تمرين مقترح رقم 02 — مستوى الصعوبة: ★★★

لدراسة تفاعل أسترة، ننجز في بيشر مزيج مكونا من $0,5mol$ من حمض الإيثانويك و $0,5mol$ من كحول بوتان – 2 – أول وبعض قطرات حمض الكبريت المركز.

يكون الحجم الكلي للمزيج هو $V=100mL$، بعد تحريك المزيج، نوزعه بالتساوي على 10 أنابيب اختبار مرقمة من 1 إلى 10 ونسدها بإحكام ثم نضعها عند اللحظة $t=0$ في حمام مائي درجة حرارته ثابتة $60°C$.

1. تفاعل الأسترة:

1-1. باستعمال الصيغ نصف مفصلة، اكتب معادلة تفاعل الأسترة الحادث في أنبوب اختبار، واعط اسم الأستر المتشكل.

1-2. أحسب حجم الكحول وكتلة الحمض اللذين تم مزجهما في البيشر.

1-3. أنشئ جدول تقدم التفاعل الذي يحدث في كل أنبوب اختبار.

1-4. عبر عن كمية مادة الإستر المتشكل $n_t(E)$ عند اللحظة t بدلالة كمية مادة الحمض المتبقي $n_t(ac)$.

2. معايرة حمض الإيثانويك المتبقي:

لمعايرة الحمض المتبقي، عند لحظة t، في أنبوب الاختبار رقم 1، نفرغ محتواه في دورق عياري، ثم نخففه بالماء المقطر البارد للحصول على خليط (S) حجمه $100mL$.

نأخذ $10mL$ من الخليط (S) ونصبها في بيشر، ونعايرها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b=1mol.L^{-1}$. (لا نأخذ بعين الاعتبار أثناء المعايرة شوارد H_3O^+ الواردة من حمض الكبريت المركز).

2-1. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2-2. أعط عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-).

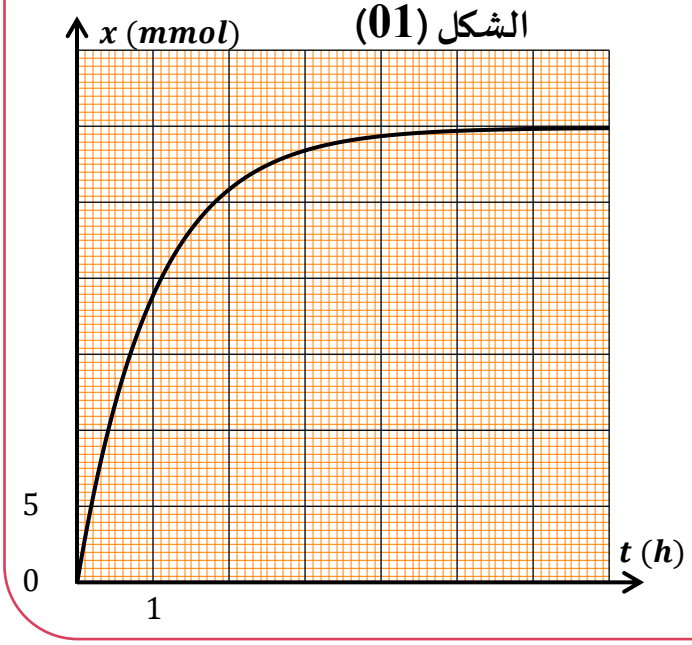
2-3. استنتج عبارة ثابت التوازن K لمعادلة تفاعل المعايرة، وأحسب قيمته عند $25°C$.

2-4. حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للحصول على التكافؤ هو $V_{bE}=4mL$، استنتج كمية مادة الإستر المتشكل في أنبوب الاختبار رقم 1.

3. منحنى تطور الجملة الكيميائية:

مكنت معايرة المحاليل الموجودة في أنابيب الاختبار السابقة، عند لحظات مختلفة، من رسم المنحنى $x=f(t)$ حيث x تقدم تفاعل الأسترة عن لحظة t في أنبوب اختبار (الشكل.1).

الشكل (01)



3-1. أحسب سرعة التفاعل عند اللحظتين $t_1=1h$ و $t_2=3h$، ماذا تستنتج؟

3-2. أحسب ثابت التوازن K' لتفاعل الأسترة.

3-3. أحسب كمية مادة حمض الإيثانويك التي يجب إضافتها في أنبوب الاختبار في نفس الظروف التجريبية السابقة ليصبح مردود تفاعل الأسترة عند نهاية التفاعل هو $r = 90\%$.

المعطيات: تؤخذ كل المحاليل عند الدرجة $25°C$

- كثافة الكحول المستعمل: $d = 0,79$
- الكتلة المولية للكحول: $M(al) = 74\,g.mol^{-1}$
- ثابت الحموضة pKa للثنائية $\left(CH_3COOH / CH_3COO^-\right)$: $pKa = 4,8$
- الجداء الشاردي للماء: $pKe = 14$
- الكتلة الحجمية للماء: $\rho_{eau} = 1g.cm^{-3}$
- الكتلة المولية للحمض: $M(ac) = 60\,g.mol^{-1}$