کدکنترل

121

A

یکشنبه

۱۴۰۳/۰۲/۱۶

دوپینگ ماز کنکور ۱۴۰۳

گروه آموزشی ماز

دورهٔ جمع‌بندی دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

دفترچه پاسخ شیمی

(فصل ۱ دوازدهم)

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
شیمی	فرشاد هادیان‌فرد	فرشاد هادیان‌فرد علی ترابی ـ محمد کهنه‌پوشی فرهنگ امیری ـ سعیده محبی	فرهنگ امیری سجاد سیف‌اللهی محمد داوودآبادی فراهانی

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش(الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

۱- یک پاک‌کننده صابونی با ساختار زیر را در نظر بگیرید:

در ساختار یک نمونه ۵۲/۸ گرمی از این پاک‌کننده، چند اتم اکسیژن وجود داشته و این مقدار از صابون مورد نظر با چند لیتر محلول ۰/۰۵ مولار کلسیم کلرید به طور کامل واکنش می‌دهد؟ ($H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$ و $Na = ۲۳$: $g.mol^{-۱}$)

۱) $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ - ۴
۲) $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ - ۴
۳) $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ - ۲
۴) $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ - ۲

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

در ساختار پاک‌کننده مورد نظر، یک زنجیره هیدروکربنی ۱۴ کربنه به گروه $-COO^-$ متصل شده است. بر این اساس، می‌توان گفت فرمول شیمیایی این نوع پاک‌کننده صابونی به صورت $C_{۱۴}H_{۲۹}COONa$ خواهد بود. جرم مولی این نوع صابون برابر با ۲۶۴ گرم بر مول بوده و در واحد فرمولی این پاک‌کننده نیز ۲ اتم اکسیژن وجود دارد. بر این اساس، داریم: آزمون وی ای پی

$$?\,atom\ O = ۵۲/۸\ g\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa \times \frac{۱\ mol\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa}{۲۶۴\ g\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa} \times \frac{۲\ mol\ O}{۱\ mol\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ O}{۱\ mol\ O}$$
$$= ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}\ atom$$

نوع و میزان یون‌های موجود در آب، بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها تأثیر بسزایی دارد. در صورتی که آب مورد استفاده برای شست‌وشوی لباس‌ها، حاوی کاتیون‌های کلسیم و منیزیم باشد(به چنین آب‌هایی، به اصطلاح آب سخت گفته می‌شود)، قدرت پاک‌کنندگی صابون کاهش پیدا می‌کند؛ چرا که مولکول‌های صابون، براساس معادله‌های زیر با کاتیون‌های موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند:

واکنش صابون با یون کلسیم: $۲RCOONa(aq) + Ca^{۲+}(aq) \rightarrow (RCOO)_۲Ca(s) + ۲Na^+(aq)$

واکنش صابون با یون منیزیم: $۲RCOONa(aq) + Mg^{۲+}(aq) \rightarrow (RCOO)_۲Mg(s) + ۲Na^+(aq)$

همان‌طور که مشخص است، مولکول‌های صابون در واکنش با کاتیون‌های موجود در آب‌های سخت، به رسوب تبدیل می‌شوند و نمی‌توانند به عنوان یک پاک‌کننده ایفای نقش کنند. با توجه به توضیحات داده شده، معادله واکنش پاک‌کننده مورد نظر با یون کلسیم موجود در محلول کلسیم کلرید به صورت زیر خواهد بود:

$$۲C_{۱۴}H_{۲۹}COONa(aq) + Ca^{۲+}(aq) \rightarrow (C_{۱۴}H_{۲۹}COO)_۲Ca(s) + ۲Na^+(aq)$$

با توجه به معادله نوشته شده، حجم محلول کلسیم کلرید را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\ \text{محلول} = ۵۲/۸\ g\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa \times \frac{۱\ mol\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa}{۲۶۴\ g\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa} \times \frac{۱\ mol\ Ca^{۲+}}{۲\ mol\ C_{۱۴}H_{۲۹}COONa} \times \frac{۱\ mol\ CaCl_۲}{۱\ mol\ Ca^{۲+}} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۰۵\ mol\ CaCl_۲}$$
$$= ۲\ L$$

با توجه به محاسبات بالا، طی این فرایند ۲ لیتر محلول کلسیم کلرید مصرف شده است.

گروه آموزشی ماز

۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در گذر زمان، احتمال همه‌گیری وبا در جهان کاهش یافته اما هنوز هم این بیماری می‌تواند برای جوامع تهدیدکننده باشد.
۲) در طول ۷۰ سال اخیر، شاخص امید به زندگی در جهان افزایش یافته و مقدار آن به نواحی برخوردار نزدیک‌تر شده است.
۳) هر ترکیب شیمیایی که امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن وجود داشته باشد، محلول در آب است.
۴) بنزین، از ذرات ناقطبی ساخته شده و نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در آن، ۰/۷۵ برابر اتیلن‌گلیکول است.

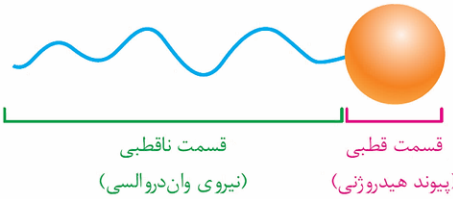
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

هر ترکیب شیمیایی که امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن وجود داشته باشد، الزاما محلول در آب نیست. برای مثال، بین مولکول‌های سازنده الکل‌هایی که زنجیره کربنی بلندی دارند و یا بین مولکول‌های سازنده اسیدهای چرب، امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی وجود دارد اما چون بخش ناقطبی مولکول‌های سازنده این مواد(قسمت هیدروکربنی مولکول‌ها) به بخش قطبی این مولکول‌ها(گروه‌های عاملی هیدروکسیل و یا کربوکسیل) غلبه می‌کند، این مواد به طور کلی ناقطبی بوده و در حلال‌های قطبی مثل آب حل نمی‌شوند.

www.biomaze.ir

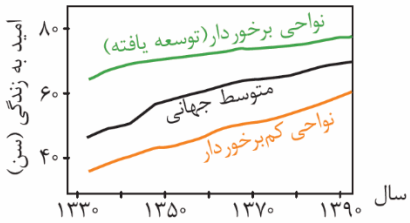
برای مثال، تصویر زیر ساختاری از یک اسید چرب و اجزای سازنده مولکول آن را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بیماری وبا که یک بیماری واگیردار است، به دلیل آلوده‌شدن آب‌ها و نبودن بهداشت در جامعه، بارها در جهان همه‌گیر شده و جان میلیون‌ها انسان را گرفته است. در طول زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جامعه گسترش یافت و سبب شد تا مقدار آلودگی‌ها، میکروب‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش پیدا کند. بر این اساس، می‌توان گفت احتمال بروز وبا در طول زمان کاهش یافته است. البته، توجه داریم که این بیماری هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه‌ای تهدیدکننده باشد. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری از این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

۲) در طول ۶۰ سال اخیر، میزان امید به زندگی هم برای مناطق برخوردار جهان و هم برای مناطق کم‌برخوردار جهان افزایش پیدا کرده است. هر چند که میزان این افزایش برای مناطق کم‌برخوردار، بیشتر از مناطق برخوردار بوده است، اما هنوز هم میزان امید به زندگی در نواحی برخوردار جهان در حدود ۲۰ سال بیشتر از مناطق کم‌برخوردار است. نمودار زیر، روند تغییر امید به زندگی در جهان را نشان می‌دهد:



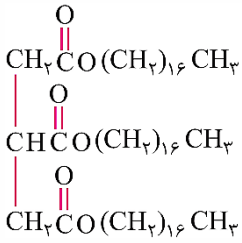
همانطور که مشخص است، شاخص امید به زندگی در جهان افزایش یافته و مقدار آن به نواحی برخوردار نزدیک‌تر شده است.

۴) بنزین، مخلوطی از آلکان‌های مختلف است که با فرمول مولکولی تقریبی C_8H_{18} مشخص می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت بنزین از ذرات ناقطبی ساخته شده و نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در آن، $\frac{۳}{۴} = ۰/۷۵$ برابر اتیلن‌گلیکول $(C_2H_6O_2)$ نیز یک الکل دو عاملی با فرمول ساختاری زیر است:

گروه آموزشی ماز

۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اسیدهای چرب، محلول در هگزان بوده و گروه عاملی موجود در آن‌ها مشابه ذرات عسل است.
۲) تصویر مقابل، نوعی چربی را نشان می‌دهد که در ساختار آن ۱۱۰ پیوند $C-H$ وجود دارد.
۳) با ریختن مقداری صابون در روغن زیتون، بخش قطبی ذرات صابون در کنار هم قرار می‌گیرد.
۴) رنگ‌های پوششی، از جمله مخلوط‌های پایدار بوده و از ذره‌های ریز ماده ساخته شده‌اند.

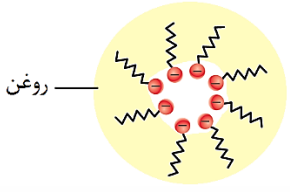


پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

روغن زیتون، نوعی ترکیب آلی است که با استفاده از مولکول‌های ناقطبی ساخته شده است. با ریختن مقداری صابون در روغن زیتون، یک کلوئید پایدار ایجاد می‌شود که در آن، بخش قطبی ذرات صابون(گروه $-COO^-$) در کنار هم و در وسط توده‌های مولکولی قرار گرفته و بخش ناقطبی ذرات صابون(دم هیدروکربنی) در مجاورت با روغن زیتون قرار می‌گیرد.

تصویر زیر، نمایی از فرایند قرارگیری مولکول‌های صابون(یا همان بخش آنیونی صابون) در کنار هم در مخلوطی از صابون و روغن زیتون را نشان می‌دهد:



www.biomaze.ir

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون اسیدهای چرب از مولکول‌های ناقطبی ساخته شده‌اند، این مواد محلول در هگزان(نوعی حلال ناقطبی) هستند. تصویر زیر، نمایی از ساختار یک اسید چرب را نشان می‌دهد:

$$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_{16}-CH_3$$

توجه داریم که گروه عاملی موجود در ساختار اسیدهای آلی، گروه کربوکسیل است در حالی که در ساختار مولکول‌های سازنده عسل، گروه عاملی هیدروکسیل(الکلی) وجود دارد. با توجه به وجود گروه‌های عاملی هیدروکسیل، هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازنده آن با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و در سرتاسر آن پخش می‌شوند. به این ترتیب، مولکول‌های آب، پاک‌کننده مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب‌قند، شربت آبلیمو و چای‌شیرین به شمار می‌روند.

۲) چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب (کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی و جرم مولکولی زیاد) و استرهای بلندزنجیر (استرهایی با جرم مولی زیاد) هستند. استرهای سنگین موجود در چربی‌ها، از واکنش یک الکل سه‌عاملی با ۳ اسید چرب بدست می‌آیند، پس می‌توان گفت در ساختار این مواد، اتم اکسیژن موجود در گروه‌های عاملی استری به طرف الکل سه عاملی قرار می‌گیرند. تصویر زیر، نمایی از یک استر سه‌عاملی را نشان می‌دهد:

$$\begin{array}{l} CH_2-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_{16}-CH_3 \\ | \\ CH-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_{16}-CH_3 \\ | \\ CH_2-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_{16}-CH_3 \end{array}$$

توجه داریم که در ساختار مولکول داده شده در صورت سوال، گروه‌های عاملی استری موجود در مولکول به صورت برعکس رسم شده‌اند.

۴) رنگ‌های پوششی، همانند مخلوط آب و صابون و روغن، سرامیک‌ها، چسب‌ها، شیر، ژله و مایونز، نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند. همانطور که می‌دانیم، کلوئیدها از جمله مخلوط‌های پایدار بوده و از توده‌های مولکولی ساخته شده‌اند. در ساختار سوسپانسیون‌ها نیز ذرات ریز ماده وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۴- یک نمونه ۱/۶ گرمی از گاز گوگرد تری‌اکسید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول مورد نظر را به ۴۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. برای خنثی کردن ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول ایجاد شده، به چند لیتر محلول سود با $pH = ۱۲/۳$ نیاز داریم؟

($S = ۳۲$ و $O = ۱۶$: $g.mol^{-1}$)

۱) ۰/۰۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۵

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

واکنش اکسیدهای اسیدی مختلف با آب که منجر به تولید اسیدهای مختلف و افزایش غلظت یون هیدرونیوم در محلول می‌شود، به شرح زیر است:

$$I)\ N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$
$$II)\ CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$
$$III)\ SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

با توجه به معادله واکنش گاز گوگرد تری‌اکسید با آب، غلظت محلول سولفوریک اسید تولید شده طی این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ H_2SO_4 = ۱/۶\ g\ SO_3 \times \frac{۱\ mol\ SO_3}{۸۰\ g\ SO_3} \times \frac{۱\ mol\ H_2SO_4}{۱\ mol\ SO_3} = ۰/۰۲\ mol$$

$$[H_2SO_4] = \frac{۰/۰۲\ mol\ H_2SO_4}{۰/۴\ L\ \text{محلول}} = ۰/۰۵\ mol.L^{-1}$$

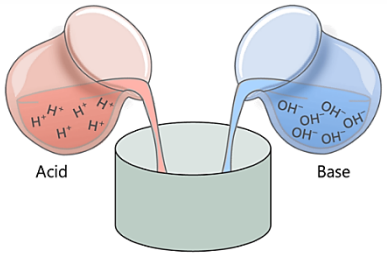
در قدم بعد، غلظت محلول سود استفاده شده برای خنثی کردن محلول اسیدی را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} = ۱۰^{۱۲/۳-۱۴} = ۱۰^{-۱/۷} = ۲ \times ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

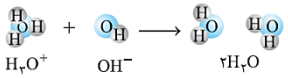
در واکنش خنثی شدن، یون‌های هیدروژن محلول اسیدی با یون‌های هیدروکسید محلول بازی واکنش می‌دهند. توجه داریم که سولفوریک اسید، یک اسید دو ظرفیتی(دو پروتون‌دار) است.

www.biomaze.ir

تصویر زیر، مبنایی از واکنش خنثی شدن اسیدها و بازها را نشان می‌دهد:



$$OH^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$$



با توجه به غلظت محلول‌های اسیدی و بازی، حجم محلول سود مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Longrightarrow ۰/۰۵ \times ۱۰۰ \times ۲ = ۰/۰۲ \times V_b \times ۱ \Longrightarrow V_b = ۵۰۰\ mL$$

در رابطه بالا، مقدار M نشان دهنده غلظت هر محلول، مقدار V نشان‌دهنده حجم هر محلول و n نشان‌دهنده ظرفیت اسیدی یا بازی هر ماده است. با توجه به محاسبات انجام شده، در این فرایند ۰/۵ لیتر محلول بازی مصرف شده است.

گروه آموزشی ماز

۵- محلول یک لیتری از هیدروکلریک اسید با غلظت ۱ مولار (محلول A) و محلول یک لیتری از استیک اسید با غلظت ۱ مولار (محلول B) را در اختیار داریم. نیمی از محلول A را با نیمی از محلول B مخلوط کنیم تا محلول C بدست بیاید. مقایسه سرعت واکنش یک قطعه فلز منیزیم با محلول‌های ایجاد شده طی این فرایند، به چه صورت خواهد بود؟

۱) $C > A > B$ ۲) $A > C > B$ ۳) $C > B > A$ ۴) $A > B > C$

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۴۰۱)

پاسخ تشریحی

هیدروکلریک اسید(HCl) و استیک اسید(CH_3COOH)، به ترتیب یک اسید قوی و یک اسید ضعیف هستند. جدول زیر، انواع اسیدهای معرفی شده در کتاب درسی و ترتیب ثابت یونش آن‌ها را نشان می‌دهد:

اسید	ثابت یونش	فراورده‌های حاصل از یونش	اسید	ثابت یونش	فراورده‌های حاصل از یونش
هیدرویدیک اسید (HI)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + I^-(aq)$	هیدروفلوئوریک اسید (HF)	$۶/۶ \times ۱۰^{-۴}$	$H^+(aq) + F^-(aq)$
هیدروبرمیک اسید (HBr)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + Br^-(aq)$	نیترو اسید (HNO_2)	$۴/۵ \times ۱۰^{-۴}$	$H^+(aq) + NO_2^-(aq)$
هیدروکلریک اسید (HCl)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + Cl^-(aq)$	فورمیک اسید (HCOOH)	$۱/۸ \times ۱۰^{-۴}$	$H^+(aq) + HCOO^-(aq)$
سولفوریک اسید (H_2SO_4)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$	استیک اسید (CH_3COOH)	$۱/۸ \times ۱۰^{-۵}$	$H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
نیتریک اسید (HNO_3)	بزرگ	$H^+(aq) + NO_3^-(aq)$	هیدروسیانیک اسید (HCN)	$۴/۹ \times ۱۰^{-۱۰}$	$H^+(aq) + CN^-(aq)$

افزایش قدرت اسیدی

چون هیدروکلریک اسید یک اسید قوی($\alpha = ۱$) است، غلظت یون هیدروژن در محلول ۱ مولار آن برابر با ۱ مول بر لیتر می‌شود. در نقطه مقابل، چون استیک اسید یک اسید ضعیف به شمار می‌رود، غلظت یون هیدروژن در محلول یک مولار آن خیلی کمتر از ۱ مول بر لیتر خواهد بود. تا به اینجای کار، می‌توانیم غلظت یون هیدروژن را در محلول‌های A و B با هم مقایسه کنیم.

غلظت یون هیدروژن : محلول A < محلول B

طبق فرض سوال، نیمی از محلول A را با نیمی از محلول B مخلوط کرده‌ایم تا محلول C بدست بیاید، پس می‌توان گفت غلظت یون هیدروژن در محلول C، بین غلظت یون هیدروژن در محلول‌های A و B خواهد شد. بر این اساس، داریم:

غلظت یون هیدروژن : محلول A < محلول C < محلول B

سرعت واکنش یک عنصر فلزی مثل منیزیم با محلول‌های اسیدی، وابسته به غلظت یون هیدروژن در این محلول‌ها است. با افزایش غلظت یون هیدروژن در یک محلول اسیدی، سرعت واکنش فلز منیزیم با آن محلول نیز افزایش پیدا می‌کند. آزمون وی ای پی

بر این اساس، داریم:

سرعت واکنش فلز منیزیم با محلول اسیدی : محلول A < محلول C < محلول B

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۶- چه تعداد از عبارت‌های داده شده نادرست هستند؟ ($g.mol^{-1}$: $N = 14$ و $O = 16$ و $Na = 23$)

آ: با انحلال جرم برابر سدیم اکسید و N_2O_5 در آب، محلولی ایجاد می‌شود که در واکنش با آهن، گاز H_2 آزاد می‌کند.

ب: یون H^+، عامل ایجاد خاصیت اسیدی محلول‌ها بوده و در محلول‌های آبی، به شکل یک یون چند اتمی دیده می‌شود.

پ: تفاوت غلظت مولی یون‌های هیدروژن و هیدروکسید در باران‌های اسیدی نسبت به باران‌های معمولی بیشتر است.

ت: یکی از روش‌های تعیین غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌های آبی، سنجش رسانایی الکتریکی این محلول‌ها است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

فقط عبارت (آ) نادرست است.

بررسی سایر موارد:

آ: چون جرم مولی سدیم اکسید(Na_2O) و در مقایسه با دی‌نیتروژن پنتاکسید(N_2O_5) کمتر است، اگر جرم برابر از این دو ماده را در اختیار داشته باشیم، شمار مول‌های سدیم اکسید بیشتر از شمار مول‌های دی‌نیتروژن پنتاکسید می‌شود. به ازای انحلال هر مول سدیم اکسید در آب، ۲ مول یون هیدروکسید تولید شده و به ازای انحلال هر مول دی‌نیتروژن پنتاکسید در آب نیز ۲ مول یون هیدروژن آزاد می‌شود. چون شمار مول‌های سدیم اکسید وارد شده به محلول بیشتر است، پس مقدار یون هیدروکسید تولید شده هم بیشتر از مقدار مول یون هیدروژن تولید شده خواهد بود و در نتیجه، محلول نهایی خاصیت بازی پیدا می‌کند. همانطور که می‌دانیم، در واکنش میان محلول‌های بازی با عناصر فلزی، گاز هیدروژن تولید نخواهد شد.

ب: یون H^+ یا همان یون هیدروژن، عامل ایجاد کننده خاصیت اسیدی محلول‌ها بوده و به محض ورود به محلول‌های آبی، با مولکول‌های آب واکنش داده و به شکل یون هیدرونیوم(یک یون چند اتمی با فرمول شیمیایی H_3O^+) دیده می‌شود.

پ: باران‌های اسیدی حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید بوده و باران‌های معمولی حاوی کربنیک اسید(اسیدی که بر اثر انحلال گاز کربن دی‌اکسید هوا در آب باران بدست می‌آید) هستند. چون باران‌های اسیدی خاصیت اسیدی بیشتری داشته و مقدار pH آن‌ها نسبت به باران‌های معمولی کمتر است، پس می‌توان گفت تفاوت غلظت مولی یون‌های هیدروژن و هیدروکسید در باران‌های اسیدی نسبت به باران‌های معمولی بیشتر خواهد بود.

ت: یکی از روش‌های تعیین غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌های آبی، سنجش رسانایی الکتریکی این محلول‌ها است. توجه داریم که با افزایش غلظت یون هیدروژن و افزایش خاصیت اسیدی یک محلول، رسانایی الکتریکی آن محلول افزایش پیدا می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۷- محلولی از هیدروکلریک اسید با حجم ۱ لیتر و $pH = ۰/۵$ را با مقدار کافی از ۰/۲ مولار محلول پتاس سوزآور خنثی می‌کنیم. هر لیتر از محلول خنثای تولید شده طی این فرایند، با چند میلی‌لیتر محلول ۲ مولار نقره نیترات به طور کامل واکنش می‌دهد؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

در قدم اول، غلظت مولی محلول هیدروکلریک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Longrightarrow [H^+] = ۱۰^{-۰/۵}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\alpha=۱} [HCl] = ۱۰^{-۰/۵} = ۰/۳\ mol.L^{-۱}$$

در قدم بعد، حجم محلول پتاسیم هیدروکسید مورد نیاز را بدست می‌آوریم.

$$M_a \times V_a \times n_a = M_b \times V_b \times n_b \Longrightarrow ۰/۳ \times ۱ \times ۱ = ۰/۲ \times V_b \times ۱ \Rightarrow V_b = ۱/۵\ L$$

با توجه به محاسبات انجام شده، حجم محلول پتاسیم هیدروکسید مورد نیاز برابر با ۱/۵ لیتر است. طی این فرایند، ۱ لیتر محلول اسیدی که حاوی ۰/۳ مول یون کلرید و ۰/۳ مول یون هیدروژن بوده است، با ۱/۵ لیتر محلول بازی واکنش داده و به طور کامل خنثی می‌شود. توجه داریم که طی این فرایند، محلولی با حجم ۲/۵ لیتر بدست می‌آید که کل یون کلرید موجود در آن، از طریق محلول هیدروکلریک اسید تامین شده است. بر این اساس، غلظت مولی یون کلرید را در محلول نهایی ایجاد شده محاسبه می‌کنیم:

$$[Cl^-] = \frac{۰/۳\ mol\ Cl^-}{\text{محلول } ۲/۵\ L} = ۰/۱۲\ mol.L^{-۱}$$

یون کلرید موجود در محلول نهایی ایجاد شده طی فرایند خنثی‌شدن، بر اساس معادله موازنه شده زیر با محلول نقره نیترات($AgNO_3$) واکنش می‌دهد:

$$Cl^-(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NO_3^-(aq)$$

www.biomaze.ir

با توجه به معادله واکنش بالا، حجم محلول نقره نیترات مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

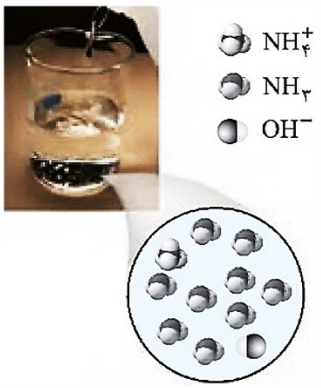
$$?\,mL \text{ محلول نقره نیترات} = ۱\,L \text{ محلول نهایی} \times \frac{۰/۱۲\,mol\,Cl^-}{۱\,L \text{ محلول نهایی}} \times \frac{۱\,mol\,AgNO_۳}{۱\,mol\,Cl^-} \times \frac{۱\,L \text{ محلول نقره نیترات}}{۲\,mol\,AgNO_۳} \times \frac{۱۰۰۰\,mL \text{ محلول نقره نیترات}}{۱\,L \text{ محلول نقره نیترات}}$$

$$= ۶۰\,mL$$

با توجه به محاسبات بالا، طی این فرایند ۶۰ میلی‌لیتر محلول نقره نیترات مصرف شده است.

گروه آموزشی ماز

۸- **تصویر مقابل، محلولی از آمونیاک به حجم ۰/۱ لیتر و غلظت ۰/۰۵ مولار را نشان می‌دهد:**



درجه یونش باز حل شده در این محلول آبی چقدر بوده و مقدار pH این محلول در شرایط داده شده چقدر می‌شود؟

۱) ۱۱/۷ – ۰/۱

۲) ۱۱/۷ – ۰/۲

۳) ۱۱/۳ – ۰/۱

۴) ۱۱/۳ – ۰/۲

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مساله ـ ۱۴۰۱)

پاسخ تشریحی:

با توجه به تصویر داده شده، از هر ۱۰ مولکول آمونیاک حل شده در محلول، ۱ مولکول یونش یافته و در نتیجه آن، ۱ یون آمونیوم و ۱ یون هیدروکسید تولید شده است. در حالت تعادل، از ۱۰ مولکول آمونیاک اولیه وارد شده به محلول نیز ۹ مولکول به صورت دست‌نخورده باقی مانده است. بر این اساس، درجه یونش آمونیاک را در محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم:

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی باز یونیده شده}}{\text{غلظت مولی اولیه باز}} = \frac{\text{تعداد ذرات باز یونیده شده}}{\text{تعداد اولیه ذرات باز حل شده در محلول}} = \frac{۱}{۱۰} = ۰/۱$$

در محلول‌های بازی، غلظت یون هیدروکسید بیشتر از یون هیدرونیوم است. برای محاسبه pH این محلول‌ها، ابتدا باید غلظت یون هیدروکسید موجود در محلول را بدست بیاوریم و پس از آن، به کمک رابطه $K_W = [OH^-] \times [H^+]$، غلظت یون هیدروژن را محاسبه کنیم. در مرحله آخر نیز با توجه به غلظت یون هیدروژن، pH محلول را محاسبه می‌کنیم. در این شرایط، اگر محلول موردنظر مربوط به یک باز قوی باشد، مقدار α برای آن باز برابر یک بوده و غلظت یون هیدروکسید در این محلول، با غلظت باز حل‌شده در آن(M) برابر است. بر این اساس، داریم:

$$[OH^-] = M$$

در نقطه مقابل، برای محاسبه غلظت OH^- در محلولی از یک باز ضعیف با غلظت مولی M و درجه یونش α، می‌توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم:

$$[OH^-] = M.\alpha$$

برای محاسبه pH محلول‌های بازی، از رابطه زیر نیز می‌توان به طور مستقیم استفاده کرد:

$$pH = log\frac{[OH^-]}{۱۰^{-۱۴}}$$

غلظت آمونیاک در محلول اولیه برابر با ۰/۰۵ مول بر لیتر بوده است. بر این اساس، داریم:

$$[OH^-] = M.\alpha = ۰/۰۵ \times ۰/۱ = ۰/۰۰۵\,mol.L^{-۱}$$

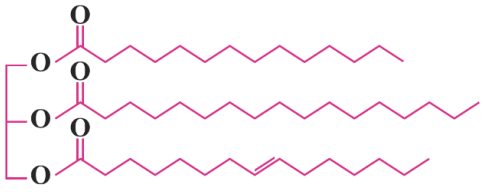
$$pH = log\frac{[OH^-]}{۱۰^{-۱۴}} = log\frac{۰/۰۰۵}{۱۰^{-۱۴}} = log(۵ \times ۱۰^{۱۱}) = ۱۱/۷$$

با توجه به محاسبات بالا، مقدار pH محلول مورد نظر برابر با ۱۱/۷ است.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۹- کدام موارد از مطالب داده شده، در مورد ساختار زیر نادرست است؟ ($H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ , K = ۳۹ : g.mol^{-۱}$)



آ: در ساختار این ترکیب آلی، مجموعا ۴۵ جفت الکترون پیوندی میان اتم‌های کربن وجود دارد.

ب: شمار پیوندهای $C - H$ در ساختار این ماده، به تقریب ۷/۷ برابر شمار پیوندهای کربن-اکسیژن است.

پ: از واکنش یک مول از این ماده با محلول پتاسیم هیدروکسید، ۲۶۴ گرم صابون مایع سیرنشده تولید می‌شود.

ت: یک لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH = ۱۳$، به تقریب با ۲۵/۹ گرم از این ماده، به طور کامل واکنش می‌دهد.

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

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی و مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

ترکیب مورد نظر یک استر سنگین است. در ساختار مولکولی این ماده، ۳ گروه عاملی استری و ۴ پیوند اشتراکی دوگانه وجود دارد. ابتدا فرمول شیمیایی ماده مورد نظر را مشخص می‌کنیم. برای این منظور، باید شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار این ماده را محاسبه کنیم:

$$\text{شمار اتم‌های } H = ۲ \times \text{شمار اتم‌های } C + ۲ - \text{شمار پیوندهای دوگانه} \times ۲ \Longrightarrow m = ۲ \times ۴۹ + ۲ - ۲ \times ۴ = ۹۲$$

پس فرمول شیمیایی این ماده به صورت $C_{۴۹}H_{۹۲}O_۶$ است. در رابطه با این ترکیب آلی، عبارت‌های (آ) و (پ) نادرست هستند.

هر یک از مولکول‌های سازنده چربی‌ها(اسیدهای چرب و استرهای با جرم مولی زیاد)، از یک بخش قطبی(بخش آب‌دوست) و یک بخش ناقطبی(بخش چربی‌دوست و یا آبگریز) تشکیل شده است. از آن‌جا که بخش اعظم این مولکول‌ها ناقطبی است، پس بخش ناقطبی مولکول به راحتی بر بخش قطبی آن غلبه کرده و در نتیجه مولکول‌های چربی در مجموع، ناقطبی به حساب می‌آیند و در حلال‌های قطبی مانند آب حل نمی‌شوند. به خاطر نامحلول‌بودن چربی‌ها در حلال‌های قطبی، آب به تنهایی نمی‌تواند چربی‌های موجود بر روی پوست و لباس‌ها را پاک کند و به همین دلیل، برای پاک‌کردن چربی‌ها باید از سایر پاک‌کننده‌ها کمک بگیریم.

بررسی موارد:

آ: شمار کل جفت الکترون‌های پیوندی در این ماده برابر است با:

$$\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{\text{شمار اتم‌های } H + \text{شمار اتم‌های } N \times ۳ + \text{شمار اتم‌های } O \times ۲ + \text{شمار اتم‌های } C \times ۴}{۲}$$

$$A = \frac{۴ \times ۴۹ + ۲ \times ۶ + ۹۲}{۲} = ۹۸ + ۶ + ۴۶ = ۱۵۰$$

در این ترکیب، همه اتم‌های هیدروژن به اتم‌های کربن متصل هستند، پس در ساختار این ماده مجموعا ۹۲ جفت الکترون پیوندی میان اتم‌های کربن و هیدروژن وجود دارد. همچنین در ساختار این ماده، ۱۲ پیوند(۶ پیوند یگانه و ۳ پیوند دوگانه) میان اتم‌های کربن و اکسیژن دیده می‌شود. بنابراین میان اتم‌های کربن، مجموعا ۴۶ جفت الکترون پیوندی وجود دارد. همچنین می‌توان تعداد خط‌هایی را که بین اتم‌های کربن در ساختار این ماده وجود دارد، شمرد که برابر شمار جفت الکترون‌های پیوندی میان اتم‌های کربن است.

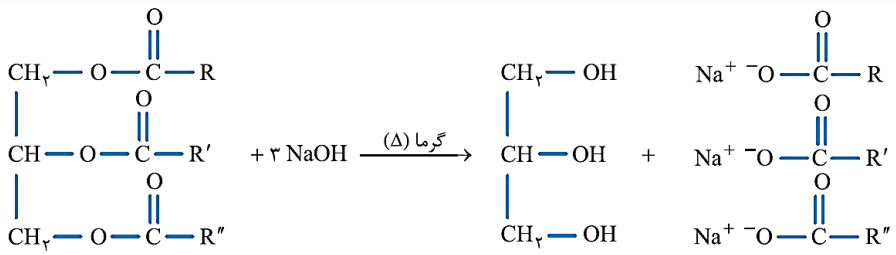
ب: در ساختار این ماده مجموعا ۹۲ جفت الکترون پیوندی میان اتم‌های کربن و هیدروژن وجود دارد. بنابراین، مقدار نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$A = \frac{۹۲}{۱۲} = \frac{۲۳}{۳} \simeq ۷/۷$$

بنابراین نسبت مورد نظر به تقریب برابر ۷/۷ است.

پ: از میان سه اسیدچرب تشکیل‌دهنده این ماده، تنها اسیدچرب سوم در ساختار خود پیوندهای کووالانسی $C = C$ داشته و سیرنشده است و فرمول شیمیایی آن به صورت $C_{۱۴}H_{۲۷}COOH$ است. پس در واکنش یک مول از این استر با پتاسیم هیدروکسید، یک مول صابون مایع سیرنشده با فرمول شیمیایی $C_{۱۴}H_{۲۷}COOK$ تولید می‌شود که معادل با ۲۷۸ گرم از آن است. سایر انواع صابون‌های تولید شده از این استر، همگی سیرشده هستند.

ت: واکنش استرهای سنگین با سدیم هیدروکسید، به طور کلی بازها، به صورت زیر است:



www.biomaze.ir

پس هر مول از این ماده با سه مول سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد. غلظت سدیم هیدروکسید(باز قوی) در محلولی از آن با $pH = ۱۳$، برابر ۰/۱ مولار است. حال جرمی از این استر که با یک لیتر از محلول ۰/۱ مولار سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد را به دست می‌آوریم:

$$?\, g\ C_{۴۹}H_{۹۲}O_۶ = ۱\ L\ NaOH \times \frac{۰/۱\ mol\ NaOH}{۱\ L\ NaOH} \times \frac{۱\ mol\ C_{۴۹}H_{۹۲}O_۶}{۳\ mol\ NaOH} \times \frac{۷۷۶\ g\ C_{۴۹}H_{۹۲}O_۶}{۱\ mol\ C_{۴۹}H_{۹۲}O_۶} \simeq ۲۵/۹\ g$$

پس این محلول به تقریب با ۲۵/۹ گرم استر واکنش می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۱۰- **کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟**

۱) کاتیون موجود در صابون، نقشی در از بین بردن لکه‌های چربی ندارد.

۲) جوهر نمک، همانند پاک‌کننده غیرصابونی، با ذرات لکه‌ها بر هم‌کنش دارد.

۳) با افزودن صابون به مخلوط آب و روغن و هم‌زدن آن، نوعی محلول حاصل می‌شود.

۴) صابون‌ها، همانند پاک‌کننده‌های غیرصابونی، هم در چربی و هم در آب محلول هستند.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

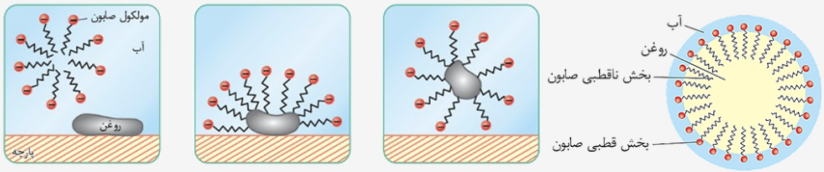
مخلوط آب و روغن، ناهمگن بوده و با توجه به چگالی کمتر روغن، نمونه روغن بر روی سطح آب قرار می‌گیرد. با افزودن صابون به این مخلوط و هم زدن آن، برهم‌کنش مولکول‌ها و ذرات موجود در این مخلوط موجب پدید آمدن یک کلوئید می‌شود. در این مخلوط، توده‌هایی از مولکول‌های روغن و صابون تشکیل می‌شوند که در آب پخش‌شده و یک مخلوط ناهمگن پایدار تشکیل می‌دهد که در اثر ساکن ماندن، ته‌نشین نمی‌شوند. به مخلوط ناهمگن تولید شده طی این فرایند، کلوئید گفته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نحوه عملکرد صابون‌ها به دو بخش قطبی و ناقطبی آن‌ها بستگی دارد که هر دو، در بخش آنیونی صابون قرار دارند. توجه داریم که کاتیون موجود در صابون، فقط بر حالت فیزیکی آن تاثیر دارد و تاثیری روی قدرت پاک‌کنندگی صابون ندارد.

پاک‌کننده‌ها بر اساس مکانیسم عملکرد خود به دو دسته پاک‌کننده‌های کلوئیدساز و خورنده تقسیم می‌شوند. در این رابطه، داریم:

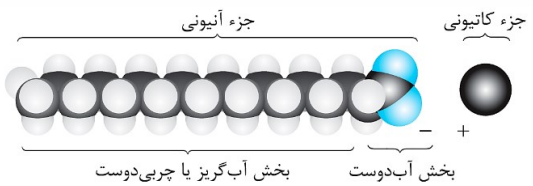
۱- پاک‌کننده‌های کلوئیدساز که شامل صابون و پاک‌کننده غیرصابونی هستند، از دو بخش قطبی و غیرقطبی تشکیل‌شده‌اند. این پاک‌کننده‌ها از سمت بخش قطبی با مولکول‌ها آب و از سمت بخش ناقطبی با مولکول‌های چربی یا روغن جاذبه برقرار می‌کنند. در این حالت قطرات چربی به صورت توده مولکولی درآمده و اطراف آن را پاک‌کننده‌ها می‌پوشانند. در این حالت، ذرات پاک‌کننده به گونه‌ای قرار می‌گیرند که سمت ناقطبی آن‌ها به سمت داخل(توده چربی) و سمت قطبی آن‌ها به سمت بیرون(آب) است. در این رابطه، داریم:



۲- پاک‌کننده‌های خورنده شامل مواد اسیدی یا بازی هستند که علاوه بر داشتن برهم‌کنش فیزیکی با آلاینده‌ها، با آن‌ها واکنش شیمیایی نیز می‌دهند و آن‌ها را به مواد محلول در آب تبدیل می‌کنند. مواد محلول ایجاد شده طی این فرایند، از محل لکه شسته خواهند شد.

۲) جوهر نمک، یک پاک‌کننده خورنده است. پاک‌کننده‌های خورنده همانند صابون و پاک‌کننده غیرصابونی، با ذرات لکه‌ها بر هم‌کنش دارند؛ اما خورنده‌ها برخلاف سایر پاک‌کننده‌ها با این ذرات واکنش شیمیایی نیز می‌دهند. آزمون وی ای پی

۴) هم ساختار صابون و هم ساختار پاک‌کننده غیرصابونی از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل می‌شوند. در این پاک‌کننده‌ها، هیچ یک از بخش‌ها بر دیگری غلبه ندارد و به همین علت، این مواد هم در آب و هم در چربی حل می‌شوند. در واقع به علت این که صابون نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم حاصل از اسیدهای چرب است، در آب محلول بوده و به علت زنجیره هیدروکربنی بزرگ خود، در چربی نیز حل می‌شود. ساختار صابون‌های جامد به صورت زیر است:



صابون‌های جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب هستند و می‌توان آن‌ها را با فرمول کلی $RCOONa$ نشان داد که در آن، گروه R نشان‌دهندهٔ یک زنجیر هیدروکربنی بلند است. اگر بخش R در صابون‌ها معادل با زنجیر آلکیلی باشد، فرمول کلی این صابون‌ها $C_{n+۱}H_{۲n+۱}O_۲Na$ خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۱۱- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

آ: مخلوطی از چند ماده به حالت مایع که نور را در خود پخش می‌کند، قطعاً یک مخلوط ناهمگن است.

ب: با ثابت قرار دادن یک نمونه از شیر، به مرور زمان مواد موجود در آن رسوب خواهند کرد.

پ: ذرات موجود در یک نمونه از کلوئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه‌های یکسان هستند.

ت: سرم فیزیولوژی، برخلاف شربت معده، پیش از مصرف نیاز به تکان‌دادن ندارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

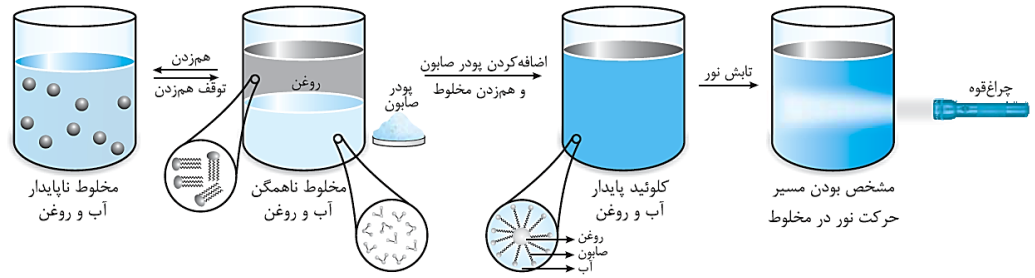
جدول زیر خواص سه نوع مخلوط مواد، شامل محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها را با هم مقایسه می‌کند:

خاصیت	سوسپانسون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	پخش کردن نور	پخش کردن نور	عبور نور بدون پخش‌کردن
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری(ته‌نشین نشدن)	ناپایدار (ته‌نشین شدن)	پایدار (ته‌نشین نشدن)	پایدار (ته‌نشین نشدن)
ذره‌های سازنده	ریز ماده	توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها
تفاوت اندازه ذرات سازنده	متفاوت	متفاوت	مشابه
مثال	شربت معده و خاکشیر	مخلوط آب-روغن-صابون ژله، شیر، سس مایونز رنگ پوششی	محلول نمک‌های مختلف سرم فیزیولوژی

عبارت‌های (آ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: سوسپانسیون، مخلوط ناهمگن و غیرپایدار جامد در مایع است. سوسپانسیون‌ها همانند کلوئیدها، نور را در خود پخش می‌کنند. در واقع با عبور نور از سوسپانسیون و کلوئید، به علت بزرگ‌بودن ذرات سازنده، نور با برخورد به این ذرات از مسیر خود منحرف شده و پخش می‌شود که مسیر حرکت نور در مخلوط مشخص می‌شود. تصویر زیر، نمایی از فرایند پخش شدن نور در کلوئیدها را نشان می‌دهد:



همگن بودن یک مخلوط به معنای آن است که غلظت حل‌شونده در تمام قسمت‌های مخلوط با هم برابر است. تنها محلول‌ها هستند که این ویژگی را دارند. به عبارت دیگر، هر مخلوط همگنی، محلول است و هر محلولی، مخلوط همگن است. محلول‌ها نور را بدون منحرف کردن از خود عبور می‌دهند و مسیر حرکت نور در آن‌ها مشخص نیست.

ب: کلوئیدها دسته‌ای از مخلوط‌ها هستند که ویژگی‌های آن‌ها حدفاصل ویژگی‌های محلول‌ها و سوسپانسون‌ها است. کلوئیدها پایدار هستند و با ثابت قرار دادن آن‌ها، مواد موجود در آن رسوب نمی‌کند. شیر، یک نمونه از کلوئیدها به شمار می‌آید.

پ: مقایسه اندازه ذرات موجود در مخلوط‌ها به صورت زیر است:

اندازه ذرات سازنده: سوسپانسیون > کلوئید > محلول

ذرات موجود در کلوئیدها، توده‌های مولکولی هستند؛ اما اندازه این ذرات متفاوت است. در واقع، هر توده مولکولی موجود در ساختار کلوئیدها، حاوی مقدار متفاوتی از ذرات حل‌شونده است.

ت: سرم فیزیولوژی محلول بوده و پایدار است و به این علت که ته‌نشین نمی‌شود، پیش از مصرف نیاز به تکان دادن نخواهد داشت. این در حالی است که شربت معده، یک سوسپانسیون بوده و به مرور زمان ته‌نشین خواهد شد؛ پس پیش از مصرف باید آن را تکان داد.

۱۲- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

آ: در ساختار صابون‌ها، همانند پاک‌کننده‌های غیرصابونی، نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر یک است.

ب: در ساختار آنیون صابون، ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد و بخش ناقطبی این ماده، همواره بدون شاخه است.

پ: در هر اسید چرب تشکیل‌دهنده چربی کوهان شتر، ۳۸ اتم هیدروژن وجود داشته و این ماده، ترکیبی سیرشده است.

ت: در واحد فرمولی همه صابون‌هایی با زنجیره کربنی سیرشده، شمار اتم‌های H کمتر از دو برابر شمار اتم‌های کربن است.

۱) فقط «آ» ۲) «آ» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

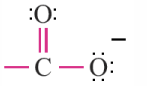
فقط عبارت (آ) درست است.

بررسی موارد:

آ: در ساختار همه صابون‌ها، کاتیون بار +۱ و آنیون نیز بار -۱ دارند؛ پس شمار آنیون به کاتیون در همه آن‌ها برابر یک است. همچنین در پاک‌کننده غیرصابونی، کاتیون Na^+ با بار +۱ بوده و آنیون این ماده نیز بار -۱ دارد.

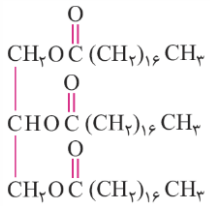
صابون‌ها نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند. یعنی اگر به جای هیدروژن موجود در گروه کربوکسیل یکی از این یون‌ها قرار گیرد، صابون تشکیل می‌شود. آنیون صابون از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده است. اگر کاتیون موجود در ساختار صابون، یون آمونیوم($RCOONH_4$) و یا یون پتاسیم($RCOOK$) باشد، صابون مایع و اگر کاتیون موجود در آن، یون سدیم($RCOONa$) باشد، صابون جامد است. صابون‌ها از واکنش میان بازها با اسیدهای چرب یا استرهای سنگین(مثل پیه یا روغن‌های زیتون و نارگیل) تشکیل می‌شوند. مکانیسم پاک‌کنندگی صابون، تولید کلوئید آب-پاک‌کننده-روغن است. بر این اساس، قسمت قطبی صابون به سمت آب و قسمت ناقطبی آن به سمت چربی یا روغن قرار گرفته و با تشکیل این کلوئید، موجب شسته‌شدن لکه‌های روغن و چربی می‌شود.

ب: برای آن که اتم‌ها از قاعده هشت‌تایی پیروی کنند، ساختار لوویس بخش قطبی آنیون صابون به صورت مقابل است:



در ساختار این یون چند اتمی، تعداد ۵ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. به طور کلی، اسیدهای چرب در ساختار خود بدون شاخه فرعی هستند. بر این اساس، می‌توان گفت صابون‌ها و استرهای سنگین که از اسیدهای چرب ساخته می‌شوند نیز در ساختار خود شاخه فرعی نخواهند داشت.

ت: ساختار چربی موجود در کوهان شتر($C_{57}H_{110}O_6$) به صورت زیر است:



پس اسیدهای چرب موجود در این ترکیب، مشابه بوده و فرمول شیمیایی آن به صورت $C_{17}H_{35}COOH$ است. همانطور که مشخص است، این کربوکسیلیک اسید، سیرشده است.

پ: اگر یک اسید چرب در ساختار خود زنجیره کربنی سیرشده داشته باشد، فرمول مولکولی آن به صورت $C_nH_{2n}O_2$ بوده و آنیون صابون ساخته‌شده از آن نیز به صورت $[C_nH_{2n-1}O_2]^-$ است. حال اگر کاتیون این صابون یون آمونیوم(NH_4^+) باشد، شمار اتم‌های هیدروژن در این صابون برابر $2n+3$ است که بیش از دو برابر شمار اتم‌های کربن است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: رسوب تشکیل‌شده بر دیواره کتری‌ها را با استفاده از مخلوط صابون و جوش‌شیرین پاک می‌کنند.

ب: افزودن یون فسفات به صابون و استفاده از پاک‌کننده غیرصابونی در سفر دریایی، یک مشکل مشابه را حل می‌کنند.

پ: صابون کلردار و صابون گوگرددار، به ترتیب برای از بین بردن جوش‌های صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

ت: برخی از فراورده‌های واکنش گرماده میان پودر لوله بازکن و مواد مسدودکننده لوله، خود خاصیت پاک‌کنندگی دارند.

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

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ حفظی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

www.biomaze.ir

بررسی موارد:

آ: رسوب تشکیل‌شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار، با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها، به انجام واکنش‌های شیمیایی نیاز است که این مواد را به فراورده‌های محلول در آب تبدیل کنند تا با آب شسته شوند. برای این منظور، از پاک‌کننده‌های خورنده مانند هیدروکلریک اسید(جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید(سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها استفاده می‌شود.

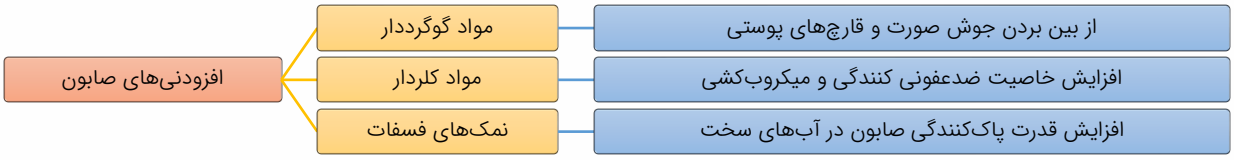
توجه داریم که با اضافه‌کردن جوش‌شیرین(سدیم هیدروژن کربنات)، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها در مقابل چربی‌ها افزایش می‌یابد، زیرا جوش شیرین که یک باز در نظر گرفته می‌شود، در واکنش با چربی‌ها و اسیدهای چرب به صابون تبدیل خواهد شد که موجب انحلال این چربی‌ها در آب و افزایش مقدار صابون خواهد شد. این ماده، در ضداسیدهای معده‌ای نیز یافت می‌شود.

ب: اضافه کردن یون فسفات به صابون‌ها، به منظور افزایش قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها در آب سخت است. در این حالت با انحلال نمک‌های فسفات‌دار در آب، یون فسفات با یون کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد و از تشکیل رسوب صابون با این کاتیون‌ها جلوگیری می‌کند. یون فسفات موجود در این دسته از شوینده‌ها، با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} براساس معادله‌های زیر واکنش می‌دهد:

$$2PO_4^{3-}(aq)+3Mg^{2+}(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s) \quad , \quad 2PO_4^{3-}(aq)+3Ca^{2+}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$$

همچنین یکی از مزیت‌هایی که پاک‌کننده‌های غیرصابونی نسبت به صابون دارند، این است که با یون‌های موجود در آب سخت واکنش نداده و رسوب نمی‌کنند. در واقع این مواد در آب سخت نیز قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ خواهند کرد. با استفاده از این دو روش، می‌توان از شوینده‌ها در سفرهای دریایی و یا صنایعی که با آب سخت سروکار دارند، استفاده کرد.

پ: از افزودن مواد شیمیایی متعدد به صابون‌ها برای افزایش قدرت اثرگذاری آن‌ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال صابون‌های گوگرددار برای از بین‌بردن جوش‌های صورت و همچنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. از طرفی با اضافه کردن مواد کلردار به صابون، خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی افزایش می‌یابد. اما باید توجه داشت که این مواد شیمیایی عوارض جانبی دارند و هر چه بیشتر باشند، احتمال ایجاد این عوارض بیشتر خواهد بود. تاثیر افزودنی‌های مختلف صابون‌ها به شرح زیر است:



صابون طبیعی معروف به صابون مراغه، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند. این صابون حالت جامد داشته و از آنجا که فاقد افزودنی شیمیایی بوده و خاصیت بازی مناسبی دارد، از آن برای شست و شوی موهای چرب استفاده می‌شود.

ت: پودر لوله‌بازکن مخلوطی از آلومینیم و سدیم هیدروکسید است. این پودر در واکنش با آب گاز هیدروژن تولید می‌کند که با افزایش فشار موجب بازشدن لوله می‌شود. این واکنش گرماده بوده که خود موجب افزایش دمای محیط و به دنبال آن افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده می‌شود. همچنین سدیم هیدروکسید موجود در این ماده در واکنش با چربی‌ها، صابون تولید کرده و می‌تواند به زدودن چربی‌های مسدودکننده کمک کند. پس یکی از فراورده این واکنش صابون بوده که خود خاصیت پاک‌کنندگی نیز دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۴- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اسیدهای ضعیف، برخلاف اسیدهای قوی، در آب به مقدار کمی حل شده و محلول آن‌ها خاصیت اسیدی کمی دارد.
۲) بین نیتریک اسید و نیتروسید، بیشترین عدد اکسایش میان اتم‌ها در ساختار اسید قوی‌تر، برابر ۶+ است.
۳) اگر رنگ کاغذ pH در یک نمونه خاک آبی شود، رنگ گل ادریسی نیز در آن محیط آبی خواهد شد.
۴) غلظت یون هیدروکسید در شیرترش‌شده، کمتر از غلظت این یون در محلول آبی آمونیاک است.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

مقدار pH شیرترش‌شده برابر ۲/۷ است، در حالی که محلول آبی آمونیاک خاصیت بازی داشته و pH آن از ۷ بیشتر است. توجه داریم که مقدار pH هر محلول، با غلظت یون هیدرونیوم در آن محلول رابطه معکوس دارد، پس می‌توان گفت غلظت یون هیدرونیوم در شیر ترش‌شده بیشتر از محلول آمونیاک می‌باشد. چون حاصل‌ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در دمای مشخص مقداری ثابت است، پس غلظت این دو یون با یکدیگر ارتباط عکس دارند. بنابراین غلظت یون هیدروکسید در شیر ترش‌شده کمتر از محلول آمونیاک است. اسید موجود در شیر ترش‌شده، معادل با لاکتیک اسید بوده که در ساخت یک نوع پلی‌استر سبز نیز کاربرد دارد.

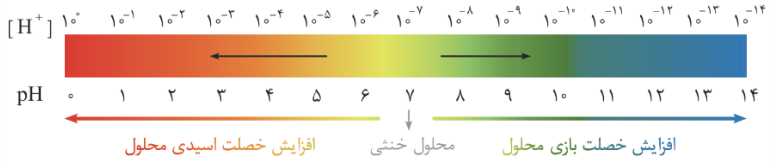
www.biomaze.ir

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تفاوت اسیدهای ضعیف و قوی در میزان یونش آن‌ها در محلول آن‌ها است. در واقع در اسیدهای قوی، تمام مولکول‌های اسید حل‌شده در آب یونش می‌یابند و هیچ مولکول یونش‌نیافته اسید در آن محلول وجود ندارد. این در حالی است که در اسیدهای ضعیف، برخی از مولکول‌های اسید یونش یافته و اغلب برخی یونش نیافته‌اند. در واقع در محلول این اسیدها، مولکول‌های یونش‌نیافته اسید، یون هیدرونیوم و آنیون تولیدشده از اسید، در کنار هم قرار دارند.

۲) هر چه K_a یک اسید بیشتر باشد، قدرت آن ماده اسیدی بیشتر خواهد بود؛ به گونه‌ای که اسیدهای قوی، ثابت یونش بزرگی دارند. در کتاب درسی برای ثابت یونش همه اسیدهای قوی به جز نیتریک اسید از عبارت بسیار بزرگ استفاده کرده و ثابت یونش نیتریک اسید را بزرگ اعلام می‌کند. پس در میان اسیدهای قوی مطرح شده در کتاب درسی، کمترین K_a متعلق به نیتریک اسید(HNO_3) است. توجه داریم که نیترواسید، یک اسید ضعیف بوده و ثابت یونش خیلی بزرگی ندارد. در ساختار نیتریک اسید، اتم‌های هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن به ترتیب عدد اکسایش $+1$، $+5$ و -2 دارند.

۳) طیف رنگی کاغذ pH بر اساس pH ماده در دمای $25^\circ C$ به صورت زیر است.



پس اگر خاکی رنگ یک قطعه از این کاغذ را آبی کند، خاصیت بازی($pH > 7$) دارد. گیاه ادریسی در خاک اسیدی گل آبی و در خاک بازی گل قرمز تولید می‌کند. در این رابطه، داریم:

محیط اسیدی　　محیط بازی

گروه آموزشی ماز

۱۵- اگر به ۲ لیتر محلول اسید ضعیف HA با $pH = 1/5$، یک لیتر محلول ۰/۱۸ مولار نمک NaA اضافه کنیم، مقدار pH محلول نهایی چقدر خواهد بود؟ (K_a اسید HA برابر با ۰/۰۱ مول بر لیتر است.)

۱) ۱/۷　　۲) ۱/۹　　۳) ۲　　۴) ۲/۴

پاسخ: گزینه ۳　　(سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

واکنش تعادلی یونش این اسید به صورت زیر انجام می‌شود:

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq) \ , \ K = 0/01\ mol.L^{-1}$$

اسیدها به هنگام انحلال در آب یونش یافته و به آنیون و یون هیدرونیوم تبدیل می‌شوند. اگر اسید مورد نظر ضعیف باشد، این فرایند به طور کامل انجام نشده و یک تعادل میان اسیدهای یونش‌نیافته، یون هیدرونیوم و آنیون تولیدشده ایجاد می‌کند. معادله این واکنش به صورت زیر است:

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

مقدار ثابت تعادل فرایند بالا، ثابت یونش اسید HA است که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$K_a = \frac{[H^+]\times[A^-]}{[HA]}$$

اگر در محلول تنها اسید HA حضور داشته باشد یا موادی که توانایی تولید سه یون H^+، OH^- و A^- را دارند در محلول مورد نظر وجود نداشته باشند، می‌توان این رابطه را به صورت زیر تغییر داد. در این رابطه M غلظت اولیه اسید است.

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}$$

اگر میزان غلظت یون هیدروژن در محلول بسیار کمتر از غلظت اولیه اسید باشد، می‌توان از مقدار آن در مخرج صرفه‌نظر کرد و معادله را به صورت زیر نوشت:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M}$$

رابطه بالا زمانی قابل استفاده است که نسبت $\frac{K_a}{M}$ کمتر از 2×10^{-4} یا درصد یونش کمتر از پنج درصد باشد.

ابتدا مقدار غلظت اولیه اسید را در محلول ابتدایی بدست می‌آوریم. با توجه به اینکه $pH = 1/5$ است، پس می‌توان گفت غلظت یون هیدروژن در این محلول برابر ۰/۰۳ مولار است.

www.biomaze.ir

پس داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{(۰/۰۳)^2}{M - ۰/۰۳} \Rightarrow M - ۰/۰۳ = ۰/۰۹ \Rightarrow M = ۰/۱۲\ mol.L^{-1}$$

پس غلظت اسید در محلول اولیه، برابر با ۰/۱۲ مولار و مقدار کل اسید موجود در محلول ۲ لیتری نیز برابر با ۰/۲۴ مول است. بر این اساس، می‌توان گفت غلظت اسید در محلول نهایی(محلول ۳ لیتری) به ۰/۰۸ مولار می‌رسد. غلظت NaA نیز از ۰/۱۸ مولار در محلول اولیه و با مقدار ۰/۱۸ مول، به ۰/۰۶ مولار در محلول جدید(محلول ۳ لیتری) می‌رسد. در این حالت، در رابطه با محلول ایجاد شده، داریم:

$$\text{غلظت مواد موجود در محلول} : \begin{cases} ۰/۰۸\ mol.L^{-1}\ HA \\ ۰/۰۶\ mol.L^{-1}\ NaA \end{cases} \Rightarrow \text{مواد موجود در محلول} : \begin{cases} ۰/۲۴\ mol\ HA \\ ۰/۱۸\ mol\ NaA \end{cases}$$

نمک‌های محلول در آب، به طور کامل به یون‌های سازنده خود تبدیل می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت نمک NaA به طور کامل در محلول تفکیک شده و غلظت آنیون تولیدشده از این نمک در محلول برابر ۰/۰۶ مولار می‌شود. همچنین از یونش جزئی اسید HA نیز آنیون A^- تولید می‌شود که غلظت این آنیون برابر غلظت یون هیدرونیوم تولیدشده بوده و آن را x مولار در نظر می‌گیریم. در واقع، آنیون A^-، از دو منبع وارد محلول شده و غلظت این یون در محلول برابر با $۰/۰۶ + x$ مول بر لیتر می‌شود. همچنین به همین اندازه از غلظت اسید موجود در محلول کاسته می‌شود. پس در رابطه با ثابت یونش اسید در محلول جدید، داریم:

$$K_a = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{x \times (۰/۰۶ + x)}{۰/۰۸ - x} \Rightarrow x^2 + ۰/۰۶x = ۸ \times ۱۰^{-۴} - ۰/۰۱x \Rightarrow x^2 + ۰/۰۷x - ۸ \times ۱۰^{-۴} = ۰$$

$$x = ۰/۰۱ \quad \text{یا} \quad x = -۰/۰۸$$

بنابراین غلظت یون هیدرونیوم در محلول نهایی برابر ۰/۰۱ مولار بوده و pH این محلول، به ۲ می‌رسد.

گروه آموزشی ماز

۱۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ: اگر pH محلول اسید ضعیف HA و اسید قوی HB برابر باشد، مقدار رسانایی این دو محلول نیز به یک اندازه است.

ب: در غلظت مولی برابر، رسانایی الکتریکی محلول آبی یک نمک، به یقین کمتر از محلول یک اسید قوی نیست.

پ: واکنش $HF(aq) + Cl^-(aq) \rightleftharpoons HCl(aq) + F^-(aq)$ با غلظت برابر از هر ماده، به سمت راست پیش می‌رود.

ت: در محلول مولار دو عضو اول خانواده اسیدهای آلی، غلظت اسید یونیده نشده در محلول ساده‌ترین اسید، بیشتر است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

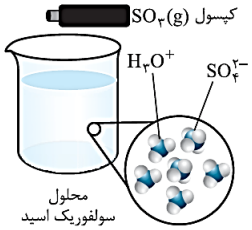
پاسخ تشریحی:

تنها عبارت (آ) درست است.

بررسی موارد:

آ: اگر pH دو محلول اسیدی برابر باشد، یعنی غلظت یون هیدرونیوم در دو محلول اسیدی برابر است. همچنین با توجه به برابر بودن غلظت یون هیدرونیوم و آنیون تولیدشده از اسید، مجموع غلظت یون‌های موجود در این دو محلول نیز برابر خواهد بود. مقدار رسانایی یک محلول الکترولیت به مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در آن دو محلول بستگی دارد. بنابراین با توجه به برابربودن مجموع غلظت یون‌ها در این دو محلول آبی، می‌توان گفت رسانایی آن‌ها نیز به یک اندازه است.

ب: همه اسیدهای قوی به جز سولفوریک اسید(H_2SO_4)، تک پروتون‌دار هستند و از انحلال هر مول از آن‌ها در آب دو مول یون تولید می‌شود. در این میان، از انحلال یک مول سولفوریک اسید در آب بیش از دو مول یون تولید می‌شود. طبق شکل کتاب درسی، هر مول از این اسید، دو مول یون هیدرونیوم و یک مول یون سولفات تولید می‌کند. در این رابطه، داریم:



$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

همچنین هر مول از نمک‌های محلول در آب به هنگام انحلال، به اندازه مجموع زیروندهای یون‌های موجود در فرمول شیمیایی خود، یون تولید می‌کند. برای مثال، مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار سولفوریک اسید برابر با ۳ مول بر لیتر است. پس در غلظت‌های برابر، در محلول سولفوریک اسید نسبت به محلول سدیم کلرید، تعداد یون بیشتری وجود داشته و این محلول، رسانایی الکتریکی بالاتری دارد.

پ: قدرت اسیدی HF از سایر هیدروژن هالیدها کمتر است. در واقع تنها اسید ضعیف میان هیدروژن هالیدها، هیدروفلوئوریک اسید می‌باشد. اگر در یک محلول دو اسید وجود داشته باشد، واکنش میان آن‌ها به سمتی می‌رود که اسید ضعیف‌تر تولید و اسید قوی‌تر مصرف شود. در واقع در این فرایند اسیدی که

www.biomaze.ir

یون هیدروژن تولید می‌کند، اسید قوی‌تر است. این اسید، یون هیدروژن خود را به آنیون اسید ضعیف‌تر می‌دهد. پس در تعادل زیر که میان هیدروکلریک اسید و هیدروفلوئوریک اسید باید ایجاد شود، واکنش به سمت چپ(مصرف اسید قوی و تولید اسید ضعیف) پیش می‌رود.

$$HF(aq) + Cl^-(aq) \rightleftharpoons HCl(aq) + F^-(aq)$$

ت: دو عضو اول خانواده کربوکسیلیک اسیدها، فورمیک اسید و استیک اسید هستند. ثابت یونش و در نتیجه قدرت اسیدی فورمیک اسید بیشتر از استیک اسید می‌باشد. پس در محلول‌های این دو با غلظت اسید برابر، مقدار بیشتری از فورمیک اسید(ساده‌ترین اسید آلی) یونش یافته و غلظت اسید یونش‌نیافته در محلول آن کمتر است. مقایسه قدرت اسیدهای مطرح‌شده در کتاب درسی به صورت زیر است:

$$HCN < H_2CO_3 < CH_3COOH < HCOOH < HNO_2 < HF < HNO_3 < H_2SO_4 < HCl < HBr < HI$$

به طور کلی در میان کربوکسیلیک اسیدها، با افزایش شمار اتم‌های کربن، قدرت اسیدی کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۷- کدام موارد از مطالب زیر، در مورد یک لیتر از محلول‌های دو اسید HF و HCN درست هستند؟

آ: اگر pH دو محلول برابر باشد، محلول HF با مقدار بیشتری از فلز منیزیم واکنش می‌دهد.

ب: اگر غلظت دو اسید برابر باشد، درصد یونش در محلول HCN در مقایسه با محلول HF بیشتر است.

پ: اگر غلظت دو اسید برابر باشد، در واکنش با فلز منیزیم، محلول HF در مقایسه با محلول HCN گرم‌تر خواهد شد.

ت: اگر pH دو محلول برابر باشد، غلظت آنیون در محلول‌ها برابر و درصد یونش در محلول HF بیشتر از محلول HCN است.

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

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۴۰۱)

پاسخ تشریحی:

دو ماده HF و HCN، هر دو اسید ضعیف هستند. ثابت یونش هیدروفلوئوریک اسید بیشتر از هیدروسیانیک اسید بوده و در نتیجه، هیدروفلوئوریک اسید، اسید قوی‌تری است. در رابطه با این دو ماده، عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: چون pH دو محلول برابر است، غلظت یون هیدروژن در دو محلول برابر می‌باشد. با توجه به برابر بودن صورت کسر $\frac{[H^+]^2}{M}$ در دو اسید، برای آن که ثابت یونش هیدروفلوئوریک اسید بیشتر باشد، باید غلظت اسید در محلول آن کمتر باشد. همچنین چون حجم هر دو محلول یک لیتر است، پس مقدار اسید هیدروسیانیک اسید بیشتر است. به طور کلی برای آنکه pH محلول دو اسید مختلف برابر باشد، باید غلظت اسید ضعیف‌تر بیشتر باشد. اسیدهای تک پروتون‌دار با فلز منیزیم به صورت زیر واکنش می‌دهند:

$$2HA(aq) + Mg(s) \longrightarrow MgA_2(aq) + H_2(g)$$

مقدار منیزیم مصرف‌شده در این واکنش به مقدار کل اسید بستگی داشته و ارتباطی با pH ندارد. با توجه به مقدار بیشتر HCN، محلول این اسید با مقدار بیشتری از منیزیم واکنش می‌دهد.

در محلول یک اسید ضعیف، رابطه زیر میان ثابت یونش، غلظت یون هیدروژن و غلظت اولیه اسید برقرار است:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M-[H^+]} \xrightarrow{M \gg [H^+]} K_a \simeq \frac{[H^+]^2}{M}$$

همچنین در محلول یک باز ضعیف رابطه زیر میان موارد مطرح‌شده وجود دارد:

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{M-[OH^-]} \xrightarrow{M \gg [OH^-]} K_b \simeq \frac{[OH^-]^2}{M}$$

ب: غلظت اولیه دو اسید برابر بوده و ثابت یونش هیدروفلوئوریک اسید بیشتر است. در این حالت، مقدار درصد یونش برای محلول هیدروفلوئوریک اسید(اسید قوی‌تر) بیشتر است.

در محلول یک اسید ضعیف رابطه زیر میان ثابت یونش اسید، درجه یونش و غلظت اسید برقرار است:

آزمون وی ای پی $K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha \ll 0/05} K_a \simeq M\alpha^2$

همچنین در محلول یک باز ضعیف نیز، مشابه این رابطه دیده می‌شود:

$$K_b = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \xrightarrow{\alpha \ll 0/05} K_b \simeq M\alpha^2$$

پ: با توجه به رابطه $K_a \simeq \frac{[H^+]^2}{M}$، برابر بودن غلظت دو اسید و ثابت یونش بیشتر هیدروفلوئوریک اسید، غلظت یون هیدروژن در محلول HF بیشتر بوده و این محلول با سرعت و شدت بیشتری با فلز منیزیم واکنش داده و دمای محلول آن گرم‌تر می‌شود. به طور کلی در غلظت‌های یکسان از دو اسید، غلظت یون هیدروژن در محلول اسید قوی‌تر، بیشتر بوده و این محلول pH کمتری دارد.

ت: اگر pH دو محلول برابر باشد، به معنی آن است که غلظت یون هیدروژن در دو محلول برابر می‌باشد. با توجه به برابر بودن غلظت یون هیدروژن و بیشتر بودن ثابت یونش برای هیدروفلوئوریک اسید، درصد یونش در محلول HF بیشتر از محلول HCN است. همچنین با توجه به آن که در عبارت (آ) متوجه شدیم

که غلظت اسید در محلول HCN بیشتر است، می‌توان نتیجه گرفت که درصد یونش در این محلول کمتر است. در این دو محلول با توجه به برابر بودن غلظت یون هیدروژن تولیدشده از دو اسید، غلظت آنیون‌ها نیز برابر است.

در محلول یک اسید ضعیف رابطه زیر میان ثابت یونش اسید، درجه یونش و غلظت یون هیدروژن برقرار است:

$$K_a = \frac{[H^+]\alpha}{۱-\alpha} \xrightarrow{\alpha \ll ۰/۰۵} K_a \simeq [H^+]\alpha$$

همچنین در محلول یک باز ضعیف نیز، مشابه این رابطه دیده می‌شود:

$$K_b = \frac{[OH^-]\alpha}{۱-\alpha} \xrightarrow{\alpha \ll ۰/۰۵} K_b \simeq [OH^-]\alpha$$

گروه آموزشی ماز

۱۸- اگر ۲ لیتر از محلول هیدروبرمیک اسید با $pH = ۱/۷$ را با ۶ لیتر از محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = ۱۱/۶$ مخلوط کنیم، مقدار pH محلول حاصل چقدر می‌شود؟

۱) ۱۰/۷ ۲) ۳/۳ ۳) ۱۱/۳ ۴) ۲/۷

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

ابتدا غلظت اسید و باز موجود در دو محلول اولیه را حساب می‌کنیم. چون هیدروبرمیک اسید، اسیدی قوی و تک عاملی است، غلظت اولیه آن برابر غلظت یون هیدروژن می‌باشد. بر این اساس، داریم:

$$M_{HBr} = [H^+] = ۱۰^{-pH} \Longrightarrow M_{HBr} = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

همچنین چون پتاسیم هیدروکسید، بازی قوی و تک عاملی است، غلظت اولیه آن برابر غلظت یون هیدروکسید است.

$$M_{KOH} = [OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Longrightarrow M_{KOH} = ۱۰^{۱۱/۶-۱۴} = ۱۰^{-۲/۴} = ۱۰^{۰/۶} \times ۱۰^{-۳} = ۴ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

گاهی اوقات فرایند خنثی‌شدن به صورت ناقص انجام می‌شود، یعنی مقدار اسید و باز بر اساس فرمول زیر به یکدیگر اضافه نشده‌اند.

$$a_{\text{اسید}} \times n_{\text{اسید}} = a_{\text{باز}} \times n_{\text{باز}}$$

در این حالت، هر کدام از طرفین که مقدار بیشتری داشته باشد در محلول باقی می‌ماند و pH محلول جدید را باید بر اساس ماده باقی‌مانده حساب کرد. پس غلظت ماده باقی‌مانده برابر است با:

$$M = \frac{a_۱n_۱ - a_۲n_۲}{a_۱ \times V_{\text{محلول جدید}}}$$

در فرمول بالا، ماده باقی‌مانده را ماده ۱ درنظر می‌گیریم. اگر ماده باقی‌مانده اسید یا باز قوی باشد، pH محلول را به کمک M حساب می‌کنیم، اما اگر ماده باقی‌مانده یک اسید یا باز ضعیف باشد، باید مقدار یون موجود در نمک تولیدشده را نیز در معادله K_a یا K_b در نظرگرفت. به عنوان مثال اگر دو مول اسید ضعیف HA با یک مول باز قوی BOH واکنش دهد، باید یک مول نمک تولیدشده در فرایند خنثی شدن و یک مول یون A^- موجود در آن را نیز علاوه بر یون A^- آزادشده از اسید باقی‌مانده در نظر گرفت.

پس در این فرایند داریم:

$$a_{\text{اسید}} \times n_{\text{اسید}} \ ? \ a_{\text{باز}} \times n_{\text{باز}} \Longrightarrow ۱ \times ۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۲} > ۱ \times ۶ \times ۴ \times ۱۰^{-۳}$$

بنابراین ماده باقی‌مانده هیدروبرمیک اسید است. غلظت این ماده را حساب می‌کنیم:

$$M = \frac{a_۱n_۱ - a_۲n_۲}{a_۱ \times V_{\text{محلول جدید}}} \Longrightarrow M = \frac{۱ \times ۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۲} - ۱ \times ۶ \times ۴ \times ۱۰^{-۳}}{۱ \times (۲+۶)} = \frac{۱۶ \times ۱۰^{-۳}}{۸} = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

در واقع، از ۰/۰۴ مول هیدروبرمیک اسید اولیه موجود در محلول، ۰/۰۲۴ مول از آن توسط باز خنثی شده و باقی اسید در محلول باقی مانده است. بر این اساس، غلظت اسید قوی در محلول ایجاد شده برابر با ۰/۰۰۲ بوده و pH آن برابر است با:

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

با توجه به محاسبات انجام شده، در محلول نهایی $pH = ۲/۷$ است.

گروه آموزشی ماز

۱۹- اگر واکنش میان محلول هیدروکلریک اسید و محلول پتاسیم هیدروکسید با تولید گرما همراه باشد، محلولی با $pH = ۷$ در دمای ۳۵°C، محلولی با خاصیت ..... است و غلظت یون ..... در این محلول برابر $۱۰^{-۷}$ مول بر لیتر است.

۱) اسیدی ـ هیدرونیوم ۲) اسیدی ـ هیدروکسید ۳) بازی ـ هیدرونیوم ۴) بازی ـ هیدروکسید

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

واکنش میان اسید و باز، از جنس خنثی شدن است که به صورت زیر انجام می‌شود:

$$OH^-(aq) + H^+(aq) \longrightarrow H_۲O(l)$$

www.biomaze.ir

اگر این واکنش گرماده باشد، واکنش عکس آن یعنی فرایند یونش آب، گرماگیر است. در این رابطه، داریم:

$$H_۲O(l) \longrightarrow OH^-(aq) + H^+(aq) \quad ; \quad K = [H^+] \times [OH^-]$$

با افزایش دما، تعادل به سمت انجام واکنش گرماگیر پیش می‌رود؛ پس با افزایش دما مقدار آب بیشتری یونش یافته و غلظت دو یون هیدروکسید و هیدرونیوم افزایش می‌یابد. افزایش غلظت یون هیدرونیوم، مقدار pH محلول را کاهش می‌دهد. در دمای ۲۵°C، مقدار pH محلول خنثی برابر ۷ است که با افزایش دما pH آن کمتر از ۷ می‌شود. محلولی که pH آن بیشتر از pH محلول خنثی باشد، خاصیت بازی دارد و محلولی که pH آن کمتر از محلول خنثی باشد، اسید است. بر این اساس، در دماهای بالای ۲۵°C، محلولی با $pH = ۷$، یک محلول بازی می‌باشد.

محلول‌ها از نظر خاصیت اسیدی و بازی، سه حالت دارند:

۱- خنثی: هنگامی می‌توان گفت که یک محلول خنثی است که غلظت دو یون هیدرونیوم و هیدروکسید در آن محلول برابر باشد. در دمای ۲۵°C، مقدار pH محلول خنثی(آب خالص) برابر با ۷ است و با افزایش دما، این مقدار کاهش می‌یابد.

۲- اسیدی: اگر در یک محلول غلظت یون هیدرونیوم بیشتر از غلظت یون هیدروکسید باشد، آن محلول خاصیت اسیدی دارد. pH این محلول کمتر از pH آب خالص در دمای مشخص است.

۳- بازی: اگر در یک محلول غلظت یون هیدروکسید بیشتر از غلظت یون هیدرونیوم باشد، آن محلول خاصیت بازی دارد. pH این محلول بیشتر از pH آب خالص در دمای مشخص است.

توجه داریم که pH معیاری برای سنجش قدرت اسیدی و بازی محلول‌ها است و از رابطه مقابل بدست می‌آید: $pH = -log[H^+]$

توجه داریم که pH با غلظت یون هیدرونیوم و قدرت اسیدی رابطه عکس دارد، یعنی هرچه pH یک محلول کمتر باشد، غلظت یون هیدرونیوم در محلول و خاصیت اسیدی آن بیشتر است. همچنین این معیار با غلظت یون هیدروکسید و قدرت بازی نسبت مستقیم دارد. هر چه pH محلول بیشتر باشد، غلظت یون هیدروکسید و خاصیت بازی محلول بیشتر خواهد بود.

با توجه به توضیحات داده شده، pH غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول را نشان می‌دهد. $[H^+] = ۱۰^{-pH}\ mol.L^{-۱}$

یعنی غلظت یون هیدرونیوم در این محلول با $pH = ۷$، برابر $۱۰^{-۷}$ مول بر لیتر است.

گروه آموزشی ماز

۲۰- اگر با اضافه کردن آب به محلول مولار باز ضعیف BOH با ثابت یونش ۰/۰۵ مول بر لیتر، pH محلول ۰/۶ واحد تغییر کند، یک لیتر از محلول حاصل با چند میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار نیتریک اسید واکنش می‌دهد؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

واکنش یونش این باز به صورت زیر است:

$$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq) \ , \ K = ۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

بازهای ضعیف، همانند اسیدهای ضعیف، به هنگام انحلال در آب به صورت کامل یونش نمی‌یابند و یک تعادل میان ذرات باز یونش‌نیافته، یون هیدروکسید و کاتیون آن باز ایجاد می‌شود.در این رابطه، داریم:

$$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$$

مقدار ثابت تعادل فرایند بالا، ثابت یونش باز BOH است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K_b = \frac{[OH^-]\times[B^+]}{[BOH]}$$

همچنین رابطه بالا را در محلول این باز می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$K_b = \frac{[OH^-]^۲}{M-[OH^-]}$$

در این رابطه M غلظت اولیه باز است. اگر میزان غلظت یون هیدروکسید در این محلول بسیار کمتر از غلظت اولیه باز باشد، می‌توان از آن صرف‌نظر کرد و معادله را به صورت زیر نوشت:

$$K_b = \frac{[OH^-]^۲}{M}$$

رابطه بالا زمانی قابل استفاده است که نسبت $\frac{K_b}{M}$ کمتر از ۲×۱۰^{-۴} یا درصد یونش کمتر از ۵ درصد باشد.

ابتدا pH محلول مولار این ماده را حساب می‌کنیم:

$$K_b = \frac{[OH^-]^۲}{M-[OH^-]} \Rightarrow ۰/۰۵ = \frac{[OH^-]^۲}{۱-[OH^-]} \Rightarrow [OH^-]^۲ + ۰/۰۵[OH^-] - ۰/۰۵ = ۰ \Rightarrow [OH^-] = \begin{cases} +۰/۲ \\ -۰/۲۵ \text{ غیرقابل قبول} \end{cases}$$

$$pH = ۱۴ + log[OH^-] \Rightarrow pH = ۱۴ + log\ ۰/۲ = ۱۴ + log\frac{۲}{۱۰} = ۱۴ + log\ ۲ - log\ ۱۰ = ۱۳/۳$$

طبق فرض سوال، مقدار pH محلول به اندازه ۰/۶ واحد تغییر کرده است، بنابراین pH محلول پس از افزودن آب به آن، به ۱۲/۷ می‌رسد.

www.biomaze.ir

بر این اساس، غلظت باز در این حالت را حساب می‌کنیم:

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۲/۷-۱۴} = ۱۰^{-۱/۳} = ۱۰^{۰/۷} \times ۱۰^{-۲} = ۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^۲}{M-[OH^-]} \Rightarrow ۰/۰۵ = \frac{(۰/۰۵)^۲}{M-۰/۰۵} \Rightarrow ۱ = \frac{۰/۰۵}{M-۰/۰۵} \Rightarrow M = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

پس غلظت باز در محلول جدید، برابر با ۰/۱ مولار است. در فرایند خنثی‌شدن رابطه زیر بر قرار است:

$$a_{\text{اسید}} \times n_{\text{اسید}} = a_{\text{باز}} \times n_{\text{باز}} \Rightarrow a_{\text{اسید}} \times M_{\text{اسید}} \times V_{\text{اسید}} = a_{\text{باز}} \times M_{\text{باز}} \times V_{\text{باز}}$$

بر این اساس، حجم اسید مصرف‌شده را بدست می‌آوریم:

$$۱ \times ۰/۴ \times V_{\text{اسید}} = ۱ \times ۰/۱ \times ۱ \Rightarrow V_{\text{اسید}} = \frac{۱}{۴}\ L \times \frac{۱۰۰۰\ mL}{۱\ L} = ۲۵۰\ mL$$

یک لیتر از این محلول بازی، با ۲۵۰ میلی‌لیتر از محلول اسید مورد نظر واکنش می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۲۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ: در ساختار همه بازهای آرنیوس، به یقین اتم اکسیژن وجود دارد.

ب: همه اسیدهای آرنیوس، همانند همه بازهای آرنیوس، الکترولیت هستند.

پ: همه اسیدهای آرنیوس به هنگام حل شدن در آب، غلظت یون هیدروژن را افزایش می‌دهند.

ت: بر اساس مدل آرنیوس، در شرایط یکسان هر چه یک باز یون OH^- بیشتری تولید کند، قوی‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: بازهای آرنیوس موادی هستند که با حل‌شدن در آب، یون هیدروکسید(OH^-) تولید می‌کنند. وجود یون هیدروکسید یا اتم‌های سازنده این یون در ساختار ماده، شرط باز بودن آن ماده نیست؛ بلکه باید این یون هنگام انحلال ماده در آب، آزاد یا تولید شود. به عنوان مثال در ساختار آمونیاک و سایر ترکیب‌های آمینی هیچ اتم اکسیژنی وجود ندارد و این ترکیب‌ها به هنگام حل‌شدن در آب، یون OH^- را تولید می‌کنند و باز آرنیوس محسوب می‌شوند. از طرفی الکل‌ها که گروه $-OH$ در ساختار خود دارند، به طور مولکولی در آب حل می‌شوند و خاصیت اسیدی یا بازی ندارند. از بازهای آرنیوس، می‌توان به همه اکسیدهای فلزی که در آب حل می‌شوند، هیدروکسید فلزها، آمونیاک و مواد آلی حاوی گروه‌های آمینی اشاره کرد.

ب: اسیدها و بازهای آرنیوس، به هنگام حل‌شدن در آب به ترتیب یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید تولید می‌کنند و منجر به تولید یک محلول رسانا می‌شوند. همه اسیدها همانند همه بازهای آرنیوس، الکترولیت هستند.

الکترولیت‌ها موادی هستند که به هنگام حل‌شدن در آب، یون تولید کنند و محلول آن‌ها رسانای یونی جریان الکتریکی خواهد بود. این مواد به دو دسته ترکیبات یونی و مولکولی تبدیل می‌شوند:

۱- مواد یونی: این مواد در آب تفکیک می‌شوند و یون‌های موجود در آن‌ها در محلول مورد نظر آزاد می‌شوند. همچنین این مواد در حالت مذاب نیز در خود یون‌های آزاد دارند. برای مثال، سدیم کلرید در این دسته قرار می‌گیرد.

۲- مواد مولکولی: پس از انحلال این مواد در آب، تمام یا بخشی از آن‌ها یونش یافته و به یون‌هایی با بار متفاوت تبدیل می‌شوند. اغلب اسیدها و بازهای آرنیوس، از این دسته مواد هستند. برای مثال، گاز هیدروژن کلرید در این دسته قرار می‌گیرد.

مواد غیرالکترولیت نیز موادی مولکولی هستند که به طور کامل به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند و هیچ یونی تولید نمی‌کنند. از این مواد می‌توان به الکل‌ها، کتون‌ها، اترها و شکر اشاره کرد. محلول این مواد در آب رسانای جریان الکتریکی نیست.

پ: اسیدهای آرنیوس به هنگام حل شدن در آب یون هیدروژن تولید می‌کنند. اسیدها مواد مولکولی هستند که به هنگام انحلال در آب یونش یافته و به یون هیدروژن و یک آنیون تبدیل می‌شوند. یون هیدروژن به طور مستقل در محلول‌های آبی وجود ندارد و به یون هیدرونیوم($H_۳O^+$) تبدیل می‌شود. توجه داریم که اغلب اکسیدهای نافلزی محلول در آب، هیدروژن‌هالیدها و مواد آلی حاوی گروه‌های کربوکسیل(اسیدهای آلی)، از اسیدهای آرنیوس هستند. در ساختار اکسیدهای نافلزی، اتم هیدروژنی وجود ندارد اما این مواد به هنگام حل‌شدن در آب یون هیدرونیوم تولید می‌کنند. جدول زیر اسیدهای تولیدشده با استفاده از اکسیدهای نافلزی را نشان می‌دهد:

اکسید	$N_۲O_۵$	$CO_۲$	$SO_۲$	$SO_۳$	$Cl_۲O_۷$
اسید	$HNO_۳$	$H_۲CO_۳$	$H_۲SO_۳$	$H_۲SO_۴$	$HClO_۴$

ت: بر اساس مدل آرنیوس، تنها می‌توان خاصیت اسیدی و بازی یک ماده را تشخیص داد و نمی‌توان مقدار قدرت اسیدی یا بازی آن‌ها را مشخص کرد. برای مشخص کردن قدرت یک اسید یا یک باز، در غلظت‌های برابر هر چه یک اسید یون هیدرونیوم بیشتر یا هر چه یک باز یون هیدروکسید بیشتری تولید کند، قوی‌تر است.

www.biomaze.ir

۲۲- اگر به یک لیتر محلول یک باز قوی با $pH = ۱۰$، دو لیتر از محلول A اضافه شود، pH این محلول به ۹/۷ می‌رسد. محلول A مصرف شده، از نظر اسیدی و بازی چه خاصیتی دارد؟

۱) خنثی ۲) باز ۳) اسید ۴) نمی‌توان مشخص کرد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

برای حل چنین سوالی کافی است که pH محلول نهایی را در صورتی که ماده اضافه‌شده آب خالص باشد، محاسبه کنیم. اگر pH مطرح‌شده برابر pH حساب‌شده باشد، محلول اضافه‌شده خنثی است. اگر pH محاسبه‌شده با pH محلول برابر نباشد، یعنی محلول مورد نظر خاصیت اسیدی یا بازی دارد. اگر pH نهایی محلول بیشتر از مقدار pH حساب‌شده باشد، محلول اضافه‌شده باز است. اگر pH نهایی محلول کمتر از مقدار pH حساب‌شده باشد، محلول اضافه‌شده خاصیت اسیدی دارد. بر این اساس ابتدا مقدار pH محلول حاصل از اضافه‌کردن دو لیتر آب خالص به محلول اولیه را حساب می‌کنیم. می‌دانیم که غلظت اولیه باز و غلظت یون هیدروکسید در محلول باز قوی برابر است. در محلول اولیه $۱۰^{-۱۰}\ mol.L^{-۱}$ یون هیدرونیوم و در نتیجه $۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$ یون هیدروکسید وجود دارد. پس غلظت اولیه باز برابر $۱۰^{-۴}$ مولار است. با اضافه شدن دو لیتر آب خالص به یک لیتر از این محلول، حجم محلول ۳ برابر و به دنبال آن غلظت باز $\frac{۱}{۳}$ می‌شود. بنابراین غلظت یون هیدروکسید در این محلول به $\frac{۱۰^{-۴}}{۳}\ mol.L^{-۱}$ و به دنبال آن غلظت یون هیدرونیوم موجود در آن نیز به $۱۰^{-۱۰} \times ۳\ mol.L^{-۱}$ می‌رسد. با ۳ برابرشدن غلظت یون هیدرونیوم، pH به اندازه ۰/۵ کاهش یافته و برابر ۹/۵ می‌شود. با توجه به آن که pH محلول نهایی از pH حساب‌شده بیشتر است، محلول اضافه‌شده، خاصیت بازی دارد. و اما یک سوال مهم! چطور ممکن است که به یک محلول بازی، محلول بازی دیگری اضافه کنیم اما pH کاهش یافته و به سمت $pH = ۷$ حرکت کند؟ در صورتی چنین اتفاقی می‌افتد که غلظت یون هیدروکسید(یا همان باز) در محلول اولیه بیشتر از محلول اضافه‌شده باشد و غلظت یون هیدروکسید با این اتفاق کاهش یابد. در واقع، محلول بازی اضافه شده به محلول، در مقایسه با محلول اولیه غلظت کمتری دارد.

گروه آموزشی ماز

۲۳- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: با ۸ برابر شدن غلظت اسید ضعیف در آب، pH محلول به تقریب ۰/۴۵ واحد کاهش می‌یابد.

ب: با افزودن آب به محلول باز ضعیف، غلظت یون هیدرونیوم و مقدار ثابت یونش افزایش می‌یابد.

پ: اگر به یک لیتر محلول حاوی باز قوی ۱۰ لیتر آب اضافه کنیم، pH محلول یک واحد کاهش می‌یابد.

ت: اگر با اضافه کردن آب به محلول یک اسید ضعیف، pH یک واحد افزایش یابد، درجه یونش ۱۰ برابر شده است.

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

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (آ) و (ت) درست هستند.

تغییر غلظت اسید یا باز در محلول آن‌ها pH محلول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اگر غلظت اسید یا باز در یک محلول n برابر شود، داریم:

۱- در محلول اسید قوی pH به اندازه $\log n$ کاهش می‌یابد. طی این فرایند، غلظت یون H^+، n برابر می‌شود.

۲- در محلول باز قوی pH به اندازه $\log n$ افزایش می‌یابد. طی این فرایند، غلظت یون OH^-، n برابر می‌شود.

۳- در محلول اسید ضعیف pH به اندازه $\frac{۱}{۲}(\log n)$ کاهش می‌یابد. طی این فرایند، غلظت یون H^+، $\sqrt{n}$ برابر می‌شود.

۴- در محلول باز ضعیف pH به اندازه $\frac{۱}{۲}(\log n)$ افزایش می‌یابد. طی این فرایند، غلظت یون OH^-، $\sqrt{n}$ برابر می‌شود.

غلظت در دو حالت تغییر می‌کند:

۱- غلیظ شدن: افزوده شدن اسید یا باز که موجب افزایش غلظت می‌شود. در این حالت اگر مقدار اولیه ماده برابر n مول باشد و مقدار اضافه‌شده m مول، غلظت $\frac{n+m}{n}$ برابر خواهد شد.

۲- رقیق شدن: اضافه شدن آب به محلول موجب کاهش غلظت اسید یا باز می‌گردد. اگر حجم محلول اولیه $V_۱$ و حجم آب اضافه‌شده $V_۲$ باشد، غلظت اسید یا باز $\frac{V_۱}{V_۱+V_۲}$ برابر می‌شود.

توجه: ممکن است دو محلول یک ماده با غلظتی متفاوت با یکدیگر مخلوط شوند. در این حالت غلظت محلول نهایی برابر است با: $M = \frac{M_۱V_۱+M_۲V_۲}{V_۱+V_۲}$

بررسی موارد:

آ: با ۸ برابر کردن غلظت اسید ضعیف در آب، pH محلول به تقریب ۰/۴۵ واحد کاهش می‌یابد. در این رابطه، داریم:

$$pH \text{ تغییر} = -\frac{۱}{۲}\log ۸ = -\frac{۱}{۲}\log ۲^۳ = -\frac{۳}{۲}\log ۲ = -۰/۴۵$$

ب: با افزودن آب به محلول باز ضعیف، غلظت باز کاهش می‌یابد. در این حالت غلظت یون هیدروکسید کم و غلظت یون هیدرونیوم زیاد می‌شود. ثابت یونش یک ثابت تعادل بوده و تنها تغییر دما می‌تواند مقدار آن را تغییر دهد.

www.biomaze.ir

پ: اگر به یک لیتر محلول حاوی باز قوی ۱۰ لیتر آب اضافه کنیم، حجم محلول از ۱ لیتر به ۱۱ لیتر رسیده و غلظت این ماده $\frac{۱}{۱۱}$ برابر شده و pH آن بیش از یک واحد(به اندازه $\log ۱۱$) کاهش خواهد یافت.

ت: اگر با اضافه کردن آب به محلول یک اسید ضعیف، pH یک واحد افزایش یابد، یعنی غلظت اولیه اسید $\frac{۱}{۱۰۰}$ شده و از طرفی غلظت یون هیدرونیوم $\frac{۱}{۱۰}$ شده است. پس درجه یونش که از رابطه زیر به دست می‌آید ۱۰ برابر شده است:

$$\alpha = \frac{[H^+]}{M} \Longrightarrow \alpha_۲ = \frac{[H^+]_۲}{M_۲} = \frac{\frac{۱}{۱۰}[H^+]_۱}{\frac{۱}{۱۰۰}M_۱} = ۱۰\frac{[H^+]_۱}{M_۱} = ۱۰\alpha_۱$$

به طور کلی با افزایش غلظت اسیدها یا بازهای ضعیف، درصد یونش کاهش و با کاهش غلظت آن‌ها درصد یونش افزایش می‌یابد. اگر غلظت اولیه اسید یا باز n برابر شود، درصد یونش $\sqrt{\frac{۱}{n}}$ برابر می‌شود. نکته دیگر آن است که تغییر غلظت نقشی بر درصد یونش اسیدها و بازهای قوی ندارد و درجه یونش این مواد همواره برابر یک است.

گروه آموزشی ماز

۲۴- اگر غلظت یک کربوکسیلیک اسید با فرمول شیمیایی $C_۵H_۹COOH$ در محلول آن با $pH = ۵/۷$، برابر ۱۲۰۰ ppm باشد، ثابت یونش این اسید چند مول بر لیتر است؟ (چگالی محلول یک گرم بر لیتر است.)

$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) $۳/۸\times۱۰^{-۸}$ ۲) $۹/۷۵\times۱۰^{-۱۰}$ ۳) $۳/۸\times۱۰^{-۱۰}$ ۴) $۹/۷۵\times۱۰^{-۸}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

کربوکسیلیک اسیدها از اسیدهای ضعیف هستند. این مواد به طور جزئی در محلول خود یونش پیدا می‌کنند. فرایند یونش این اسید ضعیف، تعادلی بوده و به صورت زیر انجام می‌شود:

$$C_۵H_۹COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + C_۵H_۹COO^-(aq)$$

رابطه میان غلظت مولی، درصد جرمی و ppm به صورت زیر است:

$$M = \frac{ppm \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times ۱۰۰۰}$$

$$M = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی}}$$

$$ppm = \text{درصد جرمی} \times ۱۰۰۰۰$$

غلظت یون هیدرونیوم در محلولی با $pH = ۵/۷$ برابر ۲×۱۰^{-۶} مول بر لیتر است. حال غلظت اسید موجود در محلول را حساب می‌کنیم:

$$M = \frac{ppm \times d}{\text{جرم مولی} \times ۱۰۰۰} \Longrightarrow M = \frac{۱۲۰۰ \times ۱}{۱۰۰۰ \times ۱۱۴} = \frac{۱}{۹۵}\ mol.L^{-۱}$$

در نهایت ثابت یونش اسید را به دست می‌آوریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M - [H^+]} \xrightarrow{M \gg [H^+]} K_a \simeq \frac{[H^+]^۲}{M} \Longrightarrow K_a = \frac{(۲ \times ۱۰^{-۶})^۲}{\frac{۱}{۹۵}} = ۴ \times ۹۵ \times ۱۰^{-۱۲} = ۳/۸ \times ۱۰^{-۱۰} mol.L^{-۱}$$

پس ثابت یونش این اسید برابر $۳/۸ \times ۱۰^{-۱۰} mol.L^{-۱}$ است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- ثابت یونش پروپانوئیک اسید برابر $۱/۸ \times ۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$ است. ۱/۲ لیتر محلول پروپانوئیک اسید با $pH = ۳/۵$ با چند گرم الکل سازنده روغن زیتون واکنش می‌دهد؟ $(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۶/۶ ۲) ۳۶/۸ ۳) ۱۲/۶ ۴) ۱۸/۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

پروپانوئیک اسید، کربوکسیلیک اسیدی با ۳ اتم کربن بوده و یک ماده سیرشده است. فرمول شیمیایی این ماده به صورت $C_۲H_۵COOH$ بوده و فرایند یونش تعادلی آن به صورت زیر انجام می‌شود:

$$C_۲H_۵COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + C_۲H_۵COO^-(aq), K = ۱/۸ \times ۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$$

غلظت یون هیدرونیوم در محلولی با $pH = ۳/۵$ برابر است با:

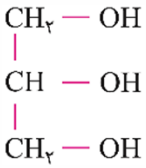
$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Longrightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳/۵} = ۱۰^{۰/۵} \times ۱۰^{-۴} = ۳ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

www.biomaze.ir

حال به کمک ثابت یونش و غلظت یون هیدرونیوم، غلظت اسید در این محلول را به دست می‌آوریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^{-۷} = \frac{(۳ \times ۱۰^{-۴})^2}{M - ۳ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^{-۷} \simeq \frac{(۳ \times ۱۰^{-۴})^2}{M} \Rightarrow M = \frac{۹ \times ۱۰^{-۸}}{۱/۸ \times ۱۰^{-۷}} = ۰/۵\ mol.L^{-۱}$$

روغن زیتون از استری سنگین با فرمول شیمیایی $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ تشکیل شده است. فرمول اسید چرب سازنده آن به صورت $C_{۱۷}H_{۳۳}COOH$ است که در ساختار خود یک پیوند دوگانه $C = C$ دارد و سیرنشده است. همچنین الکل سازنده استرهای سنگین، الکلی ۳ عاملی به نام گلیسرول با فرمول شیمیایی $C_۳H_۸O_۳$ می‌باشد. ساختار این الکل به صورت زیر است:



هر مول از این الکل، دارای ۳ گروه هیدروکسیل بوده و با ۳ مول کربوکسیلیک اسید واکنش می‌دهد. بر این اساس، می‌توان گفت واکنش پروپانوئیک اسید و این الکل به صورت زیر است:

$$C_۳H_۸O_۳ + ۳C_۲H_۵COOH \longrightarrow C_{۱۲}H_{۲۰}O_۶ + ۳H_۲O$$

بر این اساس جرم الکل مصرف‌شده در واکنش بالا را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ C_۳H_۸O_۳ = ۱/۲\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۵\ mol\ C_۲H_۵COOH}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ C_۳H_۸O_۳}{۳\ mol\ C_۲H_۵COOH} \times \frac{۹۲\ g\ C_۳H_۸O_۳}{۱\ mol\ C_۳H_۸O_۳} = ۱۸/۴\ g$$

بنابراین ۱۸/۴ گرم الکل با ۱/۲ لیتر از این اسید واکنش می‌دهد. توجه داریم که در فرایندهای شیمیایی که اسید یا باز در آن شرکت می‌کنند، تمام اسید یا باز در واکنش شرکت کرده و این قضیه هیچ ارتباطی با مقدار یونش‌یافته از آن ماده ندارد. پس غلظتی از اسید یا باز که در واکنش مصرف می‌شود، غلظت اولیه اسید و باز خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۲۶- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) یک لیتر محلول مولار لیتیم هیدروکسید با یک مول $N_۲O_۵$ به طور کامل خنثی می‌شود.
۲) تماس محلول سود سوزآور به پوست یا تنفس بخارات این ماده، به بدن آسیب جدی می‌رساند.
۳) هر چه pH یک محلول بازی بیشتر باشد، مجموع غلظت یون‌ها در آن محلول بیشتر است.
۴) تفاوت غلظت دو یون هیدرونیوم و هیدروکسید در خون انسان تقریبا برابر $۲/۱ \times ۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$ است.

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۴۰۱)

پاسخ تشریحی:

لیتیم، یک فلز از گروه اول بوده و کاتیونی با بار ۱+ ایجاد می‌کند. فرمول شیمیایی لیتیم هیدروکسید، به صورت $LiOH$ است. یک لیتر محلول مولار لیتیم هیدروکسید، حاوی یک مول باز با ظرفیت یک است. یک مول $N_۲O_۵$ به هنگام حل‌شدن در آب دو مول نیتریک اسید با ظرفیت یک تولید می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت یک لیتر از این محلول لیتیم هیدروکسید، با نیم مول $N_۲O_۵$ خنثی می‌شود.

واکنش خنثی‌شدن میان اسید و باز انجام می‌شود. در واقع در این واکنش یون‌های هیدروژن تولیدشده از اسید با یون‌های هیدروکسید تولیدشده در باز واکنش می‌دهند. معادله این واکنش پس از حذف یون‌های ناظر به صورت زیر خواهد بود:

$$OH^-(aq) + H^+(aq) \longrightarrow H_۲O(l)$$

با توجه به مصرف دو یون هیدروژن و هیدروکسید در این واکنش، فرایند یونش یا تفکیک یونی اسید و باز به طور کامل انجام می‌شود؛ پس قوی و ضعیف بودن تاثیری بر فرایند خنثی شدن ندارد و تنها به تعداد عوامل اسیدی و بازی موجود ساختار اسید و باز(a) بستگی دارد و برای واکنش خنثی‌شدن داریم:

$$a_{\text{اسید}} \times n_{\text{اسید}} = a_{\text{باز}} \times n_{\text{باز}}$$

تعداد عوامل اسیدی یا همان ظرفیت اسید برابر تعداد هیدروژن‌های اسیدی است. تعداد عوامل بازی نیز در ساختار بازهای یونی برابر تعداد یون هیدروکسید موجود در آن ماده است. در رابطه با آمونیاک، ظرفیت باز برابر یک و ظرفیت بازی آمین‌ها نیز برابر شمار گروه‌های آمینی موجود در آن‌ها می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) محلول سود سوزآور یا همان سدیم هیدروکسید که به عنوان لوله‌بازکن استفاده می‌شود، در تماس با پوست یا تنفس بخارات آن به بدن آسیب جدی می‌رساند. اسیدها در واکنش با پوست سوزش و بازها حس لیزی ایجاد می‌کنند و به پوست صدمه می‌زنند.

۳) هر چه pH یک محلول بازی بیشتر باشد، به معنای آن است که غلظت یون هیدروکسید در آن بیشتر خواهد بود و از انحلال باز در آب مقدار یون هیدروکسید بیشتری آزاد شده است. در یونش یا تفکیک باز، همراه یون هیدروکسید یک کاتیون نیز تولید می‌شود. پس با افزایش غلظت یون هیدروکسید، مجموع غلظت یون‌ها در آن محلول بیشتر خواهد شد. فرایند زیر، تفکیک یونی یک ماده بازی در آب را نشان می‌دهد:

$$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$$

www.biomaze.ir

۴) مقدار pH خون انسان برابر ۷/۴ است. غلظت این دو یون را در یک نمونه از خون محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۷/۴} = ۱۰^{۰/۶} \times ۱۰^{-۸} = ۴ \times ۱۰^{-۸}\ mol.L^{-۱}$$
$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۷/۴-۱۴} = ۱۰^{-۶/۶} = ۱۰^{۰/۴} \times ۱۰^{-۷} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$$

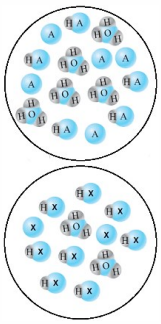
بر این اساس، داریم:

$$۲/۵ \times ۱۰^{-۷} - ۴ \times ۱۰^{-۸} = ۲/۱ \times ۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$$

پس تفاوت غلظت این دو یون برابر $۲/۱ \times ۱۰^{-۷}\ mol.L^{-۱}$ است.

گروه آموزشی ماز

۲۷- **با توجه به شکل مقابل که نمایشی از ذرات اسید در دو محلول را نشان می‌دهد، کدام یک از مطالب زیر درست هستند؟ (هر ذره معادل x مول بر لیتر است.)**



آ: مقدار K_a برای محلول اسید قوی‌تر ۶/۲۵ برابر محلول اسید ضعیف‌تر است.

ب: مقدار pH محلول اسید قوی‌تر ۰/۴ واحد کمتر از محلول اسید ضعیف‌تر است.

پ: غلظت یون هیدروکسید در محلول اسید ضعیف‌تر، ۴ برابر محلول اسید قوی‌تر است.

ت: درجه یونش در محلول اسید قوی‌تر، ۳۰ درصد بیشتر از محلول اسید ضعیف‌تر است.

۱) «آ» و «ب» ۲) «آ» و «پ»

۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

غلظت اجزا در دو محلول برابر است با:

محلول HX: $[HX] = ۸x\ mol.L^{-۱}$, $[X^-] = ۲x\ mol.L^{-۱}$, $[H^+] = ۲x\ mol.L^{-۱}$

محلول HA: $[HA] = ۵x\ mol.L^{-۱}$, $[A^-] = ۵x\ mol.L^{-۱}$, $[H^+] = ۵x\ mol.L^{-۱}$

در رابطه با این دو محلول، عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: مقدار K_a دو اسید را حساب می‌کنیم:

$$HX: K_a = \frac{[H^+] \times [X^-]}{[HX]} = \frac{۲x \times ۲x}{۸x} = ۰/۵x$$
$$HA: K_a = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]} = \frac{۵x \times ۵x}{۵x} = ۵x$$

بر اساس K_a، اسید HA قوی‌تر از اسید HX بوده و مقدار ثابت یونش اسید قوی‌تر، ۱۰ برابر دیگری است.

ب: تفاوت مقدار pH دو محلول برابر است با:

$$pH_{HX} - pH_{HA} = -log[H^+]_{HX} - log[H^+]_{HA} = log[H^+]_{HA} - log[H^+]_{HX} = log\frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HX}} = log\frac{۵x}{۲x} = log۲/۵ = ۰/۴$$

پس pH محلول اسید قوی‌تر، به اندازه ۰/۴ واحد کمتر از محلول اسید ضعیف‌تر است.

پ: با توجه به ثابت بودن حاصل‌ضرب غلظت یون هیدروکسید و غلظت یون هیدروژن، داریم:

$$[H^+]_{HX} \times [OH^-]_{HX} = [H^+]_{HA} \times [OH^-]_{HA} \Rightarrow \frac{[OH^-]_{HX}}{[OH^-]_{HA}} = \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HX}} \Rightarrow A = \frac{۵x}{۲x} = ۲/۵$$

به طور کلی نسبت یون‌های هیدروکسید دو محلول برابر معکوس نسبت یون‌های هیدروژن در همان دو محلول است.

ت: درصد یونش دو محلول را حساب می‌کنیم:

$$\alpha\% = \frac{[H^+]}{M} \times ۱۰۰ \xrightarrow{M=[H^+]+[\text{آنیون}]} \begin{cases} HX: \alpha\% = \frac{۲x}{۲x + ۸x} \times ۱۰۰ = ۲۰\% \\ HA: \alpha\% = \frac{۵x}{۵x + ۵x} \times ۱۰۰ = ۵۰\% \end{cases}$$

پس تفاوت درصد یونش دو محلول برابر ۳۰ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۲۸- **عدد اکسایش کربن در بخش قطبی صابون و عدد اکسایش گوگرد در پاک‌کننده غیرصابونی را در نظر بگیرید. عدد اکسایش اتم مورد نظر در ماده‌ای با قدرت پاک‌کنندگی بیشتر در حضور آب دریا، ..... واحد از عدد اکسایش اتم دیگر ..... است.**

۱) یک ـ بیشتر ۲) دو ـ بیشتر ۳) یک ـ کمتر ۴) دو ـ کمتر

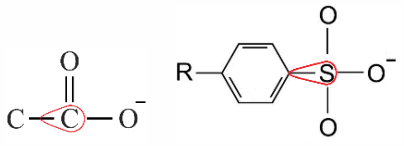
www.biomaze.ir

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۴۰۱)

پاسخ تشریحی:

بخش قطبی صابون و پاک‌کننده غیرصابونی به صورت زیر هستند. عدد اکسایش اتم‌های مورد نظر را در این دو ساختار به دست می‌آوریم. برای محاسبه عدد اکسایش به کمک ساختار، باید شمار الکترون‌های منتسب به اتم را از تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت کم کنیم.

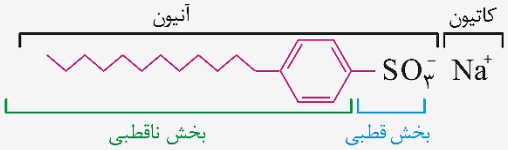
بر این اساس، داریم:



$+۳ = ۱ - ۴$ $+۴ = ۲ - ۶$

پس عدد اکسایش گوگرد در پاک‌کننده غیرصابونی که قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد، یک واحد بیشتر از کربن موجود در بخش قطبی صابون است. توجه داریم که در ساختار پاک‌کننده‌های غیرصابونی، خاصیت نافلزی گوگرد در مقایسه با کربن بیشتر است.

پس از آن که صابون به علت محدود بودن میزان چربی و عدم کارکرد در آب سخت، نتوانست نیاز به پاک‌کننده‌ها را مرتفع کند، پاک‌کننده‌های غیرصابونی از بنزن و دیگر مواد در صنایع پتروشیمی تولید شدند. پاک‌کننده غیرصابونی همانند صابون جامد، نمکی از سدیم است. ساختار آنیون تشکیل‌دهنده این نوع از پاک‌کننده‌ها، همانند صابون به دو بخش قطبی و ناقطبی تقسیم می‌شود. در این رابطه، داریم:



در بخش قطبی یک گروه $-SO_3^-$ دیده می‌شود که روی هر یک از اتم‌های اکسیژن آن، ۳ جفت الکترون ناپیوندی(در مجموع ۹ جفت الکترون ناپیوندی) وجود دارد. بخش ناقطبی آن نیز از دو قسمت زنجیره هیدروکربنی($-R$) و یک حلقه آروماتیک($-C_6H_4-$) تشکیل‌شده است. پس در ساختار این ماده حداقل سه پیوند دوگانه دیده می‌شود. فرمول شیمیایی کلی این ماده به صورت $RC_6H_4SO_3Na$ است.

مکانیسم پاک‌کنندگی این ماده مانند صابون است. یعنی قسمت قطبی آن به سمت آب و قسمت ناقطبی آن به سمت چربی یا روغن قرار گرفته و با تشکیل کلوئید آب-پاک‌کننده-روغن، موجب شسته‌شدن لکه‌های چربی می‌شود. یکی از بزرگ‌ترین تفاوت‌هایی که بین پاک‌کننده غیرصابونی و صابون وجود دارد، قدرت پاک‌کنندگی در آب سخت است. به علت آن که نمک منیزیم و کلسیم پاک‌کننده غیرصابونی در آب محلول می‌باشد، این آنیون در آب سخت رسوب نکرده و این ماده قدرت پاک‌کنندگی خود را در آب سخت حفظ می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۲۹- اگر به $۴۰۰mL$ آب سخت با چگالی $۱/۱g.mL^{-۱}$ که دارای یون‌های $Ca^{۲+}$ و $Mg^{۲+}$ با غلظت‌های $۸۰۰۰ppm$ و $۷۲۰۰ppm$ است، مقدار کافی از صابون $C_{۱۷}H_{۳۵}COOK$ را اضافه کنیم، طی این فرایند تقریبا چند گرم رسوب تشکیل می‌شود و غلظت مولی یون پتاسیم در محلول نهایی کدام است؟

($H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$ و $Mg = ۲۴$ و $Ca = ۴۰$: $g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۱۸/۴ – ۱/۱ ۲) ۱۱۸/۴ – ۱/۲ ۳) ۱۳۱/۲ – ۱/۱ ۴) ۱۳۱/۲ – ۱/۲

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مساله ـ ۱۴۰۱)

پاسخ تشریحی:

با توجه به اطلاعات داده شده، ابتدا جرم نمونه آب سخت را بدست می‌آوریم:

$$\text{جرم آب سخت} = \text{چگالی آب سخت} \times \text{حجم آب سخت} = ۱/۱\ g.mL^{-۱} \times ۴۰۰\ mL = ۴۴۰\ g$$

در قدم بعد، جرم رسوب هر یک از نمک‌های منیزیم و کلسیم را به دست می‌آوریم. معادلهٔ واکنش انجام شده با یون منیزیم به صورت زیر است:

$$۲C_{۱۷}H_{۳۵}COOK + Mg^{۲+} \rightarrow (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Mg + ۲K^+$$

بنابراین جرم نمک منیزیم تشکیل شده برابر خواهد بود با:

$$?\ g\ (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Mg = \underbrace{۴۴۰\ g\ \text{آب سخت} \times \frac{۷۲۰۰\ g\ Mg^{۲+}}{۱۰^۶ g\ \text{آب سخت}} \times \frac{۱\ mol\ Mg^{۲+}}{۲۴\ g\ Mg^{۲+}}}_{۰/۱۳۲\ mol\ Mg^{۲+}} \times \frac{۱\ mol\ (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Mg}{۱\ mol\ Mg^{۲+}} \times$$

$$\frac{۵۹۰\ g\ (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Mg}{۱\ mol\ (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Mg} = ۷۷/۸۸\ g$$

معادلهٔ واکنش انجام شده با یون کلسیم به صورت زیر است:

$$۲C_{۱۷}H_{۳۵}COOK + Ca^{۲+} \rightarrow (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Ca + ۲K^+$$

www.biomaze.ir

بنابراین جرم نمک کلسیم تولید شده برابر خواهد بود با:

$$?\,g\,(C_{17}H_{35}COO)_2Ca = \underbrace{۴۴۰\,g \text{ آب سخت} \times \frac{۸۰۰۰\,g\,Ca^{2+}}{۱۰^6 g \text{ آب سخت}} \times \frac{۱\,mol\,Ca^{2+}}{۴۰\,g\,Ca^{2+}}}_{۰/۰۸۸\,mol\,Ca^{2+}} \times \frac{۱\,mol\,(C_{17}H_{35}COO)_2Ca}{۱\,mol\,Ca^{2+}} \times$$

$$\frac{۶۰۶\,g\,(C_{17}H_{35}COO)_2Ca}{۱\,mol\,(C_{17}H_{35}COO)_2Ca} = ۵۳/۳۲۸\,g$$

پس در مجموع ۱۳۱/۲۰۸ = ۵۳/۳۲۸ + ۷۷/۸۸ گرم رسوب تشکیل می‌شود. برای قسمت دوم سوال، با توجه به واکنش های بالا می دانیم به ازای مصرف هر مول از یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+}، مقدار ۲ مول یون K^+ در محلول آزاد می‌شود. در محلول اولیه، ۰/۱۳۲ مول یون منیزیم و ۰/۰۸۸ مول یون کلسیم وجود داشته است. بر این اساس داریم:

$$K^+ \text{ تعداد مول یون} = ۲ \times (۰/۱۳۲ + ۰/۰۸۸) = ۲ \times ۰/۲۲ = ۰/۴۴\,mol$$

$$K^+ \text{ غلظت مولی} = \frac{K^+ \text{ تعداد مول}}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۴۴}{۰/۴} = ۱/۱\,mol.L^{-1}$$

گروه آموزشی ماز

۳۰- تقریبا چند میلی‌لیتر گاز CO_2 با چگالی $۲/۲g.L^{-1}$ مطابق واکنش زیر، با ۱/۵ لیتر محلول سود سوزآور با $pH = ۱۱/۵$ به طور کامل واکنش می‌دهد و بر اثر انجام این واکنش، چند ژول گرما آزاد می‌شود؟

$$CO_2(g) + NaOH(aq) \rightarrow NaHCO_3(aq) \quad , \Delta H = -۱۲۸kJ$$

۱) ۱۰۰ - ۱۲۸ ۲) ۱۰۰ - ۶۴۰ ۳) ۴۰۰ - ۱۲۸ ۴) ۴۰۰ - ۶۴۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی

ابتدا با محاسبه غلظت یون هیدروکسید، غلظت مولی محلول سود سوزآور $(NaOH)$ را بدست می‌آوریم:

$$pH = ۱۱/۵ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۱/۵} = ۱۰^{-۱۲} \times ۱۰^{۰/۵} = ۳ \times ۱۰^{-۱۲} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۳ \times ۱۰^{-۱۲}} = \frac{۱}{۳۰۰} mol.L^{-1}$$

البته، توجه داریم که غلظت بدست آمده از یون هیدروکسید، تقریبی بوده و با استفاده از تکنیک‌های محاسباتی دیگر، ممکن است به غلظت ۰/۰۰۳ مول بر لیتر برای این یون برسیم که حدودا با عدد $\frac{۱}{۳۰۰}$ برابر است! بر این اساس داریم:

$$[OH^-] = M \times \alpha \times n = M \times ۱ \times ۱ \rightarrow M = \frac{۱}{۳۰۰} mol.L^{-1}$$

بنابراین گاز CO_2 با $\frac{۱}{۳۰۰} \times ۱/۵ = ۰/۰۰۵\,mol$ سود موجود در محلول به طور کامل واکنش می‌دهد. در ادامه، حجم گاز CO_2 لازم را حساب می‌کنیم:

$$?\,mL\,CO_2 = ۰/۰۰۵\,mol\,NaOH \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۱\,mol\,NaOH} \times \frac{۴۴\,g\,CO_2}{۱\,mol\,CO_2} \times \frac{۱\,L\,CO_2}{۲/۲\,g\,CO_2} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,CO_2}{۱\,L\,CO_2} = ۱۰۰\,mL$$

برای محاسبه حجم گاز CO_2 تولید شده با استفاده از روش تناسب، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\left[\frac{\text{حجم محلول} \times \text{غلظت محلول } NaOH}{\text{ضریب}}\right] = \left[\frac{\text{حجم} \times \text{چگالی } CO_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] \rightarrow \left[\frac{\frac{۱}{۳۰۰} \times ۱/۵}{۱}\right] = \left[\frac{۲/۲ \times x}{۱ \times ۴۴ \times ۱۰۰۰}\right] \rightarrow x = ۱۰۰\,mL$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، با مصرف یک مول سود به میزان ۱۲۸ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. بر این اساس داریم:

$$?\,J = ۰/۰۰۵\,mol\,NaOH \times \frac{۱۲۸\,kJ}{۱\,mol\,NaOH} \times \frac{۱۰۰۰\,J}{۱\,kJ} = ۶۴۰\,J$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

دوازدهم
تجربی

بسته جمع‌بندی در ۲۴ ساعت

ویژه کنکور تیرماه ۱۴۰۳