

فصل پنجم: اسید و باز

ساده ترین محلول ها:

مثال: pH HCl با غلظت 10^{-8} مولار را محاسبه کنید.

عوامل موثر بر تیزی نقطه پایانی:

راه تشخیص نقطه پایانی:

معرف‌های شیمیایی در تیتراسیون اسیدی و بازی چگونه عمل می‌کند؟

مثال: معرف اسید و بازی با ثابت اسیدی 10^{-8} موجود است. از نظر تئوری محدوده pH برای تغییر رنگ این معرف کدام است؟

(سراسری ۷۶) 8.5-9.5 (۴) 8-9 (۳) 7-9 (۲) 7.5-8.5 (۱)

خطا در تیتراسیون اسید و باز:

مثال: در نظر است ۵۰ میلی لیتر محلول HCl ۰/۱ نرمال با محلول سود ۰/۱ نرمال تیترا شود اگر بخواهیم در این تیتراسیون حداکثر برابر ۰/۱ درصد خطا داشته باشیم محدوده pH را که در آن محدوده می توان یک شناساگر مناسب انتخاب نمود عبارت است از:

(۱) ۹.7 تا 4.3 (۲) 8.7 تا 5.3 (۳) 7.7 تا 6.3 (۴) 7 تا 10 (سراسری ۷۸)

مثال: یک محلول 10^{-5} HCl را در یک ظرف و در ظرفی دیگر محلولی شامل HA ۰/۱ مولار و A^- ۰/۱ مولار ($pK_a=5$) موجود می باشد هر دو این محلول ها را الف) دو بار ب) ده بار ج) صد بار با آب رقیق می کنیم. ΔpH را برای این محلول های را حساب کنید.

مثال: در تیتراسیون ۲۵ میلی لیتر از محلول ۰/۱ مولار NH_3 با ۰/۰۵ مولار HCl ، خطای تیتراسیون را وقتی که از شناساگر فنول فتالئین استفاده شود چقدر خواهد شد؟ (با فرض آنکه شناساگر در $\text{pH}=8$ تغییر رنگ دهد) (مدرس‌ان شریف ۸۹)

(۱) $+0.53\%$ درصد (۲) $+5/3\%$ درصد (۳) $-5/3\%$ درصد (۴) -0.53% درصد ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)

مثال: در سنجش اسیداستیک 0.10 M به توسط NaOH (از تغییرات حجم صرف نظر کنید) کدامیک از معرف‌های رنگی pH برای تشخیص نقطه‌ی هم‌ارزی مناسب‌تر است.

$\text{pK}_a \text{CH}_3\text{COOH} = 4.8$

(آزاد ۸۳)

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| (۱) آبی تیمول (۶-۹) | (۲) آبی برموتیمول (۶-۷) |
| (آبی زرد) | (آبی زرد) |
| (۳) قرمز فنل (۴-۸) | (۴) تیمول فتالئین (۳-۵) |
| (قرمز زرد) | (آبی بی‌رنگ) |

مثال: هرگاه ۲۵ میلی‌لیتر محلول بنزوئیک اسید ۰/۱۰۰ مولار با محلول استاندارد ۰/۱۰۰ مولار سدیم تیدراکسید تیترا شود. در صورتی که نقطه

پایان در $\text{pH} = ۶/۲۰$ مشاهده شود درصد خطای تیتراسیون برابر خواهد بود با: $K_a = ۶/۳۱ \times ۱۰^{-۵}$ (سراسری ۸۳)

۰/۹/۹ (۴)

۰/۱/۹ (۳)

۰/۵/۹۹ (۲)

۰/۹/۵۹ (۱)

مثال: pH محلولی را که از اختلاط حجم‌های برابر از محلول‌های اسید نیتریک HNO_3 با $\text{pH} = ۱/۵$ و $\text{pH} = ۳/۵$ بدست می‌آید، چقدر است؟

۲/۵ (۴)

۱/۸ (۳)

۲/۲ (۲)

۱/۵ (۱)

درجه تفکیک:

مثال: اسید ضعیف HX در محلول ۰/۰۵ مولار به مقدار ۱ درصد تفکیک می‌شود ثابت تفکیک اسید چقدر است؟ (سراسری ۸۱)

5.05×10^{-4} (۴)

5.05×10^{-6} (۳)

2.5×10^{-7} (۲)

1.01×10^{-4} (۱)

مثال: اگر حاصل ضرب یونی آب تقریباً 10^{-14} باشد درجه آبکافت حاصل از انحلال $0/1$ مول از NaA در یک لیتر آب چقدر است؟

(۱) $2 \times 10^{-2} \%$ (۲) $3 \times 10^{-3} \%$ (۳) $8 \times 10^{-3} \%$ (۴) $9 \times 10^{-2} \%$ (مدرس‌ان شریف ۸۹)

مثال: ثابت بازی (kb) آنیلین در آب 4×10^{-10} می‌باشد بنابراین غلظت یون هیدرونیوم در محلول $2 \times 10^{-4} \mu$ آنیلین هیدروکلرید برابر است با:

(سراسری ۷۶)

(۱) $2.08 \times 10^{-7} \mu$ (۲) $5.33 \times 10^{-4} \mu$ (۳) $5.51 \times 10^{-6} \mu$ (۴) $7.08 \times 10^{-5} \mu$

مثال: درجه تفکیک یک محلول استیک اسید با افزایش قدرت یونی محلول از $0/1$ به $0/1$:

(سراسری ۷۸)

(۱) از ۱ تجاوز می‌کند. (۲) افزایش می‌یابد. (۳) تغییر نمی‌کند. (۴) کاهش می‌یابد.

گونه آمفوپروتیک:

مثال: محاسبه غلظت $[H_3O^+]$ در ترکیب آمفوپروتیک $CH_3COO^-NH_4^+$ با غلظت C مولار؟

منحنی تیتراسیون:

بافر (Buffer):

مثال: ۲۵ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ۰/۰۵ مولار به ۵۰ میلی لیتر محلول آمونیاک ۰/۱ مولار افزوده می شود pH محلول بافر را محاسبه کنید.

مثال: pH حاصل از افزایش ۱۰ میلی لیتر $NaOH$ ۰/۱ مولار به ۱۲ میلی لیتر H_2SO_4 ۰/۱ مولار را حساب کنید.
($K_{a_2} = 1.2 \times 10^{-2}$)

منحنی تیتراسیون:

مثال: ثابت تعادل واکنش خنثی سازی استیک اسید با سود $CH_3COOH + OH^- \leftrightarrow CH_3COO^- + H_2O$ معادل است با:

(سراسری ۸۲)

$$K_{a_{CH_3COOH}} = 1.75 \times 10^{-5}$$

www.Endbook.net

شیمی تجزیه دکتر رضایت - گروه آموزشی مهندس خلیلی

$$K_{eq} = 1.75 \times 10^9 \text{ (۴)}$$

$$K_{eq} = 10^{9.15} \text{ (۳)}$$

$$K_{eq} = 1.75 \times 10^7 \text{ (۲)}$$

$$K_{eq} = 10^{4.75} \text{ (۱)}$$

مثال: چه وزنی از نمک NH_4Cl را درون سود ۰/۱ مولار بریزیم تا ۵۰۰ میلی لیتر بافری با $pH=7$ تشکیل شود. ($K_b = 10^{-5}$)

مثال: چند گرم از نمک سدیم استات ($MW = 82 \text{ gmol}^{-1}$) باید به ۲۰۰ mL HCl به غلظت ۰/۰۰۵۰۰ M اضافه شود تا بافری با $pH = 5$ به دست

(سراسری ۸۴)

$$K_a = 1/8 \times 10^{-5} \text{ آید؟}$$

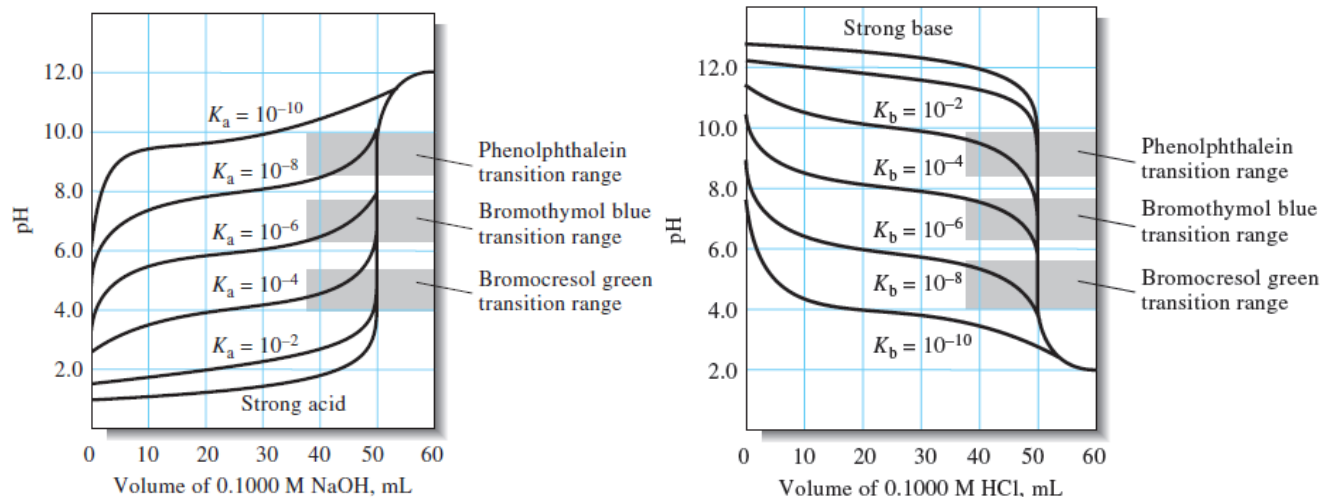
$$1/48 \text{ (۴)}$$

$$0/230 \text{ (۳)}$$

$$0/148 \text{ (۲)}$$

$$0/082 \text{ (۱)}$$

اثر ثابت تفکیک بر منحنی تیتراسیون:



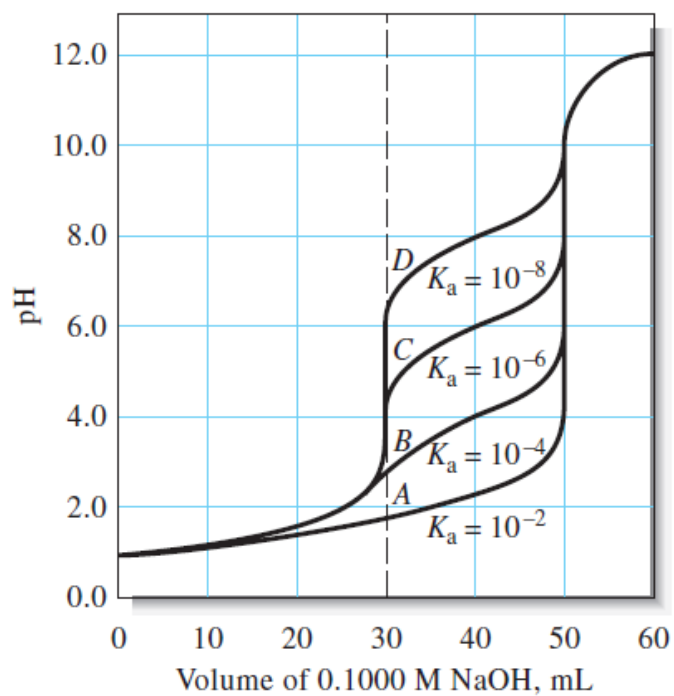
برخی از شناساگرهای مهم اسید و باز:

Some Important Acid/Base Indicators

Common Name	Transition Range, pH	pK_a^*	Color Change [†]	Indicator Type [‡]
Thymol blue	1.2–2.8	1.65§	R – Y	1
	8.0–9.6	8.96§	Y – B	
Methyl yellow	2.9–4.0		R – Y	2
Methyl orange	3.1–4.4	3.46§	R – O	2
Bromocresol green	3.8–5.4	4.66§	Y – B	1
Methyl red	4.2–6.3	5.00§	R – Y	2
Bromocresol purple	5.2–6.8	6.12§	Y – P	1
Bromothymol blue	6.2–7.6	7.10§	Y – B	1
Phenol red	6.8–8.4	7.81§	Y – R	1
Cresol purple	7.6–9.2		Y – P	1
Phenolphthalein	8.3–10.0		C – R	1
Thymolphthalein	9.3–10.5		C – B	1
Alizarin yellow GG	10–12		C – Y	2

مثال: در تیتراسیون ۵۰ میلی لیتر فرمیک اسید ۰/۰۵ مولار با KOH ۰/۱ مولار خطای تیتراسیون باید کمتر از ۰/۰۵ میلی لیتر باشد. چه شناساگری را می توان برای رسیدن به این هدف انتخاب کرد؟ $K_{a_{HCOOH}} = 1.8 \times 10^{-4}$ (کتاب اسکوگ ویرایش نهم)

منحنی تیتراسیون مخلوط اسید قوی و ضعیف:



مثال: pH محلول حاصل از افزایش ۲۹ میلی لیتر از NaOH، ۰/۱ مولار به ۲۵ میلی لیتر از محلولی که شامل HCl ۰/۱۲ مولار و اسید ضعیف HA ($K_a = 1 \times 10^{-4}$) با غلظت ۰/۰۸ مولار است را محاسبه کنید. (کتاب اسکوگ ویرایش نهم)

مثال: pH محلولی توسط pH متر اندازه گیری شده است و عدد ۷ را نمایش داده شده است آیا می توان گفت غلظت $[H_3O^+] = 10^{-7}$ است؟

مثال: برای تهیه ۲۰۰ میلی لیتر بافری با pH=3 و قدرت یونی ۰/۲ چه حجمی از H_3PO_4 با درصد خلوص ۸۵٪ و $d=1.69 \text{ g/mL}$ و چه جرمی از KH_2PO_4 نیاز است؟ $pK_{a_1} = 1.96$

مثال: ۲۵ میلی لیتر از NaOH به ۷۵ میلی لیتر از محلول بافر ($HA\ 1.2\ \mu, NaA\ Y\ \mu$) اضافه شده است و در نتیجه آن محلولی با pH=4.7 به دست می آید، pH محلول بافر اولیه کدام است؟ ($K_a = 10^{-5}$) (مدرس‌ان شریف ۸۹)

۳/۲ (۴)

۴/۳ (۳)

۳/۹ (۲)

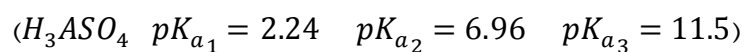
۵/۲ (۱)

مثال: محلول یک رنگ بازی ضعیف دارای جذب ۰/۰۰ در pH=1 (فقط فرم اسیدی) و ۰/۲۳۶ در pH=9 و ۰/۷۸۶ در pH=10 (فقط فرم بازی) می باشد Kb را برای باز مورد نظر به دست آورید؟

مثال: یک نمونه P_2O_5 شامل ناخالصی از H_3PO_4 است اگر یک نمونه ۰/۴۰۵ گرم با آب واکنش دهد ($P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$) و محلول نهایی با NaOH ۰/۲۵ مولار تیترا شود ($H_3PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4$) و اگر ۴۲/۵ میلی لیتر در این تیتراسیون مصرف شود درصد H_3PO_4 ناخالص چقدر است؟ (کتاب کریستین ویرایش ششم)

مثال: pH مخلوطی که از ۲۵ میلی لیتر محلول H_3ASO_4 ۰/۱ مولار و ۲۵ میلی لیتر محلول $NaHASO_4$ ۰/۳ مولار چقدر است؟

(سراسری ۹۳)



۶/۹۶ (۴)

۷/۲۶ (۳)

۲/۵۴ (۲)

۲/۲۴ (۱)

مثال: ۲۰ میلی لیتری محلول ۰/۱ مولار H_3PO_4 با ۴۰ میلی لیتری محلول ۰/۱ مولار Na_3PO_4 مخلوط می شود، pH محلول حاصل چقدر است؟

مثال: ۵۰ سی سی از محلولی با pH=8.4 در اختیار می‌باشد چند سی سی KOH ۰/۱ مولار به این محلول اضافه شود تا pH=9.2 افزایش یابد.

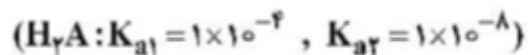
ظرفیت بافر:

مثال: ظرفیت یک محلول بافر حاوی ۰/۴ مولار فرمیک اسید و ۰/۶ مولار سدیم فرمات را حساب کنید؟ $(= K_{a_{HCOOH}})$
 (1.77×10^{-4})

مثال: محلولی شامل 10^{-3} مولار H_3PO_4 و 10^{-3} مولار Na_2HPO_4 موجودند. چگونه می‌توان از این دو محلول ۱ لیتر بافری با $pH=5$ تهیه کرد. ($pK_{a_1} = 2.14$ $pK_{a_2} = 7.19$ $pK_{a_3} = 12.34$)

مثال: مخلوطی از HCl , H_3PO_4 با محلول $NaOH$ ۰/۱ مولار تیتر شده است اولین نقطه پایانی در ۳۵ میلی لیتر و دومین نقطه پایانی در ۵۰ میلی لیتر واقع شده است. میلی مول‌های HCl و H_3PO_4 موجود در محلول را حساب کنید.

مثال: هرگاه ۲۴/۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۲ مولار اسید H_7A با ۱۶/۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۴ مولار $NaOH$ مخلوط شود، pH محلول حاصل چقدر است؟



(سراسری ۹۹)

۲/۷۰ (۱)

۴/۳۰ (۲)

۷/۷۰ (۳)

۸/۳۰ (۴)

مثال: ثابت تفکیک یک شناساگر IIIIn مساوی 4.0×10^{-9} است. در $pH = 8.0$ چند درصد شناساگر به فرم اسیدی

وجود دارد؟

(سراسری ۹۹)

(۱) ۱۹/۵

(۲) ۲۸/۶

(۳) ۷۱/۴

(۴) ۸۰/۵

مثال: کدام مورد، درباره pH آب خالص، صحیح است؟

(سراسری ۹۸)

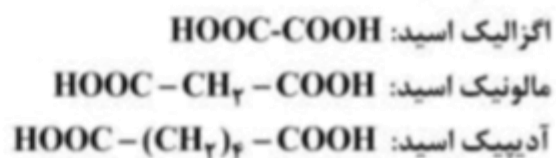
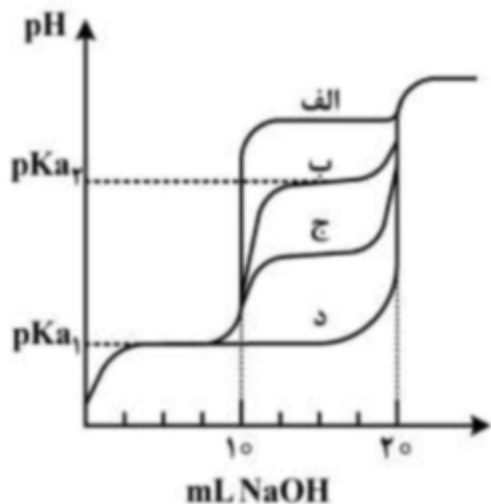
(۱) با افزایش pH آّب افزایش می‌یابد.

(۲) با افزایش pH آّب کاهش می‌یابد.

(۳) pH آّب با توان دوم pH افزایش می‌یابد.

(۴) pH آّب با تغییر pH تغییر نمی‌کند و همواره مقدار ۷ را خواهد داشت.

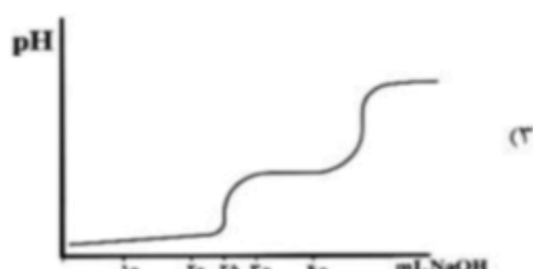
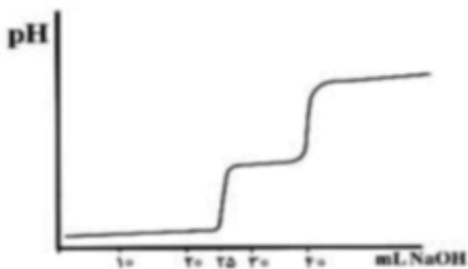
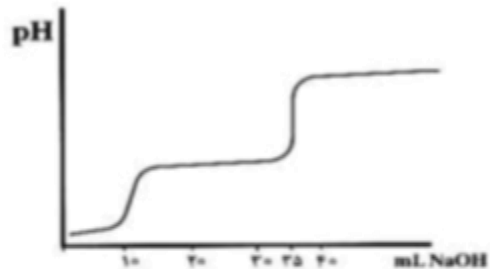
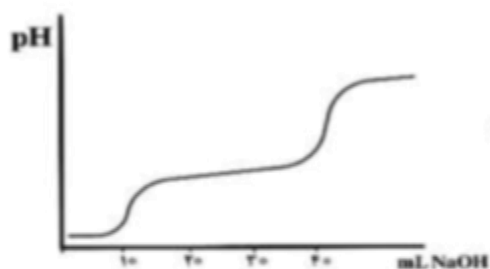
مثال: نمودار (ب) منحنی تیتراسیون ۱۰ mL محلول ۰/۱ M اگزالیک اسید با ۰/۱ M NaOH را نشان می‌دهد. کدام نمودارها به ترتیب مربوط به تیتراسیون محلول‌های مجزای آدیپیک اسید و مالونیک اسید در شرایط مشابه می‌باشد؟ ساختار اسیدها:



- (۱) الف) و (د)
 (۲) الف) و (ج)
 (۳) الف) و (د)
 (۴) د) و (ج)

(سراسری ۹۸)

مثال: هرگاه مخلوطی از ۱۰/۰ mL محلول ۰/۲۵ M H_3PO_4 با ۱۵/۰ mL محلول ۰/۱۰ M Na_2HPO_4 تهیه و به وسیله ۰/۱۰ M NaOH تیترا شود، کدام گزینه شکل منحنی تیتراسیون (تغییرات pH بر حسب mL تیتراکننده) را به درستی نشان می‌دهد؟



مثال: ۲۰۰mL محلول NaOH به غلظت ۰,۰۱M، ۱ میلی‌مول CO_2 از هوا جذب می‌کند. اگر این محلول با ۲۰۰mL اسید استاندارد در حضور شناساگر فنل‌فتالین تیترا شود، مولاریته این اسید کدام است؟ (pH تغییر رنگ شناساگر $\leq 8,7$ است.)

(سراسری ۹۷)

۱) ۱,۰۵

۲) ۰,۰۹۵

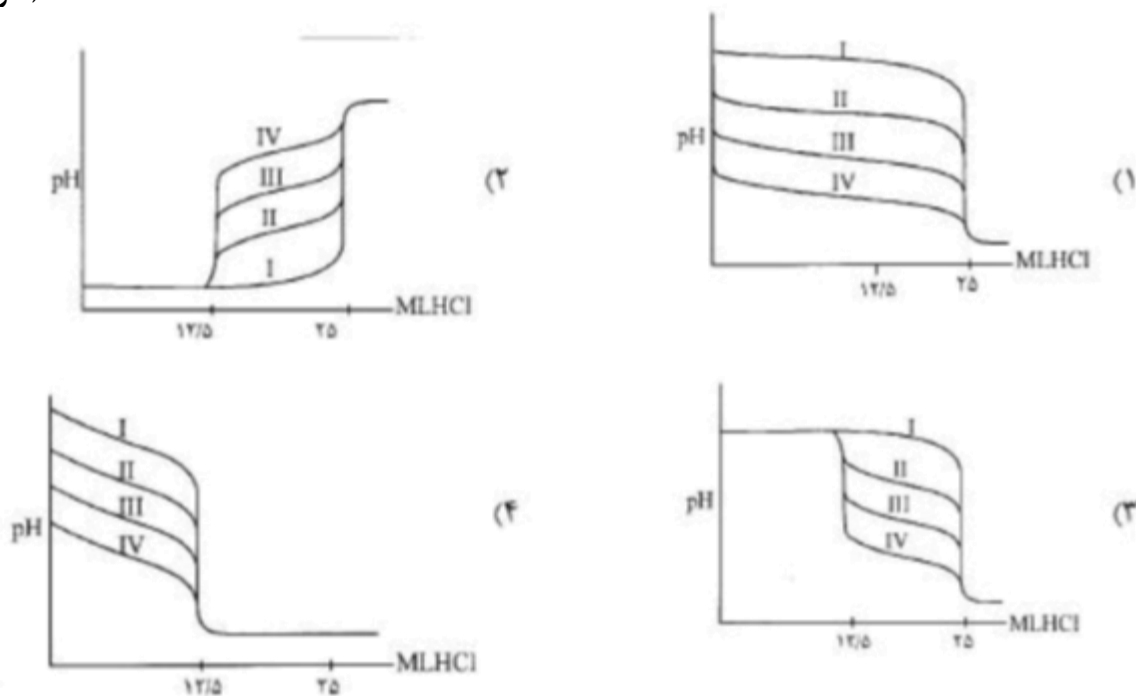
۳) ۰,۰۹۳

۴) ۰,۰۹۰

مثال: مخلوطی به حجم ۲۵/۰ میلی‌لیتر دارای NaOH ۰/۰۵ مولار و باز ضعیف (B) ۰/۰۵ مولار به وسیله محلول ۰/۱۰ مولار HCl تیترو می‌شود. در کدام شکل اثر ثابت تفکیک بازی (K_b) بر شکل منحنی تیتراسیون به درستی بیان شده است؟

منحنی	K _b
I	1×10 ⁻²
II	1×10 ⁻⁵
III	1×10 ⁻⁷
IV	1×10 ⁻⁹

(سراسری ۹۶)



مثال: چنانچه pH ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار H_3X در ۵/۰ تنظیم شود، نسبت غلظت $\frac{[HX^{2-}]}{[H_2X^-]}$ کدام است؟

$$K_{a1} = 1,0 \times 10^{-2}, K_{a2} = 1,0 \times 10^{-6}, K_{a3} = 1,0 \times 10^{-8}$$

(سراسری ۹۶)

۰/۰۵ (۱)

۰/۱ (۲)

۱/۰ (۳)

۱۰/۰ (۴)

انواع تیتراسیون اسید و باز:

(۱) تیتراسیون اسید قوی و باز قوی:

(۲) تیتراسیون اسید ضعیف و باز قوی:

(۳) تیتراسیون باز قوی و اسید قوی:

(۴) تیتراسیون باز ضعیف و اسید قوی:

تجزیه مخلوط‌ها: (۱) مخلوط کربنات‌ها (۲) مخلوط فسفات‌ها

(۱) مخلوط کربنات‌ها: الف) NaOH ب) Na₂CO₃ ج) NaOH, Na₂CO₃ د) NaHCO₃, Na₂CO₃

- رسم نمودارهای تیتراسیون:

مثال: مخلوطی از کربنات و بی کربنات به حجم ۲۵ میلی لیتر در اختیار است (pH=10.63) اگر به این محلول ۲۱ میلی لیتر HCl ۰/۱ مولار اضافه شود pH=6 می شود. غلظت کربنات و بی کربنات را بر حسب مولاریته به دست آورید.

$$(K_{a_1} = 4.45 \times 10^{-7}, K_{a_2} = 4.9 \times 10^{-11})$$

مثال: یک نمونه ممکن است دارای NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 به تنهایی یا به صورت مخلوط‌های سازگار باشند نمونه‌ای به وزن $85/70$ میلی‌گرم را پس از حل کردن با HCl $0/1163$ مولار تیتر می‌کنیم. برای رسیدن به نقطه پایانی فنل فتالئین $21/64$ میلی‌لیتر اسید مصرف می‌شود با اضافه کردن $14/95$ میلی‌لیتر دیگر اسید به همین محلول به نقطه پایانی برموکروزول سبز می‌رسیم. این نمونه دارای چه ترکیبی است؟

(سراسری ۷۸)

Na_2CO_3 (۴)

NaOH , Na_2CO_3 (۳)

NaOH (۲)

Na_2CO_3 , NaHCO_3 (۱)

مثال: 100 سی سی از محلولی که شامل یک یا دو جز از گونه‌های NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 در مجاورت فنل فتالئین توسط HCl $0/1$ مولار تیتر می‌کنیم. در این تیتراسیون 18 میلی‌لیتر HCl مصرف می‌شود. چنانچه 100 سی سی دیگر از محلول مجهول را در حضور BCG تیتر کنیم به 40 میلی‌لیتر از همان HCl نیاز داریم. الف) نوع گونه‌های موجود در محلول را شناسایی کنید. ب) غلظت هر کدام را مشخص کنید.

مثال: مخلوطی شامل یک یا دو جزء از گونه های NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 است ۵۰ میلی لیتر از این محلول در مجاورت فنل فتالین توسط ۳۰ میلی لیتر HCl ۰/۱ مولار تیترو می شود، اگر ۵۰ میلی لیتر از این محلول در مجاورت برموکروزول سبز جهت رسیدن به نقطه پایانی به ۵۰ میلی لیتر از HCl نیاز داشته باشد. الف) نوع گونه های (یا گونه) موجود در مخلوط کدام است؟
ب) غلظت آن ها را تعیین کنید.

مثال: ۲۰ میلی لیتر محلول HOAc ۰/۱ مولار با ۲۰ میلی لیتر سود ۰/۱ مولار تیترو می شود ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) چنانچه نقطه پایانی در $\text{pH}=9$ مشخص گردد چند میلی لیتر سود اضافی ریخته شده است.

تجزیه فسفات‌ها:

مثال: اگر pK_a اسیدی (۳-) باشد.

(سراسری ۹۲)

- (۱) میزان اسید تفکیک نشده به گونه تفکیک شده بسیار زیاد است. (۲) اسید بسیار قوی است.
- (۳) pK_a نمی‌تواند عدد منفی باشد. (۴) اسید بسیار ضعیف است.

مثال: چند میلی لیتر از محلول NaOH ۰/۲ مولار باید به ۱۰۰ میلی لیتر از محلول فسفریک اسید ۰/۱ مولار اضافه گردد تا بافری با pH تقریباً ۷/۵ به دست آید؟

فصل ۶: تیتراسیون تشکیل کمپلکس

لیگاندها بسته به اینکه چه تعداد الکترون در اختیار فلز قرار می دهند تقسیم بندی می شوند.

*

*

*

یک لیگاند پر استفاده در تیتراسیون های کمپلکسومتری: EDTA

خود EDTA یک اسید ۴ ظرفیتی است. H_4Y , H_3Y^- , H_2Y^{2-} , HY^{3-} , Y^{4-}

بسته به pH می توان هر یک از گونه های فوق را داشت.