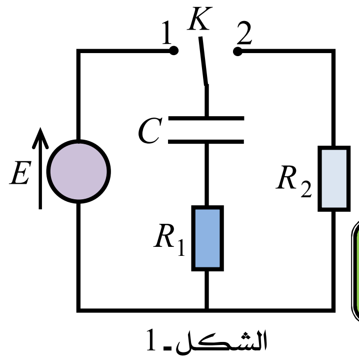
التمرين رقم: 01

نحقق الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل ـ 1 و التي تتكون من العناصر الكهربائية التالية:



الشكل ـ 1

- مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E.
- ناقلان أوميان مقاومتيهما: $R_1 = 100\Omega$ و R_2.
- مكثفة فارغة سعتها C و بادلة K و أسلاك توصيل.

I ـ عند اللحظة $t=0$ نضع البادلة K في الوضع (1)، اعتمادا على الدراسة التجريبية تمكنا من تمثيل المنحنى البياني $q=f(t)$ الموضح في الشكل ـ 2.

1ـ أكتب المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة $q(t)$.

2ـ تقبل المعادلة التفاضلية السابقة العبارة $q(t)=A+Be^{-\frac{t}{\tau_1}}$ حلا لها، حيث A و B و τ_1 ثوابت يطلب تحديد عبارة كل منها بدلالة مميزات الدارة.

3ـ بالاعتماد على البيان $q=f(t)$ جد قيمة شدة التيار الكهربائي I_0 المار في الدارة عند اللحظة $t=0$، وقيمة التوتر الكهربائي E بين طرفي المولد.

4ـ أكتب العبارة الزمنية $E_C(t)$ للطاقة المخزنة في المكثفة.

5ـ علما أن الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة هي: $E_{C_{\max}}=0{,}18\,mJ$، جد قيمة كل من سعة المكثفة C و ثابت الزمن τ_1.

II ـ عندما تشحن المكثفة كليا نؤرجح البادلة K إلى الوضع (2) في لحظة نعتبرها $t=0$، الدراسة التجريبية مكنتنا من تمثيل المنحنى البياني $u_C=g(t)$ الموضح في الشكل ـ 3.

1ـ أكتب المعادلة التفاضلية لتطور التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة.

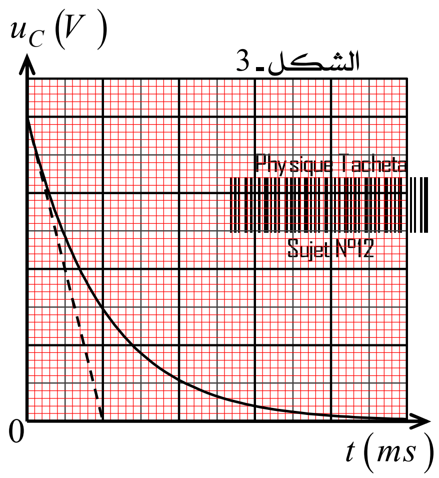
2ـ العبارة $u_C(t)=E\,e^{-0{,}5t}$ هي حل للمعادلة التفاضلية، حيث الزمن مقاس بـ (ms) والتوتر بـ (V).

أ ـ حدد سلما مناسبا على محوري البيان الشكل ـ 3.

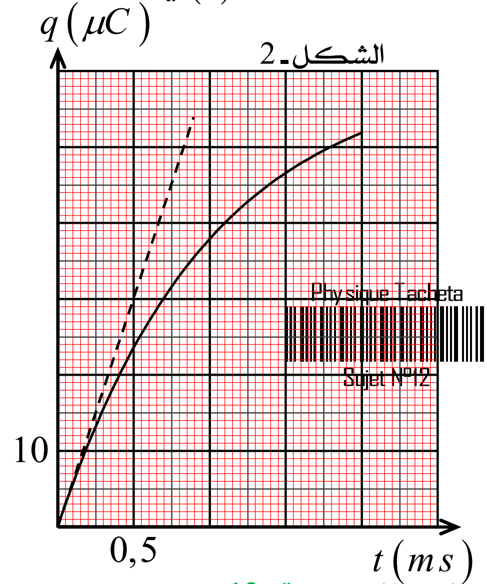
ب ـ جد قيمة المقاومة R_2.

3ـ مثل بشكل تقريبي المنحنى البياني $E_C=h(t)$ للطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن.

4ـ أحسب قيمة الطاقة المحولة $E_d(t)$ بفعل جول عند اللحظة $t=\tau_2$.



الشكل ـ 3



الشكل ـ 2

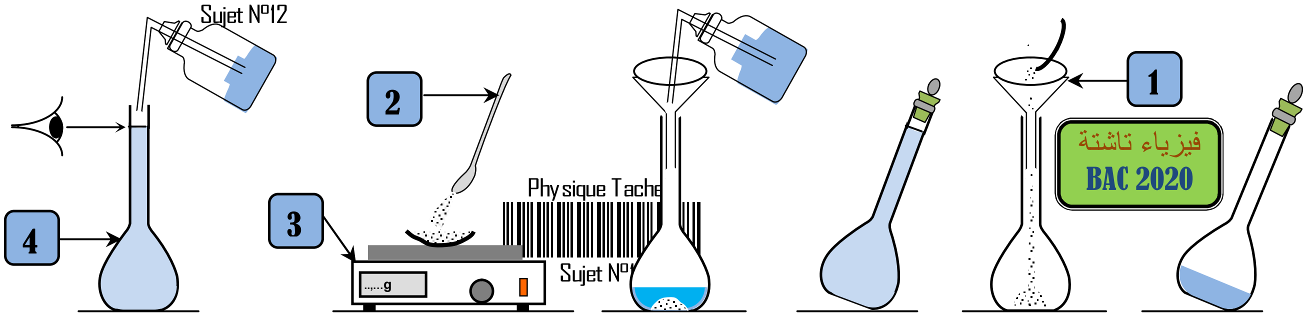
التمرين رقم: 02

الأحماض الكربوكسيلية هي مركبات عضوية أكسجينية صيغتها $C_nH_{(2n+1)}-COOH$ و n عدد طبيعي غير معدوم ، حيث: $-COOH$ المجموعة الوظيفية الكربوكسيلية المميزة للعائلة و $-C_nH_{(2n+1)}$ جذر ألكيلي .

وجدت في مخبر الثانوية قارورة تحتوي على مسحوق لحمض نقي ينتمي لعائلة الأحماض الكربوكسيلية مدون عليها معلومات غير واضحة : حمض الـ ....ويك والصيغة $-COOH$ ، والذي نرمز له إختصارا بـ $RCOOH$ حيث R جذر ألكيلي.

لمعرفة الصيغة والاسم النظامي للحمض الكربوكسيلي، نأخذ عينة من القارورة كتلتها $m_0 = 450mg$ و نحضر بها محلولا مائيا (S_A) حجمه $V_A = 500mL$ وتركيزه المولي C_A ، نقيس قيمة الـ pH له في حالة التوازن عند درجة حرارة ثابتة $\theta = 25°C$ نجد $3,3$.

1ـ تمثل الصور الموالية خطوات غير مرتبة لتحضير المحلول (S_A):



(F) (E) (D) (C) (B) (A)

أـ تعرف على العناصر المرقمة.

بـ رتب الصور ترتيبا صحيحا مع الشرح يمكن من تحضير المحلول (S_A).

2ـ أكتب معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي $RCOOH$ مع الماء.

3ـ أـ أنشئ جدول تقدم التفاعل.

بـ بين أنه يمكن كتابة عبارة $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f}$ بالشكل التالي: $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} = C_A.10^{pH} - 1$.

جـ ـ اعتمادا على ثابت الحموضة Ka للثنائية $(RCOOH / RCOO^-)$، بين أن عبارة ثابت الحموضة PKa تكتب على الشكل التالي: $PKa = pH + \log\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f}$

4 ـ لتحديد قيمة التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) نأخذ منه حجما قدره $V = 10mL$ ونعايره بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_B = 10^{-2} mol.L^{-1}$ فتحصلنا على التكافؤ عند إضافة حجما قدره $V_{BE} = 15mL$ من المحلول (S_B).

أـ أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

بـ جد قيمة التركيز المولي C_A للمحلول (S_A).

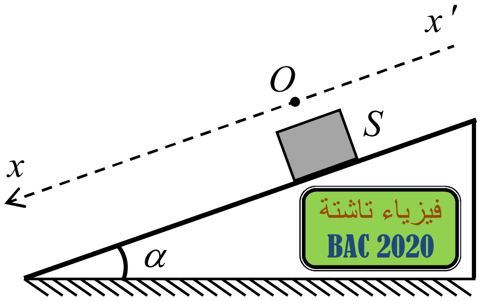
5ـ أـ جد قيمة الكتلة المولية الجزيئية M للحمض الكربوكسيلي المدروس ، ثم حدد صيغته واسمه النظامي.

بـ جد قيمة ثابتي الحموضة pKa و Ka للثنائية $(RCOOH / RCOO^-)$.

6ـ احسب قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم تفاعل الحمض الكربوكسيلي السابق مع الماء، ماذا تستنتج ؟

المعطيات: $M(H) = 1g.mol^{-1}$ ، $M(C) = 12g.mol^{-1}$ ، $M(O) = 16g.mol^{-1}$.

التمرين رقم: 03



ندرس في هذا التمرين انزلاق جسم صلب (S) على مستو مائل (وسادة هوائية) على الأفق بزاوية α بدون احتكاك.

I- الدراسة التجريبية:

نحرر الجسم من قمة المستوي المائل من السكون ليتحرك، بعد تشغيل كاميرا رقمية من أجل تسجيل الحركة. و بواسطة برنامج إعلام آلي نسجل فواصل مواضع مركز العطالة G للجسم (S) خلال فترات زمنية متتالية و متساوية بالنسبة للمحور $(x'x)$ الموازي لمسار مركز العطالة G، و بأخذ مبدأ الأزمنة لحظة مرور هذا الأخير بمبدأ الفواصل O فتحصلنا على النتائج التالية:

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
$t(s)$	$0,00$	$0,10$	$0,20$	$0,30$	$0,40$	$0,50$	$0,60$	$0,70$
$x(cm)$	0	6	16	26	40	54	72	90
$v(m.s^{-1})$								

1- أكمل الجدول.

2- بالاعتماد على سلم رسم مناسب أرسم المنحنى البياني $v=f(t)$.

3- أ- عين من المنحنى البياني التسارع a_G لمركز العطالة G، و قيمة السرعة الابتدائية v_0 في اللحظة $t=0$.

ب- استنتج طبيعة الحركة.

4- حدد سرعة الجسم (S) عند اللحظة $t=0,7s$.

II- الدراسة النظرية:

1- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الجسم (S).

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (S) جد العبارة الحرفية للتسارع a_G بدلالة زاوية الميل α و تسارع الجاذبية الأرضية g.

3- أحسب قيمة الزاوية α.

تعطى: $g=10m.s^{-2}$

حل التمرين رقم: 01

Iـ1ـ المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة $q(t)$:

بتطبيق قانون جمع التوترات: $E=u_C+u_{R_1}$ حيث: $u_{R_1}=R_1 i=R_1\frac{dq}{dt}$ و $u_C=\frac{q}{C}$

ومنه: $R_1\frac{dq}{dt}+\frac{q}{C}=E$ وبقسمة طرفي المساواة على R_1 نجد: $\frac{dq(t)}{dt}+\frac{1}{R_1C}q(t)=\frac{E}{R_1}$.

2ـ عبارة الثوابت A و B و τ_1 بدلالة مميزات الدارة:

باشتقاق عبارة الحل بالنسبة للزمن نجد: $\frac{dq}{dt}=-\frac{B}{\tau_1}e^{-\frac{t}{\tau_1}}$

نعوض عبارة الحل وعبارة المشتقة في المعادلة التفاضلية نجد:

$-\frac{B}{\tau_1}e^{-\frac{t}{\tau_1}}+\frac{A}{R_1C}+\frac{B}{R_1C}e^{-\frac{t}{\tau_1}}-\frac{E}{R_1}=0$ ومنه: $\left(-\frac{B}{\tau_1}+\frac{B}{R_1C}\right)e^{-\frac{t}{\tau_1}}+\frac{A}{R_1C}-\frac{E}{R_1}=0$

$$\begin{cases}\frac{A}{R_1C}-\frac{E}{R_1}=0\\ -\frac{B}{\tau_1}+\frac{B}{R_1C}=0\end{cases}$$ و عليه: $$\begin{cases}A=CE\\ \tau_1=R_1C\end{cases}$$

من الشروط الابتدائية $(t=0)$ نجد: $q(0)=A+Be^0=0$ ومنه: $B=-A=-CE$

إذن تصبح عبارة الحل من الشكل: $q(t)=CE-CEe^{-\frac{t}{R_1C}}=CE\left(1-e^{-\frac{t}{R_1C}}\right)$

3ـ أـ قيمة I_0:

لدينا: $i=\frac{dq}{dt}$ عند اللحظة $t=0$ نجد: $I_0=\left.\frac{dq}{dt}\right|_{t=0}=\frac{30\times10^{-6}-0}{0,5\times10^{-3}-0}=6\times10^{-2}A$

ب ـ قيمة E:

من قانون جمع التوترات و عند اللحظة $t=0$ نجد: $E=u_C(0)+u_{R_1}(0)$

حيث: $u_C(0)=0$ ومنه: $E=u_{R_1}(0)$ إذن: $E=R_1I_0=100\times6\times10^{-2}=6V$.

4ـ العبارة الزمنية $E_C(t)$ للطاقة المخزنة في المكثفة:

$E_C=\frac{1}{2}Cu_C^2=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ و لدينا مما سبق: $q(t)=CE\left(1-e^{-\frac{t}{R_1C}}\right)$ ومنه: $E_C=\frac{1}{2}CE^2\left(1-e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)^2$.

5ـ قيمة سعة المكثفة C:

عند نهاية الشحن: $E_{C_{max}}=\frac{1}{2}CE^2$ وعليه: $C=\frac{E_{C_{max}}}{E^2}$ تـ ع: $C=\frac{0,18\times10^{-3}}{36}=10^{-5}F=10\mu F$

ـ ثابت الزمن τ_1:

طريقة 01: نعلم أن: $\tau_1=R_1C=100\times10^{-5}=10^{-3}s=1ms$.

طريقة 02: بيانيا τ_1 يمثل فاصلة النقطة ذات الترتيبة $0,63q_{max}$

حيث: $q_{\max} = C\,u_{C_{\max}} = C\,E = 6\times10^{-5}C = 60\,\mu C$ أي: $0,63q_{\max} = 38\,\mu F$

وبالإسقاط نجد: $\tau_1 = 1ms$.

II ـ1ـ المعادلة التفاضلية لتطور التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة.

بتطبيق قانون جمع التوترات: $u_C + u_{R_1} + u_{R_2} = 0$ ومنه: $u_C + (R_1+R_2)i = 0$ حيث: $i = C\dfrac{du_C}{dt}$

أي: $u_C + (R_1+R_2)C\dfrac{du_C}{dt} = 0$ و عليه: $\dfrac{du_C(t)}{dt} + \dfrac{1}{(R_1+R_2)C}u_C(t) = 0$.

أـ تحديد سلما مناسبا على محوري البيان الشكل3.

لدينا: $E = u_{C_{\max}} = 6V$ ممثلة بـ $4cm$ وعليه: $1cm \to 1,5V$.

ولدينا كذلك: $\dfrac{1}{\tau_2} = 0,5ms$ ومنه: $\tau_2 = \dfrac{1}{0,5} = 2ms$ ممثلة بـ $1cm$ و عليه: $1cm \to 2ms$.

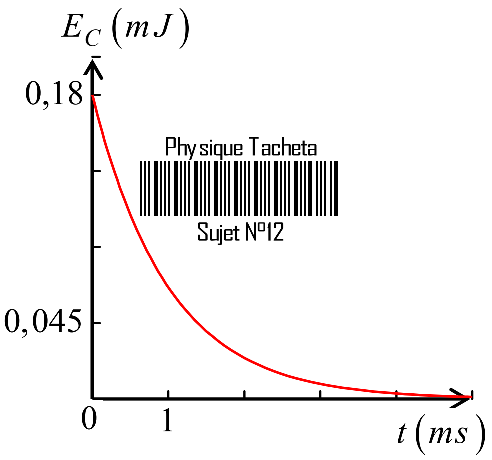
ب ـ قيمة المقاومة R_2:

لدينا: $\tau_2 = (R_1+R_2)C$ ومنه: $R_2 = \dfrac{\tau_2}{C} - R_1$ تـ ع: $R_2 = \dfrac{2\times10^{-3}}{10^{-5}} - 100 = 100\Omega$.

3ـ تمثيل بشكل تقريبي المنحنى البياني $E_C = h(t)$ للطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن.

$E_C = \dfrac{1}{2}C\,u_C^2 = \dfrac{1}{2}C\,E^2 e^{-2\times0,5t}$ ومنه: $E_C = 0,18\times e^{-t}$ حيث الزمن بـ (ms) و الطاقة المخزنة بـ (mJ)

$t(ms)$	0	τ_2	∞
$E_C(mJ)$	$0,18$	$0,024$	0



4ـ حساب قيمة $E_d(t)$ الطاقة المحولة لحرارة بفعل جول عند اللحظة $t = \tau_2$.

نعلم أن: $E_{C_{\max}} = E_C(\tau_2) + E_d(\tau_2)$

ومنه: $E_d(\tau_2) = E_{C_{\max}} - E_C(\tau_2)$ تـ ع: $E_d(\tau_2) = 0,18 - 0,024 = 0,156mJ$

حل التمرين رقم: 02

أـ التعرف على العناصر المرقمة: 1ـ قمع ، 2ـ ملعقة ، 3ـ ميزان إلكتروني حساس ، 4ـ حوجلة عيارية .

ب ـ ترتيب الصور ترتيبا صحيحا مع الشرح يمكن من تحضير المحلول (S_A):

$(E) \leftarrow (B) \leftarrow (D) \leftarrow (A) \leftarrow (F) \leftarrow (C)$.

الشرح:

ـ بواسطة ميزان إلكتروني حساس مضبوط نزن الكتلة $m_0 = 450mg$ مأخوذ من القارورة.

ـ اعتمادا على قمع قمع نضيف الكتلة $m_0 = 450mg$ الموزونة إلى حوجلة عيارية سعتها $500mL$ فيها قليل من الماء المقطر مع الرج المستمر.

ـ نكمل بالماء المقطر حتى خط العيار مع الرج المستمر، مع سد فوهة الحوجلة عند نهاية التحضير .

2ـ معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي $RCOOH$ مع الماء: $RCOOH + H_2O = RCOO^- + H_3O^+$.

3ـ أ ـ جدول تقدم التفاعل:

Physique Tacheta
Sujet N°12

معادلة التفاعل		$RCOOH + H_2O = RCOO^- + H_3O^+$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
الابتدائية	$x = 0$	$n_0 = C_A V_A$	بالزيادة	0	0
الانتقالية	$x(t)$	$n_0 - x(t)$		$x(t)$	$x(t)$
النهائية	x_{max}	$n_0 - x_f$		x_f	x_f

ب ـ تبيان أنه يمكن كتابة عبارة $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f}$ بالشكل التالي: $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} = C_A.10^{pH} - 1$.

لدينا من جدول تقدم التفاعل:

$n_f(RCOOH) = C_A V_A - x_f$ وكذلك: $n_f(RCOO^-) = n_f(H_3O^+) = x_f$

وبالقسمة على حجم الوسط التفاعلي V_A نجد:

$[RCOOH]_f = C_A - \frac{x_f}{V_A} = C_A - [H_3O^+]_f$ وكذلك: $[RCOO^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V_A}$

ومنه: $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} = \frac{C_A - [H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f}$ ومنه: $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} = \frac{C_A}{[H_3O^+]_f} - 1$

ونعلم أن: $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ إذن: $\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} = C_A.10^{pH} - 1$ وهو المطلوب.

جـ ـ تبيان أن عبارة ثابت الحموضة PKa للثنائية $(RCOOH / RCOO^-)$ تكتب على الشكل التالي:

$PKa = pH + \log\frac{[RCOOH]}{[RCOO^-]}$.

عبارة ثابت التوازن Ka للثنائية $(RCOOH / RCOO^-)$ تكتب: $Ka = \frac{[RCOO^-]_f [H_3O^+]_f}{[RCOOH]_f}$

ومنه: $\log Ka = \log\frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f} + \log[H_3O^+]_f$

Physique Tacheta
Sujet N°12

ومنه: $\log Ka = -\log\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} + \log[H_3O^+]_f$

أي: $-\log Ka = \log\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f} - \log[H_3O^+]_f$ حيث: $pKa = -\log Ka$ و $pH = -\log[H_3O^+]_f$

إذن: $PKa = pH + \log\frac{[RCOOH]_f}{[RCOO^-]_f}$ وهو المطلوب.

4ـ أ ـ معادلة تفاعل المعايرة:

$RCOOH + OH^- = RCOO^- + H_2O$.

ب ـ إيجاد قيمة التركيز المولي C_A للمحلول (S_A):

عند التكافؤ يتحقق لنا مزيجا ستكيوميتيريا أي: $C_A V = C_B V_{BE}$

أي: $C_A = \dfrac{C_B V_{BE}}{V}$ ت ـ ع: $C_A = \dfrac{10^{-2} \times 15}{10} = 1,5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$

Phy sique Tacheta
Sujet N°12

5 ـ أ ـ إيجاد قيمة الكتلة المولية الجزيئية M للحمض الكربوكسيلي المدروس:

نعلم أن: $n_0 = C_A V_A$ و $n_0 = \dfrac{m_0}{M}$ أي: $M = \dfrac{m_0}{C_A V_A}$

ت ـ ع: $M = \dfrac{450 \times 10^{-3}}{1,5 \times 10^{-2} \times 500 \times 10^{-3}} = 60 g.mol^{-1}$

تحديد صيغة الحمض الكربوكسيلي واسمه النظامي:

نعلم أن الحمض المدروس ينتمي لعائلة الأحماض الكربوكسيلية أي صيغته: $C_n H_{(2n+1)} - COOH$

ومنه: $M\left(C_n H_{(2n+1)} - COOH\right) = 60 g.mol^{-1}$

حيث:

$$M\left(C_n H_{(2n+1)} - COOH\right) = nM(C) + (2n+1)M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H)$$

$$= 12n + 2n + 1 + 12 + 32 + 1$$

Phy sique Tacheta
Sujet N°12

$$= 14n + 46$$

أي: $14n + 46 = 60$ وعليه: $n = \dfrac{60-46}{14} = 1$

وبالتعويض قيمة $n = 1$ في $C_n H_{(2n+1)} - COOH$ نجد صيغة الحمض الكربوكسيلي المدروس: $CH_3 - COOH$.

الاسم النظامي: حمض الإيثانويك.

ب ـ إيجاد قيمة ثابتي الحموضة pKa و Ka للثنائية $\left(CH_3 - COOH / CH_3 - COO^-\right)$:

لدينا: $PKa = pH + \log \dfrac{[CH_3 - COOH]_f}{[CH_3 - COO^-]_f}$ ولدينا كذلك: $\dfrac{[CH_3 - COOH]_f}{[CH_3 - COO^-]_f} = C_A . 10^{pH} - 1$

أي: $PKa = pH + \log\left(C_A . 10^{pH} - 1\right)$

ت ـ ع: $PKa = 3,3 + \log\left(1,5 \times 10^{-2} \times 10^{3,3} - 1\right) = 4,76 \approx 4,8$

ونعلم أن: $Ka = 10^{-PKa} = 10^{-4,8} = 1,6 \times 10^{-5}$

6ـ حساب قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم تفاعل الحمض الكربوكسيلي السابق مع الماء، ماذا تستنتج ؟

نعلم أن: $\tau_f = \dfrac{x_f}{x_{max}} = \dfrac{[H_3O^+]_f V_A}{C_A V_A} = \dfrac{[H_3O^+]_f}{C_A}$

حيث: $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$

Phy sique Tacheta
Sujet N°12

أي: $\tau_f = \dfrac{10^{-pH}}{C_A} = \dfrac{10^{-3,3}}{1,5 \times 10^{-2}} = 0,033$

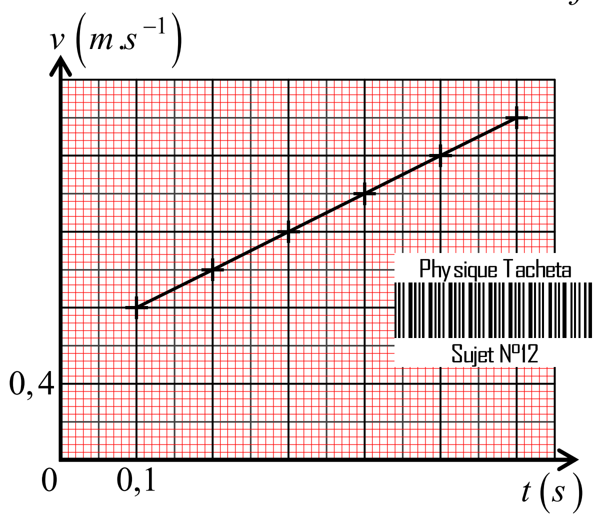
بـما أن: $\tau_f < 1$ فإن التفاعل غير تام وحمض الإيثانويك ضعيف.

I- الدراسة التجريبية:

1- من الجدول نجد أن: $\tau = 0,10s$ وبالاعتماد على علاقة التأطير $v_i = \dfrac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$ نملأ الجدول .

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
$t(s)$	$0,00$	$0,10$	$0,20$	$0,30$	$0,40$	$0,50$	$0,60$	$0,70$
$v(m.s^{-1})$		$0,8$	$1,0$	$1,2$	$1,4$	$1,6$	$1,8$	

2- رسم المنحنى البياني $v = f(t)$:



3- أ- قيمة التسارع a_G و v_0 في اللحظة $t=0$:

- التسارع a_G يمثل معامل توجيه المستقيم و عليه $a_G = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{1,8-0,8}{0,6-0,1} = 2m.s^{-2}$

- بتمديد رسم المنحنى $v = f(t)$ نستنتج عند اللحظة $t=0$ قيمة $v_0 = 0,6m.s^{-1}$.

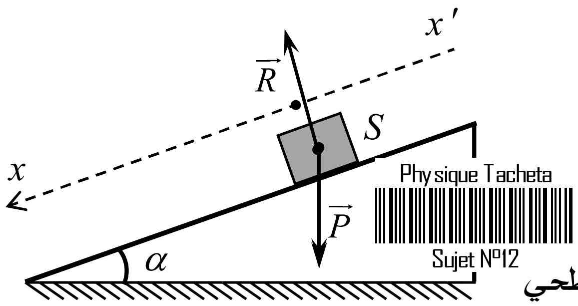
ب- طبيعة الحركة: بما أن المسار مستقيم و التسارع ثابت وموجب، نستنتج أن حركة الجسم حركة مستقيمة متغيرة بانتظام.

4- حساب سرعة الجسم (S) عند اللحظة $t = 0,7s$:

البيان خط مستقيم معادلتها هي: $v(t) = \alpha t + \beta$ حيث: $\alpha = a_G = 2m.s^{-2}$ و $\beta = v_0 = 0,6m.s^{-1}$

إذن: $v(t) = 2t + 0,6$ و عليه: $v(0,7) = 2m.s^{-1}$

I- الدراسة النظرية:



1- تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على الجسم (S):

2- عبارة التسارع a_G:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (S) في المعلم السطحي الأرضي الذي نعتبره عطاليا نجد: $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\,\overrightarrow{a_G}$ و منه: $\vec{P} + \vec{R} = m\,\overrightarrow{a_G}$

و بالإسقاط وفق المحور $(\overline{x'x})$ نجد: $P\sin(\alpha) = m\,a_G$ و عليه: $a_G = g\sin(\alpha)$

3- حساب قيمة الزاوية α:

$\sin(\alpha) = \dfrac{a_G}{g} = \dfrac{2}{10} = 0,2$ و عليه: $\alpha = 11,5^{\circ}$