

تمرين 1 ص 99

١) اجب بـ صحيح او خطأ:

أيكون محلها قاعدها اذ

أ) يكون محلول قاعدياً إذا كان: $pH > -\sqrt{\log k_e}$

بـ) تكتب العلاقة التي تربط pH محلول حمض HA بثابتة الحمضية pk_A للمزدوجة $A^- HA / A^{(aq)} A^{(aq)}$ على الشكل :

$$pkA = pH + \log \frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}}$$

ج) يكون $pH = 8$ محلول حمض الكلوريد里ك ذي الترکیز: $c = 10^{-8} mol/l$

- $pK_A = 14$ هي ثابتة الحمضية للمزدوجة H_3O^{+} (aq)

هـ) تكون قاعدة أقوى كلما كانت ثابتة الحمضية الموافقة أكبر.

. **pH > pk_A** إذا كان حمض مهيمناً

تصحیح

$$pH > \frac{pk_e}{2} \iff pH > -\frac{1}{2} \log k_e \iff \text{صحيح} \quad pH > -\sqrt{\log k_e}$$

أ يكون محلول قاعدياً إذا كان:

ب) تكتب العلاقة التي تربط pH محلول حمض HA بثابتة الحموضة pk_A للمزدوجة H^-A^- على الشكل :

$$pH = pK_A + \log \frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}}$$

الصواب \Leftarrow خطأ

ج) يكون $pH = 8$ محلول حمض الكلوريديك ذي التركيز: $c = 10^{-8} \text{ mol/l}$ هو خطأ.

٤) ثابتة الحمضية للمزدوجة $pK_A = 14 \cdot H_3O^+ / H_2O$ هي:

خطأ) تكون قاعدة أفقية كلما كانت ثابتة الحمضية المعرفة أكملت

و) يكون النوع الحمضي لمزدوجة قاعدة/حمض مهيمنا إذا كان $pH > pk$. خطأ

تمرین 2 ص 99

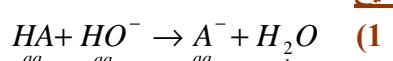
نعتبر معايرة حمض HA تركيزه c_A وثابتة حمضيته ب محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه c_B .

١) اكتب معادلة تفاعل المعايرة وأعط تعبير ثابتة التوازن .

(2) عرف تكافؤ هذه المعايرة.

٣) ما العلاقة التي يمكن كتابتها عند التكافؤ؟

تصحیح



$$K = \frac{[A^-]}{[HA][HO^-]}$$

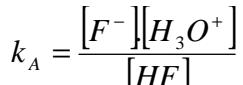
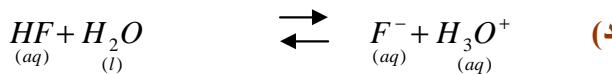
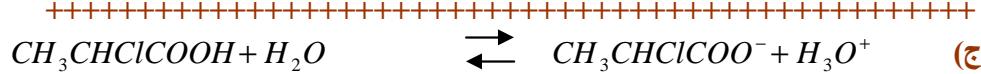
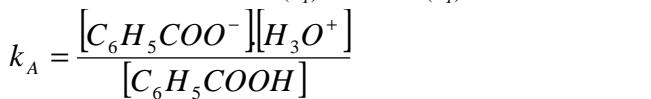
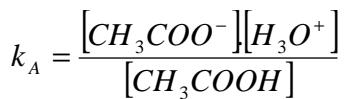
ثابتة التوازن:

(2) عند التكافؤ تكون:

++

$$c_A v_A = c_B v_{B_e} \quad (3)$$

تمرین ۳ ص ۹۹



تمرين 6 ص 99

نحصل على ثلاثة محليل A ، B و C بذابة ، على التوالي ، حمض البنزويك C_6H_5COOH وحمض الفورميك $HCOOH$ وحمض البروبانويك C_2H_5COOH في الماء بالتركيز نفسه .

(أ) أقرن كل محلول ، مثلاً جوابك ، بال: pH الموافق له .

(ب) عين نسبة التقدم النهائي : τ الموافقة لكل تفاعل .

.3,4 • 3,1 • 2,1: pH

.0,125 • 0,079 • 0,037 : τ

$$pK_A(C_6H_5COOH / C_6H_6COO^-) = 4,2$$

$$pK_A(HCOOH / HCOO^-) = 3,75$$

$$pK_A(C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-) = 4,9$$

صحيح

**أ) كلما كان الحمض أقوى كلما كانت pK_A صغيرة ، و كلما كان تفككه في الماء أكبر .
و كلما كان التفكك أكبر كلما كان تركيز الأيونات $[H_3O^+]$ أكبر . وكلما كان pH أصغر .**

إذن كلما كان pK_A صغيراً كلما كان pH أصغر. ومنه نستنتج:

3,4	3,1	2,1	PH
C_2H_5COOH	C_6H_5COOH	$HCOOH$	المحلول الموافق
4,9	4,2	3,75	pK_A

(ب) كلما كان الحمض أقوى كلما كانت نسبة تقدمه النهائي أكبر. و كلما كانت p_k صغيرة.
اذن : كلما كانت τ كبيرة كلما كانت p_k صغيرة.

3,4	3,1	2,1	τ
$HCOOH$	C_6H_5COOH	C_2H_5COOH	المحلول الموافق
3,75	4,2	4,9	pK_A

تمرين 7 ص 99

يتفاعل الأمونيا NH_3 جزئياً مع الماء.

لتحديد التركيز c_B لمحلول الأمونياك ، تأخذ منه عينة حجمها $v_B = 20ml$ ونضيف إليه بعض قطرات أحمر المثيل ، ثم نضيف تدريجياً محلول حمض الكلوريديريك ذي التركيز $c_A = 5.10^{-3} mol/l$ إلى أن يحدث انعطاف أحمر المثيل .

نعلم التكافؤ عند إضافة الحجم

- 1- أُعطِ لائحة المعدات الالزامـة لإنجـاز هـذه المـعايـرة.
 - 2- اكتـب مـعـادـلـة تـفـاعـلـ المـعاـيـرة.

٣- احسب التركيز .

تصحیح

- 1 جهاز PH ميتر - كأس ساحة مد

٢) معادلة تفاعل المعايرة :



$$c_B = \frac{c_A \cdot v_{AE}}{v_B} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 12}{20} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 3 \text{ m.mol/l} \Leftrightarrow c_A v_{AE} = c_B v_B$$

(3) من خلال علاقه التكافؤ :

تمرين 8 ص 100

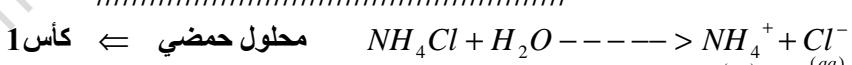
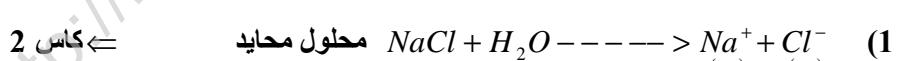
تحتوي خمسة كؤوس ، على الحجم V نفسه من محليل مختلف لها نفس الترسيز $c = 10^{-2} \text{ mol/l}$.
المحاليل ، نقيس الـ pH مع ترقيم الكؤوس من 1 إلى 5 وندون النتائج في الجدول التالي:

5	4	3	2	1	رقم الكأس
12	11,3	10,6	7,0	5,6	pH

د تم تحضير كل محلول بإذابة أحد الأنواع الكيميائية التالية في الماء :

كلورور الصوديوم $NaCl$ ، **كلورور الأمونيوم** NH_4Cl ، **الأمونياك** NH_3 ، **مثيل أمين** CH_3NH_2 .

- (1) اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث مع الماء عند كل تحضير.
 (2) تعرف معلنا جوابك على محلول الموجود في كل كأس.



$$\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{HO}^-$$

$$\text{لأن } [HO^-] = c \text{ : من خلال الجداء الايوني للماء : } [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ الكأس 5}$$

10

$$\text{محلول مائي لقاعدة تثنين حزئيا في الماء.} \\ CH_2NH_2 + H_2O \longrightarrow CH_2NH_3^+ + HO^-$$

$$\text{محلول مائي لقاعدة تثنين حزئيا في الماء.} \quad NH_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_3^+ + HO^-$$

CH_3NH_2 مثيل أمين قاعدة أقوى من الأمونياك يكون تفككها في الماء أكبر إذن $[H_3O^+]$ أكبر وتركيز $[HO^-]$ أصغر يعني PH

كبير ومنه الكأس.

3. والأمونياك في الكاس

اللحوظة: هذا التمرين ينقصه من المعطيات ما يلى :

نعطي بالنسبة للمزدوجتين :

$$pk_{A(NH_4^+ / NH_3)} = 9,2 \quad , \quad PK_{A(CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2)} = 10,7$$

ونعلم بأنه كلما كان pK_A كبيرا كلما كانت القاعدة قوية ومنه المثيل أمين قاعدة أقوى من الأمونياك.

تمرین ۹ ص ۱۰۰

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الفورميك $HCOOH$ تركيزه: $c = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$
 نقيس pH لهذا محلول عند درجة الحرارة 25°C فتجد: $pH = 2,65$

- 1- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند إذابة هذا الحمض في الماء .
 - 2- حدد التراكيز المولية الفعلية للأنواع المتواجدة في محلول المحمض.
 - 3- استنتر-حسم قمة ثالثة الحمضية K_3 للمنزدة حدة

- ٢٣ استنتاج قيمة شائكة الحاضرة K_k والثانية K_{k+1} المذكورة .

- 3- استنتاج قيمة ثابتة الحمضية k_A والثابتة pK_A للمزدوجة

- 4- نمزج محلول حمض الفورميك ومحلول ميثانوات الصوديوم، ونقيس pH الخليط فتحصل عند $pH = 6,5$ على $25^{\circ}C$. عين معللاً جوابك النوع الكيميائي للمهيمين للمزدوجة قاعدة/حمض في هذا الخليط.

A decorative horizontal border consisting of a repeating pattern of blue asterisks (*).

تصحیح:



(2) الأنواع المتواجدة هي : $HCOOH$ ، HO^- ، H_3O^+ ، $HCOO^-$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,65} = 2,24 \cdot 10^{-3} mol/l \Leftarrow pH = 2,65$$

بما أن:

بما أن:

ومن خلال علاقة الجداء الايوني للماء:

من خلال جدول التقدم:

$HCOOH + H_2O$ $\xrightarrow{(aq)}$	$HCOO^- + H_3O^+$ $\xleftarrow{(aq)}$		
cV	بوفرة	0	الحالة البدئية
$cV - x_f$	بوفرة	x_f	الحالة النهائية

لہذا:

$$[HCOO^-] = 2,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad \Leftrightarrow \quad [H_3O^+] = [HCOO^-] = \frac{x_f}{V}$$

ولدينا:

$$[HCOOH] = \frac{cV - x_f}{V} = c - \frac{x_f}{V} = c - [HCOO^-] = 3.10^{-2} - 2,24 \cdot 10^{-3} = 2,776 \cdot 10^{-2} \approx 2,78 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$k_A = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{(2,24 \cdot 10^{-3})^2}{2,78 \cdot 10^{-2}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ دینی (3)}$$

$$pk_A = -\log k_A = 3,74$$

$pH = 6,5$: في هذه الحالة (4)

$$\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 10^{pH - pK_A} \Leftrightarrow pH - pK_A = \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} \Leftrightarrow pH = pK_A + \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} \quad : \text{ولدينا}$$

$$\text{نوع المهيمن هو } HCOO^- \Leftrightarrow \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 10^{6.5-3.74} \approx 575$$

تمرین 10 ص 100

فينولات الصوديوم C_6H_5ONa مركب أيوني كثير الذوبان في الماء.

١) اكتب معادلة تفاعل ذوبانه في الماء.

٢) علل الميزة القاعدية للمحلول المحصل ، باستعمال معادلة تفاعل الأيون $C_6H_5O^-$ مع الماء.

نقيس pH محلول مانى لفينولات الصوديوم، فتجد $pH = 11,3$.

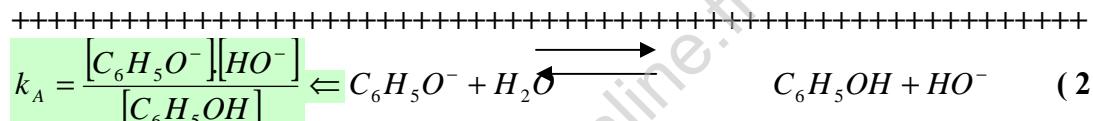
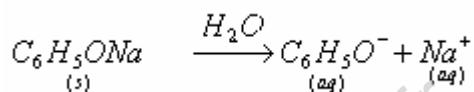
أ) ما هو النوع المهيمن للمزدوجة في هذا المحلول؟

ب) احسب النسبة

ج) حدد قيمة ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة هذا التفاعل عند 25°C بخطي:

$$ke = 10^{-14}$$

تصحیح:
(1)

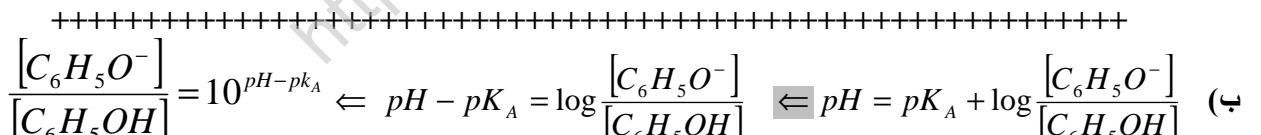


لدينا:

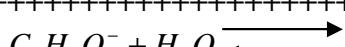
$$pK_{(C_6H_5OH / C_6H_5O^-)} = 10 \quad \text{و} \quad pH = 11,3 \quad \text{مع}$$

$$\frac{[C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} > 1 \iff \log \frac{[C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} > 0 \iff pK_A + \log \frac{[C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} > pk_A \iff pH > PK_A : \text{إذن}$$

نوع المهيمن هو القاعدة $\Leftrightarrow C_6H_5O^-$



$$\text{تركيز القاعدة أكبر من تركيز الحمض حوالي 20 مرات.} \Leftrightarrow \frac{[C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} = 10^{11,3-10} = 10^{1,3} = 19,95 \approx 20$$



(ج)

ثلاثة التوازن المقدمة بمعادلة هذا التفاعل عند 25°C :

$$K = \frac{[C_6H_5OH][HO^-]}{[C_6H_5O^-]} = \frac{[C_6H_5OH][HO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5O^-][H_3O^+]} = \frac{k_e}{k_A}$$

$$k_A = 10^{-pK_A} = 10^{-10} \Leftrightarrow pK_A = 10 \quad \text{ولدينا: } ke = 10^{-14} \quad \text{لدينا:}$$

$$K = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

تمرين 11 ص 100

أحد ضوابط الدم هو المزدوجة : أيون هيدروجينوفوسفات / ثانوي هيدروجينوفوسفات ($H_2PO_4^{2-} / HPO_4^{2-}$) المميزة بالثابتة عند درجة الحرارة $37^\circ C$ يكون pH الدم هو $7,4$. $pK_A = 6,82$

$$(1) \text{ احسب النسبة : } \frac{[H_2PO_4^{2-}]}{[HPO_4^{2-}]}$$

$$(2) \text{ استنتج إذا كان } [H_2PO_4^{2-}] = 0,275 \text{ mol/l}$$

(3) ينتج تفاعل من حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ بالنسبة لكل لتر من الدم .

اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين حمض اللاكتيك والأيونات HPO_4^{2-} .

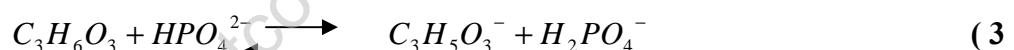
(4) بافتراض أن هذا التفاعل كلي ، حدد تركيز كل من HPO_4^{2-} و $H_2PO_4^{2-}$ ، ثمتحقق من أن قيمة pH الدم تصير قيمته قريبة من $7,2$.

تصحيح:
لدينا: (1)

$$\frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^{2-}]} = 10^{pH - pK_A} = 10^{7,4 - 6,82} = 10^{0,58} \Leftrightarrow pH = pK_A + \log \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^{2-}]}$$

$$\frac{[H_2PO_4^{2-}]}{[HPO_4^{2-}]} = \frac{1}{10^{0,58}} = 0,263 \Leftrightarrow$$

$$[H_2PO_4^{2-}] = 0,263 \times [HPO_4^{2-}] = 0,263 \times 0,275 = 0,0723 \text{ mol/l} \quad (2)$$



(4) لدينا : تركيز حمض اللاكتيك :

$$[C_3H_6O_3] = \frac{0,085 \text{ mol}}{1 \ell} = 0,085 \text{ mol/l}$$

من خلال جدول تقدم التفاعل

$C_3H_6O_3 + HPO_4^{2-} \rightleftharpoons C_3H_5O_3^- + H_2PO_4^-$					
0,085	0,275	0	0	التقدم	الحالة البدنية
0,085-x	0,275-x	x	x	x	حالة التحول
0	0,275 - 0,085	0,085	0,085	0,085	النهاية

$$pH = pK_A + \log \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^{2-}]} = 6,82 + \log \frac{0,19}{0,085} = 7,169 \approx 7,2$$

SBIRO Abdelkrim lycée agricole Oulad –Taima Agadir Maroc

Pour toute observation contactez mon e-mail

sbiabdou@yahoo.fr

تمرين توليفي

نعتبر محلولا S مائياً لحمض الكلوريدريك ذي $pH = 1,7$

(1) احسب c_A تركيز هذا محلول S .

2) ما حجم الماء الذي يجب اضافته الى 10cm^3 من محلول S_1 للحصول على محلول S_1 تركيزه .

$$c_1 = 2.10^{-3} \text{ mol/l}$$

3) نذيب كلية 4g من هيدروكسيد الصوديوم في الماء الخالص فتحصل على $4l$ من محلول S_2 . احسب التركيز c_2 لل محلول S_2 واستنتج قيمة pH هذا محلول.

4) نصف الحجم $v_2 = 100\text{cm}^3$ من محلول S_1 الى $v_1 = 20\text{cm}^3$ من محلول S_2 .

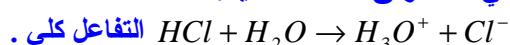
1-4: ما طبيعة محلول الناتج؟ علل جوابك.

2-4: احسب تراكيز الانواع الكيميائية المتواجدة في الخليط ثم استنتاج قيمة pH محلول الناتج.

نعطي الجداء الايوني للماء $K_e = 10^{-14}$ و $M(\text{NaOH}) = 40\text{g/mol}$

اجابة:

1) حمض الكلوريديك يتآكل كليا في الماء وفق المعادلة التالية:



	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$				
$c_A \cdot V$	بوفرة	0	0	القدم	الحالة البدنية
$c_A \cdot V - x_f = 0$	بوفرة	x_f	x_f	x_f	حالة التحول

$$c_A = \frac{x_f}{V} \Leftarrow [\text{HCl}] = \frac{c_A \cdot V - x_f}{V} = c_A - \frac{x_f}{V} = 0 : \text{ عند نهاية التفاعل}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c_A \Leftarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{x_f}{V}$$

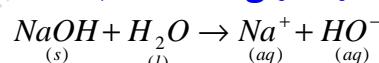
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-pH} = 10^{-1.7} \approx 2.10^{-2} \text{ mol/l}$$

علاقة التخفيف في هذه الحالة تكتب كما يلي: $c_A v_A = c_1 (v_A + Ve)$ ومنه:

$$Ve = \frac{c_A v_A - c_1 \cdot v_A}{c_1} = \frac{2.10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3} - 2.10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2.10^{-3}} = 0,09l = 90\text{cm}^3$$

$$c_2 = \frac{\frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}}{V_s} = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH}) \times V_s} = \frac{4\text{g}}{40\text{g.4l}} = 0,025 \text{ mol/l}$$

بما أن هيدروكسيد الصوديوم يتآكل كليا في الماء وذلك وفق المعادلة التالية:



من خلال جدول التقدم لدينا :

	$\text{NaOH}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$				
$c_2 \cdot v_2$	بوفرة	0	0	القدم	الحالة البدنية
$c_2 \cdot v_2 - x_f = 0$	بوفرة	x_f	x_f	x_f	حالة التحول

$$c_2 = \frac{x_f}{v_2} \Leftarrow [\text{NaOH}] = \frac{c_2 \cdot v_2 - x_f}{v_2} = c_2 - \frac{x_f}{v_2} = 0 : \text{ بما أن التفاعل كلي}$$

$$[\text{HO}^-] = c_2 \Leftarrow [\text{HO}^-] = \frac{x_f}{v_2}$$

ومن خلال جدول التقدم :

$$\text{pH} \text{ وباستعمال علاقة الـ: } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{c_2} \Leftarrow [\text{HO}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log \frac{10^{-14}}{c_2} = 14 + \log c_2 = 14 + \log 0,025 \approx 12,4$$

لدينا 4-1)

$$n(H_3O^+) = c_A v_A = 2.10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 2.10^{-4} mol$$

$$n(OH^-) = c_2 v_2 = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-4} mol$$

إذن: $n(OH^-) > n(H_3O^+)$ وبالتالي المحلول قاعدي

$$[OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-3} mol/l \quad (2-4) \text{ استعمل جدول التقدم}$$
$$[H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-12} mol/l$$

يتبع إن شاء الله

SBIRO abdelkrim