وزارة التربيـة الوطنيـة

ثانوية: سليماني جلول تاشتة بولاية عين الدفلى
السنة الدراسية : 2023 - 2024

امتحان بكالوريا تجريبي
دورة: ماي 2024.

الشعبة : علوم تجريبية

امتحان في مادة: العلوم الفيزيائية
المدة: 03 سا و 30 د

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 $\left({}_{94}Pu\right)$ هو معدن ثقيل جدا و كثافته 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* ـ دراسة التفكك النووي للبلوتونيوم 239 $\left({}^{239}Pu\right)$ المشع حسب النمط** α .

1.1. عرف ظاهرة النشاط الإشعاعي.

2.1. أذكر خصائص النشاط الإشعاعي التلقائي.

3.1. اكتب معادلة التفكك النووي للبلوتونيوم 239 مع تحديد الرمز الكامل للنواة الناتجة.

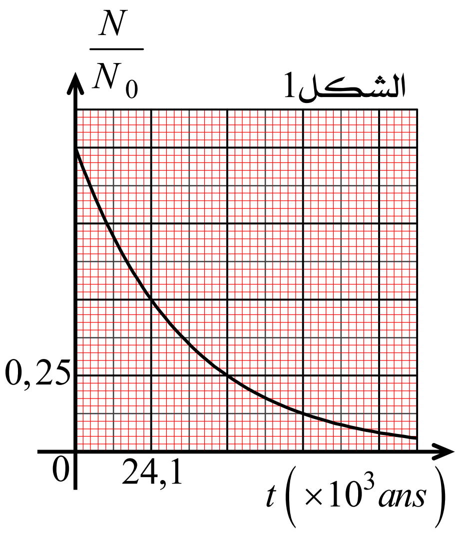
2 . عينة من الأنوية المشعة للبلوتونيوم 239 كتلتها الابتدائية $m_0 = 1g$ ونشاطها الإشعاعي الابتدائي A_0 .

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

2.2. عرف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ، ثم بين أنه يكتب: $t_{1/2} = \dfrac{ln\left(2\right)}{\lambda}$.

3.2. احسب عدد الأنوية الابتدائية N_0 في العينة المشعة.

3. دراسة العينة المشعة السابقة مكنت من رسم المنحنى البياني $\dfrac{N}{N_0} = f\left(t\right)$ (الشكل1).



1.3. اعتمادا على البيان حدد قيمة $t_{1/2}$ ، ثم احسب قيمة λ .

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* ـ دراسة الإنشطار النووي لنواة البلوتونيوم 239 $\left({}^{239}Pu\right)$.**

البلوتونيوم 239 $\left({}^{239}Pu\right)$ القابل للإنشطار النووي، حيث يستعمل كوقود لمحركات بعض الغواصات النووية.

الشكل2 يمثل مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل إنشطار نواة البلوتونيوم $\left({}^{239}Pu\right)$.

1.1. جد قيمة كل من: x و Z و y .

2.1. اكتب معادلة تفاعل إنشطار نواة البلوتونيوم 239 .

3.1. ماذا تمثل كل من ΔE_1 و ΔE_2 ؟ احسب قيمة كل منهما.

4.1. استنتج طاقة الربط $\left({}^{239}_{94}Pu\right)$ E_l لنواة البلوتيونيوم 239.

1.2. رتب الأنوية ${}^{102}_{42}Mo$ و ${}^{239}_{94}Pu$ و ${}^{135}_{Z}Te$ 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 البلوتونيوم239 بوحدة MeV ثم بوحدة الجول (J).

3. غواصة نووية استطاعتها الكهربائية $P = 30MW$ تستهلك كتلة قدرها m من البلوتونيوم239 بمردود طاقوي $r = 30\%$ 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

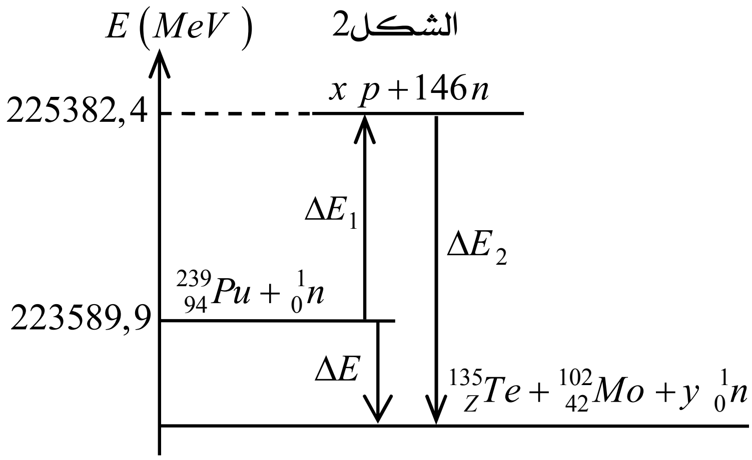
$1MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$

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

$\frac{E_l}{A}\left({}^{135}_{Z}Te\right) = 8,3 \frac{MeV}{nucléon}$

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

الشكل2



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

التمرين الثاني: (06 نقاط)

يطبق القانون الثاني لنيوتن و قانون انحفاظ الطاقة لدراسة حركة الأجسام الصلبة في عدة وضعيات نذكر منها: الحركة على مستو أفقي وحركة قذيفة.

يهدف هذا التمرين لدراسة حركة جسما صلبا (S) على مستو أفقي ثم حركة قذيفة.

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

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 $\overrightarrow{v_A}$ من الموضع A نحو الموضع B (الشكل3) ، يخضع الجسم أثناء حركته على (AB) لقوى احتكاك تكافئ قوة وحيدة $\overrightarrow{f}$ أفقية معاكسة لجهة الحركة و شدتها f ثابتة ، نعتبر الموضع A مبدأ للفواصل $x_A = 0$.

1.1. حدد مرجعا مناسبا 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 لقطعة المسافة x و a 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: $1cm \to 0,2m$ و $1cm \to 2m^2/s^2$.

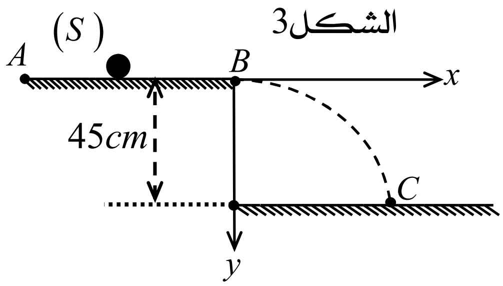
2.2. اكتب المعادلة الرياضية للبيان $v^2 = g(x)$ ثم جد قيمة كل من: تسارع الحركة a و v_A ثم استنتج قيمة f.

3.2. حدد قيمة كل من المسافة AB و v_B 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 المددة ، يباع في الصيدليات و يستخدم بشكل واسع في تطهير الجروح من البكتريا ومعالجة المياه المستعملة.

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

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

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

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:

$2H_2O_2(aq) = O_2(g) + 2H_2O(l)$.

1.1. عرف المرجع ، ثم حدد الثنائيتين (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: $c_0 = \dfrac{2V_f(O_2)}{V \times V_M}$، 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 $V_S = 20\,mL$ 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 الزجاجية المناسبة لأخذ الحجم $V_S = 20\,mL$ 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 $1L$ و درجة الحرارة $T = 294,4\,K$ 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 .

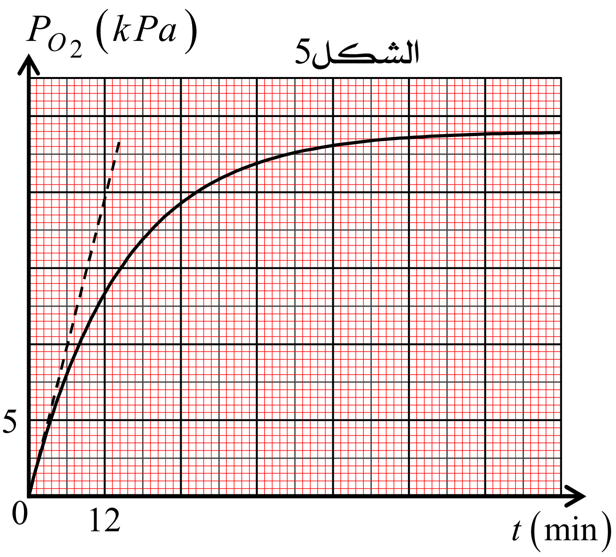
6.2. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، ثم بين أن: $P_{O_2}(t_{1/2}) = \dfrac{P_f(O_2)}{2}$ حيث $P_f(O_2)$ هو ضغط غاز ثنائي الأكسجين في المنطلق نهاية التفاعل، حدد قيمة $t_{1/2}$ بيانيا.

7.2. بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل التالي: $v_{vol}(t) = 2\times10^{-5}\times\dfrac{dP_{O_2}}{dt}$ ، ثم احسب قيمتها الأعظمية.

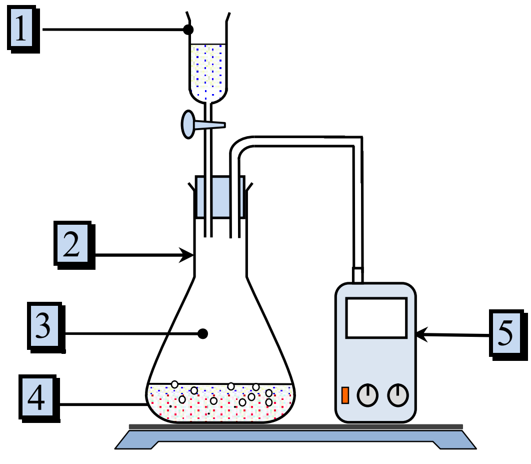
8.2. نعيد التجربة بإضافة قطرات من كلور الحديد الثلاثي $(Fe^{3+} + 3Cl^-)$ الذي يعتبر وسيطا في هذا التفاعل.

1.8.2. عرف الوسيط مع ذكر نوع الوساطة المستعملة.

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



الشكل 5



الشكل 4

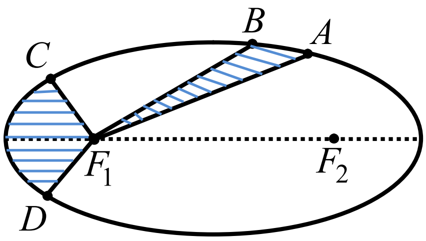
انتهى الموضوع الأول

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 الشكل1 مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس (S)، يستغرق الكوكب P نفس المدة الزمنية Δt 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 الشكل1.

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 الشكل1 .

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 مناسبا 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 $r\left(\times 10^6 km\right)$	الدور المداري T	$\frac{T^2}{r^3}\left(s^2.m^{-3}\right)$
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؟

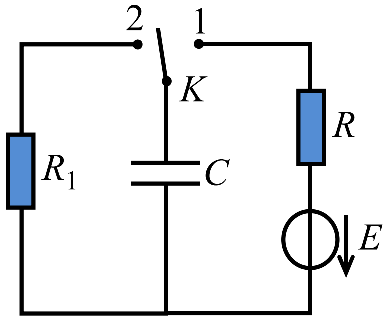
2.3. احسب كتلة الشمس M_S.

معطيات: $G = 6,67\times10^{-11}\,SI$ ، $1j = 24h$ ، $\pi^2 = 10$.

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 C وR_1 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 (الشكل2).

1.1. ماذا تعني الكتابة $(50V)$ المدونة على المكثفة ؟ ، كيف يمكنك عمليا التأكد أن المكثفة فارغة ؟

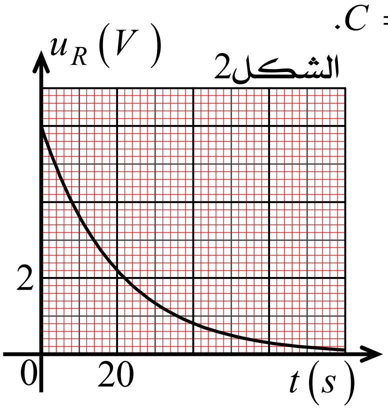
2.1. انقل الدارة المدروسة مبينا عليها جهة التيار الكهربائي i و بأسهم جهة التوترات الكهربائية ، وكيفية ربط راسم الاهتزاز لمشاهدة البيان $u_R = f(t)$.

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

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

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

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 (الشكل3).

1.1. ما هي الظاهرة التي تحدث للمكثفة ؟

2.1. بين أن المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة تكتب على الشكل التالي:

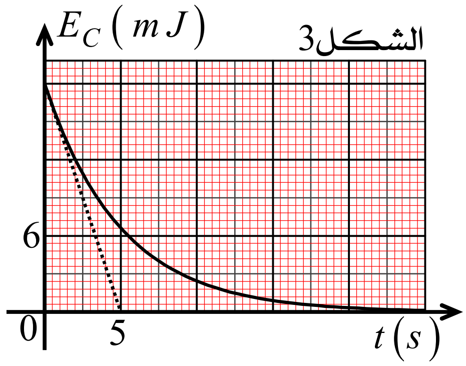
$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_1}u_C(t) = 0$ ، حيث ثابت الزمن τ_1 المميز للدارة يطلب تحديد عبارته.

2.1. العبارة الزمنية للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة هي $u_C(t)=Ee^{-\frac{t}{\tau_1}}$ ، اكتب العبارة الزمنية للطاقة $E_C(t)$ 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 τ_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 بحمض 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 $\theta=25°C$ ، نهمل التشرد الذاتي للماء.

$$\lambda(H_3O^+)+\lambda(HCOO^-)=41\times10^{-3}S.m^2.mol^{-1} \quad ، \quad M(HCOOH)=46g.mol^{-1}$$

الجزء الأول: دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

نذيب كتلة قدرها m من حمض الميثانويك $HCOOH$ النقي في حجم $V=100mL$ 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 $\sigma_f=48,38\,mS.m^{-1}$.

1.1. اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

2.1. أنشئ جدول تقدم التفاعل.

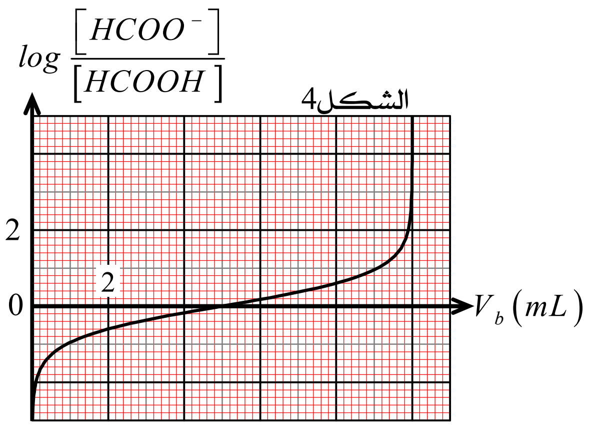
3.1. اكتب عبارة $[H_3O^+]_f$ بدلالة σ_f و $\lambda(H_3O^+)$ و $\lambda(HCOO^-)$ ثم احسب قيمة $[H_3O^+]_f$.

1.2. النسبة النهائية لتقدم التفاعل هي: $\tau_f=11,8\times10^{-2}$. 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 $V_a = 20mL$ من المحلول الحمضي (S_a) السابق بواسطة محلول مائي أساسي (S_b) لهيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+ + OH^-\right)$ تركيزه المولي $c_b = 2\times10^{-2} mol.L^{-1}$ باستخدام المعايرة الـ pH مترية ، النتائج التجريبية مكنت من رسم المنحنى البياني $\log\frac{\left[HCOO^-\right]}{\left[HCOOH\right]} = f\left(V_b\right)$ (الشكل4).



1.4. اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2.4. عين بيانيا قيمة حجم التكافؤ V_{bE}.

3.4. تحقق من قيمة التركيز المولي c_a للمحلول (S_a).

الجزء الثاني: دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع كحول.

باستعمال تقنية التسخين المرتد ، نمزج $n_0 = 1mol$ من حمض الميثانويك $HCOOH$ و $n_0 = 1mol$ من الكحول CH_3OH 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

التمرين الأول: (07 نقاط)

***I*- دراسة التفكك النووي للبلوتونيوم 239 $\left({}^{239}Pu\right)$ المشع حسب النمط α.**

1.1. **تعريف ظاهرة النشاط الإشعاعي**: هي ظاهرة طبيعية تلقائية تحدث للنواة المشعة غير مستقرة فتنتج نواة أكثر استقرار مع انبعاث إشعاعات (β^+ ، β^- ، α).

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

3.1. **معادلة التفكك النووي للبلوتونيوم 239 مع تحديد الرمز الكامل للنواة الناتجة:**

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

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

1.2. **قانون التناقص الإشعاعي $N(t)$ بدلالة λ 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.

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

$\dfrac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$ أي: $e^{-\lambda t_{1/2}} = \dfrac{1}{2}$ وبإدخال $ln(\ )$ نجد: $\lambda\, t_{1/2} = ln(2)$ إذن: $t_{1/2} = \dfrac{ln(2)}{\lambda}$.

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

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

1.3. **تحديد قيمة $t_{1/2}$ بيانيا**: لدينا: $N(t_{1/2}) = \dfrac{N_0}{2}$ ومنه: $\dfrac{N(t_{1/2})}{N_0} = \dfrac{1}{2} = 0{,}5$ أي: هي فاصلة النقطة ذات الترتيبة $\dfrac{N(t_{1/2})}{N_0} = 0{,}5$ ومن البيان نقرأ: $t_{1/2} = 24{,}1 \times 10^3 ans$.

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

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

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

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

***II*- 1.1. قيمة** x: لدينا: $x = 94$

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

2.1. **معادلة تفاعل إنشطار نواة البلوتونيوم** 239: ${}^{239}_{94}Pu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{135}_{52}Te + {}^{102}_{42}Mo + 3\,{}^{1}_{0}n$

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

قيمة ΔE_1: $\Delta E_1 = 225382{,}4 - 223589{,}9 = 1792{,}5 MeV$

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

قيمة ΔE_2 : $\Delta E_2 = -(8,3\times135)-(8,6\times102) = -1997,7\,MeV$

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

.1.2 **ترتيب الأنوية حسب تزايد استقرارها**: لدينا: $\dfrac{E_l\left({}^{239}_{94}Pu\right)}{A} = \dfrac{1792,5}{239} = 7,5\,MeV\ /\ nucl$

نلاحظ أن: $\dfrac{E_l\left({}^{239}_{94}Pu\right)}{A} < \dfrac{E_l}{A}\left({}^{135}_{52}Te\right) < \dfrac{E_l}{A}\left({}^{102}_{42}Mo\right)$ أي:

$\xrightarrow{\text{تزايد الاستقرار}}$ ${}^{239}_{94}Pu$ ${}^{135}_{52}Te$ ${}^{102}_{42}Mo$

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

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

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

$$E_{lib} = 205,2\times1,6\times10^{-13} = 3,3\times10^{-11}J$$

.1.3**قيمة الطاقة الكهربائية** E_e : $E_e = P\,\Delta t = 30\times10^6\times10\times24\times3600 = 25,92\times10^{12}J$

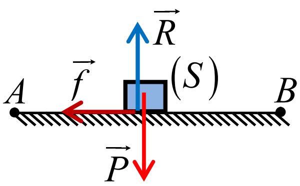
قيمة الطاقة الكلية E : لدينا: $r = \dfrac{E_e}{E}$ ومنه: $E = \dfrac{E_e}{r} = \dfrac{25,92\times10^{12}}{0,3} = 8,64\times10^{13}J$

.2.3**حساب قيمة الكتلة** m: لدينا: $E = N\,E_{lib} = \dfrac{m\,N_A}{M}E_{lib}$

ومنه: $m = \dfrac{E\,M}{N_A E_{lib}} = \dfrac{8,64\times10^{13}\times239}{\left(6,02\times10^{23}\times3,3\times10^{-11}\right)} = 1039,44g \simeq 1,04kg$

التمرين الثاني: (06 نقاط)

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

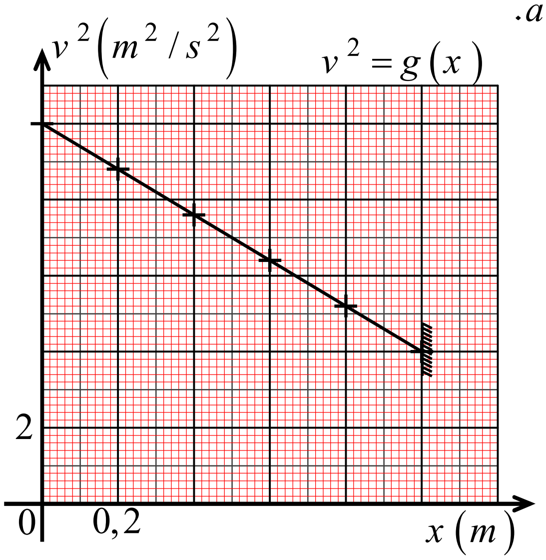


.1.1**المرجع المناسب لدراسة حركة الجسم** (S)**هو:** المرجع السطحي الأرضي، نعتبره غاليليا لأن مدة حركة الجسم أقل بكثير من مدة دوران حول محورها.

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

.3.1 **تبيان أن** $v^2 = 2a\,x + v_A^2$: بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (الجسم) بين الموضعين A و موضع كيفي من المسار (AB) نجد: $E_{C_A} - \left|W\left(\vec{f}\right)\right| = E_C$ ومنه: $\frac{1}{2}mv_A^2 - |f\,.x\,.\cos(180)| = \frac{1}{2}mv^2$

ومنه: $v^2 = -\dfrac{2f}{m}x + v_A^2$ ، عبارة التسارع a هي: $a = -\dfrac{f}{m}$.



.1.2**رسم البيان** $v^2 = g(x)$:

.2.2**المعادلة الرياضية للبيان** $v^2 = g(x)$:

البيان خط مستقيم مائل لا يمر من المبدأ معادلته: $v^2 = d\,x + c$

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

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

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

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

استنتاج قيمة f : لدينا: $a=-\frac{f}{m}$ ومنه: $f=-m\,a=-400\times10^{-3}\times(-3)=1,2N$

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

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

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 $\overrightarrow{v_B}\begin{cases}v_{Bx}=v_B\\ v_{By}=0\end{cases}$ حيث: $v_B=2m.s^{-1}$

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

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: $m\neq0$

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

2. **معادلة المسار**: $y=1,25x^2$: 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: $\begin{cases}x(t)=v_B\,t.........(1)\\ y(t)=\frac{1}{2}g\,t^2.....(2)\end{cases}$

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: $y=\frac{g}{2v_B^2}x^2$

ت.ع: $y=\frac{10}{2\times4}x^2$ نجد: $y=1,25x^2$.

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

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

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

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

ولدينا: $\begin{cases}v_{Cx}=v_B=2m.s^{-1}\\ v_{Cy}=g\,t_C=10\times0,3=3m.s^{-1}\end{cases}$ أي: $v_C=\sqrt{(2^2+3^2)}=3,6m.s^{-1}$

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 الثنائيتين (Ox/Red) **الداخلتين في التفاعل:**

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

ـ المعادلة النصفية للإرجاع: $H_2O_2+2H^+ +2e^- =2H_2O$ الثنائية 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 $c_0=\dfrac{2V_f(O_2)}{V\times V_M}$ **ثم حساب قيمتها.**

بما أن التفاعل تام فإن: $n_0-2x_{max}=0$ ومنه: $n_0=2x_{max}$ ومنه: $c_0V=2x_{max}$ أي: $c_0=\dfrac{2x_{max}}{V}$

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

حيث من المعلومة $110V$ نقرأ: $V=1L$ و $V_f(O_2)=110L$ ت.ع: $c_0=\dfrac{2\times110}{1\times22,4}=9,82\,mol.L^{-1}$

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

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

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

4.2. قيمة التقدم الأعظمي x_{max}:

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

و عليه: $x_{max}=n_f(O_2)=\dfrac{P_f(O_2)V_{O_2}}{RT}$

حيث: $V_{O_2}=1L=10^{-3}m^3$ ، و من البيان نقرأ: $P_f(O_2)=4,8\times5\times10^3=24\times10^3Pa$

و بالتالي: $x_{max}=\dfrac{24\times10^3\times10^{-3}}{(8,31\times294,4)}=9,81\times10^{-3}mol$.

4.2. حساب قيمة c للمحلول (S):

عند تفكك الماء الأكسيجيني في المحلول المدد كليا نجد: $n_0=2x_{max}$ و منه: $cV_S=2x_{max}$

أي: $c=\dfrac{2x_{max}}{V_S}=\dfrac{2\times9,81\times10^{-3}}{20\times10^{-3}}=9,81\times10^{-1}mol.L^{-1}$.

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

نعلم أن: $F=\dfrac{c_0}{c}$ ومنه: $c_0=cF=9,81\times10^{-1}\times10=9,81mol.L^{-1}$.

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

القيمة التجريبية لـ $c_0=9,81mol.L^{-1}$ تساوي بالتقريب القيمة النظرية $c_0=9,82mol.L^{-1}$ فالماء الاكسجيني 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:

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

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

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

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

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

تحديد بيانيا قيمة زمن نصف التفاعل:

$$P_{O_2}(t_{1/2})=\frac{P_f(O_2)}{2}=\frac{24\times10^3}{2}=12\times10^3\,Pa$$ وبالاسقاط نقرأ: $t_{1/2}=10,2\min$

7.2. **تبيان أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل التالي:** $v_{vol}(t)=2\times10^{-5}\times\dfrac{dP_{O_2}}{dt}$:

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

ومنه: $v_{vol}(t)=\dfrac{V_{O_2}}{V_SRT}\times\dfrac{dP_{O_2}}{dt}$ وعليه: $v_{vol}(t)=\dfrac{10^{-3}}{\left(20\times10^{-3}\times8,31\times294,4\right)}\times\dfrac{dP_{O_2}}{dt}$

أي: $v_{vol}(t)=2\times10^{-5}\times\dfrac{dP_{O_2}}{dt}$.

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

$$v_{vol}(t)=2\times10^{-5}\times\left.\frac{dP_{O_2}}{dt}\right|_{t=0}=2\times10^{-5}\times\frac{(20-0)\times10^3}{12-0}=3,33\times10^{-2}mol.L^{-1}.\min^{-1}$$

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

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

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

التمرين الأول: (**06 نقاط**)

*I*ـ 1. **نصا قانونا كبلر الذي يمكن استخلاصه**:

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

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 محرقي المسار الإهليليجي ، مركز الشمس منطبق على المحرق F_1 في الشكل 1.

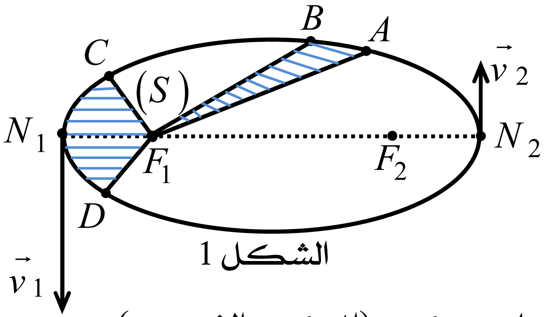
1.3. **تبيان أن السرعة المدارية للكوكب** P **تكون أكبر عند اقترابه من الشمس** (S):

نعلم أن: $CD > AB$ بالقسمة على نفس القيمة Δt 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.

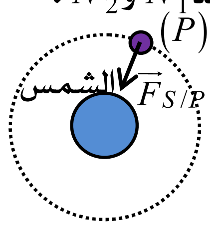
2.3. **نقطة الحضيض** N_1 : هي أقرب نقطة من المسار الإهليليجي للكوكب من الشمس ، حيث تكون سرعة الكوكب أكبر قيمة.

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

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



الشكل 1



*II*ـ 1.1.**المرجع المناسب لدراسة حركة الكوكب** P **هو**: المرجع الهيليو مركزي (المركزي الشمسي).

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

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: $\vec{F}_{S/P} = m_P \vec{a}$ وبالاسقاط 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. 1.3. **اكمال الجدول:**

الكوكب	$r(\times 10^6 km)$ نصف قطر المسار	الدور المداري T	$\frac{T^2}{r^3}(s^2.m^{-3})$
الزهرة	$108,2$	$224\,j\ 16\,h$	$2,97\times10^{-19}$
الأرض	$149,6$	$365\,j\ 06\,h$	$2,97\times10^{-19}$
زحل	$227,9$	$686\,j\ 22\,h$	$2,97\times10^{-19}$

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

مثال بالنسبة لكوكب الزهرة: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{\left[\left((224\times24)+16\right)\times3600\right]^2}{\left(108,2\times10^6\times10^3\right)^3} = 2,97\times10^{-19}s^2.m^{-3}$

من نتائج الجدول نجد: $\frac{T^2}{r^3} = k = 2,97\times10^{-19}s^2.m^{-3}$ ، نستنتج أن قانون الثالث لكبلر محقق.

2.3. **حساب كتلة الشمس M_S:**

لدينا: $\frac{4\pi^2}{GM_S} = k$ ومنه: $M_S = \frac{4\pi^2}{G\,k}$ ت ـ ع: $M_S = \frac{4\times10}{6,67\times10^{-11}\times2,97\times10^{-19}} = 2\times10^{30}kg$

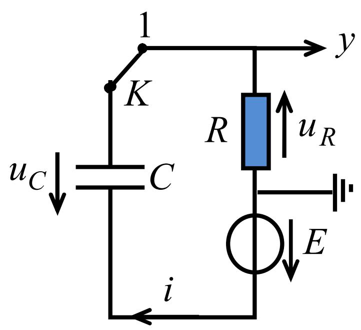
التمرين الثاني: (**07 نقاط**)

*I*ـ **تحديد السعة C للمكثفة.**

1.1. **الكتابة $(50\,V)$ المدونة على المكثفة تعني:** أكبر قيمة للتوتر الكهربائي التي تتحمله 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 و بأسهم 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** τ **علما أن** $u_R(t)=Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ **هي عبارة الحل**: لدينا: $\frac{du_R(t)}{dt}=-\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$

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

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: $u_R(0)=Ee^0=E$ وبالتالي من البيان لما $t=0$ نقرأ: $E=6V$

ثابت الزمن τ : لدينا: $u_R(\tau)=0,37E=0,37\times6=2,22V$ ومن البيان نقرأ: $\tau=20s$

2.3.**التحقق أن سعة المكثفة** $C=1mF$: لدينا: $\tau=RC$ ومنه: $C=\frac{\tau}{R}=\frac{20}{20\times10^3}=10^{-3}F=1mF$

***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** τ_1 **المميز للدارة يطلب تحديد عبارته**: بتطبيق قانون جمع التوترات نجد: $u_{R_1}(t)+u_C(t)=0$

نعلم أن: $u_{R_1}(t)=R_1i(t)=R_1C\times\frac{du_C(t)}{dt}$ أي: $R_1C\times\frac{du_C(t)}{dt}+u_C(t)=0$

إذن: $\frac{du_C(t)}{dt}+\frac{1}{R_1C}u_C(t)=0$ وبالتالي: $\tau_1=R_1C$

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

نعلم أن: $E_C(t)=\frac{1}{2}Cu_C^2(t)$ ولدينا: $u_C(t)=Ee^{-\frac{t}{\tau_1}}$ إذن: $E_C(t)=\frac{1}{2}CE^2e^{-\frac{2t}{\tau_1}}$.

استنتاج عبارة الطاقة الابتدائية E_{C_0}: لما $t=0$ نجد: $E_{C_0}=\frac{1}{2}CE^2$ 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 التراتيب 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 ترتيبة 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 τ_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: $E_{R_1} = E_{C_0} - E_C$ و من 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	$x = 0$	$n_a = c_aV$	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** σ_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: $[H_3O^+]_f = \frac{\sigma_f}{(\lambda(H_3O^+) + \lambda(HCOO^-))}$

حساب قيمة $\left[H_3O^+\right]_f$: $\left[H_3O^+\right]_f = \frac{48,38\times10^{-3}}{41\times10^{-3}} = 1,18 mol/m^3 = 1,18\times10^{-3} mol/L$

1.2. **النسبة النهائية لتقدم التفاعل هي:** $\tau_f = 11,8\times10^{-2}$:

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

2.2. **قيمة التركيز المولي** c_a :

نعلم أن $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{\left[H_3O^+\right]_f}{c_a}$ إذن : $c_a = \frac{\left[H_3O^+\right]_f}{\tau_f} = \frac{1,18\times10^{-3}}{11,8\times10^{-2}} = 10^{-2} mol/L$.

حساب قيمة الكتلة m :

لدينا : $n_a = c_a V = \frac{m}{M}$ إذن: $m = c_a V . M = 0,01\times100\times10^{-3}\times46 = 46\times10^{-3} g = 46 mg$.

3. **حساب قيمة كل من ثابتي الحموضة** Ka **و** pKa **للثنائية** $\left(HCOOH/HCOO^-\right)$:

لدينا : $Ka = \frac{\left[H_3O^+\right]_f . \left[HCOO^-\right]_f}{\left[HCOOH\right]_f} = \frac{\left[H_3O^+\right]_f^2}{c_a - \left[H_3O^+\right]_f} = \frac{\left(1,18\times10^{-3}\right)^2}{0,01 - 1,18\times10^{-3}} = 1,58\times10^{-4}$

ونعلم أن : $pKa = -\log Ka = -\log\left(1,58\times10^{-5}\right) = 3,8$

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

2.4. **تعيين بيانيا قيمة حجم التكافؤ** V_{bE} : نعلم أن: $pH = pKa + \log\frac{\left[HCOO^-\right]}{\left[HCOOH\right]}$

وعند نقطة نصف التكافؤ يتحقق: $pH = pKa$ أي: $\log\frac{\left[HCOO^-\right]}{\left[HCOOH\right]} = 0$

إذن من البيان نقرأ : $\frac{V_{bE}}{2} = 5mL$ أي : $V_{bE} = 10mL$.

3.4. **التحقق من قيمة التركيز المولي** c_a **لـ** $\left(S_a\right)$:

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

أي: $c_a = \frac{c_b V_{bE}}{V_a} = \frac{2\times10^{-2}\times10}{20} = 10^{-2} mol/L$ ، 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 الأستر الناتج: ميثانوات الميثيل

2.2. **جدول تقدم التفاعل:**

الحالة	$HCOOH$	$+ CH_3OH$	$= HCOOCH_3$	$+ H_2O$
الابتدائية	$n_0 = 1mol$	$n_0 = 1mol$	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:**

لدينا عبارة ثابت التوازن: $K = \frac{[HCOOCH_3]_f.[H_2O]_f}{[HCOOH]_f.[CH_3OH]_f} = \frac{n_f(HCOOCH_3).n_f(H_2O)}{n_f(HCOOH).n_f(CH_3OH)}$

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

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

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

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

فنجد: $r = \frac{\sqrt{4}}{1+\sqrt{4}}100 = 66,6\% \approx 67\%$.

بالتوفيق للجميع في شهادة البكالوريا