



1. ทฤษฎีกรด-เบส

1. ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส

กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ H^+

เบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ OH^-

2. ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี

กรด คือ สารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่น

เบส คือ สารที่รับโปรตอนจากสารอื่น

ในสมดุลกรด-เบส ทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับมีการถ่ายเทโปรตอนทำให้เกิด คู่กรด-เบส ซึ่งมีโปรตอนต่างกัน 1 ตัว

3. ทฤษฎีกรด-เบสลิวอิส

กรด คือ สารที่รับคู่อิเล็กตรอนจากสารอื่น

เบส คือ สารที่ให้คู่อิเล็กตรอนแก่สารอื่น

ตัวอย่างข้อสอบ 1. กรดซัลฟูริกทำปฏิกิริยากับกรดไพโรซัลฟูริก ดังสมการ



โมเลกุลและไอออนคู่ใดในปฏิกิริยาที่ทำหน้าที่เป็นกรด (ต.ค. 2541)

1. H_2SO_4 และ $H_3SO_4^+$ 2. H_2SO_4 และ $H_2S_2O_7$ 3. $H_2S_2O_7$ และ $HS_2O_7^-$ 4. $H_2S_2O_7$ และ $H_3SO_4^+$

ตอบ ข้อ 4

วิธีคิด กรด คือ สารที่ให้โปรตอน

2. กรดแก่และเบสแก่ แตกตัวได้ 100% สารละลายนำไฟฟ้าได้ดี

กรดแก่ ได้แก่ HCl, HBr, HI, HClO₃, HClO₄, HNO₃, H₂SO₄ (เฉพาะการแตกตัวขั้นที่ 1)

เบสแก่ ได้แก่ ไฮดรอกไซด์ของธาตุหมู่ 1 (LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH) และ

ไฮดรอกไซด์ของธาตุหมู่ 2 บางตัว เช่น Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂

สารละลายกรดแก่ : $[H_3O^+] = C_{\text{กรดแก่}}$

สารละลายเบสแก่ MOH : $[OH^-] = C_{\text{เบสแก่}}$

สารละลายเบสแก่ M(OH)₂ : $[OH^-] = 2 C_{\text{เบสแก่}}$

ตัวอย่างข้อสอบ 2. สาร A, B, C, D มีสมบัติดังนี้



สาร	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	การนำไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ	ปฏิกิริยากับลวด Mg
A	น้ำเงิน → แดง	นำ	สว่างมาก	เกิดก๊าซไม่มีสี
B	ไม่เปลี่ยนสี	นำ	สว่างปานกลาง	ไม่เกิดก๊าซ
C	แดง → น้ำเงิน	นำ	สว่างน้อย	ไม่เกิดก๊าซ
D	น้ำเงิน → แดง	นำ	สว่างน้อย	เกิดก๊าซไม่มีสี

สาร A, B, C, D น่าจะเป็นสารใด (มี.ค. 2543)

ข้อ	A	B	C	D
1.	กรดอ่อน	เกลือ	เบสแก่	กรดแก่
2.	กรดอ่อน	เกลือ	เบสแก่	กรดอ่อน
3.	กรดแก่	เกลือ	เบสอ่อน	กรดอ่อน
4.	กรดแก่	เกลือ	เบสอ่อน	กรดแก่

ตอบ ข้อ 3

ตัวอย่างข้อสอบ 3. AOH และ BOH เป็นเบสแก่ มีมวลโมเลกุล 90 และ 180 ตามลำดับ ถ้านำ AOH 7.2 กรัม มาละลายน้ำ 100 cm³ และนำ BOH 3.6 กรัม มาละลายน้ำ 50 cm³ จงเปรียบเทียบ pH ของสารละลายทั้งสอง (มี.ค. 2542)

1. สารละลาย AOH มี pH สูงกว่า BOH
2. สารละลาย BOH มี pH สูงกว่า AOH
3. สารละลายทั้งสองมี pH เท่ากัน
4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

ตอบ ข้อ 1

วิธีคิด ความเข้มข้นของสารละลาย AOH = $(7.2/90 \text{ mol}) / 0.1 \text{ dm}^3 = 0.8 \text{ mol/dm}^3 = [\text{OH}^-]$

ความเข้มข้นของสารละลาย BOH = $(3.6/180 \text{ mol}) / 0.05 \text{ dm}^3 = 0.4 \text{ mol/dm}^3 = [\text{OH}^-]$

pH ของ AOH > BOH

3 กรดอ่อน / เบสอ่อน

สารละลายกรดอ่อนโมโนโปรติก

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a C_{\text{กรด}}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \% \text{ การแตกตัว} \times C_{\text{HA}} / 100$$

สารละลายเบสอ่อน

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b C_{\text{เบส}}}$$

$$[\text{OH}^-] = \% \text{ การแตกตัว} \times C_{\text{เบส}} / 100$$



ตัวอย่างข้อสอบ 4. นำสารละลายของเกลือโซเดียม 3 ชนิด คือ NaX, NaY และ NaZ ซึ่งมีความเข้มข้น 0.2 mol/dm^3 เท่ากัน มาหาค่า pH พบว่ามี pH เท่ากับ 7, 8 และ 9 ตามลำดับ ความเป็นกรดของ HX, HY และ HZ จะเป็นอย่างไร (มี.ค. 2543)

1. $\text{HX} > \text{HY} > \text{HZ}$ 2. $\text{HY} > \text{HZ} > \text{HX}$ 3. $\text{HZ} > \text{HX} > \text{HY}$ 4. $\text{HZ} > \text{HY} > \text{HX}$

ตอบ ข้อ 1

วิธีคิด กรดอ่อนที่มีความแรงมาก คู่เบสจะมีความแรงน้อย

pH ของสารละลาย $\text{NaZ} > \text{NaY} > \text{NaX}$

ความแรงของเบส $\text{Z}^- > \text{Y}^- > \text{X}^-$

ความแรงของกรด $\text{HX} > \text{HY} > \text{HZ}$

ตัวอย่างข้อสอบ 5. กรดอ่อน HX มีค่าคงที่การแตกตัวเท่ากับ 2.5×10^{-6} สารละลายกรด HX จะต้องมีความเข้มข้นที่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จึงจะทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ เท่ากับ $2 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ (ต.ค. 2544)

1. 0.8 2. 1.6 3. 2.0×10^{-3} 4. 3.6×10^{-3}

ตอบ ข้อ 2

วิธีคิด สารละลายกรดอ่อน HX ; $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a C_{\text{HX}}}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_a C_{\text{HX}}$$

$$(2 \times 10^{-3})^2 = (2.5 \times 10^{-6}) C_{\text{HX}}$$

$$C_{\text{HX}} = 4 \times 10^{-6} / 2.5 \times 10^{-6} = 1.6 \text{ mol dm}^{-3}$$

ตัวอย่างข้อสอบ 6. HA เป็นกรดอ่อน มีค่าคงที่สมดุลการแตกตัวเท่ากับ 1×10^{-4} สารละลาย HA 1 mol dm^{-3} จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด (มี.ค. 2544)

1. 1 2. 2 3. 4 4. 10

ตอบ ข้อ 1

วิธีคิด $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a C_{\text{HA}}} = \sqrt{(1 \times 10^{-4})(1)} = 1 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

$$\% \text{ การแตกตัว} = ([\text{H}_3\text{O}^+] / C_{\text{HA}}) \times 100 = (1 \times 10^{-2} / 1) \times 100 = 1$$

ตัวอย่างข้อสอบ 7. สารละลายกรด HA ความเข้มข้น $1 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ ปริมาตร 10 cm^3 ร้อยละการแตกตัวของกรดเท่ากับ 10 สารละลายนี้มี pH เท่าใด และมี K_a โดยประมาณเท่าใด (ต.ค. 2543)

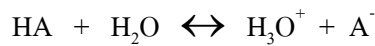


	pH	K_a (ประมาณ)
1.	3	1×10^{-3}
2.	4	1.0×10^{-5}
3.	5	1.0×10^{-4}
4.	6	1.0×10^{-5}

ตอบ ข้อ 2

วิธีคิด $[H_3O^+] = \%การแตกตัว \times C_{HA} / 100 = 10 \times 1 \times 10^{-3} / 100 = 1 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

$pH = -\log(1 \times 10^{-4}) = 4$



$K_a = [H_3O^+][A^-] / [HA] = (1 \times 10^{-4})^2 / 1 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-5}$

ตัวอย่างข้อสอบ 8. ละลายกรดฟอร์มิก (HCOOH) จำนวนหนึ่งในน้ำ 5 ลิตร พบว่ามี H_3O^+ เข้มข้นเท่ากับ $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ ถ้าค่าคงที่สมดุลของกรดนี้เท่ากับ 2.0×10^{-4} สารละลายนี้มีกรดฟอร์มิกละลายอยู่กี่กรัม (ต.ค. 2542 อัตรา)

ตอบ 28.75 g

วิธีคิด $[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_{กรด}}$

$(5.0 \times 10^{-3})^2 = (2.0 \times 10^{-4}) C_{กรด}$

$C_{กรด} = 0.125 \text{ mol / dm}^3$

มีกรดฟอร์มิก = $(0.125 \text{ mol / dm}^3) (5 \text{ dm}^3) (46 \text{ g / mol}) = 28.75 \text{ g}$

4 เกลือ แบ่งเป็น

1. เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสแก่ เมื่อละลายน้ำสารละลายเป็นกลาง (pH = 7)
2. เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสอ่อน เมื่อละลายน้ำสารละลายเป็นกรด (pH < 7) เนื่องจากเกิดไฮโดรลิซิสของไอออนจากเบสอ่อน
3. เกลือที่เกิดจากกรดอ่อนกับเบสแก่ เมื่อละลายน้ำสารละลายเป็นเบส (pH > 7) เนื่องจากเกิดไฮโดรลิซิสของไอออนของกรดอ่อน
4. เกลือที่เกิดจากกรดอ่อนกับเบสอ่อน เมื่อละลายน้ำจะเกิดไฮโดรลิซิส ได้ทั้งไอออนจากเบสอ่อนและไอออนจากกรดอ่อน สารละลายจะมี pH = 7 ถ้า $K_a = K_b$; pH < 7 ถ้า $K_a > K_b$; pH > 7 ถ้า $K_a < K_b$

ตัวอย่างข้อสอบ 9. เมื่อนำสารต่อไปนี้มาละลายน้ำ

ก. KI

ข. $Al_2(SO_4)_3$

ค. Na_2CO_3

ง. NH_4NO_2



กำหนดให้ K_b ของสารละลาย $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$

K_a ของ $\text{HNO}_2 = 4.6 \times 10^{-4}$

สมบัติต่อไปนี้ของสาร ก – ง ข้อใดถูกต้อง (มี.ค. 2544)

	สมบัติของสารละลาย		
	กรด	กลาง	เบส
1.	ก และ ง	ข	ค
2.	ก	ข	ค และ ง
3.	ข และ ง	ก	ค
4.	ค	ก	ข และ ง

ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด เมื่อนำเกลือมาละลายน้ำ สารละลายจะเป็นกรด เบส หรือ กลาง ขึ้นกับความแรงของกรด-เบสที่ทำให้เกิดเกลือนั้น

- ก. KI เป็นเกลือของกรดแก่และเบสแก่ สารละลายจะเป็นกลาง
- ข. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ เป็นเกลือของกรดแก่และเบสอ่อน สารละลายจะเป็นกรด
- ค. Na_2CO_3 เป็นเกลือของกรดอ่อนและเบสแก่ สารละลายจะเป็นเบส
- ง. NH_4NO_2 เป็นเกลือของกรดอ่อนและเบสอ่อน โดย K_a ของ HNO_2 มากกว่า K_b ของ NH_3 สารละลายจึงเป็นกรด

5 สารละลายบัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์ หมายถึง สารละลายที่สามารถควบคุม pH ให้คงที่เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปเล็กน้อย ประกอบด้วยสารละลายที่เป็นคู่กรด-เบสกันได้แก่

1. สารละลายบัฟเฟอร์กรดอ่อน-เกลือของกรดอ่อน (บัฟเฟอร์กรด) เช่น $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{CH}_3\text{COONa}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a [\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{เกลือ}]}{[\text{กรด}]}$$

2. สารละลายบัฟเฟอร์เบสอ่อน-เกลือของเบสอ่อน (บัฟเฟอร์เบส) เช่น $\text{NH}_3-\text{NH}_4\text{Cl}$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b [\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]}$$



$$pOH = pK_b + \log \frac{[\text{เกลือ}]}{[\text{เบส}]}$$

ตัวอย่างข้อสอบ 10. พิจารณาข้อมูลการเปลี่ยนแปลง pH เมื่อเติม HCl และ NaOH ปริมาณเล็กน้อยลงไปในสารละลาย A, B และ C

สารละลายที่นำมาทดสอบ	pH
1. สารละลาย A (100 cm ³)	7
2. สารละลาย A (100 cm ³) + 0.001 mol HCl	2
3. สารละลาย A (100 cm ³) + 0.001 mol NaOH	12
4. สารละลาย B (100 cm ³)	4.76
5. สารละลาย B (100 cm ³) + 0.001 mol HCl	4.67
6. สารละลาย B (100 cm ³) + 0.001 mol NaOH	4.85
7. สารละลาย C (100 cm ³)	9.20
8. สารละลาย C (100 cm ³) + 0.001 mol HCl	9.12
9. สารละลาย C (100 cm ³) + 0.001 mol NaOH	9.29

สารละลาย A, B และ C น่าจะเป็นสารละลายใด ตามลำดับ (ต.ค. 2544)

- H₂O, CH₃COOH / CH₃COONa, NaOH
- KCl, H₃PO₄ / NaH₂PO₄, NH₃
- H₂O, CH₃COOH / CH₃COONa, NH₃ / NH₄Cl
- NaCl, NH₃ / NH₄Cl, CH₃COOH / CH₃COONa

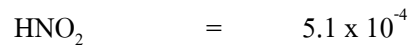
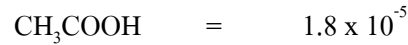
ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด สารละลาย A เปลี่ยนแปลง pH มากเมื่อเติม HCl และ NaOH เล็กน้อย แสดงว่า ไม่ใช่บัฟเฟอร์ สารละลาย B และ C เปลี่ยนแปลง pH เพียงเล็กน้อย เมื่อเติม HCl และ NaOH แสดงว่า เป็นบัฟเฟอร์ (ข้อ 1 และ 2 ผิด) เนื่องจาก pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ B เท่ากับ 4.76 และ pH ของสารละลาย C เท่ากับ 9.20 ดังนั้นสารละลาย B น่าจะเป็น CH₃COOH / CH₃COONa และสารละลาย C น่าจะเป็น NH₃ / NH₄Cl

ตัวอย่างข้อสอบ 11. ถ้าผสมกรดและเกลือที่มีความเข้มข้นและปริมาตรเท่ากันต่อไปนี้ สารละลายคู่ใด มี pH สูงสุด (ต.ค. 2542)

$$\begin{aligned} \text{กำหนดค่า } K_a \text{ ของ HF} &= 6.8 \times 10^{-4} \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} &= 6.6 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

ออกอากาศวันอาทิตย์ที่ 3 กุมภาพันธ์ 2545 เวลา 19.30 – 20.50 น.



1. HF, NaF

2. CH₃COOH, CH₃COONa

3. C₆H₅COOH, C₆H₅COONa

4. HNO₂, NaNO₂

ตอบ ข้อ 2

วิธีคิด สารละลายบัฟเฟอร์ ; $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a [\text{กรด}] / [\text{เกลือ}]$

โจทย์กำหนดให้ $[\text{กรด}] = [\text{เกลือ}]$ ดังนั้น $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a$

ถ้า K_a ต่ำ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ จะมีค่าน้อย pH สูง

ดังนั้น CH₃COOH, CH₃COONa จะมี pH สูงสุดเนื่องจาก CH₃COOH มี K_a ต่ำที่สุด

6 อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

ตัวอย่างข้อสอบ 12. จากข้อมูลอินดิเคเตอร์และช่วง pH ของการเปลี่ยนสี ดังตาราง

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

สารละลาย x เมื่อหยดอินดิเคเตอร์ให้สีดังนี้

หลอดที่	อินดิเคเตอร์	สีของสารละลาย
1	ก	เหลือง
2	ข	เหลือง
3	ค	น้ำเงิน
4	ง	ส้ม

สารละลาย x มี pH ประมาณเท่าใด (มี.ค. 2543)

1. 6

2. 7

3. 8

4. 9

ตอบ ข้อ 3

หลอดที่	อินดิเคเตอร์	สีของสารละลาย	pH
1	ก	เหลือง	> 4.4
2	ข	เหลือง	> 6.3
3	ค	น้ำเงิน	> 7.6
4	ง	ส้ม	6.8 – 8.4

ดังนั้น สารละลาย x มี pH 7.6 – 8.4



ตัวอย่างข้อสอบ 13. จากข้อมูลต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีของสารละลายตัวอย่าง
เมทิลออเรนจ์	1.2 – 4.4	แดง – เหลือง	เหลือง
คองโกเรด	3.0 – 5.0	น้ำเงิน – แดง	แดง
ฟีนอลเรด	6.8 – 8.4	เหลือง - แดง	เหลือง

พิจารณาสารละลายต่อไปนี้

- สารละลาย H_2SO_4 $2 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$
- สารละลาย HA 0.1 mol dm^{-3} ผสมกับ NaA 0.1 mol dm^{-3} (K_a ของ HA เท่ากับ 5×10^{-5})
- สารละลายที่มีแก๊ส HCl ที่ 27°C จำนวน 0.001 โมล ละลายในน้ำ 50 dm^3

สารละลายในข้อใดเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์เช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง (กำหนด $\log 2 = 0.3$, $\log 5 = 0.7$) (มี.ค. 2544)

- ก เท่านั้น
- ข เท่านั้น
- ก และ ข เท่านั้น
- ก ข และ ค

ตอบ ข้อ 1

วิธีคิด ก. H_2SO_4 $2 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2(2 \times 10^{-6}) = 4 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$

$$\text{pH} = -\log(4 \times 10^{-6}) = 6 - \log 4 = 6 - 2(0.3) = 5.4$$

ข. HA $0.1 \text{ mol dm}^{-3} + \text{NaA}$ 0.1 mol dm^{-3}

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a [\text{กรด}] / [\text{เกลือ}] = (5 \times 10^{-5})(0.1) / 0.1 = 5 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log(5 \times 10^{-5}) = 5 - \log 5 = 5 - 0.7 = 4.3$$

ค. HCl $0.001 \text{ mol} / 50 \text{ dm}^3$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.001 / 50 = 2 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log(2 \times 10^{-5}) = 5 - \log 2 = 5 - 0.3 = 4.7$$

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีของสารละลายตัวอย่าง	สีของสารละลาย		
				ก. (pH = 5.4)	ข. (pH = 4.3)	ค. (pH = 4.7)
เมทิลออเรนจ์	3.2 – 4.4	แดง – เหลือง	เหลือง	เหลือง	ส้ม	เหลือง
คองโกเรด	3.0 – 5.0	น้ำเงิน – แดง	แดง	แดง	ม่วง	ม่วง
ฟีนอลเรด	6.8 – 8.4	เหลือง - แดง	เหลือง	เหลือง	เหลือง	เหลือง

สารละลายในข้อ ก เปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์เช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง



แบบฝึกหัดสมดุลกรด-เบส

- ถ้า pH ของสารละลายของเบสอ่อนชนิดหนึ่ง ซึ่งมีความเข้มข้น 0.30 mol/dm^3 เท่ากับ 10.66 จงคำนวณ K_b ของเบสอ่อนนี้
- จงคำนวณ pH ของสารละลาย NH_4Cl ความเข้มข้น 0.40 mol/dm^3 กำหนดให้ K_b ของ $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$
- สารละลายในน้ำของสารต่อไปนี้ เป็นกรด เบส หรือกลาง
 KBr , NaCN , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, BaCl_2
- ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ pH = 8.60 นักเรียนจะเลือกใช้กรดใดต่อไปนี้ เพราะเหตุใด
 - HA ($K_a = 2.7 \times 10^{-3}$)
 - HB ($K_a = 4.4 \times 10^{-6}$)
 - HC ($K_a = 2.6 \times 10^{-9}$)
- การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ มีผลต่อปริมาณการเกิดไฮโดรลิซิสของ NaNO_2 อย่างไร จงอธิบาย
 - การเติม HCl
 - การเติม NaOH
 - การเติม NaCl