الموضوع الثاني

التمرين الأول: (04 نقاط)

I- نحضر محلولا مائياً لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V وتركيزه المولي $C = 10^{-2}\ mol/L$ و له $pH = 2,9$ عند الدرجة $25°C$.

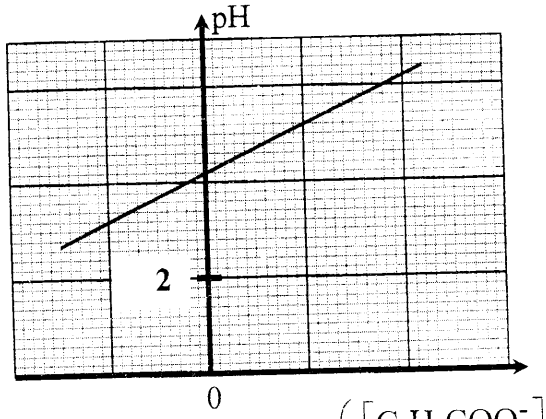
1- اكتب معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء واذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل.

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

3- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل. ماذا تستنتج؟

4- احسب قيمة الـ pK_a للثنائية $HCOOH/HCOO^-$.

II- نحضّر عدّة محاليل من حمض البنزويك C_6H_5COOH مختلفة التراكيز C ونحسب في كل مرة النسبة $\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ لنرسم البيان ($pH = f(\log \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]})$ المبين بالشكل-1.



الشكل- 1

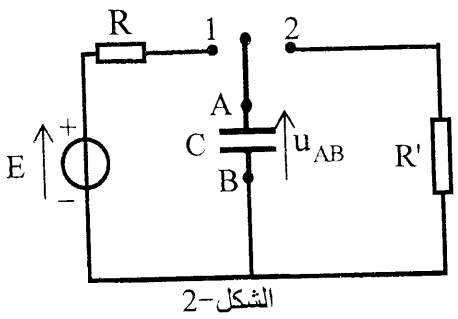
1- اكتب عبارة K_a، ثابت الحموضة للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$.

2- أوجد علاقة pH المحلول بدلالة pK_a للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$ والنسبة $\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$.

3- اعتمادا على البيان، استنتج قيمة الثابت pK_a للثنائية: $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

4- أي الحمضين أقوى HCOOH أم C_6H_5COOH إذا علمت أنّ لهما نفس التركيز المولي؟ برّر إجابتك.

التمرين الثاني: (04 نقاط)



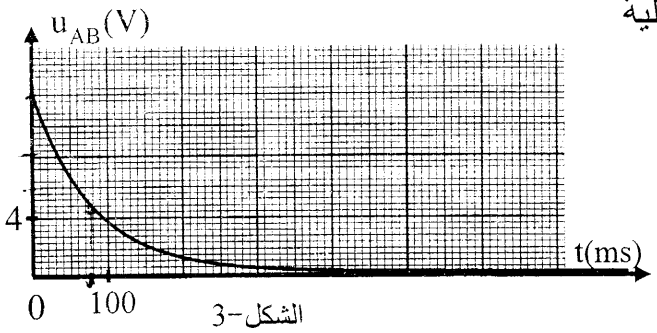
الشكل-2

نركب الدارة المبيّنة بالشكل-2. يسمح جهاز M برسم المنحنيين (الشكل-3) و(الشكل-4) للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $u_{AB}(t)$ في حالتي الشحن والتفريغ.

عندما تكون البادلة في الوضع1 يتم شحن المكثفة الفارغة بواسطة مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E.

بعد شحن المكثفة تماماً يتم نقل البادلة إلى الوضع 2 في اللحظة $t = 0$ حيث يتم تفريغ المكثفة عبر ناقل أومي مقاومته $R' = 500\ \Omega$.

1- ألحق بكلّ منحنى الظاهرة الموافقة (شحن أم تفريغ) وما اسم الجهاز M ؟



الشكل-3

2- بتطبيق قانون جمع التوترات، اكتب المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة $u_{AB}(t)$ خلال مرحلة التفريغ.

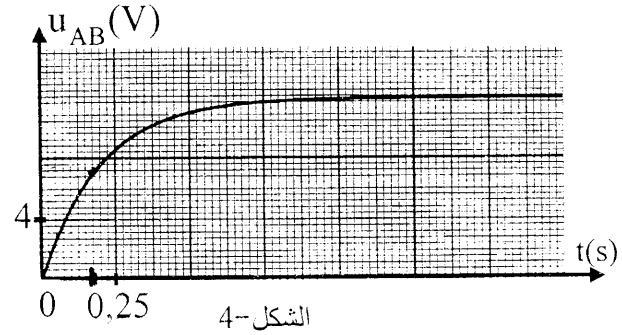
3- تحقق من أن حل المعادلة التفاضلية من الشكل:

$u_{AB}(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{R'C}}$ حيث A ثابت يطلب تحديد عبارته من الشروط الابتدائية.

4- اكتب عبارة شدة التيار الكهربائي $i(t)$ أثناء التفريغ.

5- حدد بيانيا قيمتي τ و τ' ثابتا الزمن لدارة الشحن والتفريغ على الترتيب.

6- استنتج قيمة C سعة المكثفة و R قيمة مقاومة الناقل الأومي.



الشكل-4

التمرين الثالث: (04 نقاط)

المعطيات: الكتلة المولية الذرية لليود 131: $M = 131\ g/mol$ وثابت أفوغادرو: $\mathcal{N}_A = 6,02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$.

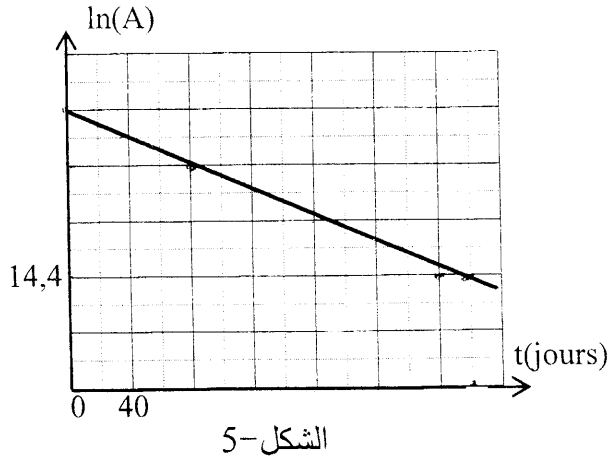
يعطى الجدول التالي لبعض العناصر الكيميائية:

الاسم	أنتموان	تيلير	يود	كزينون	سيزيوم
الرمز	Sb	Te	I	Xe	Cs
العدد الشحني (Z)	51	52	53	54	55

يستعمل عادة اليود 131 المشع في المجال الطبي و الذي يصدر بتفككه جسيمات (β^-) وبزمن نصف عمر $t_{1/2}$.

يحقن مريض بالغدة الدرقية بكمية من اليود 131 المشع في الجسم.

يعطى المنحنى $\ln(A) = f(t)$ في الشكل-5 حيث A يمثل النشاط الإشعاعي(وحدته Bq) للعينة المحقونة في لحظة (t).



الشكل-5

1- أعط تركيب نواة اليود 131.

2- أ- ما هو الجسيم المنبعث خلال تفكك اليود 131 ؟

ب- اكتب معادلة تفكك اليود 131 مع ذكر قوانين الإنحفاظ المستعملة.

3- عبّر عن $\ln(A)$ بدلالة t ، $t_{1/2}$ و $\ln(A_0)$.

4- اكتب العبارة البيانية (معادلة المستقيم) ثم استنتج قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 للعينة عند اللحظة $t = 0$ وقيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لليود 131 .

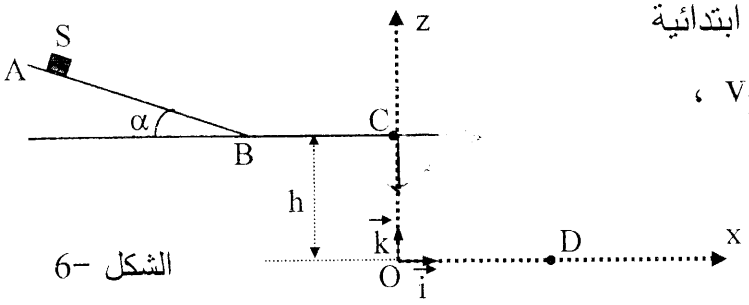
5- احسب الكتلة الابتدائية m_0 لليود 131 المستعملة في الحقنة.

التمرين الرابع: (04 نقاط)

تعطى: $g = 10\ m.s^{-2}$ ، $\alpha = 30°$ ، $AB = 2\ m$.

1- يتحرك الجسم (S) ، الذي نعتبره نقطيا، كتلته $m = 100\ g$ ، على المسار ABCD (الشكل -6).

ينطلق الجسم (S) من الموضع A دون سرعة ابتدائية ليصل إلى الموضع B بسرعة $v_B = 2\ m.s^{-1}$ ، ثم إلى الموضع C بسرعة $\vec{v_c}$.



الشكل -6

يخضع الجسم (S) لقوة احتكاك $\vec{f}$ ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة على المسار AB . تهمل قوى الاحتكاك على بقية المسار .

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة تسارع الحركة على المسار AB.

ب- أوجد قيمة هذا التسارع ثم استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

ج- ما طبيعة الحركة على المسار BC ؟ علّل إجابتك.

2- يغادر الجسم (S) الموضع C الذي يقع على ارتفاع $h = 0,8\ m$ عن المستوي الأفقي الذي يشمل النقطتين O و D، ليسقط في الهواء ويصل إلى النقطة D بسرعة $\vec{V_D}$.

باعتبار اللحظة التي يصل فيها الجسم (S) إلى الموضع C مبدأ للأزمنة ($t = 0$)، وبإهمال دافعة أرخميدس ومقاومة الهواء.

أ- بيّن أن معادلة مسار مركز عطالة الجسم (S) في المعلم $(O; \vec{i}, \vec{k})$ هي:

$$z = -\frac{g}{2\,v_c^2}\,x^2 + h$$

ب- حدّد بُعد النقطة D عن النقطة O (المسافة OD).

ج- احسب قيمة السرعة V_D.

التمرين التجريبي: (04 نقاط)

في حصة للأعمال المخبرية قام فوج من التلاميذ بدراسة تحول الأسترة بين حمض الإيثانويك CH_3COOH و الإيثانول C_2H_5OH.

أخذ التلاميذ 8 أنابيب إختبار ووضعوا في كل أنبوب مزيجاً يتكون من $1,40mol$ من حمض الإيثانويك و $1,40mol$ من الإيثانول، وبضع قطرات من حمض الكبريت المركز، ثم وضعت الأنابيب في حمام مائي درجة حرارته $\theta_1 = 190°C$، بعد سدها بإحكام في اللحظة $t = 0$.

في اللحظة $t = 60\,\text{min}$ ، قام التلاميذ بإخراج أحد الأنابيب ووضعه في الماء المبرد ومعايرة كمية الحمض المتبقي بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم. ثم تكررت نفس العملية مع باقي الأنابيب في لحظات زمنية مختلفة، فكانت النتائج المدونة في الجدول التالي:

$t\,(\text{min})$	0	60	120	180	240	300	360	420
$n_{acide}(mol)$	1,40	0,80	0,59	0,52	0,48	0,47	0,46	0,46
$n_{ester}(mol)$								

1- أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول الأسترة الحادث، وسَمِّ الإستر المتشكل.

ب- ما دور حمض الكبريت في هذه التجربة ؟

2- أكمل الجدول وارسم البيان الذي يمثل تطور كمية مادة الإستر المتشكل بدلالة الزمن: $n_{ester} = f(t)$

على ورقة ميليمترية ترفق مع ورقة الإجابة.

3- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل، ثم بين أن تحول الأسترة غير تام.

4- عيّن بيانياً زمن نصف التفاعل.

5- مثل كيفيا المنحنى $n_{ester} = g(t)$، من أجل درجة حرارة الحمام المائي $\theta_2 = 100°C$.

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع

التمرين الأول : (04 نقاط)

I - 1- معادلة الانحلال $HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ — 0,50

- الثنائيات المشاركة: $HCOOH/HCOO^-$ و H_3O^+/H_2O — 0,25

2- جدول التقدم:

المعادلة		$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
	التقدم	كمية المادة بوحدة (mol)			
ح ا	0	C.V	بوفرة	0	0
ح ا	x	C.V -x		x	x
ح ن	x_f	C.V -x_f		x_f	x_f

— 0,50

3- نسبة التقدم النهائي:

$x_f = [H_3O^+]_f \cdot V = 10^{-pH} \cdot V$ و $x_{max} = C \cdot V \Leftarrow C \cdot V - x_{max} = 0$ — 0,50

وبالتالي: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{-pH}}{C} = \frac{10^{-2,9}}{10^{-2}} = 0,126 < 1$ ← التفاعل غير تام — 0,50

4- قيمة الـ pKa

$pKa = 3,8 \Leftarrow pH = pKa + \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = pKa + \log\frac{[H_3O^+]}{C-[H_3O^+]}$ — 0,50

II - 1- العبارة: $Ka = \frac{[H_3O^+]\cdot[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ — 0,25 — 4,0

2- العلاقة: $\frac{Ka}{[H_3O^+]} = \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \Leftarrow Ka = \frac{[H_3O^+]\cdot[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$

ومنه: $\log Ka - \log[H_3O^+] = \log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \Leftarrow \log\frac{Ka}{[H_3O^+]} = \log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ — 0,50

ومنه: $pH = pKa + \log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \Leftarrow -\log[H_3O^+] = -\log Ka + \log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$

3- بيانيا: $pH = 4,2 \leftarrow \log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = 0$ — 0,25

بالتعويض نجد : $pKa = 4,2 \Leftarrow 4,2 = pKa + 0$

4- كلما زاد الـ pKa كان الحمض أضعف. حمض البنزويك أضعف من حمض الميثانويك. — 0,25

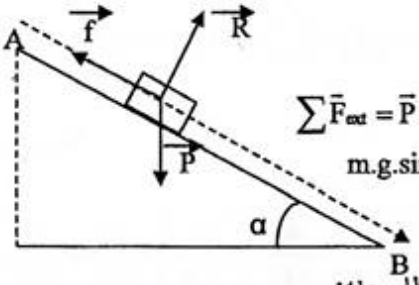
20

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع
التمرين الثاني: (04 نقاط)		
1 – الشكل-3: تفريغ الشكل-4 : شحن	0,50	
الجهاز M المستعمل: راسم الاهتزاز ذي ذاكرة أو جهاز الـ EXAO	0,25	
2 –المعادلة التفاضلية خلال التفريغ: $u_{AB}(t) + u_{R'} = 0$ حيث:	0,50	
$u_{R'} = R' \cdot i = R' \cdot \frac{dq}{dt} = R' \cdot C \frac{du_{AB}(t)}{dt}$	0,25	
ومنه: $\frac{du_{AB}(t)}{dt} + \frac{1}{R'C} u_{AB}(t) = 0$ وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى بالنسبة لـ $u_{AB}(t)$.	0,25	
3 – التحقق من الحل: $u_{AB}(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{R'C}} \Leftarrow \frac{du_{AB}(t)}{dt} = -\frac{A}{R'C} \cdot e^{-\frac{t}{R'C}}$	0,25	
بالتعويض نجد: $-\frac{A}{R'C} \cdot e^{-\frac{t}{R'C}} + \frac{1}{R'C} A \cdot e^{-\frac{t}{R'C}} = 0$ (المعادلة محققة).	0,25	
– لمّا $t=0$ تكون $u_{AB}(0) = A \cdot e^{-\frac{0}{R'C}} = A = E \Leftarrow A = E$	0,25	4,0
4 – عبارة شدة التيار:		
$i(t) = \frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{du_{AB}(t)}{dt} = -C \cdot \frac{E}{R'C} \cdot e^{-\frac{t}{R'C}} = -\frac{E}{R'} \cdot e^{-\frac{t}{R'C}}$	0,50	
ملاحظة: يمكن استنتاج $i(t)$ من قانون جمع التوترات.		
5 – من الشكل-4 : من أجل $u_{AB} = 0,63 \cdot E = 7,56\ V$	0,25	
وبالإسقاط نجد: $\tau = 0,2s$		
من الشكل-3: من أجل $u_{AB} = 0,37 \cdot E = 4,44\ V$	0,25	
وبالإسقاط نجد: $\tau' = 0,09s$ ملاحظة: تقبل القيم القريبة من قيم τ و τ'		
6– قيمة السعة: $\tau' = R'C \Leftarrow C = \tau'/R' = 0,09/500 = 180.10^{-6}F = 180\ \mu F$	0,25	
– قيمة المقاومة: $\tau = R \cdot C \Leftarrow R = \tau/C = 0,2/(180 \cdot 10^{-6}) = 1,1 \cdot 10^{3}\Omega$	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع
التمرين الثالث: (04 نقاط)		
1-التركيب $^{131}_{53}I$: عدد البروتونات: $Z = 53$ وعدد النيترونات: $N = A - Z = 78$	0,25	
2- أ- الجسيم المنبعث هو: $^{0}_{-1}e$	0,25	
ب- المعادلة: $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$		
بتطبيق قانون انحفاظ العدد الكتلي نجد: $A = 131$	3 × 0,25	
بتطبيق قانون انحفاظ العدد الشحني نجد: $Z = 54$		
ومنه النواة "الابن" هي: $^{131}_{54}Xe$ والمعادلة تصبح: $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$		
3- العبارة:		
$\ell n\, A(t) = -\lambda \cdot t + \ell n\, A_0 \Leftarrow A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	0,50	
4- العبارة البيانية: $\ell nA = a \cdot t + b$ ..... (1)	0,25	
حيث معامل التوجيه : $a = \frac{\Delta(\ell nA)}{\Delta t} = \frac{(28,8-36)}{80-0} = -0,09\ jours^{-1}$	0,25	
ومنه $\ell nA = -0,09 \cdot t + 36$ ..... (2)	0,25	4,0
مع t بالوحدة jours .		
- بمطابقة (1) مع (2) ينتج: $A_0 = e^{36} = 4,3 \times 10^{15}\ Bq \Leftarrow \ell nA_0 = 36$	0,25	
$t_{1/2} = \frac{\ell n 2}{0,09} \simeq 8\ jours \Leftarrow \lambda = \frac{\ell n 2}{t_{1/2}} = 0,09$	0,50	
ملاحظة: تقبل القيم القريبة من هذه القيمة.		
5- الكتلة الإبتدائية (m_0)		
$m_0 = \frac{t_{1/2} \cdot A_0 \cdot M}{\ell n 2 \cdot N_A} \Leftarrow A_0 = \lambda \cdot N_0 = \frac{\ell n 2}{t_{1/2}} \cdot \frac{m_0}{M} \cdot N_A$	0,50	
ومنه: $m_0 = \frac{8 \cdot (24 \cdot 3600) \cdot 4,3 \times 10^{15} \cdot 131}{\ell n 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} \simeq 0,9g$	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع

التمرين الرابع: (04 نقاط)



الرسم 0,25

1-أ- عبارة التسارع على المسار AB

0,25 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$

وبالإسقاط على محور الحركة: $m.g.\sin\alpha - f = m.a$

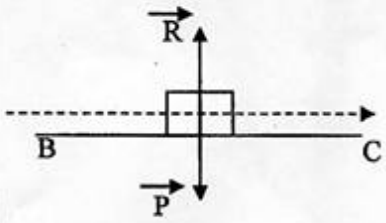
0,25 ومنه: $a = g \cdot \sin\alpha - \frac{f}{m}$

ب- قيمة التسارع: الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام ومنه:

0,25 $a = \frac{v_B^2}{2 \cdot AB} = \frac{2^2}{2 \cdot 2} = 1 m/s^2 \Leftarrow v_B^2 - v_A^2 = 2a \cdot AB$

- شدة قوة الاحتكاك:

0,25 $f = (g \cdot \sin\alpha - a) \cdot m = (10 \cdot 0,5 - 1) \cdot 0,1 = 0,4N \Leftarrow a = g \cdot \sin\alpha - \frac{f}{m}$



الرسم 0,25

4,0

ملاحظة : يقبل استخدام مبدأ إنحفاظ الطاقة.

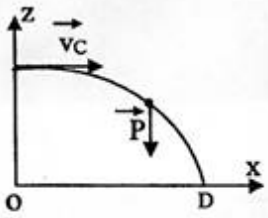
جـ- طبيعة الحركة على المسار BC :

0,25 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة: $a = 0 \Leftarrow 0 = m \cdot a$

0,25 فالحركة مستقيمة منتظمة.

ملاحظة : يقبل استخدام مبدأ انحفاظ الطاقة.



الرسم 0,25

2- أ- البرهان على معادلة المسار:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m\vec{a}$

0,25 بالإسقاط على Ox نجد :

$x(t) = v_C \cdot t \Leftarrow v_x = v_C \Leftarrow a_x = 0$

0,25 بالإسقاط على Oz نجد :

$v_z = -gt + c \Leftarrow \frac{dv_z}{dt} = -g \Leftarrow a_z = -g$

0,25 $z = -\frac{1}{2}gt^2 + c' \Leftarrow v_z = \frac{dz}{dt} = -gt$ ومنه: $c = 0 \leftarrow t = 0$

$z = -\frac{1}{2}gt^2 + h$ ومنه: $c' = h \leftarrow t = 0$

0,25 $z = -\frac{g}{2v_c^2}x^2 + h = -1,25 \cdot x^2 + 0,8$ $\leftarrow t = \frac{x}{v_c}$

0,25 ب- المسافة OD : $x_D = \sqrt{0,8/1,25} = 0,8m \Leftarrow z_D = -1,25 \cdot x_D^2 + 0,8 = 0$

جـ - قيمة السرعة v_D :

0,25 $t_D = x_D / v_C = 0,8/2 = 0,4s \Leftarrow x_D = v_C \cdot t_D$ ومنه:

0,25 $v_D = \sqrt{v_{xD}^2 + v_{zD}^2} = \sqrt{v_C^2 + (-gt)^2} = \sqrt{2^2 + (-10 \times 0,4)^2} = 4,47 m/s$

ملاحظة : يقبل استخدام مبدأ إنحفاظ الطاقة.

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع

التمرين التجريبي : (04 نقاط)

1- أ) معادلة التفاعل: $CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} = CH_3COOC_2H_{5\ (\ell)} + H_2O_{\ (\ell)}$ — 0,50

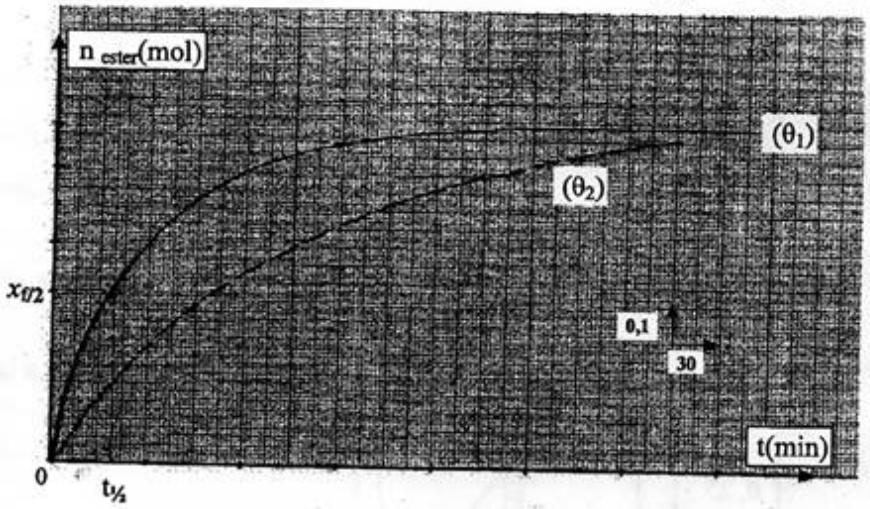
- الإستر: إيثانوات الإيثيل — 0,25

ب) دور الحمض: تسريع التفاعل (وسيط) — 0,25

2- الجدول: — 0,25

t (min)	0	60	120	180	240	300	360	420
$n_{acide}(mol)$	1,40	0,80	0,59	0,52	0,48	0,47	0,46	0,46
$n_{ester}(mol)$	0	0,60	0,81	0,88	0,92	0,93	0,94	0,94

- البيان: $n_{ester} = f(t)$ — 0,50



- جدول التقدم:

المعادلة		$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} = CH_3COOC_2H_{5\ (\ell)} + H_2O_{\ (\ell)}$			
التقدم		كمية المادة بوحدة (mol)			
0	ح ا	$n_0 = 1,40$	$n_0 = 1,40$	0	0
x	ح ا	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
x_f	ح ن	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f

0,50

باعتبار التحول تام: $x_{max} = n_0 = 1,4mol$ و بيانيا : $x_f = 1,40 - 0,46 = 0,94mol$ — 0,50

$x_f < x_{max}$ فالتحول غير تام. أو نحسب $\tau_f = x_f / x_{max} = 67\%$ — 0,50

-- تعيين زمن نصف التفاعل: $x(t_{1/2}) = x_f / 2 = 0,94/2 = 0,47mol$ — 0,25

بيانيا : $t_{1/2} \in [38\ ;\ 42](\text{min})$ — 0,25

5- تمثيل $n_{ester} = g(t)$ كيفيا عند $\theta_2 = 100°C$ (أنظر الشكل السابق) — 0,25

4,0