# الرقم الهيدروجيني

## pH

نظراً لصعوبة التعامل مع الأسس السالبة في تركيز $H_3O^+$ ، فقد تم الاتفاق على التعبير عنه بما يعرف بالرقم الهيدروجيني pH .

الرقم الهيدروجيني: اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$ في المحلول.

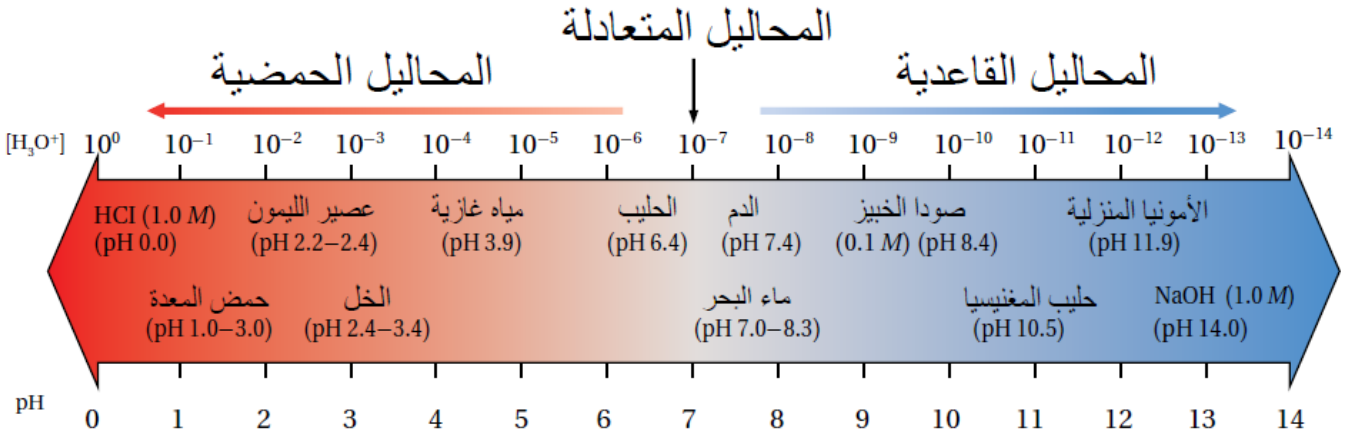
أي أن:

$$pH = - \log [H_3O^+]$$

ومن العلاقة السابقة يمكن اشتقاق العلاقة:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

علاقة الرقم الهيدروجيني بتركيز أيون الهيدرونيوم وتركيز أيون الهيدروكسيد وطبيعة المحلول:




ملاحظات:

1. $\log 1 = 0$ (حفظ).
2. $\log 10 = 1$ (حفظ).
3. إذا كان $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-x}$، فإن $pH = x$
4. وبصورة عامة إذا كان $[H_3O^+] = y \times 10^{-x}$، فإن $pH = x - \log y$

مثال (1):

1- أحدد الرقم الهيدروجيني للمحاليل الآتية:

أ) محلول $H_3O^+$ فيه يساوي $10^{-3}$ M

ب) محلول تركيز $H_3O^+$ فيه يساوي $10^{-12}$ M

2- أستنتج أيّ المحلولين السابقين حمضي وأيهما قاعدي.

1- المحلول (أ) قيمة الرقم الهيدروجيني تساوي (3)، والمحلول (ب) قيمة الرقم الهيدروجيني تساوي (12).

2- المحلول (أ) حمضي، والمحلول (ب) قاعدي.

مثال (2):

أحسب قيمة pH)) لمحلول يبلغ $[H_3O^+]$] فيه 0.02 M علماً أن $\log 2 = 0.3$ .

$$pH = - \log [H_3O^+]$$

$$pH = - \log (2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0.3 = 1.7$$

مثال (3):

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمض النيتريك $HNO_3$ تركيزه 0.25 M علماً أن ($\log 2.5 = 0.4$).

معادلة تأين الحمض:

$$HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

$$[H_3O^+] = [HNO_3] = 0.25 \text{ M} = 2.5 \times 10^{-1} \text{ M}$$

$$pH = - \log [H_3O^+]$$

$$pH = - \log (2.5 \times 10^{-1}) = 1 - \log 2.5 = 1 - 0.4 = 0.6$$

مثال (4):

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمض البيروكلوريك $HClO_4$ تركيزه 0.04 M علماً أن $\log 4 = 0.6$

معادلة تأين الحمض:

$$HClO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + ClO_4^-$$

$$[H_3O^+] = [HClO_4] = 0.04\ M = 4 \times 10^{-2}\ M$$

$$pH = - \log [H_3O^+]$$

$$pH = - \log (4 \times 10^{-2}) = 2 - \log 4 = 2 - 0.6 = 1.4$$

مثال (5):

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول القاعدة هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.02 M

علماً أن $\log 5 = 0.7$

معادلة تأين القاعدة:

$$NaOH \rightarrow H2O\ Na^+ + OH^-$$

$$[OH^-] = [NaOH] = 2 \times 10^{-2}\ M$$

$$[H_3O^+]\ [OH^-] = 1 \times 10^{-14}\ K_w =$$

$$[H_3O^+] = Kw[OH-] = 1 \times 10\text{-}142 \times 10\text{-}2 = 5 \times 10^{-13}\ M$$

$$pH = - \log [H_3O^+]$$

$$pH = - \log (5 \times 10^{-13}) = 13 - \log 5 = 13 - 0.7 = 12.3$$

**مثال (6):**

أحسب $[H_3O^+]$ لعبوة من الخل مكتوب عليها الرقم الهيدروجيني pH يساوي 4 .

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4} = 1 \times 10^{-4}$ M

**مثال (7):**

أحسب $[H_3O^+]$ لعبوة من عصير الليمون مكتوب عليها الرقم الهيدروجيني pH يساوي 2.2

(علماً أن $\log 6.3 = 0.8$)

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2.2} = 10^{(-2.2+3)-3}$

$[H_3O^+] = 10^{0.8} \times 10^{-3} = 6.3 \times 10^{-3}$ M

**سؤال (1):**

أحسب:

1- قيمة pH لمحلول يبلغ $[H_3O^+]$ فيه $3 \times 10^{-4}$ M علماً أن $\log 3 = 0.48$ .

2- قيمة pH لمحلول يبلغ $[OH^-]$ فيه $5 \times 10^{-8}$ M علماً أن $K_w = 1 \times 10^{-14}$ ، $\log 2 = 0.3$).

3- قيمة pH لمحلول حمض الهيدرويوديك HI تركيزه 0.03 M علماً أن $\log 3 = 0.48$ .

4- قيمة pH لمحلول القاعدة هيدروكسيد الليثيوم LiOH تركيزه 0.004 M علماً أن $\log 2.5 = 0.4$ .

5- $[H_3O^+]$ لعينة من عصير البندورة رقمها الهيدروجيني يساوي 4.3 علماً $\log 5 = 0.7$ .

6- $[H_3O^+]$ في محلول قيمة (pH) فيه 3.52 علماً أن $\log 3 = 0.48$ .

7- $[H_3O^+]$ لمحلول رقمه الهيدروجيني $\log 6 = 0.78$ (4.22)

8- $[OH^-]$ لعينة دم إنسان قيمة pH لها $= 0.6 = \log 4$ (7.4)

9- $[OH^-]$ لعينة من عصير برتقال رقمها الهيدروجيني $= 10^{0.2} = 1.6$ (5.8)

## سؤال (2):

كأس تحتوي على 400 mL من الماء النقي، أضيف إليها 0.2 mol من حمض HCl . أحسب التغير الذي طرأ على قيمة pH عند إضافة الحمض إلى الماء النقي (أهمل التغير في الحجم). علماً $\log 5 = 0.7$ .

## سؤال (3):

كأس تحتوي على 250 mL من الماء النقي، أضيف إليها 1.4 g من KOH . أحسب التغير الذي طرأ على قيمة pH عند إضافة القاعدة إلى الماء (أهمل التغير في الحجم). علماً أن $K_w = 1 \times 10^{-14}$ $Mr$ (KOH) = 56 g/mol

## سؤال (4):

قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض (A) تساوي (3)، فإذا كان محلول الحمض (B) أكثر حمضية من محلول الحمض (A) بمئة مرة وحمضية محلول الحمض (C) أقل حمضيةمن محلول الحمض (A) بعشر مرات. فكم قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلولين (B) و (C)؟