

التوازن الكيميائي

الوحدة 4

التمرين 01 :

- نحضر 100mL من محلول كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 أ/ اكتب معادلة تفاعل غاز HCl مع الماء ثم اكتب الثنائيات (أساس / حمض) الداخلة في هذا التفاعل .
 ب/ عين pH المحلول باعتبار التفاعل تاما .
 ج/ نضيف للمحلول السابق 50mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي $C_b = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - اكتب معادلة تفاعل شوارد الهيدروكسيد HO^- مع شوارد الأكسونيوم (الهيدرونيوم) H_3O^+
 - أحسب pH المزيج باعتبار التفاعل تام .

التمرين 02 :

- 1 - حمض الميثانويك، المعروف عادة باسم حمض النمل، هو سائل شفاف يفرزه النمل.
 نقيس الـ pH لـ 10mL من محلول حمض النمل، ذي التركيز $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ، فيشير مقياس الـ pH إلى القيمة 2,9 .
 1- اكتب معادلة التفاعل حمض-أساس بين الحمض و الماء .
 2- عين كمية المادة الابتدائية لحمض النمل و أنجز جدول التقدم للجملة الكيميائية .
 3- عين التركيز المولي النهائي للمحلول بشوا رد الهيدرونيوم (الأكسونيوم) .
 4- عين التقدم النهائي للتفاعل و استنتج نسبة تقدمه النهائي . تعطى الثنائية حمض/أساس: $\text{HCO}_2\text{H} / \text{HCO}_2^-$

التمرين 03 :

- 2 -I- نمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته :

$$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

 1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشتد .
 2- اكتب الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .
 3 - اكتب عبارة ثابت التوازن (K) الموافق للتفاعل الكيميائي السابق .
 II- نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100\text{mL}$ ، وتركيزه المولي $C = 2,7 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{L}$ ،
 وقيمة الـ PH له في الدرجة 25°C تساوي 3,7
 1- استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك .
 2- إنشء جدولاً لتقدم التفاعل ، ثم أحسب كلا من التقدم النهائي x_f والتقدم الأعظمي x_{max} .
 3- أحسب قيمة النسبة النهائية (τ_f) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟
 4- أحسب أ- التركيز المولي النهائي لكل من $(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و (CH_3COOH) .
 ب) قيمة PK_a للثنائية $(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-)$ ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي . برر إجابتك

التمرين 04 :

- $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} / \text{L}$ $V = 100\text{mL}$
 $G = 1,92 \times 10^{-4} \text{ S}$ $k = 1,2 \times 10^{-2} \text{ m}$
 1
 2
 3
 4
 : σ
 : k G
 $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ $[\text{H}_3\text{O}^+]$
 $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ k G () $[\text{H}_3\text{O}^+]_f$ /
 . PH /

5 $C [H_3O^+]_f () Q_{rf}$

6 $\lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1} \cdot (CH_3COOH / CH_3COO^-)$ pK_a Q_{rf}

التمرين 05 :

I $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ $C_6H_5 - COOH$ (S_1) 1

$\sigma = 0,86 \times 10^{-2} \text{ S/m}$ 25°C 2

(S_1) 3

$: C_6H_5 - COO^-$ H_3O^+

$() \lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ $\lambda_{C_6H_5 - COO^-} = 3,24 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ 4

τ_{1f} 5

$\cdot K_1$

$pH = 3,2$ $C_1 = C_2$ (HA) (S_2) II

τ_{2f} 1

$\cdot \tau_{2f}$ τ_{1f} 2

التمرين 06 :

(mol.L^{-1}) C CH_3COOH 1

$C(\times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1})$ 17.8 8.77 1.78 1.08 2

$\tau (\times 10^{-2})$ 1.0 1.4 3.1 4.0 3

$A = \frac{1}{C} (L.\text{mol}^{-1})$ 4

$B = \frac{\tau^2}{1 - \tau}$ 4

(C) τ $[H_3O^+]$ (K_a)

$K_a = \frac{\tau^2 \cdot C}{1 - \tau}$:

$A = f(B)$ $/$ $/$

(CH_3COOH / CH_3COO^-) K_a $/$

التمرين 07 :

$C_3H_6O_2$ $n_0 = 0,1 \text{ mol}$

S_0 $V_0 = 500 \text{ mL}$

$C = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ S S_0

$pH = 3,8$; $\sigma = 6,20 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}$: 25°C S pH . $V = 1 \text{ L}$

$\lambda_{H_3O^+} = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ S.m/mol}$; $\lambda_{C_3H_6O^-} = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ S.m/mol}$:

$p = 99\%$; $d = 0,99$; $M = 74 \text{ g/mol}$ /1

$\cdot S_0$ C_0 $\cdot n_0$ 2

$$2.10^{-3} \text{ mol}$$

.S

$$x_f = [H_3O^+]_{eq} \cdot V$$

$$x_f \quad pH$$

6- أوجد العلاقة بين الناقلية σ للمحلول، و الناقلات المولية الشاردية $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{C_3H_5O_2^-}$ ، الحجم V و التقدم x_f

التمرين 08 :

$$n_2 = 5 \text{ mmol } HCOOH$$

$$n_1 = 2,5 \text{ mmol}$$

$$V = 50 \text{ ml}$$

$$\sigma = 0,973 \text{ S/m}$$

$$25^\circ c$$



1

$$X_f = X_{eq} (\quad)$$

2

$$\tau_f \quad X_f$$

3

4

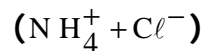
5

$$s.m^2 / mol \quad 25^\circ c$$

$$\lambda_1(HCOO^-) = 5,46 \times 10^{-3} \quad , \quad \lambda_2(CH_3COO^-) = 4,09 \times 10^{-3} \quad , \quad \lambda_3(Na^+) = 5,01 \times 10^{-3}$$

التمرين 09 :

$$C_0 = 10^{-3} \text{ mol/l}$$



$$V_0 = 80 \text{ ml}$$



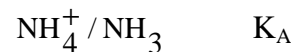
$$. (pH = 5.2) \quad (pH)$$

1

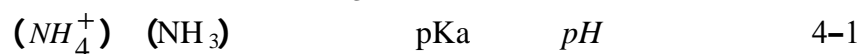
1 1

$$(\quad)$$

2 1



3-1



4-1

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} \quad pKa = 9.2$$

5 1

$$C_1 = 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$(V_1 = 20 \text{ ml}) \quad (S_0)$$

2

-1-2

$$(K) .$$

-2-2

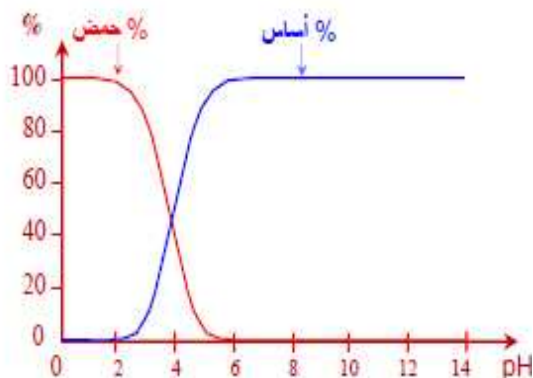
$$pK_e = 14$$



$$K = \frac{K_a}{K_e}$$

3 2

التمرين 10 :



- حمض الميثانويك والذي يسمى حمض النمل عبارة عن سائل حاث (Corrosif) ويوجد طبيعيا في جسم النمل الأحمر. البيان التالي يوضح المنحنيات التي تمثل % للحمض و % للأساس (للتنائية $(HCOOH / HCOO^-)$ بدلالة PH المحلول. 1 - في أي نقطة يكون $PH = PK_a$. برر إجابتك. أستنتج PK_a للتنائية المدروسة.

2. عين PH المحلول من أجل $[HCOOH]_{eq} = 2[HCOO^-]_{eq}$ هل يمكن إيجاد قيمة PH باستعمال العلاقة بين PH و PK_a ؟

التمرين 11 :

- ندرس الثنائية الموافقة لحمض البنزويك

(C₆H₅COOH / C₆H₅COO⁻) يمكن أن نرمز لها (HA/A⁻) حيث pK_a لها 4,2.1- نقيس بواسطة جهاز PH متر PH محلول (S₁) لحمض البنزويك تركيزه المولي C₁ = 0,1 mol.L⁻¹ فنجد PH₁ = 3,1 .
* بين أن حمض البنزويك ضعيف .2- أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء ثم أكتب عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية (HA/A⁻)3- في تجربة أخرى نقيس PH محلول (S₂) لبنزوات الصوديوم C₆H₅COONa⁻ تركيزه المولي C₂ = 10⁻² mol.L⁻¹ فنجد PH₂ = 8,1

4- أكتب معادلة تفاعل شاردة البنزوات مع الماء ثم أعط عبارة ثابت التوازن الموافق لهذا التفاعل .

5- نضيف إلى (S₁) بضع قطرات من محلول الصود (S) فنلاحظ أن PH يصبح 5,2 بين بدون حساب ومن خلال سلم PH ماهي الصفة الغالبة في المحلول .6- بين على سلم لـ pK_a مختلف الثنائيات التي تتدخل في المحلول (S₁) وفي محلول هيدروكسيد الصوديوم .7- أكتب معادلة التفاعل بين المحلول S₁ و محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم أحسب ثابت التوازن الموافق . هل يمكن إعتبار التحول تام ؟

التمرين 12 :

: I

NH₃ ()

- 1

- 2

- 3

: 1 - 3

: 2 - 3

: 3 - 3

: 4 - 3

NH₄⁺ (aq) / NH₃(g)K_A

K

. pK_aV_b = 20mL

pH mètre

pH

- 4

. C_a = 2 . 10⁻² mol / L(H₃O⁺ + Cl⁻)

: 1 - 4

: 2 - 4

: 3 - 4

. 9.2

pH

5mL

λ (NH₄⁺) = 7.4 mS . m² . mol⁻¹ ; λ (OH⁻) = 19.2 mS . m² . mol⁻¹ :

: II

: C = 10⁻² mol / LCH₃COOH: S₁CH₃NH₂: S₂K⁺ + OH⁻: S₃H₃O⁺ + NO₃⁻: S₄

S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	
2	10.6	3.4	12	pH

:

pH

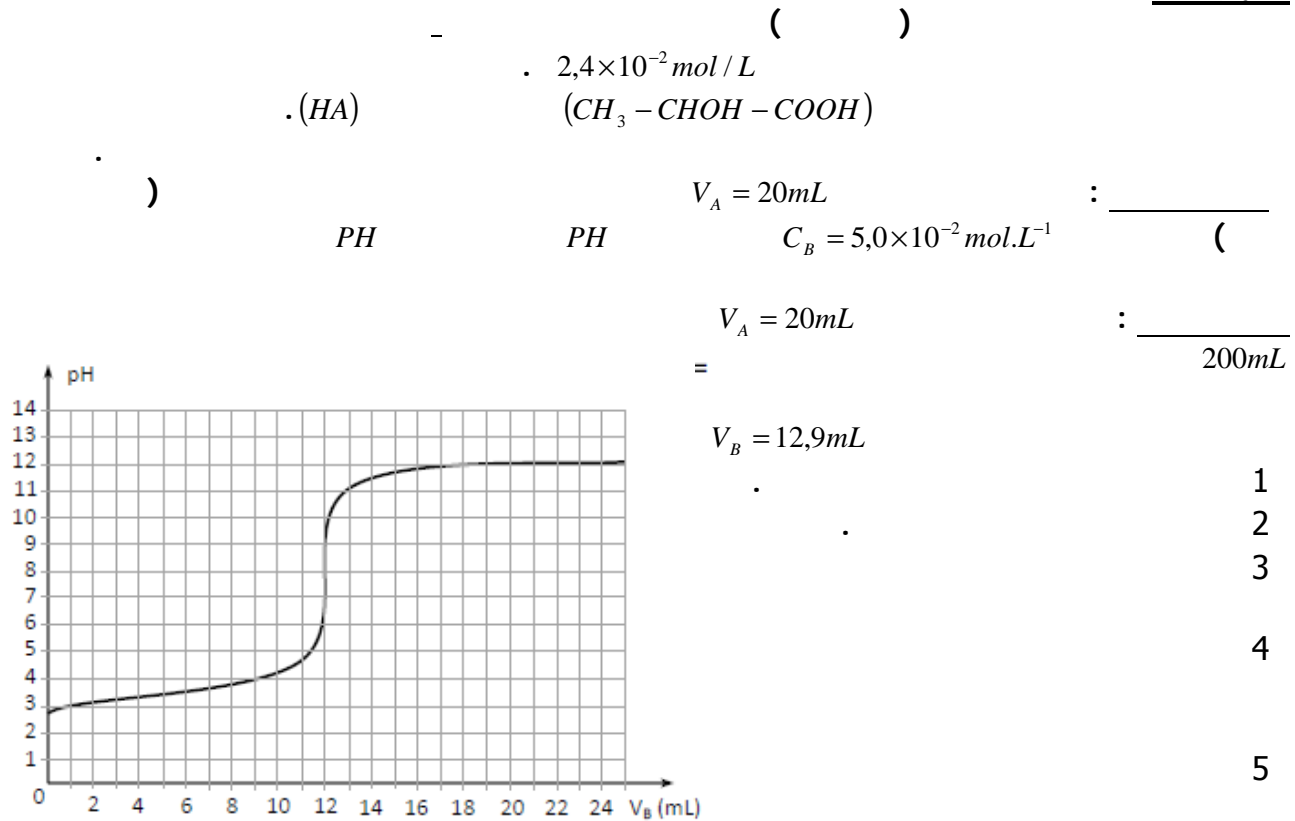
pH

- 1

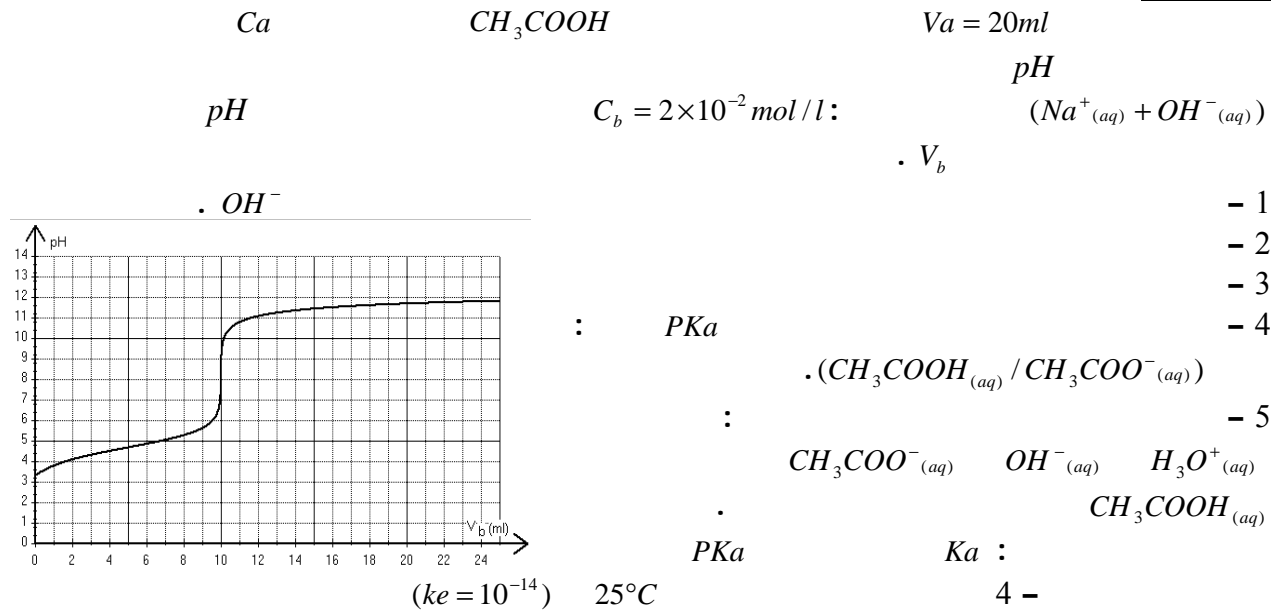
- 2

S₁ ; S₄τ_f

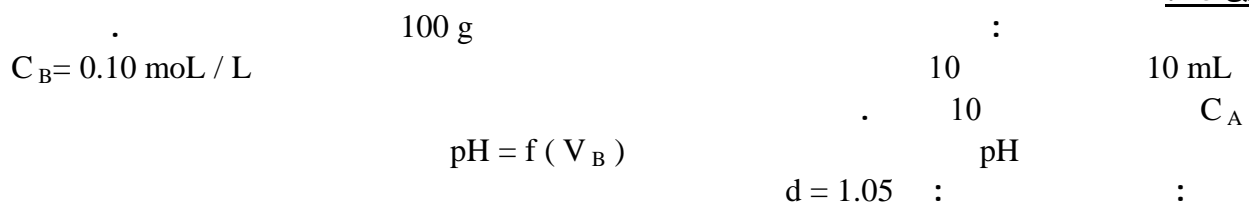
- 3

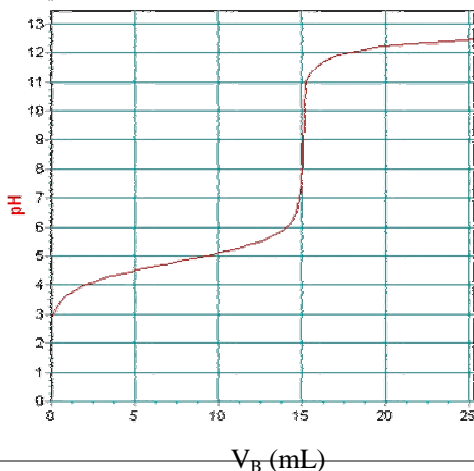


التمرين 14 :



التمرين 15 :





$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g/mol}$$

$$\text{pK}_A(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.8$$

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7- احسب كمية مادة الحمض في 100 g من الخل التجاري .
- 8- احسب درجة الخل التجاري .

التمرين 16 :

حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ جسم صلب أبيض اللون يستعمل كمادة حافظة في بعض المواد الغذائية و خاصة المشروبات، نظرا لخصائصه كمبيد للفطريات و كمضاد للبكتيريا.

المعطيات: الكتلة المولية الجزيئية: $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g/mol}$

الناقلات المولية الشاردية: $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,24 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 / \text{mol}$ و $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 / \text{mol}$

I. دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء:

نحضر محلولاً مائياً (S) لهذا الحمض تركيزه المولي $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ و حجمه $V = 200 \text{ mL}$. نقيس عند التوازن في الدرجة 25° ناقلتيه النوعية فنجدها $\sigma = 2,03 \cdot 10^{-2} \text{ S/m}$.

1- أنشئ جدول لتقدم التفاعل النمذج للتحول الحادث بين حمض البنزويك و الماء.

2- أعطي عبارة x_{eq} تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة σ ، $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ ، $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$ و V . (نهمل التشرذ الذاتي للماء)

- بين أن $x_{eq} = 1,06 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.

3- أحسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل. ماذا يمكن قوله عن حمض البنزويك؟

4- بين أن عبارة كسر التفاعل عند التوازن هي: $Q_{r,eq} = \frac{x_{eq}^2}{V \cdot (CV - x_{eq})}$.

5- استنتج ثابتي الحموضة K_a و pK_a للثنائية $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-)$.

II. معايرة حمض البنزويك في مشروب غازي:

تشير لصيقة قارورة مشروب غازي حجمها 1L إلى وجود

0,15g من حمض البنزويك في المشروب. للتأكد من

صحة هذه المعلومة عيرنا حجماً $V_A = 50 \text{ mL}$ من

المشروب بواسطة محلول الصود $(\text{Na}^+, \text{HO}^-)$

تركيزه المولي $C_B = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، فتحصلنا على

المنحنى $\text{pH} = f(V_B)$ الموضح في الشكل المقابل.

1- أكتب معادلة التفاعل النمذج للتحول الحادث.

2- أحسب ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة. ماذا تستنتج؟

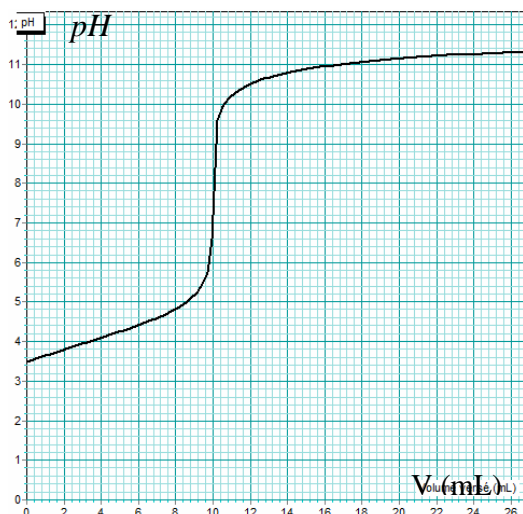
3- عرف نقطة التكافؤ ثم حدد احداثياتها.

4- استنتج التركيز المولي C_A لمحلول حمض البنزويك في المشروب.

5- هل القيمة المشار إليها في اللصيقة صحيحة؟

6- ما هي الصفة الغالبة للثنائية $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-)$

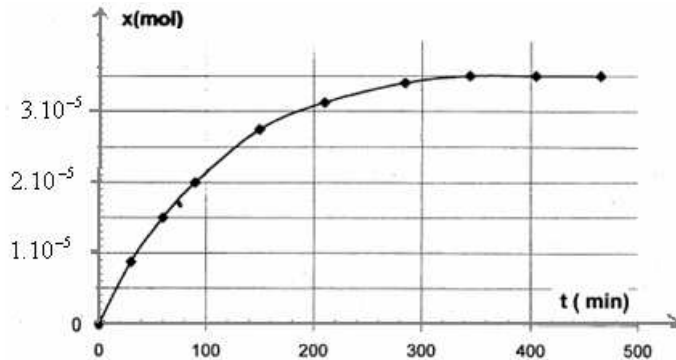
في المحلول عند سكب حجم $V_B = 3 \text{ mL}$ من محلول الصود؟ علل.



التمرين 17 :

1- يعتبر حمض الأسكوربيك أو الفيتامين C مضاد للعدوى ويوجد في عدد من المواد الغذائية وبالأخص عصير الليمون ولكنه حساس لأنه يتأكسد بأكسجين الهواء تحت تأثير الضوء .

1- أكسدة الفيتامين C :



نأخذ حجما $V=100\text{mL}$ من عصير الليمون وندرس تطور هذا التفاعل ثم نرسم تغيرات التقدم x بدلالة الزمن الممثل في الشكل / عبر عن سرعة التفاعل بدلالة x .

ب / أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 100\text{min}$.
ج/ عرف زمن نصف التفاعل , احسب قيمته .

2- دراسة مخطط الصفة الغالبة :

للتبسيط سنرمز لحمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ بالرمز HA في كامل التمرين .

أ - أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك (HA) مع الماء .

ب- عبر عن ثابت الحموضة للثنائية HA/A^- بدلالة X_F , C تركيز المحلول و V حجمه .

ج- علما أن $K_A = 8.9 \cdot 10^{-5}$ اعط مخطط الصفة الغالبة بدلالة الـ PH بدون حساب ومن خلال سلم PH ماهي الصفة الغالبة في المحلول من أجل $PH = 3$.

د- أحسب النسبة $\frac{[A^-]}{[HA]}$ بالنسبة لمحلول حمض الأسكوربيك ذو الـ $PH = 3$ ماذا تستنتج .

3- دراسة التفاعل بين محلول مائي لحمض الأسكوربيك و محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم :

1 - نفرض أن التفاعل سريعا جدا بين المحلول الحمضي (HA) ومحلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + OH^-$) .
1.1 اكتب معادلة التفاعل .

2.1 أكتب عبارة ثابت التوازن k ثم أكتبه بدلالة ثابت الحموضة K_A للثنائية HA/A^-

3.1 إذا علمت أن pK_A للثنائية يساوي 4 احسب ثابت التوازن K . ماذا تستنتج .

2 - نحطم قرص فيتامين c و نحل مسحوقه في الماء المقطر و نضع الجملة في حوجة $100,0\text{ mL}$ و نكمل بالماء المقطر فنحصل على محلول S

نأخذ حجم قدره $V_A = 10,0\text{ mL}$ من المحلول S و نعايرها بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه

$$C_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

فلزم حجم مضاف عند نقطة التكافؤ $V_{BE} = 14,4\text{ mL}$.

1.2 ارسم مخطط توضيح فيه التركيب التجريبي مدعما بالبيانات .

2.2 ما هو الكاشف الملون المناسب من بين الثلاث المقترحة .

3.2 أحسب تركيز حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ أي (HA)

4.2 أحسب كمية حمض الأسكوربيك في $10,0\text{ mL}$ من المحلول المعاير

ثم إستنتج الكمية من حمض الأسكوربيك في الحوجة .

5.2 إستنتج الكتلة m بالـ mg لحمض الأسكوربيك في القرص . فسر عبارة المصنع «vitamine C 500»

	PH
	4,2 - 6,2
	3,0 - 4,6
	7,2 - 8,8

التمرين 18 :

25°C

E 210

C_6H_5COOH

. 25°C

250 ml

m

).

m

.(

2 g

($Na^+ + OH^-$)

$V_1 = 20,0\text{ ml}$

II

V_B

PH

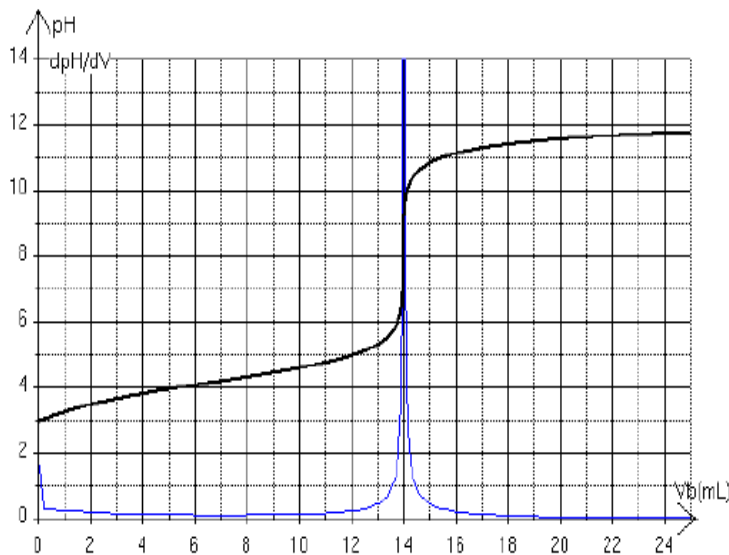
$C_B = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$

$$\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$$

1

2

C_A



m

3

PH

4

$V_B = 6 \text{ ml}$

III

x

- 1

x_{\max}

2

τ لتفاعل المعايرة

3

عند هذه الإضافة .

K

4

التمرين 19 :

الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي $C_nH_{2n+1}COOH$.
 لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 450 \text{ mg}$ من هذا الحمض النقي ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على $V_0 = 500 \text{ ml}$ من هذا المحلول .
 نأخذ حجما $V_A = 10 \text{ ml}$ من المحلول (S_A) ونعايره بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_B = 10^{-2} \text{ mol/l}$.
 نحصل على التكافؤ حمض _ أساس عند إضافة حجم $V_B = 15 \text{ ml}$ من المحلول (S_B) .
 1- تحديد الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي :
 أ / أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب/ أحسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ، ثم بين ان الصيغة الإجمالية له هي CH_3COOH .

2- تحديد الـ PK_{A1} للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) .

نأخذ حجما V من المحلول (S_A) ونقيس الـ PH عند $25^\circ C$ فنجد $PH = 3,3$.

أ/ إعتادا على جدول التقدم لتطور المجموعة ، عبر عن التقدم النهائي χ_f لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة

$$\frac{[CH_3COOH]_f}{[CH_3COO^-]_f} = -1 + C_A \cdot 10^{PH} \quad \text{PH و } V, \text{ ثم اثبت أن}$$

حيث $[CH_3COOH]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ تركيزا لنوعين كيميائيين عند التوازن
 - دراسة تفاعل الحمض CH_3COOH مع الأساس NH_3 .

نأخذ من المحلول (S_A) حجما يحتوي على كمية المادة الابتدائية $n_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ (CH_3COOH) ونضيف إليه

حجما من محلول الامونياك يحتوي على نفس كمية المادة الابتدائية n_0 (NH_3)

أ/ اكتب معادلة التفاعل الحادث بين CH_3COOH و NH_3 .

ب/ احسب ثابت التوازن k المقرونة مع معادلة التفاعل .

ج/ بين ان نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل تكتب على الشكل $\tau = \frac{\sqrt{k}}{1 + \sqrt{k}}$

ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟ $PK_{A2} (NH_4^+ / NH_3) = 9,2$

تم نشر هذا الملف بواسطة قرص **تجربتي** مع الباكالوريا

tajribatybac@gmail.com

facebook.com/tajribaty

jjel.tk/bac