التجربة السابعة

تعيين قيمة ثابت التوازن

لتفاعل تميؤ الأستر

غالبا ما يعبر عن قيمة ثابت التـوازن لتفاعل كيميائي معين بدلالة التراكيز المولارية للمواد المتوازنة . ولقد عـرف عن قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما أنها لا تتغير عند ثبوت درجة الحرارة، وللتحقق من ذلك فـإنه يمكن إجراء التفاعل التالي في المختبر:

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + C_2H_5OH$$

وهو عبارة عن تفاعل تميؤ الاستر. ولتحقيق المطلوب يعاير خليط التفاعل عند التـوازن بمحلول قـاعدي معلوم التركيـز مما يفيد في معـرفة تـركيز حمض الخل عند التوازن، ولـذلك فإنه إذا عرف تركيـز الحمض الابتدائي فإن مقدار التغير في تركيزه سيفيـد في معرفة مقدار التغير في تراكيز المواد الثـلاثة الأخرى التي ستؤدي معـرفة تراكيـزها الابتدائيـة هي الأخرى إلى معرفـة تراكيزهـا عند التـوازن، وعندئذ تصبح تـراكيز جميـع المواد عند التـوازن معروفـة . وبتطبيق معادلة ثابت التوازن التالية*:

$$K_c = \frac{[CH_3COOH]_e \ [C_2H_5OH]_e}{[CH_3COOC_2H_5]_e \ [H_2O]_e}$$

يمكن تعيين قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز (K_c).

ومما تجدر الإشارة إليه هنا أن التفاعل السابق بطيء للغاية عند درجة حرارة الغرفة، الأمـر الذي يتطلب استخدام عامـل مساعد (حافز) وهـو عبارة عن

---

* يدل الحرف التحتي (e) على أن التركيز هو عند التوازن(equilibrium) .

أيونات الهيدورجين (H^+) ولهذا يجب أن تعرف كمية هذه الأيـونات لأخذها في الحسبان عند حساب تركيز حمض الخل بعملية المعايرة، إذ ستتفاعل القاعدة مع أيـونـات الهيدورجين النـاتجة من كل حمض الخل ومن الحمض المضـاف كحافز.

الأدوات والمواد المستخدمة :

دوارق قياسية بأغطية، ماصات مـدرجة، سحاحة، محلول معلوم التركيز من (NaOH)، محلول(3 M HCl)، ماء، خلات الإيثيل، إيثـانول مطلق، حمض خل ثلجي، دليل معايرة.

طريقة العمل :

١ ـ حضر المخاليط التـالية في الدوارق الزجاجيـة حسب الحجوم المحددة بوحدة (ml) لكل مادة :

No	3M HCl	H_2O	$CH_3COOC_2H_5$	C_2H_5OH	CH_3COOH
1	5	5	0	0	0
2	5	3	2	0	0
3	5	1	4	0	0
4	5	0	5	0	0
5	5	0	4	1	0
6	5	0	4	0	1

ثم أغلق الدوارق بسرعة واتركها حتى الفترة العملية القادمة مع رجها من آن إلى آخر.

٢ ـ عاير مستخدما محلولا قياسيا من هيدروكسيد الصوديوم كل محلول من المحاليل السابقة وحدد حجم محلول(NaOH) لكل محلول وليكن :

$(V_1 \ , \ V_2 \ , \ V_3 \ , \ V_4 \ , \ V_5 \ , \ V_6)$

٣ ـ قس كتلة (5 ml) من حمض (HCl) وليكن رمزها (m_{HCl}) .

٤ ـ قس كتلة كل حجم مأخوذ من كل مادة من مواد التفاعل الأربعة ولتكن رموزها كما يلي :

$(m_{H_2O} \ , \ m_{CH_3COOC_2H_5} \ , \ m_{C_2H_5OH} \ , \ m_{CH_3COOH})$

المطلوب :

إيجاد قيمة ثابت التوازن(K_C) للتفاعل التالي :

$$H_2O + CH_3COOC_2H_5 \rightleftharpoons C_2H_5OH + CH_3COOH$$

للمخاليط (2 , 3 , 4 , 5 , 6).

إرشادات للحسابات :

يتطلب تحقيق المطلوب حساب مولارية كل من الماء وخلات الإيثيل والإيثانول وحمض الخل عند التوازن ويتم ذلك كما يلي :

١ ـ تحسب المولارية الابتدائية لكل مادة داخلة في التوازن في المخاليط (2 , 3 , 4 , 5 , 6) وذلك كما يلي :

أ ـ حساب $[H_2O]_i$:

من المعايرة الأولى يمكن حساب مولارية (HCl) في المخلوط الأول ، وبالتالي تركيزه بوحدة (g/l) وأخيرا عدد الجرامات الموجودة منه في المخلوط الأول والتي جاءت أساسا من إضافة (5ml) من محلول (HCl) .

من هذا ومن معرفة (m_{HCl}) يمكن حساب كتلة الماء في (5ml) من محلول(HCl) وعندما تضاف هذه إلى كتلة الماء في كل مخلوط (m_{H_2O}) فإن الناتج عبارة عن كتلة الماء الكلية الابتدائية في كل مخلوط والتي يمكن منها ومن الوزن الجزيئي للماء ومن حجم كل مخلوط حساب المولارية الابتدائية للماء في كل مخلوط .

ب ـ حساب $[CH_3COOC_2H_5]_i$:

يتم ذلك بمعرفة كل من الكتلة الابتدائية الموجودة من خلات الإيثيل في كل مخلوط والوزن الجزيئي لخلات الإيثيل وحجم كل مخلوط .

جـ ـ حساب $[C_2H_5OH]_i$:

يتم ذلك بمعرفة كل من الكتلة الابتدائية الموجودة من الإيثانول في كل مخلوط والوزن الجزيئي للإيثانول وحجم كل مخلوط .

د ـ حساب $[CH_3COOH]_i$:

يتم ذلك بمعرفة كل من الكتلة الابتدائية الموجودة من حمض الخل في كل مخلوط والوزن الجزيئي لحمض الخل وحجم كل مخلوط .

٢ ـ تحسب المولارية النهائية (عند التوازن) لحمض الخل في المخاليط (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6) أي $[CH_3COOH]_e$ وذلك بمعرفة :

ـ حجم محلول (NaOH) المكافئ فقط لحمض الخل في كل مخلوط ولنرمز له بالرمز(V_1) * .

ـ مولارية محلول(NaOH) .

ـ حجم كل مخلوط .

---

* يتم ذلك بطرح (V_1) كل مرة من (V_2 ، V_3، V_4 ، V_5 ، V_6) .

٣ ـ من معرفة $[CH_3COOH]_e$ و $[CH_3COOH]_i$ يمكن حساب التغير في تركيز حمض الخل أي : $\Delta[CH_3COOH]$ لكل مخلوط .

٤ ـ لما كانت معادلة التفاعل تفيد أن إنتاج (1 mol) من حمض الخل يعني إنتاج (1 mol) أيضا من الإيثانول واختفاء (1 mol) من كل من الماء وخلات الإيثيل فإن معرفة ($\Delta[CH_3COOH]$) لكل مخلوط ستؤدي إلى معرفة كل من :

$\Delta\,[H_2O]$

$\Delta\,[CH_3COOC_2H_5]$

$\Delta\,[C_2H_5OH]$

٥ ـ من معرفة المولارية الابتدائية لكل من الماء وخلات الإيثيل والإيثانول، ومن معرفة التغير في مولارية كل منهما يمكن حساب كل من :

$[H_2O]_e$

$[CH_3COOC_2H_5]_e$

$[C_2H_5OH]_e$

obeikandl.com

تقرير التجربة

اسم الطالب : رقم الطالب :

المقرر : الشعبة :

الفصل الدراسي : التاريخ :

اسم التجربة :

هدف (أهداف) التجربة :

النتائج التجريبية

١ ـ حجوم محلول هيدروكسيد الصوديوم :

Volume	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
ml						

obeikandl.com

٢ ـ

	Volume (ml)	mass (g)
HCI	5	
H_2O	5 3 1	
$CH_3COOC_2H_5$	2 4 5	
C_2H_5OH	1	
CH_3COOH	1	

الحسابات :

أولا: ١ ـ مولارية(HCI) في المخلوط الأول :

٢ ـ تركيز (HCI) بوحدة (g/l) في المخلوط الأول :

٣ ـ عدد جرامات(HCI) في(5ml) من محلوله :

٤ ـ عدد جرامات(H_2O) في(5ml) من محلول(HCI):

obeikandl.com

NO	m_{H_2O}	$m_{CH_3COOC_2H_5}$	$m_{C_2H_5OH}$	m_{CH_3COOH}
2				
3				
4				
5				
6				

ثانيا : المولارية الابتدائية لكل مادة في المخاليط

NO	$[H_2O]_i$	$[CH_3COOC_2H_5]_i$	$[C_2H_5OH]_i$	$[CH_3COOH]_i$
2				
3				
4				
5				
6				

ملاحظـة : وضح في الفراغات التاليـة طريقة حساب التركيـز الابتدائي لكل مادة بمثال واحد فقط على النحو التالي :

أ ـ حساب $[H_2O]_i$ في المخلوط(3):

ب ـ حساب $[CH_3COOC_2H_5]_i$ في المخلوط(4):

obeikandl.com

جـ ـ حساب $[C_2H_5OH]_i$ في المخلوط(5):

د ـ حساب $[CH_3COOH]_i$ في المخلوط(6).

ثالثا :

No	2	3	4	5	6
V`					
$[CH_3COOH]_e$					
$\Delta [CH_3COOH]_e$					

ملاحظـة : وضح في الفراغات التاليـة وللمخلوط(2) فقط طريقـة حساب كل من :

أ ـ (V`):

ب ـ $[CH_3COOH]_e$:

جـ ـ $\Delta [C_2H_5OH]$

obeikandl.com

رابعا :

No	2	3	4	5	6
$\Delta [H_2O]$					
$\Delta [CH_3COOC_2H_5]$					
$\Delta [C_2H_5OH]$					

ملاحظة : وضح في الفراغـات التالية وللمخلوط(2) فقط طريقـة حساب كل من :

أ ـ $\Delta [H_2O]$

ب ـ $\Delta [CH_3COOC_2H_5]$

جـ ـ $\Delta [C_2H_5OH]$

خامساً :

No	1	2	3	4	5	6
$[H_2O]_e$						
$[CH_3COOC_2H_5]_e$						
$[C_2H_5OH]_e$						
$[CH_3COOH]_e$						

obeikandl.com

ملاحظة : وضح في الفراغات التالية وللمخلوط (2) فقط طريقة حساب كل من :

أ ـ $[H_2O]_e$

ب ـ $[CH_3COOC_2H_5]_e$

جـ ـ $[C_2H_5OH]_e$

سادسا :

No	2	3	4	5	6
K_c					

ملاحظة : وضح في الفراغ التالي طريقة حساب(K_c)للمخلوط (2)فقط :

سابعا : أجب عن الأسئلة التالية :

١ ـ هل يجب لقيمة (K_c) أن تكون ثابتة لكل المخاليط ؟ ولماذا ؟

٢ ـ هل ظهرت قيمة (K_c) حسب تجربتك ثابتة لكل المخاليط ؟ ولماذا ؟

obeikandl.com