منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

- **مخطط توزيع الصفة الغالبة :**

المعايرة الـ pH متر ية

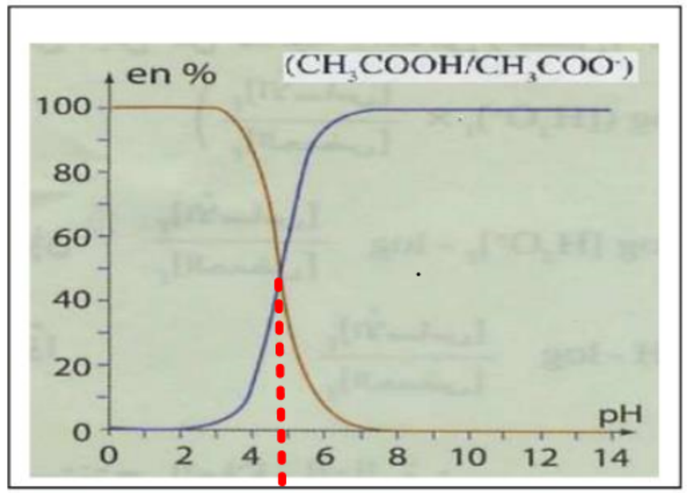
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

● مخطط توزيع الصفة الغالبة :

– لدراسة الصفة الغالبة لثنائية (HA / A^-) يستعمل عادة مخطط يدعى مخطط الصفة الغالبة فهو يبرز تطور النسبة المئوية للصفة الحمضية و النسبة المئوية للصفة الأساسية بدلالة الـ pH بحيث تقدر هذه النسب مئويا.



• pKa .

مثال :

أثناء التحول الكيميائي الحادث بين محلول حمض الايثانويك CH_3COOH ومحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$، يتفاعل حمض الايثانويك CH_3COOH متحولا إلى أساسه المرافق CH_3COO^-، يؤدي هذا إلى تناقص نسبة الصفة الحمضية $CH_3COOH\,\%$ وتزايد نسبة الصفة الأساسية $CH_3COO^-\,\%$ في الوسط التفاعلي كما مبين في الشكل التالي:

$CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^-$

– عند تقاطع المنحنيين :

$$HA\,\% = A^- = 50\%$$
$$[HA]_f = [A^-]_f$$
$$pH = pKa$$

Activer
Accédez a

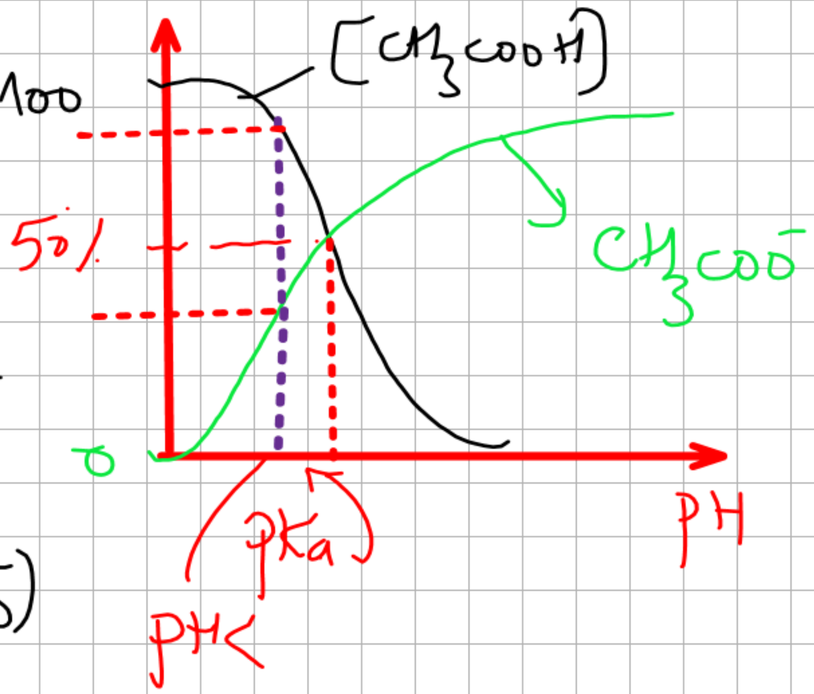
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

$$CH_3COOH + OH^- = CH_3COO^- + H_2O$$

	CH_3COOH	OH^-		
$t=0$	n_0	$n_\wedge$	0	0

$$pH = pKa + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

1



عندما يكون $\Rightarrow$ يساوي

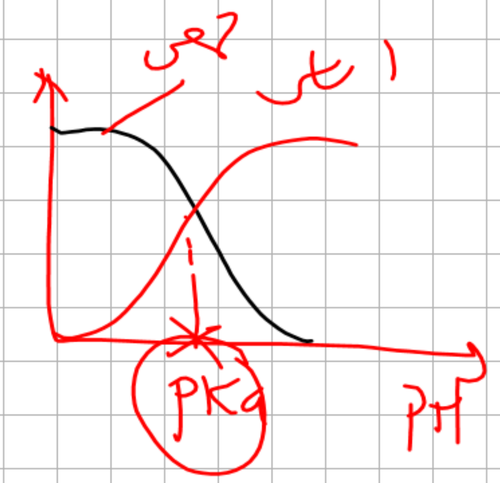
$$[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$$

$$pH = pKa$$

لا توجد صفة غالبة عند نقطة نصف التكافؤ

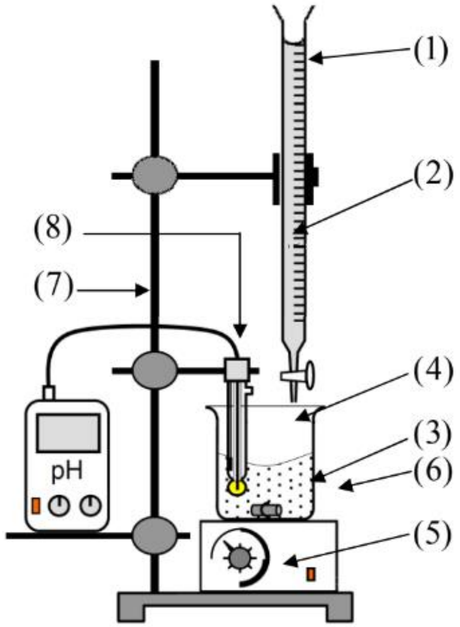
عند نقطة نصف التكافؤ $pH = pKa$

- $pH = pKa$ لا توجد صفة غالبة
- $pH < pKa$ الغالب هو الحمض
- $pH > pKa$ الغالب هو الأساس



المعايرة الـ pH مترية

● **التركيبة التجريبية و الخطوات المتبعة :**



– يوضح (الشكل–1) التالي التجهيز المستعمل للمعايرة الـ pH مترية و المتكون أساسا من:

(1) سحاحة.

(2) محلول معايِر.

(3) كأس بيشر.

(4) محلول معايَر.

(5) قطعة مغناطيسية لخلط المزيج.

(6) مخلاط مغناطيسي.

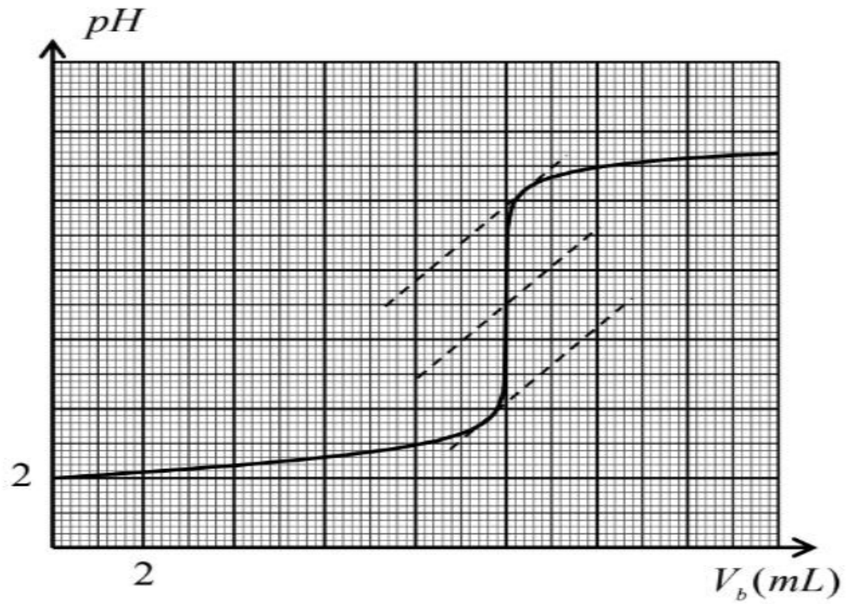
(7) حامل السحاحة.

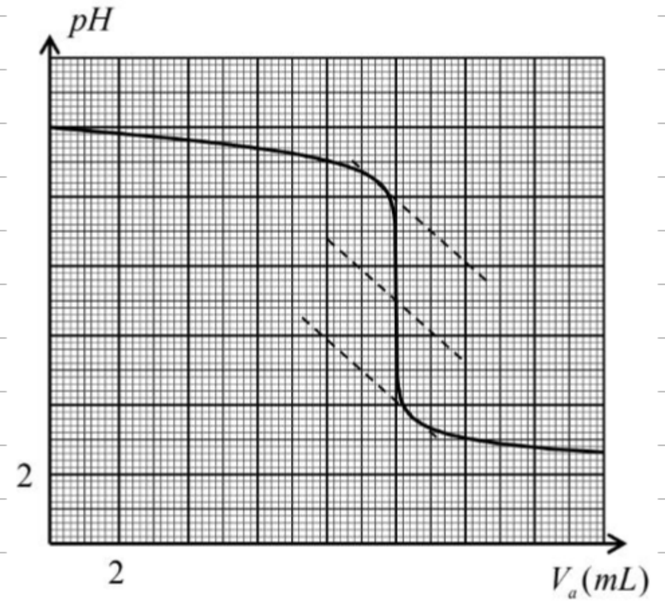
(8) مسبار مقياس الـ pH.

يحتوي المحلول المراد معايرته.

– لشرح الطريقة المتبعة في المعايرة pH مترية نختار معايرة حمض ضعيف بأساس قوي، وفي هذه الحالة نضع حجم V_1 من المحلول الحمضي ذو التركيز c_1 في البيشر، والمحلول الأساسي ذو التركيز c_2 في السحاحة مع ضبط مستوى المحلول الأساسي فيها عند التدريجة الصفر.

– نضيف حجوم مختلفة V_2 من المحلول الأساسي الموجود بالسحاحة إلى المحلول الحمضي الموجود بالبيشر ونسجل في كل مرة قيمة pH المزيج من خلال جهاز الـ pH متر، ندون النتائج في جدول ثم نرسم المنحنى البياني $pH = f(V_2)$ (الشكل–2).


pH
2
2
$V_b(mL)$


pH
2
2
$V_a(mL)$

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت www.dorouscom.com

التمرين الثاني:

النشادر NH_3 أساس ضعيف،غاز في الشروط العادية ينحل في الماء وفق تفاعل محدود ينمذج بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} = NH_{4(aq)}^{+} + OH_{(aq)}^{-}$$

1- ما هو الأساس الضعيف.

2-أكتب الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل.

3- نحضر محلولا مائيا (S_1) لغاز النشادر $NH_{3(g)}$ بحل $1L$ منه في $200mL$ من الماء المقطر، فكانت قيمة الـ pH له $11,25$.

أ/ أحسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) ،علما أن الحجم المولي في شروط التجربة $V_M = 25L.mol^{-1}$.

ب/أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

جـ/ أحسب نسبة التقدم النهائي τ_{1f} .ماذا تستنتج؟

د/ أكتب عبارة K_1 ثابت التوازن لتفاعل انحلال النشادر في الماء، واحسب قيمته.

هـ/استنتج قيمة ثابت الحموضة K_a للثنائية $(NH_{4(aq)}^{+} / NH_{3(aq)})$.

4- نحضر محلولا (S_2) حجمه $V_2 = 100mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 10^{-2} mol.L^{-1}$ انطلاقا من المحلول (S_1).

أ/أذكر الزجاجيات اللازمة للعملية. ب/اشرح الطريقة المتبعة لتحضير المحلول (S_2).

جـ/ أعطى قياس الناقلية النوعية للمحلول (S_2) القيمة $\sigma_f = 10,9mS/m$ عند الدرجة $25°C$.

*أحسب قيمة τ_{2f} النسبة النهائية لتقدم التفاعل.

*أحسب ثابت التوازن K_2 لانحلال النشادر في الماء.

د/ ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على كل من τ_f نسبة التقدم النهائي للتفاعل، و K ثابت التوازن؟

يعطى: $K_e = 10^{-14}$ ، $\lambda_{(OH^-)} = 19,2mS.m^2/mol$ ، $\lambda_{(NH_4^+)} = 7,4mS.m^2/mol$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

الأساس المترافق هو الأساس الذي يتفكك جزئيا في الماء.

$$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$$

(NH_4^+ / NH_3)

(H_2O / OH^-)

$C_1 = 0,2 \text{ mol/l}$.

C_1 حساب -ب

n_1 استنتاج

$$n_1 = \frac{V_g}{V_M} = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ mol}$$

$$C_1 = \frac{n_1}{V} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ mol/l}$$

حصول التقدم

	$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$			
الحالة 2	C_1V	/	0	0
أثناء 2	$C_1V - x_t$	/	x_t	x_t
عند 2	$C_1V - x_f$	/	x_f	x_f

$$\tau_{f_2} = \frac{[OH^-]_f}{C_1}$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11,1}} = 1,77\,10^{-3}\ mol/l$$

$$\tau_{f_1} = \frac{1,77\,10^{-3}}{0,2} =$$

$$\tau_{f_1} = 8,8\,10^{-3} = 0,0088$$

أساسي ضعيف $\tau < 1$

تفاعل حمض - قاعدة غير تام

حساب ثابت التوازن K

$$Q_{rf} = K = \frac{[NH_4^+]_f [OH^-]_f [H_3O^+]}{[NH_3]_f [H_3O^+]} = \frac{Ke}{Ka}$$

Ke فوق $[OH^-]_f [H_3O^+]$

$$K = \frac{[OH^-]_f^2}{C_1 - [OH^-]} = \frac{(1,77\ 10^{-3})^2}{0,2 - (1,77\ 10^{-3})} = 1,58\ 10^{-5}$$

استنتاج ثابت الحموضة Ka

$$K = \frac{Ke}{Ka}$$

$$Ka = \frac{Ke}{K} = \frac{10^{-14}}{1,58\ 10^{-5}}$$

$$\boxed{Ka = 6,32\ 10^{-10}}$$

$$pKa = -\log Ka$$

$$pKa = 9,2$$

$S_1 \begin{cases} C_1 = 0,2 \\ V_1 = ? \end{cases} \xrightarrow{F} S_2 \begin{cases} C_2 = 10^{-2} \\ V_2 = 100ml \end{cases}$

ماصة عيارية ← الحوجلة العيارية

$C_1 V_1 = C_2 V_2$

$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{10^{-2}(100)ml}{0,2} = 5ml$

الوسائل المستعملة: ماصة عيارية 5ml وحوجلة عيارية 100ml

البروتوكول التجريبي: نأخذ بواسطة ماصة عيارية $V_1 = 5ml$ و نسكبه في حوجلة عيارية 100ml ونكمل بالماء المقطر إلى غاية العيار مع الرج جيدا. ← الحصول على كلور بكاس

$$\sigma = \lambda_{NH_4^+}[NH_4^+] + \lambda_{OH^-}[OH^-]$$

$$\sigma_f = [OH^-]_f \left(\lambda_{NH_4^+} \oplus \lambda_{OH^-}\right)$$

$$[OH^-]_f = \frac{\sigma_f \quad mS/m}{\left(\lambda_{NH_4^+} \oplus \lambda_{OH^-}\right) \quad mS\,m^2/mol} = \frac{10,9}{19,2 + 7,4} = 0,4\ \frac{mol}{m^3}$$

$$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_2} = \frac{4\,10^{-4}}{10^{-2}} = 4\,10^{-2}\ mol/l$$

$$0,4 \times 10^{-3} = 4\,10^{-4}\ mol/l$$

$$\tau_1 = 0,0088 = 0,8\%$$

$$\tau_2 = 0,04 = 4\%$$

الأساس

$\tau_{f_2} < 1$ هو

$\tau_{f_2} > \tau_{f_1}$ $\quad \tau = \frac{[OH^-]}{C}$ ↗ ↘

كلما كان الحلول ممدداً زادت نسبة تقدمه

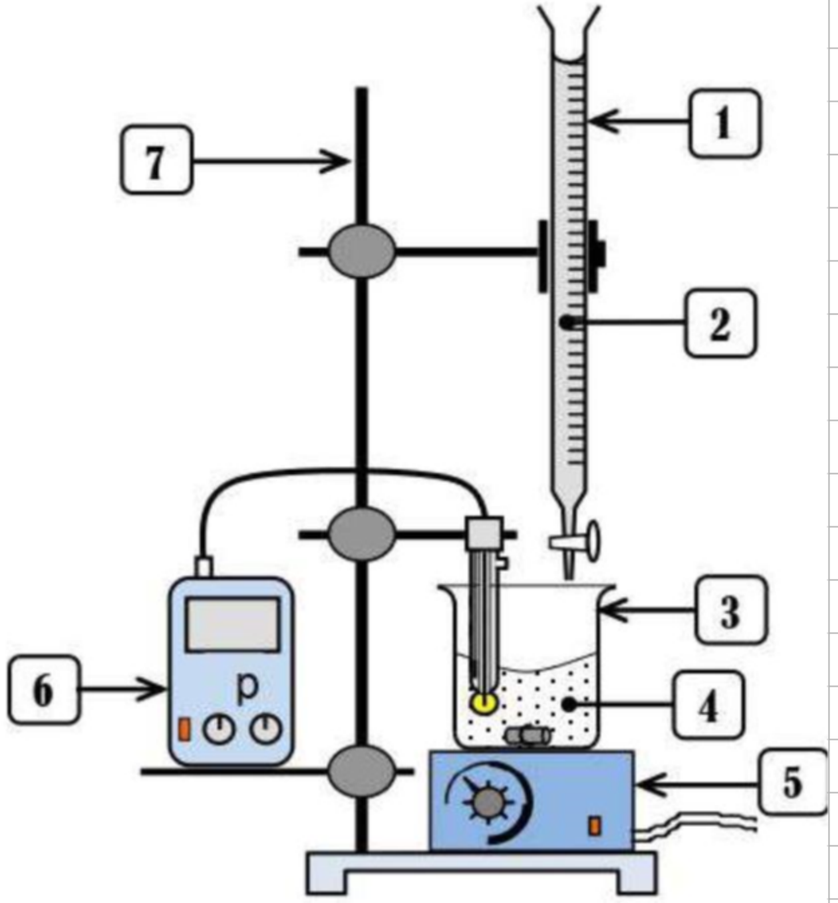
$$K_2 = \frac{[OH^-]_f^2}{C_2 - [OH^-]} = \frac{(4\,10^{-4})^2}{10^{-2} - (4\,10^{-4})}$$

حساب K_2

$K_2 = 1,66\,10^{-5}$ نجد $K_1 \simeq K_2$

ثابت التوازن لا يتعلق بالتراكيز الابتدائية وإنما يتعلق بدرجة الحرارة فقط.

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



الرقم	إسم العنصر
1	السحاحة
2	محلول هيدروكسيد الصوديوم
3	كأس بيشر
4	محلول الحمض اللبني
5	المخلاط المغناطيسي
6	جهاز الـ pH متر
7	الحامل

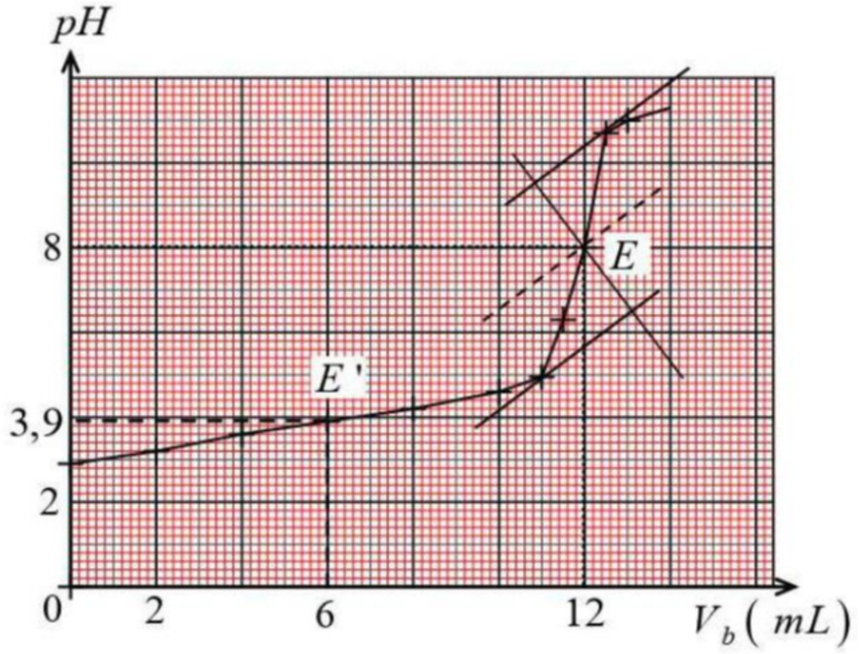
التركيب التجريبي المستعمل في هذه المعايرة.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

المنحنى البياني $pH = f(V_b)$:



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

نقرأ على ملصقة قارورة للخل التجاري CH_3COOH المعلومات التالية :

- درجة النقاوة 5° .
- الكثافة $d = 1,05$.
- الكتلة المولية الجزيئية $M = 60g / mol$.

– أراد طالب في القسم النهائي استغلال المعلومات على ملصقة قارورة حمض الخل التجاري فلاحظ عدم الإشارة إلى التركيز المولي C_0 للخل التجاري، فأراد تعيينه تجريبيا بطريقة المعايرة ال pHمترية .

I– تحضير محلول حمض الخل CH_3COOH انطلاقاً من محلول تجاري:

أخذ الطالب حجما قدره $V_0 = 15ml$ من المحلول التجاري لحمض الخل ذو التركيز المولي C_0 وقام بتمديده 10 مرات فتحصل على محلول ممد لحمض الخل تركيزه المولي C_a وحجمه V_a .

أ– اكتب معادلة انحلال حمض الخل CH_3COOH في الماء .

ب–قدم بروتوكولا تجريبيا لتحضير المحلول الممدد.

II– معايرة محلول حمض الخل CH_3COOH المُحَضَّر

1– سمحت معايَرة حجما $V_a = 20ml$ من الخل التجاري الممدد عند درجة الحرارة $25^{\circ}C$ بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+ + HO^-\right)$ تركيزه المولي $C_b = 0,18mol / L$من رسم البيان الذي يعطي تغير قيمة pH المزيج بدلالة V_b حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف.شكل –1–

1– أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

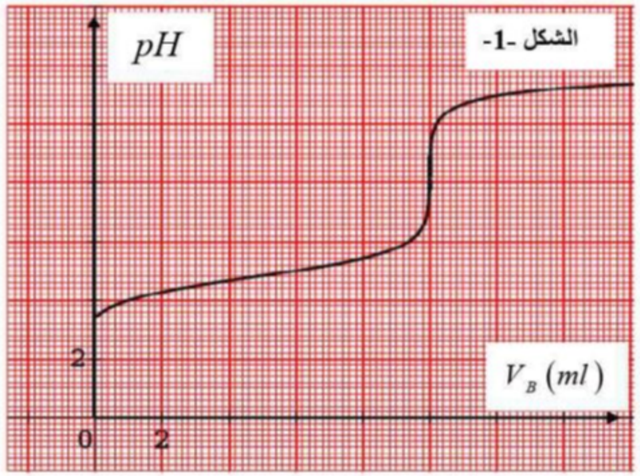
دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب – عين احداثيات نقطة التكافؤ E .

ج – أوجد التركيز المولي C_a لحمض الايثانويك الممدد ، ثم استنتج قيمة C_0 .



1- إذا علمت أن عبارة تركيز محلول تجاري تعطى بالعلاقة: $C_0 = 10 \cdot \frac{p.d}{M}$.

– أحسب التركيز المولي C_0 للخل التجاري وقارنه مع القيمة التجريبية المحسوبة سابقا .

2- بعد إضافة الحجم $V_b = 5ml$.

أ- عين بيانياً قيمة pK_a الثنائية $(CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-_{(aq)})$.

ب-احسب كمية مادة شوارد HO^- .

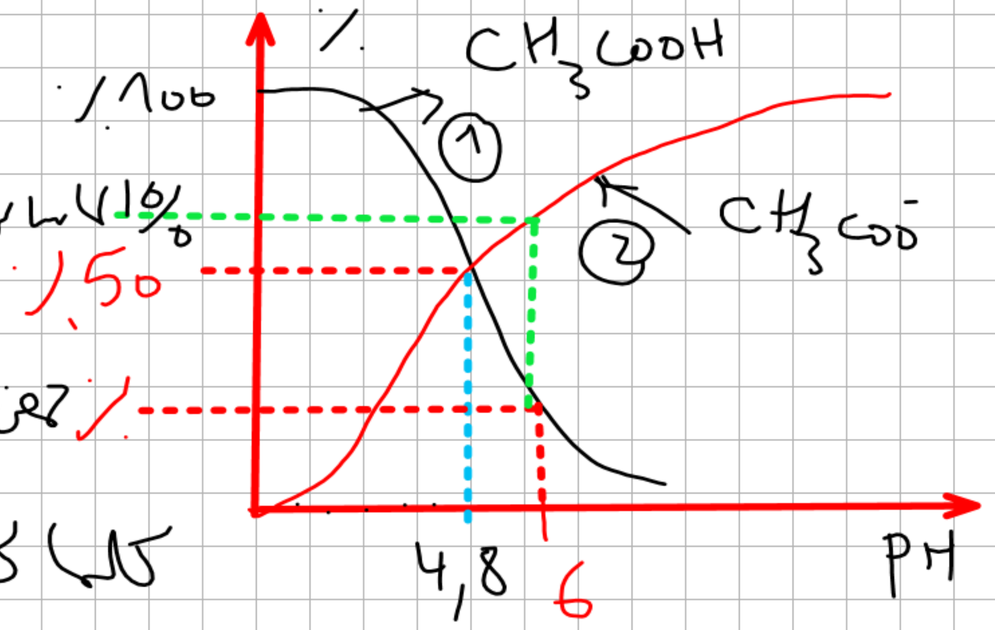
ت-احسب قيمة التقدم النهائي x_f لتفاعل المعايرة ونسبة التقدم النهائي τ_f .ماذا تستنتج؟

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

لكن محلط الصفة الغالبة

- مدد البيان الموافق لكل من الحمض والأساس مع التعليل



① ← CH_3COOH

كلما كان pH<pKa زادت نسبة الحمض

② ← CH_3COO^-

كلما كان pH>pKa زادت نسبة الأساس

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

حدد pKa مع التعليل

pK = pKa (نقطة التقاطع)

$\boxed{pKa = 4,8}$ ✓

حدد 1% كحمض و 1% كأساس عند pH = 6

$$pH = pKa + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$6 = 4,8 + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$6 - 4,8 = \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$\log_{10} \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1{,}2 \qquad 10^{1{,}2}$$

$$\begin{cases} \dfrac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 10^{1{,}2} \\ [CH_3COOH] + [CH_3COO^-] = 100\,\% \\ [CH_3COO^-]\,10^{1{,}2} + [CH_3COO^-] = 100\,\% \end{cases}$$

$$[CH_3COO^-]\left(1 + 10^{1{,}2}\right) = 1{,}0$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{100}{1 + 10^{1{,}2}} = 5{,}9\,\%$$

www.dorouscom.com - منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت

$$[CH_3COOH) = 100 - 5,9 = 94,1$$

$$[CH_3COO^-) = 2[CH_3COOH)$$ لما pH يا كي نحسب

$$pH = pKa + \log \frac{[CH_3COO^-)}{[CH_3COOH)}$$

$$pH = 4,8 + \log \frac{2[CH_3COOH)}{[CH_3COOH)}$$

$$pH = 4,8 + \log 2$$

$$\boxed{pH = 5}$$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

$$\text{se?} \begin{cases} K_a = \dfrac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]} \\ \downarrow \\ pK_a = -\log K_a \end{cases}$$

$$\text{altri} \begin{cases} Q_{r_f} = K = \dfrac{K_e}{K_a} \\ K_a = \dfrac{K_e}{K} \end{cases}$$

$$K = \frac{[OH^-]^2}{c - [OH^-]}$$