

## البطاقة التربوية لعمل مخبري

المستوى: الثالثة تعليم ثانوي

رقم المذكرة: .....

المجال: التطورات الرتيبة

الوحدة: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

عنوان التجربة: المعايرة pH مترية باستخدام جهاز ال pH متر

## - معايرة حمض ضعيف بأساس قوي

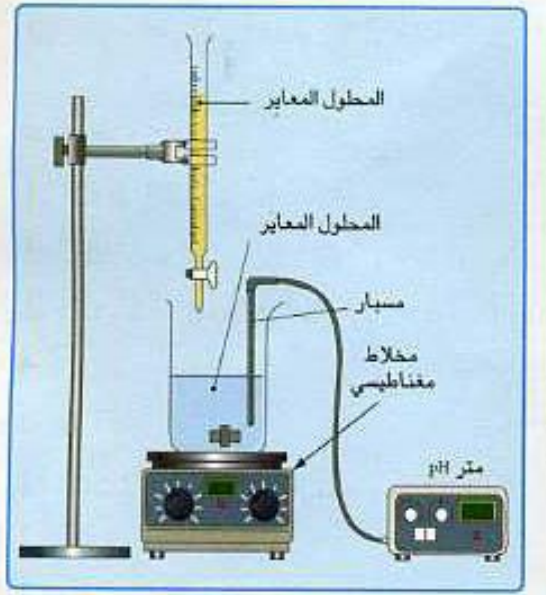
## مؤشرات الكفاءة:

- كتابة معادلة التفاعل النمذج لعملية المعايرة
- رسم البيان  $pH = f(V_b)$  ومناقشة شكل المنحنى
- تعيين نقطة التكافؤ بعدة طرق
- استعمال الكواشف الملونة في حالة عدم وجود جهاز pH متر
- تعيين التركيز المولي المجهول
- تحديد الصفة الغالبة في المزيج عند نقطة التكافؤ
- استنتاج ثابت الحموضة للحمض من منحنى المعايرة

## البروتوكول التجريبي:

<p><b>الزجاجيات :</b></p> <p>بيشر + سحاحة مدرجة + قمع</p>	<p><b>الأدوات :</b></p> <p>- حامل خاص بالسحاحة</p>
<p><b>المواد الكيميائية :</b></p> <p>- ماء مقطر</p> <p>- محلول حمض الخل <math>CH_3COOH_{(aq)}</math></p> <p>- محلول حمض هيدروكسيد الصوديوم <math>(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})</math></p> <p>- بعض الكواشف الملونة المناسبة</p>	<p><b>الأجهزة :</b></p> <p>- جهاز pH متر</p> <p>- مخلاط مغناطيسي</p>

## طريقة العمل:



نحقق التركيب التجريبي التالي:

- 1 - نضع في بيشر حجما  $V_A = 20 \text{ mL}$  من محلول حمض انخل تركيزه المولي  $C_A$
- 2 - نضيف تدريجيا بواسطة سحاحة محلولا من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي  $C_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- 3 - نقيس pH المزيج عند كل إضافة باستعمال جهاز متر pH

## الأسئلة:

1/ بالاعتماد على التجربة أكمل الجدول التالي؟

$V_B(\text{ml})$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	9,0	10,0	10,5	11,0
pH									
$V_B(\text{ml})$	11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	18,0	20,0
pH									

2/ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لعملية المعايرة؟

3/ أرسم البيان  $\text{pH} = f(V_b)$  وناقش مراحل التفاعل؟

4/ عين نقطة التكافؤ؟ ماذا تستنتج؟

5/ ما هو الكاشف الملون الذي يمكن استعماله في عملية المعاير في حالة غياب جهاز pH متر وذلك من

بين الكواشف التالية: فينول فتالين  $[8,2 - 10,0]$ ، ازرق البروموتيمول  $[6,0 - 7,6]$ ، هيليانتين  $3,1 -$

$[4,4]$

6/ عين التركيز المولي  $C_A$  لمحلول حمض انخل؟

7/ ما هي الصفة الغالبة في المزيج عند نقطة التكافؤ؟

8/ استنتج ثابت الحموضة للحمض من منحنى المعايرة

9/ احسب ثابت التوازن لتفاعل المعايرة، ماذا تستنتج؟

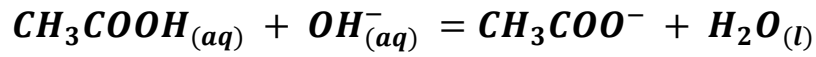
1/ إتمام الجدول :

$V_B(ml)$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
pH	2.94	3.80	4.15	4.38	4.57	4.66	4.75	4.84	4.93

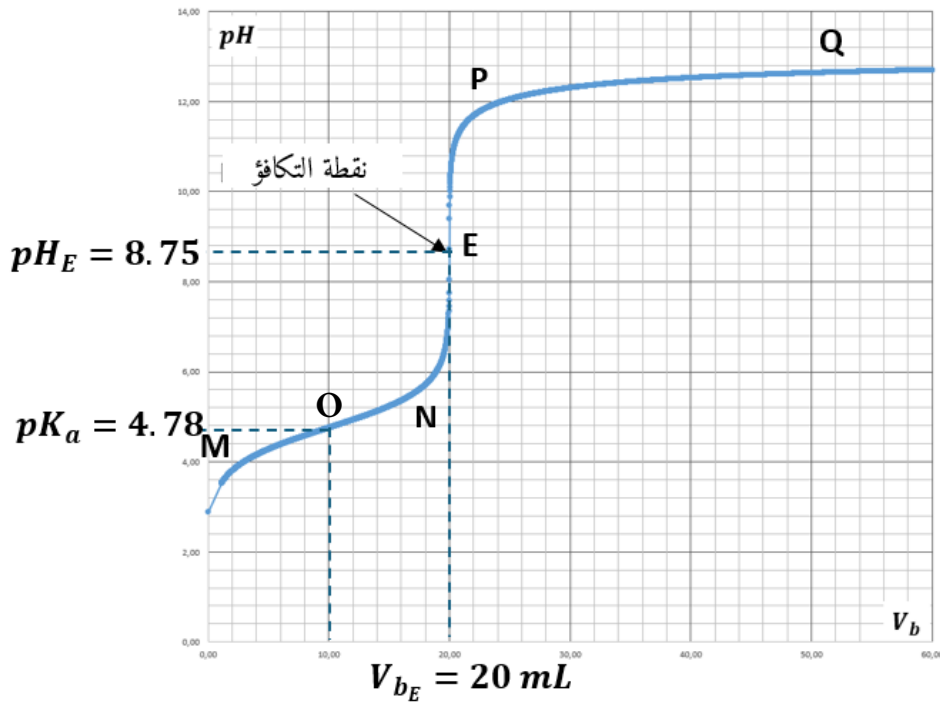
$V_B(ml)$	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0
pH	5.02	5.12	5.23	5.35	5.50	5.60	5.70	5.84	6.03

$V_B(ml)$	19.5	20	20.5	21.0	21.5	22.0	23.0	24.0	25.0
pH	6.34	8.72	11.09	11.39	11.56	11.68	11.84	11.96	12.05

2/ كتابة معادلة التفاعل المنمذج لعملية المعايرة:



3/ رسم البيان  $pH = f(V_b)$  ومناقش مراحل التفاعل:



مراحل التفاعل:

المرحلة MN: تكون فيها ماءات الصوديوم هي المتفاعل المحد ويكُون الوسط حمضياً، تغير ال يكون بطيئاً

المرحلة NP: يمر خلالها الوسط من الصفة الحمضية الى الصفة الأساسية بشكل فجائي مروراً بنقطة التكافؤ

أي هناك تغير كبير وسريع لدرجة الحموضة

المرحلة PQ: يصبح فيها الوسط التفاعلي أساسية تثب فيها درجة الحموضة

4/ تعيين نقطة التكافؤ:

بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نستنتج أن نقطة التكافؤ هي:

$$pH_E > 7 \leftarrow E(20.0 \text{ ml} ; 8.75)$$

5/ الكاشف المناسب للمعايرة من بين الكواشف السابقة هو الفينولفتالين وذلك لان  $pH$  نقطة التكافؤ يقع ضمن مجال تغيره اللوني.

6/ تعيين التركيز المولي  $C_A$  لمحلل حمض الخلل:

$$C_A = C_B \frac{V_{bE}}{V_A} = \frac{10^{-1} \times 20}{20} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

7/ الصفة الغالبة في المزيج عند نقطة التكافؤ هي الصفة الأساسية لان  $pH$  نقطة التكافؤ أكبر من 7

8/ نصف التكافؤ يقع عند النقطة  $(\frac{V_{bE}}{2}, pK_a)$  ،

نقرأ على المنحنى القيمة  $pK_a = 4.78$

9/ ثابت توازن تفاعل المعايرة:  $K = \frac{K_a}{K_e} = 10^{pK_e - pK_a} = 10^{14 - 4.78} = 10^{9.22}$

بما ان  $K > 10^4$  نستنتج ان تفاعل المعايرة تام

## البطاقة التربوية لعمل مخبري

المستوى :الثالثة تعليم ثانوي

رقم المذكرة : .....

المجال : التطورات الرتيبة

الوحدة : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

عنوان التجربة: المعايرة pH مترية باستخدام جهاز EXAO (Jeulin)

## - معايرة حمض ضعيف بأساس قوي

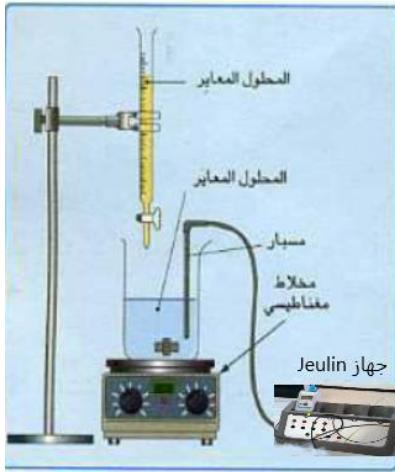
## مؤشرات الكفاءة:

- كيفية تشغيل الوسيط الإعلامي Jeulin وضبط برنامج Foxy المرافق له
- التعرف على شكل منحنى المعايرة ومناقشته
- تعيين نقطة التكافؤ بعدة طرق
- استعمال الكواشف الملونة في حالة عدم وجود جهاز pH متر
- تعيين التركيز المولي المجهول
- تحديد الصفة الغالبة في المزيج عند نقطة التكافؤ

## البروتوكول التجريبي:

الأدوات :	الزجاجيات :
- حامل خاص بالسحاحة	بيشر + سحاحة مدرجة + قمع
الأجهزة :	المواد الكيميائية:
- جهاز pH متر	- ماء مقطر
- مخلوط مغناطيسي	- محلول حمض الخل $CH_3COOH_{(aq)}$
	- محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)}+OH^-_{(aq)})$
	تركيزه $C_b = 0.05 mol.L^{-1}$
	- بعض الكواشف الملونة المناسبة

## طريقة العمل :



تحقق التركيب التجريبي التالي:

- 1 - نضع في بيشر حجما  $V_A = 20 \text{ mL}$  من محلول حمض انخل تركيزه المولي  $C_A$
- 2 - نملأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم
- 3- نغمر مسبار ال pH في البيشر ونوصله بلاقط جهاز Jeulin
- 4- نغذي الجهاز بالتيار ثم نوصله بالحاسوب
- 5- ننتظر حتى يشتغل برنامج Foxy آليا دون أي تدخل
- 6- نضع ايقونة العمل اليدوي على محور الفواصل ونجعل قيمتها الأعظمية مساوية لحجم السحاحة
- 7- نضع ايقونة ال pH على محور التراتيب ثم نبدأ عمل جديد بالضغط على القفل الأخضر
- 8- ننتظر حتى نثبت قيمة ال pH ونؤكد القيمة ثم نمر لنقطة أخرى بإضافة حجم 2 mL من السحاحة وهكذا نكرر العملية مرارا، عند بداية ظهور الانعطاف الثالث في المنحنى نخفض في قيمة الحجم المساح.

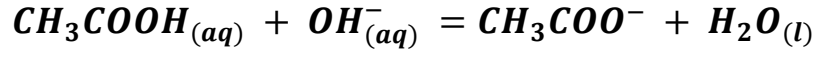
## الأسئلة :

- 1/ ما هي الاحتمالات الواجب اخذها قبل بداية المعايرة؟
- 2/ أكتب معادلة التفاعل الممنذج لعملية المعايرة؟
- 3/ ما هو شكل البيان  $pH = f(V_b)$ ؟
- 4/ عين نقطة التكافؤ؟ ماذا تستنتج؟
- 5/ ما هو الكاشف الملون الذي يمكن استعماله في عملية المعاير في حالة غياب جهاز pH متر وذلك من بين الكواشف التالية: فينول فتالين [8,2- 10,0]، ازرق البروموتيمول [6,0 - 7,6]، هيليانتين - 3,1 [4,4]
- 6/ عين التركيز المولي  $C_A$  لمحلول حمض انخل؟
- 7/ ما هي الصفة الغالبة في المزيج عند نقطة التكافؤ؟
- 8/ احسب ثابت التوازن لتفاعل المعايرة، ماذا تستنتج؟

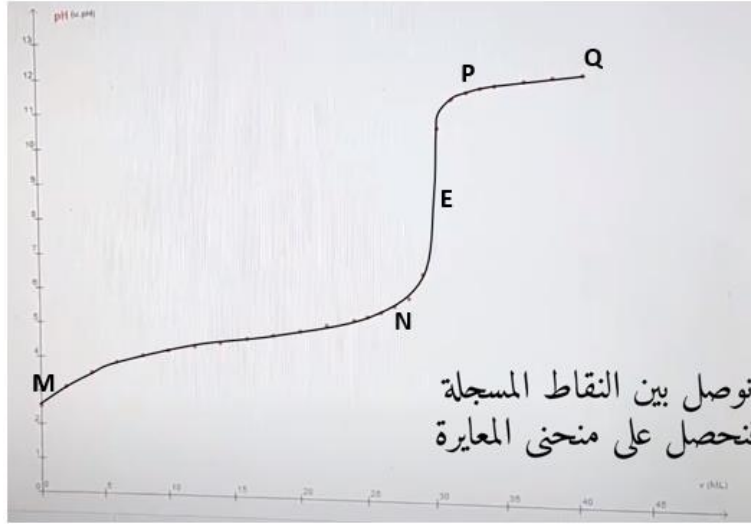
1/ الاحتياطات الواجب أخذها قبل بداية عملية المعايرة هي:

- ترك المسبار في محلول الحفظ يوما قبل عملية المعايرة
- غسل المسبار بالماء المقطر وتجفيفه بمناديل التجفيف قبل بداية العملية

2/ كتابة المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة:



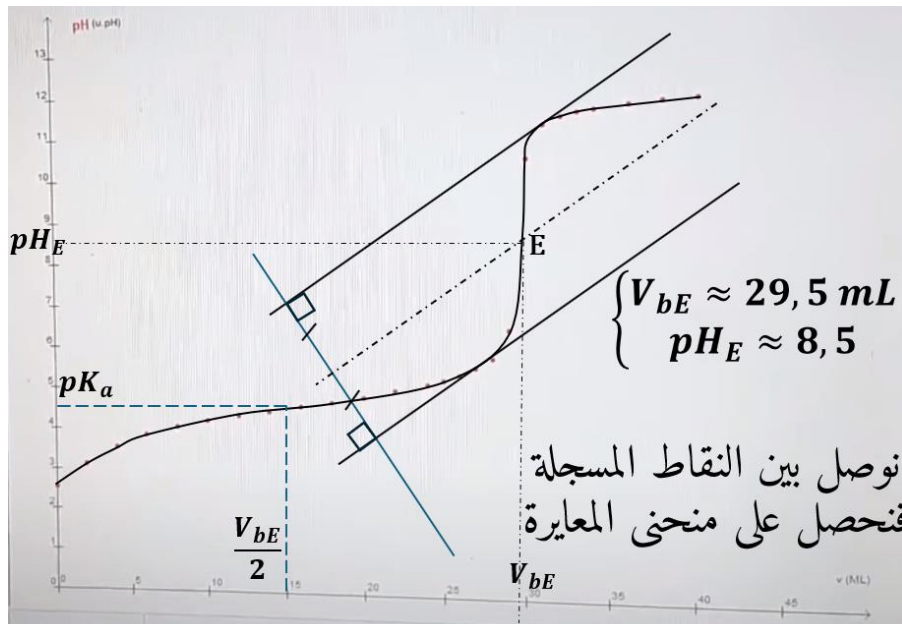
3/ شكل المنحنى  $\text{pH} = f(V_b)$ :



يحتوي المنحنى ثلاث مناطق مختلفة

- MN : تغير الـ pH ضئيل و بطيء ، (  $\text{pH} < 7$  )
- NP : مجال يحدث فيه تغير مفاجئ و كبير لقيمة pH يسمى هذا المجال بقفزة الـ pH
- PQ : تغير الـ pH ضئيل و بطيء (  $\text{pH} > 7$  )

4/ تعيين نقطة التكافؤ:



بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نستنتج أن نقطة التكافؤ هي:  $E(29.5 \text{ ml} ; 8.5)$

5/ الكاشف المناسب للمعايرة من بين الكواشف السابقة هو الفينولفتالين وذلك لان pH نقطة التكافؤ يقع ضمن مجال تغيره اللوني.

6/ تعيين التركيز المولي  $C_A$  لمحلول حمض الخلل:

$$C_A = C_B \frac{V_{bE}}{V_A} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 29.5}{20} = 7.4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

7/ الصفة الغالبة في المزيج عند نقطة التكافؤ هي الصفة الأساسية لان pH نقطة التكافؤ أكبر من 7

8/ ثابت توازن تفاعل المعايرة:  $K = \frac{K_a}{K_e} = 10^{pK_e - pK_a} = 10^{14 - 4.6} = 10^{9.4}$

بما ان  $K > 10^4$  نستنتج ان تفاعل المعايرة تام

## البطاقة التربوية لعمل مخبري

المستوى :الثالثة تعليم ثانوي

رقم المذكرة : .....

المجال : التطورات الرتيبة

الوحدة : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

عنوان التجربة: مقارنة قوة الاحماض عن طريق ثابت الحموضة  $pK_a$ 

## مؤشرات الكفاءة :

- قياس نسبة تفكك الحمض في الماء

- مقارنة قوة الاحماض بالاعتماد على ثابت الحموضة  $pK_a$ 

## البروتوكول التجريبي :

الأدوات :	الزجاجيات :
	بياسر او انابيب اختبار
الأجهزة :	المواد الكيميائية :
- جهاز pH متر	- ماء مقطر
	- محلول حمض الخل $CH_3COOH$ ( $C = 5mmol/L$ )
	- محلول حمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$ ( $C = 5mmol/L$ )
	- محلول حمض الليمون $C_6H_8O_7$ ( $C = 5mmol/L$ )
	- محلول حمض الأكزاليك $COOH - COOH$ ( $C = 5mmol/L$ )

### طريقة العمل :

1- نحضر أربع محاليل للأحماض مختلفة وبنفس التركيز ( $C = 5\text{mmol/L}$ )

الحمض	حمض الخل	حمض الساليسيليك	حمض الليمون	حمض الأكزاليك
التركيز (mmol/L)	5	5	5	5
pH				
نسبة التفكك $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C}$				

2- نقيس قيمة الـ pH لكل محلول مع أخذ الاحتياطات بغسل المسبار جيدا وتجنيفه قبل كل عملية قياس

3- نحسب قيمة نسبة التفكك  $\tau_f$  لكل حمض.

### الأسئلة :

1/ قارن قوة الأحماض الأربعة

2/ ما هي علاقة قوة الحمض بثابت حموضته  $pK_a$  ؟

### الإجابة :

1/ نرتب الأحماض تصاعديا من حيث القوة (أي من حيث نسبة تفكك الحمض)

الحمض	M (g/mol)	$pK_a$	pH	$10^{-pH}/C$
حمض الخل $CH_3COOH$	60	4.78	3.57	5.38%
حمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$	138	3.10	3.00	20.00%
حمض الليمون (السيتريك) $C_6H_8O_7$	192	2.90	2.94	22.96%
حمض الأكزاليك $C_2H_2O_4$	90	1.26	2.40	79.62%

2/ نلاحظ انه كلما كان ثابت الحموضة أكبر كلما قلت قوة الحمض

وزارة التربية الوطنية

ثانوية : .....

مديرية التربية لولاية المدية

الأستاذ: .....

### البطاقة التربوية لعمل مخبري

المستوى :الثالثة تعليم ثانوي

رقم المذكرة : .....

المجال: التطورات الرتيبة

الوحدة: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

**عنوان التجربة: تعيين ثابت الحموضة pKa**

#### مؤشرات الكفاءة:

- تعيين ثابت الحموضة  $pK_a$  لحمض ضعيف عن طريق قياس ال  $pH$

#### البروتوكول التجريبي :

<b>الأدوات :</b>	<b>الزجاجيات :</b>
	بياشر او انابيب اختبار
<b>الأجهزة :</b>	<b>المواد الكيميائية :</b>
- جهاز $pH$ متر	- محلول حمض الخل $CH_3COOH$ بتركيز مختلفة

### طريقة العمل:

4- نحضر محلول لحمض النخل بتركيز ( $C = 0.08 \text{ mol/L}$ ) ثم نقوم بتمديده بمعاملات تمديد مختلفة (2)، (4، 8 و16)، نحصل على المحاليل التالية:

0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	(mol/L)C
					pH
					$[A^-] = [H_3O^+] = 10^{-pH}$
					$[AH] = C - 10^{-pH}$
					$\alpha = \frac{[A^-]}{[AH]}$
					-Log( $\alpha$ )

5- نقيس قيمة ال pH لكل محلول مع أخذ الاحتياط بغسل المسبار جيدا وتجفيفه قبل كل عملية قياس

6- نحسب قيمة المقدار  $\alpha = \frac{[A^-]}{[AH]}$  و  $-Log\alpha$

### الأسئلة:

1/ أكل الجدول أعلاه

2/ ارسم البيان  $pH = f(-Log\alpha)$

3/ اكتب معادلة البيان باستخدام علاقة أندرسون

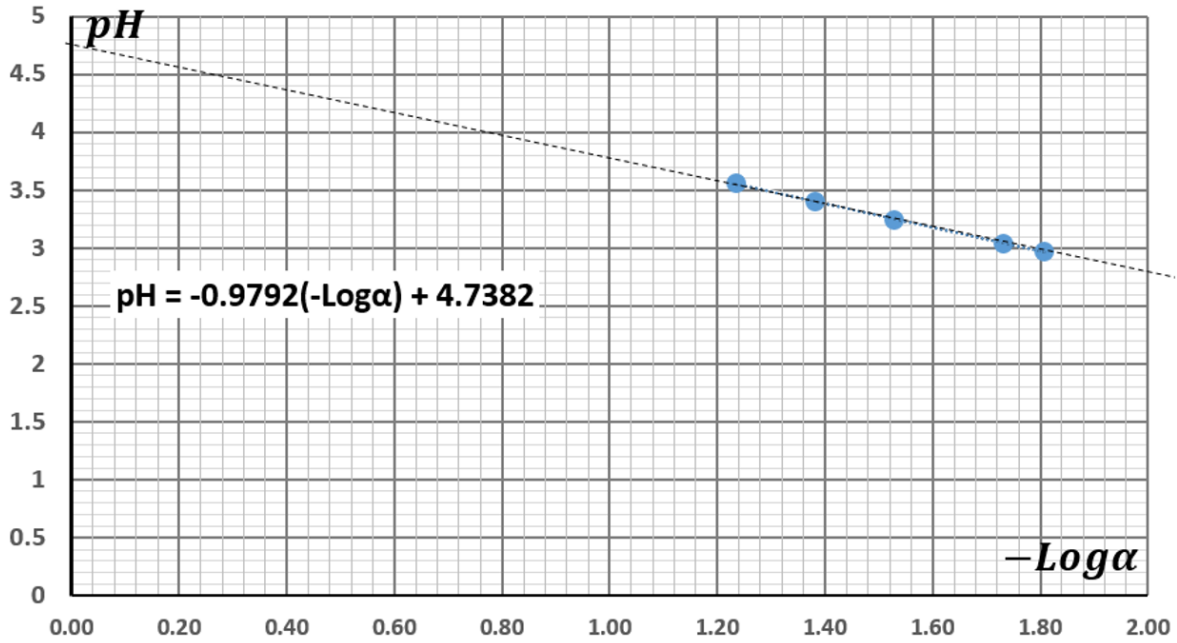
4/ استنتج قيمة  $pK_a$

### الإجابة:

1/ جدول القيم

5	4	3	2	1	الأنبوب
0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	التركيز C
2.92	3.08	3.23	3.38	3.53	pH
0,0012	0,0008	0,0006	0,0004	0,0003	$[A^-] = [H_3O^+] = 10^{-pH}$
0,0788	0,0392	0,0196	0,0096	0,0047	$[AH] = C - 10^{-pH}$
0,0152	0,0204	0,0306	0,0417	0,0638	$\alpha = \frac{10^{-pH}}{C - 10^{-pH}}$
1,82	1,69	1,51	1,38	1.19	-Log( $\alpha$ )

## 2/ البيان $pH = f(-\text{Log}\alpha)$ :



## 3/ معادلة البيان:

من خلال علاقة اندرسون نكتب:  $pH = pK_a + \text{Log} \left( \frac{[A^-]}{[AH]} \right) = pK_a + \text{Log}\alpha$

نستطيع أيضا كتابة هذه العلاقة من الشكل:  $pH = pK_a - (-\text{Log}\alpha)$

## 4/ تعيين ثابت الحموضة:

من العلاقة السابقة، نلاحظ ان ال  $pH$  يأخذ قيمة ال  $pK_a$  عندما يكون  $-\text{Log}\alpha$  معدوما وبالتالي نقطة

تقاطع البيان مع محور الترتيب تحدد قيمة ثابت الحموضة  $pK_a$

نحصل في هذه الحالة على القيمة  $pK_a \approx 4.74$  وهي قيمة تقريبية لثابت حموضة حمض الخلل بنسبة خطأ

مهمل.