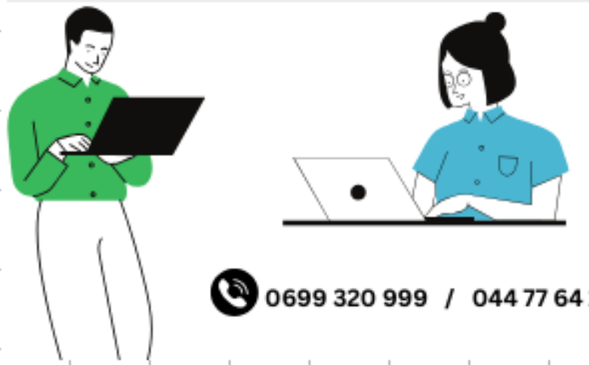
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

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

• كسر التفاعل Q_r :

- نعتبر جملة كيميائية تتكون من الأنواع الكيميائية A، B، C، D متوازنة و فق المعادلة:

$$aA+\beta B=\delta C+\lambda D$$

في لحظة t من التفاعل، نعرف كسر التفاعل الذي يرمز له بـ Q_r وهو بدون وحدة بالعلاقة:

$$Q_r=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$ = حداء تراكيز النواتج / حداء تراكيز المتفاعلات

ثابت الحموضة Ka للثنائية (أساس/حمض)

• عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (أساس/ حمض) :

- تتميز الثنائية (A^- / HA) بثابت يسمى ثابت الحموضة، يرمز له بـ K_a وهو يعطى بالعبارة التالية:

$$K_a=\frac{[A^-]_f[H_3O^+]_f}{[HA]_f}$$

- يعرف الـ pKa بالعلاقة:

$$pK_a=-\log K_a$$

و هذه العلاقة تكافئ:

$$K_a=10^{-pK_a}$$

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

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

$$HCOOH + H_2O = HCOO^- + H_3O^+$$

$$Q_r = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

كسر التفاعل النهائي Q_{rf} هو قيمة Q_r عند نهاية التفاعل

$$Q_{rf} = \frac{[\text{ن}]_f^4 [\text{ن}]_f}{[\text{م}]_f^2 [\text{م}]^2}$$

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

$$B + H_2O = BH^+ + OH^-$$

$$Q_f = K = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

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

$$\tau = \frac{[H_3O^+]}{C} \nearrow$$

من أساس

$$\tau = \frac{[OH^-]}{C} \searrow$$

$$HA + H_2O = H_3O^+ + A^-$$

$$Q_f = K = Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$$

علاقة τ بالـ Ka

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

العلاقة بين K_a و τ و C

	$HA + H_2O = H_3O^+ + A^-$			
الحالة	CV	/	0	0
الحالة	$(CV - x_f)$	/	x_f	x_f

A^- ، H_3O^+ ، HA : حسب عبارة تراكيز مختلف الأفراد

$$[H_3O^+]_f = [A^-]_f = \frac{x_f}{V}$$

$$[HA]_f = \frac{CV - x_f}{V} = C - \dots$$

pH $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

σ $[H_3O^+] = \frac{\sigma}{\dots}$

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

$$[HA]_f = \frac{CV - x_f}{V} = \frac{CV}{V} - \frac{x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]_f$$

$$Q_{rf} = K = Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f}$$

العلاقة بين Ka و τ و C

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]} = \frac{(\tau C)^2}{C - \tau C}$$

$$Ka = \frac{\tau^2 C^2}{C(1-\tau)} = \frac{\tau^2 C}{1-\tau}$$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_f}{C}$$

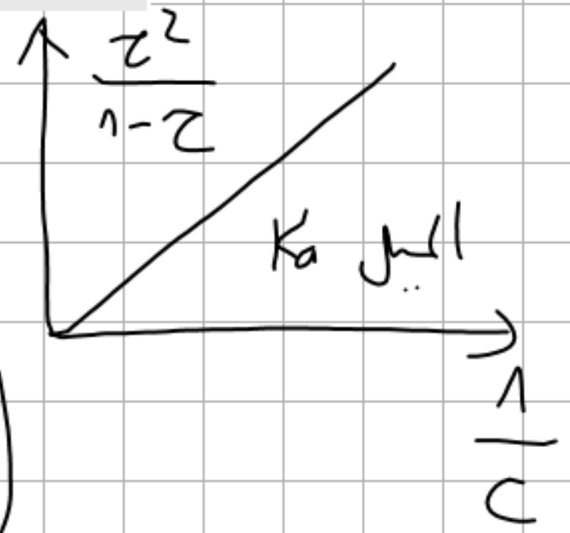
$$[H_3O^+] = \tau \cdot C$$

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

$$Ka = \left(\frac{\tau^2}{1-\tau}\right) C$$



$$\left(\frac{\tau^2}{1-\tau}\right) = \frac{Ka}{C} = Ka\left(\frac{1}{C}\right)$$

$$y = a \quad x$$

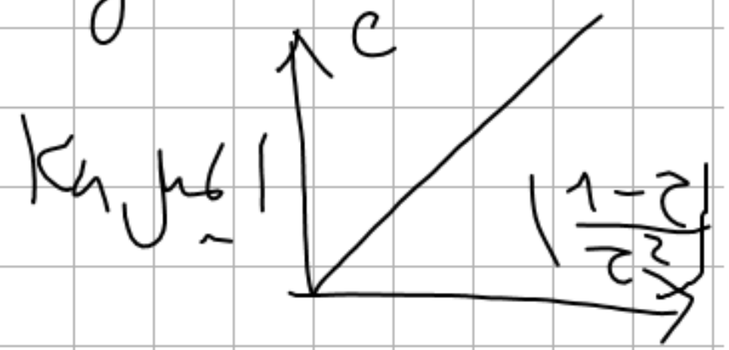
$$Ka(1-\tau) = \tau^2 C$$

$$Ka(1-\tau) = \tau^2 C$$

$$C = \left(\frac{1-\tau}{\tau^2}\right) Ka$$

$$C = Ka\left(\frac{1-\tau}{\tau^2}\right)$$

$$y = a \quad x$$



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

$Ka = 10^{-pKa}$

كلما زادت Ka يقوة الحمض

$pKa = -\log Ka$ $\quad Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$

كلما كان Ka كبيرًا كان الحمض اقوى

$\downarrow$ يضعف

$(HA_2 | A_2^-)$ $\quad (HA_1 | A_1^-)$

$Ka_2 > Ka_1$

HA_2 اقوى من HA_1 فان الحمض $Ka_2 > Ka_1$

وكلما كان pKa صغيرًا كان الحمض اقوى

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[HA]_f}$$

$[H_3O^+]$ نستعرض على

$$\frac{Ka}{[H_3O^+]} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_3O^+][HA]}$$

ادخل log الطرفين

$$\log\left(\frac{Ka}{[H_3O^+]}\right) = \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

pKa ← pH على ذا

$$\log Ka - \log[H_3O^+] = \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$-\log[H_3O^+] = -\log Ka + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

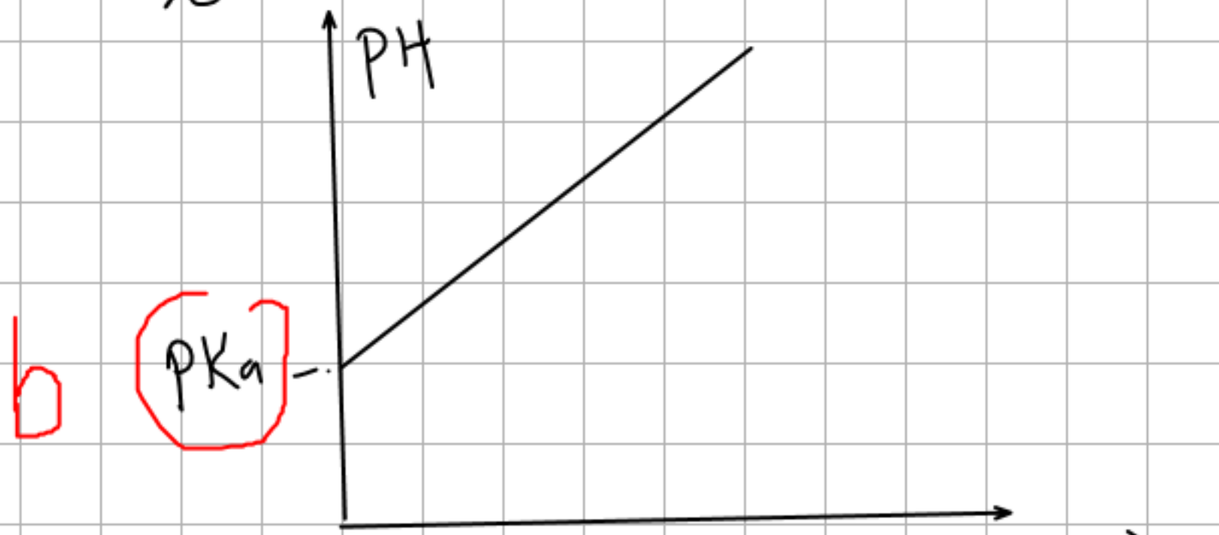
$$pH = pKa + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$y = b + 1 \quad x$$

$$y = x + b$$



∴ العلاقة بين

$$pH = pKa + \log\left(\frac{\tau}{1-\tau}\right)$$

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$[A^-] = [H_3O^+] = \tau C$$

$$[HA] = C - [H_3O^+] = C - \tau C$$

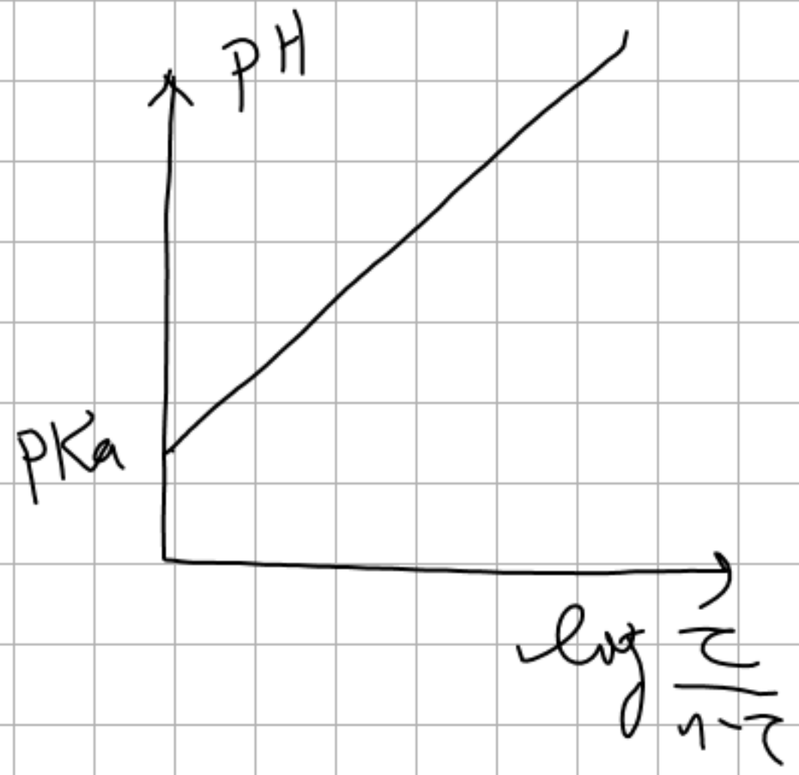
$$pH = pKa + \log\left(\frac{\tau C}{C - \tau C}\right)$$

$$pH = pKa + \log \frac{\tau C}{C(1-\tau)}$$

$$pH = pKa + \log\left(\frac{\tau}{1-\tau}\right)$$

$$y = b + a x$$

$$a = 1$$



$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$ اساسي

الصفة الغالبة

$\frac{[A^-]}{[HA]}$ ← لحمض

1/ اذا كانت لا توجد صفة غالبة $[A^-] = [HA]$

$$pH = pK_a + \log 1$$

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = 1$$

$\log 1 = 0$

اذا كان $pH = pK_a$ لا توجد صفة غالبة

$pH = pK_a$ وتعرف تجريبيا بنقطة نصف التكافؤ

$\boxed{pH = pK_a}$ عند نقطة نصف التكافؤ

لا تطابق الرسم الهلالي

اذا كان الاساس هو الغالب

اذا كان $[A^-] > [HA]$ فان

$$\frac{[A^-]}{[HA]} > \frac{[HA]}{[HA]}$$

$$\frac{[A^-]}{[HA]} > 1$$

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} > \log 1 > 0$$

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} > 0$$

$$pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} > pKa$$

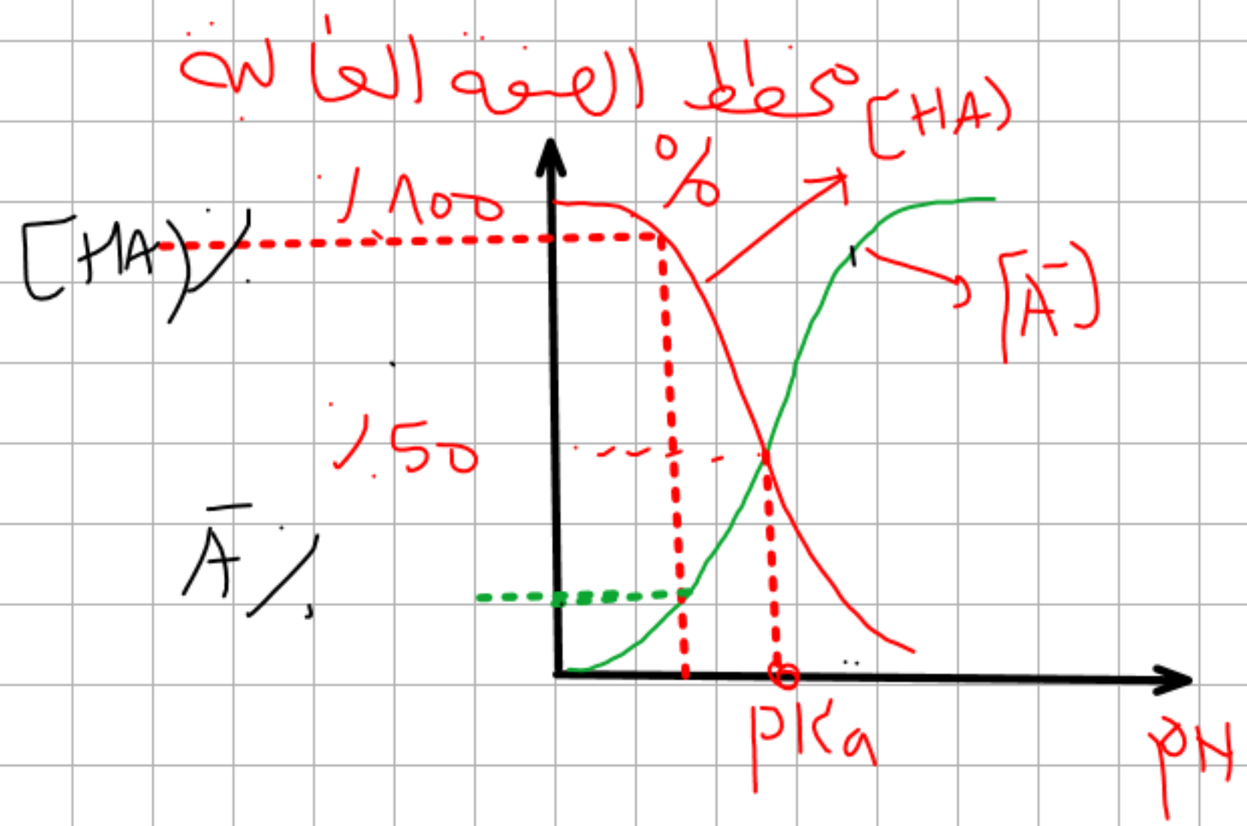
$$pH > pKa$$

اذا كان pH اكبر من pKa الاساس هو الغالب

$pH = pK_a$ لا توجد صفة غالبة

$pH < pK_a$ الحمض هو الغالب

$pH > pK_a$ الأساس هو الغالب



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

التمرين الأول:

محلول (S) لحمض الايثانويك CH_3COOH حجمه $V = 250mL$ يحتوي على $0,6g$ من حمض الايثانويك النقي،أعطي قياس الـ pH له في الدرجة $25°C$ القيمة $3,1$.

1-أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشد.

2- ما هو الأساس المرافق لحمض الايثانويك CH_3COOH.

3-أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء، وحدد الثنائيات أساس/حمض الداخلة في التفاعل.

4- أحسب التركيز المولي C للمحلول (S).

5-أ/أنشئ جدول لتقدم التفاعل، وأحسب التقدم الأعظمي x_{max} ، والتقدم النهائي x_f.

ب/أوجد النسبة النهائية للتقدم (τ_f)، وماذا تستنتج؟

ج/ احسب التركيز المولي النهائي لكل من CH_3COO^- و CH_3COOH.

6- أ/ أكتب عبارة كسر التفاعل النهائي Q_{rf} وأحسب قيمته، وماذا يمثل أيضا؟

ب/استنتج قيمة الـ pK_a للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-)، وما هو النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي.

7- إذا علمت أن pK_a للثنائية $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$ هي $pK_a = 4,2$ ، قارن قوة الحمضين الايثانويك و البنزويك.

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

معادلة التفاعل:

$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$

1 ق 2 ق 1 ق 2 ق

(CH_3COOH / CH_3COO^-)

(H_3O^+ / H_2O)

$c = \frac{n}{V}$ $\quad n = \frac{m}{M}$

و منه

$M(CH_3COOH) = 12\times2 + 4 + 16\times2$

$= 60\ g/mol$

$n = \frac{0,6}{60} = 10^{-2}\ mol$

$C = \frac{n}{V} = \frac{10^{-2}}{0,25} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04\ mol/l$

بسيط

$C = 0,04\ mol/l$

حدول التقدم

$$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$$

ابتدائية	CV	بزيادة	0	0
انتقالية	$CV - x_f$	بزيادة	x_f	x_f

x_f و x_{max} نلاحظ

$$x_{max} = CV = 0{,}04\,(0{,}25) = 0{,}01\,mol$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [H_3O^+]\,V$$

$$x_f = 10^{-pH}\,V = 10^{-3{,}1}\,(0{,}25) = 1{,}99\,10^{-4}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{1{,}99\,10^{-4}}{0{,}01}$$

$$\tau_f = \frac{1,99\,10^{-4}}{0,01} = 1,99\,10^{-2} < 1$$

الكيمياء ضعيف تفكك جزئي - تفاعل غير تام (محدود)

حساب التركيز بـ pH

$$[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,1} = 7,94\,10^{-4}\ mol/l.$$

$$[CH_3COOH]_f = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+] = 0,04 - 10^{-pH}$$

$$= 0,04 - 10^{-3,1} = 0,039\ mol/l.$$

عبارة كسر التفاعل الابتدائي

$$Q_{r,f} = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]} = \frac{(10^{-pH})^2}{c - 10^{-pH}} = \frac{(10^{-3,1})^2}{0,04 - 10^{-3,1}} = 1,6\,10^{-5}$$

عند التوازن وثابت التوازن هو ثابت الحمض $Q_{rf} = K = K_a$

$pKa = -\log Ka$ لدينا pKa لحمض

$pKa = -\log 1,6\,10^{-5} = 4,79$

$pKa = \underline{4,79}$ و $pH = \underline{3,1}$ الصفة الغالبة

pH < pKa الحمض الغالب

الصفة الغالبة

$pKa(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-) = 4,2$

$pKa(CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,79$

C_6H_5COOH أقوى من CH_3COOH لأن pKa أصغر

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.

ج/ 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).

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

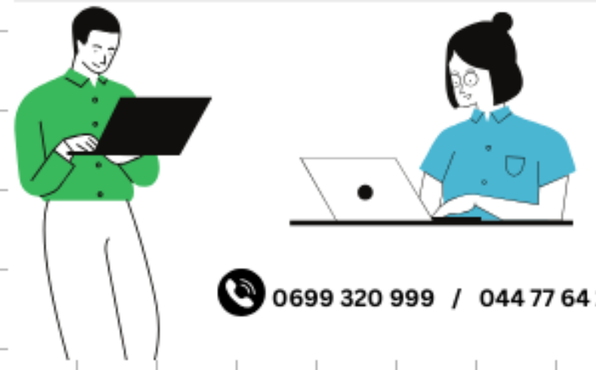
*أحسب قيمة τ_{2f} النسبة النهائية لتقدم التفاعل.

*أحسب ثابت التوازن K_2 لانحلال النشادر في الماء.

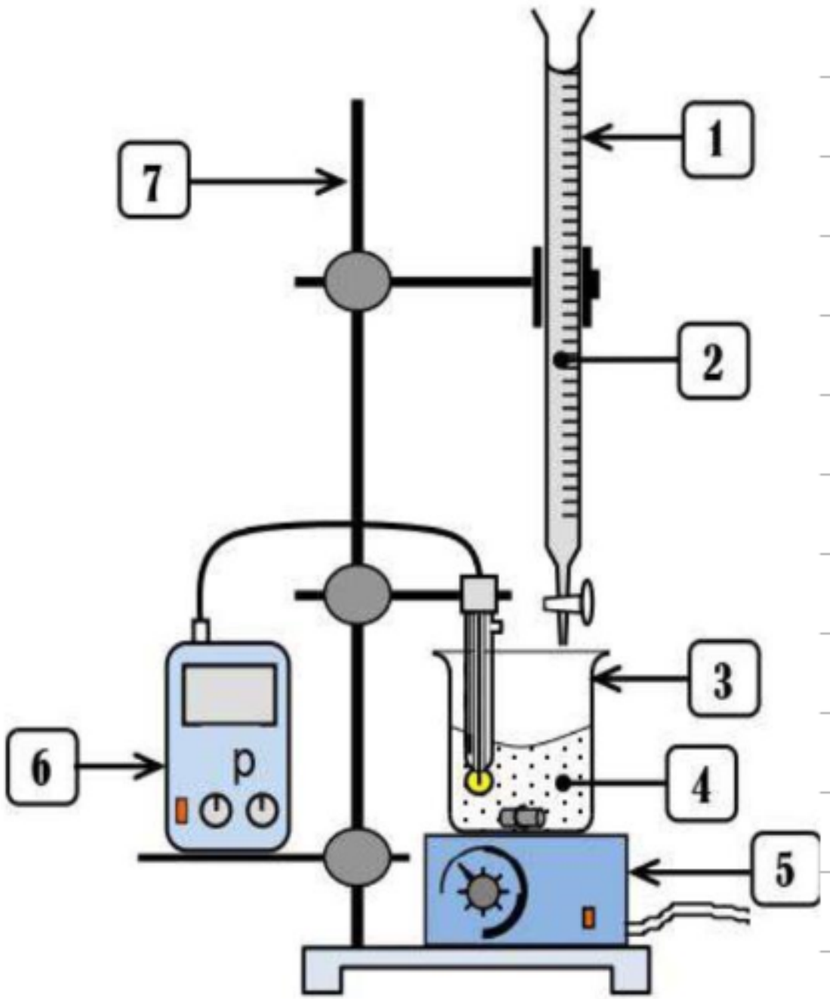
د/ ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على كل من τ_f نسبة التقدم النهائي للتفاعل، و K ثابت التوازن؟

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

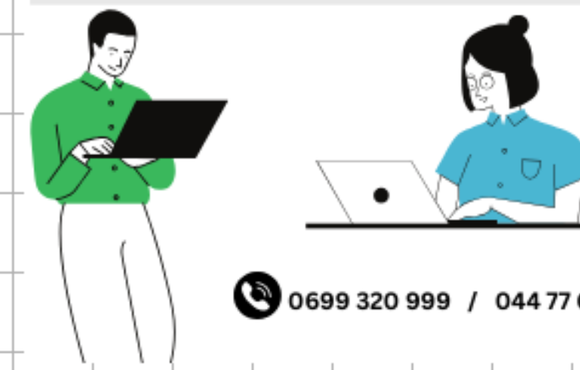
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



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

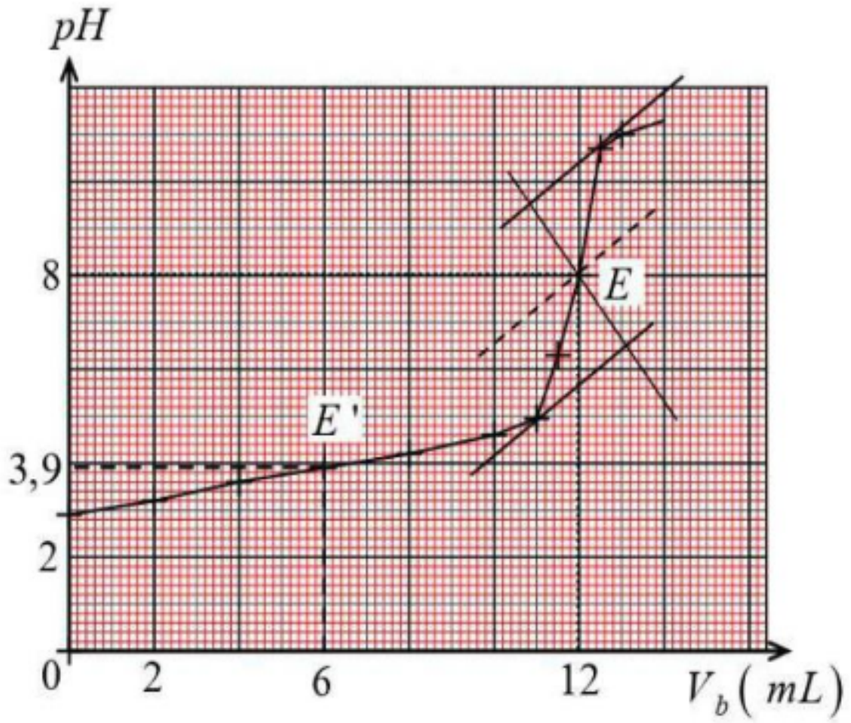
التركيب التجريبي المستعمل في هذه المعايرة.

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 pH مترية .

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–

أ– أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

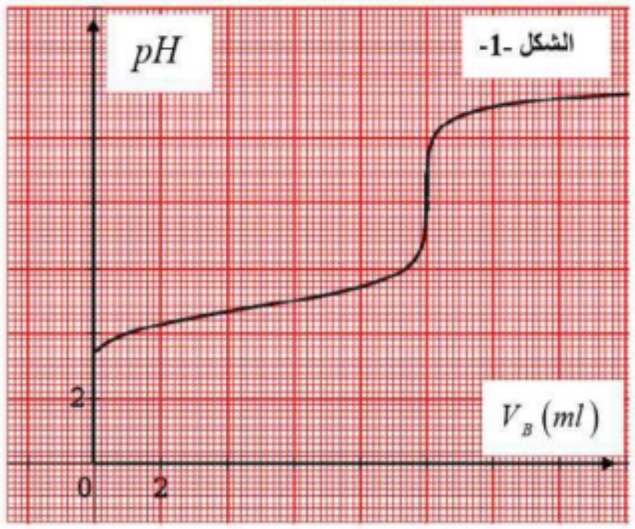
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

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: $C_0 = 10.\frac{p.d}{M}$.

– 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؟

Active

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

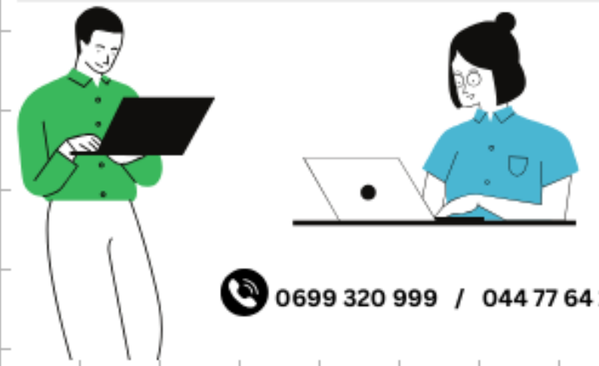
ملف الحصة المباشرة و المسجلة

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

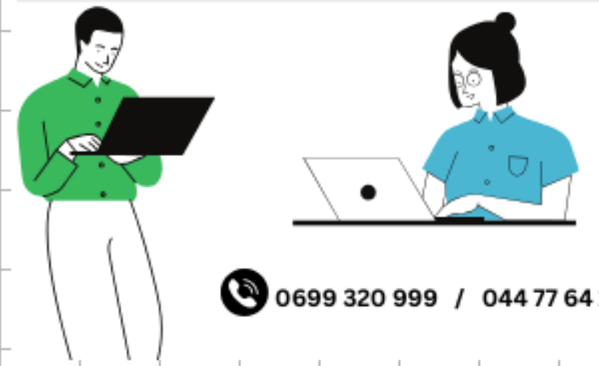
ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك



0699 320 999 / 044 77 64 11