیم:

$$\frac{0.8 \times 0.0025}{2} = \frac{x \times \frac{4.9}{100}}{1 \times 98} \Rightarrow x = 2.0 \text{ g (محلول سولفوریک‌اسید)}$$

تیب ۲ مسائل که pH خواسته شده است

ابتدا با برقراری رابطه زیر غلظت مولی محلول اسید یا باز را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{شمارمول‌های اسید}}{\text{ضریب استوکیومتری اسید}} = \frac{\text{شمارمول‌های باز}}{\text{ضریب استوکیومتری باز}}$$

سپس pH محلول را از یکی از دو رابطهٔ زیر برای اسید یا باز یک‌ظرفیتی حساب می‌کنیم:

برای اسید یک‌ظرفیتی: $\text{pH} = -\log(\alpha \cdot M)$

برای باز یک‌ظرفیتی: $\text{pH} = 14 + \log(\alpha \cdot M)$



در مورد بازها، می‌توانیم ابتدا به محاسبهٔ pOH محلول از رابطهٔ $\text{pOH} = -\log(\alpha \cdot M)$ پرداخته و سپس، pH محلول را از رابطهٔ $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ تعیین کنیم.



۱ اگر برای خنثی کردن ۲۵ میلی‌لیتر محلول نیتریک‌اسید، یک کیلوگرم محلول ۷۴ ppm کلسیم‌هیدروکسید مصرف شده باشد، pH محلول نیتریک‌اسید مورد استفاده چقدر است؟ ($\text{Ca(OH)}_2 = 74 \text{ g.mol}^{-1}$)



پس: ابتدا «مول به ضریب» اسید و باز را برابر هم قرار می‌دهیم تا غلظت مولی محلول نیتریک‌اسید را به دست آوریم:

$$\frac{M \times 25 \times 10^{-3}}{2} = \frac{1000 \times \frac{74}{10^6}}{1 \times 74} \Rightarrow M = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا با داشتن غلظت مولی محلول نیتریک‌اسید، می‌توان pH محلول اسید را محاسبه کرد:

$$\text{pH} = -\log(\alpha \cdot M) = -\log(1 \times 0.8) = \log \frac{100}{8} = 2 - 2 \log 2 \Rightarrow \text{pH} = 2 - 2(0.3) = 1.4$$

۲ برای خنثی‌شدن ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با $\text{pH} = 1.7$ ، ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول آمونیاک با درجهٔ

یونش $\alpha = 0.4$ مصرف شده است. pH محلول آمونیاک چه قدر است؟ $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$

پس: با توجه به مقدار pH محلول اسید، غلظت مولی محلول را حساب می‌کنیم:

$$\alpha \cdot M = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow 1 \times M = 10^{-1.7} \Rightarrow M = 10^{-2} \times 10^{0.3} \Rightarrow M = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا نسبت مول به ضریب دو ماده را برابر هم قرار می‌دهیم تا غلظت مولی محلول آمونیاک را به دست آوریم:

$$\frac{400 \times M}{1} = \frac{100 \times 0.2}{1} \Rightarrow M = 0.5 \text{ mol.L}^{-1} \text{ (محلول آمونیاک)}$$

حالا می‌توان pOH و از آن‌جا، pH محلول آمونیاک را حساب کرد:

$$\text{pOH} = -\log(\alpha \cdot M) \Rightarrow \text{pOH} = -\log(0.4 \times 0.5) = -\log(0.2) = -\log(2 \times 10^{-2}) =$$

$$2 - \log 2 = 2 - 0.3 = 1.7 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 1.7 = 12.3$$

تیب ۳ مسائلی که ثابت یونش اسید یا باز یک‌ظرفیتی داده شده است

ابتدا مقدار غلظت مولی (M) محلول اسید یا باز را با استفاده از یکی از دو رابطهٔ زیر به دست آورده و سپس شمار مول‌های اسید یا باز را از حاصل ضرب: «حجم محلول × غلظت مولی محلول» تعیین می‌کنیم.

مثال

۱ برای خنثی کردن ۸ لیتر محلول HA با $K_a = 10^{-4}$ و $\alpha = 0.02$ ، در حدود چند گرم کلسیم هیدروکسید لازم است؟ (با فرض این که بازده واکنش ۹۲/۵٪ باشد، $(Ca = 40, O = 16, H = 1; g \cdot mol^{-1})$)

پاسخ اسید یک ظرفیتی و باز دو ظرفیتی است. بنابراین،
در این مرحله باید با توجه به مقدار K_a و α اسید HA، غلظت مولی (M) محلول HA را حساب کنیم. چون اسید خیلی ضعیف است، می توان از رابطه تقریبی « $K_a \simeq \alpha^2 \cdot M$ » استفاده کرد:

$$K_a \simeq \alpha^2 \cdot M = (0.02)^2 \times M = 10^{-4} \Rightarrow M = 0.025 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

حالا می توان «نسبت مول به ضریب» دو ماده را برابر هم قرار داد:

$$\frac{0.025 \times 8}{2} = \frac{x \times \frac{92.5}{100}}{1 \times 74} \Rightarrow x = 8.0 \text{ g Ca(OH)}_2 \text{ (aq)}$$

۲ برای خنثی شدن ۲۰۰ گرم محلول ۶/۳ درصد جرمی نیتریک اسید، ۵ لیتر محلول دی اتیل آمین مصرف می شود. اگر درجه یونش دی اتیل آمین در محلول آن برابر ۰/۲ باشد، ثابت یونش دی اتیل آمین چقدر است؟ ($HNO_3 = 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



پاسخ برای محاسبه K_b دی اتیل آمین، ابتدا لازم است غلظت مولی محلول آن را حساب کنیم. برای تعیین غلظت مولی دی اتیل آمین، کافی است «نسبت مول به ضریب» آن را برابر «نسبت مول به ضریب» نیتریک اسید قرار دهیم:

$$\frac{M \times 5}{1} = \frac{200 \times \frac{6.3}{100}}{1 \times 63} \Rightarrow M = 0.04 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

حالا با داشتن α و M دی اتیل آمین، می توان ثابت یونش آن را حساب کرد:

$$K_b = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1 - \alpha} = \frac{(0.2)^2 \times 0.04}{1 - 0.2} = 2 \times 10^{-3}$$

تیب ۴ مسائلی که K_a یا K_b اسید یا باز یک ظرفیتی خواسته شده است

ابتدا با برابر قرار دادن نسبت «مول به ضریب» اسید و باز، غلظت مولی محلول اسید یا باز را به دست آورده و سپس K_a یا K_b را از یکی از روابط زیر حساب می کنیم:

$$K_a \simeq \alpha^2 \cdot M \quad \text{یا} \quad K_b \simeq \alpha^2 \cdot M \quad \text{برای اسید یا بازی که خیلی ضعیف باشد.}$$

$$K_a = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1 - \alpha} \quad \text{و} \quad K_b = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1 - \alpha} \quad \text{برای اسید یا بازی که خیلی ضعیف نباشد.}$$

تذکر

معیار «خیلی ضعیف» بودن یا نبودن اسید یا باز چیست؟

معمولاً اگر $\alpha < 0.1$ یا $K < 10^{-3}$ باشد، اسید یا باز را خیلی ضعیف در نظر گرفته و K_a یا K_b را (با فرض $1 - \alpha \simeq 1$) از روابط تقریبی محاسبه می کنیم.

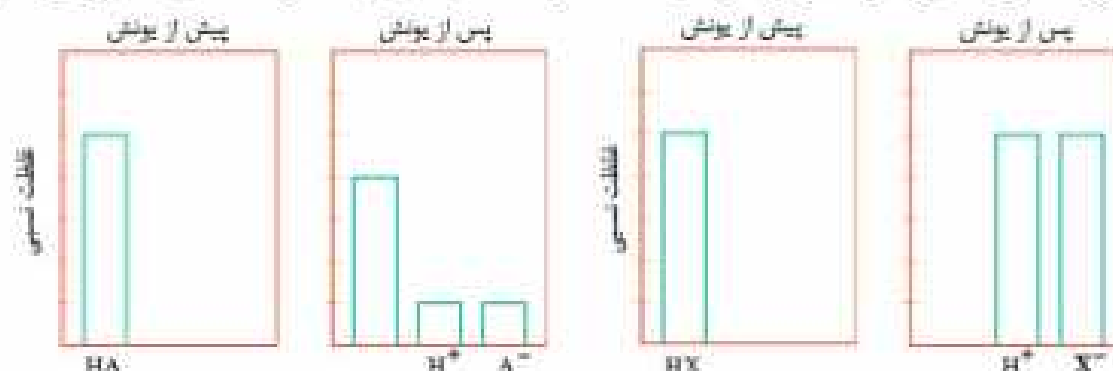
مثال

۱ اگر ۱/۵ لیتر محلول آمونیاک با $pH = 11$ و $\alpha = 0.05$ با ۰/۵ لیتر محلول اسید HA با $\alpha = 0.04$ واکنش دهد، ثابت یونش اسید HA چقدر است؟

پاسخ ابتدا غلظت مولی محلول آمونیاک را حساب می کنیم. سپس «نسبت مول به ضریب» اسید و باز را برابر هم قرار داده و از آن جا غلظت مولی محلول HA را محاسبه می کنیم تا بتوانیم K_a اسید HA را نیز به دست آوریم.

PH + ثابت یونش

۸۵۲. با توجه به شکل زیر، که فرایند یونش محلول دو اسید HA و HX (با حجم، دما و غلظت یکسان) را نشان می‌دهد، کدام موارد زیر درست است؟



الف: pH محلول اسید HA، کوچک‌تر از pH محلول اسید HX است.

ب: [H⁺] در محلول اسید HX، ۴ برابر [H⁺] در محلول اسید HA است.

پ: اگر غلظت مولار آغازین HA برابر ۰/۸ باشد، ثابت یونش آن برابر ۰/۴ است.

ت: اگر A و X دو عنصر از گروه ۱۷ جدول تناوبی باشند، به یقین، جرم مولی HX از جرم مولی HA بیشتر است.

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

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

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

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

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

(۴) [OH⁻] در محلول به تقریب برابر 5×10^{-13} است.

(۵) pH محلول برابر ۳/۷ است.

۸۵۴. در دمای ثابت، ۵/۴ گرم اسید ضعیف HX و ۳ گرم اسید ضعیف HY در دو ظرف جداگانه، به ترتیب در ۲ و ۱ لیتر آب مقطر حل می‌شوند. اگر [X⁻] با [Y⁻] برابر باشد، کدام مورد دربارهٔ آن‌ها، نادرست است؟ ($HX = 60, HY = 50 \text{ g.mol}^{-1}$)

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

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

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

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

۸۵۵. ۱۲ گرم اسید ضعیف HA ($M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$) را در دمای اتاق در مقدار کمی آب خالص حل کرده و حجم محلول را با افزودن آب بیشتر، به ۲۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. اگر pH آب خالص ۴ واحد تغییر کند، ثابت یونش اسید HA به تقریب کدام است؟

(۱) 10^{-2} (۲) 4×10^{-2} (۳) 10^{-6} (۴) 4×10^{-6}

۸۵۶. چند گرم تری‌کلرواتانوئیک‌اسید (Cl_3CCOOH ; $K_a \approx 2/5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$) را باید در یک لیتر آب حل کرد تا pH محلول به ۱ برسد؟ ($\text{Cl} = 35/5, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۶/۵۴ (۲) ۸/۱۷ (۳) ۱۶/۳۵ (۴) ۲۲/۸۹

۸۵۷. اگر از انحلال ۰/۲۵۸ گرم از اسید آلی (HA) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، محلولی با pH = ۲ به دست آید، جرم مولی این اسید چند گرم است؟ (از تغییر حجم محلول چشم‌پوشی شود، $K_a = 10^{-2}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۵۸. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۵۹. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۶۰. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۶۱. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۶۲. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۶۳. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ ($\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۸۵۹. از انحلال ۵/۷۵ گرم فورمیک‌اسید در آب در یک دمای مشخص، محلولی با $\text{pH} = ۲/۳$ به دست می‌آید. اگر ثابت یونش اسید برابر ۲×10^{-5} باشد، حجم محلول، به تقریب، برابر چند لیتر است و به تقریب، چند گرم دیگر فورمیک‌اسید باید به این محلول، در همان دما اضافه شود تا $\text{pH} = ۲/۱$ شود؟ (از تغییر حجم محلول بر اثر اضافه کردن فورمیک‌اسید صرف‌نظر شود، $(\text{H} = ۱, \text{C} = ۱۲, \text{O} = ۱۶ : \text{g.mol}^{-1})$)

(تجربی ۱۴۰۷)

- (۱) ۸/۹۷ و ۰/۱ (۲) ۸/۹۷ و ۰/۵ (۳) ۹/۸۷ و ۰/۱ (۴) ۹/۸۷ و ۰/۵

۸۶۰. pH یک نمونه محلول ۰/۲ گرم بر لیتر اسید ضعیف HA با جرم مولی ۲۰ گرم، برابر ۴/۲۲ است. ثابت یونش اسیدی آن در دمای آزمایش به تقریب کدام است و چند درصد آن یونیده شده است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $(\frac{1}{10/22} = 0/6)$)

(ریاضی ۹۹)

- (۱) $0/6$ ، $3/6 \times 10^{-7}$ (۲) $0/4$ ، $3/6 \times 10^{-7}$ (۳) $0/7$ ، $4/9 \times 10^{-7}$ (۴) $0/5$ ، $4/9 \times 10^{-7}$

۸۶۱. ۱۰ لیتر گاز آمونیاک با چگالی ۳/۴ گرم بر لیتر را در مقداری آب حل کرده و با افزودن آب، حجم محلول را به ۴ لیتر می‌رسانیم. یک لیتر محلول سود با $\text{pH} = ۱۴$ به محلول حاصل اضافه می‌کنیم. اگر ثابت یونش آمونیاک برابر 2×10^{-5} باشد، در محلول به دست آمده، $[\text{NH}_4^+]$ چند مول بر لیتر است؟ ($\text{NH}_3 = 17 \text{ g.mol}^{-1}$)

(شبیه‌سازی تجربی خارج ۹۶)

- (۱) 2×10^{-4} (۲) 2×10^{-5} (۳) 4×10^{-5} (۴) 8×10^{-5}

۸۶۲. مقدار K_a اسید HA برابر $2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با $\text{pH} = ۱$ حل شود، $[\text{A}^-]$ به تقریب، به چند مول بر لیتر می‌رسد؟

(تجربی خارج ۹۶)

- (۱) 2×10^{-4} (۲) $4/5 \times 10^{-4}$ (۳) 2×10^{-3} (۴) $4/5 \times 10^{-2}$

۸۶۳. در دمای ثابت، درصد یونش اسید HA ، نصف درصد یونش اسید HX با pH برابر ۴/۳ و غلظت آغازین 2×10^{-4} مولار است. اگر ثابت یونش HA برابر 4×10^{-5} باشد، غلظت مولی آغازین HA کدام است؟

(تجربی خارج ۱۴۰۷)

- (۱) $1/96 \times 10^{-2}$ (۲) $2/24 \times 10^{-2}$ (۳) $2/56 \times 10^{-2}$ (۴) $6/40 \times 10^{-2}$

۸۶۴. محلول دو اسید ضعیف HA و HD در دو ظرف جداگانه با غلظت تعادلی ۰/۰۵ مولار موجود است. اگر نسبت ثابت یونش HD به ثابت یونش HA به تقریب برابر 10^{-6} باشد، pH محلول HA ——— واحد از pH محلول HD ——— است. (ریاضی ۱۴۰۷)

- (۱) $1/3$ - کوچک‌تر (۲) 2 - کوچک‌تر (۳) $1/3$ - بزرگ‌تر (۴) 2 - بزرگ‌تر

pH + غلظت محلول (درصد جرمی و ppm)

۸۶۵. pH محلول پتاسیم هیدروکسید با غلظت ۱۱۲۰۰ ppm کدام است؟ ($(\text{K} = 39, \text{O} = 16, \text{H} = 1 : \text{g.mol}^{-1}, d_{\text{محلول}} = 1/25 \text{ g.mL}^{-1})$)

- (۱) ۱/۶ (۲) ۱۱/۲ (۳) ۱۳/۴ (۴) ۱۲/۴

۸۶۶. اگر pH محلول ۲ درصد جرمی استیک‌اسید ($M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$) با چگالی $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$ برابر ۲/۷ باشد، درصد یونش این اسید کدام است؟

- (۱) ۰/۰۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۰/۲۵ (۴) ۲/۵

۸۶۷. در محلول ۳/۲ درصد جرمی اسید HA با چگالی ۱/۰۵ گرم بر میلی‌لیتر، pH محلول برابر ۱ است. اگر جرم مولی HA برابر ۸۴ گرم بر مول باشد، $[\text{HA}]$ در این محلول، چند برابر $[\text{H}^+]$ است؟ (شبیه‌سازی تجربی خارج ۹۹)

- (۱) ۳ (۲) ۶ (۳) ۱۹ (۴) ۳۸

۸۶۸. غلظت یون هیدروکسید در یک محلول، ۲۰۰ برابر غلظت یون H^+ در محلول کلسیم هیدروکسید با چگالی ۱ گرم بر میلی‌لیتر و درصد جرمی ۳/۷ است. pH این محلول کدام است؟ ($(\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{H} = 1 : \text{g.mol}^{-1})$)

- (۱) ۲/۳ (۲) ۳/۴ (۳) ۸ (۴) ۱۱/۷

۸۶۹. محلولی از اسید HA دارای $\text{pH} = 1/5$ و $K_a = 5 \times 10^{-2}$ است. اگر چگالی این محلول ۱/۱۲ گرم بر میلی‌لیتر و درصد جرمی HA در محلول برابر ۱/۵٪ باشد، جرم مولی HA برابر چند است؟ ($\log 3 = 0/5$) (شبیه‌سازی ریاضی ۹۸)

- (۱) ۸۰ (۲) ۹۵ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۴۵

۸۷۰. اگر pH محلول ۴/۵ درصد جرمی هیدروبرمیک‌اسید با چگالی $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$ با pH محلول $1/6$ مولار اسید ضعیف HA برابر باشد، ثابت یونش اسید HA کدام است؟

- (۱) $0/36$ (۲) $0/6$ (۳) $3/6 \times 10^{-2}$ (۴) 6×10^{-4}

۸۷۱. غلظت ppm محلولی از آمونیاک با چگالی $1/2$ گرم بر میلی‌لیتر و $\text{pH} = 12/1$ و $K_b = 2/5 \times 10^{-4}$ به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ ($N = 14, H = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) 8700 (۲) 10400 (۳) 18600 (۴) 27200

PH و ثابت یونش + رقیق شدن محلول‌ها

اسیدها و بازهای قوی

۸۷۲. با افزودن آب خالص به محلول سدیم هیدروکسید، حجم محلول را ۱۰۰ برابر می‌کنیم. pH این محلول چه تغییری می‌کند؟

- (۱) یک واحد افزایش (۲) دو واحد افزایش (۳) یک واحد کاهش (۴) دو واحد کاهش

۸۷۳. ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار HCl را با ۸۰۰ میلی‌لیتر آب خالص مخلوط می‌کنیم. pH محلول نهایی کدام است؟

- (۱) $1/3$ (۲) $1/7$ (۳) $2/3$ (۴) $2/7$

۸۷۴. به ۱۵۰ میلی‌لیتر آب، چند میلی‌لیتر محلول سود با $\text{pH} = 13/7$ باید افزوده شود تا pH محلول سود به $12/5$ برسد؟

- (۱) 5 (۲) 10 (۳) 20 (۴) 40

۸۷۵. ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با $\text{pH} = 0$ را ۱۰ برابر رقیق کرده‌ایم. اگر چگالی محلول نهایی برابر $1/22 \text{ g.mL}^{-1}$ باشد، درصد جرمی اسید در محلول حاصل کدام است؟ ($\text{HCl} = 36/5 \text{ g.L}^{-1}$)

- (۱) 30 (۲) 3 (۳) $0/3$ (۴) $0/03$

۸۷۶. هرگاه ۵ میلی‌لیتر محلول ۸/۴ درصد جرمی نیتریک‌اسید را در آب حل کرده و حجم محلول را با افزودن آب به ۱۰۰ میلی‌لیتر برسانیم، محلولی با $\text{pH} = 1/1$ به دست می‌آید. چگالی محلول اولیهٔ نیتریک‌اسید چند g.mL^{-1} است؟ ($\text{HNO}_3 = 63 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) 1 (۲) $1/05$ (۳) $1/12$ (۴) $1/2$

۸۷۷. درصد جرمی محلولی از سدیم هیدروکسید، برابر ۲۰ و جرم هر میلی‌لیتر از آن، برابر $1/2$ گرم است. اگر حجم ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول با اضافه کردن آب مقطر، به ۲ لیتر برسد، pH محلول رقیق‌شده در دمای اتاق کدام و غلظت مولی یون هیدروکسید

در ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول رقیق‌شده کدام است؟ ($H = 1, O = 16, Na = 23: \text{g.mol}^{-1}, \log 3 = 0/5$) **انجمن اردیبهشت ۱۳۹۴**

- (۱) $3 \times 10^{-2}, 13$ (۲) $3 \times 10^{-2}, 12/5$ (۳) $3 \times 10^{-2}, 13$ (۴) $3 \times 10^{-2}, 12/5$

۸۷۸. به ۷۰۰ میلی‌لیتر آب، چند میلی‌لیتر محلول نیتریک‌اسید با $\text{pH} = 1/7$ باید اضافه کنیم تا pH محلول حاصل با pH محلول بوتانویک‌اسید با $K_a = 2/5 \times 10^{-5}$ و $\alpha = 10^{-2}$ برابر شود؟

- (۱) 50 (۲) 75 (۳) 100 (۴) 150

اسیدها و بازهای ضعیف

۸۷۹. با افزودن آب به محلولی از HCN با $\text{pH} = 5/7$ در دمای ثابت، حجم محلول را ۴ برابر می‌کنیم. pH تقریبی محلول جدید چقدر است؟

- (۱) 6 (۲) $6/3$ (۳) $6/5$ (۴) $6/7$

۸۸۰. محلولی از اسید HA ($K_a = 10^{-5}$) با غلظت ۰/۱ مولار موجود است. اگر حجم ۵ میلی‌لیتر از این محلول را با افزودن آب به ۵۰۰ میلی‌لیتر برسانیم، در محلول حاصل، $[H^+]$ چند برابر $[OH^-]$ است؟

- (۱) 10^4 (۲) 10^6 (۳) 10^8 (۴) 10^{10}

۸۸۱. چند میلی‌لیتر آب خالص به ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۱ مولار اسید ضعیف HA بیفزاییم تا pH محلول برابر ۳ و درصد یونش اسید برابر ۲ شود؟

- (۱) 475 (۲) 500 (۳) 4750 (۴) 5000

۸۸۲. برای تهیهٔ ۱۲۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید ضعیف HA ($K_a = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$) با $\text{pH} = 4$ به چند میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد جرمی از این اسید با چگالی $1/25 \text{ g.mL}^{-1}$ نیاز است؟ ($\text{HA} = 50 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) $0/6$ (۲) $1/2$ (۳) $1/8$ (۴) $2/4$

۸۸۳. چند میلی‌لیتر محلول ۰/۰۴ مولار اسید ضعیف HA ($K_a = 10^{-6}$) را در دمای ثابت تا حجم یک لیتر رقیق کنیم تا درجه یونش اسید دو برابر شود؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۵۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۴۰۰

۸۸۴. در دمای ثابت، به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید ضعیف HA با $K_a = 10^{-5}$ ، ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه می‌شود. درجه یونش اسید، به تقریب چند برابر خواهد شد؟

(ریاضی خارج ۱۴۰۴)

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

۸۸۵. در دمای ثابت، اگر غلظت آغازی یک اسید تک‌پروتون‌دار ($K_a = 2/5 \times 10^{-8}$) را در آب افزایش دهیم تا غلظت آن در حالت تعادل ۲۵ برابر شود، تغییر درجه یونش اسید نسبت به حالت آغازی، به تقریب، چند درصد بوده و pH محلول چند واحد نسبت به محلول آغازی تغییر می‌کند؟

(تجزیی خارج ۱۴۰۰)

- (۱) ۰/۳، ۲۰ (۲) ۰/۷، ۲۰ (۳) ۰/۳، ۸۰ (۴) ۰/۷، ۸۰

۱. pH + مخلوط شدن محلول‌های اسیدی و بازی

< مخلوط شدن محلول‌های اسیدی با یکدیگر

۸۸۶. ۲۰ میلی‌لیتر محلول هیدروبرمیک‌اسید ۰/۲۵ مولار را با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با $\text{pH} = 2$ مخلوط می‌کنیم. pH محلول نهایی کدام است؟

- (۱) ۱/۳ (۲) ۱/۷ (۳) ۲/۳ (۴) ۲/۷

۸۸۷. به تقریب چند لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با $\text{pH} = 1/7$ را به یک لیتر محلول هیدروبرمیک‌اسید ۰/۵ مولار اضافه کنیم تا pH محلول نهایی برابر ۰/۹ شود؟

- (۱) ۲/۵ (۲) ۲/۷۵ (۳) ۳/۲۵ (۴) ۳/۵۷

۸۸۸. چند میلی‌لیتر محلول ۸/۱ درصد جرمی HBr با چگالی $2/5 \text{ g.mL}^{-1}$ باید به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول با $\text{pH} = 1$ از آن اسید اضافه شود تا pH محلول به ۰/۳ برسد؟ ($\text{HBr} = 81 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ۵۰

< مخلوط شدن محلول‌های بازی با یکدیگر

۸۸۹. ۲ لیتر محلول سود با $\text{pH} = 13/3$ و ۸ لیتر محلول باریم‌هیدروکسید با $\text{pH} = 13/7$ و ۷/۴ گرم Ca(OH)_2 خالص را مخلوط کرده و حجم محلول حاصل را با افزودن آب به ۱۲ لیتر می‌رسانیم. pH محلول به دست آمده کدام است؟ ($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۳/۳ (۲) ۱۲/۹ (۳) ۱۲/۳ (۴) ۱۱/۷

< مخلوط شدن محلول‌های اسیدی و بازی با یکدیگر

۸۹۰. ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول نیتریک‌اسید با $\text{pH} = 2$ را به ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم‌هیدروکسید ۰/۰۴ مولار اضافه می‌کنیم. pH محلول کدام است؟

- (۱) ۱/۵ (۲) ۱/۷ (۳) ۱۲/۵ (۴) ۱۲/۳

۸۹۱. در اثر افزودن چند گرم KOH(s) به یک لیتر محلول ۰/۳ مولار هیدروبرمیک‌اسید (HBr(aq))، pH نهایی محلول برابر ۱۳ می‌شود؟ (از تغییر حجم محلول صرف نظر شود). ($\text{KOH} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۲/۸ (۲) ۵/۶ (۳) ۱۱/۲ (۴) ۲۲/۴

۸۹۲. مخلوط a میلی‌لیتر از محلول اسید قوی HA ($\text{pH} = 1/4$) و b میلی‌لیتر از محلول همان اسید ($\text{pH} = 1/7$) با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۳ مولار سدیم‌هیدروکسید خنثی می‌شود. a + b برابر چند میلی‌لیتر است؟

(ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۲۰۰۰

۸۹۳. ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید ۰/۲ مولار، ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم‌هیدروکسید ۰/۱ مولار و ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول NaOH که در هر لیتر از آن ۴ گرم حل‌شونده وجود دارد، با یکدیگر مخلوط می‌شوند. به این محلول، چند میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شود تا pH محلول حاصل، برابر ۱/۷ شود؟

(ریاضی تیر ۱۴۰۳)

(حجم محلول‌ها جمع‌پذیر در نظر گرفته شود. $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۵۰۰ (۲) ۱۲۵۰ (۳) ۷۵۰ (۴) ۵۰۰

۸۹۴. ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار هیدروبرمیک‌اسید با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول دارای ۱/۶ گرم NaOH در هر لیتر، مخلوط شده و به محلول حاصل، ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه می‌شود. pH محلول نهایی کدام است؟ (حجم محلول‌ها جمع‌پذیر در نظر گرفته شود. $\log 2 = 0/3$ ، $\log 3 = 0/5$ ، $\log 4 = 0/6$ ، $\log 5 = 0/7$ ، $\log 6 = 0/8$ ، $\log 7 = 0/9$ ، $\log 8 = 0/9$ ، $\log 9 = 1$)

(ریاضی خارج ۱۴۰۳)

- (۱) ۰/۷ (۲) ۱/۶ (۳) ۱/۷ (۴) ۲/۱

۸۹۵. ۲ لیتر گاز هیدروژن کلرید با چگالی ۳/۶۵ گرم بر لیتر را در ۲ لیتر آب حل کرده و ۲۰۰ میلی‌لیتر از این محلول را با ۱۸۰۰ میلی‌لیتر از محلولی که از حل کردن ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰ مولار نیتریک‌اسید در ۵ لیتر آب به دست آمده است، مخلوط می‌کنیم و به محلول حاصل، ۵/۵۸ گرم سدیم‌اکسید هم اضافه می‌کنیم. pH تقریبی محلول به دست آمده چه قدر است؟ ($\text{Cl} = 35/5$ ، $\text{Na} = 23$ ، $\text{O} = 16$ ، $\text{H} = 1$: g.mol^{-1})

- (۱) ۲ (۲) ۲/۷ (۳) ۱۲ (۴) ۱۲/۷

۸۹۶. به ۸ کیلوگرم محلول ۵۰۰ ppm سود، ۳/۷۲ گرم سدیم‌اکسید و ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک‌اسید اضافه می‌کنیم و با افزودن آب، حجم محلول را به ۲۰ لیتر می‌رسانیم. اگر pH محلول حاصل برابر ۱۱/۹ باشد، pH محلول نیتریک‌اسید مورد استفاده کدام است؟ ($\text{Na} = 23$ ، $\text{O} = 16$ ، $\text{H} = 1$: g.mol^{-1})

- (۱) ۰/۷ (۲) ۱ (۳) ۱/۳ (۴) ۱/۷

۸۹۷. ۴ میلی‌لیتر محلول سود با غلظت ۲۰٪ جرمی را تا ۸۰۰ میلی‌لیتر رقیق کرده و ۹۰۰ میلی‌لیتر گاز HCl با چگالی $1/825 \text{ g.L}^{-1}$ به آن اضافه می‌کنیم. در نتیجه محلولی با $\text{pH} = 1/6$ حاصل می‌شود. چگالی محلول اولیهٔ سود چند گرم بر میلی‌لیتر بوده است؟ ($\text{NaOH} = 40$ ، $\text{HCl} = 36/5$: g.mol^{-1})

- (۱) ۱/۲۵ (۲) ۱/۴۵ (۳) ۱/۱۲ (۴) ۱/۰۵

۸۹۸. به ۳۶ گرم محلول سیرشدهٔ سود به اندازه‌ای آب اضافه می‌کنیم که حجم محلول به ۲ لیتر برسد. اگر به ۲۵۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل، ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک‌اسید با $\text{pH} = 0/7$ اضافه کنیم، محلولی با $\text{pH} = 12/7$ به دست می‌آید. انحلال‌پذیری NaOH در محلول اولیهٔ آن چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟ ($\text{NaOH} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۵ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۸۹۹. اگر در دمای اتاق، ۰/۵ لیتر محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک‌اسید (ظرف (I))، توسط مقدار معینی از محلول سدیم‌هیدروکسید (ظرف (II)) خنثی شود، کدام مورد نادرست است؟

(ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴)

(۱) ظرف (II)، می‌تواند دارای ۰/۰۵ مول سدیم‌هیدروکسید باشد.

(۲) حاصل‌ضرب $[\text{H}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ ، پس از خنثی‌شدن برابر 10^{-14} است.

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

(۴) اگر حجم محلول ظرف (II)، برابر ۲۵۰ میلی‌لیتر باشد، غلظت یون هیدروکسید در ظرف (II)، دو برابر غلظت یون هیدرونیوم در ظرف (I) است.

۹۰۰. شکل‌های زیر، دو ظرف مشابه دارای حجم معینی از محلول‌ها با مشخصات بیان‌شده و در دمای اتاق را نشان می‌دهد. با توجه به آن، کدام مورد، نادرست است؟

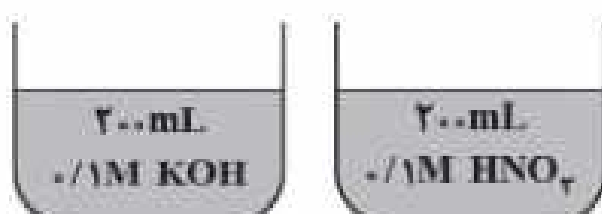
(تجربی اردیبهشت ۱۴۰۴)

(۱) تفاوت pH دو محلول، برابر ۱۲ و رسانایی دو محلول، به تقریب برابر است.

(۲) اگر دو محلول به یکدیگر اضافه شوند، pH برابر ۷ خواهد شد و محلول تشکیل‌شده، الکترولیت است.

(۳) اگر به محلول نیتریک‌اسید، ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شود، تفاوت غلظت مولی دو محلول، برابر ۰/۰۴ خواهد شد.

(۴) مجموع شمار یون‌ها در دو محلول، برابر ۰/۰۸ مول است و کاتیون باز و آنیون اسید در هر یک از محلول‌ها آب‌پوشیده شده‌اند.



اسیدها و بازها + استوکیومتری واکنش

استوکیومتری + خنثی شدن اسیدها و بازها

۹.۱. اگر در دمای اتاق، به ۱۲۵ میلی لیتر آب مقطر، ۰/۷ گرم پتاسیم هیدروکسید اضافه شود، چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ محلول حاصل، درست است؟ ($H=1, O=16, K=39: g.mol^{-1}$)، (از تغییر حجم محلول بر اثر اضافه کردن مادهٔ جامد به آن، چشم‌پوشی شود).

(ریاضی ۱۴۰۰)

- ۲۵۰ میلی لیتر از آن، $2/5 \times 10^{-2}$ مول HCl را به‌طور کامل خنثی می‌کند.
 - غلظت مولار یون $OH^-(aq)$ در آن، 10^{-12} برابر غلظت مولار یون $H^+(aq)$ است.
 - در ۵۰ میلی لیتر از این محلول، در مجموع، ۰/۱ مول از کاتیون و آنیون وجود دارد.
 - اگر به این محلول، ۱/۴ گرم پتاسیم هیدروکسید دیگر اضافه شود، $[OH^-]$ برابر خواهد شد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹.۲. ۱۰ میلی لیتر محلول سولفوریک‌اسید با ۲۱۰ میلی گرم منیزیم کربنات واکنش کامل می‌دهد. جرم اسید در ۱۰۰ میلی لیتر محلول آن چند گرم و غلظت آن چند مولار است؟
 $MgCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow MgSO_4(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
 (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید. $H=1, C=12, O=16, Mg=24, S=32: g.mol^{-1}$)

(ریاضی ۱۴۰۰)

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹.۳. به ۲۰۰ میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید، مقدار کافی فسفریک‌اسید برای واکنش کامل اضافه شده است. اگر ۵۳ گرم پتاسیم فسفات تشکیل شود، غلظت باز شرکت‌کننده در واکنش چند مول بر لیتر است؟

(انجری ۱۴۰۰)

($H=1, O=16, P=31, K=39: g.mol^{-1}$)

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

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹.۴. در دمای اتاق، ۲۵۰ میلی لیتر محلول باریم هیدروکسید، دارای ۴۲۷/۵ میلی گرم از آن است. pH این محلول کدام است و ۱۵۰ میلی لیتر از آن، در واکنش کامل با فسفریک‌اسید، چند میلی گرم فراوردهٔ نامحلول در آب تشکیل می‌دهد؟

(ریاضی تیر ۱۴۰۱)

($H=1, O=16, P=31, Ba=137: g.mol^{-1}$)

(معادلهٔ واکنش موازنه شود.) $Ba(OH)_2(aq) + H_3PO_4(aq) \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2(s) + H_2O(l)$

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹.۵. برای واکنش کامل سولفوریک‌اسید با کدام یک از دو نمونه محلول زیر، حجم بیشتری از محلول ۰/۱ مولار این اسید مصرف می‌شود و این حجم برابر چند میلی لیتر است؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شوند).

(ریاضی خراج ۱۴۰۱)

الف) ۰/۳ مول آلومینیم هیدروکسید

ب) ۳۰۰ میلی لیتر محلول $2 mol.L^{-1}$ سدیم هیدروکسید

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

$H_2SO_4(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹.۶. بر پایهٔ واکنش: (معادلهٔ واکنش موازنه شود.) $HBr(aq) + Ba(OH)_2(aq) \longrightarrow H_2O(l) + BaBr_2(aq)$ ، اگر ۵/۴ گرم هیدروبرمیک اسید خالص، به ۱۵۰ میلی لیتر محلول $Ba(OH)_2$ اضافه شود تا واکنش خنثی شدن کامل شود، به ترتیب از راست به چپ، مقدار تقریبی یون $Ba^{2+}(aq)$ در محلول آغازی چند گرم و غلظت $BaBr_2$ در محلول پایانی چند مول بر لیتر است؟

(ریاضی خراج ۱۴۰۰)

($H=1, Br=80, Ba=137: g.mol^{-1}$)

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹۰۷. ۱۰۴/۲۵ گرم فسفر پنتاکلرید مطابق واکنش زیر، در مقدار زیادی آب حل می‌شود. اسیدهای تولیدشده در محلول حاصل، به‌طور جداگانه با سدیم هیدروکسید به‌طور کامل واکنش می‌دهند. اگر حجم کل سدیم هیدروکسید مصرفی برابر ۴۰۰ میلی‌لیتر باشد، غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید چند مولار است؟
($\text{Cl} = ۳۵/۵$, $\text{P} = ۳۱$, $\text{O} = ۱۶$, $\text{H} = ۱$: g.mol^{-1})

(معادلهٔ واکنش موازنه‌شده): $\text{PCl}_5(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{HCl}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$

(۱) ۴ (۲) ۰/۴ (۳) ۱۰ (۴) ۷/۵

۹۰۸. ۲ لیتر مخلوط گازی دارای CO_2 را از درون ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۵ مولار $\text{Ba}(\text{OH})_2$ عبور می‌دهیم. اگر باقی‌ماندهٔ باز در محلول، با ۲۳/۶ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۱ مولار HCl خنثی شود، غلظت CO_2 در مخلوط گازی به‌تقریب چند میلی‌گرم بر لیتر است؟ ($\text{C} = ۱۲$, $\text{O} = ۱۶$: g.mol^{-1})، گازهای دیگر مخلوط با باز واکنش نمی‌دهند.

(تجربی ۹۹)

$\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شوند.)

$\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(۱) ۶/۶ (۲) ۳/۸ (۳) ۲/۹ (۴) ۲/۳

۹۰۹. جرم مشخصی از اسید چرب با ۷۵ گرم از باز MOH با خلوص ۶۷٪ جرمی و جرم مولی ۴۰ گرم واکنش می‌دهد. آب تشکیل‌شده می‌تواند ۴/۸ میلی‌لیتر از یک محلول رابه ۰/۲۵ غلظت اولیهٔ آن برساند. به‌تقریب چند درصد از MOH خالص در واکنش شرکت کرده است و اگر باقی‌ماندهٔ MOH خالص بتواند ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl رابه‌طور کامل خنثی کند، غلظت محلول اسید به‌تقریب چند گرم بر لیتر است؟ ($\text{H} = ۱$, $\text{O} = ۱۶$, $\text{Cl} = ۳۵/۵$: g.mol^{-1})، جرم (g) و حجم (mL) آب تولیدشده را برابر در نظر بگیرید.

(ریاضی ۹۹)

$\text{RCOOH}(\text{s}) + \text{MOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{RCOOM}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

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

۹۱۰. ۴/۸ میلی‌لیتر محلول ۵۰٪ جرمی NaOH در دمای اتاق، با آب تا حجم ۷۵۰ میلی‌لیتر رقیق می‌شود. غلظت یون $\text{Na}^+(\text{aq})$ با یکای ppm کدام است و اگر برای خنثی کردن کامل این محلول، ۷/۳ گرم HCl ناخالص مصرف شده باشد، درصد خلوص اسید کدام است؟ (هر میلی‌لیتر محلول آغازی و رقیق‌شدهٔ NaOH به‌ترتیب ۱/۵ و ۱ گرم جرم دارد.)

(ریاضی خارج ۹۹)

($\text{H} = ۱$, $\text{O} = ۱۶$, $\text{Na} = ۲۳$, $\text{Cl} = ۳۵/۵$: g.mol^{-1})

(۱) ۵۵، ۱۸۴۰ (۲) ۴۵، ۱۸۴۰ (۳) ۴۵، ۲۷۶۰ (۴) ۵۵، ۲۷۶۰

۹۱۱. در واکنش ۴ لیتر محلول هیدروفلئوئوریک‌اسید با $\text{pH} = ۳$ و $\alpha = ۰/۰۴$ با محلول کلسیم هیدروکسید، چند گرم رسوب CaF_2 حاصل می‌شود؟ (بازده واکنش ۹۵٪ است؛ $\text{CaF}_2 = ۷۸ \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۴/۸۲ (۲) ۷/۴۱ (۳) ۳/۷۰۵ (۴) ۱/۸۵۳

۹۱۲. اگر pH محلول اسید HA ($\alpha = ۰/۲$)، برابر ۱/۴ باشد، در ۲۰۰ میلی‌لیتر از آن، چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۸۰ درصد واکنش می‌دهد؟ ($\text{H} = ۱$, $\text{C} = ۱۲$, $\text{O} = ۱۶$, $\text{Na} = ۲۳$: g.mol^{-1})

(تجربی ۹۹)

$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{HA}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaA}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(۱) ۳/۳۶، ۰/۰۴ (۲) ۴/۲۰، ۰/۰۲ (۳) ۳/۳۶، ۰/۰۲ (۴) ۴/۲۰، ۰/۰۴

ثابت یونش + استوکیومتری

۹۱۳. مطابق معادلهٔ زیر، به‌تقریب چند لیتر محلول استیک‌اسید با ثابت یونش 1.6×10^{-5} و درجهٔ یونش ۰/۰۴ با ۶/۴ گرم متانول به‌طور کامل واکنش می‌دهد؟

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۹۱۴. در محلول ۰/۴ مولار اسید HA ، اگر ثابت یونش اسید برابر ۰/۳۶ باشد، $[\text{H}^+]$ چند برابر $[\text{HA}]$ است و ۲۵۰ میلی‌لیتر از این محلول در واکنش با سدیم کربنات، چند لیتر گاز CO_2 تولید می‌کند؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش، 25 L.mol^{-1} در نظر گرفته شود.)

$2\text{HA}(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{NaA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

(۱) ۱/۲۵، ۱/۵ (۲) ۲/۵، ۲/۵ (۳) ۲/۵، ۱/۵ (۴) ۱/۲۵، ۲/۵

۹۱۵. با استفاده از ۴ لیتر محلول HF با درجه یونش $\alpha = 0.02$ و ثابت یونش $K_a = 8 \times 10^{-5}$ ، چند کیلوگرم محلول ۳۷۰ ppm کلسیم هیدروکسید را می‌توان خنثی کرد؟
($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۹۱۶. با استفاده از ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱٪ جرمی کلسیم هیدروکسید با چگالی ۱/۱۱ گرم بر میلی‌لیتر، چند لیتر محلول استیک اسید با $[\text{H}^+] = 1/8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و $K_a = 1/8 \times 10^{-5}$ را می‌توان خنثی کرد؟ ($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲۵ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۸

PH + استوکیومتری

۹۱۷. اگر جرم گاز کربن دی‌اکسید تشکیل شده از سوختن کامل ۴ گرم متانول با خلوص ۸۰ درصد با جرم گاز کربن دی‌اکسید حاصل از واکنش ۲ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با مقدار کافی سدیم هیدروژن کربنات برابر باشد، pH محلول اسید کدام است؟ (ناخالصی در واکنش شرکت نمی‌کند، $\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)



- (۱) ۲/۱ (۲) ۲/۳ (۳) ۱/۳ (۴) ۱/۷

۹۱۸. pH محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید برابر ۲/۷ است. درصد یونش تقریبی آن کدام است و ۲۰۰ میلی‌لیتر از این محلول در واکنش با مقدار کافی کلسیم هیدروکسید، چند میلی‌گرم رسوب کلسیم فلئوئورید تشکیل می‌دهد؟ ($\text{F} = 19, \text{Ca} = 40: \text{g.mol}^{-1}$)



(معادله واکنش موازنه شود.)
۹۱۹. اگر به ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۲ مولار هیدروکلریک اسید، ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۳۴ گرم بر لیتر نقره نیترات اضافه شود، در پایان واکنش، pH محلول کدام است و محلول به دست آمده با چند میلی‌گرم سدیم هیدروکسید خنثی می‌شود؟ ($\text{NaOH} = 40: \text{g.mol}^{-1}$)



- (۱) ۴۰.۳ (۲) ۴۰.۲ (۳) ۲۰.۳ (۴) ۲۰.۲

۹۲۰. چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $\text{pH} = 2/4$ ، برای واکنش کامل با ۶۰ میلی‌گرم کلسیم کربنات با خلوص ۹۰٪ لازم است؟ ($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{C} = 12: \text{g.mol}^{-1}, \log 2 = 0.3$)

- (۱) ۲۷ (۲) ۵۴ (۳) ۱۳۵ (۴) ۲۷۰

۹۲۱. اگر حجم محلولی که از حل کردن ۱۵/۵ گرم نمونه دارای سدیم اکسید و ۲/۳۵ گرم پتاسیم اکسید خالص در آب مقطر در دمای اتاق تشکیل می‌شود برابر ۰/۵ لیتر و $\text{pH} = 13/7$ باشد، درصد خلوص نمونه سدیم اکسید کدام است؟ (ناخالصی، یون تولید نمی‌کند و $\text{O} = 16, \text{Na} = 23, \text{K} = 39: \text{g.mol}^{-1}$)

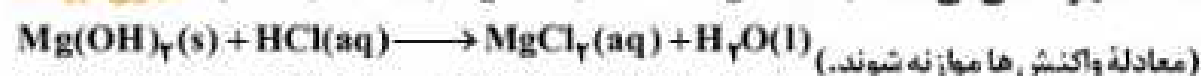


- (۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۹۰ (۴) ۵۰

۹۲۲. از واکنش مقدار معینی فلز سدیم با آب مطابق معادله موازنه نشده: $\text{Na}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ ، ۱۲/۵ میلی‌لیتر گاز آزاد می‌شود. برای خنثی کردن محلول حاصل از این واکنش، چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $\text{pH} = 2/3$ نیاز است؟ (حجم مولی گازها در شرایط انجام واکنش برابر ۲۵ لیتر است.)

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

۹۲۳. ۵۰ میلی‌لیتر از یک شربت ضداسید دارای ۱/۱۶ میلی‌گرم منیزیم هیدروکسید و ۳/۹۰ میلی‌گرم آلومینیم هیدروکسید است. این ضداسید چند میلی‌لیتر شیره معده با $\text{pH} = 1/7$ را خنثی می‌کند؟ ($\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Mg} = 24, \text{Al} = 27: \text{g.mol}^{-1}$)



- (۱) ۷ (۲) ۹/۵ (۳) ۱۴ (۴) ۱۷/۵

۹۲۴. به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول NaOH با $\text{pH} = x$ ، ۵/۴ گرم گاز N_2O_5 اضافه می‌کنیم. در نتیجه محلولی با $\text{pH} = y$ به دست می‌آید. اگر افزودن ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول KOH با $\text{pH} = 13$ به محلول به دست آمده، موجب تشکیل محلولی با $\text{pH} = 7$ (در دمای اتاق) شود، اختلاف x و y چقدر است؟ ($\text{N} = 14, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۰/۴ (۲) ۱۱/۸ (۳) ۴/۷ (۴) ۳/۳

با توجه به این که حجم هر یک از دو محلول، یک لیتر است، غلظت مولی هر ذره با شمار مول آن در محلول، یکسان است. بنابراین:

$$= 0.822 \text{ g} = (0.05 \times 19) - (0.02 \times 59)$$

۸۵۹. گزینه «۱»

قسمت اول: ابتدا با توجه به مقدار K_a و pH ، غلظت مولی (M)

محلول اسید را حساب می‌کنیم:

$$K_a = 2 \times 10^{-5} \approx \alpha^2 \cdot M$$

$$[H^+] = 10^{-2/3} = 10^{-2} \times 10^{-1/3} = 5 \times 10^{-3} = \alpha \cdot M$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-3} \times \alpha$$

$$\alpha = 4 \times 10^{-3} \Rightarrow M = \frac{5 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} = \frac{5}{4} \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا می‌توان حجم محلول اسید را حساب کرد:

$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{\frac{5}{75}(\text{mol})}{V(\text{L})} \Rightarrow V = 0.1 \text{ L}$$

قسمت دوم: اگر x گرم دیگر فورمیک اسید را در ۰/۱ لیتر محلول

آن حل کنیم، با فرض ثابت ماندن حجم محلول، x را چنان تعیین می‌کنیم که pH محلول برابر ۲/۱ باشد. ثابت تعادل که صرفاً تابع دماست، تغییری نکرده است. بنابراین:

$$[H^+] = 10^{-2/1} = 10^{-2} \times (10^{-1/3})^2 = 8 \times 10^{-3} = \alpha \cdot M$$

$$K_a = 2 \times 10^{-5} = \alpha^2 \cdot M \Rightarrow \alpha = \frac{2 \times 10^{-5}}{8 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow M = \frac{8 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} = 3.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

در ۰/۱ لیتر محلول اسید با غلظت ۳/۲ مولار، $(x + 5/75)$ گرم HCOOH داریم:

$$M = 3.2 = \frac{x + 5/75}{0.1} \Rightarrow x = 8.97 \text{ g}$$

۸۶۰. گزینه «۱»



$$\frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \rightarrow K = \frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

$$[H^+] = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow [H^+] = 10^{-4/22} = 10^{-4} \times 10^{-1/22}$$

$$\frac{10^{-4/22}}{10^{-1/22}} \rightarrow [H^+] = 6 \times 10^{-5}$$

$$[HA] = \frac{0.2 (\text{g.L}^{-1})}{20 (\text{g.mol}^{-1})} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{(6 \times 10^{-5})^2}{1 \times 10^{-2}} = 3.6 \times 10^{-7}$$

$$\alpha \cdot M = 0.1 \Rightarrow \frac{1}{14} \times M = 0.1 \Rightarrow M = 0.14 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ L (محلول)} \times \frac{0.14 \text{ mol (اسید)}}{1 \text{ L (محلول)}} \times \frac{163/5 \text{ g (اسید)}}{1 \text{ mol (اسید)}}$$

$$= 22.89 \text{ g (اسید)}$$

ترفند محاسباتی

سر جلسه کنکور وقت نداریم که ۰/۱۴ را در ۱۶۳/۵ ضرب کنیم. خوب پس چه کار کنیم؟

به گزینه‌ها نگاه کن. دو گزینه از ۱۶/۲۵ کمتر و یک گزینه هم بیشتر است. حاصل ضرب ۰/۱۰ × ۱۶۳/۵ برابر است با ۱۶/۳۵؛ پس قطعاً ۰/۱۴ × ۱۶۳/۵ بیشتر از ۱۶/۳۵ می‌شود، تنها گزینه‌ای که می‌تواند درست باشد، **گزینه «۲»** است. به همین راحتی.

۸۵۷. گزینه «۲» pH و K_a هر دو با غلظت مولی (M) و

درجه یونش (α) رابطه دارند.

$$K_a = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1 - \alpha}, \alpha \cdot M = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{\alpha^2 \cdot M}{1 - \alpha}$$

$$\frac{\alpha \cdot M = 10^{-2}}{1 - \alpha} \rightarrow 10^{-2} = \frac{10^{-2} \times \alpha}{1 - \alpha} \Rightarrow \frac{\alpha}{1 - \alpha} = 1$$

$$\Rightarrow \alpha = 0.5 \Rightarrow 0.5 \times M = 10^{-2} \Rightarrow M = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

با فرض این که جرم مولی اسید HA برابر X گرم بر مول باشد:

$$\frac{0.251}{0.02} = \frac{X}{0.1} \Rightarrow X = 129 \text{ g.mol}^{-1}$$

۸۵۸. گزینه «۱» ابتدا $[H^+]$ را در محلول هیدروفلوئوریک اسید

به دست می‌آوریم:

$$\text{pH} = 1/3 \Rightarrow [H^+] = [F^-] = 10^{-1/3}$$

$$= 10^{-1} \times 10^{-1/3} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{2} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا با داشتن ثابت یونش HF ، می‌توان $[\text{HF}]$ را حساب کرد:

$$K_a = 5 \times 10^{-4} = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{(0.05)^2}{[HF]}$$

$$= [HF] = 5 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به داده‌های صورت سؤال خواهیم داشت:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{1}{2} \times [\text{HF}] = \frac{1}{2} \times 5 = 2.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا با داشتن ثابت یونش استیک اسید (اتانویک اسید)، می‌توان

$[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ را محاسبه نمود:

$$K_a = 1/6 \times 10^{-4} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]^2}{2.5}$$

$$\Rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$



۸۶۳. گزینه «۲» $HX:M=2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$, $pH=4/2$

$$\alpha \cdot M = 10^{-pH} \Rightarrow \alpha \times 2 \times 10^{-4} = 10^{-4} \times 10^{-0.2} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{4}$$

با توجه به این که درجه یونش اسید HA، نصف درجه یونش اسید

HX است، می‌توان نوشت: $HA:\alpha = \frac{1}{\lambda}$, $K_a = 4 \times 10^{-5}$

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

$$\Rightarrow M = 2/24 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

۸۶۴. گزینه «۲» از آن جا که اسیدها ضعیف معرفی شده‌اند

و از تقریب هم صحبت شده است، می‌توان از رابطهٔ تقریبی: $K_a \simeq \alpha^2 \cdot M$ بهره گرفت.

$$\Rightarrow \frac{K_a(HD)}{K_a(HA)} = \frac{(\alpha_{HD})^2 \times 0.05}{(\alpha_{HA})^2 \times 0.05} = 10^{-6} \Rightarrow \frac{\alpha_{HD}}{\alpha_{HA}} = 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \alpha_{HA} = 10^3 \times \alpha_{HD}$$

$$pH_{HD} = -\log(\alpha_{HD} \times M) = -\log \alpha_{HD} - \log M$$

$$pH_{HA} = -\log(\alpha_{HA} \times M) = -\log(10^3 \times \alpha_{HD} \times M)$$

$$\Rightarrow pH_{HA} = -3 - \log \alpha_{HD} - \log M \Rightarrow pH_{HA} - pH_{HD} = -3$$

یعنی pH محلول HA، ۳ واحد کمتر از pH محلول HD است.

۸۶۵. گزینه «۳» ابتدا غلظت مولی KOH را محاسبه می‌کنیم:

$$M_{(KOH)} = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times \text{جرم مولی}} = \frac{11200 \times 1/25}{1000 \times 56}$$

$$= 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow M_{(KOH)} = [OH^-] = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

سیس pOH و در نهایت pH محلول را به دست می‌آوریم:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(0.25)$$

$$= \log(4) = 2 \log 2 = 2(0.3) = 0.6$$

$$\Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 0.6 = 13.4$$

۸۶۶. گزینه «۲» ابتدا غلظت مولی محلول اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \cdot d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 2 \times 1/2}{60} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا غلظت یون H^+ را محاسبه می‌کنیم:

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

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

در نهایت درصد یونش اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\% \alpha = \frac{[H^+]}{M_{(CH_3COOH)}} \times 100 = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.4} \times 100 = 0.5\%$$

۸۶۷. گزینه «۱» ابتدا غلظت مولی محلول HA را حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \cdot d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 3/2 \times 1/0.5}{84} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

قسمت دوم: درجه یونش باید محاسبه شود:

$$\alpha = \frac{[H^+]}{M_{(HA)}} \times 100 = \frac{6 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-2}} \times 100 = 0.6\%$$

۸۶۱. گزینه «۳» معادله یونیده شدن آمونیاک در آب به صورت زیر است:



ابتدا غلظت مولی NH_3 در محلول به دست آمده را حساب می‌کنیم:

$$M = \frac{(\frac{10 \times 3/4}{17}) \text{ mol}}{\Delta L} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

در تعادل مربوط به یونیده شدن آمونیاک، با توجه به مقدار بسیار کم K_b آمونیاک، می‌توان مقدار $[NH_3]$ را با تقریب خوبی برابر با غلظت مولی آمونیاک (M) در نظر گرفته و نوشت:

$$[NH_3] \simeq M = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

اما در محاسبه $[OH^-]$ در محلول نهایی، می‌توان از تعداد اندک مول‌های OH^- که از یونیده شدن آمونیاک پدید می‌آید، در برابر مقدار خیلی بیشتر OH^- که از حل شدن NaOH در محلول پدید می‌آید، صرف نظر کرده و تعداد مول یون OH^- را برابر تعداد مول آن در محلول افزوده شده بود در نظر گرفته و نوشت:

$$pH = 14: pOH = 0 \text{ در محلول سود با}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = M = 10^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow OH^- \text{ تعداد مول} = 1L \times 1 \text{ mol.L}^{-1} = 1 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{1 \text{ mol}}{(4+1)L} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \text{ در محلول نهایی}$$

حالا در رابطه K_b آمونیاک، با جای گذاری مقدار $[NH_3]$ و $[OH^-]$ ، به محاسبه $[NH_4^+]$ در محلول می‌پردازیم:

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{[NH_4^+] \times 0.2}{0.4}$$

$$\Rightarrow [NH_4^+] = 4 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

۸۶۲. گزینه «۱» در صورت سؤال $[A^-]$ را از ما به تقریب

خواسته. ضمن این که K_a عددی بسیار کوچک است، یعنی HA اسید ضعیفی است و دلای α بسیار کوچکی است.



غلظت مولی قبل از تعادل: ۱ ۰/۱ ۰

غلظت مولی بعد از تعادل: ۱-x ۰/۱+x x

رابطه ثابت تعادل را برای K_a می‌نویسیم:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{(0.1+x) \times (x)}{(1-x)}$$

$$\xrightarrow{\text{مقدار } x \text{ بسیار کوچک است}} 2 \times 10^{-5} \simeq \frac{0.1 \times x}{1}$$

$$\Rightarrow x = [A^-] = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسید HA نیز برابر ۰/۶ مولار است. اکنون می‌توان K_a را برای اسید HA محاسبه کرد:

$$K_a = \frac{[H^+]_{HA}^2}{M_{(HA)} - [H^+]_{HA}} = \frac{(0/6)^2}{1/6 - 0/6} = 0/36$$

۸۷۱. گزینه «۲» ابتدا با توجه به مقادیر pH و K_b ، غلظت مولی آمونیاک در محلول را حساب می‌کنیم:

$$pH = 12/1 \Rightarrow pOH = 14 - 12/1 = 1/9$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \alpha \cdot M = 10^{-1/9} = 10^{-1} \times (10^{-1/2})^2$$

$$\Rightarrow \alpha \cdot M = 10^{-1} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{80}$$

$$K_b = 2/5 \times 10^{-4} = \alpha^2 \cdot M \Rightarrow 2/5 \times 10^{-4} = \frac{1}{80} \times \alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = 0/02 \Rightarrow 0/02 \times M = \frac{1}{80} \Rightarrow M = 0/625 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس هر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر از محلول دارای ۰/۶۲۵ مول یا $0/625 \times 17$ گرم NH_3 است. بنابراین:

$$\text{ppm} = \frac{0/625 \times 17}{1000 \times 1/02} \times 10^6 = \frac{10/625}{1/02} \times 10^2 \approx 10400 \text{ ppm}$$



میانبر

در محلول‌های بسیار رقیق، میلی گرم حل‌شونده در هر لیتر محلول به تقریب غلظت ppm محلول را نشان می‌دهد. در هر لیتر از این محلول ۰/۶۲۵ مول یا $0/625 \times 17$ گرم یا ۱۰۶۲۵ میلی گرم آمونیاک حل شده است. پس غلظت ppm محلول در حدود ۱۰۶۲۵ است. با توجه به رابطه درصد جرمی با غلظت مولی:

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 0/625 = \frac{10 \times a \times 1/02}{17}$$

$$\Rightarrow a = 0/625 \times 17 \times \frac{1}{10/2}$$

از آن جا که غلظت ppm برابر درصد جرمی است، خواهیم داشت:

$$\text{ppm} = 10^4 \times a \approx 10^4 \times 0/625 \times 17 \times \frac{1}{10/2} \approx 10400$$

۸۷۲. گزینه «۴»



درست‌نامک

اگر با افزودن آب به محلول یک اسید قوی، حجم محلول را n برابر کنیم، pH محلول به اندازه $\log n$ افزایش می‌یابد. اگر با افزودن آب به محلول یک باز قوی، حجم محلول را n برابر کنیم، pH محلول به اندازه $\log n$ کاهش می‌یابد.

بنابراین بر اثر ۱۰۰ برابر شدن حجم محلول سود، pH آن به اندازه $\log 100$ یا ۲ واحد کاهش می‌یابد.

۸۷۳. گزینه «۲» ابتدا pH محلول اولیه را حساب می‌کنیم:

$$[H^+] = M_{(HCl)} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow pH = -\log 0/1 = 1$$

چون مقدار pH معلوم است، می‌توان درجه یونش اسید را حساب کرد:

$$\alpha \cdot M = 10^{-pH} \Rightarrow \alpha \times 0/4 = 10^{-1} \Rightarrow \alpha = 0/25$$

$$\Rightarrow \frac{[HA]}{[H^+]} = \frac{(1-\alpha)M}{\alpha \cdot M} = \frac{1-\alpha}{\alpha} = \frac{1-0/25}{0/25} = 3$$

۸۶۸. گزینه «۱» ابتدا غلظت مولی محلول کلسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$M_{(Ca(OH)_2)} = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 3/7 \times 1}{74} = 0/5 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس غلظت یون هیدروکسید را به دست می‌آوریم:

$$[OH^-]_{Ca(OH)_2} = n \times M_{(Ca(OH)_2)} \times \alpha = 2 \times 0/5 \times 1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

و در ادامه غلظت H^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+]_{Ca(OH)_2} = \frac{10^{-14}}{1} = 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا، غلظت یون هیدروکسید را در محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم:

$$[OH^-] = 200 \times [H^+]_{Ca(OH)_2} = 200 \times 10^{-14} = 2 \times 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

در ادامه pOH و سپس pH محلول را حساب می‌کنیم:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(2 \times 10^{-12})$$

$$= 12 - \log 2 = 12 - 0/3 = 11/7$$

$$\Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 11/7 = 2/3$$

۸۶۹. گزینه «۱» ابتدا لازم است غلظت مولی اسید (M) را حساب کنیم:

$$pH = 1/5 \Rightarrow \alpha \cdot M = 10^{-1/5} = 10^{-2} \times 10^{0/5} = 3 \times 10^{-2}$$

$$K_a = \frac{(\alpha \cdot M) \times \alpha}{1-\alpha} \Rightarrow 5 \times 10^{-2} = \frac{3 \times 10^{-2} \times \alpha}{1-\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{7}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{7} \times M = 3 \times 10^{-2} \Rightarrow M = 0/21 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا می‌رویم سراغ رابطه معروف $\frac{10ad}{\text{جرم مولی}} = \text{غلظت مولی}$

$$0/21 = \frac{10 \times 1/5 \times 1/12}{\text{جرم مولی اسید}} \Rightarrow \text{جرم مولی اسید} = 80 \text{ g.mol}^{-1}$$

۸۷۰. گزینه «۱» چون pH دو محلول برابر است، پس غلظت یون H^+ نیز در این دو محلول با هم برابر است. ابتدا غلظت محلول HBr را محاسبه می‌کنیم:

$$M_{(HBr)} = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 4/05 \times 1/2}{81} = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

از آن جایی که HBr یک اسید قوی تک‌ظرفیتی است، پس غلظت یون هیدرونیوم با غلظت اولیه اسید برابر است:

$$M_{(HBr)} = [H^+]_{HBr} = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 5 \times \left(\frac{10 \times 8 / 4 \times d}{63} \right) = 100 \times 0.08$$

$$\Rightarrow d = 1/2 \text{ g.mL}^{-1} \text{ (چگالی محلول اولیه اسید)}$$

۸۷۲. گزینه «۲»

• **روش اول** بهتر است قبل از هر چیز، غلظت مولی محلول اولیه سود را به دست آوریم:

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 20 \times 1/2}{40} = 6 \text{ mol.L}^{-1}$$

با افزودن آب به این محلول، حجم آن را از ۱۰ میلی لیتر به ۲۰۰۰ میلی لیتر رساندیم؛ یعنی ۲۰۰ مرتبه رقیق ترش کردیم. پس غلظت مولی محلول رقیق شده برابر است با:

$$\text{غلظت مولی محلول رقیق شده} = \frac{6}{200} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 + \log(\alpha \cdot M)$$

$$= 14 + \log(1 \times 0.03)$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 - \log \frac{100}{3} = 14 - 2 + \log 3 = 12/5$$

از آن جا که NaOH بازی قوی است، $[\text{OH}^-]$ در آن با غلظت مولی محلول برابر است. پس $[\text{OH}^-]$ در محلول رقیق شده، همان ۰/۰۳ مولار است.



در محلولی با غلظت M مولار، اگر یک میلی لیتر یا ۱۰۰۰ لیتر از آن محلول را داشته باشید، غلظت محلول M مولار است. پس در انتهای مسئله، حجم محلول رقیق شده (۱۰۰ میلی لیتر)، صرفاً نخودی و تأثیری در پاسخ ندارم!

محاسبهٔ pH محلول رقیق شده یک باز قوی از روشی دیگر:

اگر با افزودن آب، حجم محلول یک باز قوی با pH معین، m برابر شود، pH محلول به اندازهٔ $\log m$ کمتر می شود.

$$\text{pH} = \text{pH}_{\text{اولیه}} - \log m$$

• **روش دوم** برای محاسبهٔ تغییر pH محلول در اثر رقیق شدن:

در این مسئله، غلظت مولی محلول غلیظ اولیه ۶ مولار بوده است؛ بنابراین:

$$\text{pH} = 14 + \log(\alpha \cdot M) = 14 + \log(1 \times 6) = 14 + \log(2 \times 3)$$

محلول غلیظ

$$= 14 + \log 2 + \log 3 = 14 + 0.3 + 0.5 = 14.8$$

(تعجب نکن! اگر غلظت مولی محلول باز قوی، بیشتر از یک مولار باشد، pH از ۱۴ بیشتر می شود، واقعاً!)

حالا به ۱۰ میلی لیتر از محلول، این قدر آب اضافه کردیم که حجم محلول رقیق شده به ۲ لیتر رسید؛ یعنی حجم محلول را با آب، ۲۰۰ برابرش کردیم؛ یعنی $m = 200$ ، بنابراین:

حالا چند برابر شدن حجم محلول (n) را به دست می آوریم:

$$n = \frac{V_{\text{محلول رقیق}}}{V_{\text{محلول اولیه}}} = \frac{800 + 200}{200} = 5$$

در آخر با توجه به اسیدی بودن محلول و با استفاده از رابطهٔ زیر، pH نهایی محلول را محاسبه می کنیم:

$$\text{pH}_{\text{محلول رقیق}} = \text{pH}_{\text{محلول اولیه}} + \log n = 1 + \log 5$$

$$= 1 + 0.7 = 1.7$$

۸۷۴. گزینه «۲» میزان تغییر pH برابر است با:

$$\Delta \text{pH} = 13/7 - 12/5 = 1/2$$



بر اثر رقیق شدن محلول یک باز قوی، اگر حجم محلول n برابر شود، pH محلول به اندازهٔ $\log n$ کاهش می یابد.

$$\log n = 1/2 \Rightarrow n = 10^{1/2} = (10^{0.3})^2 = 2^2 = 4$$

پس حجم محلول رقیق شده، ۱۶ برابر حجم محلول اولیه سود است. اگر حجم محلول اولیه سود را x بگیریم:

$$150 + x = 16x \Rightarrow x = 10 \text{ mL}$$

۸۷۵. گزینه «۳» ابتدا غلظت اولیهٔ محلول اسید را محاسبه می کنیم:

$$\text{pH} = 0 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-0} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow M_{(\text{HCl})} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

بر اثر ۱۰ مرتبه رقیق تر شدن محلول اسید، حجم آن از ۱۰۰ به ۱۰۰۰ میلی لیتر می رسد.

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر، غلظت ثانویهٔ محلول را محاسبه می کنیم:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$\Rightarrow 1 \times 100 = M_2 \times 1000 \Rightarrow M_2 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال با مشخص شدن غلظت ثانویه از رابطهٔ زیر استفاده کرده و درصد جرمی اسید را به دست می آوریم:

$$0.1 = \frac{10 \times a \times 1/22}{36/5} \Rightarrow a \approx 0.3\%$$

۸۷۶. گزینه «۴» با رقیق شدن محلول، تعداد مول حل شونده در

آن دچار تغییر نمی شود. پس تعداد مول حل شدهٔ نیتریک اسید در محلول اولیه و محلول نهایی (رقیق شده) یکسان است.

برای محاسبهٔ تعداد مول اسید در محلول نهایی، لازم است از روی pH محلول به محاسبهٔ غلظت مولی آن بپردازیم:

$$\alpha \cdot M = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow 1 \times M = 10^{-1.1} = 10^{-2} \times (10^{0.3})^2$$

$$\Rightarrow M = 2^2 \times 10^{-2} = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

اگر چگالی محلول اولیهٔ نیتریک اسید d گرم بر میلی لیتر باشد:

سؤالات کنکورهای ۱۴۰۵



رشته‌های ریاضی و تجربی

۱. اگر در یون پایدار ${}^{31}\text{X}^{2-}$ ، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۲ باشد، تفاوت شمار پروتون‌ها (ها) و نوترون‌ها (ها) در اتم X ، کدام است؟

(تجربی ۱۴۰۵ - فصل ۱ دهم)

- (۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) پنج

۲. اگر شمار الکترون‌های دارای $n=4$ در اتم عنصری، برابر با شمار الکترون‌های دارای $n=2$ و $l=1$ در آرایش الکترونی آن باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

(ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۱ دهم)

- (۱) ۲۰ (۲) ۳۲ (۳) ۳۴ (۴) ۳۶

۳. اگر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار در یون پایدار X^{n-} (عنصر X متعلق به دوره سوم جدول تناوبی)، ۷ برابر شمار الکترون‌های اتم عنصر Z از دوره دوم جدول باشد، تفاوت شماره گروه دو عنصر کدام است؟

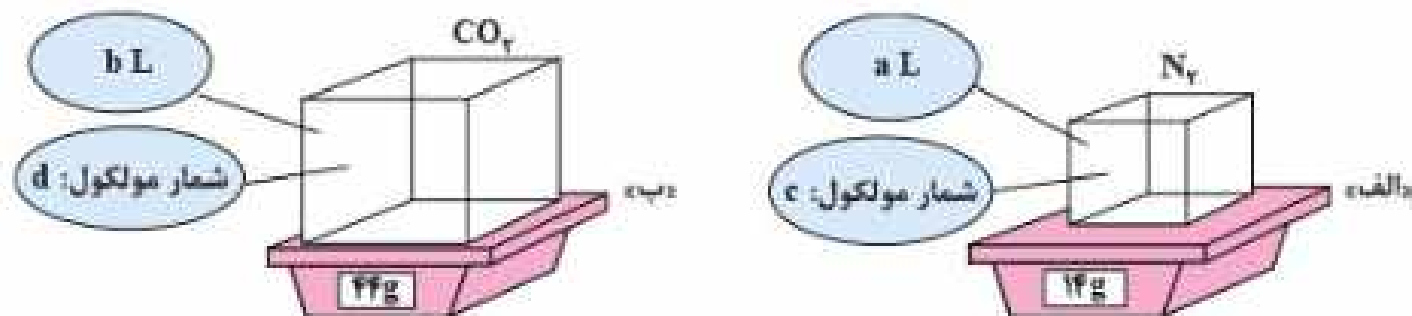
(ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۱ دهم)

- (۱) ۳ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) ۶

۴. با توجه به شکل‌های داده‌شده که مقداری از گازهای N_2 و CO_2 را در شرایط STP نشان می‌دهد، کدام مورد نادرست است؟

(تجربی ۱۴۰۵ - فصل ۲ دهم)

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



(۱) مجموع $(a+b)$ ، برابر $33/6$ لیتر است.

(۲) مقدار عددی $(a \times d)$ ، برابر مقدار عددی $(b \times c)$ است.

(۳) مجموع شمار اتم‌ها در دو ظرف، برابر $24 \times 10^24 / 408$ است.

(۴) شمار اتم‌ها در شکل «ب»، ۲ برابر شمار اتم‌ها در شکل «الف» است.

۵. شمار مول‌های اکسیژن تشکیل‌شده از تجزیه کامل ۰/۲ مول KClO_3 ، مطابق با معادله واکنش داده‌شده، با شمار مول‌های کربن دی‌اکسید تشکیل‌شده از سوختن کامل ۰/۱۵ مول از کدام ماده زیر برابر است؟

(ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۲ دهم و فصل‌های ۲ و ۳ یازدهم)

(معادله واکنش موازنه شود): $\text{KClO}_3(s) \xrightarrow{\Delta} \text{KCl}(s) + \text{O}_2(g)$

- (۱) پروپان (۲) اتانول (۳) متان (۴) متانول

۶. با توجه به واکنش داده‌شده، اگر مقداری از گازهای H_2 و NO ، متناسب با ضرایب استوکیومتری وارد ظرف ۵ لیتری دربسته شوند و با پیشرفت ۸۰ درصدی واکنش، مجموع غلظت مولی واکنش‌دهنده‌ها برابر ۰/۶ باشد، مجموع جرم آغازی آن‌ها برابر چند گرم بوده است؟ (واکنش یک‌طرفه در نظر گرفته شود: $\text{H}=1, \text{N}=14, \text{O}=16: \text{g.mol}^{-1}$)

(تجربی ۱۴۰۵ - فصل ۳ دهم)



- (۱) ۴۸ (۲) ۲۴ (۳) ۱۲ (۴) ۶

۷. انحلال پذیری لیتیم سولفات در دمای 40°C و 70°C به ترتیب، برابر ۳۰ و ۲۵ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب است. اگر دمای ۶۵۰ گرم محلول از 40°C و 70°C افزایش یابد، حداقل چند گرم آب مقطر لازم است تا همه رسوب تشکیل شده را حل کند؟

(ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۳ دهم)

- (۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰

۸. با توجه به جدول داده شده، در چه فشاری (با یکای اتمسفر) غلظت گاز اکسیژن، برابر ۰/۰۱ مول بر لیتر است و مقدار انحلال پذیری گاز اکسیژن در این فشار یا مقدار انحلال پذیری گاز NO در چه فشاری برابر خواهد بود؟ (نمودار انحلال، خطی در نظر گرفته شود و چگالی محلول 1 g.mL^{-1} است؛ $\text{O} = 16\text{ g.mol}^{-1}$)

(تجربی ۱۴۰۵ - فصل ۳ دهم)

فشار (atm)		۰	۲/۲۵	۴/۵۰	۶/۷۵	۹/۰۰
$S\left(\frac{\text{g}}{100\text{ g H}_2\text{O}}\right)$	NO	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۳۰	۰/۰۴۵	۰/۰۶۰
	O _۲	۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۰	۰/۰۴۰

- (۱) ۳/۲، ۷/۲ (۲) ۴/۸، ۷/۲

- (۳) ۳/۲، ۴/۵ (۴) ۴/۸، ۴/۵

۹. براساس واکنش داده شده، مقداری پودر دارای فلز روی با خلوص ۶۵ درصد به ۲۰۰۰ گرم محلول نقره نیترات اضافه می شود. اگر پس از کامل شدن واکنش، مجموع جرم ناخالصی و فلز نقره، برابر ۵۰/۲ گرم باشد، غلظت یون نیترات در محلول آغازی، برابر چند ppm بوده است؟ (ناخالصی در واکنش شرکت نمی کند؛ $\text{N} = 14$ ، $\text{O} = 16$ ، $\text{Zn} = 65$ ، $\text{Ag} = 108$ ؛ g.mol^{-1})

(تجربی ۱۴۰۵ - فصل ۱ یازدهم)



- (۱) ۹۳۰۰ (۲) ۶۲۰۰ (۳) ۱۲۴۰۰ (۴) ۲۴۸۰۰

۱۰. اگر گاز اکسیژن تشکیل شده از تجزیه ۳۰ گرم مس (II) اکسید با بازده درصدی a (واکنش I)، با x گرم نمونه دارای فلز کلسیم با خلوص ۶۰ درصد، واکنش کامل دهد (واکنش II)، نسبت عددی x به a کدام است؟ (ناخالصی در واکنش شرکت نمی کند؛ $\text{O} = 16$ ، $\text{Ca} = 40$ ، $\text{Cu} = 64$ ؛ g.mol^{-1})

(تجربی ۱۴۰۵ - فصل ۱ یازدهم)



- (۱) ۰/۰۵۰ (۲) ۰/۰۷۵ (۳) ۰/۱۲۵ (۴) ۰/۲۵۰

۱۱. اگر از سوختن کامل ۰/۱ مول هیدروکربن غیر حلقوی C_xH_y ، ۱۰/۸ گرم بخار آب تشکیل شود، برای سیرشدن یک مول از آن، چند گرم گاز هیدروژن لازم است؟ ($\text{H} = 1$ ، $\text{O} = 16$ ؛ g.mol^{-1})

(ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۱ یازدهم)

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

۱۲. با توجه به معادله واکنش داده شده، اگر ۶/۷۲ لیتر گاز هیدروژن سولفید (در شرایط STP)، با مقدار کافی محلول نیتریک اسید واکنش داده و در مجموع ۰/۴۵ مول ترکیب مولکولی تشکیل دهد، بازده درصدی واکنش کدام است؟ (ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۱ یازدهم)



- (۱) ۴۵ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۷۵

۱۳. اگر در ساختار آلکانی غیر حلقوی، نسبت شمار اتم های هیدروژن به شمار اتم های کربن، برابر ۲/۴ باشد، در ساختار چند ایزومر از آن، ۳ اتم کربن با عدد اکسایش ۳- وجود دارد؟

(ریاضی ۱۴۰۵ - فصل ۱ یازدهم)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ‌نامه تشریحی



۱. گزینه «۱»

از آن جا که عدد جرمی کمتر از ۲۶ است، استفاده از رابطه تستی زیر ممنوع است!

$$\text{عدد اتمی} = \frac{\text{مقدار جبری بار} + \text{اختلاف شمار نوترون و الکترون} - \text{عدد جرمی}}{2}$$

با استفاده از این رابطه، به پاسخ نادرست می‌رسیم؛ پس به جای آن از رابطه تستی‌تری (!) استفاده می‌کنیم:

$$\text{عدد اتمی} = \left[\frac{\text{عدد جرمی}}{2} \right] = \left[\frac{31}{2} \right] = [15.5] = 15$$

$$\Rightarrow {}_{15}^{31}\text{X} \Rightarrow \text{شمار پروتون} = 15$$

$$\text{شمار نوترون} = 31 - 15 = 16$$

$$\Rightarrow 16 - 15 = 1 = \text{تفاوت شمار نوترون و پروتون}$$

۲. گزینه «۳»

در زیرلایه ۲p این اتم، ۶ الکترون وجود دارد، پس لایه چهارم آن نیز دارای ۶ الکترون است:

عدد اتمی گاز نجیب دوره ۴ که آرایش آن به $4p^6$ ختم می‌شود، برابر ۲۶ است (Kr): پس این عنصر که دو الکترون کمتر از Kr دارد، دارای عدد اتمی ۲۴ است.

۳. گزینه «۳»

اگر X نافلزی از دوره سوم جدول است، یون پایدار آن به یقین از آرایش الکترونی Ar برخوردار است؛ یعنی ۱۸ الکترون دارد.

از طرفی، Z یکی از سه عنصر P، S، یا Cl است. اگر عدد اتمی عنصر X را با Z نشان دهیم، مجموع شمار ذره‌های باردار X^{n-} برابر $(Z + 18)$ خواهد بود. Z را چنان انتخاب می‌کنیم که $(Z + 18)$ به ۷ بخش پذیر باشد:

$$(\text{بخش پذیر بر } 7) \Rightarrow Z + 18 = 17 + 18 = 35 \Rightarrow Z = 17$$

پس عدد اتمی X برابر ۱۷ و در واقع، X، همان ^{17}Cl است.

$$\Rightarrow Z = 17 \Rightarrow \frac{35}{7} = 5 \Rightarrow \text{عدد اتمی } Z = 5$$

$$17 - 12 = 5 = \text{تفاوت شماره گروه دو عنصر}$$

۴. گزینه «۴»

جرم مولی گاز CO_2 برابر ۴۴ گرم بر مول است؛ پس نمونه گاز CO_2 ، یک مول بوده و شامل 6.02×10^{23} مولکول CO_2 است و در شرایط STP، حجمی برابر $22/4$ لیتر دارد؛ بنابراین:

$$\text{مولکول } d = 6.02 \times 10^{23}, \quad b = 22/4 \text{ L}$$

جرم مولی گاز N_2 برابر ۲۸ گرم بر مول است؛ پس نمونه گاز N_2 ، نیم مول بوده و شامل 3.01×10^{23} مولکول N_2 است و در شرایط STP، حجمی برابر $11/2$ لیتر دارد؛ بنابراین:

$$\text{مولکول } c = 3.01 \times 10^{23}, \quad a = 11/2 \text{ L}$$

با توجه به توضیحات، گزینه «۴» نادرست است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های «۱» و «۲»: با توجه به مقادیر a، b، c و d که به دست آوردیم، درستی مطلب ارائه‌شده در این دو گزینه مشخص است.

گزینه «۳»: در ظرف (الف)، 3.01×10^{23} مولکول N_2 وجود دارد و هر مولکول N_2 ، شامل ۲ اتم است. در ظرف (ب)، 6.02×10^{23} مولکول CO_2 وجود دارد و هر مولکول CO_2 شامل ۳ اتم است. بنابراین:

$$\begin{aligned} \text{مجموع شمار اتم‌ها در دو ظرف} &= (2 \times 3.01 \times 10^{23}) + (3 \times 6.02 \times 10^{23}) \\ &= 2/4.08 \times 10^{24} \text{ اتم} \end{aligned}$$

۵. گزینه «۲»

ابتدا معادله واکنش‌ها را نوشته و شمار مول‌های O_2 در واکنش (I) و CO_2 در واکنش (II) را یکسان می‌کنیم:



$$\Rightarrow 2x\text{KClO}_3 \sim 3\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_m$$

حالا نسبت مول به ضریب KClO_3 و $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_m$ را برابر هم قرار می‌دهیم. اگر شمار مول ترکیب آلی مصرف‌شده را y در نظر بگیریم:

$$\frac{0/2}{2x} = \frac{0/15}{3} \Rightarrow x = 2$$

پس هر مولکول از ترکیب آلی موردنظر، ۲ اتم کربن دارد و البته، شمار اتم‌های هیدروژن و اکسیژن آن، مشخص نیست. به هر حال، این ترکیب می‌تواند $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ نیز باشد.

پس محلول آغازی نقره نیترات، حاوی $43/2 \text{ g}$ یون Ag^+ بوده است.

$$\text{جرم } \text{NO}_3^- = 43/2 \times \frac{62}{108}$$

$$= 24/8 \text{ g NO}_3^-$$

حالا می‌توان غلظت یون نیترات در محلول آغازی را حساب کرد:

$$\text{ppm}(\text{NO}_3^-) = \frac{24/8}{2000} \times 10^6 = 12400$$

۱۰. گزینه «۳»



نسبت مول به ضریب CuO و Ca را برابر هم قرار می‌دهیم:

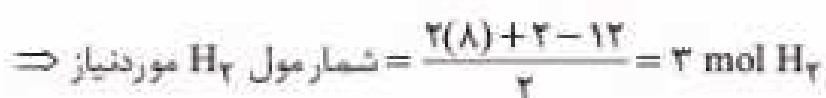
$$\frac{30 \times \frac{a}{100}}{80 \times 2} = \frac{x \times \frac{60}{100}}{40 \times 1} \Rightarrow \frac{x}{a} = 0/125$$

۱۱. گزینه «۲»

از سوختن $0/1$ مول هیدروکربن غیر حلقوی C_nH_n ، $10/8$ گرم

بخار آب تشکیل می‌شود؛ پس اگر یک مول از آن بسوزد، $10/8$ گرم

H_2O (معادل $\frac{18}{18}$ یا 6 مول H_2O) تولید می‌شود.



پس 6 گرم گاز H_2 لازم است.

۱۲. گزینه «۴»

ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:



حالا نسبت مول به ضریب H_2S و ترکیبات مولکولی تولیدشده را

برابر هم قرار می‌دهیم: (بازده درصدی $x\%$)

$$\frac{6/72 \times \frac{x}{100}}{22/4 \times 1} = \frac{0/45}{2} \Rightarrow x = 75$$

۶. گزینه «۲»

پیشرفت 80 درصدی واکنش به معنی این است که 20% از واکنش‌دهنده‌ها باقی مانده است. این 20% از واکنش‌دهنده‌ها برابر است با:

$$0/3 \text{ mol} = 0/6 \times 5 \text{ L} \times 0/20 \text{ شمار مول واکنش‌دهنده‌ها}$$

$$\Rightarrow \text{شمار مول اولیه واکنش‌دهنده‌ها} = 5 \times 0/3 = 1/5 \text{ mol}$$

از آن جا که ضرایب استوکیومتری گازهای NO و H_2 یکسان است، پس نیمی از این $1/5$ مول اولیه واکنش‌دهنده‌ها به گاز NO و نیم دیگر به گاز H_2 اختصاص داشته است:

= مجموع جرم آغازی واکنش‌دهنده‌ها

$$= \left(\frac{1}{5} \times 1/5 \times 30\right) + \left(\frac{1}{5} \times 1/5 \times 2\right) = 24 \text{ g}$$

۷. گزینه «۴»

$$25 \text{ g رسوب} = \frac{(30 - 25) \text{ g}}{130 \text{ g محلول}} \times 650 \text{ g محلول}$$

در دمای 70°C ، برای حل شدن هر 25 گرم نمک، 100 گرم آب لازم است.

۸. گزینه «۲»

قسمت اول:

$$M = 0/01 \text{ mol L}^{-1}$$

$$S(\text{O}_2) = \frac{0/01 \times 32}{1000 - (0/32)} \times 100 \approx 0/32 \text{ g}$$

با توجه به داده‌های جدول، فشار باید اندکی بیشتر از $6/75$ اتمسفر باشد؛ پس یکی از دو گزینه «۲» یا گزینه «۲» باید درست باشد.

قسمت دوم:

اتحلال‌پذیری گاز NO در فشار $4/5$ اتمسفر برابر $0/03$ گرم است. پس پاسخ قسمت دوم سؤال باید کمی بزرگ‌تر از $4/5$ باشد؛ یعنی گزینه «۲» می‌تواند درست باشد.

۹. گزینه «۳»

اگر جرم پودر دارای فلز روی را B گرم در نظر بگیریم، $(0/25B)$ گرم ناخالصی در آن وجود دارد و جرم فلز روی در نمونه پودری، برابر $(0/65B)$ گرم است.



نسبت مول به ضریب Zn و Ag را برابر هم قرار می‌دهیم:

$$\frac{0/65B}{65 \times 1} = \frac{50/2 - 0/25B}{108 \times 2} \Rightarrow B = 20 \text{ g}$$

$$\Rightarrow \text{جرم Ag تولیدشده} = 50/2 - (0/25 \times 20) = 43/2 \text{ g}$$