المحاليل المنظمة لها أهمية كبيرة في الأنظمة الكيميائية والبيولوجية بحيث تتميز السوائل الحيوية من سائل إلى آخر فمثلا في الدم pH برقم هيدروجيني ثابت ، ففي جسم الإنسان تختلف قيمة الـ تبلغ 7.4 بينما في العصارة المعدية تبلغ 1.5 ، هذه القيم تعتبر مناسبة ومثالية لعمل الإنزيمات وموازنة الضغط الأسموزي. هذه القيم يحافظ عليها غالبا عن طريق المحاليل المنظمة ، وأهم المحاليل المنظمة هي الفوسفات والبيكربونات

** وضع العالمان Henderson–Hasselbalch المعادلة الأساسية التي توضح العلاقة بين ونسبة الحمض والقاعدة المقترنة. وهذه المعادلة لها أهميتها في فهم عمل pH الرقم الهيدروجينى وتحضير المحاليل المنظمة.

** لنفرض أنه يوجد لدينا محلولا من الحمض الضعيف HA فإن هذا يتفكك لدى إذابته في الماء حسب المعادلة كما يلي:

$$HA \rightleftharpoons A^- + H^+$$

حمض قرين ضعيف قاعدة قرينة

وعليه فإن قيمة ثابت التفكك للحمض :

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

للحصول على قيمة pH تفصل $[H^+]$ لوحدها في طرف وتأخذ اللوغارتيم لكل الطرفين الناتجين

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

$$Log[H^+] = \log Ka \quad \frac{[HA]}{[A^-]}$$

وبحسب قوانين اللوغاريتمات نحصل على :

$$Log[H^+] = \log Ka + \log \frac{[HA]}{[A^-]}.$$

ويضرب الطرفين بـ (-)

$$-Log[H^+] = -\log Ka - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

معادلة هندرسون – هاسلبالخ $pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

$$Or \quad pH = pKa + \log \frac{[\text{القاعدة القرينة}]}{[\text{الحمض القرين}]}$$

** ويمكن استخدام المعادلة في حساب الرقم الهيدروجيني إذا عرفت نسبة الحمض إلى القاعدة المقترنة و pK للحمض.

من المعادلة السابقة نجد أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم يعتمد على عاملين هما :

1 – قيمة pK

2 – النسبة بين تركيز الحمض والقاعدة المقترنة

سعة المحلول المنظم أو كفاءته (Buffer Solution Capacity)

** تعبر عن مدى مقاومة المحلول المنظم للتغير في الرقم الهيدروجيني، وتكون أكبر ما يمكن المقترنة مساوية للواحد عندما تكون النسبة بين الحمض والقاعدة.

** من الأمثلة : حمض الخليك (acetic acid CH3COOH) كحمض ضعيف وقاعدته المقترنة هي خلات الصوديوم (sodium acetate CH3COONa)

قوانين pH للمحاليل المنظمة

1- إذا كان الحمض ضعيف وملحه :

$$pH = pKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

حيث : ثابت التأين الحامض pKa =

$$pKa = -\log Ka$$

2- إذا كان القاعدة ضعيفة وملحها :

$$pOH = PKb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

حيث : ثابت تفكك القاعدة pKb =

$$pKb = -\log Kb$$

كيف يعمل المحلول المنظم ؟

الحالة الأولى : دراسة أثر إضافة حمض HCl إلى المحلول المنظم :

1- إضافة HCl يعني إضافة H^+ وبالتالي زيادة تركيز $H3O^+$ في المحلول فيختل الاتزان .

2- وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه سينزاح التفاعل (1) نحو اليسار بتفاعل $H3O^+$ الزائدة مع $^-$ $CH3COO$.

3- نتيجة انزياح التفاعل (1) نحو اليسار سيزول تقريباً أثر الزيادة في تركيز $H3O^+$ الناتجة من إضافة الحمض HCl وبالتالي تبقى قيمة pH للمحلول ثابتة تقريباً .

الحالة الثانية : دراسة أثر إضافة قاعدة NaOH إلى المحلول المنظم :

1- إضافة قاعدة NaOH يعني إضافة OH^- والتي تتفاعل مع H_3O^+ في المحلول فيختل الاتزان .

2- وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه سينزاح التفاعل (1) نحو اليمين بتفكك المزيد من CH_3COOH فيتم تعويض النقص في H_3O^+ فيبقى تركيزها ثابتاً تقريباً ، وبالتالي تبقى قيمة pH للمحلول ثابتة تقريباً .

أهمية المحاليل المنظمة

لوسط التفاعل كثيراً بل تبقى pH يتطلب الكثير من العمليات الكيمائية والحيوية أن لا تتغير قيمة قريبة من قيمة معينة. ومثال ذلك أن الدم في جسم الإنسان لا يمكن أن يقوم بوظيفة نقل الأكسجين إلى الخلايا إلاّ أن تكون قيمة pH = 7.4 فمثلاً : وللمحاليل المنظمة أهمية كبيرة

أ- أن الأنزيمات تحتاج لوسط تكون فيه قيمة pH بنشاط ثابتة تقريباً لتعمل.

ب- معالجة التربة لنمو المحاصيل المختلفة.

ج - معايرة جهاز قياس الأس الهيدروجيني

موضوعات ذات صلة بالمحاليل المنظمة:

المحاليل المنظمة Buffer solutions (1)

اشتقاق قوانين pH للمحاليل المنظمة pH laws for buffer solution (2)