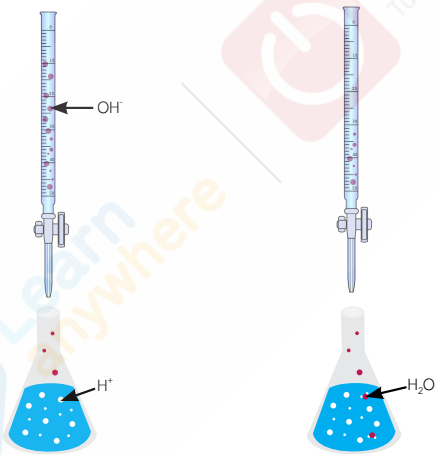
การไทเทรตกรด-เบส

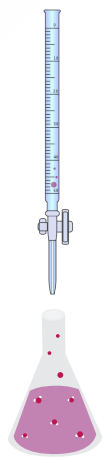
การไทเทรตกรด-เบส

การไทเทรตกรด–เบส (Acid–base titration) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน แล้วนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการ

จุดเริ่มต้นของการไทเทรต



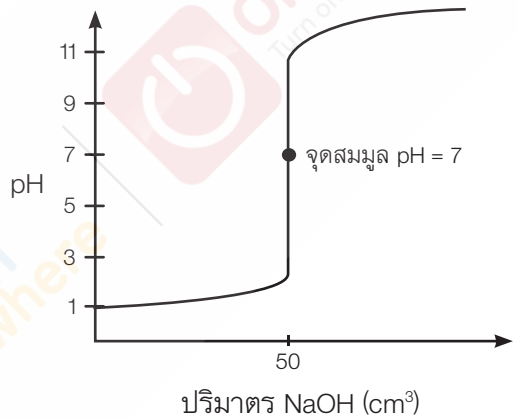
จุดยุติ



ลักษณะกราฟการไทเทรต

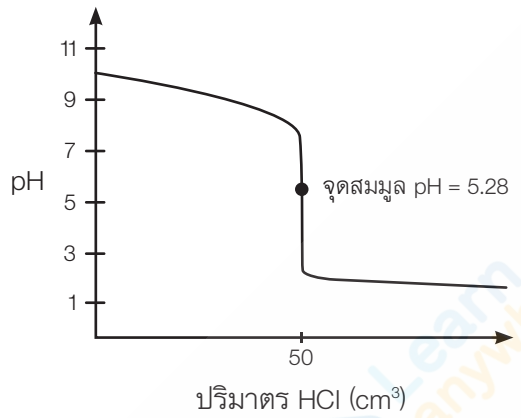
ไทเทรตกรดแก่–เบสแก่

ไทเทรต HCl 0.1 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 ด้วย NaOH 0.1 mol/dm^3



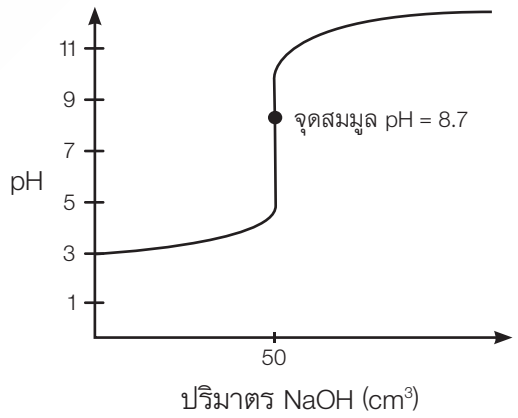
ไทเทรตกรดแก่–เบสอ่อน

ไทเทรต NH_3 0.1 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 ด้วย HCl 0.1 mol/dm^3



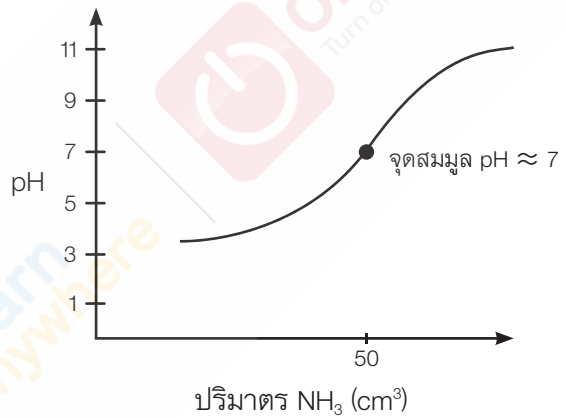
ไทเทรตกรดอ่อน–เบสแก่

ไทเทรต CH_3COOH 0.1 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 ด้วย NaOH 0.1 mol/dm^3



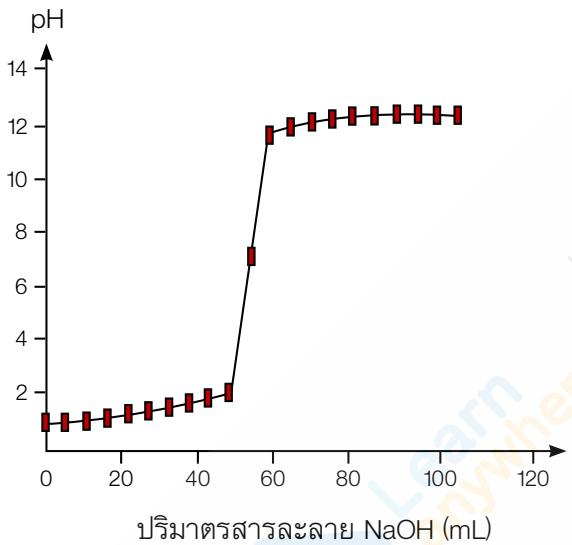
ไทเทรตกรดอ่อน–เบสอ่อน

ไทเทรต CH_3COOH 0.1 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 ด้วย NH_3 0.1 mol/dm^3

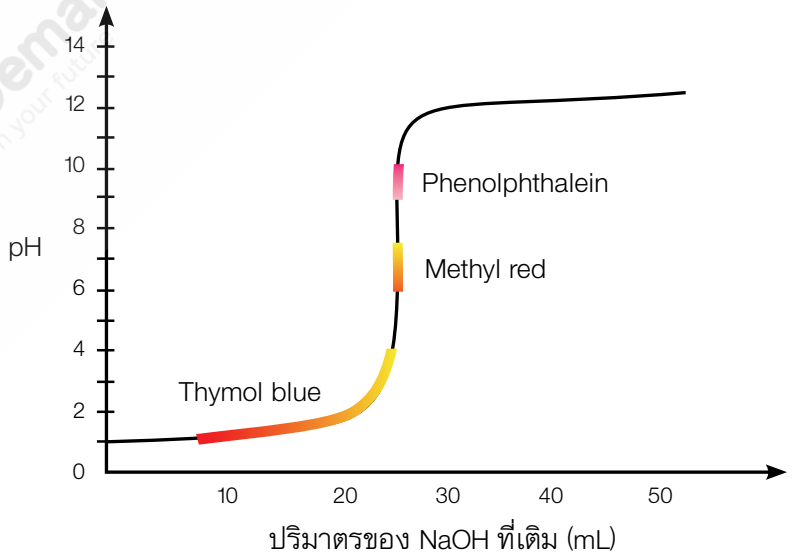


การหาจุดยุติ

การหาจุดยุติจากกราฟ

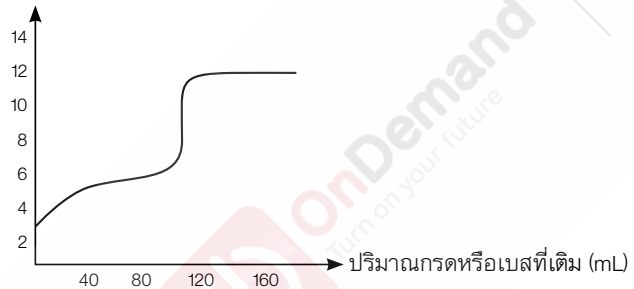


การหาจุดยุติจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์



โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

จากราฟการไทเทรตต่อไปนี้



ชนิดของสารที่บรรจุในขวดรูปกรวยและในบิวเรตต์ที่ใช้ในการไทเทรต ข้อใดให้ผลดังกราฟข้างต้น

	สารในขวดรูปกรวย	สารในบิวเรตต์
1.	$HCOOH$	KOH
2.	HNO_3	KOH
3.	KOH	CH_3COOH
4.	C_6H_5COOH	NH_4OH
5.	H_2SO_4	NH_4OH

โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

จากข้อมูลอินดิเคเตอร์และช่วง pH ของการเปลี่ยนสีดังตาราง

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH	สีที่เปลี่ยน
ก	3.2–4.4	แดง–เหลือง
ข	4.2–6.3	แดง–เหลือง
ค	6.0–7.6	เหลือง–น้ำเงิน
ง	6.8–8.4	เหลือง–แดง

ข้อใดแสดงอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการบอกจุดยุติของการไทเทรต

1. ไทเทรต NH_4OH ด้วย HCl ใช้อินดิเคเตอร์ ค
2. ไทเทรต HNO_3 ด้วย NaOH ใช้อินดิเคเตอร์ ง
3. ไทเทรต CH_3COOH ด้วย NaOH ใช้อินดิเคเตอร์ ก
4. ไทเทรต NH_4OH ด้วย HCN ใช้อินดิเคเตอร์ ข

การคำนวณการไทเทรต

1. การไทเทรตแบบทางตรง (Direct titration)

$$bH_aX + aY(OH)_b \longrightarrow Y_aX_b + abH_2O$$

กรด เบส

สูตรคำนวณที่จุดยุติ

$$aN_1V_1 = bN_2V_2$$

$$a \cdot mol \cdot 1{,}000 = bN_2V_2$$

โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

ตารางผลการไทเทรตระหว่างสารละลายตัวอย่าง $Ba(OH)_2$ ปริมาตร 25.00 มิลลิลิตร กับสารละลายมาตรฐาน HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ มีฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

การไทเทรตครั้งที่	ปริมาตรที่อ่านได้จากบิวเรตต์ (มิลลิลิตร)	
	ก่อนไทเทรต	หลังไทเทรต
1	1.00	40.95
2	2.00	42.05

ความเข้มข้นของ $Ba(OH)_2$ เท่ากับกี่โมลาร์

1. 0.08
2. 0.13
3. 0.16
4. 0.25

โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

กรดแอซิติลซาลิซิลิก ($C_9H_8O_4$) เป็นกรดมอนอโปรติกที่อยู่ในยาแก้ปวดชนิดหนึ่ง ถ้านำยาแก้ปวดนี้มา 4 เม็ด ละลายในน้ำ 100 cm^3 แล้วไทเทรตกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 พบว่าต้องใช้ NaOH 20.0 cm^3 ยาแก้ปวดแต่ละเม็ดมีกรดแอซิติลซาลิซิลิกกี่มิลลิกรัม

1. 1.13
2. 4.5
3. 9.0
4. 36
5. 50

2. การไทเทรตแบบกลับ (Back titration)

สูตรคำนวณที่จุดยุติ

mol x 1000

กรณีกรดมากเกินพอ ; $aN_1V_1 = bN_2V_2 + cN_3V_3$

กรณีเบสมากเกินพอ ; $bN_1V_1 = aN_2V_2 + cN_3V_3$

โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

เติมสารละลาย KOH เข้มข้น 0.15 mol/dm^3 ปริมาตร 80.00 cm^3 ลงในสารละลายกรดอ่อน HA ปริมาตร 25.00 cm^3 แล้วนำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตกับสารละลาย HCl เข้มข้น 0.20 mol/dm^3 พบว่าที่จุดยุติใช้สารละลาย HCl ปริมาตร 22.50 cm^3 สารละลายกรดอ่อน HA มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

1. 0.15
2. 0.20
3. 0.25
4. 0.30

โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

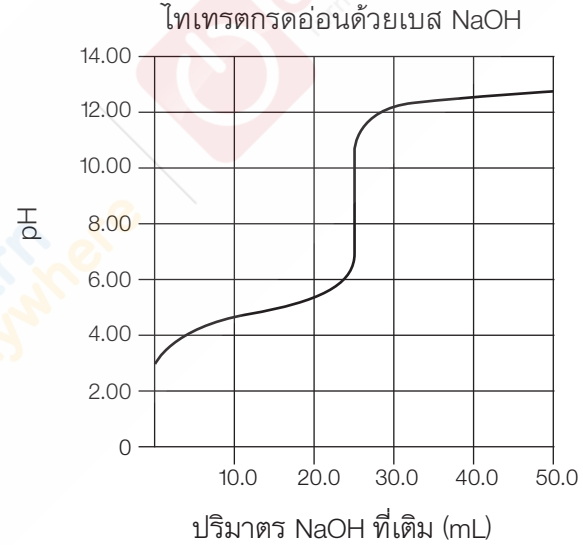
เมื่อเติมของแข็ง $Zn(OH)_2$ ลงในสารละลาย HBr เข้มข้น 0.550 mol/dm^3 ปริมาตร 40 cm^3 พบว่าสารละลายที่ได้ยังเป็นกรดอยู่ นำสารละลายที่ได้นี้ไปไทเทรตกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.500 mol/dm^3 ต้องใช้ปริมาตร 16.5 cm^3 จึงจะสะเทินพอดี น้ำหนักของ $Zn(OH)_2$ ที่ใส่ในครั้งแรกมีกี่กรัม

1. 0.41
2. 0.56
3. 0.68
4. 1.36

ข้อควรรู้

- pH ที่จุดครึ่งหนึ่งของจุดสมมูล จะเท่ากับ pK_a ของกรดที่อยู่ในขวดรูปกรวย (ไทเทรตด้วยเบส)

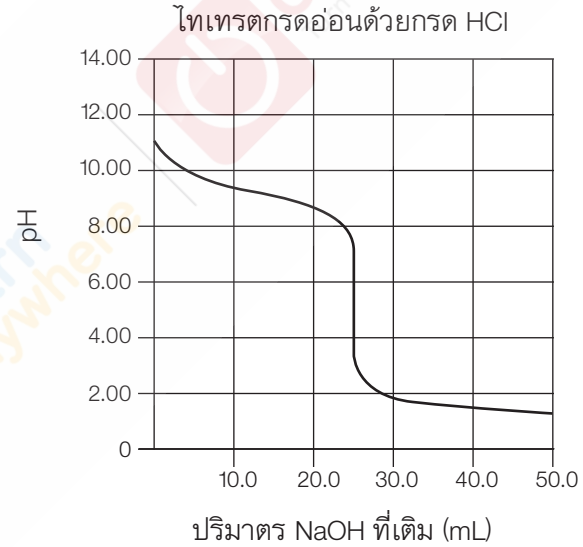
$$pH = pK_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]} \xrightarrow{[HA] = [A^-]} pH = pK_a$$



ข้อควรรู้

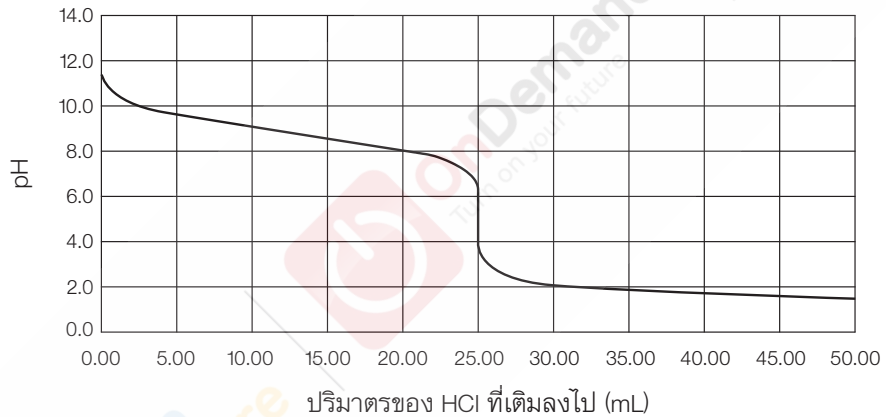
- pOH ที่จุดครึ่งหนึ่งของจุดสมมูล จะเท่ากับ pK_b ของเบสอ่อนที่อยู่ในขวดรูปกรวย (ไทเทรตด้วยกรด)

$$pOH = pK_b - \log \frac{[B]}{[BH^+]} \xrightarrow{[B] = [BH^+]} pOH = pK_b$$



โจทย์ตามแนวข้อสอบเก่า

ปิเปตต์สารละลายเบสชนิดหนึ่งที่ไม่ทราบค่าความเข้มข้น ปริมาตร 10.00 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปกรวย จากนั้น นำไปไทเทรตกับสารละลาย HCl 0.10 โมลาร์ โดยใช้เครื่องวัด pHบันทึกค่า pH ของสารละลายในขวดรูปกรวย ได้ผลดังกราฟ



กำหนดให้ log 2 = 0.3, log 2.5 = 0.4 และ log 4 = 0.6

ค่า pK_b ของเบสดังกล่าว มีค่าเท่าใด

1. 1.7
2. 3.0
3. 5.4
4. 8.6
5. 11.0

สรุปสูตรการไทเทรตกรด–เบส

การไทเทรตแบบทางตรง (Direct titration)

$$aN_1V_1 = bN_2V_2$$

$$a \cdot mol \cdot 1{,}000 = bN_2V_2$$

การไทเทรตแบบกลับ (Back titration)

$$aN_1V_1 = bN_2V_2 + cN_3V_3$$

$$bN_1V_1 = aN_2V_2 + cN_3V_3$$