

مسابقة في مادة الكيمياء  
الاسم:  
الرقم:  
المدّة: ساعتان

تتكوّن هذه المسابقة من ثلاثة تمارين، وهي تشتمل على ثلاث صفحات مرقمة من ١ الى ٣.  
يسمح باستعمال الآلة الحاسبة غير المبرمجة.  
عالج التمارين الثلاثة التالية:

## التمرين الأول (٧ علامات)

### حمض البنزويك

ان حمض البنزويك هو صلب أبيض صيغته  $C_6H_5COOH$  ويستعمل كحافظ غذائي .  
معطيات:

$$- M(C_6H_5COOH) = 122 \text{ g.mol}^{-1}.$$
$$- pK_a(H_3O^+/H_2O) = 0 ; pK_a(C_6H_5COOH/ C_6H_5COO^-) = 4,2 ; pK_a(H_2O/HO^-) = 14$$

### ١. دراسة محلول حمض البنزويك:

حضرنا حجماً  $V = 500,0 \text{ mL}$  من محلول حمض البنزويك (S)، تركيزه  $C = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ .

١،١ - أحسب كتلة حمض البنزويك  $m$  الضرورية لتحضير المحلول (S).

٢،١ - اختر من اللائحة التالية، الأدوات الضرورية لهذا التحضير:

- قارورة معايرة: 250 mL et 500 mL. - ورق مخروطي: 500 mL - ميزان دقيق - ملوق

- زجاجة ساعة - جهاز قياس pH

٣،١ - اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

٤،١ - برّر ان حمض البنزويك هو حمض ضعيف، علماً ان pH المحلول (S) يساوي 3,1

### ٢. تفاعل حمض البنزويك مع قاعدة قوية:

أضفنا الى عيّنة من المحلول (S) حجماً من محلول الصوديوم هيدروكساييد  $(Na^+ + OH^-)$ .

١،٢ - أنصب، على محور  $pK_a$ ، مختلف الثنائيات حمض / قاعدة المتواجدة.

٢،٢ - أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين الحمض الأكثر قوة والقاعدة الأكثر قوة.

٣،٢ - بيّن أن هذا التفاعل هو كامل.

### ٣. التفاعل بين حمض البنزويك وقاعدة ضعيفة:

أضفنا حجماً  $V_1$  من المحلول (S) الى حجم  $V_2 = 200 \text{ mL}$  من محلول الصوديوم بنزوات  $(C_6H_5COO^- + Na^+)$  تركيزه

$$C = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$$

إنّ pH المحلول ثابت الرقم الهيدروجيني الناتج يساوي 4,0.

١،٣ - حدّد الحجم  $V_1$ .

٢،٣ - حدّد ميّزات المحلول الناتج.

## التمرين الثاني (٦ علامات)

### تحضير استير

يتوافر لدينا مركب عضوي (A) أحادي الوظيفة، وذو سلسلة كربونية مشبعة وغير حلقية. إن دراسة هذا المركب أعطت النتائج التالية:  
النسب المئوية للكتلة:

$$\begin{aligned} & - \% (C) = 48,65 ; \% (H) = 8,11 ; \\ & \text{والنسبة المئوية الباقية هي للاكسجين} \\ & - M(A) = 74 \text{ g.mol}^{-1}. \end{aligned}$$

معطيات:

$$M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1} ; M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1} ; M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

### ١. الصيغة الجزيئية للمركب (A):

- ١,١- بيّن ان الصيغة الجزيئية للمركب (A) هي  $C_3H_6O_2$ .
- ٢,١- اكتب الصيغ نصف الموسعة للايسومرات الممكنة لـ (A).
- ٣,١- حدّد هوية المركب (A) علماً أن pH المحلول المائي لهذا المركب هو أدنى بوضوح من 7,0.

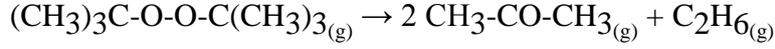
### ٢. تفاعل الاسترة:

- سخّننا مزيجاً من 0,2 mol من الحمض (A) و 0,2 mol من ٢- مثيل - ١- بروبانول .  
أوقفنا التسخين بعد مضي وقت ما ، (كل مكونات الوسط التفاعلي تنتمي الى طور واحد سائل)، ثم استخرجنا الناتج العضوي (B).  
بعد تنقية هذا الناتج وجدنا ان كتلته  $m = 13 \text{ g}$ .
- ١,٢- اكتب، مستخدماً الصيغ نصف الموسعة للمركبات العضوية، معادلة التفاعل الحاصل.
  - ٢,٢- أعط الاسم المنهجي للمركب العضوي (B).
  - ٣,٢- حدّد مردود هذا التفاعل.
  - ٤,٢- حقّق هل وصل التفاعل الى حالة التوازن عند توقف التسخين، علماً أن ثابت التوازن K لهذا التفاعل يساوي 4,12.
  - ٥,٢- ان أحد المركبات (C) يمكنه أن ينوب عن الحمض (A) في تحضير المركب العضوي (B).
  - ١,٥,٢- اكتب الصيغ نصف الموسعة الممكنة للمركب (C).
  - ٢,٥,٢- حدّد ميزتين اثنتين لهذا التفاعل.

## التمرين الثالث ( ٧ علامات)

### حركية كيميائية

ان الديمثيل أثيل بروكسايد (A) يتفكك في الطور الغازي وفق تفاعل بطيء وكامل حسب المعادلة التالية :



أدخلنا  $n_0$  mol من المركب (A) في مفاعل مفرغ من الهواء ثابت الحجم  $V$ ، حرارته ثابتة  $T = 420 \text{ K}$ . قمنا بقياس الضغط  $P$  للمزيج الغازي في أوقات مختلفة  $t$  خلال تطور النظام التفاعلي. استنتجنا تركيز الايثان  $\text{C}_2\text{H}_6$  في هذه الاوقات  $t$ . دونًا النتائج في الجدول أدناه:

الوقت (min) $t$	2	6	10	14	18	26	34	46
التركيز $(\text{C}_2\text{H}_6)$ ( $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ )	1,5	3,6	5,8	7,8	9,7	13,2	16,0	18,9

معطى: أن ثابت الغازات المثالية  $R = 0,08 \text{ L.atm. K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ .

### ١. دراسة تمهيدية:

- ١,١ - بيّن ان التركيز البدئي للمركب (A) يساوي  $71,4.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  علماً ان الضغط البدئي  $P_0 = 0,24 \text{ atm}$ .
- ١,٢ - أقم العلاقة بين الضغط  $P$  للمزيج الغازي في اللحظة  $t$  والضغط  $x$  للايثان  $\text{C}_2\text{H}_6$  في اللحظة ذاتها والضغط  $P_0$  الذي كان يسود المفاعل في اللحظة البدئية  $t = 0$ .
- ١,٣ - استنتج الضغط  $P_f$  في نهاية التفاعل.

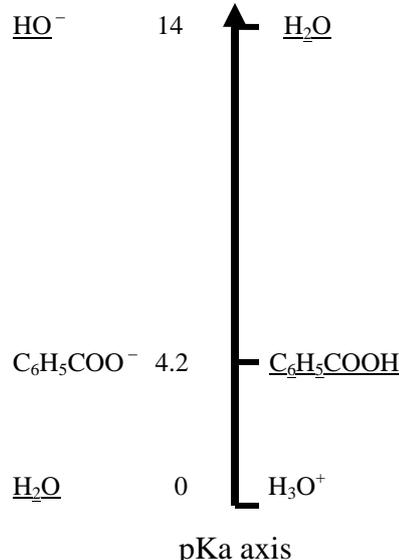
### ٢. دراسة حركية:

- ٢,١ - خَطِّط على ورقة مليمترية، المنحنى  $[\text{C}_2\text{H}_6] = f(t)$  في الفترة الزمنية  $[0 - 46 \text{ min}]$ . اعتمد المقاييس التالية:  
على المحور السيني:  $1 \text{ cm}$  يعادل  $4 \text{ min}$ .  
على المحور الصادي:  $1 \text{ cm}$  يعادل  $2,0.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- ٢,٢ - حدّد سرعة تشكّل الايثان في اللحظة  $t = 30 \text{ min}$ .
- ٢,٣ - استنتج سرعة تشكّل البروبانون في اللحظة ذاتها.
- ٢,٤ - تحقق هل وصلنا الى وقت نصف التفاعل في الفترة الزمنية  $[0 - 46 \text{ min}]$ .
- ٢,٥ - أعدنا الدراسة الحركية أعلاه على درجة حرارة  $T'$  ،  $T' > T$ .  
خَطِّط، على البيان ذاته (السؤال ١,٢) سير المنحنى الذي يمثّل تغيّر تركيز  $[\text{C}_2\text{H}_6]$  مع الوقت،  $[\text{C}_2\text{H}_6] = g(t)$ . برّر الاجابة.

	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة وعلوم حياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
		مشروع معيار التصحيح

Answer the three following exercises:

**First Exercise (7 points)**  
**Benzoic Acid**

Part of the Q	Answer	Mark
1.1	$n(\text{acid}) \text{ needed} = C \times V = 0.01 \times 0.5 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ . $m(\text{acid}) \text{ needed} = n(\text{acid}) \times M(\text{acid}) = 5 \times 10^{-3} \times 122 = 0.61 \text{ g}$ .	1
1.2	The materials required for this preparation : Volumetric flask 500 mL ; precision balance ; spatula and watch glass .	1
1.3	The equation of the reaction is: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	0.5
1.4	$\text{pH} = 3.1 > -\log C = -\log 0.01 = 2$ , that characterizes a weak acid. The benzoic acid is a weak acid.	0.75
2.1	The pairs involved on pKa axis are : 	0.75
2.2	The equation of the reaction is: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH} + \text{HO}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$	0.5
2.3	The constant of this reaction is : $K_r = 10^{\text{pKa}(\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-) - \text{pKa}(\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^-)} = 10^{14 - 4.2} > 10^4$ Therefore , this reaction is complete	0.75
3.1	The initial quantities of the acid $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$ and its conjugate base $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^-$ are conserved in the solution obtained. According to the relation: $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$ , then $\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = 10^{4 - 4.2} = 0.63$	1

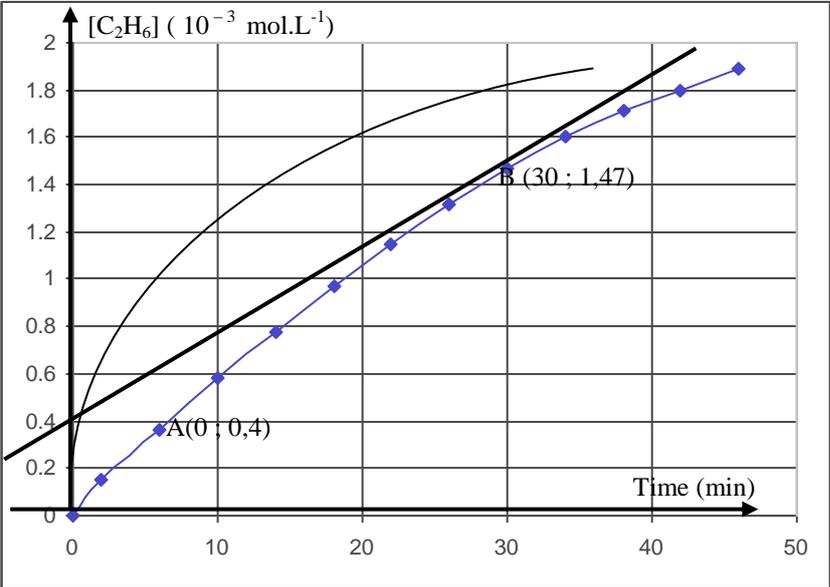
	with $\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{C.V_2 / V(\text{mixture})}{C.V_1 / V(\text{mixture})} = \frac{V_2}{V_1}$ where $V_1 = 317.4 \text{ mL}$ .	
3.2	It is a buffer solution, the pH of which varies slightly upon: <ul style="list-style-type: none"> <li>- addition of a moderate quantity of a strong acid;</li> <li>- addition of a moderate quantity of a strong base;</li> <li>- or by dilution.</li> </ul>	0.75

**Second Exercise (6 points) G.S**  
**Preparation of an Ester**

Part of the Q	Answer	Mark
1.1	let $C_xH_yO_z$ be the molecular formula of the compound (A). According to the law of definite proportions : $\frac{M(A)}{100} = \frac{12x}{\%(\text{C})} = \frac{1y}{\%(\text{H})} = \frac{16z}{\%(\text{O})}$ with $\%(\text{O}) = 100 - (\% \text{C} + \% \text{H}) = 100 - (48.65 + 8,11) = 43,24$ and $M(A) = 74$ . then : $x = 3 ; y = 6 ; z = 2$ and the molecular formula of (A) is : $C_3H_6O_2$ .	0.75
1.2	The condensed structural formulas of the possible isomers are: $CH_3-CH_2-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{C}}-OH ; H-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{C}}-O-CH_2-CH_3 \text{ and } CH_3-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{C}}-O-CH_3$	0.75
1.3	$\text{pH} = 3.1 < 7$ , this means that compound (A) has an acid character. So (A) is propanoic acid of formula $CH_3-CH_2-COOH$ .	0.5
2.1	The equation of the reaction is: $CH_3-CH_2-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{C}}-OH + CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{CH}}-CH_2OH \rightleftharpoons CH_3-CH_2-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{C}}-O-CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{CH}}-CH_3 + H_2O$	0.75
2.2	Its systematic name is : 2-methylpropylpropanoate	0.25
2.3	The yield of the reaction is: Yield = $\frac{n(\text{ester}) \text{ actual}}{n(\text{ester}) \text{ theoretical}} = \frac{n_1}{n_2}$ With $n_1 = \frac{m(\text{ester}) \text{ actual}}{M(\text{ester})} = \frac{13}{130} = 0.1 \text{ mol}$ . and $n_2 = n(\text{acid}) \text{ initial} = 0.2 \text{ mol}$ . Where Yield = 0.5, the % yield is 50%.	1

<p><b>2.4</b></p>	<p style="text-align: center;">Alcohol + acid <math>\rightleftharpoons</math> ester + water</p> <p>Initial state    0.2 mol    0.2 mol    0    0</p> <p>final state       0.1 mol    0.1 mol    0.1 mol    0.1 mol</p> <p>The quotient of this reaction :</p> $Q_t = \frac{[\text{ester}][\text{water}]}{[\text{acid}][\text{alcohol}]} = \frac{n(\text{ester})/V \times n(\text{water})/V}{n(\text{acid})/V \times n(\text{alcohol})/V} = \frac{0.1 \times 0.1}{0.1 \times 0.1} = 1$ <p>Since <math>Q_t &lt; K</math>, therefore the equilibrium is not reached.</p>	<p><b>1</b></p>
<p><b>2.5.1</b></p>	<p>The possible formulas are:  <math>\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{Cl}</math> and <math>\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3</math></p>	<p><b>0.5</b></p>
<p><b>2.5.2</b></p>	<p>The two advantages are :  The esterification reaction becomes complete and fast.</p>	<p><b>0.5</b></p>

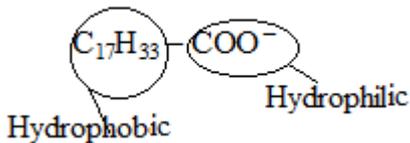
**Third exercise (7 points)**  
**Kinetic Study**

Part of the Q	Answer	Mark
<p><b>1.1</b></p>	<p>According to the equation of ideal gases ,</p> $[A] \text{ initial} = \frac{P_o}{RT} = \frac{0.24}{0.08 \times 420} = 71.4 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.$	<p><b>0.75</b></p>
<p><b>1.2</b></p>	<p>At each instant t, we have:  <math>P(A) = P_0 - x</math> ; <math>P(\text{propanone}) = 2x</math> and <math>P(\text{ethane}) = x</math>.  The total pressure is therefore : <math>P = P_0 - x + 2x + x = P_0 + 2x</math>.</p>	<p><b>1</b></p>
<p><b>1.3</b></p>	<p>At the end of reaction , <math>P(\text{gaseous mixture}) = 3 \times P_0 = 3 \times 0.24 = 0.72 \text{ atm}</math>.</p>	<p><b>0.75</b></p>
<p><b>2.1</b></p>	<p>The curve is :</p> 	<p><b>1</b></p>
<p><b>2.2</b></p>	<p>The rate of formation of ethane is defined by: <math>r = \frac{d[\text{C}_2\text{H}_6]}{dt}</math>. Its value is equal to the slope of the tangent drawn on the curve <math>[\text{C}_2\text{H}_6] = f(t)</math> at a point of abscissa <math>t = 30 \text{ min}</math>.</p> $r(\text{C}_2\text{H}_6)_t = \frac{y_B - y_A}{t_B - t_A} = \frac{(1.47 - 0.4) \times 10^{-3}}{30} = 3.57 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}.$	<p><b>1</b></p>

2.3	From the equation, the coefficient of propanone is twice that of ethane; consequently, $r(\text{propanone}) = 2 r(\text{C}_2\text{H}_6) = 7.14 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ .	0.5
2.4	Half-life time of the reaction is the time at which the concentration of $\text{C}_2\text{H}_6$ attains half its maximal value. $[\text{C}_2\text{H}_6] \text{ at } t_{1/2} = [\text{C}_2\text{H}_6] \text{ max} / 2 = [\text{A}] \text{ initial} / 2 = 35.7 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} > [\text{C}_2\text{H}_6] \text{ at } t = 46 \text{ min.}$ So the half-life time is not reached.	1
2.5	When the temperature increases, the rate of formation of ethane increases. At each instant, $[\text{C}_2\text{H}_6] \text{ at } T_1 > [\text{C}_2\text{H}_6] \text{ at } T$ .	1

## Second Exercise (6 points) L.S

### Hydrolysis of esters

Part of the Q	Answer	Mark
1.1	The systematic name of isoamyl acetate is: 3- methylbutylethanoate.	0.25
1.2	The molecule of isoamyl acetate is not chiral since it does not contain an asymmetric carbon.	0.5
1.3	The equation of this hydrolysis reaction is : $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{HOCH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$	0.5
1.4	the two products are : ethanoic acid and 3-methyl-1-butanol.	0.5
2.1	the convenient materials needed to realize reflux heating are: Heating mantle, round bottom flask and condenser.	0.75
2.2	The saturated solution of sodium chloride helps the precipitation almost complete of soap since soap is insoluble in this solution.	0.5
2.3.1	Hydrophilic: loves water. Hydrophobic: hates water.	0.5
2.3.2	The formula is : 	0.5
2.4	$\text{yield} = \frac{n(\text{soap}) \text{ actual}}{n(\text{soap}) \text{ theoretical}} = \frac{n_1}{n_2}$ With $n_1 = \frac{m_{\text{act}}}{M(\text{soap})} = \frac{11.2}{304} = 3.7 \times 10^{-2} \text{ mol.}$ and $n_2 = 3 \times n(\text{olein initial}) = 3 \times 2.0 \times 10^{-2} = 6.0 \times 10^{-2} \text{ mol.}$ then $\text{yield} = 0.616$	1
2.5	- Using an initial quantity of oleine less than $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ : $n_1$ decreases and $n_2$ decreases but the ratio of these two quantities does not change (at the same experimental conditions ); then the yield of reaction does not change . - Extend the heating time: $n_1$ increases but the quantity $n_2$ does not change (at the same experimental conditions); then the yield of the reaction increases.	0.5 0.5

