الوحدة 04: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن (استئنائية)

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب العلمية المجال: التطورات الرتيبة الوحدة 04: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن	الأستاذ:..... المدة الاجمالية للوحدة: 15 ساعة استئنائية

مؤشرات الكفاءة:	1-يقيس pH لتحديد طبيعة محلول. 2-يميز بين الأحماض والأسس القوية والضعيفة. 3-يكتب معادلة التفاعل بين حمض وأساس. 4-يقارن التقدم النهائي والأعظمي ليبرز التوازن الكيميائي. 5-يستعمل Ka و PKa لمقارنة بعض الثنائيات. 6-يوظف المنحنى pH بدلالة الحجم لتعيين تركيز محلول.
البطاقات التجريبية	1-تأثير حمض وأساس على الماء 2-المعايرة pH متربة
مراحل سير الوحدة:	1-(pH) محلول مائي 1-1-تعريف الـ pH والخاصية المميزة له 1-2-شروط قياس الـ pH 1-3-مفهوم الحمض والأساس حسب لوري – برونشتد 2-تأثير حمض وأساس على الماء 3-تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن 3-1-مقارنة التقدم النهائي والتقدم الأعظمي 3-2-مفهوم حالة التوازن أ-اتجاه تطور جملة كيميائية ب-حالة التوازن لجملة كيميائية 3-3-كسر التفاعل Q_r 3-4-ثابت التوازن K 3-5-تأثير الحالة الابتدائية لجملة كيميائية على حالة التوازن 4 -التحولات حمض . أساس 4-1-التشرد الذاتي للماء 4-2-ثوابت الحموضة Ka و pKa للثنائيات (أساس/حمض) *العلاقة بين pH و pKa * مجالات تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية لثنائية (AH/A^-) *مخطط توزيع الصفة الغالبة 4-3-تطبيق على الكواشف الملونة 5-المعايرة pH متربة: معايرة حمض ضعيف بواسطة أساس قوي
المراجع:	الكتاب المدرسي-الوثيقة المرافقة -وثائق الأنترنت
التقويم:	تمارين هادفة من الكتاب المدرسي تحقق الكفاءات المستهدفة

البطاقة التربوية للدرس 1

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب **المجال:** التطورات الرتيبة **الوحدة 04:** تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن **الموضوع:** قياس pH محاليل مائية ممددة	**الأستاذ:** ..... **المدة الاجمالية للوحدة:** 15 ساعة استثنائية **نوع النشاط:** نظري **المدة:** 4 حصص مدة كل حصة 45 دقيقة
مؤشرات الكفاءة: 1-قياس pH محاليل مائية ممددة بواسطة جهاز pH -متر. 2-يميز بين الأحماض والأسس القوية والضعيفة. 3-يكتب معادلة التفاعل بين حمض وأساس. 4-يقارن التقدم النهائي والأعظمي ليبرز التوازن الكيميائي.	**النشاطات المقترحة:** تأثير حمض وأساس على الماء

المدة	مراحل سير الدرس
	عناصر الدرس:
	1-(pH) محلول مائي
	1-1-تعريف الـ pH والخاصية المميزة له
45 د	1-2-شروط قياس الـ pH
	1-3-مفهوم الحمض والأساس حسب لوري – برونشتد
45 د	2-تأثير حمض وأساس على الماء
45 د	3-تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن
45 د	3-1-مقارنة التقدم النهائي والتقدم الأعظمي

الأنشطة داخل القسم

نشاط التلميذ	نشاط الأستاذ
1-استرجاع المعلومات والكفاءات القبلية للسنة الثانية حول درس الأحماض والأسس. 2-ينجز التلاميذ التجربة ويستدعون الأستاذ بعد انتهائهم من الإجابة على أسئلة النشاط التجريبي. 3-يقوم بنشاط بحيث يقوم مقارنة التقدم النهائي والتقدم الأعظمي.	1-يطرح الإشكالية: هل كل التحولات تامة؟ والتذكير بما درس في الوحدة الأولى واعتبار التحولات كلها تامة. 2-يعرف pH محلول مائي ويعطي العلاقة بين قيمة الـ pH وتركيز شاردة الهيدرونيوم. 3-يعطي مفهوم الحمض والأساس حسب لوري – برونشتد 4-يوجه الإجابات وتصحيحها.
المراجع: الكتاب المدرسي، التدرج، دليل الأستاذ، الوثيقة المرافقة، وثائق من شبكة الأنترنت.	**الوسائل المستعملة:** حوجلة سعتها $100mL$-ميزان-حمض الإيثانويك (CH_3COOH) -ماصة عيارية-الماء المقطر-حمض كلور الهيدروجين HCl -محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$-محلول مثيل أمين (CH_3NH_2) -مقياس الـ pH متر.

1- pH محلول مائي:

1-1-تعريف الـ pH والخاصية المميزة له:

يتغير pH المحاليل المائية عمليا من 0 إلى14 وحسب قيم الـ pH نصنف المحاليل المائية إلى ثلاثة أصناف:

المحلول المائي المعتدل: يتميز بـ $[H_3O^+]=[OH^-]$ وهذا يعني $pH=7$

المحلول المائي الحمضي: يتميز بـ $[H_3O^+]>[OH^-]$ وهذا يعني $pH<7$

المحلول المائي الأساسي: يتميز بـ $[H_3O^+]<[OH^-]$ وهذا يعني $pH>7$

تم الاعتماد على مقدار يسمى الـ pH حيث نعتبر أن $[H_3^+O]_f=10^{-PH}$

وتعطى pH المحاليل المائية كذلك بالعبارة: $pH=-\log[H_3^+O]_f$ وذلك من أجل المحاليل الممددة فقط

1-2-شروط قياس الـ pH :

لمعرفة تركيز شوارد الهيدرونيوم $[H_3^+O]$ في محلول مائي، نقوم بقياس pH المحلول بواسطة جهاز الـ pH -متر ويشترط لذلك:

1-أن يكون في البيشر كمية كافية من المحلول.

2-التأكد من التوصيل الجيد لمسبار الجهاز. الجزء الذي يمكن من القياس يجب أن يكون مغمورا كليا.

3-معايرة الجهاز pH متر قبل استعماله.

4-غسل المسبار كليا بواسطة الماء المقطر ثم تجفيفيه بواسطة ورق ماص، ثم غسله بالماء المقطر ووضعه في المحلول الحافظ بعد كل قياس

1-3-مفهوم الحمض والأساس حسب برونشتد:

أ-مفهوم برونشتد للحمض:

الحمض هو كل مركب كيميائي جزيء أو شاردة يفقد بروتون (H^+) أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي ونكتب $AH \rightarrow A^- + H^+$

مثال $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

ب-مفهوم برونشتد للأساس:

الأساس هو كل فرد كيميائي جزيء أو شاردة يكتسب بروتون (H^+) أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي ونكتب $A^- + H^+ \rightarrow AH$

مثال $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$

2-تأثير حمض و أساس على الماء :

الإشكالية: هل كل التحولات تامة؟

الأدوات المستعملة: حوجلة سعتها $(100ml)$-ميزان-حمض الإيثانويك (CH_3COOH) -ماصة عيارية-الماء المقطر-حمض كلور الهيدروجين HCl-محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$-محلول مثيل أمين (CH_3NH_2) -مقياس pH متر

نشاط تجريبي 1: تأثير حمض على الماء

مقارنة قوة المحاليل الحمضية

عند $(25°C)$ نعتبر محلولين عند نفس درجة الحرارة.

المحلول	تركيزه $C(mol/l)$	قياس pH له	تركيز $[H_3^+O]_f$ بـ (mol/l)
محلول لكلور الهيدروجين HCl	$C_1=10^{-2}$	$pH_1=2$	$[H_3^+O]_f=10^{-PH_1}=10^{-2}mol/l$
محلول لحمض الايثانويك CH_3COOH	$C_2=10^{-2}$	$pH_2=3,4$	$[H_3^+O]_f=10^{-PH_2}=10^{-3,4}$ $[H_3^+O]_f=3,9.10^{-4}mol/l$

1 . قارن بين $\left[H_3^+O\right]_f$ و C في كل محلول؟

في المحلول (S_1) نجد أن $\left[H_3^+O\right]_f = 10^{-2} = C_1$

في المحلول (S_2) نجد أن $\left[H_3^+O\right]_f = 3,9.10^{-4} < C_2$

2 . ماذا تستنتج بالنسبة لكل محلول؟

من العلاقة $\left[H_3^+O\right]_f = C_1$ نستنتج أن حمض HCl يتشرد كليا في الماء أي انه حمض قوي.

من العلاقة $\left[H_3^+O\right]_f < C_2$ نستنتج أن حمض CH_3COOH يتشرد جزئيا في الماء أي انه حمض ضعيف.

3 . كتابة معادلتي التفاعل:

بالنسبة للمحلول (S_1): $HCl + H_2O \rightarrow H_3^+O + Cl^-$

بالنسبة للمحلول (S_2): $CH_3COOH + H_2O = H_3^+O + CH_3COO^-$

نتيجة:

نقول عن حمض أنه قوي إذا تشرد كليا في الماء ويكون التفاعل تام

نقول عن حمض أنه ضعيف إذا تشرد جزئيا في الماء ويكون التفاعل غير تام

نشاط تجريبي 2: تأثير أساس على الماء

مقارنة قوة المحاليل الأساسية

عند $25°C$ نعتبر محلولين عند نفس درجة الحرارة.

المحلول	تركيزه $C(mol/l)$	قياس (pH) له	تركيز $\left[OH^-\right]_f$ بـ (mol/l)
محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$	$C_1 = 10^{-2}$	$PH_1 = 12$	ولدينا عند $25°C$: $\left[H_3^+O\right]_f = 10^{-PH_1} = 10^{-12} mol/l$ الجداء الشاردي $Ke = \left[H_3^+O\right]_f . \left[OH^-\right]_f$ ومنه نجد: $\left[OH^-\right]_f = 10^{-2} mol/l$
محلول مثيل أمين (CH_3NH_2)	$C_2 = 10^{-2}$	$PH_2 = 10,8$	$\left[H_3^+O\right]_f = 10^{-PH_2} = 10^{-10,8} = 1,58.10^{-11} mol/l$ وحسب الجداء الشاردي نجد: $\left[OH^-\right]_f = 6,33.10^{-4} mol/l$

1 . قارن بين $\left[OH^-\right]_f$ و C في كل محلول ؟

في المحلول (S_1) نجد $\left[OH^-\right]_f = 10^{-2} = C_1$

في المحلول (S_2) نجد $\left[OH^-\right]_f = 6,33.10^{-4} < C_2$

2 . ماذا تستنتج بالنسبة لكل محلول؟

من العلاقة $\left[OH^-\right]_f = C_1$ نستنتج أن $(NaOH)$ ينحل كليا في الماء أي انه أساس قوي.

من العلاقة $\left[OH^-\right]_f < C_2$ نستنتج أن (CH_3NH_2) ينحل جزئيا في الماء أي أنه أساس ضعيف.

3 . كتابة معادلتي التفاعل:

بالنسبة للمحلول (S_1): $(NaOH)_S \xrightarrow{H_2O} \left(Na^+ + OH^-\right)_{aq}$

بالنسبة للمحلول (S_2): $(CH_3NH_2) + H_2O = CH_3NH_3^+ + OH^-$

نتيجة:

نقول عن أساس أنه قوي إذا تشرد كليا في الماء ويكون التفاعل تام

نقول عن أساس أنه ضعيف إذا تشرد جزئيا في الماء ويكون التفاعل غير تام

بطاقة العمل المخبري التلميذ: ..... القسم: .....

2-تأثير حمض و أساس على الماء :

الإشكالية: هل كل التحولات تامة ؟

الأدوات المستعملة: حوجلة سعتها $(100ml)$-ميزان-حمض الإيثانويك (CH_3COOH) -ماصة عيارية-الماء المقطر-حمض كلور الهيدروجين (HCl)-محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$-محلول مثيل أمين (CH_3NH_2) -مقياس pH متر

نشاط تجريبي 1: تأثير حمض على الماء

مقارنة قوة المحاليل الحمضية

عند $(25°C)$ نعتبر محلولين عند نفس درجة الحرارة.

المحلول	تركيزه $C(mol/l)$	قياس pH له	تركيز $[H_3^+O]_f$ بـ (mol/l)
محلول لكلور الهيدروجين HCl	$C_1 = 10^{-2}$	$pH_1 = 2$	....
محلول لحمض الايثانويك CH_3COOH	$C_2 = 10^{-2}$	$pH_2 = 3,4$	....

1 . قارن بين $[H_3^+O]_f$ و C في كل محلول؟

في المحلول (S_1) نجد أن.....

في المحلول (S_2) نجد أن.....

2 . ماذا تستنتج بالنسبة لكل محلول؟

من العلاقة..... نستنتج أن حمض HCl يتشرد ..... في الماء أي انه حمض .....

من العلاقة..... نستنتج أن حمض CH_3COOH يتشرد ..... في الماء أي انه حمض .....

3 . كتابة معادلتي التفاعل:

بالنسبة للمحلول (S_1): .....

بالنسبة للمحلول (S_2): .....

نتيجة:

نقول عن حمض أنه ..... إذا تشرد ..... في الماء ويكون التفاعل .....

نقول عن حمض أنه ..... إذا تشرد ..... في الماء ويكون التفاعل .....

نشاط تجريبي 2: تأثير أساس على الماء

مقارنة قوة المحاليل الأساسية

عند $25°C$ نعتبر محلولين عند نفس درجة الحرارة.

المحلول	تركيزه $C(mol/l)$	قياس (pH) له	تركيز $[OH^-]_f$ بـ (mol/l)
محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$	$C_1 = 10^{-2}$	$PH_1 = 12$	....

محلول مثيل أمين (CH_3NH_2)	$C_2 = 10^{-2}$	$PH_2 = 10,8$	....

1 . قارن بين $[OH^-]_f$ و C في كل محلول ؟

في المحلول (S_1) نجد .....

في المحلول (S_2) نجد .....

2 . ماذا تستنتج بالنسبة لكل محلول؟

من العلاقة ..... نستنتج أن ..... ينحل ..... في الماء أي انه أساس .....

من العلاقة ..... نستنتج أن ..... ينحل ..... في الماء أي أنه أساس .....

3 . كتابة معادلتي التفاعل:

بالنسبة للمحلول (S_1): .....

بالنسبة للمحلول (S_2): .....

نتيـجة:

نقول عن أساس أنه ..... إذا تشرد ..... في الماء ويكون التفاعل .....

نقول عن أساس أنه ..... إذا تشرد ..... في الماء ويكون التفاعل .....

3-تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن:

3-1-مقارنة التقدم النهائي والتقدم الأعظمي:

نشاط تجريبي 1:

نحضر ($V=1l$) من محلول كلور الهيدروجين (HCl) وذلك بإذابة ($V=240ml$) من غاز (HCl) في الماء المقطر. ثم نقيس (PH) المحلول فنجد 2 في الشروط التجريبية يكون الحجم المولي $V_M=22,4l/mol$

1 .كتابة معادلة التفاعل الكيميائي الحادث: $HCl_{(g)}+H_2O_{(l)}\rightarrow H_3^+O_{(aq)}+Cl^-_{(aq)}$

2 .انجاز جدول تقدم التفاعل:

معـــادلة التفاعل		$HCl_{(g)}+H_2O_{(l)}\rightarrow H_3^+O_{(aq)}+Cl^-_{(aq)}$			
حـــالة الجملة	التقدم	كمـــيات المادة (mol)			
الحـالة الابتدائية	0	0,01	بزيادة	0	0
الحـالة الانتقالية	x	$0,01-x$	بزيادة	x	x
الحـالة النهائية	x_{max}	$0,01-x_{max}$	بزيادة	x_{max}	x_{max}

3 .تعيين قيمة التقدم الأعظمي x_{max} :

من خلال جدول التقدم وبفرض أن $HCl_{(g)}$ اختفى كليا $0,01-x_{max}=0$ أي $x_{max}=0,01mol$

4 .تعيين قيمة التقدم النهائي x_f:

لدينا $PH=2$ يعني $\left[H_3^+O\right]_f=10^{-PH}=10^{-2}mol/l$ فيكون التقدم النهائي $x_F=\left[H_3^+O\right]_f.V$ أي: $x_F=10^{-2}.1=10^{-2}mol$

5 .حساب النسبة $\frac{x_F}{x_{max}}$: $\frac{x_F}{x_{max}}=1$ يعني $\frac{x_F}{x_{max}}=100\%$

6 .استنتاج: مما سبق نستنتج أن تفاعل غاز HCl مع الماء تاما.

نشاط تجريبي 2:

في درجة حرارة اعتيادية نذيب $(0,1mol)$ من حمض الخل (CH_3COOH) في لتر من الماء المقطر وبعد الرج نقيس PH المحلول فنجد 2,9

1 .كتابة معادلة التفاعل الكيميائي الحادث: $CH_3COOH+H_2O=H_3^+O+CH_3COO^-$

2 .انجاز جدول تقدم التفاعل:

معـــادلة التفاعل		$CH_3COOH+H_2O=H_3^+O+CH_3COO^-$			
حـــالة الجملة	التقدم	كمـــيات المادة (mol)			
الحـالة الابتدائية	0	$0,1mol$	بزيادة	0	0
الحـالة الانتقالية	x	$0,1-x$	بزيادة	x	x
الحـالة النهائية	x_{max}	$0,1-x_{max}$	بزيادة	x_{max}	x_{max}

3 .تعيين قيمة التقدم الأعظمي x_{max} :

من خلال جدول التقدم وبفرض أن $HCl_{(g)}$ اختفى كليا $0,1-x_{max}=0$ أي: $x_{max}=0,1mol$

4 .تعيين قيمة التقدم النهائي x_F :

لدينا $PH=2,9$ يعني $\left[H_3^+O\right]_f=10^{-PH}=10^{-2,9}mol/l$ فيكون التقدم النهائي $x_F=\left[H_3^+O\right]_f.V$

أي: $x_F=10^{-2,9}.1=1,26.10^{-3}mol$

5 .حساب النسبة $\frac{x_F}{x_{max}}$: $\frac{x_F}{x_{max}}=0,0126$ يعني $\frac{x_F}{x_{max}}=1,6\%$

6 .الاستنتاج:

المتفاعل المحد (CH_3COOH) لم يستهلك كليا وهذا يعني أن التفاعل غير تام أي أن عند الحالة النهائية للجملة تكون المتفاعلات والنواتج متواجدة في الوسط التفاعلي في نفس الوقت.

7 .الخلاصة: تعرف نسبة التقدم في اللحظة (t) بـ $\left(\tau_F = \frac{x_F}{x_{max}}\right)$ حيث (τ_F) عددا دون وحدة يعبر عنه بنسبة مئوية ($0 < \tau_F \leq 1$) وتتغير هذه النسبة خلال تطور الجملة. تسمى النسبة النهائية للتقدم عند بلوغ الجملة حالتها النهائية $\tau_F = \frac{x_F}{x_{max}}$

يكون التحول تاما إذا كان $\tau_F = 1$ أي $\tau_F = 100\%$

يكون التحول غير تاما محدودا إذا كان $\tau_F < 1$ أي $\tau_F < 100\%$

البطاقة التربوية للدرس 2

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب. **المجال:** التطورات الرتيبة. **الوحدة 04:** تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن. **الموضوع:** مفهوم حالة التوازن.	**الأستاذ:** ..... **المدة الاجمالية للوحدة:** 15 ساعة استثنائية **نوع النشاط:** نظري. **المدة:** 4 حصص مدة كل حصة 45 دقيقة.
مؤشرات الكفاءة: 1-يعرف كسر التفاعل Q_r وثابت التوازن الكيميائي K 2-يعرف تأثير الحالة الابتدائية لجملة كيميائية على حالة التوازن	**النشاطات المقترحة:** تأثير الحالة الابتدائية لجملة كيميائية على حالة التوازن

المدة	مراحل سير الدرس
	عناصر الدرس:
45 د	3-2-مفهوم حالة التوازن أ-اتجاه تطور جملة كيميائية
45 د	ب-حالة التوازن لجملة كيميائية
45 د	3-3-كسر التفاعل Q_r
45 د	3-4-ثابت التوازن K
	3-5-تأثير الحالة الابتدائية لجملة كيميائية على حالة التوازن

الأنشطة داخل القسم

نشاط التلميذ	نشاط الأستاذ
1-يدرس تحولات مختلفة (تامة ومحدودة) ويسجلون مفاهيم كسر التفاعل وثابت التوازن الكيميائي على السبورة. 2-ينجز التلاميذ النشاطات المختلفة للأنشطة ويستدعون الأستاذ بعد انتهائهم من الإجابة على أسئلة النشاط. 3-استخراج العلاقة بين ثابت التوازن، النسبة النهائية لتقدم التفاعل والتركيز المولي.	1-يعرف كسر التفاعل وثابت التوازن الكيميائي. 2-يطلب من أحد التلاميذ استخراج العلاقة بين ثابت التوازن والنسبة النهائية لتقدم التفاعل والتركيز المولي للمحلول مع توجيهه. ثم يطرح الأسئلة على التلاميذ لاستنتاج كيفية تغير النسبة النهائية لتقدم التفاعل بدلالة ثابت التوازن ويسجل ذلك على السبورة. 3-يراقب عمل التلاميذ. 4-توجيه الإجابات وتصحيحها
المراجع: الكتاب المدرسي، التدرج، دليل الأستاذ، الوثيقة المرافقة، وثائق من شبكة الأنترنت.	**الوسائل المستعملة:** محلول لحمض البروبانويك C_2H_5COOH-مقياس الـ pH متر-جهاز قياس الناقلية -حوجلة سعتها $100ml$-ميزان-حمض الإيثانويك CH_3COOH -ماصة عيارية-الماء المقطر

2-3-مفهوم حالة التوازن:

أ-اتجاه تطور جملة كيميائية:

يمكن أن تحدث عدة تفاعلات كيميائية في نفس الوقت وفي نفس الوسط في الاتجاه المباشر أو الاتجاه العكسي وذلك حسب الشروط المفروضة حيث الرمز = لا يعين اتجاه التطور أما معادلة التفاعل فهي تعبر عن انحفاظ الكتلة والشحنة فقط

ب-حالة التوازن لجملة كيميائية:

عند تحضير محلول حمض الايثانويك ذي التركيز المولي $(C = 0,1mol/l)$ وجد أن قيمة الـ pH للمحلول هي 2,9

1 . كتابة معادلة التفاعل الكيميائي الحادث: $CH_3COOH + H_2O = H_3^+O + CH_3COO^-$

2 . الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول هي: $CH_3COOH, H_2O, H_3^+O, CH_3COO^-, OH^-$

حساب التراكيز المولية لها:

$$\left[H_3^+O\right]_f = \left[CH_3COO^-\right]_f = 10^{-pH} = 1,26.10^{-3} mol/l$$

$$\left[CH_3COOH\right]_f = C - \left[CH_3COO^-\right]_f = 9,8.10^{-2} mol/l$$

3 . الاستنتاج: نستنتج أن جميع الأفراد الكيميائية متواجدة في الجملة عند الحالة النهائية وبكميات ثابتة، إذا الجملة في حالة توازن لأن التحول غير تاما.

3-3-كسر التفاعل Q_r:

إن كسر التفاعل Q_r مقدار يميز الجملة الكيميائية وهي في حالة ما. قيمته خلال التفاعل تدلنا على مدى تقدم التفاعل وعبارته تتعلق بطبيعة الجملة

لنعتبر التفاعل ذي المعادلة: $aA + bB = cC + dD$ كسر التفاعل في أية حالة: $Q_r = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}$

*** اصطلاحات في كيفية كتابة Q_r :**

معادلة التفاعل للميثانويك مع الماء هي: $HCOOH + H_2O = H_3^+O + HCOO^-$ كسر التفاعل هو: $Q_r = \frac{\left[H_3^+O\right].\left[HCOO^-\right]}{\left[HCOOH\right].1}$

معادلة التفاعل لمعدن الزنك مع شوارد النحاس: $Zn_{(S)} + Cu^{2+}{}_{(aq)} = Cu_{(S)} + Zn^{2+}{}_{(aq)}$ كسر التفاعل هو: $Q_r = \frac{\left[Zn^{2+}\right].1}{\left[Cu^{2+}\right].1}$

علاقة كسر التفاعل بتقدم التفاعل:

ليكن التفاعل التالي: $CH_3COOH + H_2O = H_3^+O + CH_3COO^-$

1 . جدول تقدم التفاعل:

معـــادلة التفاعل		$CH_3COOH + H_2O = H_3^+O + CH_3COO^-$			
حـــالة الجملة	التقدم	كمـــيات المادة (mol)			
الحـالة الابتدائية	0	n_0	بزيادة	0	0
الحـالة الانتقالية	x	$n_0 - x$	بزيادة	x	x
الحـالة النـهائية	x_m	$n_0 - x_m = 0$	بزيادة	x_m	x_m

2 . التراكيز المولية للأفراد الكيميائية بدلالة التقدم في التفاعل x :

$$Qr = \frac{\left[H_3^+O\right].\left[CH_3COO^-\right]}{\left[CH_3COOH\right]} = \frac{x^2}{V(n_0 - x)} \Leftarrow \left[CH_3COOH\right] = \frac{n_0 - x}{V}, \left[H_3^+O\right] = \frac{x}{V}, \left[CH_3COO^-\right] = \frac{x}{V}$$

ملاحـظة: خلال التحول الكيميائي التقدم x يتغير من 0 إلى التقدم النهائي x_f فهذا يعني أن Q_r يتغير من Q_{ri} إلى Q_{rf}.

3-4-ثابت التوازن K :

نعتبر محلولين لحمض الايثانويك عند نفس درجة الحرارة:

المحلول	تركيزه المولي	قياس الـ pH	كسر التفاعل النهائي
محلول (S_1)	$C_1 = 10^{-2} mol/l$	$pH_1 = 3,40$	$Q_{rf} = 1,65.10^{-5} mol/l$
محلول (S_2)	$C_2 = 5.10^{-3} mol/l$	$pH_2 = 3,56$	$Q_{rf} = 1,65.10^{-5} mol/l$

الاستنتاج: عند حالة التوازن لجملة كيميائية، كسر التفاعل النهائي لا يتعلق بالتركيب الابتدائي للجملة، كل معادلة تفاعل ترفق بثابت (K) يسمى ثابت التوازن قيمته تساوي إلى (Q_{rf}) ولا يتعلق الا بدرجة الحرارة. من أجل تفاعل في وسط مائي: $K = Q_{rf}$ حيث الحالة النهائية تمثل حالة التوازن.

3-5-تأثير الحالة الابتدائية لجملة كيميائية على حالة التوازن:

* النسبة النهائية لتقدم التفاعل والحالة الابتدائية:

نعتبر محلولين $(S_1),(S_2)$ لحمض البروبانويك تركيزهما المولي على الترتيب $C_1 = 10^{-2} mol/l, C_2 = 10^{-3} mol/l$ نقيس الناقلية النوعية لكل محلول بواسطة جهاز قياس الناقلية، فنجد $\sigma_1 = 143.10^{-4} s/m, \sigma_2 = 43.10^{-4} s/m$

نعطي: $\lambda_{H_3O^+} = 35 ms.m^2/mol, \lambda_{C_2H_5COO^-} = 3,58 ms.m^2/mol$

1 . كتابة معادلة التفاعل الكيميائي الحادث: $C_2H_5COOH + H_2O = H_3^+O + C_2H_5COO^-$

2 . الأفراد الكيميائية المتواجدة في كل محلول هي: $OH^-, C_2H_5COOH, H_2O, H_3^+O, C_2H_5COO^-$

3 . حساب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية المتواجدة في كل محلول:

بالنسبة للمحلول (S_1)

$$\sigma_1 = \lambda_{H_3^+O}.[H_3^+O] + \lambda_{C_2H_5COO^-}.[C_2H_5COO^-] = [H_3^+O].(\lambda_{H_3^+O} + \lambda_{C_2H_5COO^-})$$

$$[H_3^+O] = \frac{\sigma_1}{(\lambda_{H_3^+O} + \lambda_{C_2H_5COO^-})} = 3,71.10^{-3} mol/l$$

بالنسبة للمحلول (S_2)

$$\begin{cases} [H_3^+O]_f = [C_2H_5COO^-]_f = 3,71.10^{-3} mol/l \\ [C_2H_5COOH]_f = C_1 - [C_2H_5COO^-]_f = 9,63.10^{-3} mol/l \end{cases}$$

$$\begin{cases} [H_3^+O]_f = [C_2H_5COO^-]_f = 1,11.10^{-4} mol/l \\ [C_2H_5COOH]_f = C_2 - [C_2H_5COO^-]_f = 8,89.10^{-4} mol/l \end{cases}$$

4 . حساب قيمة (τ_f) في كل محلول: لدينا $\tau_f = \frac{[H_3^+O]}{C}$ **للمحلول** (S_1): تكون $\tau_{f1} = 3,7\%$ ، **للمحلول** (S_2): تكون $\tau_{f2} = 11\%$

5-.الاستنتاج: النسبة النهائية لتقدم التفاعل تتعلق بالحالة الابتدائية للجملة.

* النسبة النهائية لتقدم التفاعل وثابت التوازن:

نعتبر التفاعل بين حمض عضوي نرمزله اختصارا AH والماء: $AH + H_2O = H_3^+O + A^-$

ثابت التوازن لهذا التفاعل: $K = Q_{rf} = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[AH]}$

النسبة النهائية لتقدم التفاعل $\tau = \frac{[H_3O^+]}{C}$ ومنه $[H_3O^+] = \tau . C$ وكذلك $[H_3O^+] = [A^-] = \tau.C$

اذن $[AH] = C - [H_3O^+] = C - \tau.C$ ومنه $K = \frac{\tau C.\tau C}{C - \tau C} = \frac{\tau^2.C}{1-\tau}$

3 . الاستنتاج: النسبة النهائية لتقدم التفاعل تتعلق بثابت التوازن

البطاقة التربوية للدرس 3

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب.	**الأستاذ:** .....
المجال: التطورات الرتيبة.	**المدة الاجمالية للوحدة:** 11,25 ساعة استثنائية
الوحدة 04: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن.	**نوع النشاط:** نظري
الموضوع: التحولات حمض أساس.	**المدة:** 5 حصص مدة كل حصة 45 دقيقة
مؤشرات الكفاءة: 1- يستعمل ثابتي الحموضة Ka و pKa لمقارنة بعض الثنائيات 2-يعرف الصفة الغالبة في محلول 3-يوظف المنحنى $pH = f(V)$ لتعيين تركيز محلول 4-يستغل منحنى المعايرة في تعيين نقطة التكافؤ ونصف التكافؤ	**النشاطات المقترحة:** المعايرة pH متربة

المدة	مراحل سير الدرس
	عناصر الدرس:
	4 -التحولات حمض . أساس
	4-1-التشرد الذاتي للماء
45 د	4-2-ثوابت الحموضة Ka و pKa للثنائيات (أساس/حمض):
45 د	*العلاقة بين pH و pKa
45 د	* مجالات تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية لثنائية (AH/A^-)
45 د	*مخطط توزيع الصفة الغالبة
	4-3-تطبيق على الكواشف الملونة
45 د	5-المعايرة pH متربة: معايرة حمض ضعيف بواسطة أساس قوي

الأنشطة داخل القسم

نشاط التلميذ	نشاط الأستاذ
1-يتذكر التفكك الذاتي للماء وسلم الـ pH ويسجل ذلك على السبورة. 2-يعرف التشرد الذاتي للماء وسلم الـ pH 3-يعرف ثوابت الحموضة pKa, Ka 4-الإجابة على أسئلة النشاط. 5-رسم مخططات توزيع الصفة الغالبة ومجالات التغلب 6-يعالج معطيات تجربة المعايرة pH متربة ثم يجيب على أسئلة الوثيقة المقدمة	1-يراقب عمل التلاميذ. وفي النهاية يعرف ثوابت الحموضة pKa, Ka للثنائيات (أساس/حمض) 2-يطرح الأسئلة على التلاميذ لاستنتاج كيفية تتوزع الصفة الغالبة ويسجل ذلك على السبورة. 3-يذكر بتفاعل حمض – أساس 4-تعريف المعايرة وطرق المعايرة المدروسة في السنة الماضية ويشرح باختصار المعايرة الـ pH – متربة 5-يراقب عمل التلاميذ باستمرار. 6-توجيه الإجابات وتصحيحها.
المراجع: الكتاب المدرسي، التدرج، دليل الأستاذ، الوثيقة المرافقة، وثائق من شبكة الأنترنت.	**الوسائل المستعملة:** بيشر سعته $100mL$-سحاحة -ميزان-حمض الإيثانويك CH_3COOH -ماصة عيارية-الماء المقطر-محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ -مقياس pH متر-مخلاط مغناطيسي

4-التحولات حمض . أساس:

4-1-التشرد الذاتي للماء:

الماء المقطر يتفكك ذاتيا إلى شوارد (H_3O^+) و (OH^-) وفق التفاعل ذي المعادلة $2H_2O = H_3O^+ + OH^-$

نعرف الجداء الشاردي للماء (Ke) في المحاليل المائية كما يلي: $Ke = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$ عند $25°C$

نعرف المقدار $pKe = -\log Ke$ أي $Ke = 10^{-pKe}$ ومنه: $pKe = 14$ عند $25°C$

4-2-ثوابت الحموضة Ka و pKa للثنائيات (أساس/حمض):

1-**بالنسبة لانحلال حمض AH في الماء:** $AH + H_2O = H_3^+O + A^-$

نعرف ثابت الحموضة Ka للثنائية (AH / A^-) بـ: $Ka = \dfrac{[H_3O^+]_f.[A^-]_f}{[AH]_f} = K$

نعرف الـ pKa للثنائية (AH / A^-) كالتالي: $pKa = -\log Ka \Leftrightarrow Ka = 10^{-pKa}$

2-**بالنسبة لانحلال أساس B في الماء:** $B + H_2O = BH^+ + HO^-$

نعرف ثابت الحموضة Ka للثنائية (BH^+ / B) بـ: $Ka = \dfrac{[HO^-]_f.[B]_f}{[BH^+]_f} = \dfrac{[HO^-]_f.[B]_f.[H_3^+O]_f}{[BH^+]_f.[H_3^+O]_f} = \dfrac{Ke}{K}$

ملاحـــظة:

ثوابت الحموضة Ka و pKa تمكن من مقارنة قوة الأحماض فيما بينها وكذلك قوة الأسس فيما بينها.

- كلما كان Ka أكبر كان pKa أصغر فكان الحمض أقوى والأساس أضعف.
- كلما كان Ka أصغر كان pKa أكبر فكان الأساس أقوى والحمض أضعف.

***العلاقة بين pH و pKa :** من أجل كل ثنائية (AH / A^-) لدينا

$$pKa = -\log Ka = -\log\left(\frac{[H_3O^+]_f.[A^-]_f}{[AH]_f}\right) = -\log\left([H_3O^+]_f.\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}\right)$$

$$pKa = -\log[H_3O^+]_f - \log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} \Rightarrow pKa = pH - \log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} \Rightarrow pH = pKa + \log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$$

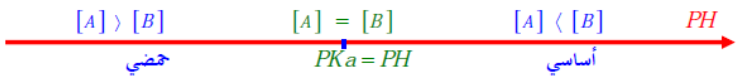
*** مجالات تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية لثنائية (AH / A^-)**

العلاقة $pH = pKa + \log\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f}$ تبرز ثلاث حالات .

إذا كان $pH = pKa$ يعني $\log\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f} = 0$ ومنه $\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f} = 1$ و منه: $[AH]_f = [A^-]_f$ ومنه لا توجد صفة غالبة .

إذا كان $pH > pKa$ يعني $\log\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f} > 0$ ومنه $\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f} > 1$ ومنه: $[AH]_f < [A^-]_f$ ومنه الصفة غالبة أساسية.

إذا كان $pH < pKa$ يعني $\log\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f} < 0$ ومنه $\dfrac{[A^-]_f}{[AH]_f} < 1$ و منه: $[AH]_f > [A^-]_f$ ومنه الصفة غالبة حمضية.



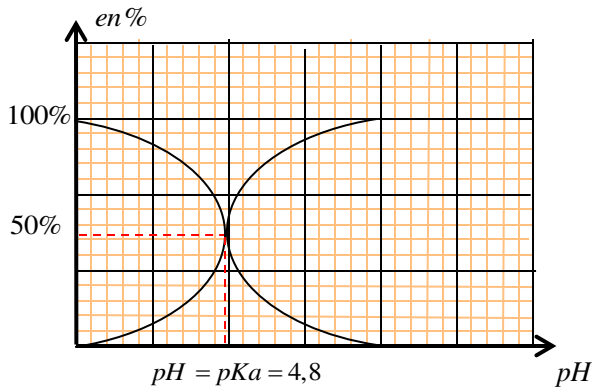
مجال تغلب الصفة الحمضية او الصفة الاساسية للثنائية (A/B)

***مخطط توزيع الصفة الغالبة:**

نسمي مخطط التوزيع للشكل الحمضي أو الشكل الأساسي، المخطط الذي يعطي نسبة كل شكل بدلالة الـ (pH)

في مثال حمض الميثانويك عند تقاطع المنحنيين

يكون $HCOOH\% = HCOO^-\%$ ويكون $pH = Pka = 4,8$



3-4-تطبيق على الكواشف الملونة:

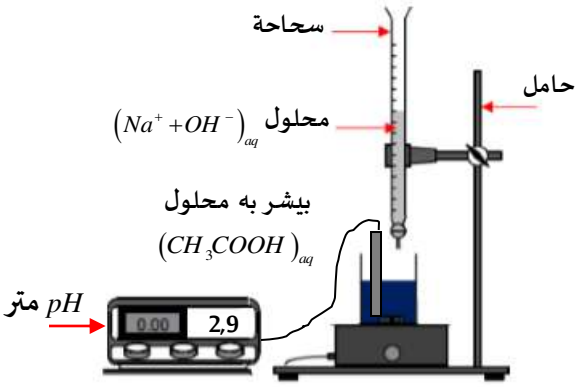
الكاشف الملون عبارة عن ثنائية (أساس/حمض) حيث الصفة الحمضية والصفة الأساسية ليس لهما نفس اللون ونرمز للثنائية بالرمز: (HIn / In^-)

معادلة تفاعل الكاشف الملون مع الماء هي: $HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3^+O_{(aq)} + In^-{}_{(aq)}$

يعطي ازرق البروموتيمول اللون **الأخضر** في الوسط المعتدل واللون **الأصفر** في الوسط الحامضي واللون **الأزرق** في الوسط القاعدي.

4-4-المعايرة pH مترية: معايرة حمض ضعيف بواسطة أساس قوي

الأدوات المستعملة: بيشر سعته $(100ml)$-سحاحة -ميزان-حمض الإيثانويك (CH_3COOH) -ماصة عيارية-الماء المقطر-محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ -مقياس pH متر-مخلاط مغناطيسي



البروتوكول التجريبي:

* قم بمعايرة جهاز الـ pH – متر. (تحقق من سلامته)

* ضع في السحاحة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $(C_b = 2.10^{-1} mol/l)$.

* ضع في البيشر حجم $(V_A = 20ml)$ من محلول حمض الإيثانويك تركيزه المولي C_A وأضف إليه $(20ml)$ من الماء.

تسجيل النتائج وتحليلها:

أسكب تدريجيا محلول هيدروكسيد الصوديوم في البيشر وسجل قيمة الـ pH بعد كل إضافة

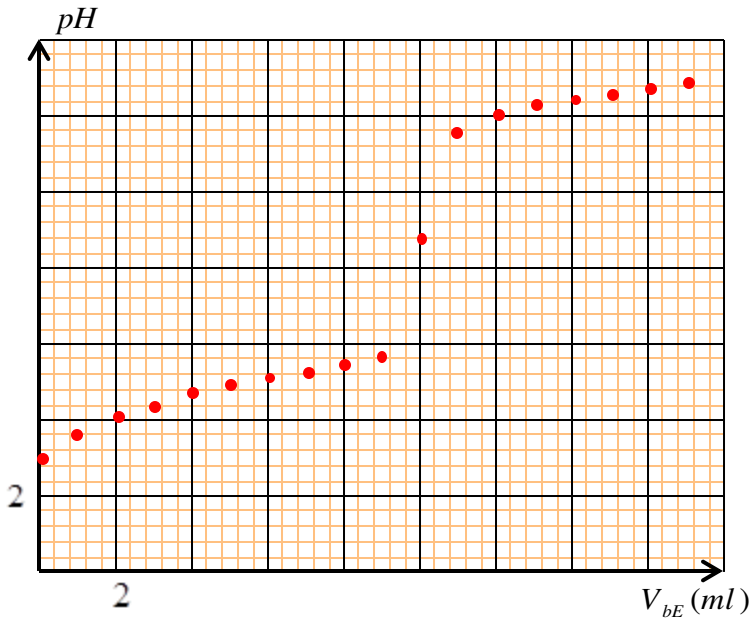
$V_{bE}(ml)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	19	20
pH	2,9	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,8	8,8	11,8	12,1	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,7

1-هل إضافة الماء تؤثر على عملية المعايرة لا تغير من كمية الحمض الابتدائية وهو يسمح بجعل المسبار مغمورا في المحلول.

2-أنجز جدول تقدم التفاعل

معادلة التفاعل		$CH_3COOH + OH^- = CH_3COO^- + H_2O$			
الحالة	التقدم $x(t)$	كميات المادة			
الإبتدائية	$x(0) = 0$	$C_A.V_A$	$C_b.V_b$	0	0
قبل التكافؤ	$x(t)$	$C_A.V_A - x$	$C_b.V_b - x$	$x(t)$	$x(t)$
التكافؤ	x_E	$C_A.V_A - x_E$	$C_b.V_b - x_E$	x_E	x_E

3-أرسم البيان $pH = f(V_b)$ أنظر البيان



4-أوجد من البيان احداثيات نقطة التكافؤ E. ماذا تلاحظ فيما يخص موقع E ؟

نلاحظ أن نقطة التكافؤتقع في منطقة التغير المفاجئ لل pH وباستخدام طريقة المماسات المتوازية نجد احداثياتها هي $E:(pH_E = 8,8, V_{bE} = 10ml)$

5-أكتب عبارة تركيز المحلول الحمضي C_A الممدد بدلالة C_A, C_b, V_{bE} وأحسبه.

عند التكافؤ يكون المزيج ستوكيومتري وباستعمال جدول تقدم التفاعل نجد:

$$\begin{cases} C_A V_A - x_E = 0 \\ C_b V_{bE} - x_E = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_E = C_A V_A \\ x_E = C_b V_{bE} \end{cases} \Leftrightarrow C_A V_A = C_b V_{bE} \Rightarrow C_A = \frac{C_b V_{bE}}{V_A} = \frac{10^{-1}.10}{20} = 5.10^{-2} ml$$

6-حساب التركيز المولي للمحلول الحمضي المركز قبل التمديد: من خلال علاقة التمديد

$$C_A V_A = C_A' V_A' \Rightarrow C_A' = \frac{C_A V_A}{V_A'} = \frac{5.10^{-2}.40}{20} = 10^{-1} mol/l$$

7-ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة من بين الكواشف التالية؟

الكاشف	الهليانتين	أزرق البروموتيمول	أحمر الميثيل	الفينول فيتالين
مجال التغير اللوني	4.4 – 3.2	7.6 – 6.0	6.0 – 4.8	10.0 – 8.2

بما أن ترتيبة نقطة التكافؤ هي $(pH_E = 8,8)$ فالكاشف الملون الذي تنتمي إلى مجاله هذه القيمة هو الفينول فيتالين.

8-مثل على البيان النقطة التي فاصلتها $\left(V_b = \frac{V_{bE}}{2}\right)$ ماذا تمثل واستنتج ترتيبها؟

النقطة التي فاصلتها $\left(V_b = \frac{V_{bE}}{2} = \frac{10}{2} = 5cm^3\right)$ ترتيبتها $(pH = 4,8)$ وهي تمثل قيمة (pK_a) اذن نكتب $(pK_a = 4,8)$

9-عبر عن ثابت التوازن لتفاعل المعايرة وأحسبه عند $(25°c)$ ؟

$$K = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH].[HO^-]} = \frac{[CH_3COO^-].[H_3O^+]}{[CH_3COOH].[HO^-].[H_3O^+]} = \frac{Ka}{Ke} = \frac{10^{-pKa}}{10^{-pKe}} = 10^{-pKa+pKe}$$

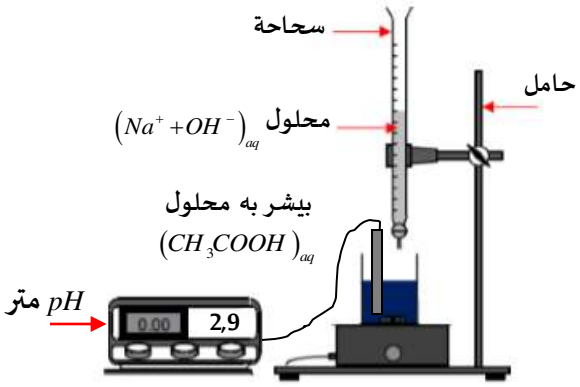
$$K = 10^{-pKa+pKe} = 10^{-4,8+14} = 10^{9,2}$$

10-تأكد من حساباتك أن التحول الحادث ممكن الحدوث؟

لكي يكون التحول ممكنا يجب أن يتحقق $(K > 10^4)$ وهوكذلك فالتحول ممكن الحدوث.

4-4-المعايرة pH متربة: معايرة حمض ضعيف بواسطة أساس قوي

الأدوات المستعملة: بيشر سعته $(100ml)$-سحاحة -ميزان-حمض الإيثانويك (CH_3COOH) -ماصة عيارية-الماء المقطر-محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ -مقياس pH متر-مخلاط مغناطيسي



البروتوكول التجريبي:

* قم بمعايرة جهاز الـ pH – متر. (تحقق من سلامته)
* ضع في السحاحة محلول هيدروكسيد الصوديوم
تركيزه المولي $(C_b = ...mol/l)$.
* ضع في البيشر حجم $(V_A = ...ml)$ من محلول حمض الإيثانويك
تركيزه المولي C_A وأضف إليه $(.....ml)$ من الماء.

تسجيل النتائج وتحليلها:

أسكب تدريجيا محلول هيدروكسيد الصوديوم في البيشر وسجل قيمة الـ pH بعد كل إضافة

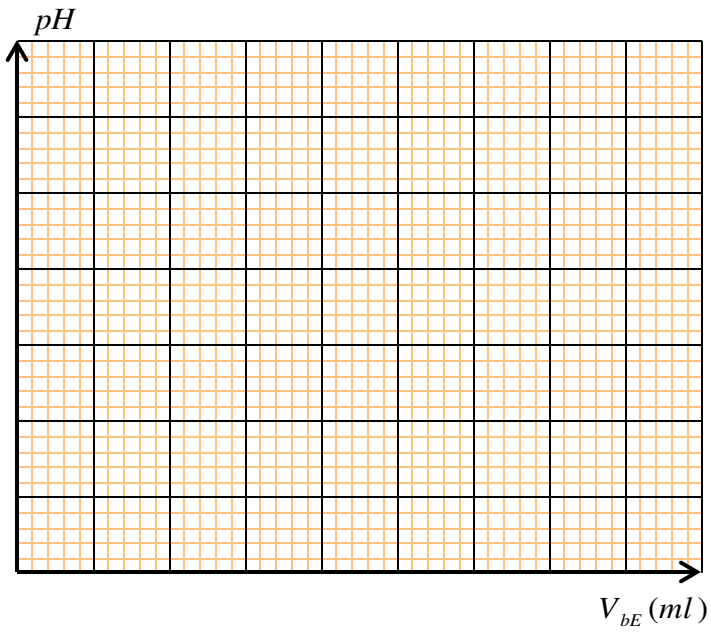
$V_{bE}(ml)$																			
pH																			

1-هل إضافة الماء تؤثر على عملية المعايرة .....

2-أنجز جدول تقدم التفاعل

معادلة التفاعل					
الحالة	التقدم $x(t)$	كميات المادة بالمول			
الإبتدائية	$x(0)=0$				
قبل التكافؤ	$x(t)$				
التكافؤ	x_E				

3-أرسم البيان $pH = f(V_b)$ .....



4-أوجد من البيان احداثيات نقطة التكافؤ E . ماذا تلاحظ فيما يخص موقع E ؟

.....

.....

5-أكتب عبارة تركيز المحلول الحمضي C_A الممدد بدلالة V_A, C_b, V_{bE} وأحسبه.

.....

.....

.....

6-حساب التركيز المولي للمحلول الحمضي المركز قبل التمديد: من خلال علاقة التمديد

.....

.....

7-ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة من بين الكواشف التالية؟

الكاشف	الهليانتين	أزرق البروموتيمول	أحمر الميثيل	الفينول فيتالين
مجال التغير اللوني	4.4 – 3.2	7.6 – 6.0	6.0 – 4.8	10.0 – 8.2

.....

.....

8-مثل على البيان النقطة التي فاصلتها $\left(V_b = \frac{V_{bE}}{2}\right)$ ماذا تمثل واستنتج ترتيبها؟

.....

.....

9-عبر عن ثابت التوازن لتفاعل المعايرة وأحسبه عند $(25°c)$ ؟

.....

.....

.....

.....

.....

10-تأكد من حساباتك أن التحول الحادث ممكن الحدوث؟

.....

.....

سلسلة وحدة تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

BAC 2021

التمرين الأول:

المحاليل عند درجة الحرارة $(25°C)$

1-نأخذ حجما V_0 من محلول (S_0) لحمض الخل (CH_3-COOH) تركيزه C_0 البطاقة المثبتة على قارورته مكتوب عليها الإشارة: 6,5°

أ-ماذا تعني الإشارة 6,5° وماذا تسمى؟

ب-احسب التركيز المولي C_0 لمحلول حمض الإيثانويك في الخل التجاري. تعطى الكتلة الحجمية للخل التجاري $\rho = 1,02\times10^3\ g/l$

جـ-صف بوضوح البروتوكول التجريبي الذي يسمح لنا بالحصول على محلول (S_1) حجمه $V = 200\ mL$ من الخل الممدد 50 مرة.

ما هو التركيز المولي (S_1) لهذا المحلول؟

2-نقيس عند التوازن ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 8,6.10^{-3}\ s/m$

أ -اكتب معادلة التفاعل لتحول حمض الخل في الماء

ب-أنشئ جدول التقدم التفاعل الحادث.

جـ -احسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن.

تعطى الناقلية المولية الشاردية: $\lambda_{H_3^+O} = 35ms.m^2/mol, \lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,24ms.m^2/mol$

د-احسب النسبة النهائية τ_{f1} لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

هـ -احسب ثابت التوازن الكيميائي (K_1)

2-نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض الساليسيليك الذي يمكن ان يرمز له (AH) تركيزه المولي $(C_2 = C_1)$ وله قيمة $(pH = 3,2)$

أ-برهن العلاقة التالية $\tau_{f2} = \dfrac{10^{-pH}}{C_2}$ ثم أحسب قيمة τ_{f2} نسبة تقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء.

ب-قارن بين τ_{f1} و τ_{f2} ماذا تستنتج ؟ .

التمرين الثاني:

الميثيل أمين نوع عضوي غازي ينتمي إلى عائلة تسمى الأمينات صيغته CH_3-NH_2 وهو أساس ينحل جزئيا في الماء المقطر

1-أكتب معادلة انحلاله في الماء. حدد الحمض المرافق لهذا الأساس ثم استنتج الثنائية $(acide/base)$

2-نحضر محلولا (S) لميثيل أمين تركيزه $C = 1,5\times10^{-2}\ mol/l$ نقيس PH فنجد أنه يساوي 11,4

أ-أنشئ جدول تقدم التفاعل

ب-حدد الأفراد الكيميائية للمحلول (S) عند حالة التوازن ثم أحسب التركيز المولي لكل منها عند الدرجة 25^0 .

جـ-أثبت أن نسبة التقدم النهائي τ_f يمكن كتابتها على الشكل $\tau_f = \dfrac{Ke}{C_B.\left[H_3^+O\right]_f}$

د-أحسب قيمة τ_f النسبة النهائية لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

هـ-أحسب PK_{a_1} الموافقة للثنائية التي ينتمي إليها هذا الأساس

3-من عائلة الأمينات كذلك الإيثيل أمين $C_2H_5-NH_2$ ينتمي إلى الثنائية $(C_2H_5-NH_3^+/C_2H_5-NH_2)$ لها $PK_{a_2} = 10,67$ قارن بين قوتي الأساسين المدروسين من حيث القوة

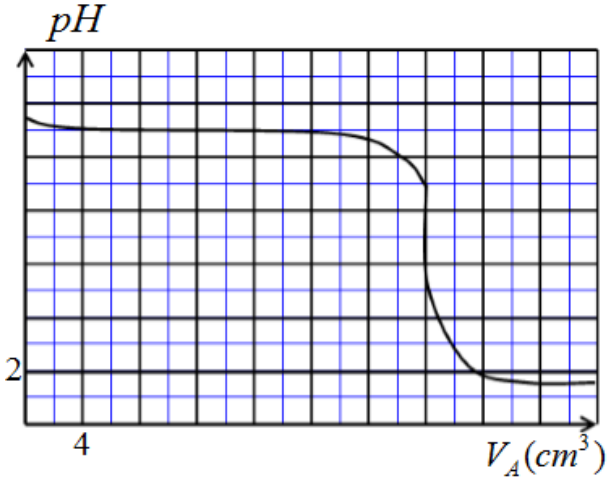
التمرين الثالث:

الايثيل أمين $C_2H_5-NH_2$ أساس ضعيف. نذيب كمية منه في الماء المقطر، فنحصل على محلول مائي (S)

1-عرف الأساس الضعيف

2-أكتب معادلة تفاعل الأمين مع الماء.

3-نضع في بيشر حجما $V_S=40cm^3$ من المحلول المائي (S) ونضيف إليه بالتدريج محلولا من حمض كلور الماء تركيزه $C=10^{-1}mol/l$. البيان المعطى في الشكل (01) يمثل تغيرات pH المحلول في البيشر بدلالة حجم حمض كلور الماء المضاف.



أ-أكتب معادلة التفاعل الحادث.

ب-بالاعتماد على البيان:

- استنتج إحداثي نقطة التكافؤ.
- أحسب تركيز الايثيل أمين المجهول؟
- استنتج قيمة الـ pKa للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة.

4-أحسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول المائي (S) عند إضافة $20ml$ من المحلول الحمضي

تؤخذ المحاليل في الدرجة $25°C$ أين $Ke=10^{-14}$

حل سلسلة وحدة تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

BAC 2021

حل التمرين الأول:

1-أ-ماذا تعني الإشارة $6,5°$ **وماذا تسمى؟**

تعني أن $6,5g$ من حمض الإيثانويك النقي في $100\ g$ من الخل التجاري وتسمى درجة النقاوة

ب-حساب التركيز المولي C_0 **لمحلول حمض الإيثانويك في الخل التجاري** لدينا $C_0=\frac{n}{V}=\frac{m}{M\times V}$

نحسب حجم $100\ g$ لدينا $\rho=\frac{m}{V_0}$ اذن $V_0=\frac{m}{\rho}=\frac{100}{1.02\times10^3}\approx0,1l$ ومنه $C_0=\frac{6,5}{60\times0,1}=1,08mol/l$

جـ-البروتوكول التجريبي نأخذ بيشر سعته $200ml$ نضع فيه $4ml$ من الخل بواسطة ماصة، نظيف الماء المقطر حتى العيار $200ml$ وهكذا نكون حضرنا محلول مخفف 50مرة حجمه $200ml$

التركيز المولي لهذا المحلول (S_1) من خلال علاقة معمل التمديد نجد $C_1=\frac{C_0}{50}=2,21\times10^{-2}mol/l$

أ -معادلة التفاعل لتحول حمض الخل في الماء

$$CH_3COOH_{(aq)}+H_2O_l=H_3O^+_{(aq)}+CH_3COO^-_{(aq)}$$

ب-جدول التقدم التفاعل الحادث.

المعادلة		$CH_3COOH_{(aq)}+H_2O_l=H_3O^+_{(aq)}+CH_3COO^-_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة			
ح. الابتدائية	0	$C_1.V_1$	متوفر	0	0
ح. الانتقالية	x	$C_1.V_1-x$	متوفر	x	x
ح. النهائية	x_f	$C_1.V_1-x_f$	متوفر	x_f	x_f

جـ -حساب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) **عند التوازن.**

$$\sigma=\left[H_3O^+_{(aq)}\right]\lambda_1+\left[CH_3COO^-_{(aq)}\right]\lambda_2=\left[H_3O^+_{(aq)}\right].(\lambda_1+\lambda_2)\Rightarrow\left[H_3O^+_{(aq)}\right]=\left[CH_3COO^-_{(aq)}\right]=\frac{\sigma}{\lambda_1+\lambda_2}=2,2\times10^{-4}mol/l$$

$$[CH_3COOH]_f=C_1-\left[CH_3COO^-\right]_f=2,21\times10^{-2}-2,2\times10^{-4}=2,18.10^{-2}mol/l$$

د-حساب النسبة النهائية τ_{f1} **لتقدم التفاعل**

$$\tau_{f1}=\frac{x_f}{x_{\max}}=\frac{\left[H_3O^+\right]_f}{C_1}=\frac{2,2\times10^{-4}}{2,21\times10^{-2}}=1\%$$

الاستنتاج بما أن $\tau_{f1}\langle100\%$ فان التحول غير تام ومنه حمض الخل حمض ضعيف

هـ -حساب ثابت التوازن الكيميائي (K_1)

$$K_1=\frac{\left[H_3O^+\right]_f\times\left[CH_3COO^-\right]_f}{[CH_3COOH]_f}=\frac{\left(2,2\times10^{-4}\right)^2}{2,18.10^{-2}}=2,2.10^{-6}$$

2-أ-برهان العلاقة $\tau_{f2}=\frac{10^{-pH}}{C_2}$

لدينا $\tau_{f2}=\frac{x_f}{x_{\max}}=\frac{\left[H_3O^+\right]_f.V}{C_2.V}=\frac{\left[H_3O^+\right]_f}{C_2}=\frac{10^{-pH}}{C_2}$

حساب قيمة τ_{f2}

$$\tau_{f_2}=\frac{\left[H_3^+O\right]_f}{C_2}=\frac{10^{-PH}}{2,21\times10^{-2}}=\frac{10^{-3.2}}{2,21\times10^{-2}}=2,85\%$$

ب-المقارنة بين τ_{f1} **و** τ_{f2} **وماذا تستنتج ؟**

بما أن $C_1=C_2$ و $\tau_{f2}>\tau_{f1}$ فان حمض الساليسيليك أقوى من حمض الخل

حل التمرين الثاني:

1-معادلة انحلال الأساس في الماء

$$CH_3-NH_{2(g)}+H_2O_{(\ell)}=CH_3-NH_3^+{}_{(aq)}+OH^-{}_{(aq)}$$

الحمض المرافق لهذا الأساس هو $CH_3-NH_3^+{}_{(aq)}$ **والثنائية هي** $(CH_3-NH_3^+/CH_3-NH_2)$

2أ-جدول تقدم التفاعل

المعادلة	$CH_3-NH_{2(g)}+H_2O_{(\ell)}=CH_3-NH_3^+{}_{(aq)}+OH^-{}_{(aq)}$				
الحالات	التقدم	كميات المادة mol			
ح إبتدائية	0	$C.V$	وافرة	0	0
ح انتقالية	x	$C.V-x$		x	x
ح توازن	x_f	$C.V-x_f$		x_f	x_f

ب-تحديد الأفراد الكيميائية للمحلول (S) **عند حالة التوازن** $H_3O^+, CH_3-NH_3^+, OH^-, CH_3-NH_2$

حساب التركيز المولي لكل منها عند الدرجة 25^0 .

$$PH=11.4\Rightarrow\left[H_3O^+\right]_f=3,98\times10^{-12}\,mol/l$$

$$\left[CH_3-NH_3^+\right]_f=\left[OH^-\right]_f=\frac{10^{-14}}{\left[H_3^+O\right]_f}=2,51\times10^{-3}\,mol/l$$

$$\left[CH_3-NH_2\right]_f=C-\left[OH^-\right]_f=1,24\times10^{-2}\,mol/l$$

جـ-اثبات أن نسبة التقدم النهائي τ_f **يمكن كتابتها على الشكل**

$$\tau_f=\frac{Ke}{C_B.\left[H_3^+O\right]_f}$$

$$\tau_f=\frac{x_f}{x_m}=\frac{\left[OH^-\right].V}{C_B.V}=\frac{\left[OH^-\right]}{C_B}=\frac{Ke}{C_B.\left[H_3^+O\right]_f}$$

د-حساب قيمة τ_f **النسبة النهائية لتقدم التفاعل**

$$\tau_f=\frac{\left[OH^-\right]}{C_B}=\frac{2,51.10^{-3}}{1,5.10^{-2}}=16,73\%$$

الاستنتاج $\tau_f<1 \Leftarrow CH_3-NH_2$ يتفكك في الماء وفق تفاعل محدود (غير تام) أي أن هذا الاساس ضعيف

هـ-حساب PK_{a_1} **الموافقة للثنائية التي ينتمي إليها هذا الأساس**

$$PK_{a_1}=pH-\log\frac{\left[CH_3-NH_2\right]_f}{\left[CH_3-NH_3^+\right]_f}=11,4-\log\left(\frac{1,24.10^{-2}}{2,51.10^{-3}}\right)=10,7$$

3-المقارنة بين قوتي الأساسين

لد ينا $PK_{a_1}>PK_{a_2}$ هذا يعني أن $CH_3-NH_3^+$ أضعف من $C_2H_5-NH_3^+$ وبالتالي يكون: CH_3-NH_2 أقوى من $C_2H_5-NH_2$

حل التمرين الثالث:

1-الأساس الضعيف

هو كل فرد كيميائي قادر على تثبيت بروتون هيدروجين أو أكثر ولا ينحل كليا في الماء أي:

2-معادلة تفاعل الأمين مع الماء.

$$C_2H_5-NH_{2(g)}+H_2O_{(\ell)}=C_2H_5-NH_3^+{}_{(aq)}+OH^-{}_{(aq)}$$

3أ-معادلة تفاعل المعايرة الحادث

$$C_2H_5-NH_2+\left(H_3^+O+Cl^-\right)=\left(C_2H_5-NH_3^++Cl^-\right)+H_2O$$

ب-بالاعتماد على البيان:

استنتاج إحداثي نقطة التكافؤ

بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نجد ($V_{BE}=28cm^3,\ pH_E=6,5$)

حساب تركيز الايثيل أمين المجهول؟

عند نقطة التكافؤ يكون المزيج ستوكيومتري $C_A.V_A = C_B.V_B \Rightarrow C_B = \frac{C_A.V_A}{V_B} = \frac{10^{-1}.28}{40} = 0,07 mol/l$

استنتج قيمة الـ pKa للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة.

لدينا من أجل $\frac{V_{AE}}{2}$ يكون $pH_{1/2} = pKa$ ومن المنحنى: $\frac{V_{AE}}{2} = 14cm^3$ ومنه $pKa = pH_{1/2} = 11$

4-حساب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول المائي (S) عند إضافة $20ml$ من المحلول الحمضي

عند الاضافة $20ml$ من الحمض وبالإسقاط على المنحنى نجد:

$$PH = 11 \Rightarrow \left[H_3O^+\right] = 10^{-PH} = 10^{-11} mol/l$$

تركيز $\left[OH^-\right]$:
$$\left[HO^-\right] = \frac{10^{-14}}{\left[H_3O^+\right]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} mol/l$$

تركيز $\left[Cl^-\right]$ **في المزيج:**
$$\left[Cl^-\right] = \frac{C_A.V_A}{V_A.V_B} = \frac{10^{-1}.20}{20+40} = 3,3.10^{-2} mol/l$$

تركيز $\left[C_2H_5 - NH_3^+\right]$: لدينا من العلاقة:
$$\left[C_2H_5 - NH_3^+\right] + \left[H_3O^+\right] = \left[HO^-\right] + \left[Cl^-\right]$$
$$\left[C_2H_5 - NH_3^+\right] = \left[HO^-\right] + \left[Cl^-\right] - \left[H_3O^+\right] = 10^{-3} + 3,3.10^{-2} - 10^{-11} = 3,4.10^{-2} mol/l$$

تركيز الأساس المتبقي:
$$\left[C_2H_5 - NH_2\right] = \frac{C_B.V_B}{V_B+V_A} - \left[C_2H_5 - NH_3^+\right] = \frac{0,07.40}{40+20} - 3,4.10^{-2} = 1,2.10^{-2} mol/l$$

المجموع = 14 حصة أي 10.5 ساعة

تبقت 4,5 ساعات للتقويم

أتمنى أن تنال هاته المذكرة اعجابكم، نلتقي مع مذكرة الواحدة الخامسة المرة القادمة بحول الله فقط تابعونا على مجموعة محفظة أستاذ العلوم الفيزيائية.

رابط المجموعة: https://www.facebook.com/groups/1072315489617219/?ref=group_header

دعواتكم القلبية الصادقة

الأستاذ ملكي علي ...