

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين :

## الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (04) صفحات (من الصفحة 01 من 08 إلى الصفحة 04 من 08).

الجزء الأول : (13 نقطة).

## التمرين الأول : (07 نقاط)

البلوتونيوم ( $^{239}_{94}\text{Pu}$ ) هو معدن ثقيل جدا وكثافته عالية، اكتشف في الولايات المتحدة الأمريكية في يوم 14 ديسمبر 1940 في جامعة كاليفورنيا، فهو عنصر قابل للإنشطار، يستعمل في تشغيل بعض المحطات النووية. يهدف هذا التمرين إلى :

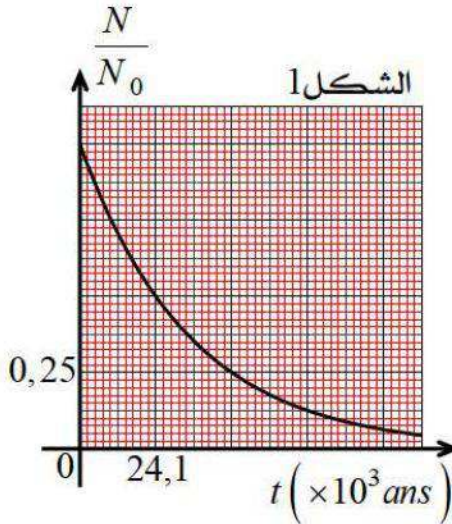
I- دراسة التفكك النووي للبلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  المشع حسب النمط  $\alpha$ .

1.1. عرف ظاهرة النشاط الإشعاعي.

1.2. أذكر خصائص النشاط الإشعاعي التلقائي.

3.1. اكتب معادلة التفكك النووي للبلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  مع تحديد الرمز الكامل للنواة الناتجة.2. عينة من الأنوية المشعة للبلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  كتلتها الابتدائية  $m_0 = 1\text{g}$  ونشاطها الإشعاعي الابتدائي  $A_0$ .

1.2. اكتب قانون التناقص الإشعاعي  $N(t)$  بدلالة ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  وعدد الأنوية المشعة الابتدائية  $N_0$  والزمن  $t$ .

2.2. عرف زمن نصف العمر  $t_{1/2}$ ، ثم بين أنه يكتب :  $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$ .3.2. احسب عدد الأنوية الابتدائية  $N_0$  في العينة المشعة.

3. دراسة العينة المشعة السابقة مكنت من رسم المنحنى البياني

$$\frac{N}{N_0} = f(t) \quad (\text{الشكل 1}).$$

1.3. اعتمادا على البيان حدد قيمة  $t_{1/2}$ ، ثم احسب قيمة  $\lambda$ .2.3. احسب قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي  $A_0$ .

3.3. حدد بيانيا قيمة الزمن  $t$  اللازم لكي يتبقى 25% من عدد الأنوية المشعة الابتدائية  $N_0$ .

II- دراسة الإنشطار النووي لنواة البلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$ .البلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  القابل للإنشطار النووي، حيث يستعمل كوقود لمحركات بعض الغواصات النووية.الشكل 2 يمثل مخطط الحصيصة الطاقوية لتفاعل إنشطار نواة البلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$ .1.1. جد قيمة كل من :  $x$  و  $Z$  و  $y$ .2.1. اكتب معادلة تفاعل إنشطار نواة البلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$ .3.1. ماذا تمثل كل من  $\Delta E_1$  و  $\Delta E_2$  ؟ احسب قيمة كل منهما.4.1. استنتج طاقة الربط  $E_1$  ( $^{239}_{94}\text{Pu}$ ) لنواة البلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$ .

- 1.2. رتب الأنوية  $^{135}_{52}Te$  و  $^{239}_{94}Pu$  و  $^{102}_{42}Mo$  حسب تزايد استقرارها . هل يتوافق ذلك مع تعريف الإنشطار النووي ؟
- 2.2. اعتمادا على الحصيلة الطاقوية احسب الطاقة المحررة  $E_{lib}$  من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239 بوحدة  $MeV$  ثم بوحدة الجول ( $J$ ).
3. غواصة نووية استطاعتها الكهربائية  $P = 30 MW$  تستهلك كتلة قدرها  $m$  من البلوتونيوم 239 بمردود طاقي  $r = 30\%$  خلال 10 أيام دون انقطاع.
- 1.3. جد قيمة الطاقة الكهربائية  $E_e$  ، ثم احسب قيمة الطاقة الكلية  $E$ .
- 2.3. احسب قيمة الكتلة  $m$ .

معطيات:

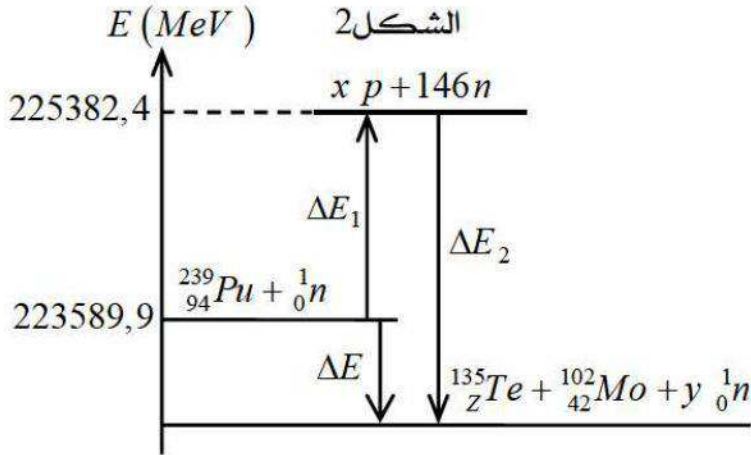
| العنصر | $Pa$ | $U$ | $Np$ | $Pu$ |
|--------|------|-----|------|------|
| $Z$    | 91   | 92  | 93   | 94   |

$$1 MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$$

$$\frac{E_l}{A} (^{102}_{42}Mo) = 8,6 \frac{MeV}{nucleon}$$

$$\frac{E_l}{A} (^{135}_{52}Te) = 8,3 \frac{MeV}{nucleon}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$$



المردود الطاقي:  $r = \frac{E_e}{E}$  حيث  $E_e$  الطاقة الكهربائية و  $E$  الطاقة المحررة.  $1an = 365 j$

### التمرين الثاني: ( 06 نقاط )

يطبق القانون الثاني لنيوتن وقانون انحفاظ الطاقة لدراسة حركة الأجسام الصلبة في عدة وضعيات نذكر منها:

الحركة على مستو أفقي وحركة قذيفة.

يهدف هذا التمرين لدراسة حركة جسم صلب ( $S$ ) على مستو أفقي ثم حركة قذيفة.

معطيات: الجسم الصلب ( $S$ ) كتلته  $m = 400g$  نعتبره نقطة مادية ،  $g = 10 m.s^{-2}$ .

الجزء الأول: دراسة حركة الجسم الصلب ( $S$ ) على مستو أفقي ( $AB$ ).

نقذف في اللحظة  $t = 0$  الجسم ( $S$ ) على مستو أفقي ( $AB$ ) خشن بسرعة ابتدائية  $\vec{v}_A$  من الموضع  $A$  نحو الموضع  $B$  ( الشكل 3 ) ، يخضع الجسم أثناء حركته على ( $AB$ ) لقوى احتكاك تكافئ قوة وحيدة  $\vec{f}$  أفقية معاكسة لجهة الحركة وشدتها  $f$  ثابتة ، نعتبر الموضع  $A$  مبدأ للفواصل  $x_A = 0$ .

1.1. حدد مرجعا مناسباً لدراسة حركة الجسم ( $S$ ). لماذا نعتبره غاليليا؟

2.1. مثل كيفيا القوى الخارجية المطبقة على الجسم خلال حركته على المسار ( $AB$ ).

3.1. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة ( الجسم ) بين الموضعين  $A$  و موضع كيفي من المسار ( $AB$ )

فاصلته  $x$  بين أن:  $v^2 = 2ax + v_A^2$  حيث  $v$  هي سرعة الجسم ( $S$ ) الموافقة لقطعه المسافة  $x$  و تسارع الحركة يطلب تحديد عبارته.

2. الدراسة التجريبية لحركة ( $S$ ) على المسار ( $AB$ ) مكنت من الحصول على النتائج الموضحة في الجدول التالي:

|                   |    |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $v^2 (m^2 / s^2)$ | 10 | 8,8 | 7,6 | 6,4 | 5,2 | 4,0 |
| $x (m)$           | 0  | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |

1.2. ارسم البيان  $v^2 = g(x)$  اعتمادا على السلم:  $1cm \rightarrow 0,2m$  و  $1cm \rightarrow 2m^2 / s^2$ .

2.2. اكتب المعادلة الرياضية للبيان  $v^2 = g(x)$  ثم جد قيمة كل من: تسارع الحركة  $a$  و  $v_A$  ثم استنتج قيمة  $f$ .

3.2. حدد قيمة كل من المسافة  $AB$  و سرعة الجسم عند الموضع  $B$ .

الجزء الثاني: دراسة حركة قذيفة للجسم الصلب ( $S$ ).

في لحظة  $t = 0$  يغادر الجسم ( $S$ ) المستوي الأفقي ( $AB$ ) من الموضع  $B$  بسرعة  $v_B$  ليسقط على سطح الأرض في الموضع  $C$  (الشكل 3).

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع المختار أدرس طبيعة حركة الجسم الصلب ( $S$ ) بعد مغادرته الموضع  $B$  في المعلم ( $Bx, By$ ).

2. بين أن معادلة المسار تكتب على الشكل:  $y(x) = 1,25x^2$ .

1.3. جد قيمة المسافة الأفقية  $x_C$ .

2.3. احسب قيمة كل من  $t_C$  و سرعة الجسم  $v_C$  في الموضع  $C$ .

الجزء الثاني: (07 نقاط).

### التمرين التجريبي:



الماء الأكسجيني ( $H_2O_2(aq)$ ) مركب كيميائي عديم اللون في محاليله الممددة ، يباع في الصيدليات ويستخدم بشكل واسع في تطهير الجروح من البكتيريا ومعالجة المياه المستعملة.

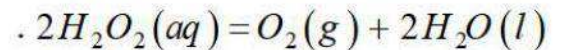
قارورة بها محلول ( $S_0$ ) للماء الأكسجيني  $H_2O_2$  التجاري تركيزه المولي  $c_0$  مكتوب عليها 110V ، وهذا يعني أن التفكك التام لحجم  $V = 1L$  من الماء الأكسجيني التجاري ينتج عنه 110L من غاز ثنائي الأكسجين  $O_2$  مقاسا في الشرطين النظامين لدرجة الحرارة والضغط.

يهدف التمرين إلى التحقق من الكتابة 110V الموجودة على قارورة الماء الأكسجيني التجاري.

معطيات:  $PV = nRT$  ،  $R = 8,31(SI)$  ،  $V_M = 22,4L.mol^{-1}$

1. تحديد القيمة النظرية للتركيز المولي  $c_0$  للماء الأكسجيني التجاري.

التفكك الذاتي للماء الأكسجيني  $H_2O_2$  هو تحول كيميائي تام وبطيئ ينمذج بمعادلة التفاعل التالية:



1.1. عرف المرجع ، ثم حدد الشنائيتين ( $Ox / Red$ ) الداخلتين في التفاعل.

2.1. أنجز جدولا لتقدم هذا التفاعل.

3.1. بين أن العبارة النظرية للتركيز المولي  $c_0$  تكتب على الشكل:  $c_0 = \frac{2V_f(O_2)}{V \times V_M}$  ، ثم احسب قيمتها.

2. تحديد القيمة التجريبية للتركيز المولي  $c_0$  للماء الأكسجيني التجاري.

نمدد محتوى القارورة 10 مرات لنحصل على محلول مائي ( $S$ ) ممدد تركيزه المولي  $c$ ، ثم نأخذ منه حجما  $V_S = 20 \text{ mL}$  ونضعه في العنصر رقم (2) الموضح في التركيب التجريبي (الشكل 4)، ثم نتابع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني زمنيا بقياس الضغط  $P_{O_2}$  لغاز ثنائي الأكسجين ( $O_2$ ) المنطلق خلال الزمن، النتائج التجريبية مكنت من رسم المنحنى  $P_{O_2} = f(t)$  (الشكل 5).

1.2. اذكر الزجاجة المناسبة لأخذ الحجم  $V_S = 20 \text{ mL}$  من المحلول ( $S$ ).

2.2. كيف نكشف عمليا على غاز ثنائي الأكسجين ( $O_2$ ) المنطلق؟

3.2. سم العناصر المرقمة (الشكل 4).

4.2. باعتبار أن غاز ثنائي الأكسجين  $O_2$  المنطلق داخل العنصر (2) مثاليا حجمه  $1 \text{ L}$  و درجة الحرارة

$T = 294,4 \text{ K}$  ثابتين، جد قيمة التقدم الأعظمي  $x_{\max}$ .

4.2. احسب قيمة  $c$  للمحلول ( $S$ ) ثم استنتج القيمة التجريبية للتركيز المولي  $c_0$  للمحلول التجاري ( $S_0$ ).

5.2. هل الماء الأكسجيني التجاري في القارور محضر حديثا؟ علل.

6.2. عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ ، ثم بين أن:  $P_{O_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(O_2)}{2}$  حيث  $P_f(O_2)$  هو ضغط غاز ثنائي الأكسجين في المنطلق نهاية التفاعل، حدد قيمة  $t_{1/2}$  بـ بيانيا.

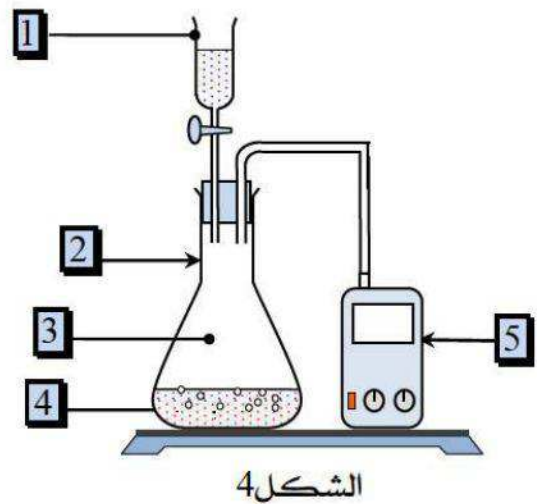
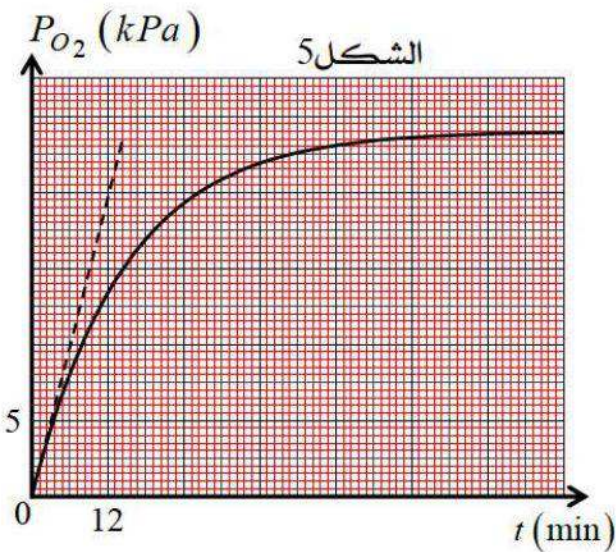
7.2. بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل التالي:  $v_{vol}(t) = 2 \times 10^{-5} \times \frac{dP_{O_2}}{dt}$ ، ثم

احسب قيمتها الأعظمية.

8.2. نعيد التجربة بإضافة قطرات من كلور الحديد الثلاثي ( $Fe^{3+} + 3Cl^-$ ) الذي يعتبر وسيطا في هذا التفاعل.

1.8.2. عرف الوسيط مع ذكر نوع الوساطة المستعملة.

2.8.2. ما تأثير ذلك على قيمة كل من  $t_{1/2}$  و  $v_{vol}(t)$ ؟



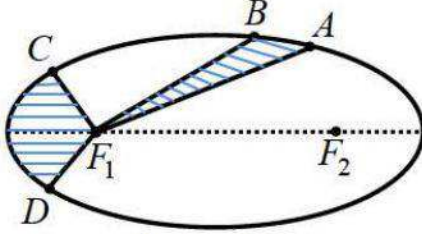
انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 05 من 08 إلى الصفحة 08 من 08).

الجزء الأول: (13 نقطة).

التمرين الأول: (06 نقاط)



الشكل 1

I- يمثل الشكل 1 مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس (S)، يستغرق الكوكب P نفس المدة الزمنية  $\Delta t$  في قطع المسافتين AB و CD.

1. اكتب نصي قانوني كبلر الذي يمكن استخلاصه.

2. ماذا يمثل  $F_1$  و  $F_2$  للمسار؟ حدد موقع الشمس في الشكل 1.

1.3. بين أن السرعة المدارية للكوكب P تكون أكبر عند اقترابه من الشمس (S).

2.3. ماذا نعني بنقطة الحضيض  $N_1$  ونقطة الأوج  $N_2$ ؟ عينهما على الشكل 1.

3.3. مثل كيفيا شعاع السرعة المدارية عند  $N_1$  و  $N_2$ .

II- لتبسيط الدراسة نعتبر مسارات الكواكب دائرية نصف قطرها  $r$  بحيث تقع الشمس (S) في مركزها.

1.1. حدد مرجعا مناسباً لدراسة حركة الكوكب P. ثم عرفه.

2.1. مثل كيفيا شعاع القوة  $\vec{F}_{S/P}$  التي تؤثر بها الشمس (S) على الكوكب P، ثم اكتب عبارة شدتها  $F_{S/P}$  بدلالة كتلة الشمس  $M_S$  و كتلة الكوكب  $m_P$  وثابت الجذب العام  $G$  ونصف قطر المسار الدائري  $r$ .

3.1. باستعمال التحليل البعدي حدد وحدة ثابت الجذب العام  $G$  في جملة الوحدات الدولية.

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب P الذي نعتبره نقطة مادية في المرجع المختار:

1.2. جد عبارة السرعة المدارية للكوكب  $G$  و  $M_S$  و  $r$ .

2.2. عرف الدور المداري  $T$  للكوكب، ثم جد عبارته بدلالة  $G$  و  $M_S$  و  $r$ .

3.2. استنتج عبارة القانون الثالث لكبلر.

3. يعطي الجدول التالي مميزات حركة بعض هذه الكواكب حول الشمس:

| الكوكب | نصف قطر المسار $r (\times 10^6 \text{ km})$ | الدور المداري $T$ | $\frac{T^2}{r^3} (s^2.m^{-3})$ |
|--------|---------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| الزهرة | 108,2                                       | 224 j 16 h        |                                |
| الأرض  | 149,6                                       | 365 j 06 h        |                                |
| زحل    | 227,9                                       | 686 j 22 h        |                                |

1.3. اكمل الجدول، ماذا تستنتج؟

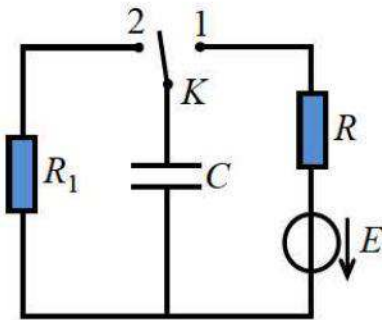
2.3. احسب كتلة الشمس  $M_S$ .

معطيات:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ SI}$  ،  $1 j = 24 h$  ،  $\pi^2 = 10$ .

## التمرين الثاني: (07 نقاط)

تستعمل المكثفات و النواقل الأومية في الكثير من الأجهزة الكهربائية، و تختلف وظائف هذه التراكيب حسب كيفية ربطها و مجال استعمالها.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد سعة المكثفة و مقاومة الناقل الأومي.



أخذنا من علبة كهربائية مكثفة فارغة سعتها  $C$  غير واضحة و مدون عليها الكتابة ( $50V$ ) وناقل أومي مقاومته  $R_1$  مجهولة وناقل أومي مقاومته  $R = 20k\Omega$  ، من أجل تحديد كل من قيمة  $R_1$  و  $C$  نحقق التركيب التجريبي المقابل الذي يتكون من العناصر الكهربائية السابقة و:

- مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية  $E$

- بادلة كهربائية  $K$ .

- راسم اهتزاز ذو ذاكرة.

### I- تحديد السعة $C$ للمكثفة.

عند اللحظة  $t = 0$  نضع البادلة  $K$  في الوضع 1 ، ونشاهد على شاشة راسم الاهتزاز ذو ذاكرة المنحنى البياني  $u_R = f(t)$  لتطور التوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي ذو المقاومة  $R$  خلال الزمن (الشكل 2).

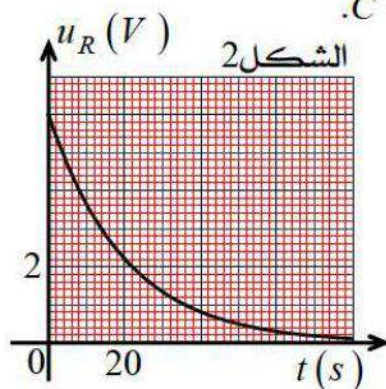
- 1.1. ماذا تعني الكتابة ( $50V$ ) المدونة على المكثفة ؟ ، كيف يمكنك عمليا التأكد أن المكثفة فارغة ؟
- 1.2. انقل الدارة المدروسة الدارة مبينا عليها جهة التيار الكهربائي  $i$  و بأسهم جهة التوترات الكهربائية ، وكيفية ربط راسم الاهتزاز لمشاهدة البيان  $u_R = f(t)$ .

1.2. اكتب المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي  $u_R(t)$  بين طرفي الناقل الأومي  $R$ .

2.2. المعادلة التفاضلية تقبل العبارة  $u_R(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}}$  حلالها حيث يطلب تحديد عبارة ثابت الزمن  $\tau$ .

1.3. اعتمادا على المنحنى البياني  $u_R = f(t)$  حدد قيمة كل من القوة المحركة الكهربائية  $E$  للمولد و ثابت الزمن  $\tau$ .

2.3. تحقق أن قيمة سعة المكثفة  $C = 1mF$ .



### II- تحديد قيمة المقاومة $R_1$ للناقل الأومي.

بعد شحن المكثفة السابقة كليا و عند اللحظة  $t = 0$  نضع البادلة  $K$  في الوضع 2 ، واعتمادا على النتائج التجريبية تم رسم المنحنى البياني  $E_C = g(t)$  لتطور الطاقة المخزنة في المكثفة خلال الزمن (الشكل 3).

- 1.1. ماهي الظاهرة التي تحدث للمكثفة ؟
- 2.1. بين أن المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي  $u_C(t)$  بين طرفي المكثفة تكتب على الشكل التالي:

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_1} u_C(t) = 0$$

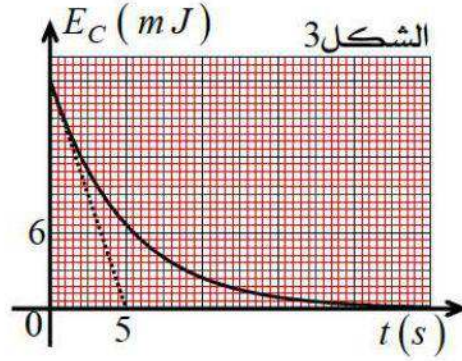
حيث ثابت الزمن  $\tau_1$  المميز للدائرة يطلب تحديد عبارته.

1.2. العبارة الزمنية للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة هي  $u_C(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau_1}}$  ، اكتب العبارة الزمنية للطاقة المخزنة في المكثفة ثم استنتج عبارة الطاقة الابتدائية  $E_{C_0}$ .

1.3. بين أن المماس للبيان في اللحظة  $t = 0$  يقطع محور الأزمنة عند اللحظة  $t = \frac{\tau_1}{2}$  ، ثم استنتج قيمة  $\tau_1$ .

2.3. احسب قيمة المقاومة  $R_1$  ، تحقق من قيمة  $E$  القوة المحركة الكهربائية للمولد.

3.3. احسب قيمة الطاقة  $E_{R_1}$  المحولة للناقل الأومي  $R_1$  عند اللحظة  $t = \frac{\tau_1}{2}$  . على أي شكل صرفت.



الجزء الثاني: (07 نقاط).

### التمرين التجريبي:

حمض الميثانويك  $HCOOH$  ، المعروف بـ حمض النمل سائل لاذع و حارق يوجد طبيعيا في جسم النمل الأحمر، تستعمله للدفاع عن نفسها.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء و دراسة تفاعله مع كحول.

معطيات:

كل القياسات تمت عند درجة الحرارة  $\theta = 25^\circ C$  ، نهمل التشرذ الذاتي للماء.

$$\lambda(H_3O^+) + \lambda(HCOO^-) = 41 \times 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1} , \quad M(HCOOH) = 46 g \cdot mol^{-1}$$

الجزء الأول: دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

نذيب كتلة قدرها  $m$  من حمض الميثانويك  $HCOOH$  النقي في حجم  $V = 100 mL$  من الماء المقطر ، للحصول على محلول مائي حمضي  $(S_a)$  لحمض الميثانويك تركيزه المولي  $c_a$  ، قمنا بقياس الناقلية النوعية بجهاز قياس الناقلية النوعية عند حالة التوازن فوجدنا  $\sigma_f = 48,38 m S \cdot m^{-1}$ .

1.1. اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

2.1. أنشئ جدول تقدم التفاعل.

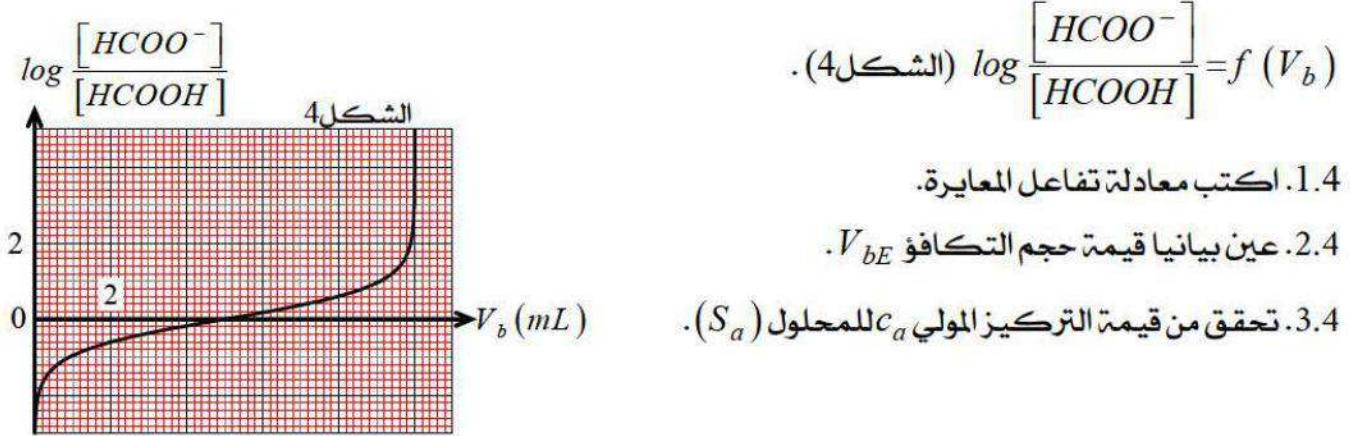
3.1. اكتب عبارة  $[H_3O^+]_f$  بدلالة  $\sigma_f$  و  $\lambda(H_3O^+)$  و  $\lambda(HCOO^-)$  ثم احسب قيمة  $[H_3O^+]_f$ .

1.2. النسبة النهائية لتقدم التفاعل هي:  $\tau_f = 11,8 \times 10^{-2}$  . ماذا تستنتج؟

2.2. جد قيمة التركيز المولي  $c_a$  ثم احسب قيمة الكتلة  $m$ .

3. احسب قيمة كل من ثابتي الحموضة  $Ka$  و  $pKa$  للثنائية  $(HCOOH/HCOO^-)$ .

4. للتحقق من قيمة التركيز المولي  $c_a$  نعاير حجما  $V_a = 20\text{mL}$  من المحلول الحمضي ( $S_a$ ) السابق بواسطة محلول مائي أساسي ( $S_b$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) تركيزه المولي  $c_b = 2 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  باستخدام المعايرة الـ  $\text{pH}$  مترية ، النتائج التجريبية مكنت من رسم المنحنى البياني



الجزء الثاني: دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع كحول.

باستعمال تقنية التسخين المرتد ، نمزج  $n_0 = 1\text{mol}$  من حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  و  $n_0 = 1\text{mol}$  من الكحول  $\text{CH}_3\text{OH}$  مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز.

1.1. حدد أهمية استعمال التقنية المذكورة .

2.1. ما لهدف من إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز؟

1.2. اكتب معادلة تفاعل الأسترة الحادث ثم اعط الاسم النظامي لكل من الكحول والأستر الناتج.

2.2. اعتمادا على جدول تقدم التفاعل بين أن عبارة تقدم التفاعل النهائي  $x_f$  تكتب:  $x_f = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$

حيث:  $K$  ثابت التوازن للتفاعل.

3.2. استنتج عبارة مردود تفاعل الأسترة  $r$  ، ثم احسب قيمته.

انتهى الموضوع الثاني

بالتوفيق للجميع في شهادة البكالوريا

I- دراسة التفكك النووي للبلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  المشع حسب النمط  $\alpha$ .

1.1. تعريف ظاهرة النشاط الإشعاعي: هي ظاهرة طبيعية تلقائية تحدث للنواة المشعة غير مستقرة فتنتج نواة أكثر استقرار مع انبعاث إشعاعات  $(\beta^+, \beta^-, \alpha)$ .

2.1. خصائص النشاط الإشعاعي التلقائي: تلقائي - عشوائي - حتمي - لا يتأثر بعوامل الضغط ودرجة الحرارة.

3.1. معادلة التفكك النووي للبلوتونيوم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  مع تحديد الرمز الكامل للنواة الناتجة:

$$\begin{cases} A = 239 - 4 = 235 \\ Z = 94 - 2 = 92 \end{cases} \quad \text{لدينا: } ^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^A_Z\text{X} + ^4_2\text{He} \quad \text{بتطبيق قانوني الانحفاظ لصودي نجد:}$$

$$\text{أي: } ^{235}_{92}\text{X} \text{ هي } ^{235}_{92}\text{U} \text{ ونكتب: } ^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{235}_{92}\text{U} + \alpha$$

1.2. قانون التناقص الإشعاعي  $N(t)$  بدلالة  $\lambda$  و  $N_0$  والزمن  $t$ :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

2.2. تعريف زمن نصف العمر  $t_{1/2}$ : هو الزمن الضروري لتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الابتدائية.

$$\text{- تبيان أن } t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \quad \text{لدينا: } N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{ولما } t_{1/2} \text{ نجد: } N(t_{1/2}) = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \quad \text{ومنه نجد:}$$

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \quad \text{أي: } e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2} \quad \text{وبإدخال } \ln(\ ) \text{ نجد: } \lambda t_{1/2} = \ln(2) \quad \text{إذن: } t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

3.2. حساب عدد الأنوية الابتدائية  $N_0$  في العينة المشعة:

$$\text{من العلاقة } \frac{m_0}{M} = \frac{N_0}{N_A} \quad \text{نجد: } N_0 = \frac{m_0 \times N_A}{M} = \frac{1 \times 6,02 \times 10^{23}}{239} = 2,5 \times 10^{21} \text{ Noyaux}$$

1.3. تحديد قيمة  $t_{1/2}$  بيانيا: لدينا:  $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$  ومنه:  $\frac{N(t_{1/2})}{N_0} = \frac{1}{2} = 0,5$  أي: هي فاصلة النقطة ذات

$$\text{الترتيبة } 0,5 \quad \frac{N(t_{1/2})}{N_0} = 0,5 \quad \text{ومن البيان نقراً: } t_{1/2} = 24,1 \times 10^3 \text{ ans}$$

$$\text{حساب ثابت النشاط التفكك } \lambda: \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{(24,1 \times 10^3 \times 365 \times 24 \times 3600)} = 9,12 \times 10^{-13} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{2.3. حساب قيمة } A_0: A_0 = \lambda N_0 = 9,12 \times 10^{-13} \times 2,5 \times 10^{21} = 2,28 \times 10^9 \text{ Bq}$$

3.3. تحديد بيانيا قيمة الزمن  $t$  اللازم لكي يتبقى 25% من عدد الأنوية المشعة الابتدائية  $N_0$ :

$$\text{لدينا: } N(t) = 25\% N_0 \quad \text{ومنه: } \frac{N(t)}{N_0} = \frac{25}{100} = 0,25 \quad \text{ومن البيان نقراً: } t = 2t_{1/2} = 48,2 \times 10^3 \text{ ans}$$

II- 1.1. قيمة  $x$ : لدينا:  $x = 94$

$$\begin{cases} y = 239 + 1 - (135 + 102) = 3 \\ Z = 94 - 42 = 52 \end{cases} \quad \text{قيمتي } y \text{ و } Z: \text{ بتطبيق قانوني الانحفاظ لصودي نجد:}$$

$$\text{2.1. معادلة تفاعل إنشطار نواة البلوتونيوم } ^{239}_{94}\text{Pu} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{135}_{52}\text{Te} + ^{102}_{42}\text{Mo} + 3^1_0\text{n}$$

$$\text{3.1. } \Delta E_1 = E_l(^{239}_{94}\text{Pu}): \text{ تمثل طاقة الربط لنواة } ^{239}_{94}\text{Pu}$$

$$\text{قيمة } \Delta E_1: \Delta E_1 = 225382,4 - 223589,9 = 1792,5 \text{ MeV}$$

$$\text{عكس مجموع طاقتي الربط للنواتين } ^{135}_{52}\text{Te} \text{ و } ^{102}_{42}\text{Mo}: \Delta E_2 = -E_l(^{135}_{52}\text{Te}) - E_l(^{102}_{42}\text{Mo})$$

$$\Delta E_2 = -(8,3 \times 135) - (8,6 \times 102) = -1997,7 \text{ MeV} : \Delta E_2 \text{ قيمة}$$

$$E_1 \left( {}^{239}_{94}\text{Pu} \right) = \Delta E_1 = 1792,5 \text{ MeV} : E_1 \left( {}^{239}_{94}\text{Pu} \right) \text{ استنتاج طاقة الربط}$$

$$\frac{E_1 \left( {}^{239}_{94}\text{Pu} \right)}{A} = \frac{1792,5}{239} = 7,5 \text{ MeV / nucl} : \text{لدينا: ترتيب الأنوية حسب تزايد استقرارها:}$$

$$\xrightarrow{{}^{239}_{94}\text{Pu} \quad {}^{135}_{52}\text{Te} \quad {}^{102}_{42}\text{Mo}} \text{تزايد الاستقرار} \quad \text{أي:} \quad \frac{E_1 \left( {}^{239}_{94}\text{Pu} \right)}{A} < \frac{E_1 \left( {}^{135}_{52}\text{Te} \right)}{A} < \frac{E_1 \left( {}^{102}_{42}\text{Mo} \right)}{A}$$

نعم يتوافق ذلك مع تعريف الإنشطار النووي لأنه نتجت نواتين أخف أكثر استقرار بعد قذف نواة ثقيلة غير مستقرة بنوترون.

2.2. حساب الطاقة المحررة  $E_{lib}$  من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239 بوحدة MeV ثم بوحدة الجول (J):

$$E_{lib} = |\Delta E| = |\Delta E_1 + \Delta E_2| = |1792,5 - 1997,7| = 205,2 \text{ MeV}$$

$$E_{lib} = 205,2 \times 1,6 \times 10^{-13} = 3,3 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$E_e = P \Delta t = 30 \times 10^6 \times 10 \times 24 \times 3600 = 25,92 \times 10^{12} \text{ J} : E_e \text{ قيمة الطاقة الكهربائية}$$

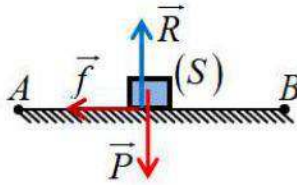
$$E = \frac{E_e}{r} = \frac{25,92 \times 10^{12}}{0,3} = 8,64 \times 10^{13} \text{ J} \text{ ومنه: } r = \frac{E_e}{E} \text{ لدينا: قيمة الطاقة الكلية } E$$

$$E = N E_{lib} = \frac{m N_A}{M} E_{lib} : \text{لدينا: حساب قيمة الكتلة } m$$

$$m = \frac{E M}{N_A E_{lib}} = \frac{8,64 \times 10^{13} \times 239}{(6,02 \times 10^{23} \times 3,3 \times 10^{-11})} = 1039,44 \text{ g} \approx 1,04 \text{ kg} \text{ ومنه:}$$

التمرين الثاني: (06 نقاط)

الجزء الأول: دراسة حركة الجسم الصلب (S) على مستو أفقي (AB).



1.1. المرجع المناسب لدراسة حركة الجسم (S) هو: المرجع السطحي الأرضي، نعتبره

غالبًا لأن مدة حركة الجسم أقل بكثير من مدة دوران حول محورها.

2.1. تمثيل كيفية القوى الخارجية المطبقة على الجسم (S):

3.1. تبين أن  $v^2 = 2ax + v_A^2$ : بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (الجسم) بين الموضعين A و موضع

$$\frac{1}{2}mv_A^2 - |f \cdot x \cdot \cos(180)| = \frac{1}{2}mv^2 \text{ ومنه: } E_{C_A} - |W(\vec{f})| = E_C \text{ نجد: كيفي من المسار (AB)}$$

$$\text{ومنه: } v^2 = -\frac{2f}{m}x + v_A^2, \text{ عبارة التسارع } a \text{ هي: } a = -\frac{f}{m}$$

$$1.2. \text{رسم البيان } v^2 = g(x)$$

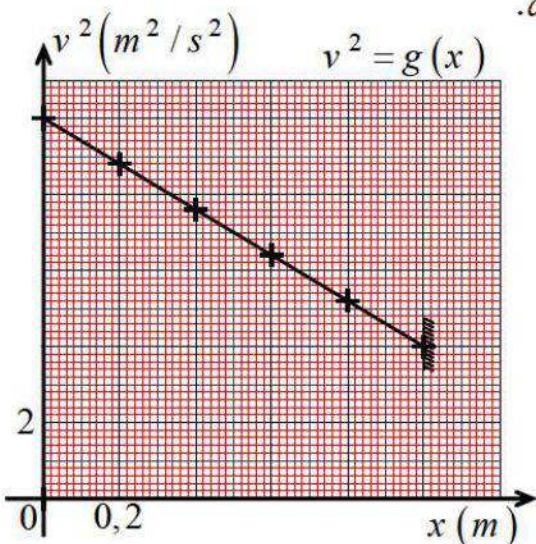
$$2.2. \text{المعادلة الرياضية للبيان } v^2 = g(x)$$

البيان خط مستقيم مائل لا يمر من المبدأ معادلته:  $v^2 = dx + c$

$$\text{حيث: } d = \frac{\Delta v^2}{\Delta x} = \frac{10 - 1,6}{0 - 1,4} = -6 \text{ m.s}^{-2} \text{ و } c = 10 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$$

قيمة كل من تسارع الحركة  $a$  و  $v_A$ : بالمطابقة بين العلاقة النظرية

$$2a = d = -6 \text{ m.s}^{-2} \text{ والعلاقة البيانية نجد: } v^2 = 2ax + v_A^2$$



أي:  $a = \frac{-6}{2} = -3 \text{ m.s}^{-2}$  ، ونجد كذلك:  $v_A^2 = c = 10 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$  أي:  $v_A = \sqrt{10} = 3,16 \text{ m.s}^{-1}$

استنتاج قيمة  $f$ : لدينا:  $a = -\frac{f}{m}$  ومنه:  $f = -m a = -400 \times 10^{-3} \times (-3) = 1,2 \text{ N}$

3.2. تحديد قيمة كل من المسافة  $AB$  و سرعة الجسم عند الموضع  $B$ :

من البيان نقرأ:  $AB = 1 \text{ m}$  ونقرأ كذلك:  $v_B^2 = 4 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$  أي:  $v_B = \sqrt{4} = 2 \text{ m.s}^{-1}$

الجزء الثاني: دراسة حركة قذيفة للجسم الصلب ( $S$ ).

1. دراسة طبيعة حركة الجسم الصلب ( $S$ ) بعد مغادرته الموضع  $B$  في المعلم ( $Bx, By$ ):

الشروط الابتدائية هي:  $x_B = 0$  و  $y_B = 0$  و  $v_{Bx} = v_B$  و  $v_{By} = 0$  حيث:  $v_B = 2 \text{ m.s}^{-1}$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم في المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا نجد:  $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$

ومنه:  $\vec{P} = m \vec{a}$  وبالإسقاط على المحورين ( $Bx$ ) و ( $By$ ) نجد:  $\begin{cases} m a_x = 0 \\ m a_y = P = mg \end{cases}$  حيث:  $m \neq 0$

أي:  $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases}$  ، إذن فالحركة منتظمة وفق المحور الأفقي ( $Bx$ ) ومتسارعة بانتظام وفق المحور الشاقولي ( $By$ ).

2. معادلة المسار  $y = 1,25 x^2$ : لدينا:  $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases}$  ومنه:  $\begin{cases} v_x(t) = v_B \\ v_y(t) = g t \end{cases}$  ومنه:  $\begin{cases} x(t) = v_B t \dots\dots\dots (1) \\ y(t) = \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots (2) \end{cases}$

من (1) نجد:  $t = \frac{x}{v_B}$  وبالتعويض (2) نجد:  $y(x) = \frac{1}{2} g \left( \frac{x}{v_B} \right)^2$  إذن:  $y = \frac{g}{2 v_B^2} x^2$

ت.ع:  $y = \frac{10}{2 \times 4} x^2$  نجد:  $y = 1,25 x^2$

1.3. قيمة المسافة الأفقية  $x_C$ : لدينا:  $y_C = 1,25 x_C^2$  ومنه:  $x_C^2 = \frac{y_C}{1,25}$  أي:  $x_C = \sqrt{\frac{y_C}{1,25}}$

حيث:  $y_C = 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$  ت.ع:  $x_C = \sqrt{\frac{0,45}{1,25}} = 0,6 \text{ m}$

2.3. حساب قيمة كل من  $t_C$ : لدينا:  $t_C = \frac{x_C}{v_B} = \frac{0,6}{2} = 0,3 \text{ s}$

قيمة سرعة الجسم  $v_C$  في الموضع  $C$ : لدينا:  $v_C = \sqrt{v_{Cx}^2 + v_{Cy}^2}$

ولدينا:  $\begin{cases} v_{Cx} = v_B = 2 \text{ m.s}^{-1} \\ v_{Cy} = g t_C = 10 \times 0,3 = 3 \text{ m.s}^{-1} \end{cases}$  أي:  $v_C = \sqrt{(2^2 + 3^2)} = 3,6 \text{ m.s}^{-1}$

التمرين التجريبي (07 نقاط):

1. تحديد القيمة النظرية للتركيز المولي  $c_0$  للماء الأكسجيني التجاري.

1.1. تعريف المرجع: فرد كيميائي يفقد إلكترون  $e^-$  أو أكثر خلال تحول كيميائي.

تحديد الشائيتين ( $Ox / Red$ ) الداخلتين في التفاعل:

- المعادلة النصفية للأكسدة:  $H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-$  الشائية هي: ( $O_2 / H_2O_2$ )

- المعادلة النصفية للإرجاع:  $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$  (ثنائية هي:  $(H_2O_2/H_2O)$ )

2.1. جدول تقدم التفاعل:

| معادلة التفاعل |              | $2H_2O_2(aq) = O_2(g) + 2H_2O(l)$ |            |       |
|----------------|--------------|-----------------------------------|------------|-------|
| الحالة         | تقدم التفاعل | كمية المادة بـ $mol$              |            |       |
| الابتدائية     | $x = 0$      | $n_0$                             | 0          | بوفرة |
| الانتقالية     | $x$          | $n_0 - 2x$                        | $x$        |       |
| النهائية       | $x_{\max}$   | $n_0 - 2x_{\max}$                 | $x_{\max}$ |       |

3.1. تبيان أن العبارة النظرية للتركيز المولي  $c_0$  تكتب على الشكل  $c_0 = \frac{2V_f(O_2)}{V \times V_M}$  ثم حساب قيمتها.

بما أن التفاعل تام فإن:  $n_0 - 2x_{\max} = 0$  ومنه:  $n_0 = 2x_{\max}$  ومنه:  $c_0 V = 2x_{\max}$  أي:  $c_0 = \frac{2x_{\max}}{V}$

ومن جدول تقدم التفاعل نجد:  $x_{\max} = \frac{V_f(O_2)}{V_M} = n_f(O_2)$  إذن:  $c_0 = \frac{2V_f(O_2)}{V \times V_M}$

حيث من المعلومة  $110V$  نقرأ:  $V = 1L$  و  $V_f(O_2) = 110L$  ت.ع:  $c_0 = \frac{2 \times 110}{1 \times 22,4} = 9,82 mol.L^{-1}$

2. تحديد القيمة التجريبية للتركيز المولي  $c_0$  للماء الأكسجيني التجاري.

1.2. الزجاجية المناسبة لأخذ الحجم  $V_S = 20 mL$  من المحلول ( $S$ ) هي: ماصة ذات عيار  $20 mL$  مزودة بإجاصة مص.

2.2. نكشف عمليا على غاز ثنائي الأكسجين ( $O_2$ ) المنطلق: بتقريب عود ثقاب مشتعل منه فيزيد لهب الاشتعال.

3.2. تسمية العناصر المرقمة:

1. قمع زجاجي ، 2. دورق ، 3. غاز ثنائي الأكسجين ، 4. محلول الماء الأكسجيني الممدد ، 5. جهاز قياس الضغط

4.2. قيمة التقدم الأعظمي  $x_{\max}$ :

لدينا من جدول التقدم:  $n_f(O_2) = x_{\max}$  ولدينا:  $P_f(O_2)V_{O_2} = n_f(O_2)RT$

وعليه:  $x_{\max} = n_f(O_2) = \frac{P_f(O_2)V_{O_2}}{RT}$

حيث:  $V_{O_2} = 1L = 10^{-3} m^3$  ، ومن البيان نقرأ:  $P_f(O_2) = 4,8 \times 5 \times 10^3 = 24 \times 10^3 Pa$

وبالتالي:  $x_{\max} = \frac{24 \times 10^3 \times 10^{-3}}{(8,31 \times 294,4)} = 9,81 \times 10^{-3} mol$

4.2. حساب قيمة  $c$  للمحلول ( $S$ ):

عند تفكك الماء الأكسجيني في المحلول الممدد كليا نجد:  $n_0 = 2x_{\max}$  ومنه:  $c V_S = 2x_{\max}$

أي:  $c = \frac{2x_{\max}}{V_S} = \frac{2 \times 9,81 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} = 9,81 \times 10^{-1} mol.L^{-1}$

استنتاج القيمة التجريبية للتركيز المولي  $c_0$  للمحلول التجاري ( $S_0$ ):

نعلم أن:  $F = \frac{c_0}{c}$  ومنه:  $c_0 = c F = 9,81 \times 10^{-1} \times 10 = 9,81 mol.L^{-1}$

5.2. هل الماء الأكسجيني التجاري في القارور محضر حديثا ؟ علل .

القيمة التجريبية لـ  $c_0 = 9,81 mol.L^{-1}$  تساوي بالتقريب القيمة النظرية  $c_0 = 9,82 mol.L^{-1}$  فالماء الأكسجيني الموجود في القارور محضر حديثا.

6.2. تعريف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ : هو الزمن الضروري لبلوغ تقدم التفاعل إلى نصف تقدمه الأعظمي ونكتب:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$$

$$: P_{O_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(O_2)}{2} \text{ تبيان أن}$$

من قانون الغازات المثالية عند لحظة  $t$  نكتب:  $P_{O_2}(t)V_{O_2} = n_{O_2}(t)RT$  ومنه:  $P_{O_2}(t) = \frac{x RT}{V_{O_2}}$

وعند نهاية التفاعل:  $P_f(O_2) = \frac{x_{\max} RT}{V_{O_2}}$  وعند اللحظة  $t = t_{1/2}$  نجد:  $P_{O_2}(t_{1/2}) = \frac{x(t_{1/2})RT}{V_{O_2}}$

$$\text{ومنه: } P_{O_2}(t_{1/2}) = \frac{x_{\max} RT}{2V_{O_2}} \text{ أي: } P_{O_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(O_2)}{2}$$

تحديد بيانيا قيمة زمن نصف التفاعل:

$$P_{O_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(O_2)}{2} = \frac{24 \times 10^3}{2} = 12 \times 10^3 Pa \text{ وبالإسقاط نقرأ: } t_{1/2} = 10,2 \text{ min}$$

7.2. تبيان أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل التالي:  $v_{vol}(t) = 2 \times 10^{-5} \times \frac{dP_{O_2}}{dt}$

نعلم أن:  $v_{vol}(t) = \frac{1}{V_s} \frac{dx}{dt}$  ولدينا:  $P_{O_2}(t)V_{O_2} = x RT$  ومنه:  $x = \frac{P_{O_2} V_{O_2}}{RT}$

$$\text{ومنه: } v_{vol}(t) = \frac{V_{O_2}}{V_s RT} \times \frac{dP_{O_2}}{dt} \text{ وعليه: } v_{vol}(t) = \frac{10^{-3}}{(20 \times 10^{-3} \times 8,31 \times 294,4)} \times \frac{dP_{O_2}}{dt}$$

$$\text{أي: } v_{vol}(t) = 2 \times 10^{-5} \times \frac{dP_{O_2}}{dt}$$

حساب قيمة السرعة الحجمية الأعظمية أي عند اللحظة  $t = 0$ :

$$v_{vol}(t) = 2 \times 10^{-5} \times \frac{dP_{O_2}}{dt} \Big|_{t=0} = 2 \times 10^{-5} \times \frac{(20 - 0) \times 10^3}{12 - 0} = 3,33 \times 10^{-2} mol.L^{-1}.min^{-1}$$

1.8.2. تعريف الوسيط: هو كل ما يزيد من سرعة التفاعل ولا يغير حالة الجملة الكيميائية.

نوع الواسطة المستعملة هي: واسطة متجانسة لأن كلور الحديد الثلاثي  $(aq)(Fe^{3+} + 3Cl^-)$  له نفس الحالة الفيزيائية للماء الأكسجيني  $(aq)H_2O_2$ .

2.8.2. الوسيط: يرفع من قيمة السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{vol}(t)$ ، وبالتالي تنقص قيمة زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

I- 1. نصا قانونا كبلر الذي يمكن استخلاصه:

القانون الأول لكبلر (قانون المسارات): "في المرجع الهيليومركزي، يتحرك مركز عطالة الكواكب وفق مدارات إهليلجية تقع الشمس أحد محرقها"

القانون الثاني لكبلر (قانون المساحات): "في المرجع الهيليومركزي يمسح الشعاع الرابط بين مركز الشمس والكوكب مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية"

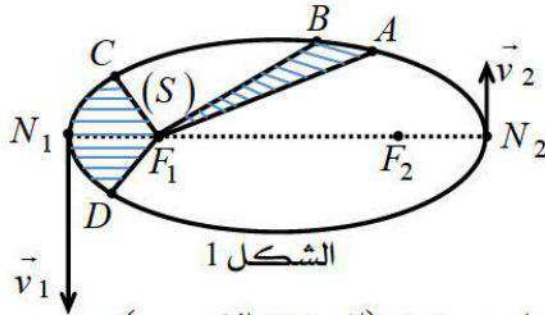
2. يمثل  $F_1$  و  $F_2$  محراقي المسار الإهليلجي، مركز الشمس منطبق على المحرق  $F_1$  في الشكل 1.

1.3. تبين أن السرعة المدارية للكوكب  $P$  تكون أكبر عند اقترابه من الشمس  $(S)$ :

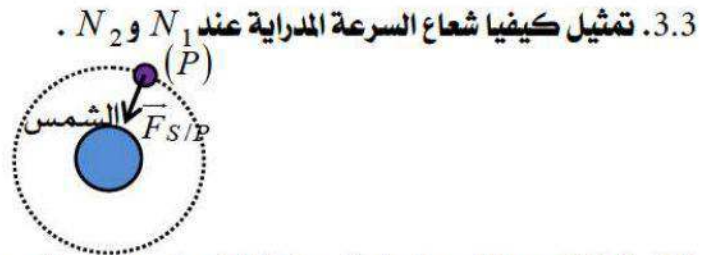
نعلم أن:  $CD > AB$  بالقسمة على نفس القيمة  $\Delta t$  نجد:  $\frac{CD}{\Delta t} > \frac{AB}{\Delta t}$ ، نلاحظ أن السرعة المتوسطة للكوكب بين الموضعين  $C$  و  $D$  أكبر منها بين الموضعين  $A$  و  $B$ ، وبالتالي سرعة الكوكب تكون أكبر عند اقترابه من الشمس.

2.3. نقطة الحضيض  $N_1$ : هي أقرب نقطة من المسار الإهليلجي للكوكب من الشمس، حيث تكون سرعة الكوكب أكبر قيمة.

نقطة الأوج  $N_2$ : هي أبعد نقطة من المسار الإهليلجي للكوكب من الشمس، حيث تكون سرعة الكوكب أصغر قيمة.



الشكل 1



3.3. تمثيل كيفيا شعاع السرعة المدارية عند  $N_2$  و  $N_1$ .

II- 1.1. المرجع المناسب لدراسة حركة الكوكب  $P$  هو: المرجع الهيليومركزي (المركزي الشمسي).

تعريفه: مرجع غاليلي مبداه مركز الشمس، مزود بمعلم غاليلي محاوره الثلاثة تتجه نحو ثلاثة نجوم ثابتة، تدرس بالنسبة إليه حركة الكواكب والمذنبات...

2.1. تمثيل كيفيا شعاع القوة  $\vec{F}_{S/P}$  التي تؤثر بها الشمس  $(S)$  على الكوكب  $P$ : انظر الشكل.

عبارة الشدة  $F_{S/P}$  بدلالة  $M_S$  و  $m_P$  و  $G$  و  $r$ : حسب قانون الجذب العام لنيوتن نكتب:  $F_{S/P} = G \frac{m_P M_S}{r^2}$ .

3.1. وحدة ثابت الجذب العام  $G$  في جملة الوحدات الدولية: لدينا:  $F_{S/P} = G \frac{m_P M_S}{r^2}$  ومنه:  $G = \frac{F_{S/P} r^2}{m_P M_S}$

ومنه:  $[G] = \frac{[F_{S/P}][r]^2}{[m_P][M_S]} = \frac{[M][L][T]^{-2}[L]^2}{[M]^2} = [L]^3[M]^{-1}[T]^{-2}$  أي وحدة  $G$  هي:  $m^3 kg^{-1} s^{-2}$ .

1.2. عبارة السرعة المدارية للكوكب  $G$  و  $M_S$  و  $r$ : بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب  $(P)$  في المرجع الهيليومركزي الذي نعتبره غاليليا نجد:  $\sum \vec{F}_{ext} = m_P \vec{a}$  ومنه:  $\vec{F}_{S/P} = m_P \vec{a}$  وبالإسقاط وفق المحور

الناظمي الموجه نحو مركز الشمس نجد:  $m_P a = F_{S/P}$  ومنه:  $m_P \frac{v^2}{r} = \frac{G m_P M_S}{r^2}$

ومنه:  $v^2 = \frac{GM_S}{r}$  وبالتالي:  $v = \sqrt{\frac{GM_S}{r}}$

2.2. تعريف الدور المداري  $T$  للكوكب: هي المدة الزمنية التي يستغرقها الكوكب لإنجاز دورة كاملة حول مركز الشمس.

عبارة الدور المداري  $T$  بدلالة  $G$  و  $M_s$  و  $r$ : نعلم أن:  $T = \frac{2\pi r}{v}$  ولدينا:  $v = \sqrt{\frac{GM_s}{r}}$  ومنه:  $T = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM_s}{r}}}$

أي:  $T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM_s}}$  إذن:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_s}}$

3.2. استنتاج عبارة القانون الثالث لكبلر:

لدينا:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_s}}$  ومنه:  $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_s}$  أي:  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_s} = k$

3.3. اكمال الجدول:

| الكوكب | نصف قطر المسار $r (\times 10^6 km)$ | الدور المداري $T$ | $\frac{T^2}{r^3} (s^2.m^{-3})$ |
|--------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| الزهرة | 108,2                               | 224 j 16 h        | $2,97 \times 10^{-19}$         |
| الأرض  | 149,6                               | 365 j 06 h        | $2,97 \times 10^{-19}$         |
| زحل    | 227,9                               | 686 j 22 h        | $2,97 \times 10^{-19}$         |

الدور المداري  $T$  يقدر بوحدة الثانية  $s$  ونصف القطر  $r$  يقدر بوحدة المتر  $m$ .

مثال بالنسبة لكوكب الزهرة:  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{[(224 \times 24) + 16] \times 3600}{(108,2 \times 10^6 \times 10^3)^3} = 2,97 \times 10^{-19} s^2.m^{-3}$

من نتائج الجدول نجد:  $\frac{T^2}{r^3} = k = 2,97 \times 10^{-19} s^2.m^{-3}$ ، نستنتج أن قانون الثالث لكبلر محقق.

2.3. حساب كتلة الشمس  $M_s$ :

لدينا:  $\frac{4\pi^2}{GM_s} = k$  ومنه:  $M_s = \frac{4\pi^2}{Gk}$  ت-ع:  $M_s = \frac{4 \times 10}{6,67 \times 10^{-11} \times 2,97 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{30} kg$

التمرين الثاني: (07 نقاط)

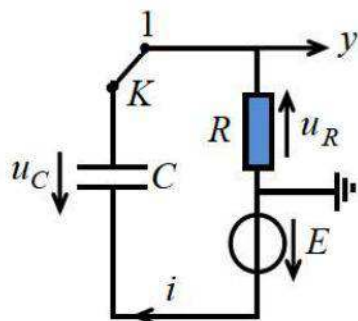
I- تحديد السعة  $C$  للمكثفة.

1.1. الكتابة (50V) المدونة على المكثفة تعني: أكبر قيمة للتوتر الكهربائي التي تتحملها المكثفة خلال شحنها ويسمى توتر التخريب.

يمكن التأكد عمليا أن المكثفة فارغة بربط جهاز فولطمتر بين طرفيها فيشير إلى قيمة معدومة للتوتر الكهربائي.

2.1. تبيان على الدارة المدروسة جهة  $i$  وبأسهم جهة التوترات

الكهربائية، وكيفية ربط راسم الاهتزاز لمشاهدة  $u_R = f(t)$ :



1.2. المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي  $u_R(t)$  بين طرفي الناقل الأومي  $R$ :

بتطبيق قانون جمع التوترات الكهربائية نجد:  $u_R(t) + u_C(t) = E$  ومنه:  $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{du_C(t)}{dt} = 0$

ولدينا:  $u_R(t) = Ri = RC \frac{du_C(t)}{dt}$  ومنه:  $\frac{du_C(t)}{dt} = \frac{1}{RC} u_R(t)$  أي:  $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{RC} u_R(t) = 0$

2.2. تحديد عبارة ثابت الزمن  $\tau$  علماً أن  $u_R(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}}$  هي عبارة الحل: لدينا:  $\frac{du_R(t)}{dt} = -\frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$

وبالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد:  $-\frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{RC} E e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$  ومنه:  $E e^{-\frac{t}{\tau}} \left( -\frac{1}{\tau} + \frac{1}{RC} \right) = 0$

أي:  $-\frac{1}{\tau} + \frac{1}{RC} = 0$  وبالتالي نجد:  $\tau = RC$

1.3. تحديد من البيان  $u_R = f(t)$  قيمة كل من:

القوة المحركة الكهربائية  $E$ : لدينا:  $u_R(0) = E e^0 = E$  وبالتالي من البيان لما  $t = 0$  نقراً:  $E = 6V$   
ثابت الزمن  $\tau$ : لدينا:  $u_R(\tau) = 0,37E = 0,37 \times 6 = 2,22V$  ومن البيان نقراً:  $\tau = 20s$

2.3. التحقق أن سعة المكثفة  $C = 1mF$ : لدينا:  $\tau = RC$  ومنه:  $C = \frac{\tau}{R} = \frac{20}{20 \times 10^3} = 10^{-3} F = 1mF$

II- تحديد قيمة المقاومة  $R_1$  للناقل الأومي.

1.1. الظاهرة التي تحدث للمكثفة هي: التفريغ.

2.1. تبيان أن المعادلة التفاضلية لتطور التوتر  $u_C(t)$  تكتب:  $\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_1} u_C(t) = 0$  ، حيث ثابت الزمن  $\tau_1$  المميز

للدارة يطلب تحديد عبارته: بتطبيق قانون جمع التوترات نجد:  $u_{R_1}(t) + u_C(t) = 0$

نعلم أن:  $u_{R_1}(t) = R_1 i(t) = R_1 C \times \frac{du_C(t)}{dt}$  أي:  $R_1 C \times \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = 0$

إذن:  $\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{R_1 C} u_C(t) = 0$  وبالتالي:  $\tau_1 = R_1 C$

2.1. العبارة الزمنية للطاقة  $E_C(t)$  المخزنة في المكثفة:

نعلم أن:  $E_C(t) = \frac{1}{2} C u_C^2(t)$  ولدينا:  $u_C(t) = E e^{-\frac{t}{\tau_1}}$  إذن:  $E_C(t) = \frac{1}{2} C E^2 e^{-\frac{2t}{\tau_1}}$

استنتاج عبارة الطاقة الابتدائية  $E_{C_0}$ : لما  $t = 0$  نجد:  $E_{C_0} = \frac{1}{2} C E^2$  إذن نكتب:  $E_C(t) = E_{C_0} e^{-\frac{2t}{\tau_1}}$

1.3. تبيان أن المماس للبيان في اللحظة  $t = 0$  يقطع محور الأزمنة عند اللحظة  $t = \frac{\tau_1}{2}$ :

معادلة المماس للمنحنى  $E_C = f(t)$  هي:  $E_C = at + b$

حيث  $a$  يمثل معامل توجيه المماس ويمثل مشتقة عبارة  $E_C$  بالنسبة للزمن نجد:  $a = \frac{dE_C}{dt} = -\frac{CE^2}{\tau_1} e^{-\frac{2t}{\tau_1}}$

وعند اللحظة  $t = 0ms$  نجد:  $a = \left. \frac{dE_C}{dt} \right|_{t=0} = -\frac{CE^2}{\tau_1}$

و  $b$  يمثل نقطة تقاطع المماس لمحور الترتيب ونجد:  $b = E_{C_0} = \frac{1}{2}CE^2$  أي:  $E_C = -\frac{CE^2}{\tau_1}t + \frac{1}{2}CE^2$

ومن البيان نجد ترتيباً نقطة تقاطع المماس مع محور الأزمنة هي:  $E_C = 0$

ومنه:  $-\frac{CE^2}{\tau_1}t + \frac{1}{2}CE^2 = 0$  وعليه:  $\frac{t}{\tau_1} = \frac{1}{2}$  وبالتالي:  $t = \frac{\tau_1}{2}$  وهو المطلوب.

استنتاج قيمة  $\tau_1$ : من البيان نقرأ:  $\frac{\tau_1}{2} = 5s$  ومنه:  $\tau_1 = 2 \times 5 = 10s$

2.3. حساب قيمة المقاومة  $R_1$ : لدينا:  $\tau_1 = R_1C$  ومنه:  $R_1 = \frac{\tau_1}{C} = \frac{10}{10^{-3}} = 10 \times 10^3 \Omega = 10k\Omega$

التحقق من قيمة  $E$  القوة المحركة الكهربائية للمولد: لدينا:  $E_{C_0} = \frac{1}{2}CE^2$  ومنه:  $CE^2 = 2E_{C_0}$

ومنه:  $E^2 = \frac{2E_{C_0}}{C}$  أي:  $E = \sqrt{\frac{2E_{C_0}}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 18 \times 10^{-3}}{10^{-3}}} = 6V$

3.3. حساب الطاقة  $E_{R_1}$  المحولة للناقل الأومي  $R_1$  عند اللحظة  $t = \frac{\tau_1}{2}$ :

لدينا:  $E_{C_0} = E_C + E_{R_1}$  ومنه:  $E_{R_1} = E_{C_0} - E_C$  ومن البيان نقرأ:  $E_{C_0} = 18mJ = 18 \times 10^{-3}J$

ولما  $t = \frac{\tau}{2} = 5s$  نقرأ كذلك:  $E_C = 1,1 \times 6mJ = 6,6mJ = 6,6 \times 10^{-3}J$

إذن:  $E_{R_1} = 18 \times 10^{-3} - 6,6 \times 10^{-3} = 11,4 \times 10^{-3}J$

صرفت هذه الطاقة المحولة في الناقل الأومي: على شكل حرارة بفعل جول.

التمرين التجريبي: (07 نقاط).

الجزء الأول: دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

1.1. معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء:  $HCOOH + H_2O = HCOO^- + H_3O^+$

2.1. جدول تقدم التفاعل:

| حالة     | تقدم التفاعل | $HCOOH + H_2O = HCOO^- + H_3O^+$ |       |       |       |
|----------|--------------|----------------------------------|-------|-------|-------|
| ابتدائية | $x = 0$      | $n_a = c_dV$                     | بوفرة | 0     | 0     |
| انتقالية | $x$          | $n_a - x$                        |       | $x$   | $x$   |
| نهائية   | $x_f$        | $n_a - x_f$                      |       | $x_f$ | $x_f$ |

3.1. عبارة  $[H_3O^+]_f$  بدلالة  $\sigma_f$  و  $\lambda(H_3O^+)$  و  $\lambda(HCOO^-)$ :

لدينا:  $\sigma_f = \lambda(H_3O^+)[H_3O^+]_f + \lambda(HCOO^-)[HCOO^-]_f$  حيث:  $[H_3O^+]_f = [HCOO^-]_f$

ومنه:  $\sigma_f = [\lambda(H_3O^+) + \lambda(HCOO^-)][H_3O^+]_f$

وعليه نجد:  $[H_3O^+]_f = \frac{\sigma_f}{(\lambda(H_3O^+) + \lambda(HCOO^-))}$

$$[H_3O^+]_f = \frac{48,38 \times 10^{-3}}{41 \times 10^{-3}} = 1,18 \text{ mol} / \text{m}^3 = 1,18 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{L} : [H_3O^+]_f \text{ حساب قيمة}$$

1.2. النسبة النهائية لتقدم التفاعل هي:  $\tau_f = 11,8 \times 10^{-2}$

نلاحظ أن:  $\tau_f < 1$  وبالتالي: التفاعل الكيميائي الحاصل غير تام وحمض الميثانويك ضعيف.

2.2. قيمة التركيز المولي  $c_a$ :

$$c_a = \frac{[H_3O^+]_f}{\tau_f} = \frac{1,18 \times 10^{-3}}{11,8 \times 10^{-2}} = 10^{-2} \text{ mol} / \text{L} \quad \text{إذن} \quad \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{c_a}$$

نعلم أن حساب قيمة الكتلة  $m$ :

$$m = c_a V \cdot M = 0,01 \times 100 \times 10^{-3} \times 46 = 46 \times 10^{-3} \text{ g} = 46 \text{ mg} \quad \text{إذن} \quad n_a = c_a V = \frac{m}{M}$$

3. حساب قيمة كل من ثابتي الحموضة  $Ka$  و  $pKa$  للشاينية  $(HCOOH / HCOO^-)$ :

$$Ka = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{c_a - [H_3O^+]_f} = \frac{(1,18 \times 10^{-3})^2}{0,01 - 1,18 \times 10^{-3}} = 1,58 \times 10^{-4}$$

لدينا:

$$pKa = -\log Ka = -\log(1,58 \times 10^{-5}) = 3,8$$

ونعلم أن:

1.4. معادلة تفاعل المعايرة:  $HCOOH + OH^- = HCOO^- + H_2O$

$$pH = pKa + \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

2.4. تعيين بيانيا قيمة حجم التكافؤ  $V_{bE}$ : نعلم أن:

$$\log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 0 \quad \text{أي} \quad pH = pKa$$

وعند نقطة نصف التكافؤ يتحقق:

$$V_{bE} = 10 \text{ mL} \quad \text{أي} \quad \frac{V_{bE}}{2} = 5 \text{ mL}$$

3.4. التحقق من قيمة التركيز المولي  $c_a$  لـ  $(S_a)$ :

عند التكافؤ يتحقق مزيجا ستكيوميتريا:  $c_a V_a = c_b V_{bE}$

$$\text{أي:} \quad c_a = \frac{c_b V_{bE}}{V_a} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 10}{20} = 10^{-2} \text{ mol} / \text{L}$$

إذن القيمة صحيحة.

الجزء الثاني: دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع كحول.

1.1. أهمية استعمال التقنية المذكورة: تسريع التفاعل والمحافظة على كميات المادة للأنواع الكيميائية في المزيج التفاعلي من الضياع.

2.1. الهدف من إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز هو: تسريع تفاعل الأسترة.

1.2. معادلة تفاعل الأسترة الحادث:  $HCOOH + CH_3OH = HCOOCH_3 + H_2O$

الاسم النظامي للكحول: ميثانول

الاسم النظامي للأستر الناتج: ميثانوات الميثيل

| الحالة     | $HCOOH + CH_3OH = HCOOCH_3 + H_2O$ |                       |       |       |
|------------|------------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| الابتدائية | $n_0 = 1 \text{ mol}$              | $n_0 = 1 \text{ mol}$ | 0     | 0     |
| الانتقالية | $n_0 - x$                          | $n_0 - x$             | $x$   | $x$   |
| النهائية   | $n_0 - x_f$                        | $n_0 - x_f$           | $x_f$ | $x_f$ |

تبيان أن عبارة تقدم التفاعل النهائي  $x_f$  تكتب:  $x_f = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$  حيث  $K$  ثابت التوازن للتفاعل:

$$K = \frac{[HCOOCH_3]_f \cdot [H_2O]_f}{[HCOOH]_f \cdot [CH_3OH]_f} = \frac{n_f(HCOOCH_3) \cdot n_f(H_2O)}{n_f(HCOOH) \cdot n_f(CH_3OH)}$$

لدينا عبارة ثابت التوازن:

$$K = \frac{x_f^2}{(1-x_f)^2} \quad \text{ومنه} \quad \sqrt{K} = \frac{x_f}{(1-x_f)} \quad \text{ومنه} \quad \sqrt{K} - \sqrt{K}x_f = x_f$$

$$\sqrt{K} = x_f + x_f \sqrt{K} \quad \text{ومنه} \quad \sqrt{K} = x_f (1 + \sqrt{K}) \quad \text{وبالتالي:} \quad x_f = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

$$r = \frac{x_f}{x_{\max}} 100 = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} 100 = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} 100 \quad \text{لدينا:} \quad 3.2. \text{ استنتاج عبارة المردود:}$$

$$r = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} 100 \quad \text{حساب قيمة المردود:} \quad \text{حيث:} \quad K = 4 \quad \text{لأن الكحول أولي.}$$

$$r = \frac{\sqrt{4}}{1 + \sqrt{4}} 100 = 66,6\% \approx 67\% \quad \text{فنجند:}$$

بالتوفيق للجميع في شهادة البكالوريا