12. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

สารละลายบัฟเฟอร์ คือ สารละลายที่เมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่ลงไปเพียงเล็กน้อยทำให้ pH ของสารละลายเปลี่ยนไปน้อยมาก จนถือได้ว่าไม่เปลี่ยนแปลง

ชนิดของบัฟเฟอร์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

บัฟเฟอร์กรด คือ บัฟเฟอร์ที่เกิดจากกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน pH < 7

กรดอ่อน	เกลือของกรดอ่อน	สารละลายบัฟเฟอร์
CH_3COOH	CH_3COONa	$CH_3COOH + CH_3COONa$
$HCOOH$	$HCOONa$	$HCOOH + HCOONa$
HF	KF	$HF + KF$
HCN	KCN	$HCN + KCN$

บัฟเฟอร์เบส คือ บัฟเฟอร์ที่เกิดจากเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน pH > 7

เบสอ่อน	เกลือของเบสอ่อน	สารละลายบัฟเฟอร์
NH_3 (aq)	NH_4Cl	NH_3 (aq) + NH_4Cl
NH_4OH	NH_4NO_3	$NH_4OH + NH_4NO_3$
$Fe(OH)_2$	$FeCl_2$	$Fe(OH)_2 + FeCl_2$
N_2H_4 (aq)	$N_2H_5^+$ (aq)	N_2H_4(aq) + $N_2H_5^+$(aq)

หมายเหตุ

กรดแก่ เบสแก่ เป็นบัฟเฟอร์ไม่ได้ เพราะสารพวกนี้แตกตัว 100% ไม่มีโอกาสเกิดคู่กรดคู่เบส

ตัวอย่าง สารละลายบัฟเฟอร์

สารละลาย CH_3COOH และ CH_3COONa

สารละลาย H_3PO_4 และ NaH_2PO_4

สารละลาย H_2CO_3 และ $NaHCO_3$

สารละลาย NH_4Cl และ NH_3

การควบคุมของสารละลายบัฟเฟอร์

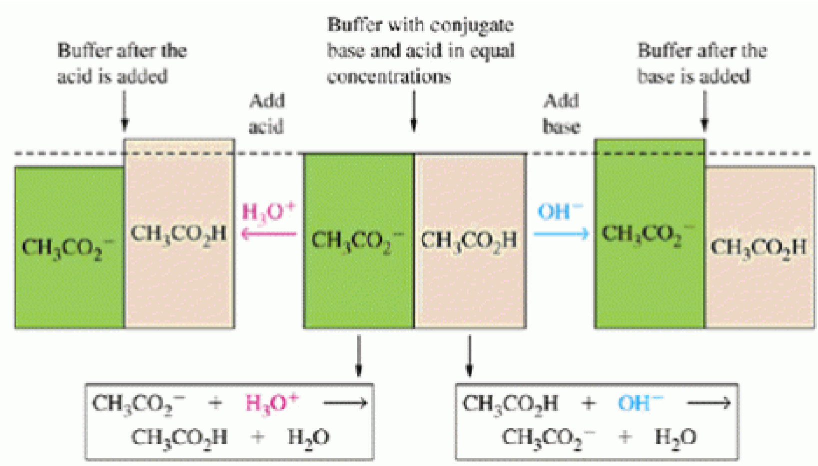
ถ้าบัฟเฟอร์มีสาร **CH_3COOH** และ CH_3COONa ($CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$) อยู่ในระบบ

- ถ้าเติมกรด เช่น HCl ลงไป H^+ ในกรด จะถูกสะเทินด้วยคู่เบส ดังนี้

  $CH_3COO^- + H^+ \rightleftharpoons CH_3COOH$

- ถ้าเติมเบส เช่น KOH ลงไป OH^- ในเบส จะถูกสะเทินด้วยคู่กรด ดังนี้

  $CH_3COOH + OH^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_2O$



ลองทำดู สารละลายต่อไปนี้สารละลายใดเป็นบัฟเฟอร์กรด บัฟเฟอร์เบส หรือไม่เป็นบัฟเฟอร์

HCN และ KCN .... H_2S และ NaHS ....

NH_4Cl และ NH_3 .... NaF และ HF ....

CH_3NH_2และCH_3NH_2Cl .... KNO_2และHNO_2 ....

HCl และ NaCl .... KOH และ KCl ....

สารละลายบัฟเฟอร์ในธรรมชาติ

น้ำทะเล เป็นบัฟเฟอร์ที่มีองค์ประกอบซับซ้อนมาก สารและไอออนที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุม pH ของน้ำทะเลได้แก่กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ไฮโดรเจนคาร์บอเนต ไอออน (HCO_3^-) และคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-})ถ้าเติมกรดลงในน้ำทะเล pH จะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เพราะ H_3O^+ ในกรดที่เพิ่มลงไปจะทำปฏิกิริยา กับ HCO_3^- , CO_3^{2-} ดังสมการ

$$H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + H_2O(l)$$
$$H_3O^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$$

นอกจากนี้น้ำทะเลอาจจะมีแคลเซียมอยู่ด้วยจะเข้าทำปฏิกิริยากับ H_3O^+ ในกรดดังนี้

$$CaCO_3(s) + H_3O^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$$

ถ้าเติมเบสลงในน้ำทะเล pH จะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เพราะ OH^- ในเบสที่เติมลงไปจะเข้าทำปฏิกิริยากับ HCO_3^- , H_2CO_3 และของผสมระหว่าง Ca^{2+} , HCO^{3-} ดังสมการ

$$OH^-(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l)$$
$$OH^-(aq) + H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$$
$$OH^-(aq) + Ca^{2+}(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons CaCO_3(s) + H_2O(l)$$

นอกจากนี้ในน้ำทะเลยังมีระบบบัฟเฟอร์อื่นๆ อีก เช่น กรดโบริก ($H_3BO_3^-$) และ ไดไฮโดรเจนโบเรตไอออน ($H_2BO_3^-$) ถ้าเติมกรดหรือเบส ลงในน้ำทะเล H_3O^+ และ OH^-จะเข้าทำปฏิกิริยากับ $H_2BO_3^-$ และ $H_2BO_3^-$ ดังสมการ

$$H_3O^+ (aq) + H_2BO_3^-(aq) \rightleftharpoons H_3BO_3 (aq) + H_2O (l)$$
$$OH^- (aq) + H_3BO_3 (aq) \rightleftharpoons H_2BO_3^- (aq) + H_2O (l)$$

จะเห็นได้ว่า H_3O^+ และ OH^- ที่เติมลงไปถูกกำจัดโดยสารละลายบัฟเฟอร์ในน้ำทะเลจึงไม่ทำให้ pH ของน้ำทะเลเปลี่ยนแปลง

สารละลายบัฟเฟอร์ในสิ่งมีชีวิต

1. ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ $H_2PO_4^-$ / HPO_4^{2-} จะเกี่ยวข้องกับการทำงานของไต เมื่อเราออกกำลังกายนาน ๆ จะมีกรดเกิดขึ้นทำให้ pH ของ เลือดเปลี่ยนไป ระบบบัฟเฟอร์$H_2PO_4^-$ / HPO_4^{2-} ในเลือดจะเข้าทำปฏิกิริยาเพื่อลดความเข้มข้นของกรดได้$H_2PO_4^-$ จะถูกกำกัดออกมาทางปัสสาวะ
2. ระบบ H_2CO_3/HCO_3^-จะควบคุม pH ของพลาสมาในเลือดให้มีค่าอยู่ระหว่าง7.35-7.45 ซึ่งเกิดปฏิกิริยาดังนี้

$$HCO_3^- (aq) + H_3O^+(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3 (aq) + H_2O (l)$$
$$H_2CO_3 (aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_2(g)$$

เนื่องจากความเป็นกรด-เบสในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ถ้า pH เปลี่ยนแปลงไปเพียง 0.2 หน่วย จากช่วง 7.35-7.45 อาจทำให้เจ็บป่วยได้

เอกสารฉบับนี้อาจจะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อย
ผู้ศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นไว้ด้านล่างของเวปไซต์ได้ค่ะ
ขอขอบพระคุณค่ะ
นิภาภรณ์ จันทะโยธา