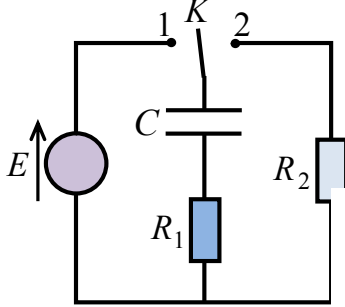


الموضوع رقم 12

التمرين رقم: 01

نحقق الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل - 1 والتي تتكون من العناصر الكهربائية التالية:



الشكل - 1

- مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E .

- ناقلان أوميان مقاومتيهما: $R_1 = R_2 = 100\Omega$.

- مكثفة فارغة سعتها C وبادلة K وأسلاك توصيل.

I. 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 - 2.

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

2- 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.

3- 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.

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

5- 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. 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 - 3.

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

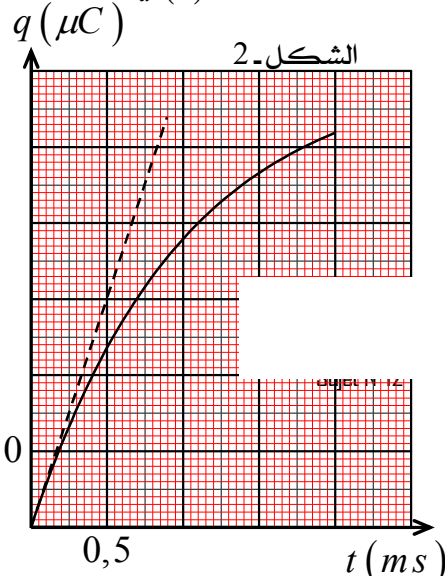
2- العبارة $u_C(t) = E e^{-0,5t}$ هي حل للمعادلة التفاضلية، حيث الزمن مقاس بـ (ms) والتوتر بـ (V) .

أ- حدد سلما مناسباً على محوري البيان الشكل - 3.

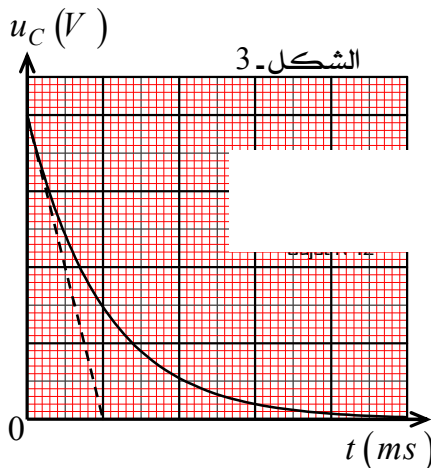
ب- جد قيمة المقاومة R_2 .

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

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



الشكل - 2



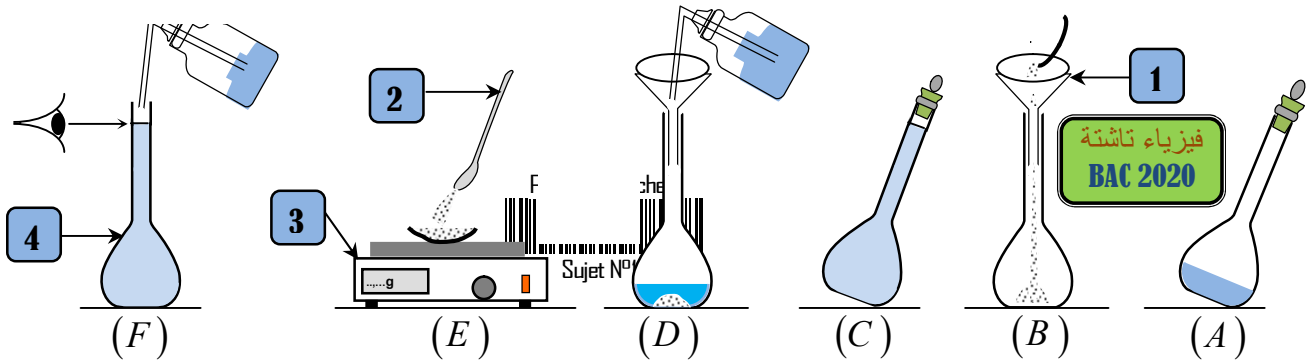
الشكل - 3

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

وجدت في مخبر الثانوية قارورة تحتوي على مسحوق لحمض نقي ينتمي لعائلة الأحماض الكربوكسيلية مدون عليها معلومات غير واضحة : حمض الـويك والصيغة $COOH-$ ، والذي نرسم له اختصارا بـ $RCOOH$ حيث R جذر الكيلي.

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

1- تمثل الصور الموائية خطوات غير مرتبة لتحضير المحلول (S_A):



أ- تعرف على العناصر المرقمة.

ب- رتب الصور ترتيباً صحيحاً مع الشرح يمكن من تحضير المحلول (S_A).

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

3- أ- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

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

ج- اعتماداً 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 - لتحديد قيمة التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) نأخذ منه حجماً 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 حجماً قدره $V_{BE} = 15mL$ من المحلول (S_B).

أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ب- جد قيمة التركيز المولي C_A للمحلول (S_A).

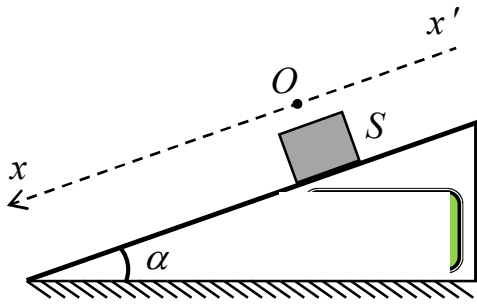
Sujet No 12

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

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

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

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



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. وبواسطة برنامج

إعلام آلي نسجل فواصل مواضع مركز العطالة G للجسم (S)

خلال فترات زمنية متتالية ومتساوية بالنسبة للمحور ($x'x$) الموازي لمسار مركز العطالة G ، وبأخذ 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 ، وقيمة 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 وتسارع الجاذبية الأرضية g .

3- أحسب قيمة الزاوية α .

تعطى: $g = 10 m.s^{-2}$

I-1. المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة $q(t)$:

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

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

2- 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:

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

$$\begin{cases} \frac{A}{R_1 C} - \frac{E}{R_1} = 0 \\ -\frac{B}{\tau_1} + \frac{B}{R_1 C} = 0 \end{cases} \text{ وعليه: } \begin{cases} A = C E \\ \tau_1 = R_1 C \end{cases}$$

من الشروط الابتدائية ($t = 0$) نجد: $q(0) = A + B e^0 = 0$ ومنه: $B = -A = -C E$

إذن تصبح عبارة الحل من الشكل: $q(t) = C E - C E e^{-\frac{t}{R_1 C}} = C E \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1 C}}\right)$

3- أ- قيمة I_0 :

$$I_0 = \frac{dq}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{30 \times 10^{-6} - 0}{0,5 \times 10^{-3} - 0} = 6 \times 10^{-2} A \text{ لدينا: } i = \frac{dq}{dt} \text{ عند اللحظة } t = 0 \text{ نجد:}$$

ب- قيمة E :

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

حيث: $u_C(0) = 0$ ومنه: $E = u_{R_1}(0)$ إذن: $E = R_1 I_0 = 100 \times 6 \times 10^{-2} = 6V$

4- العبارة الزمنية $E_C(t)$ للطاقة المخزنة في المكثف:

$$E_C = \frac{1}{2} C u_C^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \text{ ولدينا مما سبق: } q(t) = C E \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1 C}}\right) \text{ ومنه: } E_C = \frac{1}{2} C E^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)^2$$

5- قيمة سعة المكثف C :

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

- ثابت الزمن τ_1 :

طريقة 01: نعلم أن: $\tau_1 = R_1 C = 100 \times 10^{-5} = 10^{-3} s = 1ms$

طريقة 02: بيان τ_1 يمثل فاصلة النقطة ذات الترتيب $0,63q_{\max}$

حيث: $0,63q_{\max} = 38\mu F$ أي: $q_{\max} = C u_{C_{\max}} = C E = 6 \times 10^{-5} C = 60\mu C$

وبالإسقاط نجد: $\tau_1 = 1ms$

II. 1. 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: $i = C \frac{du_C}{dt}$

$$\text{أي: } u_C + (R_1 + R_2)C \frac{du_C}{dt} = 0 \text{ وعليه: } \frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} u_C(t) = 0$$

أ. تحديد سلما مناسباً على محوري البيان الشكل-3.

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

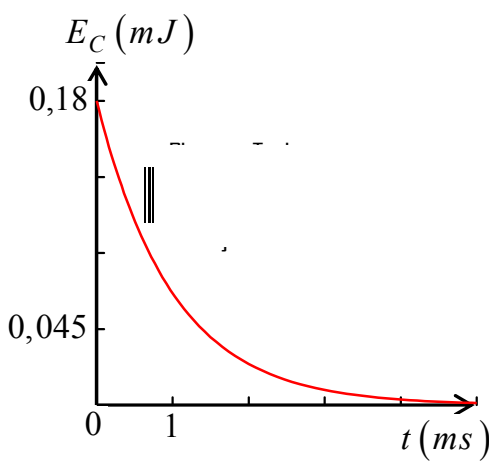
ولدينا كذلك: $\frac{1}{\tau_2} = 0,5ms$ ومنه: $\tau_2 = \frac{1}{0,5} = 2ms$ ممثلة بـ $1cm$ وعليه: $1cm \rightarrow 2ms$

ب. قيمة المقاومة R_2 :

لدينا: $\tau_2 = (R_1 + R_2)C$ ومنه: $R_2 = \frac{\tau_2}{C} - R_1$ ت-ع: $R_2 = \frac{2 \times 10^{-3}}{10^{-5}} - 100 = 100\Omega$

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

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



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

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

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

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

حل التمرين رقم: 02

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

ب. ترتيب الصور ترتيباً صحيحاً مع الشرح يمكن من تحضير المحلول (S_A) :

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

الشرح:

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

- اعتماداً على قمع قمع نضيف الكتلة $m_0 = 450mg$ الموزونة إلى حوجلة عيارية سعتها $500mL$ فيها قليل من

الماء المقطر مع الرج المستمر.

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

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

3- أ- جدول تقدم التفاعل:

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

لدينا من جدول تقدم التفاعل:

$$n_f(RCOO^-) = n_f(H_3O^+) = x_f \text{ وكذلك } n_f(RCOOH) = C_A V_A - x_f$$

وبالقسمة على حجم الوسط التفاعلي V_A نجد:

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

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

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

ج- تبيان أن عبارة ثابت الحموضة PKa للشثائية $(RCOOH / RCOO^-)$ تكتب على الشكل التالي:

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

$$Ka = \frac{[RCOO^-]_f [H_3O^+]_f}{[RCOOH]_f} \text{ تكتب: } Ka \text{ للشثائية } (RCOOH / RCOO^-)$$

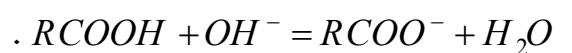
$$\log Ka = \log \frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f} + \log [H_3O^+]_f \text{ ومنه:}$$

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

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

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

4- أ- معادلة تفاعل المعايرة:



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

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

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

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

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

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

تحديد صيغة الحمض الكربوكسيلي واسمه النظامي:

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

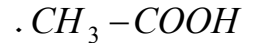
$$M(C_n H_{(2n+1)} - COOH) = 60 \text{ g.mol}^{-1} \text{ ومنه:}$$

حيث:

$$\begin{aligned} M(C_n H_{(2n+1)} - COOH) &= nM(C) + (2n+1)M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H) \\ &= 12n + 2n + 1 + 12 + 32 + 1 \\ &= 14n + 46 \end{aligned}$$

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

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



الاسم النظامي: حمض الإيثانويك .

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

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

$$PKa = pH + \log(C_A \cdot 10^{pH} - 1) \text{ أي:}$$

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

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

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

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

$$[H_3O^+]_f = 10^{-pH} \text{ حيث:}$$

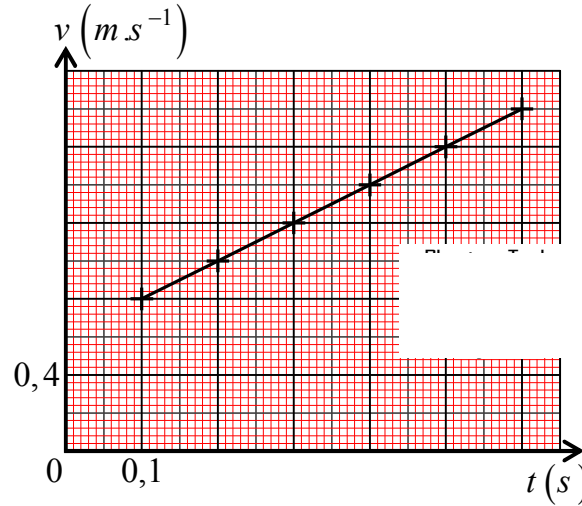
$$\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_A} = \frac{10^{-3,3}}{1,5 \times 10^{-2}} = 0,033 \text{ أي:}$$

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

1- من الجدول نجد أن: $\tau = 0,10s$ وبالاتماد على علاقة التأخير $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$ 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- أقيمة التسارع a_G و v_0 في اللحظة $t = 0$:

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

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

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 $t = 0,7s$:

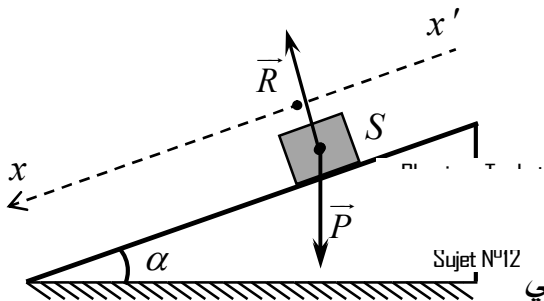
البيان خط مستقيم معادلتها هي: $v(t) = \alpha t + \beta$ حيث: $\alpha = a_G = 2 m.s^{-2}$ و $\beta = v_0 = 0,6 m.s^{-1}$

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

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: $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$ ومنه: $\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}_G$

وبالإسقاط وفق المحور (\vec{x}) نجد: $P \sin(\alpha) = m a_G$ وعليه: $a_G = g \sin(\alpha)$

3- حساب قيمة الزاوية α :

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