يتميز حمض البوتانويك ذو الصيغة نصف المنشـــورة $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$ برائحة خاصة: يؤدي تفاعله مع الميثـــانول CH_3OH إلى تكون مركب عضوي E رائحته طيبة وطعمه لذيذ، يستعمل في الصناعات الغذائية والعطرية.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء وتفاعله مع الميثانول.

المعطيات:

- كل القياسات تمت عند 25°C .
- نرمز للحمض المدروس ب AH وقاعدته المرافقة ب A^- .
- الجداء الأيوني للماء: $K_e = 10^{-14}$.

1- دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:

نحضر محلولا مائيا (S_A) لحمض البوتانويك تركيزه $C_A = 10^{-2} mol.L^{-1}$ وحجمه V_A .
نقيس pH المحلول (S_A) فنجد $pH = 3,41$.

1.1- انقل على ورقة التحرير، الجدول الوصفي للتحول الكيميائي وأتممه.

معادلة التفاعل	$AH_{(aq)}$ +	$H_2O_{(liq)}$	$\rightleftharpoons A^-_{(aq)}$ +	$H_3O^+_{(aq)}$
حالة المجموعة	التقدم x	كميات المادة معبر عنها بالمول (mol)		
الحالة البدئية	$x = 0$	.....	.....	وفير
حالة التوازن	$x = x_{eq}$	.....	.....	.....

1.2- أعط تعبير تقدم التفاعل x_{eq} عند التوازن بدلالة V_A و $[H_3O^+]_{eq}$ (تركيز أيونات الأوكسونيوم عند التوازن).

1.3- أوجد تعبير τ نسبة التقدم النهائي عند التوازن بدلالة pH و C_A ، ثم احسب قيمتها. ماذا تستنتج؟

1.4- اكتب تعبير ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة (AH/A^-) بدلالة τ و C_A ، ثم استنتج قيمة pK_A .

2- دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول CH_3OH:

ينتج عن تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول مركب عضوي E والماء، ننمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_3 + H_2O$$

2.1- اذكر اسم المجموعة التي ينتمي إليها المركب E وأعط اسمه.

2.2- نصب في حوجلة، توجد في ماء مثلج، $n_1 = 0,1mol$ من حمض البوتانويك و $n_2 = 0,1mol$ من الميثانول وقطرات من حمض الكبريتيك المركز وقطرات من الفينول فتالين، فنحصل على خليط حجمه $V = 400\ mL$.

اذكر الفائدة من استعمال الماء المثلج، والدور الذي يلعبه حمض الكبريتيك في هذا التفاعل .

2.3- لتتبع تطور هذا التفاعل نصب في 10 أنابيب نفس الحجم من الخليط، ونحكم إغلاقها و نضعها في حمام مائي درجة حرارته ثابتة (100°C) ثم نشغل المبقت عند اللحظة t=0.

لتحديد تقدم المجموعة الكيميائية بدلالة الزمن، نخرج الأنابيب من الحمام واحدا تلو الآخر ونضعها في ماء مثلج، ثم نعاير الحمض المتبقي في كل أنبوب بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C = 1mol.L^{-1}$.

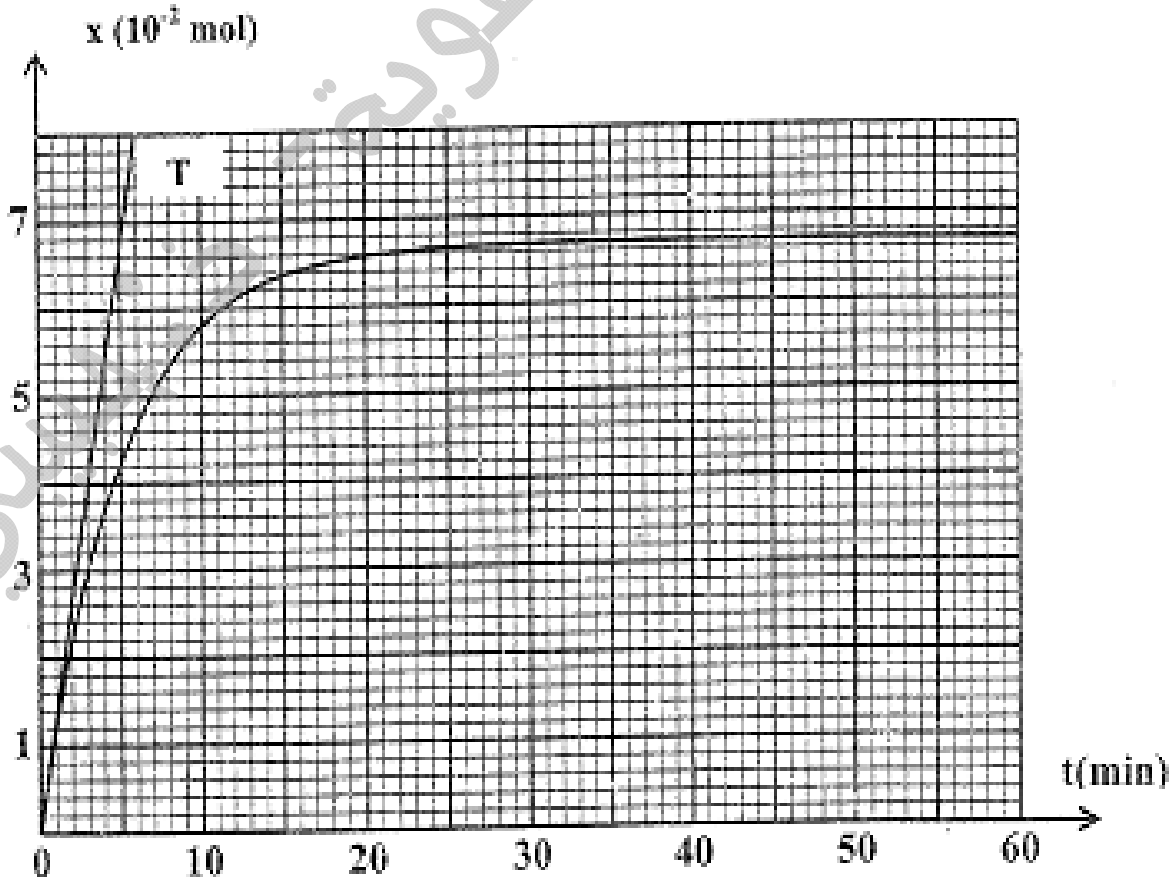
نكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للمعايرة كما يلي:

$$AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(liq)}$$

بيّن أن تعبير التقدم x لتفاعل الأسترة في لحظة t يعبر عنه بالعلاقة:

$x(mol) = 0,1 - (10.C.V_{BE})$ ؛ حيث V_{BE} حجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ في كل أنبوب.

2.4- أدت نتائج الدراسة التجريبية لهذه المعايرة إلى خط المنحنى الممثل لتغيرات التقدم x لتفاعل الأسترة بدلالة الزمن :



المستقيم T هو المماس للمنحنى عند $t_0 = 0$.

اعتمادا على المنحنى حدد:

2.4.1- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t_0=0$ و اللحظة $t_1=50min$. 1,5

2.4.2- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. 5

2.4.3- خارج التفاعل $Q_{r,eq}$ عند التوازن. 1,75