۱. غلظت گوگرد در یک نمونه گازوییل برابر ppm ۶۴۰۰ است. با فرض سوختن کامل گوگرد در موتور و تبدیل گاز حاصل به سولفوریک اسید در آب، اسید حاصل از سوختن یک کیلوگرم از این سوخت می‌تواند pH آب خالص یک مخزن ۱۰۰۰ لیتری را به تقریب چند واحد کاهش دهد؟ (در شرایط آزمایش، هر دو مرحله‌ی یونش اسید را کامل فرض کنید.

$(S = ۳۲ , O = ۱۶ , H = ۱ : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۳٫۶ ✓ ۲) ۴٫۲ ۳) ۳ ۴) ۴

$2S + 2O_2 \rightarrow 2SO_2$

$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

$2SO_3 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 \rightarrow 4H^+ + 2SO_4^{2-}$

$\frac{0.1 \quad 6.4 \quad 0.2}{2 \times 32} = \frac{[H^+] \times 1000}{4} \quad 250$

$[H^+] = 4 \times 10^{-4} \rightarrow pH = -\log 2 \times 10^{-4}$

$0.1 / 250 \quad 0.4 / 10$

$pH = -(2\log 2 + \log 10^{-4}) = 3.4$

$0.6 \quad -4$

$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$

$ppm = \frac{\text{وزن حل‌شونده}}{\text{وزن حلال}} \times 10^6$

$6400 = \frac{x}{1000} \times 10^6$

$S_{(g)} = 6.4g$

۲. برای تهیه محلولی از یک اسید ضعیف HA با $K_a = ۵ \times ۱۰^{-۵}$ که pH آن با pH محلول ۰٫۰۱ مولار هیدروکلریک اسید برابر باشد، غلظت مولار آن تقریباً باید چند برابر غلظت مولار محلول هیدروکلریک اسید باشد؟

۱) ۴۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۲۰۰ ✓

$[H^+] = M\alpha \rightarrow [H^+] = 10^{-2}$

$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \rightarrow M = \frac{10^{-4}}{5 \times 10^{-5}} \Rightarrow M = 2$

$\frac{M}{M(HCl)} = \frac{2}{1 \times 10^{-2}} = 200$

۳. چند گرم CCl_3COOH $(K_a \approx ۲٫۵ \times ۱۰^{-۱} mol \cdot L^{-۱})$ را باید در یک لیتر آب حل کرد تا pH محلول به ۱ برسد؟

$(Cl = ۳۵٫۵ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۶٫۵۴ ۲) ۸٫۱۷ ۳) ۱۶٫۳۵ ۴) ۲۲٫۸۹ ✓

$pH = 1 \rightarrow [H^+] = 10^{-1}$

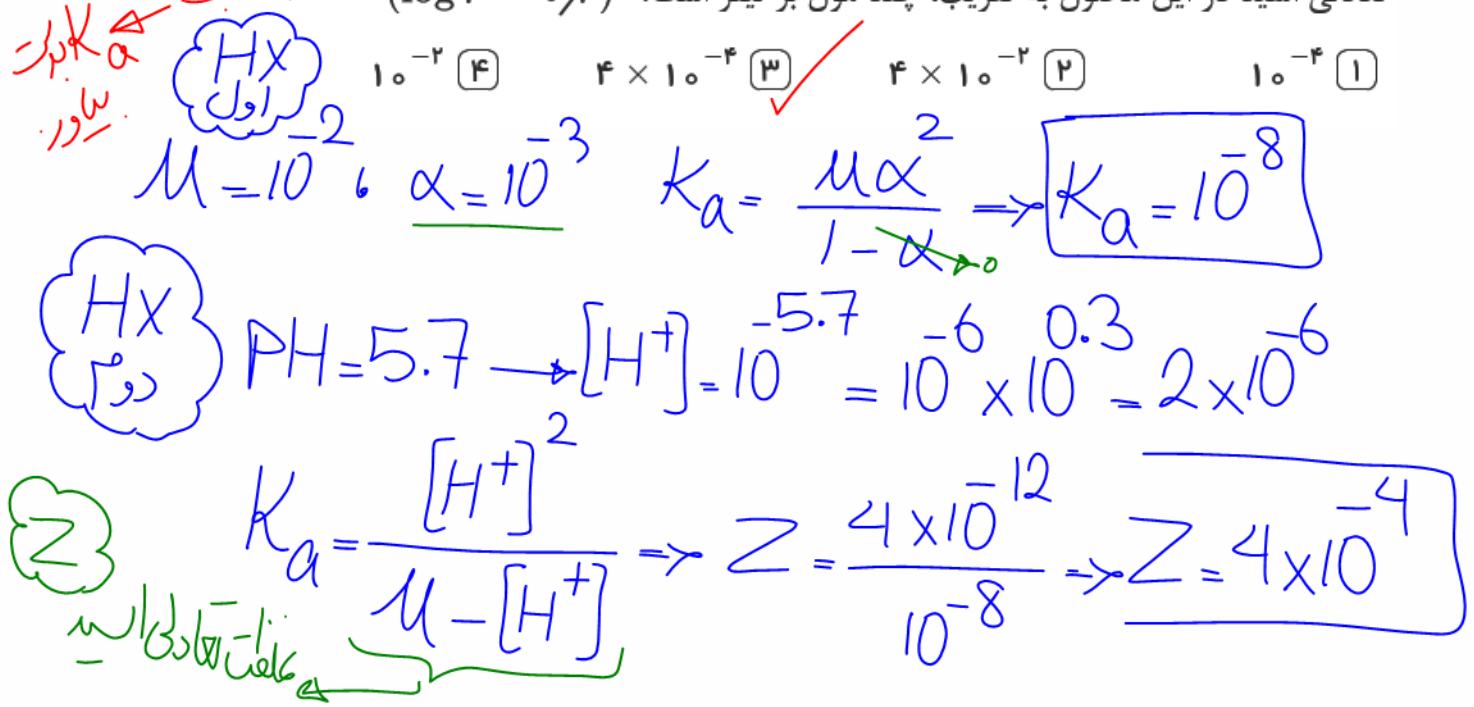
$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \Rightarrow 25 \times 10^{-2} = \frac{10^{-2}}{M - 0.1}$

$25M - 2.5 = 1 \rightarrow M = \frac{3.5}{25} \rightarrow M = 0.14$

$\frac{\text{لیتر} \times \text{مولار}}{\text{ض}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ض} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{0.14 \times 1}{1} = \frac{x}{163.5} \Rightarrow$

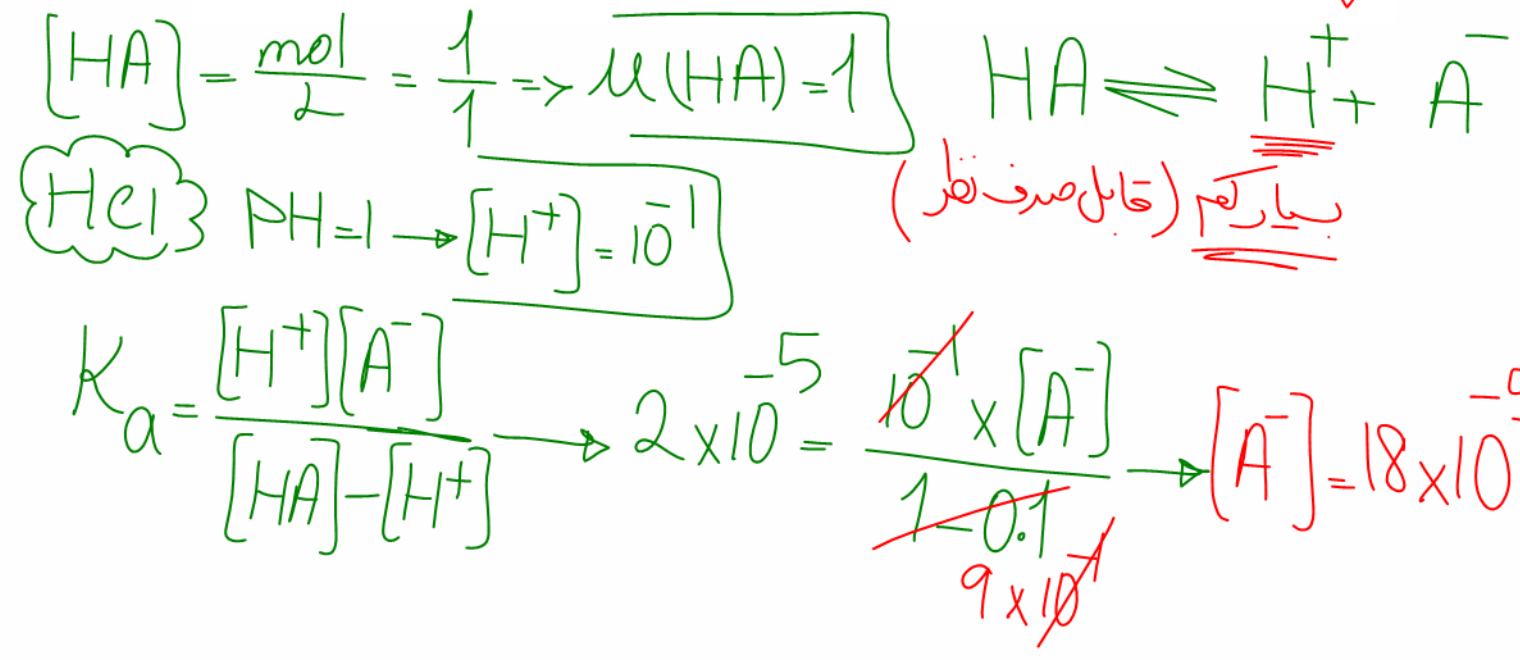
۴. اسید ضعیف HX در محلول 10^{-2} مولار آن به میزان ۰٫۱ درصد یونش می‌یابد. در صورتی که در محلول دیگری که از HX در همان دما تهیه شده است، $pH = 5/7$ باشد، غلظت تعادلی اسید در این محلول به تقریب، چند مول بر لیتر است؟ $(\log 2 = 0/3)$

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



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

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



۶. ۰٫۲ گرم کلسیم‌کربنات را در ظرف سربسته یک لیتری وارد می‌کنیم تا تعادل، $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ برقرار شود. در هنگام تعادل مجموع جرم مواد جامد موجود برابر ۰٫۱۵۶ گرم است. اگر در این لحظه کلسیم‌اکسید موجود در تعادل را در مقداری آب حل کرده و به حجم ۵۰۰mL برسانیم، pH محلول حاصل کدام است؟ $(Ca = 40, C = 12, O = 16 : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۲٫۴ ۲) ۱۱٫۶ ۳) ۲٫۷ ۴) ۱۱٫۳

$gCO_2 = 0.200 - 0.156 = 0.044$

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$

$\alpha = 1$

$\frac{44 \times 10^{-3}\ gCO_2}{1 \times 44} = \frac{mol\ CaO}{1} \Rightarrow CaO = 10^{-3}\ mol \rightarrow OH^- = 2 \times 10^{-3}\ mol$

$[OH^-] = \frac{mol}{L} = \frac{2 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} \Rightarrow [OH^-] = 4 \times 10^{-3} \rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14}$

$\rightarrow [H^+] = 25 \times 10^{-13} \rightarrow pH = -(\log 5^2 + \log 10^{-13}) = 11.6$

۷. اگر pH محیط درون رودهٔ باریک برابر ۸٫۵ و pH خون برابر ۷٫۴ باشد، نسبت غلظت یون OH^- در رودهٔ باریک به غلظت یون H_3O^+ در خون، کدام است؟ $(\log 2 = 0{,}3)$

(حاصل‌ضرب $[H^+]$ در $[OH^-]$، در دمای بدن را 10^{-14} فرض کنید.)

۱) ۰٫۰۸۳ ۲) ۰٫۰۱۲۵ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۸۰

روده باریک

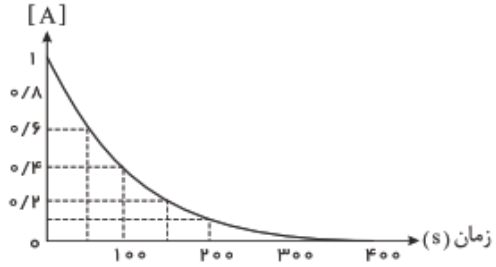
$[H^+] = 10^{-8.5} = 10^{-9} \times 10^{0.5} = 3 \times 10^{-9} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1}{3} \times 10^{-5}$

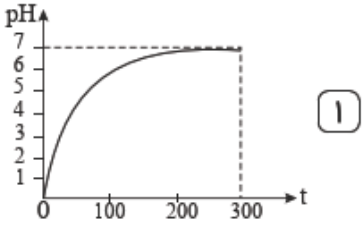
خون

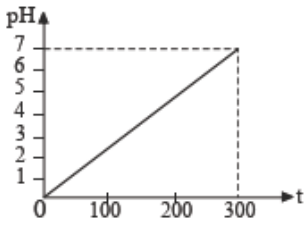
$[H^+] = 10^{-7.4} = 10^{-8} \times 10^{0.6} = 10^{-8} \times (10^{0.3})^2 \Rightarrow [H^+] = 4 \times 10^{-8}$

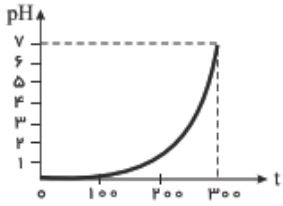
$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{\frac{1}{3} \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-8}} = \frac{250}{4 \times 3} \simeq 80$$

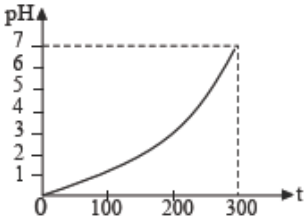
۸. تغییر غلظت $A(aq)$ در واکنش: $A(aq) + ۲X(aq) + H^+(aq) \rightarrow D(aq)$ در محلول با غلظت ۱ مولار HCl، ۲ مولار $X(aq)$ و ۱ مولار $A(aq)$ به صورت شکل زیر است. نمودار تغییر pH این محلول، به کدام صورت است؟ (D خصلت اسیدی و بازی ندارد)



۱)


۲)


۳)


۴)


۹. pH محلول $۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$ اسید ضعیف HA که K_a آن برابر $۰/۱$ است، کدام است؟

۱) ۰٫۷ ۲) ۱٫۲۵ ۳) ۱ ۴) ۱٫۷

تقریب نزن

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \Rightarrow 10^{-1} = \frac{x^2}{0.2 - x} \Rightarrow x^2 = 0.02 - 0.1x$$

$$x^2 + 0.1x - 0.02 = 0 \Rightarrow 100x^2 + 10x - 2 = 0 \quad \Delta = 100 + 800 = 900$$

$$x = \frac{-10 \pm \sqrt{900}}{200} \Rightarrow x = [H^+] = 10^{-1} \quad pH = -\log 10^{-1} = 1$$

۱۰. اگر یک نمونه محلول اتانوییک اسید و یک نمونه محلول هیدروکلریک اسید در دمای یکسان، مولاریتهٔ برابر داشته باشند، pH ..... است، زیرا .....

۱) محلول اولی بزرگ‌تر $[H^+(aq)]$ در آن کم‌تر است.

۲) محلول دومی بزرگ‌تر $[H^+(aq)]$ درآن بیش‌تر است.

۳) دو محلول یکسان است زیرا هر دو محلول مولاریتهٔ برابر دارند.

۴) دو محلول یکسان است زیرا مولکول هر دو اسید می‌تواند یک پروتون آزاد کند.

۱۱. در دمای $25^\circ C$، غلظت مولی HA برابر $12 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ است. اگر مجموع غلظت مولی گونه‌های موجود در محلول پس از یونش، نسبت به محلول قبل از یونش، ۱٫۰۴ برابر شده باشد، pH محلول کدام است؟

۱) ۴٫۵ ۲) ۴٫۳ ۳) ۳٫۳ ۴) ۱٫۷

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۲. دربارهٔ HF, HCl و HBr، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

الف) مولکول هر سهٔ آن‌ها، قطبی است.

ب) pH محلول یک مولار هر سهٔ آن‌ها در آب، یکسان است.

پ) نقطهٔ جوش HF در مقایسه با دو ترکیب دیگر، بالاتر است.

ت) مولکول‌های هر سه، می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

۱ (۱)　۲ (۲)　۳ (۳)　۴ (۴)

۱۳. چند گرم HCl خالص را در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب خالص با دمای ثابت $25^\circ C$ حل کنیم تا pH آب خالص ۳٫۳ واحد کاهش یابد؟

$(\log 2 = 0{,}3)(H = 1, Cl = 35{,}5 : g \cdot mol^{-1})$

۱ (۱) $7{,}3 \times 10^{-3}$　۲ (۲) $3{,}65 \times 10^{-3}$　۳ (۳) $2{,}92 \times 10^{-3}$　۴ (۴) $5{,}84 \times 10^{-3}$

۱۴. به ۱۶۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی معین، مقدار V میلی‌لیتر آب مقطر اضافه نموده‌ایم تا حجم محلول به ۵۰۰ میلی‌لیتر افزایش یابد. اگر pH محلول حاصل برابر ۱۲٫۳ باشد، غلظت محلول اولیه برحسب ppm کدام است؟

$(NaOH = ۴۰ : g \cdot mol^{-1})$

۱) $۲٫۵ \times ۱۰^{۴}$ ۲) ۸×۱۰^{۴} ۳) $۲٫۵ \times ۱۰^{۳}$ ۴) ۸×۱۰^{۲}

$[H^+] = 10^{-12.3} = 10^{-13} \times 10^{0.7} \Rightarrow [H^+] = 5 \times 10^{-13} \rightarrow [OH^-] = 2 \times 10^{-2} = M$

$\frac{2 \times 10^{-2} \times 500 \times 10^{-3}}{1} = \frac{x\,g}{40} \Rightarrow x = 4 \times 10^{-1}\ g\ NaOH$ جرم حل شونده

$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^{6} = \frac{4 \times 10^{-1}}{160} \times 10^{6} = 2.5 \times 10^{3}$

۱۵. اگر pH دو محلول جداگانه از اتانوییک اسید $(K_a \approx ۲ \times ۱۰^{-۵})$ و کلرواتانوییک اسید $(K_a \approx ۲ \times ۱۰^{-۳})$، برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی به غلظت مولار محلول اسید ضعیف‌تر، به تقریب کدام است؟

۱) ۰٫۰۱ ۲) ۰٫۰۳ ۳) ۰٫۱ ۴) ۰٫۳

$[H^+] = 10^{-3}$

اتانوییک اسید: $K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \rightarrow M = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} \rightarrow M = 0.05$

کلرواتانوییک اسید: $K_a' = \frac{[H^+]^2}{M' - [H^+]} \rightarrow 2 \times 10^{-3} = \frac{10^{-6}}{M' - 10^{-3}}$

$2M' - 2 \times 10^{-3} = 10^{-3} \rightarrow M' = \frac{3}{2} \times 10^{-3} \Rightarrow M' = 15 \times 10^{-4}$

$\frac{M'}{M} = \frac{15 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-2}} = 0.03$

۱۶. pH محلول ۰٫۰۰۱ مولار هیدروفلوئوریک‌اسید، با pH محلول اسید HX که غلظت یون H_3O^+ در محلول آن $10^{-3/7}$ مول بر لیتر می‌باشد، برابر است. مقدار ثابت یونش هیدروفلوئوریک‌اسید کدام است؟ *دو محلولی که pH برابری دارند قطعا "[H+]" برابری دارند.

۱) 3×10^{-6} ۲) 4×10^{-5} ۳) 3×10^{-5} ۴) 5×10^{-5}

HF

$[H^+] = 10^{-3.7} = 10^{-4} \times 10^{0.3} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-4}$

$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} = \frac{4 \times 10^{-8}}{10 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-4}} = \frac{4 \times 10^{-8}}{8 \times 10^{-4}} \Rightarrow K_a = 5 \times 10^{-5}$

10^{-3} , $10^{-4}(10-2)$

۱۷. اگر مقدار α برای اسید HA برابر ۱۰٪ باشد، pH محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار K_a آن با یکای $mol \cdot L^{-1}$، به تقریب کدام است؟

۱) $0{,}9 \times 10^{-3}$ ، $1{,}11 \times 10^{-6}$ ۲) 1×10^{-2} ، $1{,}11 \times 10^{-6}$

۳) $0{,}9 \times 10^{-3}$ ، $1{,}11 \times 10^{-4}$ ۴) 1×10^{-2} ، $1{,}11 \times 10^{-4}$

$pH = 3 \rightarrow [H^+] = 10^{-3}$ $\alpha = 10^{-1}$ $[H^+] = M\alpha \rightarrow M = \frac{[H^+]}{\alpha}$

$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} = \frac{10^{-6}}{10 \times 10^{-3} - 10^{-3}} = \frac{10^{-6}}{9 \times 10^{-3}} \Rightarrow M = \frac{10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-2}$

10×10^{-4}

$K_a = \frac{10}{9} \times 10^{-4}$

10^{-2} , 10^{-3} , $10^{-3}(10-1)$

۱۸. استیک‌اسید (CH_3COOH)، در دمای معین، دارای ثابت یونش اسیدی ۲×۱۰^{-۵} است. اگر در محلول این اسید، $pH = ۲/۳$ باشد، در ۵۰۰ میلی‌لیتر از این محلول، چند گرم از این اسید حل شده است؟ $(CH_3COOH = ۶۰ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۷۵ ۲) ۴۲/۵ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۸۵

$[H^+] = 10^{-2.3} = 10^{-3} \times 10^{0.7} \rightarrow [H^+] = 5 \times 10^{-3}$

$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \Rightarrow M = \frac{25 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow M = \frac{25}{2} \times 10^{-1}$

$\frac{\frac{25}{2} \times 10^{-1} \times 0.5}{1} = \frac{x}{60} \rightarrow x = 37.5$

۱۹. اگر pH محلولی از یک اسید HA با درصد تفکیک یونی ۱۰٪ برابر ۴ باشد، از ۵۰mL آن با چند میلی‌گرم سدیم هیدروژن کربنات ۸۰ درصد خالص واکنش می‌دهد؟ $(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳ : gmol^{-۱})$

$HA + NaHCO_3 \rightarrow NaA + CO_2 + H_2O$

۱) ۲/۴ ۲) ۴/۲ ۳) ۵/۲۵ ۴) ۸/۲۵

$pH = 4 \rightarrow [H^+] = 10^{-4}$ $\quad \alpha = 10^{-1} \rightarrow [H^+] = M\alpha \Rightarrow M = \frac{10^{-4}}{10^{-1}} = 10^{-3}$

$\frac{10^{-3} \times 50 \times 10^{-3}}{1} = \frac{x}{1 \times 84} \times \frac{80}{100}$

آسید مازوی

۲۰. اکسید بازی تولید شده در اثر تجزیه ۳۰٫۳ گرم KNO_3، مطابق واکنش زیر را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۷۵۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. pH محلول به‌دست آمده کدام است؟ (دمای محلول تهیه شده برابر با $25^\circ C$ است).

$(log2 = 0{,}3)(K = 39, N = 14, O = 16 : g \cdot mol^{-1})$

$4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 5O_2(g) + 2N_2(g)$

۱) ۱۳٫۶ ۲) ۱۳٫۳ ۳) ۰٫۷ ۴) ۰٫۴

$2K_2O + 2H_2O \rightarrow 2KOH \rightarrow 2K^+ + 2OH^-$

$\frac{30.3}{4 \times 101} = \frac{[OH^-] \times 750 \times 10^{-3}}{4} \Rightarrow [OH^-] = \frac{3 \times 10^{-1}}{75 \times 10^{-2}} \Rightarrow$

$[OH^-] = 4 \times 10^{-1} \Rightarrow [H^+] = \frac{1}{4} \times 10^{-13} = 25 \times 10^{-15}$

$PH = -(\log 5^2 + \log 10^{-15}) = 13.6$

1.4 -15

۲۱. بیشترین تفاوت pH بین کدام دو محلول در دمای $۲۵^\circ C$ وجود دارد؟ (غلظت تمام اسیدها را ۰٫۱ مولار در نظر بگیرید.)

۱) هیدروکلریک اسید فورمیک اسید
۲) هیدروکلریک اسید استیک اسید
۳) سولفوریک اسید فورمیک اسید
۴) سولفوریک اسید استیک اسید

۲۲. ۴۴٫۸ میلی‌لیتر $HCl(g)$ در شرایط STP در نیم‌لیتر آب مقطر به‌طور کامل حل شده است. pH تقریبی محلول به دست آمده کدام و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید است؟ $(\log ۴ \simeq ۰٫۶)$

۱) $۲٫۶, ۱۰^{۹} \times ۱٫۵$ ۲) $۲٫۶, ۱۰^{۹} \times ۱٫۶$ ۳) $۲٫۴, ۱۰^{۹} \times ۱٫۵$ ۴) $۲٫۴, ۱۰^{۹} \times ۱٫۶$

۱. غلظت گوگرد در یک نمونه گازوییل برابر $۶۴۰۰\ ppm$ است. با فرض سوختن کامل گوگرد در موتور و تبدیل گاز حاصل به سولفوریک اسید در آب، اسید حاصل از سوختن یک کیلوگرم از این سوخت می‌تواند pH آب خالص یک مخزن ۱۰۰۰ لیتری را به تقریب چند واحد کاهش دهد؟ (در شرایط آزمایش، هر دو مرحله‌ی یونش اسید را کامل فرض کنید.

$$(S = ۳۲ , O = ۱۶ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$$

۱) ۳٫۶ ۲) ۴٫۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲. برای تهیه محلولی از یک اسید ضعیف HA با $K_a = ۵ \times ۱۰^{-۵}$ که pH آن با pH محلول ۰٫۰۱ مولار هیدروکلریک اسید برابر باشد، غلظت مولار آن تقریباً باید چند برابر غلظت مولار محلول هیدروکلریک اسید باشد؟

۱) ۴۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۲۰۰

۳. چند گرم $CCL_۳COOH$ $(K_a \approx ۲٫۵ \times ۱۰^{-۱} mol \cdot L^{-۱})$ را باید در یک لیتر آب حل کرد تا pH محلول به ۱ برسد؟
$(Cl = ۳۵٫۵ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۶٫۵۴ ۲) ۸٫۱۷ ۳) ۱۶٫۳۵ ۴) ۲۲٫۸۹

۴. اسید ضعیف HX در محلول $۱۰^{-۲}$ مولار آن به میزان ۰٫۱ درصد یونش می‌یابد. در صورتی که در محلول دیگری که از HX در همان دما تهیه شده است، $pH = ۵٫۷$ باشد، غلظت تعادلی اسید در این محلول به تقریب، چند مول بر لیتر است؟ $(\log ۲ = ۰٫۳)$

۱) $۱۰^{-۴}$ ۲) ۴×۱۰^{-۲} ۳) ۴×۱۰^{-۴} ۴) $۱۰^{-۲}$

۵. مقدار K_a اسید HA برابر $۲ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$ است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با $pH = ۱$ حل شود، $[A^-]$ به‌تقریب، به چند مول بر لیتر می‌رسد؟

۱) ۲×۱۰^{-۴} ۲) $۴٫۵ \times ۱۰^{-۳}$ ۳) ۲×۱۰^{-۳} ۴) $۴٫۵ \times ۱۰^{-۲}$

۲۰۶ ۰٫۲ گرم کلسیم‌کربنات را در ظرف سربسته یک لیتری وارد می‌کنیم تا تعادل، $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ برقرار شود. در هنگام تعادل مجموع جرم مواد جامد موجود برابر ۰٫۱۵۶ گرم است. اگر در این لحظه کلسیم‌اکسید موجود در تعادل را در مقداری آب حل کرده و به حجم $500mL$ برسانیم، pH محلول حاصل کدام است؟

$$\left(Ca = 40, C = 12, O = 16 : g \cdot mol^{-1}\right)$$

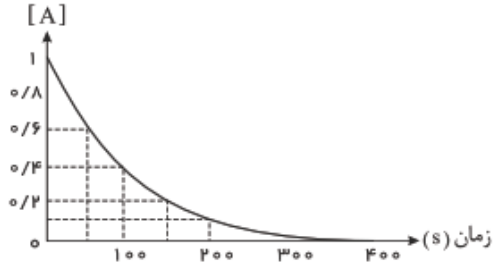
۱) ۲٫۴ ۲) ۱۱٫۶ ۳) ۲٫۷ ۴) ۱۱٫۳

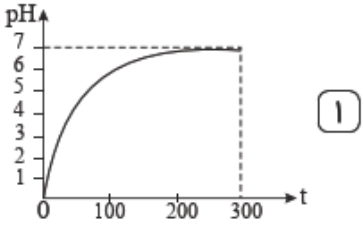
۷. اگر pH محیط درون رودهٔ باریک برابر ۸٫۵ و pH خون برابر ۷٫۴ باشد، نسبت غلظت یون OH^- در رودهٔ باریک به غلظت یون H_3O^+ در خون، کدام است؟ $(\log 2 = 0{,}3)$

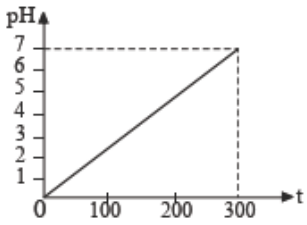
(حاصل‌ضرب $[H^+]$ در $[OH^-]$، در دمای بدن را 10^{-14} فرض کنید.)

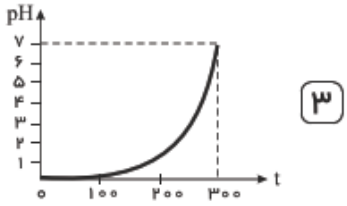
۱) ۰٫۰۸۳ ۲) ۰٫۰۱۲۵ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۸۰

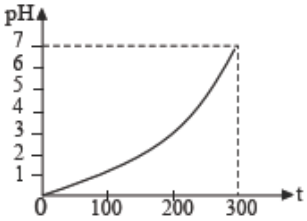
۸. تغییر غلظت $A(aq)$ در واکنش: $A(aq) + ۲X(aq) + H^+(aq) \rightarrow D(aq)$ در محلول با غلظت ۱ مولار HCl، ۲ مولار $X(aq)$ و ۱ مولار $A(aq)$ به صورت شکل زیر است. نمودار تغییر pH این محلول، به کدام صورت است؟ (D خصلت اسیدی و بازی ندارد)



۱)


۲)


۳)


۴)


۹. pH محلول $۰/۲mol \cdot L^{-۱}$ اسید ضعیف HA که K_a آن برابر ۰/۱ است، کدام است؟

۱) ۰/۷ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۷

۱۰. اگر یک نمونه محلول اتانوییک اسید و یک نمونه محلول هیدروکلریک اسید در دمای یکسان، مولاریتهٔ برابر داشته باشند، pH ..... است، زیرا .....

۱) محلول اولی بزرگ‌تر $[H^+(aq)]$ در آن کم‌تر است.

۲) محلول دومی بزرگ‌تر $[H^+(aq)]$ درآن بیش‌تر است.

۳) دو محلول یکسان است زیرا هر دو محلول مولاریتهٔ برابر دارند.

۴) دو محلول یکسان است زیرا مولکول هر دو اسید می‌تواند یک پروتون آزاد کند.

۱۱. در دمای $25^\circ C$، غلظت مولی HA برابر $12 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ است. اگر مجموع غلظت مولی گونه‌های موجود در محلول پس از یونش، نسبت به محلول قبل از یونش، **۱٫۰۴** برابر شده باشد، pH محلول کدام است؟

۱) ۴٫۵ ۲) ۴٫۳ ۳) ۳٫۳ ۴) ۱٫۷

۱۲. دربارهٔ HCl, HF و HBr، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

الف) مولکول هر سهٔ آن‌ها، قطبی است.

ب) pH محلول یک مولار هر سهٔ آن‌ها در آب، یکسان است.

پ) نقطهٔ جوش HF در مقایسه با دو ترکیب دیگر، بالاتر است.

ت) مولکول‌های هر سه، می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

۱ (۱)　　۲ (۲)　　۳ (۳)　　۴ (۴)

۱۳. چند گرم HCl خالص را در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب خالص با دمای ثابت $25^\circ C$ حل کنیم تا pH آب خالص ۳٫۳ واحد کاهش یابد؟

$(\log 2 = 0{,}3)(H = 1, Cl = 35{,}5 : g \cdot mol^{-1})$

$7{,}3 \times 10^{-3}$ (۱)　　$3{,}65 \times 10^{-3}$ (۲)　　$2{,}92 \times 10^{-3}$ (۳)　　$5{,}84 \times 10^{-3}$ (۴)

۱۴. به ۱۶۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی معین، مقدار V میلی‌لیتر آب مقطر اضافه نموده‌ایم تا حجم محلول به ۵۰۰ میلی‌لیتر افزایش یابد. اگر pH محلول حاصل برابر ۱۲٫۳ باشد، غلظت محلول اولیه برحسب ppm کدام است؟ $(NaOH = ۴۰ : g \cdot mol^{-۱})$

۱) $۲٫۵ \times ۱۰^{۴}$ ۲) ۸×۱۰^{۴} ۳) $۲٫۵ \times ۱۰^{۳}$ ۴) ۸×۱۰^{۲}

۱۵. اگر pH دو محلول جداگانه از اتانوییک اسید $(K_a \approx ۲ \times ۱۰^{-۵})$ و کلرواتانوییک اسید $(K_a \approx ۲ \times ۱۰^{-۳})$، برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی به غلظت مولار محلول اسید ضعیف‌تر، به تقریب کدام است؟

۱) ۰٫۰۱ ۲) ۰٫۰۳ ۳) ۰٫۱ ۴) ۰٫۳

۱۶. pH محلول ۰٫۰۰۱ مولار هیدروفلوئوریک‌اسید، با pH محلول اسید HX که غلظت یون H_3O^+ در محلول آن $10^{-3/7}$ مول بر لیتر می‌باشد، برابر است. مقدار ثابت یونش هیدروفلوئوریک‌اسید کدام است؟

۱) 3×10^{-6} ۲) 4×10^{-5} ۳) 3×10^{-5} ۴) 5×10^{-5}

۱۷. اگر مقدار α برای اسید HA برابر ۱۰٪ باشد، pH محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار K_a آن با یکای $mol \cdot L^{-1}$، به تقریب کدام است؟

۱) $0/9 \times 10^{-3}$ ، $1/11 \times 10^{-6}$ ۲) $0/1 \times 10^{-2}$ ، $1/11 \times 10^{-6}$

۳) $0/9 \times 10^{-3}$ ، $1/11 \times 10^{-4}$ ۴) $0/1 \times 10^{-2}$ ، $1/11 \times 10^{-4}$

۱۸. استیک‌اسید (CH_3COOH)، در دمای معین، دارای ثابت یونش اسیدی ۲×۱۰^{-۵} است. اگر در محلول این اسید، $pH = ۲/۳$ باشد، در ۵۰۰ میلی‌لیتر از این محلول، چند گرم از این اسید حل شده است؟ $\left(CH_3COOH = ۶۰g \cdot mol^{-۱}\right)$

۱) ۷۵ ۲) ۴۲/۵ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۸۵

۱۹. اگر pH محلولی از یک اسید HA با درصد تفکیک یونی ۱۰٪ برابر ۴ باشد، ۵۰mL از آن با چند میلی‌گرم سدیم هیدروژن کربنات ۸۰ درصد خالص واکنش می‌دهد؟ $(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳ : gmol^{-۱})$

$$HA + NaHCO_3 \rightarrow NaA + CO_2 + H_2O$$

۱) ۲/۴ ۲) ۴/۲ ۳) ۵/۲۵ ۴) ۸/۲۵

۲۰. اکسید بازی تولید شده در اثر تجزیه ۳۰٫۳ گرم KNO_3، مطابق واکنش زیر را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۷۵۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. pH محلول به‌دست آمده کدام است؟ (دمای محلول تهیه شده برابر با $25^\circ C$ است).

$(log2 = 0{,}3)(K = 39, N = 14, O = 16 : g \cdot mol^{-1})$

$$4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 5O_2(g) + 2N_2(g)$$

۱) ۱۳٫۶ ۲) ۱۳٫۳ ۳) ۰٫۷ ۴) ۰٫۴

۲۱. بیشترین تفاوت pH بین کدام دو محلول در دمای $۲۵^\circ C$ وجود دارد؟ (غلظت تمام اسیدها را ۰٫۱ مولار در نظر بگیرید.)

۱) هیدروکلریک اسید فورمیک اسید
۲) هیدروکلریک اسید استیک اسید
۳) سولفوریک اسید فورمیک اسید
۴) سولفوریک اسید استیک اسید

۲۲. ۴۴٫۸ میلی‌لیتر $HCl(g)$ در شرایط STP در نیم‌لیتر آب مقطر به‌طور کامل حل شده است. pH تقریبی محلول به دست آمده کدام و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید است؟ $(\log ۴ \simeq ۰٫۶)$

۱) $۲٫۶, ۱۰^{۹} \times ۱٫۵$ ۲) $۲٫۶, ۱۰^{۹} \times ۱٫۶$ ۳) $۲٫۴, ۱۰^{۹} \times ۱٫۵$ ۴) $۲٫۴, ۱۰^{۹} \times ۱٫۶$

پاسخنامه تشریحی

۱ . گزینه ۱ جرم گوگرد را در $۱kg$ سوخت پیدا می‌کنیم.

$$ppm = \frac{S\ \text{جرم}}{\text{جرم سوخت}} \times ۱۰^{۶}$$

$$۶۴۰۰ = \frac{S\ \text{جرم}}{۱۰۰۰g} \times ۱۰^{۶} \Rightarrow S\ \text{جرم} = ۶٫۴g$$

$$S \xrightarrow{O_۲} SO_۳ \xrightarrow{H_۲O} H_۲SO_۴$$

$$\frac{۶٫۴g}{۳۲} = \frac{x\,mol}{۱} \quad x = ۰٫۲\,mol \Rightarrow C_m = \frac{۰٫۲}{۱۰۰۰} = ۲ \times ۱۰^{-۴}\frac{mol}{L}$$

$$[H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴} \times ۲ \times ۱ = ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow pH = -\log^{۴\times۱۰^{-۴}} = ۴ - ۲\log ۲ = ۳٫۴$$

پس pH آب از ۷ به ۳٫۴ می‌رسد یعنی ۳٫۶ واحد کم می‌شود.

۲ . گزینه ۴

ابتدا، غلظت یون هیدرونیوم را در محلول HCl تعیین می‌کنیم. با توجه به این‌که اسید قوی است داریم:

$$M_{HCl} = ۰٫۰۱molL^{-۱} \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲}mol \cdot L^{-۱}$$

با توجه به این‌که pH و در نتیجه غلظت H^+ در دو محلول برابر است، خواهیم داشت:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M_{HA} - [H^+]} \xrightarrow{\text{رابطه تقریبی}} K_a = \frac{[H^+]^۲}{M_{HA}} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{(۱۰^{-۲})^۲}{M_{HA}} \Rightarrow M_{HA} = ۲molL^{-۱} \Rightarrow \frac{M_{HA}}{M_{HCl}} = \frac{۲}{۰٫۰۱} = ۲۰۰$$

۳ . گزینه ۴ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = ۱ \rightarrow [H^+] = ۰٫۱mol \cdot L^{-۱}$$

با توجه به رابطهٔ ثابت یونش داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]_{\text{اولیه}} - [H^+]} \Rightarrow ۰٫۲۵ = \frac{(۰٫۱)^۲}{[HA]_{\text{اولیه}} - ۰٫۱} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰٫۱۴mol \cdot L^{-۱}$$

حال می‌توان نوشت:

$$۱L\ \text{محلول} \times \frac{۰٫۱۴mol}{۱L\ \text{محلول}} \times \frac{۱۶۳٫۵g}{۱mol} = ۲۲٫۸۹g$$

۴ . گزینه ۳ این اسید مطابق واکنش زیر یونش می‌یابد.

$$HX + H_۲O \rightleftharpoons H_۳O^+ + X^-$$

غلظت اولیه	۰٫۰۱	−	۰	۰
تغییر غلظت	$-\frac{۰٫۱}{۱۰۰} \times ۰٫۰۱$		$\frac{۰٫۱}{۱۰۰} \times ۰٫۰۱$	$\frac{۰٫۱}{۱۰۰} \times ۰٫۰۱$
غلظت تعادلی	$۰٫۰۱ - ۱۰^{-۵}$		$۱۰^{-۵}$	$۱۰^{-۵}$

$$K_a = \frac{[H_۳O^+][X^-]}{[HX]} \Rightarrow K_a = \frac{۱۰^{-۵} \times ۱۰^{-۵}}{(۱۰^{-۲} - ۱۰^{-۵})} \simeq \frac{۱۰^{-۱۰}}{۱۰^{-۲}} = ۱۰^{-۸}$$

در محلول دوم غلظت $H_۳O^+$ برابر غلظت X^- خواهد بود.

$$pH = ۵٫۷ \Rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۵٫۷} = ۲ \times ۱۰^{-۶}M$$

$$K_a = \frac{[H_۳O^+][X^-]}{[HX]} \Rightarrow ۱۰^{-۸} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{[HX]} \Rightarrow [HX] = ۴ \times ۱۰^{-۴}M$$

۵ . گزینه ۱

برای به‌دست آوردن مقدار $[A^-]$ در محلول جدید، باید مقدار کل $[H^+]$ موجود در محلول جدید را در فرمول K_a اسید جای‌گذاری کنیم. ولی با توجه به اینکه مقدار $[H^+]$ حاصل از HCl بالاست ($pH = ۱$ و محلول بسیار اسیدی است) و اسید حل‌شده ضعیف است (K_a کوچک دارد)، از H^+ حاصل از اسید ضعیف صرف‌نظر می‌کنیم و فقط H^+ حاصل از HCl را در فرمول K_a جای‌گذاری می‌کنیم تا مقدار تقریبی $[A^-]$ در محلول جدید به دست آید:

$$[HA] = \frac{۱mol\ HA}{۱L\ \text{محلول}} = ۱mol \cdot L^{-۱} \quad , \quad [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱} = ۰٫۱$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵}$$
$$= \frac{۰/۱ \times [A^-]}{۱} \Rightarrow [A^-] = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

۶ . گزینه ۲ در تمام مدت زمان انجام واکنش، از شروع تا پایان، قانون پایستگی جرم در یک واکنش برقرار است. در حین تعادل مجموع جرم $CO_۲$ و CaO, $CO_۲$ و $CaCO_۳$ برابر ۰/۲ گرم است، بنابراین:

$$\overbrace{m_{CaCO_۳} + m_{CaO}}^{۰/۱۵۶g} + m_{CO_۲} = ۰/۲g$$
$$\rightarrow m_{CO_۲} = ۰/۲g - ۰/۱۵۶g = ۴۴$$
$$\times ۱۰^{-۳}\, g$$

اکنون از جرم $CO_۲$، مول CaO و مول و غلظت $Ca(OH)_۲$ را به دست آورید.

$$CaO(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq)$$
$$?\, mol Ca(OH)_۲ = ۴۴ \times ۱۰^{-۳}\, g\, CO_۲$$
$$\times \frac{۱\, mol CO_۲}{۴۴ g\, CO_۲} \times \frac{۱\, mol\, CaO}{۱\, mol\, CO_۲}$$
$$\times \frac{۱\, mol\, Ca(OH)_۲}{۱\, mol\, CaO} = ۱۰^{-۳} mol Ca(OH)_۲$$
$$\text{غلظت } Ca(OH)_۲ = \frac{۱۰^{-۳} mol}{۰/۵\, L} = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$
$$[OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۲ = ۴$$
$$\times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$
$$pOH = -\log ۴ - \log ۱۰^{-۳} = -۰/۶$$
$$+ ۳ = ۲/۴ \rightarrow pH = ۱۴ - ۲/۴$$
$$= ۱۱/۶$$

۷ . گزینه ۴

باتوجه به رابطهٔ $[H_۳O^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ داریم:

$$pH = ۸/۵ \Rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۸/۵} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۵/۵}$$
$$pH = ۷/۴ \Rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۷/۴}$$
$$\text{نسبت خواسته‌شده} = \frac{۱۰^{-۵/۵}}{۱۰^{-۷/۴}} = ۱۰^{۱/۹} = ۱۰ \times (۱۰^{۰/۳})^۳ = ۱۰ \times ۲^۳ = ۸۰$$

۸ . گزینه ۳ در شروع واکنش غلظت H^+ یک مولار و $pH = ۰$ است و با گذشت ۱۰۰ ثانیه غلظت A به میزان $۰/۶ mol \cdot L^{-۱}$ کاهش می‌یابد. بنابراین مقدار غلظت H^+ نیز به دلیل برابر بودن ضریب A و H^+ به همین میزان کاهش می‌یابد. پس:

$$[H^+] = ۱ - ۰/۶ = ۰/۴ \quad mol \cdot l^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log ۰/۴ = -\log ۴ \times ۱۰^{-۱}$$
$$= ۱ - \log ۴ = ۱ - ۲\log ۲ = ۱ - ۲ \times ۰/۳ = ۰/۴$$

با توجه به گزینه‌ها، در گزینهٔ ۳، در ثانیهٔ ۱۰۰، مقدار pH برابر ۰/۴ است.

۹ . گزینه ۳ با توجه به رابطه ثابت یونش می‌توان نوشت. (دقت کنید نمی‌توان از رابطه تقریبی استفاده کرد، زیرا مقدار K_a بزرگ است.)

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]_{\text{اولیه}} - [H^+]}$$

اگر مقدار $[H^+]$ را برابر x در نظر بگیریم:

$$K_a = \frac{x^۲}{۰/۲ - x} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{x^۲}{۰/۲ - x}$$
$$\rightarrow x^۲ = -۰/۱x + ۰/۰۲$$
$$x^۲ + ۰/۱x - ۰/۰۲ = ۰ \Rightarrow x$$
$$= \frac{-۰/۱ \pm \sqrt{۰/۰۱ + ۰/۰۸}}{۲}$$
$$= \frac{-۰/۱ \pm \sqrt{۰/۰۹}}{۲} = \frac{۰/۲}{۲} = ۰/۱$$
$$\Rightarrow [H^+] = x = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow pH$$
$$= -\log ۱۰^{-۱} \Rightarrow pH = ۱$$

۱۰ . گزینه ۱ چون اتانوییک اسید از HCl ضعیف‌تر است، پس با مولاریتهٔ یکسان، $[H^+]$ در اولی از دومی کوچک‌تر است و درنتیجه میزان اسیدی بودن آن کمتر است، پس pH اولی بزرگ‌تر از pH دومی است.

۱۱ . گزینه ۳معادله‌ی یونش اسید HA، به صورت زیر است. M غلظت مولی اسید و $?$، درجه‌ی یونش است.

$$\underbrace{HA(aq)}_{\underbrace{M}_{\text{غلظت اولیه}} - \underbrace{M\alpha}_{\text{یونش یافته}}} + H_۲O(l) \rightleftharpoons \underbrace{H_۳O^+(aq)}_{\underbrace{M\alpha}_{\text{تولید شده}}}$$
$$+ \underbrace{A^-(aq)}_{\underbrace{M\alpha}_{\text{تولید شده}}}$$

قبل از یونش فقط مولکول‌های HA را در محلول داریم که دارای غلظت $۱۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$ می‌باشند. پس از یونش علاوه بر یون‌های $H_۳O^+$ و A^- که براثر یونش تولید می‌شوند مولکول‌های HA که وارد فرایند یونش نشده‌اند هم در محلول وجود دارند.

مجموع غلظت گونه‌های موجود در محلول پس از یونش:

باقی مانده $[H_۳O^+] + [A^-] + [HA]$
$$= M\alpha + M\alpha + (M - M\alpha) = M$$
$$+ M\alpha$$
$$\frac{\text{مجموع غلظت گونه‌ها پس از یونش}}{\text{مجموع غلظت گونه‌ها قبل از یونش}} = \frac{M + M\alpha}{M} = ۱ + \alpha$$
$$\Rightarrow ۱ + \alpha = ۱/۰۴ \Rightarrow \alpha = ۰/۰۴$$
$$[H_۳O^+] = M \times \alpha = (۱۲ \times ۱۰^{-۳})$$
$$\times ۰/۰۴ = ۴۸ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$
$$pH = -\log[H_۳O^+] = -\log$$
$$(۴۸ \times ۱۰^{-۵}) = -(\log ۴۸ + \log ۱۰^{-۵})$$
$$= -(\log(۲^۴ \times ۳) + (-۵))$$
$$= -(۴\log ۲ + \log ۳ + (-۵)) =$$
$$-((۴ \times ۰/۳) + (۰/۵) + (-۵)) = ۳/۳$$

۱۲ . گزینه ۲ هر ۳ مولکول قطبی هستند؛ ولی HF به‌دلیل وجود پیوند هیدروژنی نقطهٔ جوش بیشتری نسبت به بقیه دارد و از سوی دیگر HF یک اسید ضعیف و HCl, HBr اسیدهای قوی هستند؛ بنابراین pH آن‌ها با هم برابر نیست.

۱۳ . گزینه ۳ pH آب خالص در دمای $۲۵^\circ C$ برابر ۷ است.

محلول $pH = ۷ - ۳/۳ = ۳/۷$
$$[H_۳O^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

HCl یک اسید قوی یک ظرفیتی است؛ بنابراین $[H^+]$ با $[HCl]$ برابر است.

$$[HCl] = [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$
$$?gHCl = ۰/۴L \text{ محلول} \times \frac{۲ \times ۱۰^{-۴} molHCl}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{۳۶/۵ gHCl}{۱ molHCl} = ۲/۹۲ \times ۱۰^{-۳} gHCl$$

۱۴ . گزینه ۳

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

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow ۰/۰۲ = \frac{n}{۰/۵} \Rightarrow n = ۰/۰۱ \; mol$$

$$?g\,NaOH = ۰/۰۱\,mol\,NaOH \times \frac{۴۰\,g\,NaOH}{۱\,mol\,NaOH} = ۰/۴\,g\,NaOH$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶} \Rightarrow ppm = \frac{۰/۴\,g}{۱۶۰\,g} \times ۱۰^{۶} = ۲/۵ \times ۱۰^{۳}$$

۱۵ . گزینه ۲

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۳}$$

برای اسید ضعیف‌تر (K_a کوچک‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{C_M - [H^+]} \xrightarrow[\text{داریم}]{\text{برای اسید ضعیف}} K_a = \frac{[H^+]^۲}{C_M} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} = \frac{(۱۰^{-۳})^۲}{C_M} \Rightarrow C_M = ۵ \times ۱۰^{-۲}$$

برای اسید قوی‌تر (K_a بزرگ‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{C'_M - [H^+]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = \frac{(۱۰^{-۳})^۲}{C'_M - ۱۰^{-۳}}$$

$$C'_M - ۱۰^{-۳} = ۵ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow C'_M = ۵ \times ۱۰^{-۴} + ۱۰^{-۳} = ۱۵ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\frac{C'_M}{C_M} = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۴}}{۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۰/۰۳$$

۱۶ . گزینه ۴ در محلول اسید HX، $[H_۳O^+]$ برابر $۱۰^{-۳/۷}$ مول بر لیتر می‌باشد.

بنابراین در محلول هیدروفلوئوریک اسید نیز $[H_۳O^+] = ۱۰^{-۳/۷}$ می‌باشد. یعنی:

$$[H_۳O^+] = ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰/۳} = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

$$k_a = \frac{[H_۳O^+]^۲}{M_{HF} - [H_۳O^+]} = \frac{(۲ \times ۱۰^{-۴})^۲}{(۰/۰۰۱ - ۲ \times ۱۰^{-۴})} = ۵ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$

۱۷ . گزینه ۴ ابتدا، $[H^+]$ و سپس غلظت اسید حل شده را تعیین می‌کنیم:

$$pH = ۳ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۱۰^{-۳}}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$$

حال K_a را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{\alpha^۲ M}{۱ - \alpha} = \frac{(۰/۱)^۲ \times (۰/۰۱)}{۱ - ۰/۱} \simeq ۱/۱۱ \times ۱۰^{-۴} \; mol \cdot L^{-۱}$$

۱۸ . گزینه ۳

$$pH = ۲/۳ \Rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۲/۳} = ۱۰^{-۳+۰/۷} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۰/۷}$$

$$= ۵ \times ۱۰^{-۳}\, mol \cdot L^{-۱} \qquad (\log ۵ = ۰/۷ \Rightarrow ۱۰^{۰/۷} = ۵)$$

$$\underbrace{(a - \underset{\downarrow}{x})}_{\substack{\text{غلظت اولیه} \\ \text{یونش‌یافته}}}$$

$$CH_۳COOH(aq) + H_۲O(l) \rightleftharpoons \underbrace{CH_۳COO^-(aq)}_{\text{تولید شده}} + \underbrace{H_۳O^+(aq)}_{\text{تولید شده}}$$

$$[H_۳O^+] = [CH_۳COO^-] = x = ۵ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} \simeq \frac{(x)(x)}{a} \simeq \frac{(۵ \times ۱۰^{-۳})^۲}{a}$$

$$\Rightarrow a \simeq \frac{۲۵ \times ۱۰^{-۶}}{۲ \times ۱۰^{-۵}} \simeq ۱٫۲۵ mol \cdot L^{-۱}$$ (غلظت اولیه استیک اسید)

اکنون می‌توانیم با استفاده از حجم محلول و جرم مولی اسید، جرم اسید حل شده در محلول را محاسبه کنیم.

$$?gCH_3COOH = ۵۰۰mL \text{ محلول} \times \frac{۱٫۲۵ molCH_3COOH}{۱۰۰۰mL \text{ محلول}} \times \frac{۶۰gCH_3COOH}{۱mol\,CH_3COOH} = ۳۷٫۵gCH_3COOH$$

۱۹ . گزینه ۳

$$[H^+] = ۱۰^{-۴} \Rightarrow [H^+] = M \times n \times \alpha \Rightarrow ۱۰^{-۴} = M \times ۱ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} \Rightarrow M = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

$$HA + NaHCO_3 \rightarrow NaA + CO_2 + H_2O$$

$$molHA = ۵۰mL \times \frac{۱۰^{-۳} mol}{۱۰۰۰mL} = ۵ \times ۱۰^{-۵} molHA$$

$$mgNaHCO_3 = ۵ \times ۱۰^{-۵} molHA \times \frac{۱molNaHCO_3}{۱molHA} \times \frac{۸۴gNaHCO_3}{۱molNaHCO_3}$$

$$\times \frac{۱۰۰۰mgNaCO_3}{۱gNaHCO_3} \times \frac{۱۰۰g \text{ ناخالص}}{۸۰g \text{ خالص}} = ۵٫۲۵ mgNaHCO_3$$

۲۰ . گزینه ۱ ابتدا مول K_2O تولید شده را به‌دست می‌آوریم:

$$?molK_2O = ۳۰٫۳gKNO_3 \times \frac{۱molKNO_3}{۱۰۱gKNO_3} \times \frac{۲molK_2O}{۴molKNO_3}$$

$$= ۰٫۱۵ molK_2O$$

سپس غلظت K_2O و غلظت یون OH^- را محاسبه می‌کنیم:

$$K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow ۲K^+(aq) + ۲OH^-(aq)$$

$$M = \frac{۰٫۱۵ molK_2O}{۷۵۰mL} \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۰٫۲ mol \cdot L^{-۱}$$

$$[OH^-] = M \cdot n = ۰٫۲ \times ۲ = ۰٫۴ mol \cdot L^{-۱}$$

اکنون pH محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$[H^+] \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = \frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱۳}$$

$$\Rightarrow pH = -log[H^+] = -log(\frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱۳})$$

$$= -[-۲ \times ۰٫۳ - ۱۳] = ۱۳٫۶$$

۲۱ . گزینه ۴ بیشترین تفاوت pH مربوط به محلول‌هایی است که بیشترین اختلاف در غلظت یون هیدرونیوم را دارند. بنابراین بیشترین تفاوت میان ضعیف‌ترین اسید (استیک اسید) و قوی‌ترین اسید (سولفوریک اسید یا هیدروکلریک اسید) است و از سوی دیگر سولفوریک اسید به‌دلیل دوپروتونه بودن، غلظت یون هیدرونیوم بیشتری نسبت به هیدروکلریک اسید دارد.

۲۲ . گزینه ۴ HCl جزو اسیدهای قوی بوده و $\alpha = ۱$ است؛ بنابراین $[HCl] = [H^+]$ می‌باشد.

غلظت مولار HCL برابر است با:

$$[HCl] = \frac{mol\ HCl}{V} \Rightarrow \frac{\frac{۴۴٫۸ \times ۱۰^{-۳}}{۲۲٫۴}}{۰٫۵} = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\rightarrow [H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

pH محلول را تعیین می‌کنیم:

$$pH = -\log ۴ \times ۱۰^{-۳} = ۳ - \log ۴ = ۳ - ۰٫۶ = ۲٫۴$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۴ \times ۱۰^{-۳}} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱۱} mol \cdot L^{-۱}$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۳}}{\frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱۱}} = ۱٫۶ \times ۱۰^{۹}$$

۲۳ . گزینه ۴ معادلهٔ یونش اسید ضعیف HA به صورت زیر است:

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

ابتدا با استفاده از حجم محلول و غلظت اولیهٔ HA، تعداد مول اولیهٔ آن را به دست می‌آوریم.

$$?molHA = ۰/۵L \text{ محلول} \times \frac{۰/۱molHA}{۱L \text{ محلول}} = ۰/۰۵mol\,HA$$

$$\text{درجهٔ یونش} = \text{درصد یونش} \times ۱۰۰ \Rightarrow \alpha = \frac{۵}{۱۰۰} = ۰/۰۵$$

$$\alpha = \frac{\text{تعداد مول‌های یونش یافته}}{\text{تعداد کل مول‌های حل شده}} \Rightarrow ۰/۰۵ = \frac{\text{تعداد مول‌های یونش یافته}}{۰/۰۵}$$

$$\Rightarrow \text{تعداد مول‌های یونش یافته} = ۰/۰۵ \times ۰/۰۵ = ۲۵ \times ۱۰^{-۴}mol$$

باتوجه به معادلهٔ یونش، از هر مول HA که یونش می‌یابد، ۰/۰۵ مول H_3O^+ و ۰/۰۵ مول A^- در محلول تولید می‌شود. بعد از یونش HA و رسیدن به حالت تعادل، سه ذره را در محلول داریم:

۱- مولکول‌های HA که یونش پیدا نکرده‌اند.

۲- یون‌های H_3O^+ تولید شده.

۳- یون‌های A^- تولید شده.

مجموع تعداد مول‌های موجود در محلول، بعد از یونش

$$= (۰/۰۵ - ۲۵ \times ۱۰^{-۴}) + (۲۵ \times ۱۰^{-۴}) + (۲۵ \times ۱۰^{-۴}) = ۰/۰۵ + ۲۵ \times ۱۰^{-۴}$$

$$= ۵/۲۵ \times ۱۰^{-۲}mol$$

در آغاز، ۰/۰۵ مول HA در ظرف وجود داشته است و اکنون، $۵/۲۵ \times ۱۰^{-۲}$ مول ذره محلول در آب در ظرف وجود دارد. بنابراین، اختلاف تعداد مول‌های ذرات محلول در آب، قبل و بعد از یونش به صورت زیر، قابل محاسبه است:

$$۵/۲۵ \times ۱۰^{-۲} - ۰/۰۵ = ۲۵ \times ۱۰^{-۴}mol$$

نتیجه: در محلول اسید ضعیف HA، اختلاف تعداد مول ذرات محلول در آب قبل و بعد از یونش برابر است با (درجهٔ یونش × تعداد مول اسید)

$$۰/۱\frac{mol}{L} \times ۰/۵L \times ۰/۰۵ = ۰/۰۰۲۵$$