

تمرين أول (التخفيف)

- نريد تخفيف ، 20 مرة محلول ذي تركيز  $C = 4.10^{-2} \text{ mol/l}$  .  
(1) ما الخطوات التجريبية الممكن اتباعها لإنجاز هذا التخفيف ؟  
(2) ما تركيز المحلول المحصل عليه.  
تمرين ثاني ( تجربة انبجاس الماء )

- لنعتبر تجربة انبجاس الماء.  
نقبل أن القارورة تمتلئ بأكملها في نهاية التجربة .  
(1) صف تجربة انبجاس الماء .  
(2) ما هو pH محلول حمض الكلوريدريك المحصل ؟  
نعطي : الحجم المولي في شروط التجربة :  $V_M = 25 \text{ l/mol}$  .

تمرين ثالث ( دراسة محلول حمض الإيثانويك)

- نحضر محلولاً لحمض الإيثانويك بإذابة  $10^{-3} \text{ mol}$  من هذا الحمض في لتر من الماء . علماً أنه في شروط التجربة تتأين 12 جزيئة من بين 100 جزيئات .  
(1) أحسب تركيز الأيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  المتواجدة في المحلول .  
(2) استنتج pH هذا المحلول.  
تمرين رابع ( طبيعة اللعاب )

يعطي الجدول أسفله بعض قيم الجداء الأيوني للماء حسب درجة الحرارة :

$\theta(^{\circ}\text{C})$	20	37	40	60
Ke	$3.2.10^{-15}$	$2.4.10^{-14}$	$3.2.10^{-14}$	$1.0.10^{-13}$

- (1) احسب pH الماء الخالص عند كل درجة حرارة مشار إليها في الجدول.  
(2) علماً أن pH اللعاب يساوي 6.85 عند  $37^{\circ}\text{C}$  ، حدد طبيعة اللعاب : حمضية أم قاعدية.

تمرين خامس ( دراسة طبيعة بعض المحاليل الطبيعية )

أتمم الجدول التالي ، علماً أن القياسات أنجزت عند درجة الحرارة  $\theta = 25^{\circ}\text{C}$

المحلول	pH	$[\text{H}_3\text{O}^+](\text{mol/l})$	$[\text{OH}^-](\text{mol/l})$	حمضي أم قاعدي
عصير الليمون	2.3			
عصير البرتقال	3.5			
عصير الطماطم	4.2			
الماء الخالص	7			
كوكاكولا	2.5			
الحليب	6.7			
ماء جافيل	10.8			

تمرين سادس (دراسة محلول هيدروكسيد الصوديوم)

- نتوفر على هيدروكسيد الصوديوم على شكل حبيبات ، وتقدر كتلة كل حبيبة ب 0.09 g .  
نريد تحضير 1 لتر من محلول  $S_0$  لهيدروكسيد الصوديوم ذي تركيز  $C = 0.10 \text{ mol/l}$  .
- (1) ما هي الخطوات الممكن اتباعها لتحضير  $S_0$  ؟  
حدد الاحتياطات اللازم اتخاذها والأواني الزجاجية المستعملة .
  - (2) علما أنه خلال الوزن ، لا يمكن تقسيم حبيبات هيدروكسيد الصوديوم ، ما هو الارتياح الممكن ارتكابه في تركيز المحلول  $S_0$  ؟
  - (3) كيف يمكن تحضير 1 لتر من محلول  $S_1$  ذي  $\text{pH} = 11.6$  ، انطلاقا من المحلول  $S_0$  ؟
  - (4) ما هي العمليات التي يجب إنجازها لتحضير المحلول  $S_1$  ؟

تمرين سابع (دراسة محلول كلورور الهيدروجين)

- نذيب  $10^{-3} \text{ mol}$  من كلورور الهيدروجين في 1 لتر من الماء الخالص .
- (1) أكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل بين كلورور الهيدروجين والماء .
  - (2) صف تجربتين توضحان طبيعة الأيونات المتواجدة في المحلول .
  - (3) أعطى قياس  $\text{pH}$  المحلول القيمة 3 .
- 1.3 استنتج من هذا القياس تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول .  
2.3 استعمل النتائج المحصلة لإبراز أن التفاعل بين كلورور الهيدروجين والماء تفاعل كلي .  
4) نأخذ  $50 \text{ cm}^3$  من المحلول السابق . ما هو حجم الماء الواجب إضافته للحصول على محلول ذي  $\text{pH} = 4$  ؟

تمرين ثامن (دراسة محلول جد مخفف لحمض الكلوريدريك)

- (1) هل يمكن تطبيق العلاقة  $\text{pH} = -\text{Log } C_A$  لتحديد  $\text{pH}$  محلول حمض الكلوريدريك ذي تركيز  $C_A = 1.0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$  ؟
  - (2) نرمز بالحرف  $x$  لتركيز الأيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  الناتجة عن التحلل البروتوني الذاتي للماء في هذا المحلول . أعط تعبير الجداء الأيوني بدلالة  $x$  .
  - (2) أحسب  $\text{pH}$  هذا المحلول عند  $25^\circ\text{C}$  ، حيث  $K_e = 10^{-14}$  .
- تمرين تاسع (دراسة محلول لهيدروكسيد الصوديوم)

- نذيب 160 mg من هيدروكسيد الصوديوم في الماء الخالص للحصول على 1 لتر من المحلول .
- (1) أكتب المعادلة الحصيلة لذوبان الجسم الصلب في الماء .
  - (2) صف تجربتين تبرزان طبيعة الأيونات المتواجدة في المحلول .
  - (3) أحسب  $\text{pH}$  المحلول .
  - (4) أحسب حجم الماء الذي يجب إضافته إلى 20 ml من المحلول السابق للحصول على محلول ذي  $\text{pH} = 11$  .  
نعطي :  $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$  .

تمرين عاشر ( تحديد تركيز محلول تجاري وتخفيفه )

نتوفر على محلول تجاري لهيدروكسيد الصوديوم ذي 35% ( ذوبان 35g من هيدروكسيد الصوديوم في 100g من المحلول ) . تساوي كثافته 1.38 .

- (1) أحسب تركيز هذا المحلول التجاري .
- (2) حدد الحجم  $V_1$  لهذا المحلول الذي يجب تخفيفه بالماء الخالص للحصول على محلول ذي  $\text{pH} = 12.5$  .
- (3) نحضر محلولاً بإضافة 5ml من المحلول التجاري إلى 1 لتر من الماء الخالص . ما  $\text{pH}$  المحلول المحصل عليه ؟

نعطي :  $M(\text{Na}) = 23\text{g/mol}$ ,  $M(\text{O}) = 16\text{g/mol}$ ,  $M(\text{H}) = 1\text{g/mol}$

تمرين 11 خليط بين حمض النتريك ومحلول الصودا

(1) نخلط  $V_a = 10\text{cm}^3$  من حمض النتريك  $\text{HNO}_3$  تركيزه  $C_a = 10^{-2}\text{mol/l}$  مع حجم  $V_b = 40\text{cm}^3$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $C_b = 10^{-2}\text{mol/l}$  . أحسب  $\text{pH}$  الخليط .

(2) أحسب حجم حمض الكلوريدريك تركيزه  $10^{-2}\text{mol/l}$  الذي يجب إضافته إلى  $10\text{cm}^3$  من محلول الصودا تركيزه  $5.10^{-2}\text{mol/l}$  للحصول على التكافؤ .

(3) خليط من حمض الكلوريدريك ومحلول الصودا له  $\text{pH} = 2.5$  حجمه  $V = 10\text{cm}^3$  . حدد قيمة  $\text{pH}$  هذا الخليط عندما نضيف إليه  $90\text{cm}^3$  من الماء .

تمرين 12 خليط بين محلول حمض الكلوريدريك ومحلول البوتاس

نأخذ 10ml من محلول مائي لكلورور الهيدروجين تركيزه غير معروف ، ثم نعايره بمحلول يحتوي على 4.48g في اللتر من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) .

نلاحظ على أنه للحصول على التكافؤ الحمضي-القاعدي ، يجب صب 12.5ml من المحلول القاعدي.

- (1) أحسب تركيز الأيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  (ب) ( $\text{mol/l}$ ) للمحلول الحمضي .
- (2) أحسب التراكيز ب ( $\text{mol/l}$ ) لأنواع الكيميائية الموجودة إذا تم خلط 20ml من هذا الحمض مع 16ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم .

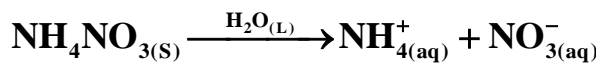
نعطي :  $M(\text{K}) = 39\text{g/mol}$ ,  $M(\text{O}) = 16\text{g/mol}$ ,  $M(\text{H}) = 1\text{g/mol}$

تمرين 13 (العلوم الرياضية 2009)

مراقبة نسبة عنصر كيميائي في منتج صناعي

تستعمل بعض المنتجات الصناعية الأزوتية بكثرة في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأزوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة.

يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  كثير الذوبان في الماء، بحيث يعتبر هذا الذوبان تحولا كليا، نمذجها بالمعادلة التالية :



يشير الصانع على كيس تعبئة المنتج الصناعي الأزوتي إلى النسبة المئوية الكتلية X لعنصر الأزوت في هذا المنتج :  $X = 27\%$  .

يهدف هذا التمرين إلى التحقق من القيمة  $X = 27\%$  .

**المعطيات :**  $M(H) = 1g.mol^{-1}$  ;  $M(N) = 14g.mol^{-1}$  ;  $M(O) = 16g.mol^{-1}$

جميع قياسات ال pH أنجزت عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  .

الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  هو  $K_e = 10^{-14}$  .

ثابتة الحمضية للمزدوجة  $NH_4^+/NH_3$  هي  $pK_A = 9.20$  .

(1) دراسة محلول مائي لنترات الأمونيوم  $(NH_4^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$

ناخذ حجما  $V_S$  من محلول مائي (S) لنترات الأمونيوم تركيزه المولي  $C = 4.00.10^{-2} mol/L$

يعطي قياس pH هذا المحلول :  $pH = 5.30$  .

(1.1) أكتب معادلة تفاعل أيون الأمونيوم مع الماء.

(2.1) أحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتحويل الحاصل، ماذا تستنتج ؟

(3.1) تحقق من أن قيمة ثابتة الحمضية للمزدوجة  $NH_4^+/NH_3$  هي  $pK_A = 9.20$  .

(2) تحديد النسبة المئوية الكتلية X لعنصر الأزوت في منتج صناعي.

نذيب في الماء الخالص عينة من المنتج الصناعي الأزوتي كتلتها  $m = 5.70g$ ، فنحصل على محلول مائي  $(S_A)$

حجمه  $V = 250mL$  .

نأخذ من المحلول  $(S_A)$  حجما  $V_A = 20.0mL$ ، ونعاير أيونات الأمونيوم المتواجدة فيه بواسطة محلول مائي  $(S_B)$

لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ ، تركيزه المولي  $C_B = 0.20mol/L$ ، فنحصل على التكافؤ عند صب الحجم

$V_{BE} = 22.0mL$  من المحلول  $(S_B)$  .

(1.2) أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة.

(2.2) أوجد كمية المادة  $n(NH_4NO_3)$  لنترات الأمونيوم الموجودة في العينة المدروسة، وتحقق من القيمة X للنسبة

المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في المنتج الصناعي المدروس.

### التمرين 14 الأحماض والقواعد والكواشف الملونة

#### 1) التعرف على كاشف ملون

تحتوي قارورة على محلول مخفف لكاشف ملون مجهول ، تركيزه  $c_0 = 2.9.10^{-4} mol/l$  وحجمه

$V = 100ml$ ، نقيس pH محلول الكاشف الملون فنجد  $pH = 4.18$  .

(1.1) أحسب  $[H_3O^+]$  تركيز أيونات الأوكسونيوم في محلول الكاشف الملون.

(2.1) نرسم للمزدوجة (قاعدة—حمض) لهذا الكاشف ب  $(HInd/Ind^-)$  ، تم تحضير محلول الكاشف الملون بإذابة

HInd في الماء : أكتب معادلة تفاعل HInd مع الماء  $H_2O$  .

(3.1) حدد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لتفاعل HInd مع الماء ، هل هذا التفاعل كلي ؟ علل جوابك.

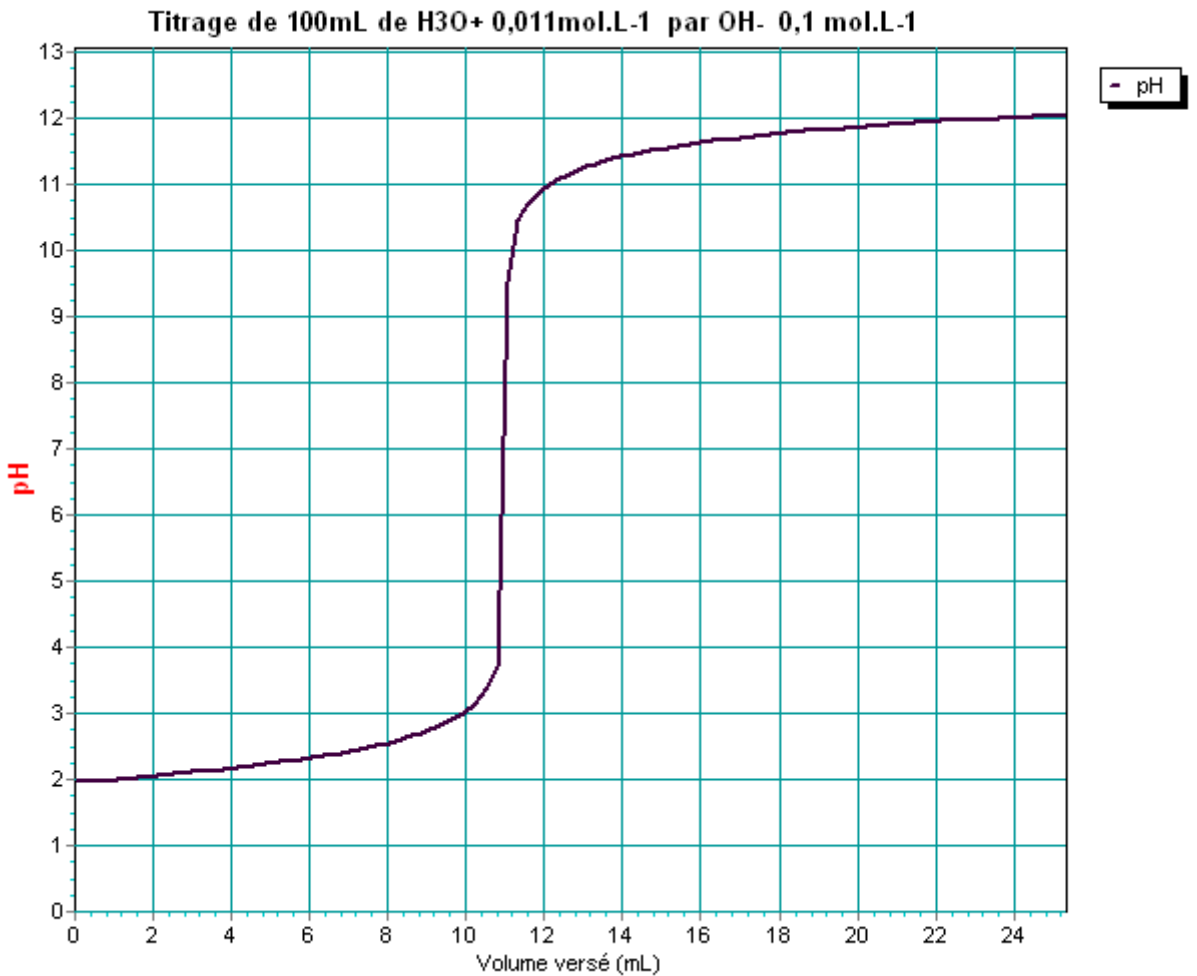
(4.1) أوجد تعبير ثابتة الحمضية  $K_A$  للمزدوجة  $(HInd/Ind^-)$  بدلالة  $\tau$  و  $c_0$  . تأكد أن قيمتها تساوي

$K_A = 1.95.10^{-5}$  .

(5.1) اعتمادا على معطيات الجدول أسفله ، تعرف على هذا الكاشف الملون.

الكاشف الملون	لون الحمض	منطقة الانعطاف	لون القاعدة	$pK_A$
الهيليانتين	أصفر برتقالي	3.1 – 4.4	أحمر	3.7
أخضر البروموكريزول	أصفر	3.8 -- 5.4	أزرق	4.7
أزرق البروموتيمول	أصفر	6.0 -- 7.6	أزرق	7.0
الفينول فتاليين	عديم اللون	8.2 -- 10	أرجواني	9.4

(2) معايرة محلول تحاري لحمض الكلوريدريك .  
نعتبر محلولاً تجارياً لحمض الكلوريدريك تركيزه  $C$  وكثافته  $d = 1.16$  ، النسبة المئوية لحمض الكلوريدريك في هذا المحلول هي  $p$  . نخفف المحلول التجاري 1000 مرة فنحصل على محلول  $(S_1)$  تركيزه  $C_1$  .  
(1.2) نأخذ حجماً  $V_1 = 100\text{ml}$  من المحلول  $(S_1)$  ثم نضيف إليه بواسطة سحاحة محلولاً لهيدروكسيد الصوديوم  $(\text{Na}^+ + \text{OH}^-)$  تركيزه  $C_B = 0.1\text{mol}/\ell$  ونقيس  $\text{pH}$  الخليط عند كل غضافة ، ندون في جدول الحجم المضاف  $V_B$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم و  $\text{pH}$  الخليط عند كل إضافة ثم نخط المنحنى  $\text{pH} = f(V_B)$  فنحصل على المنحنى الممثل أسفله :



- 1.1.2 أكتب معادلة تفاعل المعايرة وأذكر خصائص هذا التفاعل.
- 2.1.2 أرسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل.
- 3.1.2 حدد إحداثيات نقطة التكافؤ
- 4.1.2 هل الكاشف الملون الذي تم التعرف عليه في السؤال 1 ملائم لهذه المعايرة ؟ إذا كان الجواب بالنفي حدد من بين الكواشف الملونة الواردة في الجدول أعلاه الكاشف الملون الملائم؟
- 2.2 أحسب التركيز  $C_1$  للمحلول  $(S_1)$  واستنتج التركيز  $C$  للمحلول التجاري.
- 3.2 أحسب النسبة المئوية  $p$  لحمض الكلوريدريك في المحلول التجاري

نعطي : الكتلة الحجمية للماء  $1 \text{ g/ml}$  و  $M(\text{HCl}) = 36.5 \text{ g/mol}$

**التمرين 15 :** تفاعل حمض كربوكسيلي مع الماء ومع الأمونياك، الدورة الاستدراكية العلوم الرياضية 2008 .  
تعتبر الأحماض الكربوكسيلية من المركبات العضوية التي تظهر خاصية حمضية في المحاليل المائية. الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ ، حيث  $n$  عدد صحيح .

لتحضير محلول ( $S_A$ ) لحمض كربوكسيلي، نذيب في الماء المقطر كتلة  $m = 450 \text{ mg}$  من هذا الحمض الخالص ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على  $V_0 = 500 \text{ ml}$  من هذا المحلول.

نأخذ حجما  $V_A = 10 \text{ ml}$  من المحلول ( $S_A$ ) ونعايره بواسطة محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم  $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$  تركيزه المولي  $C_B = 10^{-2} \text{ mol/l}$  نحصل على التكافؤ حمض-قاعدة عند إضافة الحجم  $V_B = 15 \text{ ml}$  من المحلول ( $S_B$ ) .

معطيات : ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{NH}^+_{4(\text{aq})} / \text{NH}_{3(\text{aq})}$  هي  $\text{pK}_{A1} = 9.2$   
الكتل المولية الذرية ب  $\text{g/mol}$   $M(\text{H}) = 1, M(\text{C}) = 12, M(\text{O}) = 16$   
(1) تحديد الصيغة الإجمالية لحمض كربوكسيلي .  
(1.1) أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

(2) أحسب التركيز المولي  $C_A$  للمحلول ( $S_A$ )، ثم بين أن الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي هي  $\text{CH}_3\text{COOH}$

(2) تحديد الثابتة  $\text{pK}_{A2}$  للمزدوجة  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$

نأخذ حجما  $V$  من المحلول ( $S_A$ ) ونقيس ال  $\text{pH}$  عند  $25^\circ \text{C}$ ، فنجد  $\text{pH} = 3.3$  .

(1.2) اعتمادا على الجدول الوصفي لتطور المجموعة، عبر عن التقدم النهائي  $x_f$  لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة  $V$

و  $\text{pH}$ ، ثم أثبت التعبير  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f} = -1 + C_A \cdot 10^{\text{pH}}$  حيث  $[\text{CH}_3\text{COOH}]_f$  و  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f$  تركيز النوعين الكيميائيين عند التوازن.

(2.2) استنتج قيمة الثابتة  $\text{pK}_{A2}$  .

(3) دراسة تفاعل الحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  مع القاعدة  $\text{NH}_3$

نأخذ من المحلول ( $S_A$ ) حجما يحتوي على كمية المادة البدئية:  $n_i(\text{CH}_3\text{COOH}) = n_0 = 3.10^{-4} \text{ mol}$

ونضيف إليه حجما من محلول الأمونياك يحتوي على نفس كمية المادة البدئية  $n_i(\text{NH}_3) = n_0$  .

(1.3) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين الحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  و  $\text{NH}_3$  .

(2.3) أحسب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .

(3.3) بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل تكتب على الشكل  $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$

ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟

**التمرين 16 : مقارنة سلوك حمضين لهما نفس التركيز في محلول مائي.**

حمض الأسيتيل ساليسيليك مادة فعالة أساسية في دواء الأسبيرين، يتم تحضيره انطلاقاً من أندريد الايثانويك وحمض الساليسيليك المستخلص من شجر الصفصاف.  
يهدف هذا الجزء إلى مقارنة سلوك حمض الساليسيليك مع سلوك حمض أستيل ساليسيليك في محلول مائي.  
معطيات :

حمض أستيل ساليسيليك	حمض الساليسيليك	
$C_9H_8O_4$	$C_7H_6O_3$	الصيغة الاجمالية
$HA_2$	$HA_1$	الصيغة المبسطة
$HA_2(aq) / A_2^-(aq)$	$HA_1(aq) / A_1^-(aq)$	المزدوجة (قاعدة/حمض)
$180 g/mol$		الكتلة المولية

(1) محلول حمض الساليسيليك  $HA_1(aq)$

نتوفر في المختبر على محلول حمض الساليسيليك تركيزه المولي  $C_1 = 0.01 mol/l$ . أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة  $pH_1 = 2.50$ ، عند  $25^0 C$ .

(1.1) أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض الساليسيليك  $HA_1(aq)$  مع الماء.

(2.1) أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

(3.1) أحسب قيمة  $\tau_1$  نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل، استنتج .

(4.1) تحقق أن قيمة  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية هي :  $Q_{r,eq} = 1.46.10^{-3}$ .

(5.1) استنتج قيمة  $K_{A_1}$  ثابتة الحمضية للمزدوجة  $HA_1(aq) / A_1^-(aq)$ .

(2) محلول حمض أسيتيل ساليسيليك  $HA_2(aq)$ .

يحتوي قرص الأسبيرين على الكتلة  $m = 500 mg$  من حمض الأسيتيل ساليسيليك. نذيب قرص الأسبيرين في الحجم  $V = 0.275 l$  من الماء المقطر، فنحصل على محلول مائي تركيزه المولي  $C_2$  وله  $pH = 2.75$ .

(1.2) أحسب قيمة  $C_2$ .

(2.2) أحسب قيمة  $\tau_2$  نسبة التقدم النهائي لتفاعل  $HA_2$  مع الماء.

(3) اعتماداً على قيمتي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  نقارن سلوك حمض الساليسيليك  $HA_1$  مع سلوك حمض الأسيتيل ساليسيليك في المحلول المائي:

**التمرين 17 : علوم الحياة والأرض 2008**

حمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6$  (أو الفيتامين C) مادة طبيعية توجد في عدد كبير من المواد الغذائية ذات أصل نباتي وعلى الخصوص في المواد الطازجة والخضر والفواكه . كما يمكن تصنيعه في مختبرات الكيمياء ليباع في الصيدليات على شكل أقراص ، وهو مركب مضاد للعدوى ، ومنشط للجسم ، ويساعد على نمو العظام والأوتار والأسنان ... ويؤدي نقصه في التغذية لدى الإنسان إلى ظهور داء الحفر. ويعرف بالرمز E300.

معطيات : الكتلة المولية لحمض الأسكوربيك :  $M(C_6H_8O_6) = 176 g/mol$ .

المزدوجة (قاعدة/حمض) :  $C_6H_8O_{6(aq)} / C_6H_7O_{6(aq)}^-$

$$pK_{A2}(C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}) = 4.2; pK_{A1}(C_6H_8O_{6(aq)} / C_6H_7O_{6(aq)}^-) = 4.05$$

(1) تحديد خارج تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء بقياس pH .

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_{6(aq)}$  حجمه  $V$  وتركيزه المولي  $C_1 = 10^{-2} \text{ mol/l}$  . أعطى قياس

$$pH = 3.01 \text{ عند } 25^{\circ}C \text{ القيمة}$$

(1.1) أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء.

(2.1) أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.

(3.1) أحسب  $\tau$  نسبة التقدم النهائي للتفاعل . هل التحول كلي ؟

(4.1) المجموعة الكيميائية في حالة توازن. أوجد قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  ، استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بهذا

التفاعل.

(2) تحديد كتلة حمض الأسكوربيك في قرص "فيتامين C 500".

نسحق قرصاً من فيتامين C 500 ونذيبه في قليل من الماء ، ثم ندخل الكل في حوالة معيارية من فئة 200ml

نضيف الماء المقطر حتى الخط العيار ونحرك ، فنحصل على محلول مائي (S) تركيزه المولي  $C_A$  . نأخذ حجماً

$V_A = 10 \text{ ml}$  من المحلول (S) ونعايره بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$  تركيزه

المولي  $C_B = 1.5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$  ، نحصل التكافؤ حمض - قاعدة عند صب الحجم  $V_{B,E} = 9.5 \text{ ml}$  .

(1.2) أكتب معادلة التفاعل حمض - قاعدة بين حمض الأسكوربيك وأيونات الهيدروكسيد  $HO^-_{(aq)}$  .

(2.2) أوجد قيمة  $C_A$  .

(3.2) استنتج قيمة  $m$  كتلة حمض الأسكوربيك الموجود في القرص ، فسر التسمية "فيتامين C 500".

(3) تطور مجموعة كيميائية.

يمكن تفادي تحلل حمض الأسكوربيك في عصير فاكهة بإضافة بنزوات الصوديوم المعروف بالرمز E211 إلى

هذا العصير حيث يتفاعل حمض الأسكوربيك مع ايون البنزوات  $C_6H_5COO^-_{(aq)}$  وفق المعادلة الكيميائية التالية



(1.3) عبر عن ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بهذا التفاعل بدلالة ثابتتي الحمضية للمزدوجتين (قاعدة/حمض) المتفاعلتين ثم أحسب قيمتها.

(2.3) قيمة خارج التفاعل للمجموعة الكيميائية في الحالة البدئية هي  $Q_{r,i} = 1.41$  .

هل تتطور المجموعة الكيميائية أم لا ؟ علل جوابك.

### التفاعلات حمض قاعدة : العلوم الفيزيائية 2011

يعتبر حمض الميثانويك من الأدوية الناجعة لمحاربة بعض الطفيليات التي تهاجم النحل المنتج للعسل.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء ومع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

معطيات : -- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  .

-- الجداء الأيوني للماء  $K_e = 10^{-14}$  .

-- يعطي الجدول التالي بعض الكواشف الملونة ومناطق انعطافها.

الكاشف الملون	الهيليانتين	أحمر المثيل	الفينولفثالين
منطقة الانعطاف	3.1 ----- 4.4	4.2 ----- 6.2	8.2 ----- 10



**(1) تفاعل حمض الميثانويك مع الماء**

نعتبر محلولاً مائياً  $(S_a)$  لحمض الميثانويك حجمه  $V$  وتركيزه  $C_a = 10^{-2} \text{ mol/l}$ . أعطى قياس  $\text{pH}$  هذا المحلول القيمة  $\text{pH} = 2.9$ .

ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض الميثانويك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية:



(1.1) أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

(2.1) بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التحول تكتب كما يلي:  $\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a}$ ، أحسب  $\tau$ ، ماذا تستنتج؟

(3.1) أوجد تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $C_a$ ،  $\tau$ .

(4.1) حدد قيمة الثابتة  $\text{pK}_A$  للمزدوجة  $(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-)$ .

**(2) تفاعل حمض الميثانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.**

نستعمل التركيب التجريبي المبين في الشكل جانبه لمعايرة

الحجم  $V_a = 20 \text{ ml}$  من المحلول السابق  $(S_a)$

بواسطة المحلول  $(S_b)$  لهيدروكسيد الصوديوم

ذي التركيز  $C_b = 10^{-2} \text{ mol/l}$ .

(1.2) أعط أسماء عناصر التركيب التجريبي الموافقة للأرقام

(1)، (2)، (3) واسم المحلول الموافق للرقم (4)

(2.2) يأخذ  $\text{pH}$  الخليط القيمة  $\text{pH} = 3.74$

عند إضافة الحجم  $V_b = 10 \text{ ml}$  من المحلول

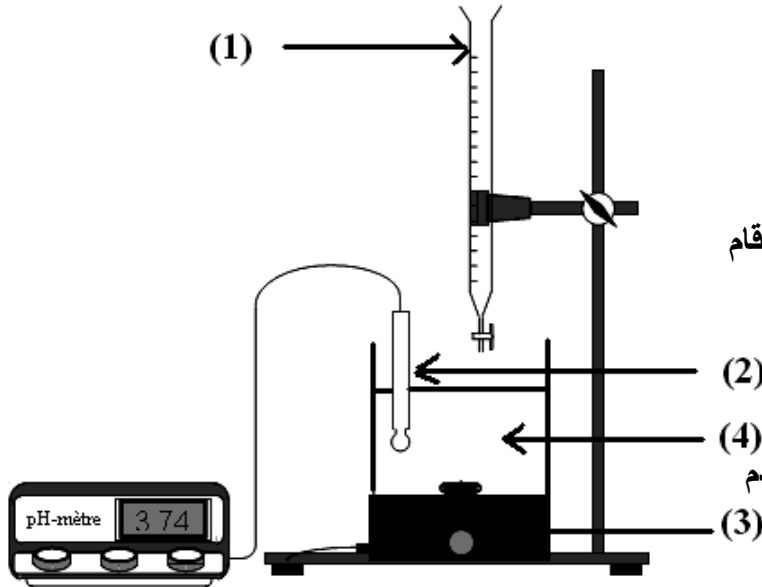
$(S_b)$ . اعتماداً على الجدول الوصفي، تحقق بحساب التقدم

النهائي  $\tau$  أن التفاعل كلي.

(3.2) أوجد الحجم  $V_{b,E}$  اللازم إضافته للمحلول  $(S_a)$

للحصول على التكافؤ.

(4.2) حدد، معطلاً جوابك، من بين الكواشف المبينة في الجدول أعلاه الكاشف الملائم لهذه المعايرة.



**دراسة محلول حمض البنزويك - العلوم الرياضية سنة 2008 -**

يستعمل حمض البنزويك  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية، وهو جسم صلب أبيض اللون.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع محلول هيدروكسيد الصوديوم. نحضر محلولاً مائياً

لحمض البنزويك بناذابة كتلة  $m$  من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم  $V = 100 \text{ ml}$

تركيزه  $C_a = 0.1 \text{ mol/l}$ .

$M = 122 \text{ g/mol}$  :

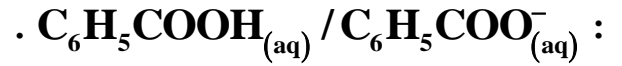
معطيات : الكتلة المولية لحمض البنزويك

$\text{Ke} = 10^{-14}$  : الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$

**(1) تفاعل حمض البنزويك مع الماء**

نقيس  $\text{pH}$  محلول حمض البنزويك عند  $25^\circ\text{C}$  فنجد  $\text{pH}_1 = 2.6$ .

- (1.1) أحسب الكتلة  $m$  .  
 (2.1) أكتب معادلة حمض البنزويك مع الماء.  
 (3.1) أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة، وأحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل ، استنتج ؟  
 (4.1) أعط تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $C_a, pH_1$  . واستنتج قيمة ثابتة الحمضية  $pK_A$  للمزدوجة



(2) تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

- نصب في كأس حجما  $V_a = 20ml$  من محلول حمض البنزويك ذي التركيز  $C_a = 0.1mol/l$  ونضيف إليه تدريجيا بواسطة سحاحة مدرجة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه :  $C_b = 5 \cdot 10^{-2} mol/l$  .  
 عند إضافة الحجم  $V_b = 20ml$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم، يكون  $pH$  المحلول الموجود في الكأس ،  
 عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  هو  $pH_2 = 3.7$  .

- (1.2) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين.  
 (2.2) أحسب كمية المادة  $n(HO^-)_V$  التي تمت إضافتها وكمية المادة  $n(HO^-)_R$  المتبقية في المحلول عند نهاية التفاعل،

- (3.2) أوجد تعبير التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل بدلالة  $n(HO^-)_R$  و  $n(HO^-)_V$  ، استنتج ؟

دراسة تفاعل حمض عضوي مع الصودة : علوم فيزيائية 2007 الدورة العادية

تمت القياسات عند  $25^{\circ}C$  حيث  $Ke = 10^{-14}$  .

- (1) قياس  $pH$  محلول مائي  $S_A$  لحمض  $AH$  تركيزه المولي  $C_A = 10^{-2} mol/l$  هو  $pH = 3.12$  .

(1.1) بين أن الحمض  $AH$  لا يتفاعل كليا مع الماء، وأكتب معادلة تفاعله مع الماء.

(2.1) أحسب  $pK_A$  للمزدوجة  $AH/A^-$  .

(3.1) يعطي الجدول التالي  $pK_A$  لبعض المزدوجات حمض/قاعدة.

المزدوجات	$C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$	$HCOOH / HCOO^-$	$CH_2ClCOOH / CH_2ClCOO^-$	$NH_4^+ / NH_3$
$pK_A$	4.20	3.75	2.86	9.20

(1.3.1) تعرف على الحمض  $AH$  .

(1.3.2) رتب المزدوجات الواردة في الجدول حسب تزايد قوة الحمض.

(2) نضيف إلى حجم  $V_A = 20ml$  من المحلول  $S_A$  حجما  $V_B$  من محلول  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي

$C_B = 10^{-2} mol/l$  ، فنحصل على خليط  $S$  له  $pH = pK_A (AH/A^-)$  .

(1.2) أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

(2.2) أعط مميزات الخليط  $S$  .

(3.2) حدد قيمة  $V_B$  .

تمرين العلوم الرياضية الدورة العادية 2012

إيثانوات الصوديوم مركب كيميائي صيغته  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ، قابل للذوبان في الماء، يعتبر مصدرا لأيونات الإيثانوات  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل أيونات الإيثانوات مع الماء وحمض الميثانويك.

معطيات : -- الكتلة المولية لإيثانوات الصوديوم  $M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 82 \text{ g/mol}$

-- الجداء الأيوني للماء عند  $25^\circ\text{C}$  هو  $K_e = 10^{-14}$ .

-- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  عند  $25^\circ\text{C}$  هي  $K_{A1} = 1.6 \cdot 10^{-5}$

-- جميع القياسات تتم عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .

(1) دراسة تفاعل أيونات الإيثانوات مع الماء

نذيب كتلة  $m = 410 \text{ mg}$  من بلورات إيثانوات الصوديوم في الماء المقطر للحصول على محلول  $S_1$  غير مشبع ، حجمه

$V = 500 \text{ ml}$  وتركيزه  $C_1$ ، نقيس  $\text{pH}$  المحلول  $S_1$  فنجد :  $\text{pH} = 8.4$ .

(1.1) أكتب معادلة التفاعل بين أيونات الإيثانوات والماء.

(2.1) باعتماد الجدول الوصفي لتطور التفاعل، عبر عن نسبة التقدم النهائي  $\tau_1$  للتفاعل الحاصل بدلالة  $\text{pH}, C_1, K_e$  ،

أحسب  $\tau_1$ .

(3.1) عبر عن ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل الحاصل بدلالة  $C_1$  و  $\tau_1$  ، ثم تحقق ان :  $K = 6.3 \cdot 10^{-10}$

(4.1) نأخذ حجما من المحلول  $S_1$  ونضيف عليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول  $S_2$  تركيزه

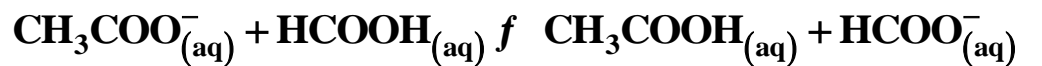
$C_2 = 10^{-3} \text{ mol/l}$  . أحسب في هذه الحالة نسبة التقدم النهائي  $\tau_2$  للتفاعل بين أيونات الإيثانوات والماء، استنتج؟

(2) دراسة تفاعل أيونات الإيثانوات مع حمض الميثانويك

نمزج حجما  $V_1 = 90 \text{ ml}$  من محلول مائي لإيثانوات الصوديوم تركيزه  $C = 10^{-2} \text{ mol/l}$  وحجما  $V_2 = 10 \text{ ml}$

من محلول مائي لحمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  له نفس التركيز  $C$ .

نمذج التحول الحاصل بتفاعل كيميائي معادلته:



يعبر عن الموصلية  $\sigma$  للخليط التفاعلي عند لحظة  $t$  بدلالة تقدم التفاعل  $x$  بالعلاقة :

$$\sigma = 81.9 + 1.37 \cdot 10^4 \cdot x \text{ مع } \sigma \text{ ب } \text{mS} \cdot \text{m}^{-1} \text{ و } x \text{ ب } \text{mol}.$$

(1.2) نقيس موصلية الخليط التفاعلي عند التوازن فنجد :  $\sigma_{\text{eq}} = 83.254 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$ .

(أ) تحقق أن قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل هي :  $K \approx 10$ .

(ب) استنتج قيمة ثابتة الحمضية  $K_{A2}$  للمزدوجة  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ .

(2.2) أحسب  $\text{pH}$  الخليط عند التوازن. استنتج النوعين الكيميائيين المهيمنين في الخليط، عند التوازن ، من بين الأنواع

الكيميائية التالية:  $\text{HCOO}^- , \text{HCOOH} , \text{CH}_3\text{COO}^- , \text{CH}_3\text{COOH}$

السماذ الأزوتي جسم صلب كثير الاستعمال في الفلاحة ، حيث يعتبر عنصر الأزوت من بين العناصر الضرورية لخصوبة التربة ، يحتوي السماذ الأزوتي على نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  ، وهو كثير الذوبان في الماء . يكتب التفاعل

المقرون بذوبانه في الماء كما يلي :  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) + \text{nH}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$  .  
تشير لصيغة كيس من هذا السماذ بالمغرب إلى النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت  $\text{X} = 33.5\%$  .  
نريد التحقق من قيمة  $\text{X}$  التي تشير عليها للصيغة .

(1) دراسة محلول مائي لنترات الأمونيوم  $(\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}))$  .

نعابر محلولاً مائياً لنترات الأمونيوم تركيزه المولي  $\text{C} = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  . أعطى قياس  $\text{pH}$  هذا المحلول القيمة 5.6 .

(1.1) أكتب معادلة تفاعل أيون الأمونيوم مع الماء .

(2.1) أنشء الجدول الوصفي لتقدم التفاعل .

(3.1) حدد قيمة نسبة التقدم النهائي للتفاعل ، ماذا تستنتج ؟

(2) تحديد النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في السماذ .

نذيب عينة من السماذ كتلتها  $m = 4 \text{ g}$  في حجم  $V = 2 \ell$  من الماء ، فنحصل على محلول مائي  $S_A$  تركيزه المولي  $C_A$  .

نأخذ حجماً  $V_A = 20 \text{ ml}$  من المحلول  $S_A$  ونعايره بواسطة محلول مائي  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم

$(\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}))$  تركيزه المولي  $C_B = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  . نحصل على التكافؤ عند صب الحجم

$V_{BE} = 16 \text{ ml}$  من المحلول  $S_B$  .

(1.2) أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الحاصل أثناء المعايرة والذي نعتبره كليا .

(2.2) حدد قيمة  $C_A$  .

(3.2) استنتج قيمة  $n(\text{NH}_4^+)$  كمية مادة الأيونات  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  في المحلول  $S_A$  .

(4.2) يعبر عن النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في السماذ بالعلاقة :  $\text{X} = \frac{28 \cdot n(\text{NH}_4^+)}{m}$  ، حيث وحدة  $m$  الغرام

(g) . تحقق من قيمة  $\text{X}$  .

### التمرين كيمياء : العلوم الفيزيائية الدورة الاستدراكية 2012

#### يتضمن التمرين جزئين مستقلين

#### الجزء الأول : التحليل الكهربائي لمحلول كلورور النيكل II

للتحليل الكهربائي تطبيقات متعددة في المجال الصناعي ، منها تحصيل بعض الفلزات وبعض الغازات .  
يهدف هذا التمرين إلى تحضير فلز النيكل بواسطة تقنية التحليل الكهربائي .

معطيات : الكتلة المولية للنيكل  $M(\text{Ni}) = 58.7 \text{ g} / \text{mol}$  ، ثابتة فراي  $1F = 9.65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

لتحضير فلز النيكل ، ننجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور النيكل II  $(\text{Ni}^{2+}_{\text{aq}} + 2\text{Cl}^-_{\text{aq}})$  .

نضع هذا المحلول في محلل كهربائي على شكل  $U$  ونمرر فيه تياراً كهربائياً مستمراً شدته ثابتة  $I = 0.5 \text{ A}$  بين

الكترودين مغمورين في المحلول لمدة ساعة واحدة  $(\Delta t = 1 \text{ h})$  .

يتكون الكاثود من البلاتين ويتكون الأنود من الغرافيت . نلاحظ خلال عمية التحليل الكهربائي ، توضع النيكل وتكون ثنائي الكلور بجوار الأنود .

- (1) حدد المزدوجتان مختزل / مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي .
- (2) أكتب معادلة التفاعل عند كل الكترود والمعادلة الحصيلة المنمذجة للتحويل الحاصل.
- (3) أوجد الكتلة  $m$  لفلز النيكل المتوضع .

**الجزء الثاني : تفاعل حمض الميثانويك مع الماء وتحضير ميثانوات الإثيل**

يستعمل ميثانوات الإثيل  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$  كمادة مذيبة للشحوم ولمشتقات السيليلوز ، كما يستعمل في الصناعة الغذائية كمادة تضيفي نكهة على الأطعمة المصنعة .

يحضر ميثانوات الإثيل في المختبر بتفاعل حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  مع الإيثانول .

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء وتحضير ميثانوات الإثيل.

(1) دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

نعتبر محلولاً مائياً ، حجمه  $V$  ، لحمض الميثانويك تركيزه المولي  $C = 5 \text{ mol} / \ell$  ، نقيس موصليته هذا المحلول عند درجة الحرارة  $25^\circ \text{C}$  فنجد  $\sigma = 4 \cdot 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$  .

معطيات : تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي هو :  $\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$  ، بحيث  $[X_i]$  التركيز المولي الفعلي لكل نوع

أيوني  $i$  متواجد في المحلول و  $\lambda_i$  موصليته الأيونية ب  $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\lambda_{\text{HCOO}^-} = 5.46 \cdot 10^{-3} , \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \cdot 10^{-3}$$

نهمل تأثير الأيونات  $\text{HO}^-$  على موصلية المحلول .

(1.1) أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

(2.1) أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{\text{HCOO}^-}$  و  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $C$  ، أحسب  $\tau$  .

(3.1) حدد قيمة pH هذا المحلول المائي .

(4.1) أوجد قيمة  $\text{pK}_A$  للمزدوجة  $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$  .

(2) تحضير ميثانوات الاثيل .

نصب في حوجلة كمية المادة  $n_0 = 100 \text{ mmol}$

من حمض الميثانويك ونضعها داخل حمام مريم درجة

حرارته ثابتة ثم نضيف إليهما كمية المادة  $n$  من

الإيثانول حيث  $n = n_0 = 100 \text{ mmol}$  وبعض

القطرات من حمض الكبريتيك المركز ، فنحصل على

حليط حجمه ثابت  $V = 25 \text{ ml}$  .

نتتبع تطور التقدم  $x$  للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن

فتحصل على المنحنى جانبه

(1.2) أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة المعادلة

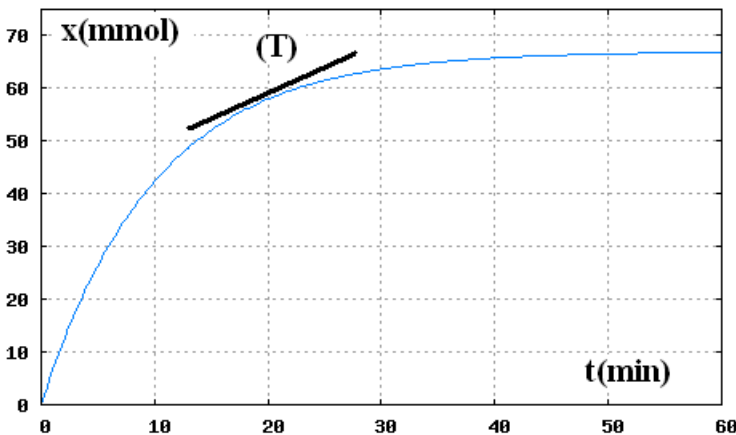
الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل .

(2.2) ماهو دوز حمض الكبريتيك المركز المضاف ؟

(3.2) حدد التقدم  $x_{\text{eq}}$  للتفاعل عند التوازن وزمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

(4.2) بمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 20 \text{ min}$  ، أحسب بالوحدة  $\text{mol} \cdot \ell^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

عند هذه اللحظة



(5.2) أوجد قيمة ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل

(6.2) نمزج ، في نفس الظروف التجريبية السابقة ، كمية المادة  $n_1 = 150 \text{ mmol}$  مع كمية المادة  $n_2 = 100 \text{ mmol}$  من الايثانول . تحقق أن القيمة الجديدة لتقدم التفاعل عند التوازن هي :  $x'_{\text{eq}} = 78.5 \text{ mmol}$

### العلوم الرياضية الدورة الاستدراكية 2009 حمض اللاكتيك

حمض اللاكتيك حمض عضوي يلعب دورا مهما في مختلف الأنشطة البيوكيميائية . ينتج حمض اللاكتيك ذو الصيغة  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$  عن تخمر لاكتوز الحليب بواسطة البكتيريا .

وتعتبر نسبة حمض اللاكتيك في الحليب مؤشرا على طراوته ، حيث يكون الحليب طريا إذا لم يتجاوز التركيز الكتلي  $C_m$  لحمض اللاكتيك فيه  $1.8 \text{ g/l}$  . يهدف هذا الجزء إلى تحديد حمضية حليب بعد مرور بضع أيام على حفظه في قتيبة .

للتبسيط نرمز للمزدوجة :  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} / \text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-$  بالمزدوجة  $\text{AH} / \text{A}^-$  ونعتبر حمضية الحليب ناتجة فقط عن وجود حمض اللاكتيك .

معطيات : الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك :  $M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 90 \text{ g.mol}^{-1}$  .

الجداء الأيوني للماء عند  $25^\circ \text{C}$  :  $K_e = 10^{-14}$  .

### (1) دراسة معادلة تفاعل المعايرة .

نصب في كأس حجم  $V_A = 20 \text{ ml}$  من محلول مائي ( $S_A$ ) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي

$C_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$  ، ونضيف إليه حجم  $V_B = 5 \text{ ml}$  من محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم

تركيزه المولي  $C_B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$  . نقيس  $\text{pH}$  الخليط المحصل فنجد  $\text{pH} = 4$  .

(1.1) أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

(2.1) أنشئ جدول التقدم للتحويل الحاصل ، وحدد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  ، ماذا تستنتج ؟

(3.1) بين أن الثابتة  $\text{pK}_A$  للمزدوجة أيون اللاكتات/ حمض اللاكتيك تكتب على الشكل :

$$\text{pK}_A = \text{pH} + \log \left( \frac{C_A V_A}{C_B V_B} - 1 \right)$$

### (2) تحديد التركيز الكتلي $C_m$ لحليب .

نصب في كأس حجم  $V'_A = 20 \text{ ml}$  من حليب ( $S$ ) ونعايره بواسطة المحلول

السابق ( $S_B$ ) باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الشكل-1 ، نحصل على التكافؤ

عند صب الحجم  $V_{B,E} = 10 \text{ ml}$  .

(1.2) أعط الأسماء الموافقة للأرقام المبينة على التبيانة ، الشكل-1 .

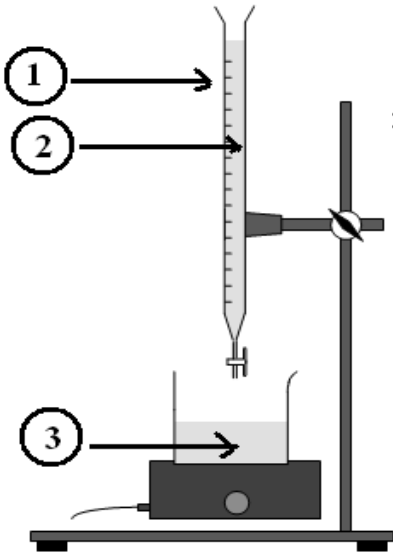
(2.2) أحسب التركيز الكتلي  $C_m$  لحمض اللاكتيك في الحليب ( $S$ ) ، ماذا تستنتج ؟

(3.2) أعطى قياس  $\text{pH}$  المحلول المحصل عند التكافؤ القيمة  $\text{pH}_E = 8.0$  .

(أ) عين من بين الكواشف الملونة المشار إليها في الجدول جانبه الكاشف الأكثر ملائمة لإنجاز هذه المعايرة .

(ب) أحسب النسبة  $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$  في المحلول المحصل عند التكافؤ . استنتج النوع

الكيميائي المهيمن .



شكل-1

منطقة الانعطاف	الكاشف الملون
6.2----- 4.2	أحمر المثيل
8.4----- 6.6	أحمر الفينول
10----- 8.2	فينول فتاليين

تمرين كيمياء خليط بين حمض وقاعدة

تمت كل القياسات عند  $25^0\text{C}$  حيث  $\text{Ke} = 10^{-14}$  .

(1) قياس pH محلول مائي  $\text{S}_A$  لحمض تركيزه المولي  $\text{C}_A = 10^{-2} \text{ mol/l}$  هو  $\text{pH} = 3.12$  .  
(1.1) بين أن الحمض ضعيف وأكتب معادلة تفاعله مع الماء .

(2.1) أحسب  $\text{pK}_A$  للمزدوجة  $\text{AH}/\text{A}^-$  .

(3.1)

مزدوجات	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	$\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$	$\text{CH}_2\text{ClCOOH}/\text{CH}_2\text{ClCOO}^-$	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$
$\text{pK}_A$	4.20	3.75	2.86	9.2

(1.3.1) تعرف على  $\text{AH}$  .

(2.3.1) رتب المزدوجات الواردة في الجدول حسب تزايد قوة الحمض .

(2) نضيف إلى حجم  $V_A = 20\text{ml}$  من المحلول  $\text{S}_A$  حجما  $V_B$  من محلول  $\text{S}_B$  لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي

$\text{C}_B = 10^{-2} \text{ mol/l}$  فنحصل على خليط  $\text{S}$  له  $\text{pH} = \text{pK}_A (\text{AH}/\text{A}^-)$  .

(1.2) أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

(2.2) مميزات الخليط  $\text{S}$  .

(3.2) حدد قيمة  $V_B$  .

تمرين خليط حمض قاعدة

نذيب حجم  $v$  من غاز كلورور الهيدروجين  $\text{HCl}$  من الماء الخالص للحصول على  $V_0 = 500\text{ml}$  من محلول حمض

الكلوريديك ذي التركيز المولي  $\text{C}_0 = 10^{-2} \text{ mol/l}$  . نعطي الحجم المولي  $V_m = 24 \text{ l/mol}$

والجداء الأيوني للماء  $\text{Ke} = 10^{-14}$  عند  $25^0\text{C}$  .

(1) أحسب الحجم  $v$  من الغاز  $\text{HCl}$  المذاب .

(2) أحسب التركيز المولي لكل أيون علما أن للمحلول  $\text{pH} = 2$  ، ثم بين بان  $\text{HCl}$  يتفاعل كلياً مع الماء .

(3) نصب في كاس  $V_a = 20\text{ml}$  من المحلول الحمضي السابق ، ثم نضيف إليه  $V_b = 20\text{ml}$  من محلول هيدروكسيد

الصوديوم ذي التركيز المولي  $\text{C}_b = 0.02 \text{ mol/l}$  .

(1.3) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث .

(2.3) اوجد قيمة  $\text{pH}$  الخليط المحصل عليه .

(4) عند  $25^0\text{C}$  نصب في كاس  $V_a = 20\text{ml}$  من المحلول الحمضي السابق ، ثم نضيف إليه  $V_b$  من محلول

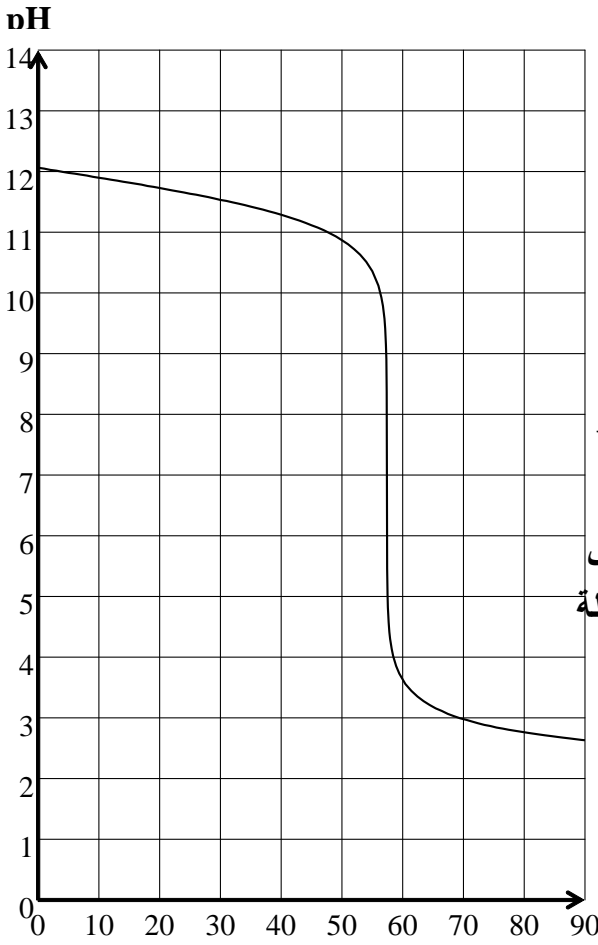
هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $\text{C}_b = 0.02 \text{ mol/l}$  ، فنحصل على خليط له  $\text{pH} = 7.6$  ، أحسب الحجم  $V_b$  .

العلوم التجريبية الدورة الأولى 2001/200

نتوفر على  $V_0 = 1 \text{ l}$  من محلول مائي  $\text{S}_A$  لحمض الكلوريدريك تركيزه  $\text{C}_A = 10^{-2} \text{ mol/l}$  .

(1.1) عرف حمض برونشند ثم حدد من بين الأنواع اكيمايانية التالية حمضي برونشند :

$\text{H}_2$  ,  $\text{OH}^-$  ,  $\text{NH}_4^+$  ,  $\text{HBr}$



2.1 أجرد الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول  $S_A$  ثم احسب تراكيزها ( باستثناء الماء ) .

2) في صناعة معالجة (Recyclage) المواد البلاستيكية المستعملة ، يستخدم محلول  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم لتطهير هذه المواد من الزيوت والأوساخ العالقة بها . لمعرفة التركيز  $C_B$  للمحلول  $S_B$  في حوض التطهير ، نغمر فيه الكترود pH متر ونقرأ  $pH = 12.06$  .

1.2 إستنتج التركيز  $C_B$  للمحلول  $S_B$  .

2.2 للحصول على قيمة أكثر دقة لهذا التركيز نعاير  $V_B = 50ml$  من المحلول  $S_B$  بواسطة المحلول الحمضي  $S_A$  . يعطي المنحنى

جانبه تغيرات pH الخليط بدلالة الحجم  $V_A$  للمحلول  $S_A$  المضاف (أ) أرسم تبيانة التجربة مبينا عليها اسماء الأدوات والمحاليل المستعملة (ب) حدد إحداثيتي نقطة التكافؤ واستنتج التركيز  $C_B$  .

3.2 علما أن الحوض يحتوي على  $V = 1000 l$  من المحلول  $S_B$  أحسب الكتلة  $m$  لهيدروكسيد الصوديوم التي تمت إذابتها لتحضير هذا المحلول .

3) تم تحضير المحلول الحمضي  $S_A$  انطلاقا من محلول تجاري

لحمض الكلوريدريك كتلته الحجمية  $\rho = 1190 g.l^{-1}$  والنسبة المئوية لكلورور الهيدروجين في هذا المحلول هي 37% . أوجد التركيز  $C$  لهذا المحلول التجاري واستنتج الحجم  $v$  اللازم أخذه منه لتحضير  $V_0 = 1l$  من المحلول  $S_A$  .

نعطي :  $M(Na) = 23 g.mo l^{-1}$  ،  $M(O) = 16 g.mo l^{-1}$  ،  $M(H) = 1 g.mo l^{-1}$

$Ke = 10^{-14}$  ،  $M(Cl) 35.5 g.mo l^{-1}$

### العلوم التجريبية الدورة العادية 2003

نتوفر على محلول مائي ( $S_0$ ) لحمض HA تركيزه المولي  $C_0 = 0.1 mol/l$  . نريد تحضير محلول مائي ( $S_1$ ) ،

انطلاقا من ( $S_0$ ) تركيزه المولي  $C_1 = 10^{-2} mol/l$  وحجمه  $V_1 = 100ml$  .

1) أحسب قيمة  $V_0$  الحجم الذي يجب أخذه من ( $S_0$ ) لتحضير ( $S_1$ ) .

2) صف ، الخطوات التي يجب اتباعها لتحضير ( $S_1$ ) محمدا الأواني الزجاجية المستعملة .

3) أعطى قياس pH المحلول ( $S_1$ ) بواسطة جهاز pH متر القيمة  $pH = 3.38$  عند  $25^0 C$  .

(أ) بين أن الحمض HA يتفاعل جزئيا مع الماء ، أكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء .

(ب) نعتبر  $\tau$  نسبة التقدم النهائي لهذا الحمض HA .

-- عبر عن ثابتة الحمضية  $K_A$  للمزدوجة ( $HA / A^-$ ) بدلالة  $\tau$  و  $C_1$  .

-- أحسب قيمة  $pK_A$  لهذه المزدوجة علما أن  $\tau = 0.041$  .



(4) لتحديد قيمة  $pK_A$  بطريقة أخرى نعاير حجما  $V_A = 20 \text{ cm}^3$  من المحلول ( $S_1$ ) بمحلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم  $C_B = C_1$ . عند إضافة الحجم  $V_B = 10 \text{ cm}^3$  من ( $S_B$ ) يكون  $pH$  الخليط المحصل هو  $pH = 4.76$ .

أوجد قيمة  $pK_A$  ثم تعرف على المزدوجة ( $HA / A^-$ ) من بين المزدوجات التالية :

$$pK_A (\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-) = 3.75$$

$$pK_A (\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = 4.20$$

$$pK_A (\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.75$$

### العلوم الرياضية الدورة الاستدراكية 2010 دراسة حمضية محلولين خمضيين

يهدف هذا التمرين إلى دراسة محلول حمض البنزويك ومقارنة حمضيته مع حمضية محلول حمض الساليسيليك .  
(1) دراسة محلول حمض البنزويك .

حمض البنزويك جسم صلب أبيض اللون صيغته  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  يستعمل كحافظ غذائي ويوجد طبيعيا في بعض النباتات للتبسيط نرسم لحمض البنزويك ب  $HA_1$  .  
معطيات :

$$-- \text{ الكتلة المولية الجزيئية للحمض } HA_1 = 122 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$-- \text{ الجداء الأيوني للماء } : Ke = 10^{-14}$$

نذيب كتلة  $m = 305 \text{ mg}$  من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على محلول مائي  $S_A$  حجمه  $V = 250 \text{ ml}$

نقيس  $pH$  المحلول  $S_A$  فنجد  $pH = 3.10$  .

(1.1) أحسب التركيز المولي  $C_A$  للمحلول  $S_A$  .

(2.1) أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .

(3.1) عبر عن الثابتة  $pK_A$  للمزدوجة  $HA_1 / A_1^-$  بدلالة  $C_A$  و  $\tau$  نسبة التقدم النهائي لتفاعل الحمض  $HA_1$  مع الماء .

(4.1) أحسب  $pK_A$  ، واستنتج النوع الكيميائي المهيمن في المحلول  $S_A$  علما أن  $\tau = 7.94\%$  .

(2) تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم .

نمزج حجما  $V_A = 40 \text{ ml}$  من المحلول  $S_A$  لحمض البنزويك مع الحجم  $V_B = 5 \text{ ml}$  من محلول  $S_B$  لهيدروكسيد

الصوديوم تركيزه  $C_B = 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  . نقيس  $pH$  الخليط فنجد  $pH = 3.80$  .

(1.2) أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

(2.2) أحسب كمية مادة  $n(\text{HO}^-)_f$  الموجودة في الخليط في الحالة النهائية .

(3.2) استنتج نسبة التقدم النهائي للتفاعل . نهمل  $\text{HO}^-$  الناتجة عن تفكك جزيئات الماء . ( يمكن الاستعانة بالجدول الوصفي لتطور المجموعة ) .

(3) مقارنة حمضية محلولين

نحضر محلولاً مائياً ( $S_1$ ) لحمض البنزويك ، ومحلولاً مائياً ( $S_2$ ) لحمض الساليسيليك لهما نفس التركيز المولي  $C$  ونقيس موصلية كل منهما فتجد :

$$-- \text{ بالنسبة للمحلول } S_1 : \sigma_1 = 2.36 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$$

-- بالنسبة للمحلول  $S_2$  :  $\sigma_2 = 0.85 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$

نرمز لحمض الياليسيليك بـ  $HA_2$  . نذكر بتعبير موصلية محلول أيوني :  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  ، حيث  $\lambda_i$  الموصلية المولية الأيونية للأيون  $X_i$  ،  $[X_i]$  تركيزه في المحلول .

$$\lambda(H_3O^+) = 35.0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} , \lambda(A_1^-) = 3.20 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

نعطي :

$$\lambda(A_2^-) = 3.62 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

نهمل مساهمة موصلية الأيون  $HO^-$  في المحلول .

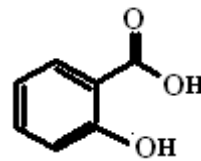
نرمز لنسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض البنزويك مع الماء بـ  $\tau_1$  ونرمز لنسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض الساليسيليك بـ  $\tau_2$  . أحسب النسبة  $\frac{\tau_2}{\tau_1}$  . ماذا تستنتج بخصوص حمضية المحلولين  $S_1$  و  $S_2$  .

### العلوم الفيزيائية الدورة العادية 2014

حمض الساليسيليك هو حمض كربوكسيلي عطري عديم اللون يستخلص طبيعياً من بعض النباتات كالصفصاف الأبيض وإكليلية المروج له عدة فوائد حيث يستعمل في علاج بعض الأمراض الجلدية وكدواء لتخفيف صداع الراس وكمخفض لدرجة حرارة الجسم كما يعتبر المركب الرئيسي لتصنيع دواء الأسبرين . من خلال مجموعتيه المميزتين ، يمكن لحمض الساليسيليك أن يلعب دور الحمض أو دور الكحول وذلك حسب ظروف تجريبية معينة . يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء وإلى معايرته بواسطة محلول قاعدي ثم إلى تفاعله مع حمض الايثانويك .

نرمز لحمض الساليسيليك بـ  $AH$  ولقاعده الموافقة بـ  $A^-$  .  
معطيات :

-- جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  .



-- صيغة حمض الساليسيليك :

الموصلات المولية الأيونية :  $\lambda_{A^-} = 3.62 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2 \text{mol}^{-1}$  ،  $\lambda_{H_3O^+} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2 \text{mol}^{-1}$

نهمل تأثير الأيونات  $HO^-$  على موصلية المحلول ، ونكتب بتعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي مخفف

$$\sigma = \lambda_{A^-} \cdot [A^-] + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] \text{ : كالتالي :}$$

-- بالنسبة للمزدوجة  $AH/A^-$  ،  $pK_A = 3$  ،

-- جدول مناطق انعطاف بعض الكواشف الملونة :

الكاشف الملون	الهيليانتين	أحمر البروموفينول	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	3-----4	6.8-----5.2	8.8-----7.2

(1) دراسة تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض السليسيك تركيزه المولي  $C = 5.10^{-3} \text{ mol/l}$  وحجمه  $V = 100 \text{ ml}$  . أعطى قياس موصلية المحلول (S) القيمة  $\sigma = 7.8.10^{-2} \text{ Sm}^2\text{mol}^{-1}$  .  
(1.1) أنقل الجدول الوصفي التالي على ورقة التحرير وأتممه .

المعادلة الكيميائية		$\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل (mol)	كميات المادة (mol)			
			وفير		
			وفير		
			وفير		