# الوحدة6

# مراقبة تطور جملة كيميائية

## تصحيح التمارين الأربع

### حل التمرين الأول

1 حجم الوسط التفاعلي ثابت.

■ الحالة 1:

$$Q_{r,i} = \frac{[C]_i[D]_i}{[A]_i[B]_i} = \frac{n_C.n_D}{n_A.n_B} = \frac{0x0}{0,5x0,5} = 0$$

■ الحالة 2:

$$Q_{r,i} = \frac{[C]_i[D]_i}{[A]_i[B]_i} = \frac{n_C.n_D}{n_A.n_B} = \frac{4x0,5}{0,25x2} = 4$$

■ الحالة 3:

$$Q_{r,i} = \frac{[C]_i[D]_i}{[A]_i[B]_i} = \frac{n_C.n_D}{n_A.n_B} = \frac{1,5x2}{1x0,5} = 6$$

2 بالمقارنة بين كسر التفاعل وثابت التوازن نجد:

■ الحالة 1:

$Q_{r,i}<K$ يتطور التحول في الاتجاه المباشر حسب كتابة معادلة التفاعل.

■ الحالة 2:

$Q_{r,i}=K$ توقف تطور التحول (الجملة في حالة توازن).

■ الحالة 1:

$Q_{r,i}>K$ يتطور التحول في الاتجاه العكسي حسب كتابة معادلة التفاعل.

## حل التمرين الثاني

**1** تدل زيادة شدة اللون الأزرق على زيادة عدد مولات $Cu^{2+}$ في المحلول أي زيادة $[Cu^{2+}]$ نستنتج أن التفاعل الكيميائي المشارك بالتحول الحاصل هو التفاعل 1.

**2** نقول عن تحول كيميائي أن تلقائي إذا تطور نحو حالة التوازن دون تلقي طاقة بحيث:

إذا كان تطور الجملة نحو حالة التوازن يوافق تزايد قيمة كسر التفاعل نحو قيمة ثابت التوازن $(Q_{r,i} < K)$ نقول أن التطور تلقائي في الاتجاه المباشر حسب كتابة المعادلة.

إذا كان تطور الجملة نحو حالة التوازن يوافق تناقص قيمة كسر التفاعل نحو قيمة ثابت التوازن $(Q_{r,i} > K)$ نقول أن التطور تلقائي في الاتجاه المعاكس حسب كتابة المعادلة.

**3**

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i}{[Ag^+]_i^2} = \frac{1}{0,25} = 4$$ ،

نلاحظ أن $Q_{r,i} < K_1$ إذا يتطور التفاعل تلقائيا نحو حالة التوازن في الاتجاه المباشر للتفاعل.هذه النتيجة تتفق مع الملاحظة في زيادة اللون الأزرق.

## حل التمرين الثامن

**1**

- اسم التفاعل : أسترة.
- صفاته : بطيء، محدود، لا حراري ،عكوس.

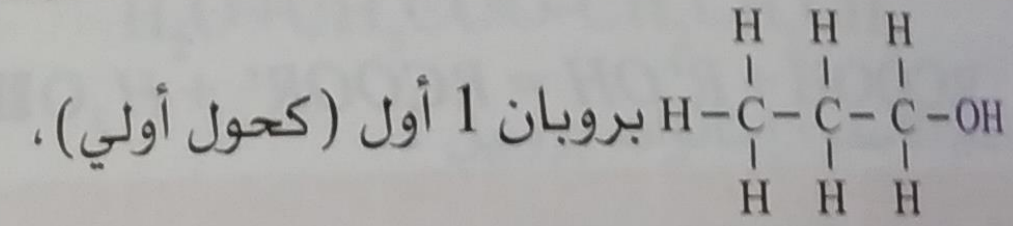
**2** تعيين صيغة الكحول:

$$C_{\text{أستر}} = C_{\text{حمض}} + C_{\text{كحول}}$$ و منه

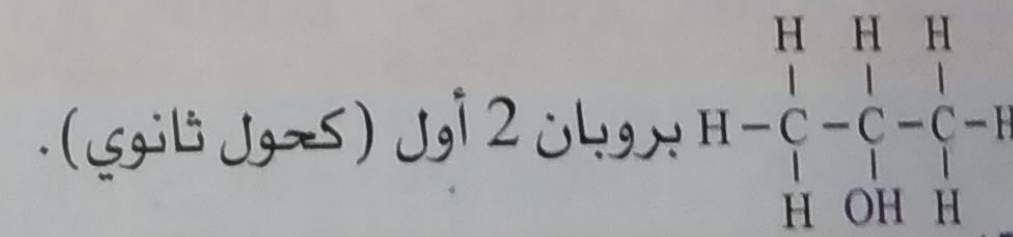
$$C_{\text{كحول}} = C_{\text{أستر}} - C_{\text{حمض}} = 5-2 = 3$$

صيغة الكحول المجملة هي: $C_3H_8O$

الصيغ المفصلة الممكنة للكحول هي:



بروبان 1 أول (كحول أولي)،



بروبان 2 أول (كحول ثانوي).

**3** أ- جدول تقدم التفاعل:

| | حمض + كحول | = | ماء + أستر | |
|---|---|---|---|---|
| الحالة الابتدائية | mol 0,5 | mol 0,5 | = 0 | 0 |
| الحالة الانتقالية | 0,5-x | 0,5-x | = x | x |
| حالة التوازن | $0,5-x_f$ | $0,5-x_f$ | = $x_f$ | $x_f$ |

ب- عند التوازن لدينا:

$$n_{Acid} = \frac{m}{M} = 0,5 - x_f$$

$$\frac{10}{60} = 0,5 - x_f \Rightarrow x_f = \frac{1}{3} mol$$

| | حمض | كحول | = | أستر | ماء |
|---|---|---|---|---|---|
| التركيب المولي عند التوازن | $\frac{1}{6}$mol | $\frac{1}{6}$mol | = | $\frac{1}{3}$mol | $\frac{1}{3}$mol |

ت- عبارة كسر التفاعل:

$$Q_r = \frac{[C_5H_{10}O_2][H_2O]}{[CH_3COOH][ROH]}$$

$$Q_{r,i} = \frac{[C_5H_{10}O_2]_i[H_2O]_i}{[CH_3COOH]_i[ROH]_i}$$

$$= \frac{\frac{0}{V} \times \frac{0}{V}}{\frac{0,5}{V} \times \frac{0,5}{V}} = 0$$

ث- $Q_{r,eq} = k = \frac{\frac{1}{3} \times \frac{1}{3}}{\frac{1}{6} \times \frac{1}{6}} = 4$.

ج- حساب مردود تفاعل الأسترة.

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f}{n_0} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$r = \tau_1 \times 100 = 0,67 \times 100 = 67\%$$

صنف الكحول المستعمل أولي.

## حل التمرين الرابع عشر

**1** تعيين صيغة الكحول:

$14n+18=74 \Rightarrow n=4$ الكحول هو $C_4H_9OH$.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

اسمه: بيوتان 1 أول ، صنفه أولي

$CH_3-CH_2-\underset{OH}{C}H-CH_3$

اسمه: بيوتان 2 أول ، صنفه ثانوي

$CH_3-\underset{OH}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3$

اسمه: ميتيل 2 بروبان 2 أول ، صنفه ثالثي

$CH_3-\underset{H}{\overset{CH_3}{C}}-CH_2-OH$

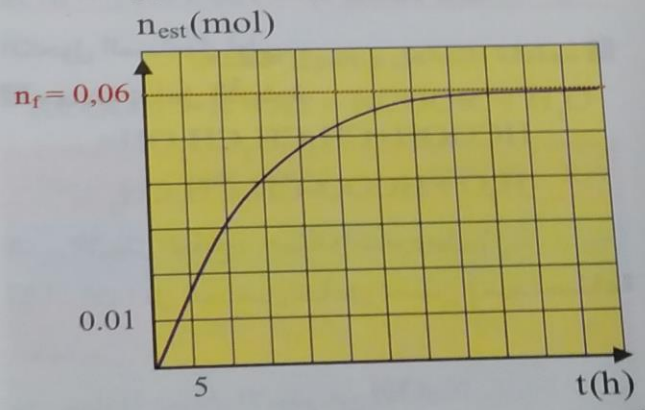
اسمه: ميتيل 2 بروبان 1 أول ، صنفه أولي

**2**

$$n_{0(ac)}=\frac{m_{ac}}{M_{ac}}=\frac{6}{60}=0,1\ mol$$

إذاً $n_{0(ac)}=n_{0(al)}=0,1\ mol$ المزيج متساوي المولات.

**3** حساب المردود وتعيين صنف الكحول.




أ-

$$r_{max}=100\times\tau_f=100\times\frac{x_f}{x_{max}}$$

$$=100\times\frac{n_f}{n_{0(min)}}=100\times\frac{0,06}{0,1}=60\%$$

الكحول ثانوي.

ب-

$$CH_3COOH+CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3=$$

$$CH_3COO-\underset{CH_3}{CH}-CH_2-CH_3+H_2O$$

اسم الأستر: إيتانوات ميتيل 1 بروبيل.

ت - حساب ثابت التوازن.

| | حمض | كحول | = | أستر | ماء |
|---|---|---|---|---|---|
| الحالة الابتدائية | 0,1 mol | 0,1 mol | = | 0 | 0 |
| الحالة الانتقالية | 0,1 –x | 0,1 –x | = | x | x |
| حالة التوازن | $0,1-x_{eq}$ | $0,1-x_{eq}$ | = | $x_{eq}$ | $x_{eq}$ |

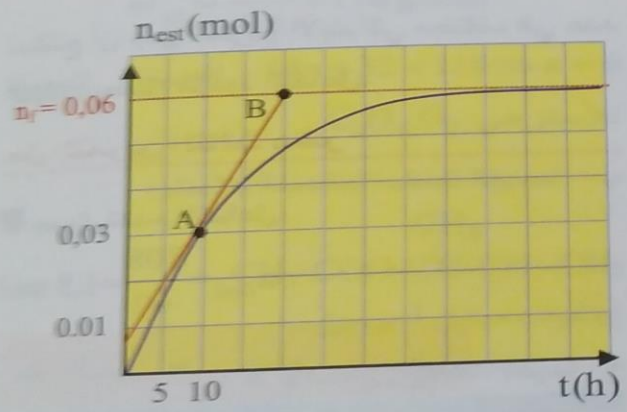
من البيان لدينا $x_f=0,06\ mol$

$$K=\frac{n_{est(eq)}\times n_{ea(eq)}}{n_{ac(eq)}\times n_{al(eq)}}$$

$$=\frac{(x_{eq})^2}{(0,1-x_{eq})^2}=\frac{(0,06)^2}{(0,04)^2}=2,25$$

ث- حساب سرعة تشكل الأستر عند اللحظة $t=10\ h$.

نرسم المماس للبيان عند تلك اللحظة ثم نحسب معامل توجيهه.




$$v_{(t=10h)}=\frac{dn_{est}}{dt}=\frac{n_B-n_A}{t_B-t_A}=\frac{0,06-0,03}{20-10}$$

$v=0,003\ mol/h$

**4** أ- حساب كسر التفاعل الابتدائي.

$$Q_{r,i}=\frac{n_{est(0)}\times n_{ea(0)}}{n_{ac(0)}\times n_{al(0)}}=\frac{0,5\times 10}{1\times 2}=2,5$$

$Q_{r,i}>K=2,25$

التفاعل يسير في الاتجاه المعاكس للتفاعل حسب كتابة المعادلة، أي نحو إماهة الأستر.

ب- حساب التركيز المولي للمزيج عند التوازن:

حيث: $x < 0,5\ mol$

| | حمض + كحول | = | أستر + ماء |
|---|---|---|---|
| الحالة الابتدائية | 1 mol + 2 mol | = | 0,5 mol + 10 mol |
| الحالة الانتقالية | 1 +x + 2 +x | = | 0,5 - x + 10 - x |
| حالة التوازن | $1 + x_{eq}$ + $2 + x_{eq}$ | = | $0,5 - x_{eq}$ + $10 - x_{eq}$ |

$$Q_{r,eq} = K = \frac{n_{est(eq)} \times n_{eau(eq)}}{n_{ac(eq)} \times n_{al(eq)}}$$

$$= \frac{(0,5-x_{eq})(10-x_{eq})}{(1+x_{eq})(2+x_{eq})} = 2,25$$

$$x_{eq}^2 + 17,4\, x_{eq} - 0,4 = 0$$

إما $x_{eq} = 0,02\ mol$ مقبول

إما $x_{eq} = 17,4\ mol$ مرفوض

| | حمض | كحول | = | أستر | ماء |
|---|---|---|---|---|---|
| حالة التوازن | 1,02 mol | 2,02 mol | = | 0,48 mol | 9,98 mol |

$$r_{(\text{إستر})} = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \times 100 = \frac{0,02}{0,5} \times 100 = 4\%$$

$r_{(\text{أس})} = 96\%$