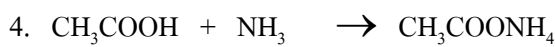
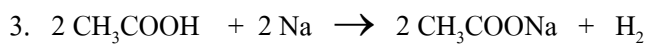
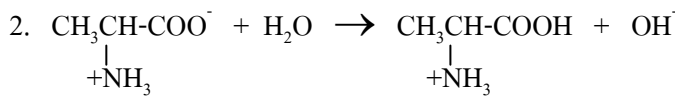
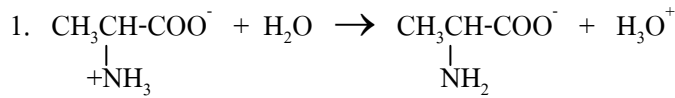




1. ปฏิริยาระหว่างกรดกับเบส

ปฏิริยาระหว่างกรดกับเบส เรียกว่า ปฏิริยาสะเทิน ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคือ เกลือและน้ำ

ตัวอย่างข้อสอบ 1. ปฏิริยาข้อใดไม่ใช่ปฏิริยากรด-เบส (ต.ค.2543)



ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด ปฏิริยากรด-เบส คือปฏิริยาที่มีการถ่ายโอนโปรตอน

ปฏิริยาในข้อ 1 น้ำรับโปรตอนจากหมู่ $-\text{NH}_3^+$ ปฏิริยาในข้อ 2 นำให้โปรตอนแก่หมู่ $-\text{COO}^-$ ปฏิริยาในข้อ 4 NH_3 รับโปรตอนจาก CH_3COOH ปฏิริยาข้อ 1, 2, 4 จึงเป็นปฏิริยากรด-เบส

ปฏิริยาในข้อ 3 เป็นปฏิริยาระหว่างกรดกับโลหะ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือและ H_2 จึงไม่ใช่ปฏิริยากรด-เบส แต่เป็นปฏิริยารีดอกซ์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

2. การคำนวณเมื่อปริมาณกรดและเบสที่ใช้พอดีกัน

ถ้าปริมาณกรดและเบสที่ใช้พอดีกัน หลังเกิดปฏิริยาสมมูลกรดและเบสจะถูกใช้หมด ในสารละลายจะมีแต่เกลือที่เกิดจากปฏิริยา pH ของสารละลายผสมจะขึ้นกับประเภทของเกลือ

ตัวอย่างข้อสอบ 2 โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (NaH_2PO_4) เป็นเกลือชนิดหนึ่งของกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ซึ่งเป็นกรดโพลีโปรติก ถ้าต้องการเปลี่ยนเกลือโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 12 กรัม ให้เป็นเกลือไตรโซเดียมฟอสเฟตพอดี จะต้องใช้สารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/dm^3 ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร (ต.ค. 2541)

1. 80

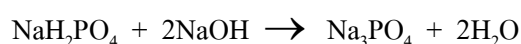
2. 100

3. 200

4. 300

ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด สมการแสดงปฏิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนเกลือโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ให้เป็น เกลือไตรโซเดียมฟอสเฟต โดยใช้ NaOH คือ



ใช้ 12g 1 mol/dm³

จากสมการ $\frac{\text{mol NaH}_2\text{PO}_4}{\text{mol NaOH}} = \frac{1}{2}$



$$\text{mol NaOH} = 2 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4$$

$$\frac{1 \times V}{1000} = 2 \times \frac{12}{120}$$

$$V = 200 \text{ cm}^3$$

ตัวอย่างข้อสอบ 3 ในการเตรียม Na_2SO_4 จะต้องใช้ NaOH 0.300 mol/dm^3 ที่ถูกบาศก์เซนติเมตรในการทำปฏิกิริยาพอดีกับ H_2SO_4 0.170 mol/dm^3 ปริมาตร 0.500 dm^3

1. 85

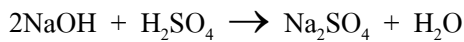
2. 142

3. 283

4. 567

ตอบ ข้อ 4

วิธีคิด สมการการเตรียม Na_2SO_4 จาก NaOH และ H_2SO_4 คือ



$$\frac{\text{mol NaOH}}{\text{mol H}_2\text{SO}_4} = \frac{2}{1}$$

$$\frac{\text{mol NaOH}}{\text{mol H}_2\text{SO}_4} = \frac{2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1}$$

$$\frac{0.300 \times V}{1000} = 2 \times 0.170 \times 0.500$$

$$\frac{0.300 \times V}{1000} = 2 \times 0.170 \times 0.500$$

$$1000$$

$$V = 2 \times 0.170 \times 0.500 \times 1000 / 0.300 = 567 \text{ cm}^3$$

การไทเทรตกรด-เบส

การไทเทรต เป็นวิธีการหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารในสารละลายตัวอย่าง โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน (เรียกว่า สารละลายมาตรฐาน) วัดปริมาตรของสารละลายทั้งสองที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันโดยใช้อุปกรณ์ที่วัดปริมาตรได้ละเอียด ได้แก่ ปิเปตต์ และบิวเรตต์ จุดที่สารละลายทั้งสองทำปฏิกิริยาพอดีกัน เรียกว่า จุดสมมูล

จุดยุติของการไทเทรต เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยากัน pH ของสารละลายจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของกรดหรือเบสที่ใช้ เมื่อถึงจุดยุติจะได้สารละลายที่มี pH ต่างๆ กันตามชนิดของกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยา การหาจุดยุติในการไทเทรตกรด-เบส อาจทำได้หลายวิธี เช่น

1. วัด pH ของสารละลายด้วยเครื่องวัด pH (pH meter)

2. วัดการนำไฟฟ้าของสารละลาย

3. ใช้อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส โดย จุดยุติ คือจุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี ซึ่งจะต้องเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม คืออินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายที่จุดสมมูล (สารละลายของเกลือที่เกิดจากปฏิกิริยา) มากที่สุด



การไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ ที่จุดยุติ pH = 7 เนื่องจากในช่วงใกล้จุดสมมูลของการไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ การเปลี่ยนแปลง pH เป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่อเติมกรดหรือเบสเพียงเล็กน้อย เช่นการไทเทรต HCl 0.1 mol/dm³ ด้วย NaOH 0.1 mol/dm³ ในช่วงใกล้จุดสมมูล pH จะเปลี่ยนจาก 3.3 ไปเป็น 10.0 จึงสามารถเลือกใช้อินดิเคเตอร์ทุกชนิดที่เปลี่ยนสีในช่วงนี้ได้ ในห้องปฏิบัติการ นิยมใช้ฟีนอล์ฟทาลีน (8.3 – 10.0 ไม่มีสี – แดง) เพราะสามารถสังเกตการเปลี่ยนสีได้ง่ายและชัดเจน

การไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน ที่จุดยุติ pH < 7 อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม คือ อินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีเมื่อ pH < 7 เช่น เมทิลออเรนจ์ (3.1 – 4.4 แดง – เหลือง) เมทิลเรด (4.0 – 6.2 แดง - เหลือง)

การไทเทรตกรดอ่อน-เบสแก่ ที่จุดยุติ pH > 7 อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม คือ อินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีเมื่อ pH > 7 เช่น ฟีนอล์ฟทาลีน (8.3 – 10.0 ไม่มีสี – แดง)

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรด-เบสจากการไทเทรต

ในการไทเทรตหาความเข้มข้น (C₁ mol/dm³) ของสารละลาย H₂A ปริมาตร V₁ cm³ ด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH ความเข้มข้น C₂ mol/dm³ ที่จุดยุติใช้สารละลาย NaOH V₂ cm³



จากสมการ $\frac{\text{จำนวนโมลของ } H_2A}{\text{จำนวนโมลของ NaOH}} = \frac{1}{2}$

จำนวนโมลของ H₂A = ½ จำนวนโมลของ NaOH

$$\frac{C_1 V_1}{1000} = \frac{1}{2} \times \frac{C_2 V_2}{1000}$$

V₁, V₂ ทราบจากการไทเทรต C₂ ทราบค่า ดังนั้นจะคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย H₂A (C₁) ได้

ตัวอย่างข้อสอบ 4 น้ำส้มสายชูตัวอย่างมีกรดอะซิติกอยู่ร้อยละ 4.8 โดยมวล/ปริมาตร ในการไทเทรต น้ำส้มสายชูกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าน้ำส้มสายชู 10 cm³ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ สารละลาย NaOH 20 cm³ จงหาความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ในหน่วยร้อยละโดยมวล/ปริมาตร (ต.ค. 2543)

1. 1.0 2. 1.6 3. 2.0 4. 2.4

ตอบ ข้อ 2

วิธีคิด ความเข้มข้นของ CH₃COOH ในน้ำส้มสายชู = $\frac{4.8 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = \frac{(4.8/60) \text{ mol}}{0.1 \text{ dm}^3} = 0.8 \text{ mol/dm}^3$



ปฏิกิริยาการไทเทรตเป็นดังสมการ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

จากสมการ $\text{mol CH}_3\text{COOH} = \text{mol NaOH}$

$$\frac{0.8 \times 10}{1000} = \frac{C_{\text{NaOH}} \times 20}{1000}$$

$$C_{\text{NaOH}} = 0.8 \times 10 / 20 = 0.4 \text{ mol/dm}^3$$

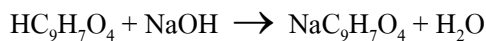
$$\text{ความเข้มข้นของ NaOH} = \frac{0.4 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} \times \frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = \frac{16 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = \frac{1.6 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3}$$

= 1.6% โดยมวล/ปริมาตร

ตัวอย่างข้อสอบ 5 การหาปริมาณกรดแอสติลซาลิซิลิก ($\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$) ซึ่งเป็นตัวยาระงับปวดในแอสไพริน โดยการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 พบว่าเมื่อละลายแอสไพริน 4 เม็ดในน้ำ 100 cm^3 ต้องใช้ NaOH 20 cm^3 แอสไพรินแต่ละเม็ดมีกรดแอสติลซาลิซิลิกกี่มิลลิกรัม (ต.ค. 2541 ข้อต้นย)

ตอบ 9 มิลลิกรัม

วิธีคิด กรดแอสติลซาลิซิลิกทำปฏิกิริยากับ NaOH ดังสมการ



$$\text{mol HC}_9\text{H}_7\text{O}_4 = \text{mol NaOH}$$

แอสไพริน 4 เม็ดละลายในน้ำ 100 cm^3 ต้องใช้ NaOH เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 20 cm^3

$$\text{ใช้ NaOH} = 0.01 \times 20 / 1000 = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{ดังนั้น แอสไพริน 4 เม็ดมี HC}_9\text{H}_7\text{O}_4 = 2 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 180 \text{ g/mol} \times 1000 \text{ mg/g} = 36 \text{ mg}$$

$$\text{แอสไพรินแต่ละเม็ดมีกรดแอสติลซาลิซิลิก} = 36/4 = 9 \text{ mg}$$

ตัวอย่างข้อสอบ 6 พิจารณาสสมบัติของอินดิเคเตอร์ต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
A	4.2 – 6.3	แดง – เหลือง
B	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน
C	9.4 – 10.6	ไม่มีสี - น้ำเงิน

เมื่อนำสารละลายที่ได้จากการทำปฏิกิริยาพอดีระหว่างกรดกับเบสคู่หนึ่ง มาหาค่า pH พบว่าเมื่อหยดอินดิเคเตอร์ A ได้สารละลายมีสีเหลือง หยดอินดิเคเตอร์ B สารละลายมีสีน้ำเงิน และหยดอินดิเคเตอร์ C ได้สารละลายไม่มีสี สารละลายกรด-เบสที่ใช้ในข้อใดเป็นไปได้ (ต.ค. 2544)



1. HCl, NaOH 2. H₂SO₄, Ba(OH)₂ 3. CH₃COOH, NaOH 4. HNO₃, NH₄OH

ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีของสารละลาย	pH
A	4.2 – 6.3	แดง – เหลือง	เหลือง	≥ 6.3
B	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน	น้ำเงิน	≥ 7.6
C	9.4 – 10.6	ไม่มีสี - น้ำเงิน	ไม่มีสี	≤ 9.4

ดังนั้น สารละลายที่ได้จากการทำปฏิกิริยาพอลิรีหว่างกรด-เบส มี pH 7.6 – 9.4 (สารละลายเป็นเบส) แสดงว่า เป็นสารละลายของเกลือที่เกิดจากกรดอ่อนและเบสแก่ ได้แก่ ข้อ 3 CH₃COOH, NaOH ตัวอย่างข้อสอบ 7 นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองและได้ผลการทดลองดังนี้

- 1) หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลาย X มีสีแดงเกิดขึ้น
- 2) หยดสารละลาย Y จากกระบอกชั่งตวงลงในสารละลายข้อ 1 ทีละหยด เขย่าให้เข้ากัน สีแดงจางลง และเมื่อเปลี่ยนเป็นไม่มีสี หยดหยดสารละลาย Y
- 3) นำสารละลายในข้อ 2 ไประเหยจนแห้งในถ้วยกระเบื้อง ได้ของแข็งสีขาว
- 4) หยดคองโกเรดลงในสารละลาย Y ได้สีน้ำเงิน

กำหนด

อินดิเคเตอร์	สีที่เปลี่ยน	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี
โบรโมครีซอลเพอร์เฟิล	เหลือง – ม่วง	5.2 – 6.8
ฟีนอล์ฟทาลีน	ไม่มีสี – แดง	8.3 – 10.0
คองโกเรด	น้ำเงิน - แดง	3.0 – 5.0

ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อขัดแย้งกับข้อมูลข้างบน (มี.ค. 2544)

- ก. สารละลายในข้อ 2 มี pH 9
 - ข. สารละลาย Y มี $[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$
 - ค. ปฏิกิริยาในข้อ 2 เป็นปฏิกิริยาสะเทิน
 - ง. ของแข็งสีขาวในข้อ 3 เป็นเกลือที่ละลายน้ำได้
 - จ. ถ้าหยดโบรโมครีซอลเพอร์เฟิลลงในสารละลายที่มี pH เท่ากับ pH ของสารละลายในข้อ 2 จะได้สีม่วง
1. ก, ข และ ค 2. ข, ค, และ จ เท่านั้น 3. ก, ค และ ง 4. ข, ค, ง และ จ

ตอบ ไม่มีคำตอบ



วิธีคิด

- 1) หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลาย X มีสีแดงเกิดขึ้น : แสดงว่า สารละลาย X มี $\text{pH} > 10.0$ (เบส)
- 2) หยดสารละลาย Y จากกระบอกจีดยาลงในสารละลายข้อ 1 ที่ละหยด เขย่าให้เข้ากัน สีแดงจางลง และเมื่อเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ($\text{pH} < 8.3$) หยดหยดสารละลาย Y : แสดงว่า สารละลาย Y เป็นกรด เมื่อหยดลงในสารละลาย X จึงทำให้ pH ลดลง ปฏิกริยาของ X (เบส) กับ Y (กรด) เป็นปฏิกริยาสะเทิน
- 3) นำสารละลายในข้อ 2 ไปประเหยจนแห้งในถ้วยกระเบื้อง ได้ของแข็งสีขาว ของเกลือที่เกิดขึ้น
- 4) หยดคองโกเรดลงในสารละลาย Y ได้สีน้ำเงิน : แสดงว่า สารละลาย Y มี $\text{pH} < 3.0$

โจทย์ถามว่า ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อสอดคล้องกับข้อมูลข้างบน

- ก. สารละลายในข้อ 2 มี $\text{pH} 9$: ผิด (สารละลายในข้อ 2 มี $\text{pH} < 8.3$)
- ข. สารละลาย Y มี $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$: ผิด (จากข้อ 4 สารละลาย Y มี $\text{pH} < 3.0$ นั่นคือ $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$)
- ค. ปฏิกริยาในข้อ 2 เป็นปฏิกริยาสะเทิน : ถูก
- ง. ของแข็งสีขาวในข้อ 3 เป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ : ถูก
- จ. ถ้าหยดโบรโมครีซอลเฟอร์เฟิล (5.2 – 6.8 เหลือง – ม่วง) ลงในสารละลายที่มี pH เท่ากับ pH ของสารละลายในข้อ 2 ($\text{pH} < 8.3$) จะได้สีม่วง : ผิด สารละลายอาจมีสีม่วง เหลือง หรือม่วง-เหลือง ก็ได้ คำตอบที่ถูก คือข้อ ค และ ง (ไม่มีคำตอบถูก)

3. การคำนวณเมื่อปริมาณกรด-เบสที่ใช้ไม่พอดีกัน

ถ้าปริมาณกรดและเบสที่ใช้ไม่พอดีกัน หลังเกิดปฏิกริยาสมบูรณ์ จะเหลือกรดหรือเบส พร้อมทั้งเกลือที่เกิดขึ้นจำนวนหนึ่ง

- 2.1 ถ้ากรดหรือเบสที่เหลือเป็นกรดแก่หรือเบสแก่ สามารถคำนวณ pH ของสารละลายได้จากปริมาณกรดแก่หรือเบสแก่ที่เหลือ และปริมาตรของสารละลายผสม
- 2.2 ถ้ากรดหรือเบสที่เหลือเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน จะเกิดสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน และเกลือที่เกิดขึ้นจากปฏิกริยา

ขั้นตอนการคำนวณ pH ของสารละลายหลังจากเกิดปฏิกริยาสมบูรณ์

1. คำนวณจำนวน โมลของกรดและเบสที่ใช้
2. เขียนสมการแสดงปฏิกริยาที่ถูกต้องและดุล
3. จากสมการพิจารณาว่าสารใดใช้หมด สารใดเหลือ และหาจำนวน โมลของสารที่เหลือ ถ้าเหลือกรดอ่อนหรือเบสอ่อน หาจำนวน โมลของเกลือที่เกิดขึ้นด้วย



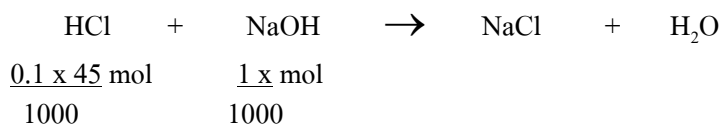
4. หาปริมาตรของสารละลายผสม และคำนวณความเข้มข้นเป็น mol/dm^3 ของกรดหรือเบสที่เหลือและเกลือที่เกิดขึ้น
5. คำนวณ pH ของสารละลาย

ตัวอย่างข้อสอบ 8 เมื่อนำสารละลาย HCl 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 45 cm^3 มาผสมกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/dm^3 ปริมาตร $x \text{ cm}^3$ จะได้สารละลายที่มี pH 12 จงคำนวณหาค่า x (มี.ค. 2544 อัฒนัย)

ตอบ 5 cm^3

วิธีคิด สารละลายผสมมี $\text{pH} = 12$ ดังนั้น $\text{pOH} = 14 - 12 = 2$, $[\text{OH}^-] = 0.01 \text{ mol/dm}^3$

แสดงว่าสารละลายมี NaOH เหลือ ปฏิริยาที่เกิดขึ้นคือ



มี NaOH เหลือ $= (x - 4.5)/1000 \text{ mol}$ ในสารละลาย $(45 + x) \text{ cm}^3$

$$[\text{OH}^-] = \frac{(x - 4.5) / 1000 \text{ mol}}{(45 + x) / 1000 \text{ dm}^3} = 0.01$$

$$x - 4.5 = 0.45 + 0.01x$$

$$0.99x = 4.95$$

$$x = 5 \text{ cm}^3$$

ตัวอย่างข้อสอบ 9 สารละลายผสมในข้อใดมีค่า pH เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เมื่อเติมสารละลาย HCl 0.1 mol dm^{-3} จำนวน 0.5 cm^3 (มี.ค. 2544)

1. สารละลาย HCOOH 0.1 mol dm^{-3} 20 cm^3 และ NaOH 0.2 mol dm^{-3} 10 cm^3
2. สารละลาย HI 0.1 mol dm^{-3} 10 cm^3 และ KI 0.2 mol dm^{-3} 10 cm^3
3. สารละลาย CH_3COOK 0.1 mol dm^{-3} 20 cm^3 และ HCl 0.1 mol dm^{-3} 10 cm^3
4. สารละลาย NH_4Cl 0.2 mol dm^{-3} 10 cm^3 และ HCl 0.1 mol dm^{-3} 10 cm^3

ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด สารละลายผสมที่มีค่า pH เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเติมสารละลาย HCl คือสารละลายบัฟเฟอร์

ข้อ 1 สารละลายกรด HCOOH 0.1 mol dm^{-3} 20 cm^3 และ สารละลายเบส NaOH 0.2 mol dm^{-3} 10 cm^3 :

ปฏิริยาที่เกิดขึ้น คือ $\text{HCOOH} + \text{NaOH} = \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$

จำนวนโมลของ HCOOH และ NaOH เท่ากัน ดังนั้น HCOOH และ NaOH จะทำปฏิริยากันหมดพอดี สารละลายผสม คือสารละลายของเกลือ HCOONa ไม่ใช่สารละลายบัฟเฟอร์



ข้อ 2 สารละลาย HI $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 10 \text{ cm}^3$ และ KI $0.2 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 10 \text{ cm}^3$: เป็นสารละลายผสมของกรดแก่และเกลือของกรดแก่ ไม่ใช่บัฟเฟอร์

ข้อ 3 สารละลาย CH_3COOK $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 20 \text{ cm}^3$ และ HCl $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 10 \text{ cm}^3$
 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้น คือ $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{KCl}$
 จำนวนโมลของ CH_3COOK ที่ใช้มากกว่าจำนวนโมลของ HCl ดังนั้น HCl จะทำปฏิกิริยาหมดเหลือ CH_3COOK (เกลือของกรดอ่อน) และมี CH_3COOH (กรดอ่อน) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา สารละลายผสมจึงเป็นบัฟเฟอร์

ข้อ 4 สารละลาย NH_4Cl $0.2 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 10 \text{ cm}^3$ และ HCl $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 10 \text{ cm}^3$
 NH_4Cl เป็นกรด ไม่ทำปฏิกิริยากับ HCl สารละลายผสมนี้จึงประกอบด้วยกรดแก่ (HCl) และเกลือของกรดแก่ (NH_4Cl) ไม่ใช่บัฟเฟอร์

ตัวอย่างข้อสอบ 10 สารละลาย HCl ปริมาตร 20 cm^3 ไทเทรตกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.4 mol dm^{-3} เมื่อใช้สารละลาย NaOH ไป 30 cm^3 พบว่าเกินจุดสมมูลไป 5 cm^3 (กำหนด $\log 2 = 0.3, \log 3 = 0.5, \log 5 = 0.7$)

ข้อใดผิด (ต.ค. 2544)

1. ความเข้มข้น HCl เท่ากับ 0.5 mol dm^{-3}
2. pH ของสารละลายหลังจากเติม NaOH ไป 28 cm^3 มีค่าเท่ากับ 11.3
3. ถ้านำสารละลาย HCl นี้ไปไทเทรตกับสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น $0.3 \text{ mol dm}^{-3} \text{ } 30 \text{ cm}^3$ จะต้องใช้สารละลาย HCl 36 cm^3
4. pH ของสารละลายที่จุดสมมูลมีค่าเท่ากับ 7

ตอบ ข้อ 2

วิธีคิด ปฏิกริยาการไทเทรตคือ $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

ข้อ 1. ความเข้มข้น HCl เท่ากับ 0.5 mol dm^{-3}

จากสมการ $\text{mol HCl} = \text{mol NaOH}$

$$C_{\text{HCl}} \times 20 / 1000 = 0.4 \times 25 / 1000$$

$$C_{\text{HCl}} = 0.4 \times 25 / 20 = 0.5 \text{ mol dm}^{-3} \quad (\text{ข้อ 1 ถูก})$$

ข้อ 2. pH ของสารละลายหลังจากเติม NaOH ไป 28 cm^3 มีค่าเท่ากับ 11.3

โจทย์กำหนดว่า เมื่อใช้สารละลาย NaOH ไป 30 cm^3 พบว่าเกินจุดสมมูลไป 5 cm^3 แสดงว่า ปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ทำให้ถึงจุดสมมูลคือ 25 cm^3

เมื่อเติม NaOH 28 cm^3 จะเกินจุดสมมูลไป 3 cm^3



สารละลายผสมจะมี NaOH เหลือ = $0.4 \times 3 / 1000 = 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$

ปริมาตรสารละลายผสม = ปริมาตรสารละลาย HCl + ปริมาตรสารละลาย NaOH = $20 + 28 = 48 \text{ cm}^3$

$[\text{OH}^-] = \text{ความเข้มข้น NaOH} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol} / 48 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0.025 \text{ mol/dm}^3$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \times 10^{-14} / 0.025 = 4.0 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$

$\text{pH} = -\log(4.0 \times 10^{-13}) = -2\log 2 + 13\log 10 = -2(0.3) + 13 = 12.4$ (ข้อ 2 ผิด)

ข้อ 3. ถ้านำสารละลาย HCl นี้ไปไทเทรตกับสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.3 mol dm^{-3} 30 cm^3 จะต้องใช้สารละลาย HCl 36 cm^3

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3$

$\text{mol Na}_2\text{CO}_3 / \text{mol HCl} = 1/2$

$\text{mol Na}_2\text{CO}_3 = 1/2 \text{ mol HCl}$

$0.3 \times 10 / 1000 = 1/2 \times 0.5 V_{\text{HCl}} / 1000$

$V_{\text{HCl}} = 0.3 \times 10 \times 2 / 0.5 = 36 \text{ cm}^3$ (ข้อ 3 ถูก)

ข้อ 4. pH ของสารละลายที่จุดสมมูลมีค่าเท่ากับ 7

การไทเทรต HCl (กรดแก่) กับ NaOH (เบสแก่) ที่จุดสมมูลสารละลายมี $\text{pH} = 7$ (ข้อ 4 ถูก)

แบบฝึกหัด

1-3 ในการไทเทรตสารละลาย CH_3COOH 0.1 mol/dm^3 20 cm^3 ด้วยสารละลาย NaOH 0.2 mol/dm^3 ได้ผลการทดลองดังนี้

จุดของการไทเทรต	ปริมาตรของ 0.1M CH_3COOH (cm^3)	ปริมาตรของ 0.2M NaOH (cm^3)
1	20	0
2	20	5
3	20	10
4	20	15
5	20	20
6	20	25

กำหนด ค่าคงที่การแตกตัวของ CH_3COOH ที่ $25^\circ\text{C} = 1.8 \times 10^{-5}$, $\log 5 = 0.699$

- จุดที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยที่สุด เมื่อหยุดการไทเทรต ณ จุดนั้น แล้วนำสารละลายที่ได้มาเติมกรดแก่ คือจุดใด
- เมื่อทำการไทเทรตถึงจุดที่ 5 pOH ของสารละลายที่ได้เท่ากับเท่าใด
- ที่จุดยุติ (end point) ของการไทเทรต สารละลายมี OH^- เข้มข้นกี่ mol/dm^3



4. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ น้หนัก 6.6 กรัม นำไปเติมสารละลาย NaOH ให้มากพอแล้วอุ่น และผ่านก๊าซที่เกิดขึ้นลงในสารละลาย H_2SO_4 ซึ่งมีความเข้มข้น 0.5 mol/dm^3 จะต้องใช้กรด H_2SO_4 ดังกล่าวจำนวนน้อยที่สุดกี่ cm^3 เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับก๊าซที่เกิดขึ้นนั้น
5. ในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก ($K_a = 6.4 \times 10^{-4}$) กับสารละลาย NaOH เข้มข้น 1.0 mol/dm^3 อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้เป็นตัวบ่งจุดยุติของการไทเทรตนี้คืออินดิเคเตอร์ใดต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
1. เมทิลออเรนจ์	3.1 – 4.4	แดง – เหลือง
2. เมทิลเรด	4.4 – 6.3	แดง – เหลือง
3. โบรโมไทมอลบลู	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน
4. ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 – 10.0	ไม่มีสี – ชมพู