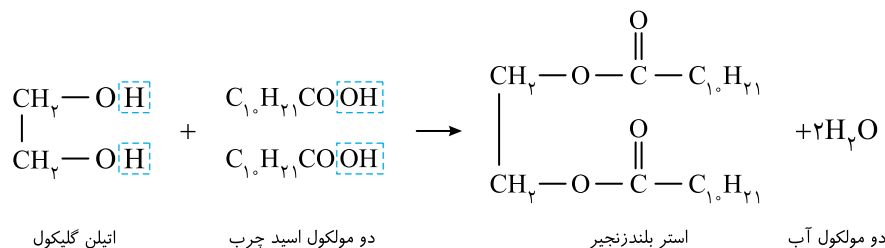


پاسخ‌های تشریحی

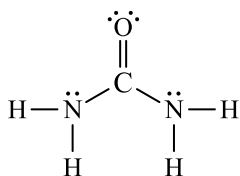
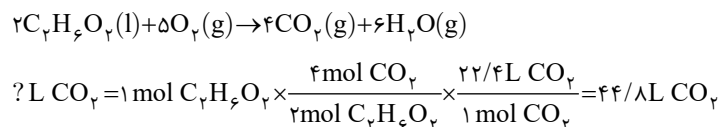
پاسخ تشریحی سؤال‌های سطح دوم

۴۹۰. همان‌طور که از شیمی ۱۱ به یاد دارید، استرها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها به دست می‌آیند. واکنش تولید استر سنگین از یک مولکول اتیلن گلیکول و دو مولکول اسید چرب  $C_{10}H_{21}COOH$  به صورت زیر است:



در این واکنش یک استر سنگین با فرمول مولکولی  $C_{22}H_{44}O_4$  تولید می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

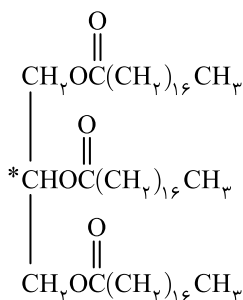
گزینه (۲): واکنش سوختن اتیلن گلیکول به صورت زیر است:



گزینه (۳): در اوره به فرمول مولکولی  $CO(NH_2)_2$  و ساختار لوویس روبه‌رو، ۴ جفت الکترون ناپیوندی (۸ الکترون ناپیوندی) و ۴ اتم هیدروژن وجود دارد.

گزینه (۴): روغن زیتون با وجود داشتن اکسیژن، به دلیل بزرگ‌تر بودن بخش ناقطبی (هیدروکربنی) نسبت به بخش قطبی بودن آن، در آب که یک حلال قطبی است، حل نمی‌شود.

۴۹۱. هرچه املاح آب بیشتر باشد (مانند آب سخت)، قدرت پاک‌کنندگی صابون کمتر و هرچه دمای آب بیشتر باشد، قدرت پاک‌کنندگی صابون بیشتر می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:



گزینه (۱): صابون جامد به سبب داشتن بخش قطبی  $(-COO^-)$  در آب و به سبب داشتن بخش ناقطبی  $(-R)$  در چربی به آسانی حل می‌شود.

گزینه (۲): لکه‌های سفیدی که بعد از شستن لباس با صابون در آب سخت (حاوی یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$ ) بر روی لباس باقی می‌ماند، رسوب‌های  $(RCOO)_2Ca$  و  $(RCOO)_2Mg$  هستند.

گزینه (۴): در یک استر سنگین با ۳ زنجیر بلند که فاقد شاخه فرعی است، یک CH دیده می‌شود. (در ساختار روبه‌رو با ستاره مشخص شده است.)

۴۹۲. شکل داده شده، مولکول‌های صابون در مخلوط چربی و آب را نشان می‌دهد. C بخش قطبی صابون، B بخش ناقطبی صابون، D که به سمت بخش قطبی صابون است، آب و A که به سمت بخش ناقطبی صابون است، مولکول‌های چربی است؛ بنابراین عبارت‌های (الف)، (ب)، (پ) و (ث) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

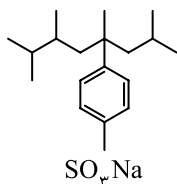
عبارت (الف): صابون از سمت بخش قطبی خود، یعنی C، با مولکول‌های آب برهم‌کنش دارد و از سمت بخش ناقطبی خود، یعنی B، با مولکول‌های چربی برهم‌کنش می‌کند. پس D مولکول‌های آب و A مولکول‌های چربی هستند.

عبارت (ب): با ریختن مقداری  $CaCl_2$ ، رسوب  $(RCOO)_2Ca$  تولید می‌شود که منجر به کاهش تأثیر صابون و جدا شدن روغن و آب می‌شود.

عبارت (پ): مخلوط آب و روغن ناپایدار است اما به محض اضافه کردن صابون به این مخلوط، یک مخلوط پایدار و ناهمگن حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت به نام کلوتید به وجود می‌آید که قابلیت پخش نور را دارد.

عبارت (ت): C بخش قطبی  $(COO^-)$  است، پس مولکول‌های آب از سمت بخش مثبت خود (اتم هیدروژن) به آن نزدیک می‌شوند.

عبارت (ث): بین بخش B (زنجیر ناقطبی هیدروکربنی) و مولکول‌های بخش A (روغن) نیروی وان‌دروالسی برقرار است.



۴۹۳ ۲ فرمول کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت  $(R-C_6H_4-SO_3^-Na^+)$  است که در این تست، R یک آلکیل به فرمول  $C_{12}H_{25}$  است، پس فرمول شیمیایی این پاک‌کننده به صورت  $(C_{18}H_{29}SO_3Na)$  می‌باشد.

۴۹۴ ۳ عبارتهای (الف)، (ب) و (پ) درست هستند. بررسی عبارتهای:

عبارت (الف): مخلوط سود و آلومینیم به‌عنوان پاک‌کننده خورنده، در واکنش با آب، گاز  $H_2$  تولید می‌کند و از آن برای باز کردن مجاری مسدود شده توسط چربی‌ها استفاده می‌شود.

عبارت (ب): در ساختار لوویس جزء آنیونی یک پاک‌کننده غیرصابونی به فرمول  $(R-C_6H_4-SO_3^-Na^+)$ ، ۹ جفت الکترون ناپیوندی و ۴ جفت الکترون پیوندی متصل به گوگرد وجود دارد.

عبارت (پ): صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، 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.

عبارت (ت): در پاک‌کننده خورنده، هرچه مقدار گاز تولید شده و گرمای حاصل از واکنش بیشتر باشد، کارایی بیشتری خواهد داشت، زیرا گازها سبب جدا شدن چربی‌ها از سطح و گرماده بودن موجب افزایش جنب‌وجوش چربی‌ها و مواد شوینده می‌شود.

۴۹۵ ۳ پاسخ درست پرسش‌ها:

پرسش (الف): فرمول مولکولی اوره به صورت  $CO(NH_2)_2$  است. درصد جرمی نیتروژن و هیدروژن در این ترکیب را محاسبه می‌کنیم:

$$CO(NH_2)_2 \text{ در } H \text{ و } N \text{ درصد جرمی} = \frac{2 \times (14 + 2)}{12 + 16 + 2 \times (14 + 2)} \times 100 = 53.3\%$$

پرسش (ب): پاک‌کننده صابونی خاصیت بازی دارد؛ پس موجب افزایش غلظت  $OH^-$  در آب می‌شود.

پرسش (پ): انحلال اکسیدهای فلزی و هیدروکسیدهای فلزی مانند باریم اکسید و سود ( $NaOH$ ) و شربت معده که خاصیت ضد اسیدی دارد، در آب خاصیت بازی ایجاد می‌کند و انحلال اکسیدهای نافلزی مانند  $SO_3$  و عصاره گوجه‌فرنگی و آب سیب خاصیت اسیدی به آب می‌دهد.

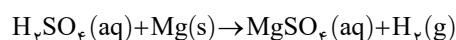
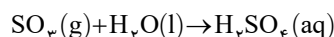
۴۹۶ ۲ افزایش غلظت اسید در محلول موجب افزایش غلظت  $H^+$  و افزایش سرعت واکنش می‌شود. همچنین در واکنش منیزیم با  $HCl$ ، منیزیم الکترون از دست می‌دهد، پس اگر به جای منیزیم فلزی قرار دهیم که راحت‌تر الکترون از دست بدهد، مانند  $Ca$ ، (به دلیل داشتن واکنش‌پذیری بیشتر) سرعت واکنش افزایش می‌یابد. بررسی عبارتهای نادرست:

عبارت (الف): افزایش محلول منجر به کاهش غلظت اسید و کاهش سرعت واکنش می‌شود.

عبارت (ت): تغییرات فشار بر سرعت واکنش‌هایی اثرگذار است که حداقل یک ترکیب گازی به‌عنوان واکنش‌دهنده در آن وجود داشته باشد، پس کاهش فشار بر سرعت این واکنش بی‌تأثیر است.

عبارت (ث): قدرت اسیدی استیک اسید کمتر از هیدروکلریک اسید است؛ در نتیجه استفاده از آن سرعت واکنش را کاهش می‌دهد.

۴۹۷ ۳ با انحلال  $SO_3$  در آب  $H_2SO_4$  تولید می‌شود و در واکنش این اسید با فلز  $Mg$ ، گاز  $H_2$  تولید می‌شود:



ابتدا حجم مولی گاز در شرایط آزمایش و سپس حجم گاز تولید شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{273} = \frac{1 \times V_2}{312} \Rightarrow V_2 = 25/6 \text{ L.mol}^{-1}$$

$$? \text{ L } H_2 = 60 \text{ g } SO_3 \times \frac{1 \text{ mol } SO_3}{80 \text{ g } SO_3} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{1 \text{ mol } SO_3} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{25/6 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 19/2 \text{ L } H_2$$

۴۹۸ ۲ ابتدا مول  $NaOH$  حل شده را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol } NaOH = 22 \text{ kJ انرژی} \times \frac{1 \text{ mol } NaOH}{44 \text{ kJ انرژی}} = 0.5 \text{ mol } NaOH$$

اکنون غلظت  $OH^-$  را به دست می‌آوریم (مول  $NaOH$  = مول  $OH^-$ ):

$$[OH^-] = \frac{0.5 \text{ mol } OH^-}{2 \text{ L آب}} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(25 \times 10^{-2}) = 2 - 2 \log 5 = 0.6 \Rightarrow pH = 14 - 0.6 = 13.4$$

جگالی آب برابر  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  است. پس جرم آب را می‌توان به‌دست آورد:

$$? \text{ g آب} = 2 \text{ L آب} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 2000 \text{ g آب}$$

اکنون میزان  $\text{Mg(OH)}_2$  حل شده در  $2000 \text{ g}$  آب را به‌دست می‌آوریم:

$$? \text{ g Mg(OH)}_2 = 2000 \text{ g آب} \times \frac{6/38 \times 10^{-4} \text{ g Mg(OH)}_2}{100 \text{ g آب}} = 1/276 \times 10^{-4} \text{ g Mg(OH)}_2$$

سپس غلظت  $\text{OH}^-$  و در نهایت pH محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$[\text{OH}^-] = 1/276 \times 10^{-4} \text{ g Mg(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Mg(OH)}_2}{58 \text{ g Mg(OH)}_2} \times \frac{2 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} \times \frac{1}{2 \text{ L}} = 2/2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(2/2 \times 10^{-4}) = 3/6 \Rightarrow \text{pH} = 10/4$$

توجه برای حل تقریبی، می‌توان عدد 22 را برابر 20 گرفت.

وقتی pH دو محلول برابر است، یعنی غلظت  $\text{H}^+$  و در نتیجه مجموع غلظت یونها در دو محلول برابر است. پس رسانایی الکتریکی برابری دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (2): برای مقایسه قدرت اسیدی و میزان تمایل این دو اسید برای واکنش با Mg، باید ثابت یونش هریک از اسیدها را بدانیم. اگر در سؤال گفته می‌شد که غلظت دو اسید برابر است، می‌توانستیم قدرت اسیدی را نیز برابر بدانیم.

گزینه (3): نسبت تعداد مولکول‌های یونیده شده به تعداد کل مولکول‌های حل شده، همان  $\alpha$  است که در مورد اسید HA و HB مشخص نیست.

گزینه (4): با توجه به ثابت بودن میزان  $K_a$  و با توجه به رابطه  $K_a = M \cdot \alpha^2$  در اثر 100 برابر کردن حجم محلول، میزان غلظت هر دو محلول 0/1 برابر و میزان  $\alpha$ ، 10 برابر می‌شود. در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم در هر دو محلول 0/1 برابر شده است و pH به اندازه 1 درجه افزایش می‌یابد.

فلز موجود در گروه 12 و دوره چهارم جدول دوره‌ای، روی و فرمول هیدروکسید آن، به‌صورت  $\text{Zn(OH)}_2$  است؛ پس می‌توان غلظت آن را

به‌دست آورد:

$$\text{Zn(OH)}_2: \text{pH} = 11/3 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 11/3 = 2/7 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-2/7} = 10^{-3} \times 10^{+0/3} = 0/002 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = M_b \cdot n \Rightarrow M_b = \frac{0/002}{2} = 0/001 \text{ mol.L}^{-1}$$

با استفاده از رابطه خنثی شدن، حجم باز را به‌دست می‌آوریم:

$$\underbrace{M_a \cdot V_a \cdot n_a}_{\text{HNO}_3} = \underbrace{M_b \cdot V_b \cdot n_b}_{\text{Zn(OH)}_2} \Rightarrow 0/6 \times 2 \times 1 = 0/001 \times V_b \times 2 \Rightarrow V_b = 600 \text{ mL Zn(OH)}_2$$

تعداد مول  $\text{H}^+$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{HNO}_3: \text{pH} = 2/5 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2/5} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{H}^+ \text{ تعداد مول} = 10^{-2/5} \times 40 \times 10^{-3} = 12 \times 10^{-5} \text{ mol} \\ \text{HI}: [\text{H}^+] = M \cdot n = 0/002 \times 1 = 0/002 \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{H}^+ \text{ تعداد مول} = 0/002 \text{ mol.L}^{-1} \times 30 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-5} \text{ mol} \end{array} \right. \Rightarrow \text{H}^+ \text{ تعداد کل مول} = 12 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-5} = 18 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

تعداد مول  $\text{OH}^-$ :

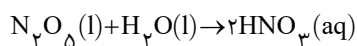
$$\text{KOH}: [\text{OH}^-] = M = 0/01 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{OH}^- \text{ تعداد مول} = 0/01 \times 20 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

غلظت  $\text{OH}^-$  در محلول نهایی:

$$[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{OH}^- \text{ تعداد مول} - \text{H}^+ \text{ تعداد مول}}{\text{حجم کل}} = \frac{(2 \times 10^{-4}) - (18 \times 10^{-5})}{9 \times 10^{-3}} = \frac{2}{9} \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log\left(\frac{2}{9} \times 10^{-3}\right) = -\log 2 + \log 9 - \log 10^{-3} = -0/3 + 2(0/5) + 3 = 3/7$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3/7 = 10/7$$



تعداد مول  $H^+$  حاصل از انحلال  $N_2O_5$  در آب: **۳ ۵۰۳**

$$? \text{ mol } H^+ = 50 \text{ mL } N_2O_5 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{3/24 \text{ g } N_2O_5}{1 \text{ L } N_2O_5} \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_5}{108 \text{ g } N_2O_5} \times \frac{2 \text{ mol } H^+}{1 \text{ mol } N_2O_5} = 0.003 \text{ mol } H^+$$

تعداد مول  $OH^-$  حاصل از محلول سود:

$$pH = 12/3 \Rightarrow pOH = 14 - 12/3 = 1/3$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-1/3} = 10^{-2} \times 10^{+1/3} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol } OH^- = 200 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{0.02 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ L محلول}} = 0.004 \text{ mol } OH^-$$

چون تعداد مول  $OH^-$  بیشتر است، مقداری  $OH^-$  در ظرف باقی می‌ماند:

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{OH^- \text{ تعداد مول} - H^+ \text{ تعداد مول}}{\text{حجم کل}} = \frac{0.004 - 0.003}{0.25} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 3 - 2 \log 2 = 2/4 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 11/6$$

اگر  $M$  غلظت اولیه اسید باشد،  $M - M \cdot \alpha$  غلظت تعادلی اسید و  $M \cdot \alpha$  غلظت  $H^+$  تولید شده در اثر یونش اسید می‌باشد. پس ابتدا باید **۳ ۵۰۴**

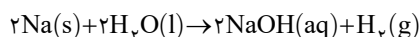
غلظت  $H^+$  در محلول هر اسید را به دست آوریم:

$$HA: pH = 2 \Rightarrow [H^+]_{HA} = 10^{-pH} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = M_{HA} \cdot \alpha_{HA} \Rightarrow M_{HA} = \frac{10^{-2}}{0.1} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$HB: pH = 3 \Rightarrow [H^+]_{HB} = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = M_{HB} \cdot \alpha_{HB} \Rightarrow M_{HB} = \frac{10^{-3}}{0.2} = 0.005 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[HA]}{[HB]} = \frac{M_{HA} - [H^+]_{HA}}{M_{HB} - [H^+]_{HB}} = \frac{0.1 - 0.01}{0.005 - 0.001} = \frac{0.09}{0.004} = \frac{9}{4} = 22/5$$

با توجه به واکنش زیر، با استفاده از سرعت تولید گاز  $H_2$  می‌توان تعداد مول  $H_2(g)$  تولید شده را به دست آورد: **۳ ۵۰۵**



$$\bar{R}_{H_2} = \frac{\Delta \text{mol } H_2}{\Delta t} \Rightarrow 0.2 = \frac{x}{0.5} \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol } H_2$$

ضریب استوکیومتری  $NaOH(aq)$ ، دو برابر  $H_2(g)$  است، پس در این مدت زمان ۰.۲ مول  $NaOH$  (۰.۲ مول  $OH^-$ ) تولید شده است. پس داریم:

$$[OH^-] = \frac{0.2 \text{ mol } OH^-}{2 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 1 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 13$$

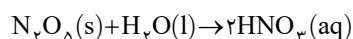
چون  $pH$  محلول نهایی بزرگ‌تر از ۷ است، می‌توان نتیجه گرفت که مقداری  $OH^-$  در محلول نهایی باقی مانده است که می‌توان با استفاده **۳ ۵۰۶**

از غلظت آن، تعداد مول  $H^+$  حاصل از یونش  $HNO_3$  را محاسبه کرد:

$$pH = 11 \Rightarrow pOH = 14 - pH = 3 \Rightarrow [OH^-]_{\text{نهایی}} = 10^{-pOH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{تعداد مول } OH^- \text{ اولیه} = 168 \text{ mg KOH} \times \frac{1 \text{ g KOH}}{1000 \text{ mg KOH}} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol KOH}} = 0.003 \text{ mol}$$

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{OH^- \text{ تعداد مول} - H^+ \text{ تعداد مول}}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 10^{-3} = \frac{0.003 - x}{2} \Rightarrow x = 0.001 \text{ mol } H^+$$



حال با استفاده از تعداد مول  $H^+$ ، جرم  $N_2O_5$  را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g } N_2O_5 = 0.001 \text{ mol } H^+ \times \frac{1 \text{ mol } HNO_3}{1 \text{ mol } H^+} \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_5}{2 \text{ mol } HNO_3} \times \frac{108 \text{ g } N_2O_5}{1 \text{ mol } N_2O_5} = 0.054 \text{ g } N_2O_5$$

۵۰۷ © ۲ در محلول اول، برای پیدا کردن  $x$  ابتدا غلظت  $H^+$  در محلول نهایی و تعداد مول  $H^+$  در محلول اولیه را به دست می آوریم:

$$pH_{\text{نهایی}} = 2 \Rightarrow [H^+]_{\text{نهایی}} = 10^{-2} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH_{\text{اولیه}} = 1 \Rightarrow [H^+]_{\text{اولیه}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{تعداد مول } H^+ = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } H^+}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 0.01 = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.2 + x} \Rightarrow x = 0.18 \text{ L} = 180 \text{ mL}$$

در محلول دوم، برای پیدا کردن  $y$  ابتدا مول  $OH^-$  در محلول اولیه و غلظت  $OH^-$  در محلول نهایی را به دست می آوریم:

$$pH_{\text{نهایی}} = 11/7 \Rightarrow pOH_{\text{نهایی}} = 14 - 11/7 = 2/3 \Rightarrow [OH^-]_{\text{نهایی}} = 10^{-2/3} = 10^{-3} \times 10^{+0.7} = 0.005 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH_{\text{اولیه}} = 12 \Rightarrow pOH_{\text{اولیه}} = 14 - 12 = 2 \Rightarrow [OH^-]_{\text{اولیه}} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{تعداد مول } OH^- = 0.01 \times y = 0.01 y \text{ (mol)}$$

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } OH^-}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 0.005 = \frac{0.01 y}{0.075 + y} \Rightarrow y = 0.075 \text{ L} = 75 \text{ mL}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{180}{75} = 2/4$$

نسبت مورد نظر:

۵۰۸ © ۳ ابتدا غلظت  $H^+$  در محلول نهایی و در محلول اسید را به دست می آوریم:

$$HCl: pH = 1 \Rightarrow [H^+] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{تعداد مول } H^+ = 0.1 \times 0.25 = 0.025 \text{ mol}$$

$$\text{محلول نهایی: } pH = 1/5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/5} = 10^{-2} \times 10^{+0.5} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } OH^- - \text{تعداد مول } H^+}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 0.03 = \frac{0.025 - x}{0.5} \Rightarrow x = 0.001 \text{ mol}$$

حال تعداد مول  $OH^-$  را به دست می آوریم:

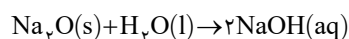
$x = 0.001$  تعداد مول  $OH^-$  در  $25$  میلی لیتر از محلول سود است، پس تعداد مول  $OH^-$  در محلول  $250$  میلی لیتری برابر  $10 \times 0.001 = 0.01$  است و تعداد مول  $OH^-$  در محلول اولیه  $(50 \text{ mL})$  با محلول  $250$  میلی لیتری برابر است، پس داریم:

$$[OH^-]_{\text{اولیه}} = [NaOH] = a = \frac{\text{تعداد مول } OH^-}{\text{حجم محلول}} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

۵۰۹ © ۳ مرحله اول:

$$? \text{ mol } OH^- = 0.18 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.02 \text{ mol } OH^- \Rightarrow [OH^-] = \frac{0.02 \text{ mol } OH^-}{0.5 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.04 = -2 \log 2 - \log 10^{-2} = 1/4 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 12/6$$



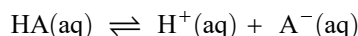
مرحله دوم:

$$? \text{ mol } OH^- = 0.3 \text{ g Na}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{O}}{62 \text{ g Na}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol Na}_2\text{O}} = 0.01 \text{ mol } OH^-$$

$$OH^- \text{ مول کل} = 0.01 + 0.02 = 0.03 \Rightarrow [OH^-] = \frac{0.03 \text{ mol } OH^-}{0.5} = 0.06 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.06 = -\log 6 - \log 10^{-2} = -\log 3 - \log 2 - \log 10^{-2} = 1/2 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 12/8$$

۵۱۰ © ۱ با توجه به جدول، داریم:



غلظت اولیه	0.12	0	0
تغییر غلظت	-x	+x	+x
غلظت تعادلی	0.12-x	x	x

باید دقت شود که چون اسید  $HA$  ضعیف است و نسبت غلظت گونه‌ها بعد از یونش به غلظت گونه‌ها قبل از یونش نزدیک به یک است، غلظت  $HA$  قبل و بعد از یونش را یکسان در نظر می گیریم.

$$\frac{\text{مجموع غلظت مولی گونه‌ها بعد از یونش}}{\text{مجموع غلظت مولی گونه‌ها قبل از یونش}} = 1/4 \Rightarrow \frac{x+x+0.12-x}{0.12} = 1/4 \Rightarrow x = 4.8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+] = 4.8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow pH = -\log[H^+] = 5 - \log 4.8 = 3/3$$

ابتدا غلظت  $H^+$  در محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 9 \Rightarrow [H^+]_{\text{نهایی}} = 10^{-pH} = 10^{-9} = 10^{-1} \times 10^{-8} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

حال تعداد مول  $OH^-$  حاصل از اضافه کردن  $Ca(OH)_2$  به محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$OH^- \text{ تعداد مول} = 4/44 \text{ g } Ca(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ca(OH)_2}{74 \text{ g } Ca(OH)_2} \times \frac{2 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol } Ca(OH)_2} = 0/12 \text{ mol } OH^-$$

سپس تعداد مول  $H^+$  اولیه را به دست می‌آوریم:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{H^+ \text{ تعداد مول} - OH^- \text{ تعداد مول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{x - 0/12}{0/1} \Rightarrow x = 0/12 \text{ mol } H^+$$

حال درصد جرمی محلول HCl را محاسبه می‌کنیم:

$$HCl \text{ محلول حجم} = 0/12 \text{ mol } H^+ \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } H^+} \times \frac{36/5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} \times \frac{100 \text{ g محلول}}{x \text{ g } HCl} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{2/5 \text{ g محلول}} = 20 \text{ mL محلول} \Rightarrow x = 14/6$$

**روش دوم:** همان‌طور که می‌دانید، بین غلظت مولار محلول و درصد جرمی و چگالی رابطه  $M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}}$  برقرار است که  $a$  درصد جرمی بدون مخرج  $100$  و  $d$  چگالی محلول با یکای  $\text{g.mL}^{-1}$  می‌باشد:

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times a \times 2/5}{36/5} = 10 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow a = 14/6$$