المجـــال: التطورات غير الرتيبة

الوحدة السادسة: مراقبة تطور جمـلة كيميائيـــة

الموضوع: جهة التطور التلقائي لجملـــة كيميائيـــة | **المدة: 1سا**

- **تعريف التطور التلقائي:**

كل جملة كيميائية تتطور تلقائيا نحو حالة توازن بحيث خلال تطورها يتغير تدريجيا كسر التفاعل Q_r من قيمة ابتدائية $Q_{r,i}$ إلى قيمة نهائية $Q_{r,f}$.

- **نشـاط:**

نحضر 4 محاليل من حمض الخل $(CH_3COOH_{(aq)})$ وإيثانوات الصوديوم $(CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)})$ وحمض الميثانويك $(HCOOH_{(aq)})$ وميثانويك الصوديوم $(HCOO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)})$ لها نفس التركيز المولي، وبعد ذلك نشكل ثلاثة أمزجة ولكل مزيج نقيس الـpH.

البيشـر	A	B	C	pK_a
محلول $(CH_3COOH_{(aq)})$	10 mL	20 mL	10 mL	$pK_{a1} = 4{,}8$
محلول $(CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)})$	10 mL	1 mL	1 mL	
محلول $(HCOOH_{(aq)})$	10 mL	5 mL	1 mL	$pK_{a2} = 3{,}8$
محلول $(HCOO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)})$	10 mL	10 mL	1 mL	
pH	4,2	3,7	3,8	

حسب التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في كل بيشر هي:

$$HCOOH_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)}$$

1. اكتب عبارة ثابت الحموضة لكل ثنائية (أساس/حمض).
2. أحسب ثابت التوازن K للتفاعل المدروس ثم احسبه.
3. أدرس تطور النسبة التالية في كل بيشر في الحالة الابتدائية والنهائية $y = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$
4. املأ الجدول:

البيشـر	A	B	C
الحالة الابتدائية y_i			
الحالة الابتدائية y_f			
$Q_{r,i}$			
$K = Q_{r,f}$			

5. في أي اتجاه يتطور التفاعل في الجهة المباشرة أم في الجهة العكسية.
6. استنتج معيار نحدد به جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية.

- **تحليل النشـاط:**

1. عبارة ثابت الحموضة لكل ثنائية:

- الثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-):

$$K_{a1} = \frac{[CH_3COO^-].[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

- الثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$:

$$K_{a2} = \frac{[HCOO^-].[H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

http://www.physique48dz.weebly.com/

2. عبارة ثابت التوازن K:

$$K = \frac{[CH_3COOH].[HCOO^-]}{[CH_3COO^-].[HCOOH]} = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-].[H_3O^+]} . \frac{[HCOO^-].[H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

$$\boxed{K = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} = 10^{pK_{a1}-pK_{a2}}}$$

$$K = 10^{4,8-3,8}$$

ومنه:

$$\boxed{K = 10}$$

3. دراسة تطور النسبة في كل بشر:

- **البيشر *A*:**
  - الحالة الابتدائية:

$$y_i = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{\frac{C.V_4}{V_T}}{\frac{C.V_3}{V_T}} = \frac{V_4}{V_3} = \frac{10}{10} = 1 \Rightarrow \boxed{y_i = 1}$$

بحيث: $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

  - الحالة النهائية:

$$K_{a2} = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} . [H_3O^+] = y_f . [H_3O^+] \Rightarrow y_f = 10^{pH-pK_{a2}} = 10^{4,2-3,8} = 2,5$$

$$\Rightarrow \boxed{y_f = 2,5}$$

- **البيشر *B*:**
  - الحالة الابتدائية:

$$y_i = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{V_4}{V_3} = \frac{10}{5} = 2 \Rightarrow \boxed{y_i = 2}$$

  - الحالة النهائية:

$$y_f = 10^{pH-pK_{a2}} = 10^{3,7-3,8} = 1,26 \Rightarrow \boxed{y_f = 1,26}$$

- **البيشر *C*:**
  - الحالة الابتدائية:

$$y_i = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{V_4}{V_3} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow \boxed{y_i = 1}$$

  - الحالة النهائية:

$$y_f = 10^{pH-pK_{a2}} = 10^{3,8-3,8} = 1 \Rightarrow \boxed{y_f = 1}$$

4. ملأ الجدول:

$$Q_{r,i} = \frac{[CH_3COOH].[HCOO^-]}{[CH_3COO^-].[HCOOH]} = \frac{\frac{C.V_1}{V_T} . \frac{C.V_4}{V_T}}{\frac{C.V_2}{V_T} . \frac{C.V_3}{V_T}} = \frac{V_1.V_4}{V_2.V_3}$$

البيشـر	A	B	C
الحالة الابتدائية y_i	1	2	1
الحالة الابتدائية y_f	2,5	1,26	1
$Q_{r,i}$	1	40	10
$K = Q_{r,f}$	10	10	10

موقع فيزياء الجزائر

5. <u>اتجاه تطور التفاعل:</u>

- **البيشر A:** $(Q_{ri} < Q_{rf})$

هذا يعني اختفاء $HCOOH$ وتشكل $HCOO^-$، نقول أن التفاعل يتقدم في الاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل.

- **البيشر B:** $(Q_{ri} > Q_{rf})$

هذا يعني اختفاء $HCOO^-$ وتشكل $HCOOH$، نقول أن التفاعل يتقدم في الاتجاه العكسي لمعادلة التفاعل.

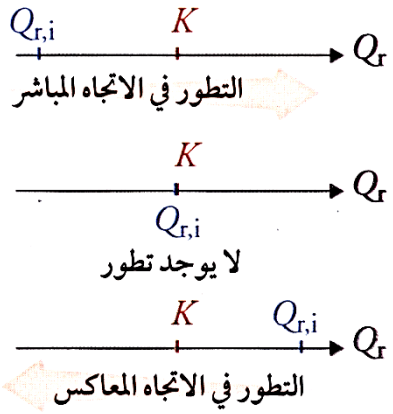
- **البيشر A:** $(Q_{ri} = Q_{rf})$

الجملة لم تتطور أي أنها في حالة توازن.

6. <u>نتيجة:</u>

إذا كان:

- $K = Q_{ri}$: الجملة لا تتطور فهي في حالة توازن.
- $K > Q_{ri}$: الجملة تتطور في الاتجاه المباشر لحالة التوازن.
- $K < Q_{ri}$: الجملة تتطور في الاتجاه العكسي لمعادلة التفاعل.



موقع فيزياء الجزائر