إجابة المحاضرة 13 في الوحدة الأولى الاتزان في المحاليل المائية

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية	
موقع فايلاتي ⇦ المناهج العمانية ⇦ الصف الثاني عشر ⇦ كيمياء ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-10-20 21:28:33	
ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس	المزيد من مادة كيمياء:
إعداد: خالد اليعربي	

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر					
صفحة المناهج العمانية على فيسبوك					

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة كيمياء في الفصل الأول	
إجابة المحاضرة 12 في الوحدة الأولى الاتزان في المحاليل المائية	1
الاختبار القصير الأول في وحدة الاتزان في المحاليل المائية	2
نموذج إجابة الاختبار القصير الأول من أكاديمية النخبة نموذج رابع	3
نموذج إجابة الاختبار القصير الأول من أكاديمية النخبة نموذج ثالث	4
نموذج إجابة الاختبار القصير الأول من أكاديمية النخبة نموذج ثاني	5

اجابة المحاضرة 13

13/10/2025

chem12.h30

هيدرونيوم

كيمياء

12

الفصل الدراسي الأول

2025 - 2026

أ/ خالد اليعربي

Mr. Khalid Alyarubi

9923 7951

الوحدة الأولى

الاتزان في المحاليل المائية

1. الأحماض والقواعد.
2. الأحماض والقواعد القوية والضعيفة.
3. ثابت تأين الماء K_w وحسابات الرقم الهيدروجيني pH.
4. ثابت تأين الأحماض الضعيفة K_a والقواعد الضعيفة K_b
5. معايرة الأحماض والقواعد.
6. الاتزان والذوبانية.
7. المحاليل المنظمة.

MR.Alyarubi

alyarubichemistry12
esrar_academyom
chem12.h30

تأثير الأيون المشترك على ذوبانية الأملاح

إذا تمت إضافة كلوريد الصوديوم إلى محلول يحتوي على كلوريد الرصاص (II) شحيح الذوبان، يكون أيون الكلوريد (Cl^-) هو الأيون المشترك.

ويعمل الأيون المشترك Common ion على تقليل ذوبانية الملح شحيح الذوبان ويعرف ذلك بتأثير الأيون المشترك effect Common ion، الذي يؤدي في الغالب إلى حدوث ترسيب.

وكمثال على تأثير الأيون المشترك، يمكن ملاحظة ما يحدث عند إضافة محلول من كلوريد الصوديوم إلى محلول مشبع من كلوريد الفضة، فيترسب كلوريد الفضة.

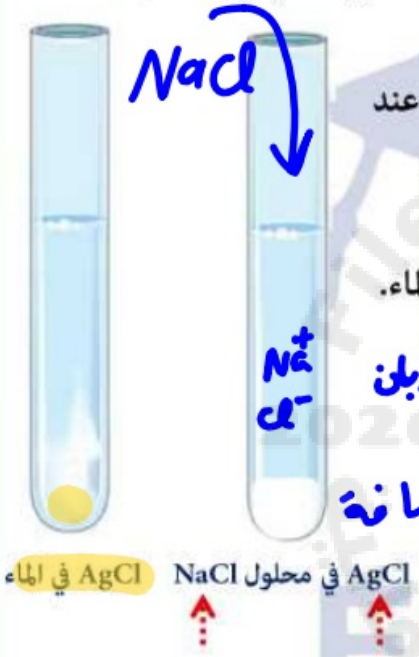
لماذا يحدث هذا؟ في محلول مشبع من كلوريد الفضة في الماء.

لتفسير ذلك ادرس معادلة الاتزان الآتية:

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

عند إضافة محلول من كلوريد الصوديوم

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



نلاحظ ما يلي

- يكون أيون الكلوريد مشتركًا بين المركبين كلوريد الصوديوم وكلوريد الفضة.
- تؤدي إضافة أيونات الكلوريد إلى انزياح موضع الاتزان نحو اليسار وفق مبدأ لوشاتيلييه، فيترسب كلوريد الفضة.

لقد أدّت إضافة الأيون المشترك (Cl^-)، إلى تقليل ذوبانية كلوريد الفضة؛ فقد تم تجاوز قيمة ثابت حاصل ذوبانيته؛ فعندما أصبحت قيمة $[Ag^+][Cl^-]$ أكبر من قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة، تكوّن راسب.

معلومات تهمك

- تذكّر أن ثابت حاصل الذوبانية مرتبط فقط بالأملاح شحيحة الذوبان. ولا يمكن استخدام هذا المفهوم للأملاح التي تذوب، مثل كلوريد الصوديوم. وتذكّر أن الأملاح تامة الذوبان تتضمن أملاح عناصر المجموعة (I)، أملاح النترات (NO_3^-) والأمونيوم (NH_4^+) جميعها، والكثير من الكبريتات. كما أن الهاليدات تذوب بشكل عام باستثناء هاليدات الرصاص (II)وهاليدات الفضة.
- إن ذوبانية مركب أيوني موجود في محلول مائي يحتوي على أيون مشترك تكون أقل من ذوبانيته في الماء.

الأيون المشترك Common ion

هو أيون يدخل في تركيب مادتين مختلفتين (حمض ضعيف وملح، أو قاعدة ضعيفة وملح، أو ملح تام الذوبان وملح شحيح الذوبان)، وينتج من تأينهما.

تأثير الأيون المشترك Common ion effect

هو التقليل من ذوبانية ملح ذائب عن طريق إضافة مركب يمتلك أيونًا مشتركًا مع الملح الذائب.

"المستقبل لا ينتظر... بل يُصنع."

alyarubichemistry12
esrar_academyom

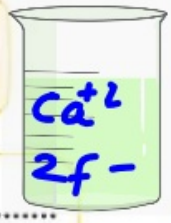
Practice

تدريب

يعد فلوريد الكالسيوم (CaF_2) ، من الأملاح شحيحة الذوبان في الماء عند درجة حرارة 298K. إذا علمت أن قيمة ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} له تساوي $4.5\times10^{-11}\ mol^3/L^3$.

أ) احسب ذوبانية الملح بوحدة mol/L في الماء عند درجة الحرارة نفسها.

المطلوب هو S "mol/l"



الحل

$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$

$K_{SP} = 4.5\times10^{-11}\ mol^3/L^3$ — 1 mol — 2 mol

S — 2S

$K_{sp} = [Ca^{+2}][F^-]^2$

$4.5\times10^{-11} = [S][2S]^2 \rightarrow 4.5\times10^{-11} = [S][4S^2]$

$4.5\times10^{-11} = 4S^3 \rightarrow S^3 = \frac{4.5\times10^{-11}}{4}$

$S^3 = 1.125\times10^{-11} \rightarrow S = 2.24\times10^{-4}\ mol/l$ ★★

ب) احسب ذوبانية الملح CaF_2 في محلول فلوريد الصوديوم NaF، تركيزه 0.025mol/l.

$2F^- = 0.025$

أيون مشترك فقط

الحل

$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$

$NaF \rightarrow Na^+_{(aq)} + F^-$

0.025M ← المصدر الوحيد — 0.025M

لتعيين الأيون المشترك

ملح تام الانشقاق NaF هو

$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2$

$4.5\times10^{-11} = [S][0.025]^2$ ★★

$\therefore S = \frac{4.5\times10^{-11}}{(0.025)^2} = 7.2\times10^{-8}\ mol/l$ نقل الذوبانية

ج) ماذا تستنتج من حساب الذوبانية في الجزئيتين (أ) و (ب)؟

الحل

نستنتج ان الذوبانية تقل بسبب وجود ايون مشترك هو "F-"

"لا تدع الظروف تقرر مصيرك... أنت من ترسم اتجاهك."

alyarubichemistry12
esrar_academyom

H.W

واجب

اختبر نفسك

1 أي من القيم أدناه هي القيمة العددية الصحيحة لثابت حاصل الذوبانية لكبريتيد البيزموث Bi_2S_3 علما أن ذوبانية Bi_2S_3 تساوي $3.6 \times 10^{-8}\ mol/L$.

$K_{sp} = [Bi^{+3}]^2 [S^{-2}]^3$

$Bi_2S_3 \rightleftharpoons 2Bi^{+3} + 3S^{-2}$

اختر

أ) 6.53×10^{-36}
ب) 1.30×10^{-39}
جـ) 7.77×10^{-15}
د) 4.35×10^{-36}

2 أي الاملاح التالية أكثر ذوبانية في الظروف القياسية:

صنايوجد فكرة بجب الذر

اختر

كانت رسته فطا الطلاب 90%

	الملح	K_{sp}
أ	ZnS	1.6×10^{-25}
ب	$Al(OH)_3$	3×10^{-34}
جـ	CoS	3×10^{-26}
د	HgI_2	2.9×10^{-29}

mol^2/L^2 ← $\times$
mol^4/L^4
mol^2/L^2
mol^3/L^3

اذا اختلفت الوحدة ل Ksp وكان السؤال عن الذوبانية
يجب هنا حساب الذوبانية خطيررررررر

S ونروح نطلع

لو كانت الوحدة متشابهة صار نبدي الـ Ksp الذوبانية بـ Ksp طردية

alyarubichemistry12
esrar_academyom
قدرات عليب

3 يمتلك كروميت أو كرومات (III) النحاس (II) ($Cu_2Cr_2O_5$) ذوبانية في الماء تساوي 1.9×10^{-3} mol/L ويمتلك كبريتات النحاس (II) المائية ($CuSO_4.5H_2O$) ذوبانية في الماء تساوي 1.3 mol/L. ما الذي ستلاحظه عند إضافة 10 mL من محلول كبريتات النحاس (II) المائية إلى حجم مماثل من محلول مشبع من كروميت النحاس (II).

الحل

المعطيات : $[Cu_2Cr_2O_5] = 1.9 \times 10^{3}$ mol/L , $[CuSO_4.5H_2O] = 1.3$ mol/L

$$Cu_2Cr_2O_5 \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + Cr_2O_5^{-4}{}_{(aq)}$$

$$CuSO_4.5H_2O \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}.5H_2O_{(l)}$$

أيون مشترك

بسبب تأثير الأيون المشترك ∴ التفاعل يسير في الاتجاه العكسي لترسيب $Cu_2Cr_2O_5$

لذا يجب حساب الذوبانية المولارية بعد الإضافة

$$K_{sp} = [Cu^{2+}]^2 [Cr_2O_5^{-4}]$$

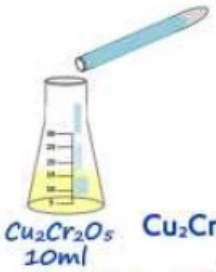
$$2.743 \times 10^{-8} = [0.65]^2 [5]$$

الذوبانية المولارية = 6.49×10^{-8} mol/L

نلاحظ: قلت الذوبانية من 1.9×10^{-3} mol/L إلى 6.44×10^{-8} mol/L

يترسب كروميت النحاس II $Cu_2Cr_2O_5$ ويكون راسب

$\therefore Q_{sp} > K_{sp}$



1- نحسب $Cu_2Cr_2O_5$ ∫ Ksp

$$Cu_2Cr_2O_5 \rightleftharpoons 2Cu^{+2}_{(aq)} + Cr_2O_5^{-4}{}_{(aq)}$$

$$(2 \times 1.9 \times 10^{-3})\ (1.9 \times 10^{-3})$$

$$K_{sp} = [Cu^{+2}]^2\ [Cr_2O_5^{-4}]$$

$$K_{sp} = [2 \times 1.9 \times 10^{-3}]^2\ [1.9 \times 10^{-3}]$$

$$K_{sp} = 2.743 \times 10^{-8}\ mol^3/L^3$$

$V_2 = 20$ml بعد الإضافة

$$CuSO_4.5H_2O \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)} + 5H_2O_{(l)}$$

$$[Cu^{2+}] = M_1 \times \frac{V_1}{V_2} = 1.3 \times \frac{10}{20}$$

$$= 0.65\ mol/L$$

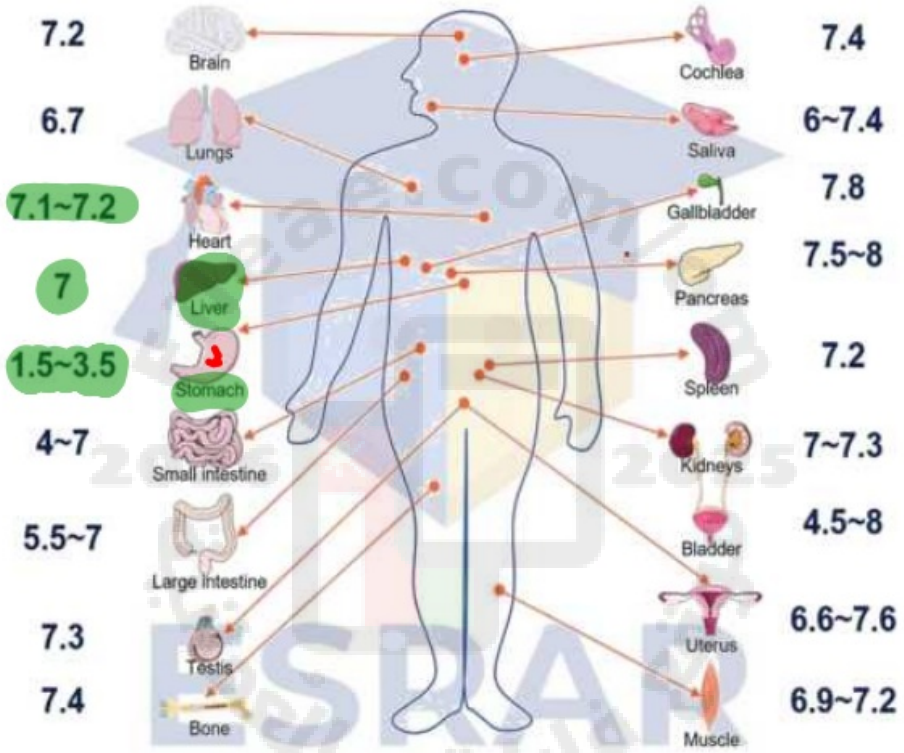
ويصبح هو التركيز الأساسي لـ Cu^{2+}

alyarubichemistry12
esrar_academyom

(7-1)

المحاليل المنظمة

أن التحكم في قيمة pH في حدود ضيقة غاية في الأهمية وتتطلب إجراء العديد من العمليات الكيميائية سواء في الأنظمة الحيوية أم التطبيقات الصناعية.



فكر ؟؟؟

ما تتوقع أن يحدث لقيمة للعصارة المعدية عند تناولك كأسًا من عصير الليمون؟

لعلك تعتقد أن قيمة pH للعصارة المعدية ستقل وذلك نتيجة لإضافة عصير الليمون، ولكن ما يحدث في المعدة أن قيمة pH للعصارة المعدية لا تقل إلا بمقدار ضئيل جدًا يكاد لا يذكر، وذلك لأن الله جلت قدرته مكن المعدة من إفراز الإنزيمات التي تقاوم التغيرات في قيمة pH عند إضافة محاليل حمضية أو محاليل قاعدية لعصارة المعدية، وهذا يسمى بالمحاليل المنظمة Buffer Solution.

عرف المحلول المنظم Buffer Solution؟

المحلول المنّظم Buffer solution

هو محلول يقاوم التغيّر المفاجئ في قيم الرقم الهيدروجيني pH الذي تسببه إضافة كميات صغيرة من حمض قوي أو قاعدة قوية.

مم يتكوّن المحلول المنظم Buffer Solution؟

"Between these pages lies the spark that could ignite your future."

alyarubichemistry12
esrar_academyom

أمثلة على المحلول المنظم

ليست منظم

المحلول المنظم	الصيغة الكيميائية
o حمض الخليك o خلات الصوديوم	CH_3COOH CH_3COONa
o محلول الامونيا o كلوريد الأمونيوم	NH_3 $(NH_4OH)\ NH_4Cl$
o حمض الكربونيك o كربونات الصوديوم الهيدروجينية	H_2CO_3 $NaHCO_3$
o حمض الفورميك o فورمات البوتاسيوم	$HCOOH$ $HCOOK$
o فوسفات الصوديوم ثنائيه الهيدروجين o فوسفات الصوديوم أحاديه الهيدروجين	NaH_2PO_4 Na_2HPO_4

حمض ض + ملحه / قاعدة ض + ملحها

HA و XA^- ، B^+OH^- و BX

تدريب

أي الأزواج الآتية من المحاليل لا تصلح كمحلول منظم؟

اختر

أ) HCN / KCN

ب) H_2CO_3 / $NaHCO_3$ ض.ض وملحه

ج) HCl / $NaCl$ ق.ت وملحها

د) N_2H_5Cl / N_2H_4 ق.ض وملحها

.....

حمض قوي لا يصلح أن يكون محلول منظم HCl

.....

.....

.....

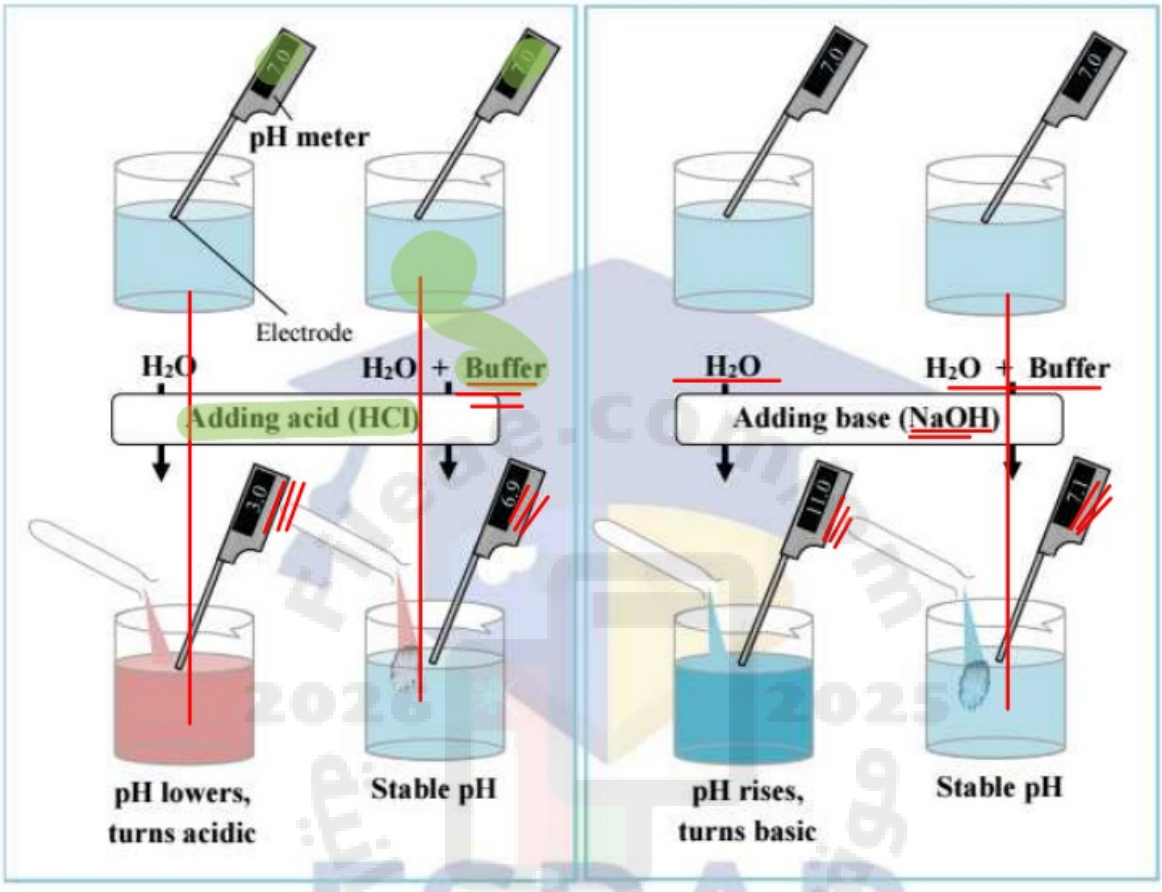
قاعدة $N_2H_4 + H_2O \rightarrow N_2H_5^+ + OH^-$

ملحها $N_2H_5Cl \longrightarrow N_2H_5^+ + Cl^-$

.....

.....

للتعرف على المحاليل التي تقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة كميات قليلة من حمض أو قاعدة إليها قم بتنفيذ الاستكشاف التالي:



نستنتج من الاستكشاف أنه عند إضافة كمية قليلة من محلول حمض قوي HCl إلى المحلول المنظم فإنه يزداد تركيز أيونات H^+ ويقاوم المزيج هذه الزيادة بتفاعل الأيونات السالبة A^- الناتجة من المحلول المنظم مع أيونات H^+ الناتجة من تفكك الحمض القوي مكونة حمض ضعيف التأين

$$H^+ + A^-_{(aq)} \rightleftharpoons HA_{(aq)}$$

وبذلك يقل تأثير H^+ من الحمض المضاف وبالتالي تبقي قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم ثابتة تقريباً.

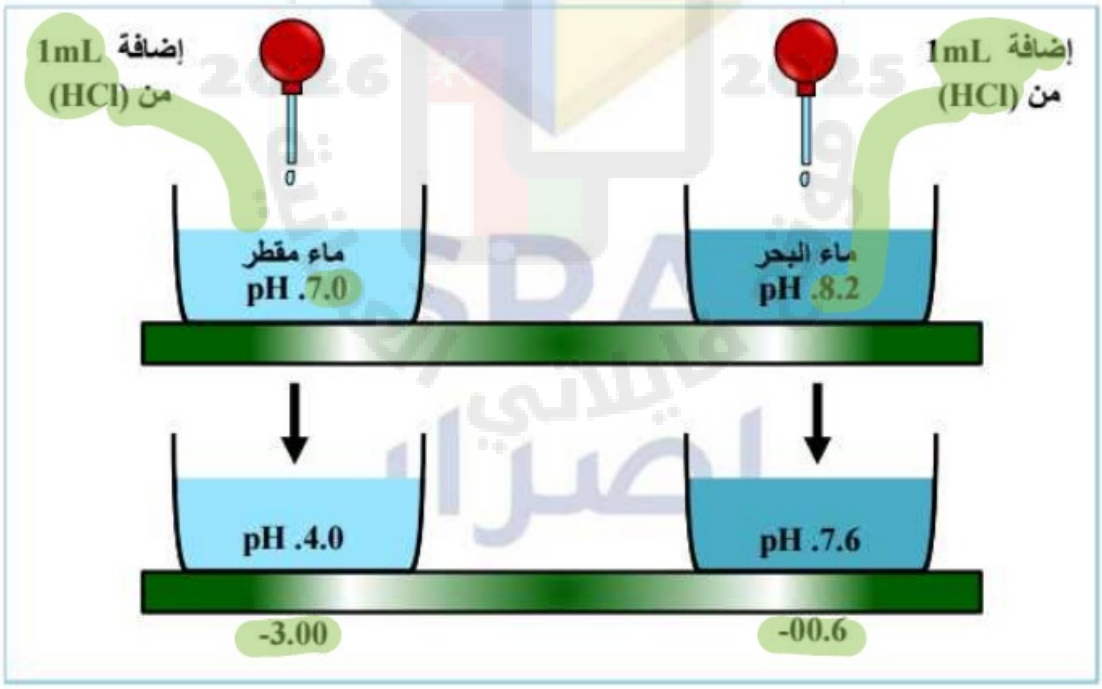
alyarubichemistry12
esrar_academyom

أما عند إضافة كمية قليلة من محلول قاعدي NaOH فإن أيونات OH^- الناتجة من تفكك القاعدة المضافة سوف تتعادل مع أيونات H^+ الناتجة من تأين الحمض الضعيف HA مكونه جزيئات ما ضعيفة التأين:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$$

وبذلك يقل تأثير OH^- من القاعدة المضافة، ويتفكك جزء من الحمض الضعيف لتعويض النقص في أيونات H^+ وبالتالي تبقي قيمه pH للمحلول المنظم ثابتة.

تأمل الشكل التالي الذي يوضح مدي مقاومة ماء البحر والماء التقي للتغير في قيمة الرقم الهيدروجيني عند إضافة كميات قليلة من حمض HCl تركيزه 0.1M أو من إضافة كميات قليلة من قاعدة NaOH تركيزها 0.1M إلى كل منهما عند درجة حرارة 25^oC.



أي المحلولين تتغير فيه الرقم الهيدروجيني pH بمقدار كبير؟ فسر اجابتك.

سوف نجد أن التغير في قيمة pH لمحلول ماء البحر يكون قليلا، والسبب في ذلك يعود إلى وجود أملاح ذائبه فيه تقاوم التغير في قيمه pH التي تلعب دور المحلول المنظم.

ملخص آلية عمل المحلول المنظم

وبذلك يقل تأثير OH^- من القاعدة المضافة وبالتالي تبقي قيمة pH للمحلول المنظم ثابتة.

وعليه يقل تأثير H^+ من الحمض المضاف وبالتالي تبقي قيمة pH للمحلول المنظم ثابتة تقريباً.

"اجعل من كل يوم خطوة نحو هدفك."

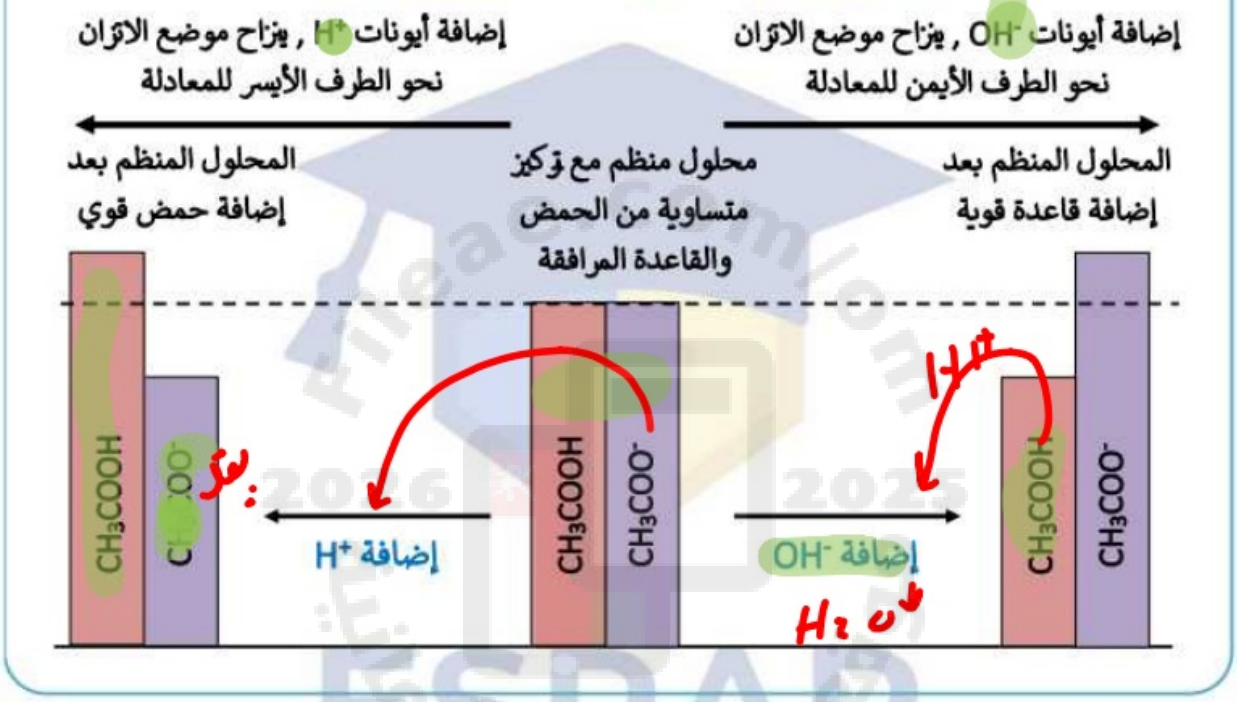
alyarubichemistry12
esrar_academyom

آلية عمل المحلول المنظم

محلول منظم

(CH_3COOH) و (CH_3COONa)

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$



لا يصلح المخلوط المكون من HNO_3 تركيزه 0.1M و KNO_3 تركيزه 0.1M كمحلول منظم. فسر

.....

.....

.....

.....

.....

.....

حساب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول المنظم

محلول منظم حمضي

$$Acid \Rightarrow Salt \Rightarrow H^+$$

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

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

[؟] [التركيز] [التركيز]

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

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

$$pH = pKa + \log_{10} \frac{[\text{الملح } A^-]}{[\text{الحمض } HA]}$$

1- عند إضافة حمض قوي بكمية قليلة إلى المحلول المنظم الحمضي

التفاعل العكسي

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

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{الحمض المضاف } HA +]}{[\text{الحمض المضاف } A^- -]}$$

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

أو

$$pH = pKa + \log_{10} \frac{[\text{الحمض المضاف } A^- -]}{[\text{الحمض المضاف } HA +]}$$

2- عند إضافة قاعدة قوية بكمية قليلة إلى المحلول المنظم الحمضي

التفاعل الأمامي

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

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{القاعدة المضافة } HA -]}{[\text{القاعدة المضافة } A^- +]}$$

$$pH = -\log[H]$$

أو

$$pH = pKa + \log_{10} \frac{[\text{القاعدة المضافة } A^- +]}{[\text{القاعدة المضافة } HA -]}$$

alyarubichemistry12
esrar_academyom

محلول منظم قاعدي

$$Base \Rightarrow S^{+}alt \Rightarrow OH^{-}$$

$$\frac{BOH \qquad B^{+} \times OH^{-}}{BOH \rightleftharpoons B^{+} + OH^{-}}$$

[التركيز] [التركيز] [؟]

$$[OH^{-}] = Kb \frac{[BOH \text{ القاعدة}]}{[B^{+} \text{ الملح}]}$$

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

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = pKa + \log 10 \frac{[BOH \text{ القاعدة}]}{[B^{+} \text{ الملح}]}$$

الحمض المرافق

1- عند إضافة حمض قوي بكمية قليلة إلى المحلول المنظم قاعدي

التفاعل الأمامي

$$BOH \rightleftharpoons B^{+} + OH^{-}$$

$$[OH^{-}] = Kb \frac{[BOH - \text{الحمض المضاف}]}{[B^{+} + \text{الحمض المضاف}]}$$

$$pOH = -\log[H^{-}]$$

$$pH = 14 - pOH$$

أو

$$pH = pKa + \log 10 \frac{[BOH - \text{الحمض المضاف}]}{[B^{+} + \text{الحمض المضاف}]}$$

2- عند إضافة قاعدة قوية بكمية قليلة إلى المحلول المنظم قاعدي

التفاعل العكسي

$$BOH \rightleftharpoons B^{+} + OH^{-}$$

$$[OH^{-}] = K_b \frac{[BOH + \text{القاعدة المضافة}]}{[B^{+} - \text{القاعدة المضافة}]}$$

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

$$pH = 14 - pOH$$

أو

$$pH = pKa + \log 10 \frac{[BOH + \text{القاعدة المضافة}]}{[B^{+} - \text{القاعدة المضافة}]}$$

تدريب 1

إذا كان لديك محلولان أحدهما لحمض ضعيف HA وقيمة $K_a=6.2\times10^{-5}$ والمحلول الأخر لملح NaA والمطلوب:

أ) حساب قيمة pH عند خلط المحلولان لتكوين محلول منظم، علمًا بأن تركيز الحمض والملح يساوي كل منهما 0.1M.

الحل

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

0.1M 0.1M ?

$pK_a = -\log 6.2\times10^{-5}$

$pK_a = 4.2$

$pH = pK_a + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$

$[H^+] = K_a \frac{[\text{حمض}]}{[\text{ملح}]} \rightarrow [H^+] = 6.2\times10^{-5} \times \frac{0.1}{0.1}$

$pH = 4.2 + \log \frac{0.1}{0.1}$

$[H^+] = 6.2\times10^{-5}\ mol/L$

$pH = 4.2$

$pH = -\log = 6.2\times10^{-5} = 4.2$

ب) حساب قيمة التغير في pH للمحلول المنظم عند إضافة 0.01mol من حمض HCl إلى 1L من المحلول المنظم.

الحل