

מלחים קשי-תמס

- אלו מלחים בעלי מסיסות מוגבלת במים, היוצרים מערכת שיווי-משקל מהצורה הבאה:



- מכפלת המסיסות מוגדרת כך: $K_{sp} = [M^+][X^-]$, והיא למעשה ערך גבולי:
השוויון מתקיים בתמיסה רוויה, שבה לא ניתן להמיס יותר את המלח MX , ואילו בתמיסה בלתי רוויה מתקיים $[M^+][X^-] < K_{sp}$. לעולם לא ייתכן מצב שבו $[M^+][X^-] > K_{sp}$.

חומצות ובסיסים

הגדרת אהרניוס (ARRHENIUS) לחומצות ובסיסים:

חומצות הם חומרים המתפרקים במים ליונים בתמיסה ומשחררות פרוטונים (H^+):



בסיסים הם חומרים המתפרקים במים ליונים בתמיסה ומשחררות ההידרוקסיל (OH^-):



דוגמאות לחומצה ובסיס:

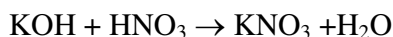
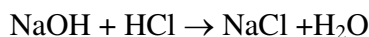
חומצת מלח



סודה קאוסטית



לפי אהרניוס, תגובה בין חומצה ובסיס תקרא תגובת סתירה, תוצרי תגובת הסתירה הם מלח ומים:



יוניזציה עצמית:

המים הם חומר אמפוטרי – הם יכולים להתנהג גם כחומצה וגם כבסיס. המים מתפרקים ליונים באופן



קבוע שווי המשקל של הראקציה הוא:

$$K_{eq} = [H^+][OH^-]/[H_2O]$$

ריכוז המים בתמיסה מימית הוא גדול מאוד - $55.5M$ ולכן השינוי בריכוז המים הוא אפסי ולכן אפשר לרשום:

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$K_w = 55.5 K_{eq}$$

נמצא כי בטמפרטורת החדר (25°C):

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} M \rightarrow K_w = 10^{-14}$$

ניתן לעבוד במספרים יותר נוחים ע"י הגדרה של **pH מושג ה-**:

$$\boxed{pH = -\log [H^+]}$$

ובטמפ' החדר עבור מים טהורים:

$$pH = -\log [10^{-7}] = +7$$

באופן דומה ניתן להגדיר:

$$\boxed{pOH = -\log [OH^-]}$$

ובטמפ' החדר עבור מים טהורים:

$$pOH = -\log [10^{-7}] = +7$$

כמו כן תמיד יתקיים:

$$pK_w = -\log K_w = 14 = pH + pOH$$

קבוע הפירוק (הדיסוציאציה) של חומצה



$$K_a = [H^+][A^-]/[HA]$$

חומצות חזקות מתפרקות כמעט לחלוטין ליונים (תגובה שהולכת עד הסוף) בעוד שחומצות חלשות אינן מתפרקות עד הסוף ליונים (תגובת ש"מ). ולכן **Ka קטן** מציין חומצה **חלשה** ו- **Ka גדול** (גדול מ- 10^3) מציין חומצה **חזקה**.

$$pK_a = -\log (K_a)$$

מהגדרה זו נובע כי **pKa גדול** מציין חומצה **חלשה** ו- **pKa קטן** מציין חומצה **חזקה**.

A⁻-נקרא **בסיס צמוד** לחומצה HA. בסיס צמוד של חומצה חזקה יהיה בסיס חלש ובסיס צמוד של חומצה חלשה יהיה בסיס חזק. לדוגמא: HCl היא חומצה חזקה, משמע Cl⁻, הבסיס המצומד הוא בסיסי חלש.

קבוע הפירוק של בסיס

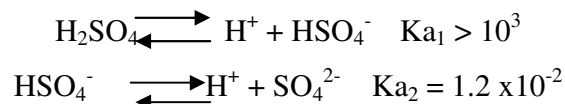
באופן דומה ניתן להגדיר:



חומצות פוליפרוטיות

חומצות המכילות יותר מפרוטון אחד. החומצה הפוליפרוטית מתפרקת בשלבים כאשר עבור כל שלב מוגדר קבוע פירוק משלו.

לדוגמא עבור החומצה H_2SO_4 , יש שני קבועים: הראשון נובע מהחומצה החזקה, והשני חלשה יותר:



בדר"כ $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$

הגדרת חומצות ובסיסים על ידי BRØNSTED-LOWERY:

ברונסטד ולוורי הציעו מודל כללי יותר לפיו: חומצה הינה חומר שתורם פרוטונים ובסיס הוא חומר אשר מקבל פרוטונים.

לדוגמא:



HNO_3 היא חומצה, המים הם בסיס.

זה מסביר בסיסים כמו אמוניה (בסיס חלש):

**טבלה מסכמת בנושא חומציות ובסיסיות של מלחים:**

<u>סוג המלח</u>	<u>דוגמאות</u>	<u>אפיון</u>	<u>pH של התמיסה</u>
קטיון שמקורו בבסיס חזק ואניון שמקורו בחומצה חזקה	KCl , KNO_3 , NaCl , NaNO_3	לא מתנהג כבסיס ולא כחומצה	נייטרלי
קטיון מבסיס חזק ואניון מחומצה חלשה	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, KCN , NaF	אניון מתנהג כבסיס ולקטיון אין השפעה על pH - ה	בסיסי
קטיון מבסיס חלש ואניון מחומצה חזקה	NH_4Cl , NH_4NO_3	קטיון מתנהג כחומצה ולאניון אין השפעה על pH - ה	חומצי
קטיון מבסיס חלש ואניון מחומצה חלשה	$\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$, NH_4CN	קטיון מתנהג כחומצה ואניון מתנהג כבסיס	חומצי אם $K_a > K_b$ בסיסי אם $K_b > K_a$ נייטרלי אם $K_a = K_b$
הקטיון הינו יון מתכתי בעל מטען גבוה ואניון מחומצה חזקה	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, FeCl_3	קטיון ממוים (מוקף במולקולות מים) מתנהג כחומצה ולאניון אין השפעה על pH - ה	חומצי

הגדת החומציות עפ"י לואיס:

חומצה הינה חומר המקבל זוג אלקטרונים **ובסיס** הינו חומר התורם זוג אלקטרונים.
דוגמא: AlCl_3 הינה חומצת לואיס.

בופר/תמיסת מגן- תמיסה שמסוגלת לשמור על pH קבוע בהוספת כמויות קטנות של חומצה או בסיס. ה- pH נשמר קבוע עד גבול מסויים שנקרא "קיבול הבופר". בופר היא תמיסה המכילה בסיס חלש / חומצה חלשה והמלח הצמוד שלה.

קיבול בופר- כמות במולים של חומצה / בסיס הדרושה ע"מ לגרום לשינוי של יחידת pH אחת עבור ליטר תמיסת בופר.

גורמים המשפיעים על חוזק הבופר-

1. ככל שריכוז החומצה/ הבסיס והמלח הצמוד שלה/ גבוה יותר קיבול הבופר גבוה יותר.
2. ריכוז זהה של חומצה/בסיס והמלח שלה- יחס של 1:1 יצור בופר בעל קיבול גבוה.

חישוב ה-pH / pOH עבור בופרים -

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \Rightarrow [H^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$\Rightarrow -\log [H^+] = -\log K_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$\Rightarrow \boxed{pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}}$$

באופן דומה ניתן להראות כי :

$$\boxed{pOH = pK_b + \log \frac{[HA]}{[A^-]}}$$

יצירת בופר ב- pH מסויים :

- א. שימוש בחומצה שה- pKa שלה שווה ל- pH הרצוי והוספת בסיס ביחס של 1:1.
 - ב. שימוש בחומצה שה- pKa שלה לא שווה ל- pH הרצוי והוספת בסיס ביחס של 1:10.
- עבור כל יחידת pH שרוצים להוריד.

[ז"א שעל מנת להוריד ביחידת pH אחת יש להוסיף בסיס ביחס של 1:10 וע"מ להוריד את ה- pH בשתי יחידות נשתמש היחס של 1:100]

בופר חומצי יגן יותר טוב לצד החומצי (השינוי ב- pH בהוספת כמויות זהות של חומצה ובסיס השינוי יהיה קטן יותר עבור הוספת חומצה) ובופר בסיסי יגן יותר טוב לצד הבסיסי.