سلسلة تمارين الاولى: تطور جملة كيميائية نحول حالة التوازن

✓ التمرين الأول:

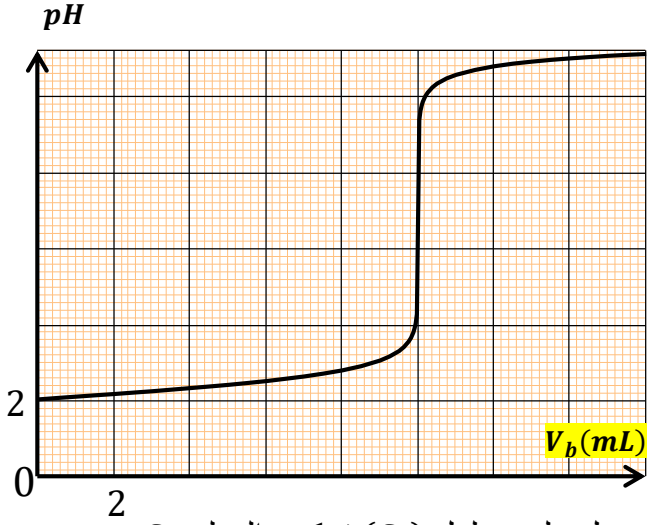
الإيبوبروفين *Ibuprofène* حمض كربوكسيلي صيغته الاجمالية $C_{13}H_{18}O_2$ وهو دواء مسكن للآلام ومخفض لدرجة الحرارة يباع في الصيدليات على شكل أكياس تحتوي كل منها على كتلة قدرها $m = 200mg$ قابلة للدواء في الماء. للتبسيط نرمز اختصارا للإيبوبروفين ب AH **تعطى:** $\boldsymbol{M(C_{13}H_{18}O_2) = 206g/mol}$

القياسات تمت في درجة حرارة 25°C.

1. نذيب محتوى الكيس في حجم $V = 500mL$ من الماء المقطر فنحصل على محلول مائي (S_1) تركيزه C_1 أعطى قياس pH المحلول (S_1) القيمة $pH = 3,5$
   - أ- أحسب قيمة التركيز C_1 للمحلول (S_1)
   - ب- أكتب معادلة تفاعل الإيبوبروفين مع الماء.
   - ج- أنشئ جدول التقدم التفاعل وأحسب نسبة التقدم النهائي $\tau_{f(1)}$ ماذا تستنتج؟
   - د- بين العلاقة التالية $\boldsymbol{\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{1}{C_1.10^{pH}-1}}$
   - و- إستنتج ثابت التوازن الكيميائي K
2. نأخذ حجما V_1 من المحلول (S_1) ونظيف له $190mL$من الماء المقطر فنحصل على المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_2 = 9,7.10^{-5}mol/L$
   - أ- بين البروتوكول التجريبي لهذه العملية وأحسب الحجم V_1 اللازم أخده لتحضير المحلول (S_2)
   - ب- أحسب النسبة النهائية $\tau_{f(2)}$ للمحلول (S_2) ماذا تستنتج؟

✓ التمرين الثاني:

I. لدينا حوجلة تحتوي على كاشف ملون تركيزه المولي $C_0 = 2,90.10^{-4}mol/L$ نقيس pH له فنجد $pH = 4,18$ نرمز للثنائية الموافقة للكاشف (HIn/In^-).



1. أكتب معادلة تفاعل الحمض HIn في الماء.
2. عين $[H_3O^+]_f$ في محلول الكاشف.
3. باعتبار حجم $V = 100mL$ من محلول الكاشف عين النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل. هل تشرد الحمض كليا؟ برر إجابتك
4. عين عبارة ثابت الحموضة K_A الموافقة للثنائية
5. تأكد من أن $K_A = 1,95.10^{-5}$
6. استنتج قيمة pK_A للثنائية ثم تعرف عن الكاشف من الجدول.

II. نخفف محلولا تجاريا (S) لحمض كلور الماء تركيزه C، 1000مرة، فنحصل على محلول (S_1) تركيزه المولي C_1

1. نأخذ $V = 10mL$ من محلول (S_1) ونظيف له بواسطة سحاحة محلول هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)}, OH^-_{(aq)}\right)$ تركيزه $C_b = 10^{-2}mol/L$ نسجل قيمة pH عند كل إضافة للحجم V_b ونرسم المنحنى المبين.
   - أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.
   - ب- حدد بيانيا نقطة التكافؤ E
   - ج- هل الكاشف الملون السابق مناسب للمعايرة؟ إذا كان الجواب بلا حدد الكاشف المناسب
   - د- أحسب تركيزه المولي C_1 للمحلول (S_1) واستنتج التركيز المولي C للمحلول التجاري.

تعطى:

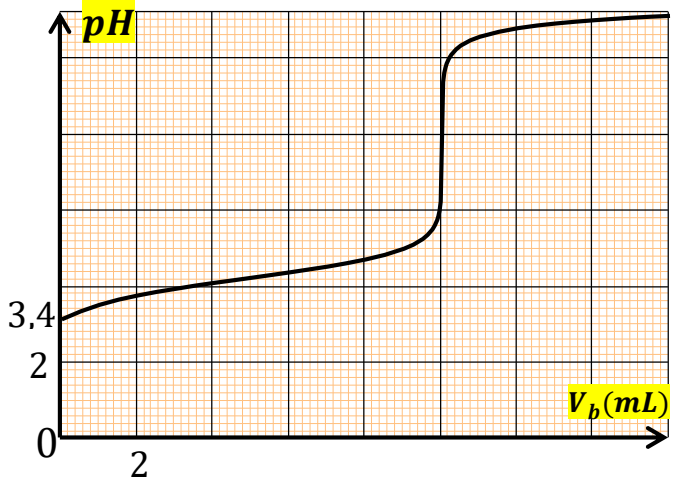
pK_A	لون الاساس	مجال التغير	لون الحمض	الكاشف الملون
3,7	أصفر برتقالي	$3,4 - 4,4$	أحمر	هيليانتين
4,7	أزرق	$3,8 - 5,4$	أصفر	أخضر البروموكريزول
7,0	أزرق	$6,0 - 7,6$	أصفر	أخضر البروموتيمول
9,4	وردي	$8,0 - 10,0$	شفاف	فينول فتانين

✓ التمرين الثالث:

قارورة تحتوي على محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه مجهول نعتمد على طريقة المعايرة لتحديد التركيز.

I. معايرة محلول للحمض CH_3COOH.

نعاير حجما $V_a = 50mL$ من محلول الحمض الكربوكسيلي تركيزه المولي C_a بمحلول مائي (S_b) لهيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)}, OH^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_b = 2{,}5.10^{-2}mol/L$ نرمز ب V_b لحجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف، نتبع هذه المعايرة بواسطة ال pH متر والذي يمكننا من رسم المنحنى $pH = f(V_b)$ الشكل المقابل



1. مثل التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذه المعايرة.
2. أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المعايرة.
3. أنشئ جدول لتقدم التفاعل.
4. اعتمادا عل جدول التقدم حدد العلاقة بين V_{bE} ,V_a ,C_b ,C_a , حيث V_{bE} حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ
5. حدد بيانيا إحداثيات نقطة التكافؤ واستنتج التركيز المولي C_a للمحلول الحمضي.

II. المعادلة الكيميائية لتفاعل الحمض في الماء.

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+{}_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$$

1. أعط عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) واستنتج العلاقة.

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

2. عند اضافة حجم $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم (S_b)

أ- حدد المتفاعل المحد واستنتج عبارة التقدم الاعظمي x_{max} في هذه الحالة.

ب- باستعمال جدول التقدم لتطور التفاعل خلال المعايرة بين أن $x_f = \frac{C_b.V_{bE}}{2}$

ج- بين أن $[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$

✓ التمرين الرابع:

I. نعتبر المحلولين (S_1)و(S_2) عند نفس درجة الحرارة 25°C حيث:

(S_1) محلول حمض الميثانويك تركيزه المولي C_1 وله $pH_1 = 2{,}9$

(S_2) محلول حمض الايثانويك تركيزه المولي C_2 وله $pH_2 = 3{,}4$

نعاير على التوالي الحمضين بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)}, OH^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}mol/L$

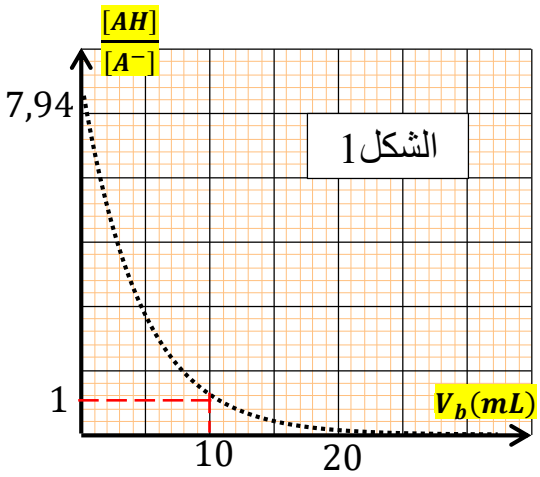
فتحصلنا على البيانين المبينين بالشكل (1) و (2)

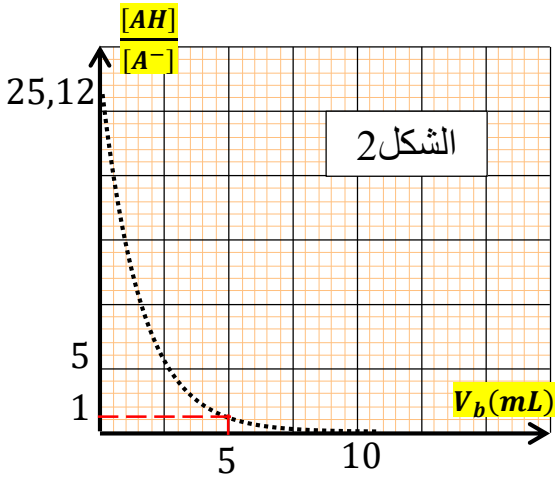
يعطى $pKa_1(HCOOH/HCOO^-) = 3{,}8$ ، $pKa_2(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4{,}8$

1. أكتب معادلة انحلال الحمض الضعيف AH في الماء.
2. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل، ثم عبر عن تركيز مختلف الافراد في الحالة النهائية بدلالة التركيز C للمحلول.
3. حدد قيمتي التركيزين C_1 و C_2 للحمضين السابقين. أي الحمضين أقوى؟
4. بالاعتماد على الشكلين:
   أ- أنسب لكل حمض البيان الموافق له مع التعليل.
   ب- حدد قيمة V_{bE}، حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم سكبه للحصول على التكافؤ في كل معايرة.
   ج- استنتج الحجمين V_{a1} و V_{a2} للمحلولين الحمضيين $HCOOH$ و CH_3COOH على التوالي.

II. نمزج الان عند اللحظة $t = 0$ حجما $V = 100mL$ من محلول الايثانويك السابق مع حجم $V = 200mL$ من محلول ميثانوات الصوديوم $\left(HCOO^-_{(aq)}, Na^+_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C' = 10^{-2}mol/L$.

1. أكتب معادلة التفاعل ثم أحسب ثابت التوازن K الموافق له.
2. أنشئ جدول لتقدم التفاعل وبين أن $K = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f).(2-\tau_f)}$ حيث τ_f تمثل نسبة التقدم النهائي .أحسب قيمة K
3. أحسب قيمة pH المزيج عند التوازن.





✓ التمرين الخامس:

يعتبر اللاكتوز $(le\ lactose)$ السكر المميز للحليب. بفعل الحرارة وتحت تأثير الأنزيمات يتحول اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك فتزداد حموضة الحليب مع مرور الزمن. تعتبر نسبة حمض اللاكتيك في الحليب مؤشرا على طراوته. علميا يكون الحليب طريا ان لم يتجاوز التركيز الكتلي C_m لحمض اللاكتيك فيه القيمة $1{,}8\ g.L^{-1}$.

المعطيات: الصيغة العامة لحمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ نرمز له تبسيطا ب AH ، $M(AH) = 90g.mol^{-1}$ ، $Ke = 10^{-14}$

I. دراسة تفاعل المعايرة:

نصب في كأس حجما $V_a = 20mL$ من محلول (S_A) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي $C_a = 2.10^{-2}mol/L$ ونضيف له حجما $V_b = 5\ mL$ من محلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)}, OH^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_b = 5.10^{-2}mol/L$.

نقيس pH الخليط المتحصل عليه نجد $pH = 4$

1. أكتب معادلة التفاعل حمض – أساس الحاصل.
2. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل وحدد نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟
3. بين أن ثابت الحموضة pKa للثنائية (شاردة اللاكتيك/ حمض اللاكتيك) تكتب من الشكل

$$pKa = pH + log\left(\frac{C_a.V_a}{C_b.V_b} - 1\right)$$

II. تحديد التركيز الكتلي C_m للحليب:

نصب في كأس حجما $V'_a = 20mL$ من حليب (S) ونعايره بواسطة المحلول المائي السابق (S_B). فنحصل على نقطة التكافؤ عند صب $V_{bE} = 10mL$

1. مثل التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذه المعايرة.
2. أحسب التركيز الكتلي C_m لحمض اللاكتيك في الحليب المدروس (S) ماذا تستنتج
3. أعطى قياس ال pH المحلول المحصل عليه عند التكافؤ القيمة $pH_E = 8$
   - أ- عين من بين الكواشف الملونة المشار اليها في الجدول أعلاه الكاشف المناسب لهذه المعايرة.
   - ب- أحسب النسبة $\frac{[A^-]}{[AH]}$ في الحلول المحصل عليه عند التكافؤ .استنتج النوع الكيميائي المهيمن.

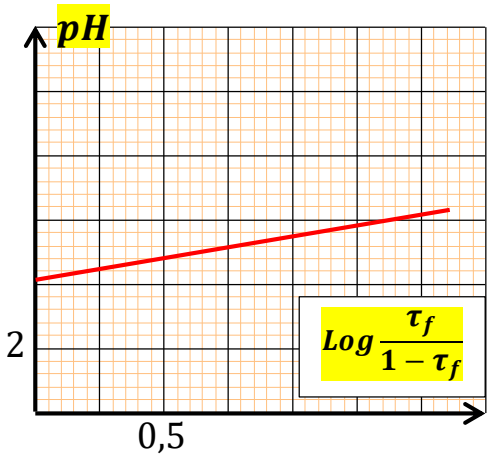
الكاشف	أحمر المثيل	أحمر الفينول	فينول فتالين
منطقة الانعطاف	$6,2 \quad -4,2$	$8,4 \quad -6,6$	$10 \quad -8,2$

✓ التمرين السادس:

تحتوي قارورة على محلول (S_0) لحمض عضوي AH تركيزه المولي C_0

1. أ- أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء.
   - ب- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.
   - ج- أكتب عبارة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل بدلالة pH المحلول و C_0
   - د- بين أن pH المحلول (S_0) تعطى بالعلاقة

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



2. لغرض تحديد التركيز المولي C_0 لهذا الحمض و التعرف على صيغته نحضر مجموعة المحاليل ممددة مختلفة التراكيز المولية انطلاقا من المحلول (S_0) قياس ال pH لكل محلول سمح برسم البيان $pH = f\left(log\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)$ الشكل المقابل.
   - أ- أكتب عبارة الدالة الموافقة للمنحنى البياني.
   - ب- إستنتج ثابت الحموضة Ka للثنائية (AH/A^-)
   - ج- حدد النوع الكيميائي الغالب في المحلول للحمض AH من أجل $\tau_f = 0,7$
   - د- أعطى قياس ال pH لأحد المحاليل الممددة 160 مرة القيمة $pH = 4,2$. أحسب قيمة التركيز المولي C_0
   - ه- يبين الجدول التالي قيم pKa لبعض الثنائيات (AH/A^-) تعرف على الحمض الموجود في القارورة.

(AH/A^-)	(CH_3COOH/CH_3COO^-)	$(HCOOH/HCOO^-)$	$(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$
pKa	4,8	3,8	4,2

كل المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة 25°C

بالتوفيق للجميع بكالوريا 2021