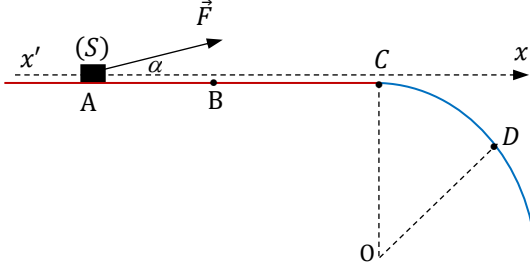


الجزء الأول (14 نقطة)

التمرين الأول (4 ن)



يمكن للجسم الصلب (S) الذي كتلته  $m = 200\text{ g}$  أن ينتقل على المسار  $ABCD$ .  
المسار  $ABC$  هو طريق أفقي. قوة الاحتكاك على هذا الجزء من المسار ثابتة، شعاعها  
معاكس مباشرة لشعاع السرعة، شدتها  $f$ .  
المسار  $CD$  هو جزء من دائرة، مستواه شاقولي ويشمل  $ABC$ ، مركزه (O) ونصف  
قطره  $OC = r = 50\text{ cm}$ .  
نهمل الاحتكاك على المسار  $CD$ .

نسحب عند اللحظة  $t = 0$  الجسم بواسطة خيط بدءا من السكون وهو في النقطة (A) بقوة ثابتة  $\vec{F}$  يصنع حاملها مع المحور  $(x'x)$  الزاوية  $\alpha$ .  
نحسب اللحظة  $t$  التي يصل عندها الجسم للنقطة (B)، حيث  $AB = 1\text{ m}$ .

نكرر التجربة بتغيير شدة القوة  $\vec{F}$ ، ونسجل  
القياسات في الجدول التالي:

$F(N)$	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	2,5
$\frac{1}{t^2} (s^{-2})$	0,149	0,366	0,800	1,232	1,665	3,830	4,912

تم دراسة الحركة في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا، ونربط به المحور  $x'x$ .

1- اعتمادا على القانون الثاني لنيوتن، وبدون إجراء أي حساب، بين أن حركة الجسم (S) متغيرة بانتظام.

2- عبّر عن  $F$  بدلالة  $t^2$ ، ثم مثل بيانيا  $F$  بدلالة  $\frac{1}{t^2}$ .

3- اعتمادا على البيان، جد طولية شدة قوة الاحتكاك  $(f)$ .

4- ما هي أكبر قيمة للقوة  $F$  التي من أجلها لا يتحرك الجسم (S) وهو في (A)؟

5- أعدنا قياسا آخر، حيث  $F = 0,6\text{ N}$ ، ولما وصل الجسم للنقطة (B) انقطع الخيط.

1-5- احسب تسارع الجسم بين النقطتين (B) و (C).

2-5- احسب المسافة  $BC$  علما أن الجسم وصل إلى (C) بسرعة معدومة.

6- يمكن للجسم أن ينزل ابتداء من النقطة C بدون سرعة ابتدائية. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين (C) و (D)، والقانون الثاني لنيوتن في النقطة (D).

1-6- بين أن شدة قوة تأثير الطريق على الجسم في (D) تُكتب بالشكل:  $R = mg(3 \cos \beta - 2)$ .

2-6- احسب قيمة الزاوية  $\beta$  علما أن الجسم ينفصل عن الطريق في النقطة (D).

التمرين الثاني (4 ن)

تضم الدارة الكهربائية العناصر التالية:

- مولدا، التوتر بين طرفيه ثابت  $u_G = E$

- مكثفة فارغة سعته  $C = 1\text{ F}$

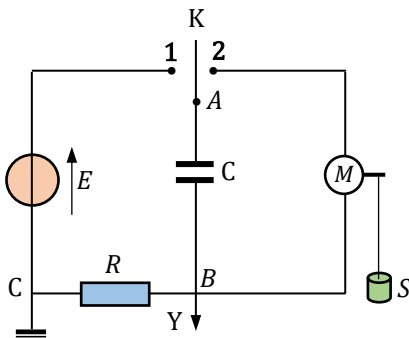
- ناقلا أوميا مقاومته  $R$

- محركا، يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية، حيث لما يدور يقوم بسحب أسطوانة (S) كتلتها

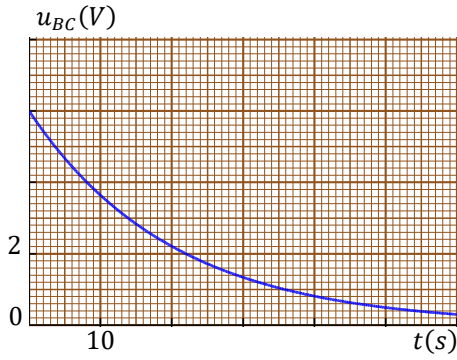
$m = 200\text{ g}$  بواسطة خيط محمل الكتلة.

- بادلة  $K$ ، يمكن أرحتها بين الوضعين (1) و (2).

- راسم اهتزاز موصول لطرفي الناقل الأومي.



• عند اللحظة  $t = 0$  نضع البادلة على الوضع (1)، فنشاهد على شاشة راسم الاهتزاز البيان المقابل.



1- عبّر عن شدة التيار الانتقالي بدلالة  $C$  و  $\frac{du_{AB}}{dt}$ ، ثم بدلالة  $R$  و  $u_{BC}$ .

2- جدّ المعادلة التفاضلية التي تميّز التوتر  $u_{BC}$ .

3- بيّن أن  $u_{BC} = E e^{-\frac{t}{RC}}$  هو حلّ للمعادلة التفاضلية السابقة.

4- عرّف ثابت الزمن للدارة  $RC$ ، وبواسطة التحليل البعدي بيّن أن وحدته هي الثانية، ثم حدّد قيمته من البيان مبيّنا الطريقة المتبعة.

5- احسب قيمة المقاومة  $R$ .

6- احسب الطاقة المخزّنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

• عندما تكون المكثفة مشحونة تماما، نزع راسم الاهتزاز ونربط طرفي المكثفة إلى كمبيوتر مزوّد بلاقط للتوتر.

نضع البادلة على الوضع (2)، ونعتبر  $t = 0$ .

تشير القياسات إلى أن  $u_{AB} = 6 V$  عند  $t = 0$  و  $u_{AB} = 4,3 V$  عند  $t = 7,5 s$ . وحينها يتوقف المحرك، ويكون الجسم قد صعد ارتفاعا قدره

$h = 1 m$ .

إن تطوّر التوتر بين طرفي المكثفة خلال المدة السابقة يميّز بتابع زمني خطّي من الشكل  $u_{AB} = at + b$ ، حيث  $a$  و  $b$  عدنان ثابتان.

1- حدّد قيمتي العددين  $a$  و  $b$ .

2- بيّن أن شدة التيار خلال المدة السابقة تكون ثابتة. ما هي قيمتها؟ كيف تفسّر إشارة هذه الشدّة؟

3- احسب الطاقة في المكثفة لحظة توقف المحرك.

4- المرود الطاقوي لمحرك هو الطاقة المحوّلة إلى عمل والطاقة الكهربائية المقدّمة له. احسب المرود الطاقوي لهذا المحرك.  $g = 10 N/kg$ .

### التمرين الثالث (6 ن)

I- تتحرّر الطاقة جرّاء احتراق الفحم حسب المعادلة الكيميائية  $C + O_2 = CO_2$  (1)

حيث من أجل الحصول على جزيء واحد من ثنائي أكسيد الكربون تتحرّر طاقة قدرها  $E' = 6,1 eV$ .

يحدث تفاعل انشطار في المفاعلات النووية جرّاء قذف أنوية اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  بواسطة نوترونات حرارية، وذلك حسب أحد التفاعلات الذي ينتج فيه نواتا

اليود  $^{139}_{53}I$  واليتريوم  $^{94}_{39}Y$  و  $3 \frac{1}{0}n$  :  $^{235}_{92}U + \frac{1}{0}n \rightarrow ^{139}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 3 \frac{1}{0}n$  (2)

يحدث تفاعل اندماج الأنوية الخفيفة بتوفير طاقة عالية جدّا، حيث من بين هذه التفاعلات تفاعل اندماج نظيري الهيدروجين  $^2_1H$  و  $^3_1H$

حسب المعادلة  $^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + \frac{1}{0}n$  (3)

يشغل المفاعل النووي لغوّاصة بالطاقة المحرّرة عن التفاعل (2) بمرود قدره 30% وباستطاعة قدرها  $P = 25 MW$ .

1- احسب الطاقة  $E_1$  المحرّرة عن احتراق  $1 g$  من الكربون في التفاعل (1).

2- احسب الطاقة  $E_2$  المحرّرة عن انشطار  $1 g$  من اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  في التفاعل (2).

3- احسب الطاقة  $E_3$  المحرّرة عن اندماج  $1 g$  من مزيج متساوي الأنوية من  $^2_1H$  و  $^3_1H$  في التفاعل (3).

4- قارن بين  $E_1$  و  $E_2$ .

5- احسب كتلة اليورانيوم المستهلكة لتشغيل المفاعل النووي مدة قدرها 168 ساعة بدون انقطاع. ما هي كتلة الكربون المستهلكة في حالة تشغيل

الغوّاصة بالطاقة الناتجة عن احتراق الكربون.

II- إنّ نواة الإيتيريوم الناتجة في التفاعل (2) السابق هي نواة مشعّة، حيث تتفكك لإعطاء نواة الزيركونيوم المستقرّة  $^{94}_{40}Zr$ .

لدينا عيّنة من الإيتيريوم  $^{94}_{39}Y$  كتلتها  $m_0 = 2 mg$  عند اللحظة  $t = 0$ ، وعند اللحظة  $t = 10 mn$  حصلنا على كميّة من الزيركونيوم  $^{94}_{40}Zr$  كتلتها

$m_{Zr} = 0,62 mg$ .

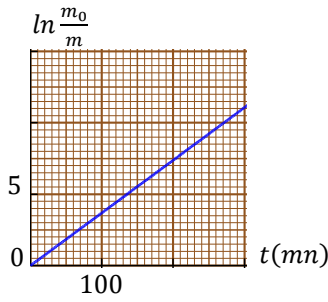
1- عرّف ظاهرة النشاط الإشعاعي، ثم اكتب معادلة تفكك الإيتيريوم  $^{94}_{39}Y$  إلى الزيركونيوم  $^{94}_{40}Zr$ ، واذكر بعض خصائص الجسم الناتج.

2- اكتب علاقة التناقص الإشعاعي  $N = f(t)$ ، ثم احسب زمن نصف عمر الإيتيريوم  $^{94}_{39}Y$ .

3- احسب النشاط الإشعاعي لعيّنة الإيتيريوم  $^{94}_{39}Y$  عند اللحظة  $t = 0$ .

4- لدينا التمثيل البياني  $\ln \frac{m_0}{m}$  بدلالة الزمن لعيّنة أخرى من الإيتيريوم  $^{94}_{39}Y$  كتلتها  $m_0 = 4 mg$  عند اللحظة  $t = 0$ .

1- 4- بيّن أنّ البيان يتوافق مع علاقة التناقص الإشعاعي.



4-2- احسب عدد أنوية الإيتريوم في العينة عند اللحظة  $t = 0$ .

4-3- هل يتعلّق زمن نصف العمر بعدد الأنوية الابتدائي في العينة؟ علّل.

المعطيات:

النواة	$^{139}_{53}I$	$^{94}_{39}Y$	$^{235}_{92}U$	$^2_1H$	$^3_1H$	$^4_2He$
$\frac{E_l}{A} (MeV)$	8,26	8,62	7,59	1,11	2,83	7,07

الكتلة الذرية المولية للكربون  $M_C = 12 g/mol$  ، عدد أفوقادرو  $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$

### الجزء الثاني (6 نقط)

#### التمرين التجريبي (6 ن)

يهدف هذا العمل المخبري إلى مقارنة النتائج التجريبية مع النتائج النظرية، وتحديد منابع الأخطاء، وذلك في عملية المتابعة الزمنية لتحويلات كيميائية بطيئة عن طريق المعايرة.

I- لدينا في المخبر قارورتان، إحداها تحتوي على يود البوتاسيوم  $KI$  ، والأخرى تحتوي على بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم  $K_2S_2O_8$  .  
نحضر محلولين مائيين:

$S_1$  : يود البوتاسيوم ( $K^+, I^-$ ) تركيزه المولي  $C_1 = 0,5 mol/L$  وحجمه  $V_1 = 100 mL$

$S_2$  : بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم ( $2K^+, S_2O_8^{2-}$ ) تركيزه المولي  $C_2 = 5 mmol/L$  وحجمه  $V_2 = 5 mL$

نمزج عند اللحظة  $t = 0$  حجما  $V_1' = 10 mL$  من  $S_1$  مع حجم  $V_2' = 10 mL$  من  $S_2$  ، ونضع المزيج في حمام مائي درجة حرارته ثابتة.  
أخذنا عند اللحظة  $t_1 = 40 mn$  عينة من المزيج المتفاعل حجمها  $V_p = 5 mL$  ، ووضعناها في بيشر يحتوي على الماء البارد، وأضفنا له بعض القطرات من صمغ النشا، ثم استعملنا محلولاً مائياً لثيوكبريتات الصوديوم ( $2Na^+, S_2O_3^{2-}$ ) تركيزه المولي  $C = 2 \times 10^{-3} mol/L$  لمعايرة ثنائي اليود في البيشر.  
اختفى لون المحلول عندما أضفنا حجماً  $V_E = 12 mL$  من محلول ثيوكبريتات الصوديوم.  
فمنا بإجراء نفس العملية بأخذ عينة مائة عند اللحظة  $t_2 = 50 mn$  ، فاحتجنا لنفس الحجم من ثيوكبريتات الصوديوم السابق لاختفاء لون المحلول في البيشر.

1- اذكر البروتوكول المتبع لتحضير المحلول  $S_1$  ، مع الإشارة لأساء الأدوات والزجاجات المستعملة في التحضير.

2- اكتب معادلة التفاعل الحاصل بين شوارد اليود وشوارد بيروكسوثنائي الكبريتات (الشاردة  $K^+$  غير فعالة).

الشائيتان  $Ox/Red$  هما  $I_2/I^-$  و  $SO_4^{2-}/S_2O_8^{2-}$

3- أنشئ جدول التقدّم للتفاعل الذي نعتبره تاماً.

4- ما اسم المعايرة التي قمنا بها؟ اذكر البروتوكول المتبع لإنجاز هذه المعايرة، مع الإشارة لأساء الأدوات والزجاجات المستعملة.

5- اكتب معادلة تفاعل المعايرة. لماذا يجب أن يكون تفاعل المعايرة تاماً؟ الشائيتة المميّزة لشاردة ثيوكبريتات هي  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ .

6- احسب التركيز المولي التجريبي لثنائي اليود  $[I_2]_{ex}$  عند نهاية التفاعل بين شوارد اليود وشوارد بيروكسوثنائي الكبريتات.

7- احسب التركيز المولي النظري  $[I_2]_{th}$  لثنائي اليود عند نهاية هذا التفاعل.

8- نعبّر عن الدقة في نتائج التجربة بالنسبة المئوية  $\frac{[I_2]_{th} - [I_2]_{ex}}{[I_2]_{th}} \times 100$  ، ونعتبر التجربة دقيقة إذا كانت هذه القيمة أقل من 5 % .

هل نعتبر قيمة التركيز المولي لثنائي اليود دقيقة؟ ما هي منابع الأخطاء المحتملة في هذه التجربة؟

II-

تتابع الآن التفاعل الحاصل بين حجم  $V = 80 mL$  من المحلول  $S_1$  السابق ليود البوتاسيوم مع حجم  $V_3 = 20 mL$  من محلول  $(S_3)$  للماء الأكسجيني

$(H_2O_2)$  ، محضّر من قارورة مسجّل عليها  $(H_2O_2 - 20 V)$  .

بعد الاطلاع على الوثيقة المرفقة مع القارورة تبين أنّ العلامة  $20 V$  معناها: لو تفكّك كميلاً لتر من الماء الأكسجيني ذاتياً، فإنه يعطي حجماً من غاز الأكسجين

قدره  $20 L$  مقاساً في الشرطين النظاميين لدرجة الحرارة والضغط.

الشائيتان  $Ox/Red$  المميّزتان للماء الأكسجيني هما  $O_2/H_2O_2$  و  $H_2O_2/H_2O$  .

حضرنا المحلول  $S_3$  بتركيز قدره  $[H_2O_2]_0 = 3,56 \times 10^{-2} mol/L$

- 1- أكتب معادلة تفكك الماء الأكسجيني، ثم أنشيء جدول التقدّم، حيث حجم المحلول  $V$  وتركيزه المولي  $C$ .
- 2- اعتمادا على جدول التقدّم احسب التركيز المولي للماء الأكسجيني في القارورة.
- 3- احسب قيمة معامل التخفيف عند تحضير المحلول  $S_3$ ، واذكر البروتوكول المتبع في هذه العملية.
- 4- إن المتابعة الزمنية للتحويل الكيميائي الممزج بالتفاعل بين المحلولين  $S_1$  و  $S_3$  عن طريق معايرة الماء الأكسجيني، أدت للحصول على النتائج التالية:

$t(mn)$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$[H_2O_2](mmol/L)$	...	5,0	3,6	2,5	1,8	1,3	0,9	0,6	0,4	0,3	0,2

- 1-4- أكتب معادلة التفاعل بين شوارد اليود والماء الأكسجيني، ثم أنشيء جدول التقدّم لهذا التفاعل، وعيّن المتفاعل المحد.
- 2-4- جد القيمة الناقصة في الجدول؛ أي التركيز المولي للماء الأكسجيني عند اللحظة  $t = 0$ .
- 3-4- أعط قيمة تقريبية لزمن نصف التفاعل.
- 4-4- احسب السرعة الحجمية المتوسطة لإخفاء الماء الأكسجيني بين اللحظتين  $t = 20 mn$  و  $t' = 30 mn$ .
- الكتلة المولية ليود البوتاسيوم  $M = 166 g/mol$