



على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

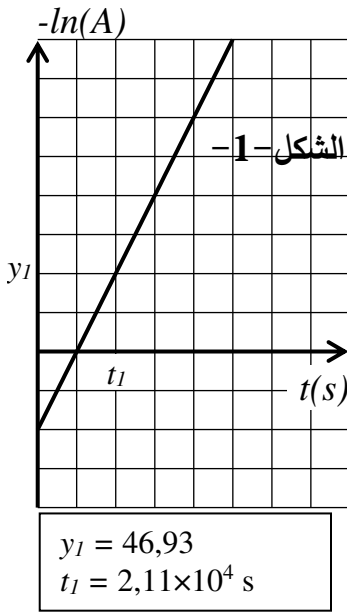
الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (05) صفحات (من الصفحة 1 من 10 إلى الصفحة 5 من 10)

الجزء الأول: (14 نقطة)

التمرين الأول: (04 نقاط)

1. عينة من نظير مشع مجهول رمز نواته ${}^A_ZX$ تمت متابعة نشاطها A باستعمال عداد جيجر على فترات زمنية متتالية . مكنت الدراسة من رسم المنحنى البياني الموضح بالشكل -1-.



1.1. عرّف كل من : نظير، مشع ، نشاط عينة .

2.1. اكتب قانون تناقص النشاط الاشعاعي $A(t)$.

3.1. بالاعتماد على قانون التناقص السابق ، بين أنه يمكن الحصول على

العلاقة الآتية : $-\ln(A) = at - \ln(b)$ (*) حيث a ، b ثابت و t الزمن.

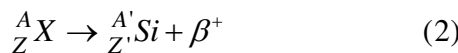
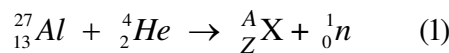
4.1. ما هو المدلول الفيزيائي لكل من a و b ؟ أحسب قيمة كل منهما .

2. الجدول الآتي يوضح قيم نصف العمر ($t_{1/2}$) لبعض النظائر.

النظير	Mg	Al	Si	P	S
$t_{1/2}(\text{min})$	10,2	مستقر	7,6	2,6	26

- بالاستعانة بالجدول ، حدّد طبيعة النظير المدروس ${}^A_ZX$.

3. في عام 1934 تم اكتشاف النواة المدروسة سابقا من طرف العالمان (Frédéric Joliot-Curie و Irène) بقذف ورقة من الألمنيوم بجسيمات (α) فلاحظا انبعاث جسيمات β^+ (بوزيتونات) . تمّت ترجمة هذه الظاهرة بسلسلة من التفاعلين النوويين الآتيين:



1.3. باستعمال قانوني الانحفاظ ، جد كل من A ، Z ، A' و Z' .

2.3. اكتب المعادلة الحاصلة الموافقة للتفاعلين (1) و (2) .

3.3. احسب الطاقة المحررة من التفاعل الحاصل.

4.3. أنجز مخطط الحصيلة الطاقوية للتفاعل الحاصل السابق.

المعطيات: $1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2$

الجسيمة	$^{27}_{13}\text{Al}$	$^{A'}_{Z'}\text{Si}$	^4_2He	^1_0n	β^+
الكتلة $m(u)$	26,97439	29,96607	4,00150	1,00866	0,00055

التمرين الثاني: (04 نقاط)

1. وكالة الفضاء الجزائرية منذ تأسيسها دأبت على تطوير مشاريع الأقمار الاصطناعية لخدمة الاتصالات ، آخرها إطلاق القمر الاصطناعي *AlcomSat1* و ذلك يوم 10 ديسمبر 2017 على الساعة 17:40 من قاعدة *Xichang* الصينية و بعد 26 دقيقة من الإطلاق وصل القمر الاصطناعي إلى نقطة الأوج (نقطة الرأس الأبعد) على علو $h_1 = 41991 \text{ Km}$ من سطح الأرض ، ليسلك بعد ذلك مساراً إهليلجياً له نقطة الحضيض (نقطة الرأس الأقرب) على ارتفاع $h_2 = 200 \text{ Km}$ من سطح الأرض و ذلك في مرحلة التجريب التي دامت ستة أيام .
بعدها دخل القمر الاصطناعي في مداره الجيو مستقر *Géostationnaire* حيث أخذ الموقع الفلكي 24.8° .

1.1. اشرح المصطلحين الواردين في النص: (إهليلجي ، جيو مستقر).

2.1. اذكر المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي .

3.1. أرسم شكلاً تخطيطياً للمسار الإهليلجي الذي اتخذته القمر الاصطناعي في مرحلته التجريبية موضحاً عليه النقاط التالية: الأرض ، نقطة الأوج ، نقطة الحضيض ، ثم مِّثْل شعاع السرعة بعناية في النقطتين الأخيرتين (نقطة الأوج ، نقطة الحضيض).

4.1. باستعمال القانون الثاني لنيوتن ، بين أن عبارة السرعة المدارية تعطى بالعلاقة: $v_s = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$

حيث r يمثل البعد بين مركزي الأرض و القمر الاصطناعي ثم احسب قيمتها في موضع الحضيض ($h_2 = 200 \text{ Km}$) و موضع الأوج ($h_1 = 41991 \text{ Km}$) .

2. بعدما يأخذ القمر الاصطناعي وضعه الدائم (مداره الجيو مستقر):

1.2. أذكر كيف يكون شكل مداره ؟ و ما هي قيمة دوره T ؟

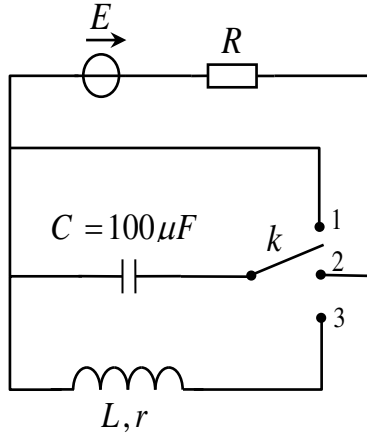
2.2. بالاستعانة بقانون كبلر الثالث أحسب ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض .

يعطى: كتلة الأرض $M_T = 5.97 \times 10^{24} \text{ Kg}$ ، نصف قطر الأرض $R_T = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

ثابت الجذب العام $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ S.I}$

التمرين الثالث: (06 نقاط)

1. تهدف الدراسة إلى التعرف على سلوك مكثفة عند ربطها على التسلسل مع عناصر كهربائية مختلفة .
لأجل هذا الغرض نحقق الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل -2- والتي تتكون من العناصر التالية:



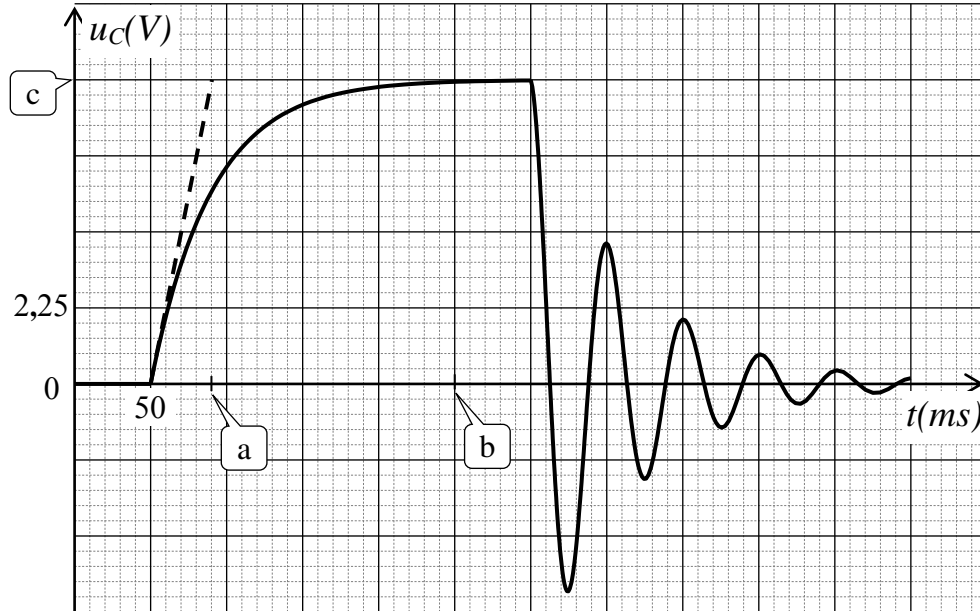
الشكل -2-

- مولد ذو توتر ثابت E .
- مكثفة غير مشحونة سعتها $C = 100 \mu F$.
- ناقل أومي مقاومته R .
- وشيعة حقيقية (L, r) .
- بادلة k ذات ثلاثة مواضع مبرمجة زمنيا وفق الجدول الآتي:

المجال الزمني	وضع البادلة k
$[t_0, t_1]$	1
$[t_1, t_2]$	2
$[t_2, t_3]$	3

باستعمال راسم اهتزاز ذي ذاكرة ، تمكنا من المتابعة الزمنية لتطور التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $U_C = f(t)$

الموضح في الشكل -3-



الشكل -3-

1.1. أعد رسم الدارة ثم حدّد عليها كيفية توصيل راسم الاهتزاز لمعاينة تطور التوتر بين طرفي المكثفة.

2.1. في أيّ وضع للبادلة k تتحقق دارة الشحن؟

2. بالاعتماد على المنحنى البياني:

1.2. حدّد المجال الزمني لمختلف أوضاع البادلة (3,2,1).

2.2. أعط المدلول الفيزيائي للمقادير الموضحة على البيان (c,b,a) و استنتج قيمها .

3.2. باستعمال قانون جمع التوترات (من أجل البادلة في الوضع -2) جد المعادلة التفاضلية المعبرة عن التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة.

4.2. احسب قيمة مقاومة الناقل الأومي R .

3. في المجال الزمني $[t_2, t_3]$.

1.3. ما هي الظاهرة الفيزيائية التي يوضحها البيان؟

2.3. استنتج دور الاهتزازات الكهربائية .

3.3. باستعمال التحليل البعدي ، حدد العبارة الصحيحة للدور T من بين العبارات الآتية :

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}} , T = 2\pi \cdot \sqrt{LC} , T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

4.3. استنتج قيمة ذاتية الوشيعة L .

4. أرسم كيفيا مقطع من المنحنى السابق ضمن المجال الزمني $[t_2, t_3]$ إذا ما اعتبرنا الوشيعة صرفة (L,r=0) .

الجزء الثاني: (06 نقاط)

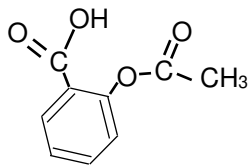
التمرين التجريبي: (06 نقاط)



الأسبيرين (ASPIRINE) هو الدواء الأكثر استهلاكاً في العالم . يباع في الصيدليات على شكل أقراص كعلاج مُسكّن للألام و مُخفض للحمى (الشكل -4-) .
المادة الفعالة التي يحتويها القرص هي الأسيتيل ساليسليك المستخلص من الصفصاف صيغته المفصلة موضحة بالشكل -5- .

الشكل -4-

1. من خلال الصيغة الموضّحة ، حدّد الوظائف الكيميائية التي يحتويها المركّب.



الشكل -5-

2. نُحل قرص من الأسبيرين في حجم من الماء مقداره $V = 100 \text{ mL}$ ثم نقيس ناقلية النوعية فنجدها $\sigma = 109 \text{ mS/m}$.

باعتبار المادة الفعالة هي الوحيدة التي تتفاعل مع الماء دون باقي محتوى القرص ، يُنمذج التحول الكيميائي بالمعادلة الكيميائية الآتية:



1.2. اكتب عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول بدلالة الناقلات النوعية المولية الشاردية والتراكيز المولية لشوارد المحلول.

2.2. احسب التركيز المولي للشوارد H_3O^+ في المحلول الناتج ثم استنتج قيمة الـ pH له.



3. من أجل التأكد من صحة الكتابة المدونة على علبة الدواء، نجري عملية معايرة pH متريّة وذلك بأخذ حجم قدره $V_1 = 55 \text{ mL}$ من المحلول المحضر سابقا ومعايرته بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $(K^+(aq) + OH^-(aq))$ تركيزه المولي $c_B = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.

1.3. ارسم التجهيز التجريبي لعملية المعايرة الـ pH متريّة موضحا عليه البيانات الكافية.

2.3. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة.

4. يمثل المنحنى المبين في الشكل -6-، تغيرات pH المزيج بدلالة حجم محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $(K^+(aq) + OH^-(aq))$ المضاف V_B .

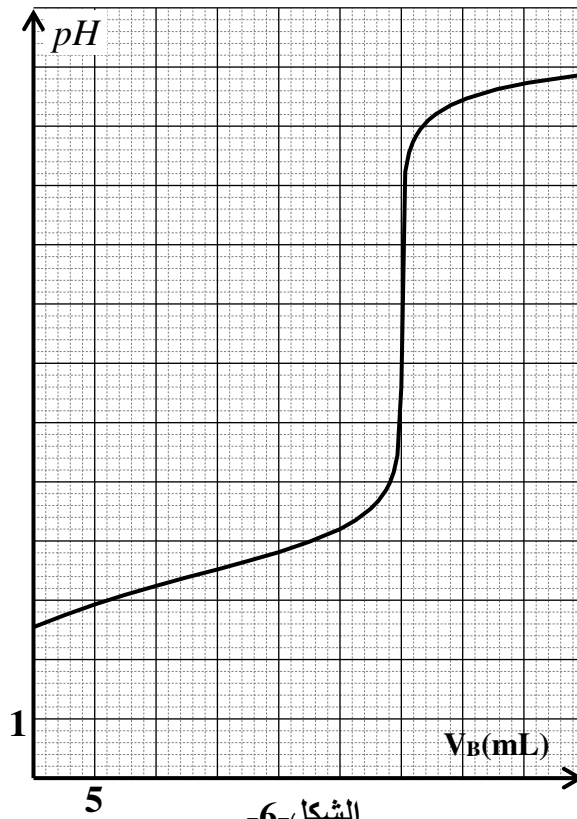
1.4. حدّد احداثي نقطة التكافؤ ثم استنتج طبيعة المزيج عندئذ.

2.4. استنتج ثابت الحموضة pKa للثنائية $(C_9H_8O_4 / C_9H_7O_4^-)$.

3.4. احسب التركيز المولي للمادة الفعالة (الأسيتيل ساليسليك) في المحلول المحضر سابقا ثم استنتج كتلتها بالمليغرام (mg).

4.4. ماذا تعني الدلالة $C 500$ المدوّنة على علبة الأسبرين الممثلة بالشكل -4-؟

تعطى: $\lambda(C_9H_7O_4^-) = 3,6 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(H_3O^+) = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $M(C_9H_8O_4) = 180 \text{ g/mol}$



انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (05) صفحات (من الصفحة 6 من 10 إلى الصفحة 10 من 10)

الجزء الأول: (14 نقطة)

التمرين الأول: (04 نقاط)

بالون مطاطي كروي الشكل مملوء بالهواء ، كتلته $m = 20g$ ومركز عطالته G . يُترك ليسقط في الهواء دون سرعة ابتدائية عند اللحظة $t = 0$ وفق محور شاقولي (oz) موجه نحو الأسفل ، مبدؤه يوافق مبدأ الأزمنة $t = 0$.
تمكنا عن طريق التصوير المتعاقب من رسم منحنى تغيرات السرعة $v(t)$ لمركز عطالة البالون بدلالة الزمن t كما في الشكل -1- . نعتبر أن البالون يخضع أثناء حركته لقوة احتكاك $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}$ حيث k ثابت يمثل معامل الاحتكاك .

1. مثل القوى المؤثرة على البالون في الحالتين:

(أ) لحظة الانطلاق التي توافق $t = 0$.

(ب) خلال الحركة .

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة البالون G في معلم عطالي:

(أ) بين أن المعادلة التفاضلية للسرعة تكتب على الشكل :

$$\frac{dv}{dt} + Av = B$$

محددا عبارة الثابت A بدلالة k و m و عبارة

الثابت B بدلالة تسارع الجاذبية الأرضية g ، الكتلة الحجمية

للhواء ρ_a و الكتلة الحجمية للبالون ρ .

(ب) ما المدلول الفيزيائي للثابت B ؟

3. باستعمال المنحنى البياني المعطى في الشكل -1- جد قيمة كل من:

(أ) السرعة الحدية v_l .

(ب) التسارع a_0 عند اللحظة $t = 0$.

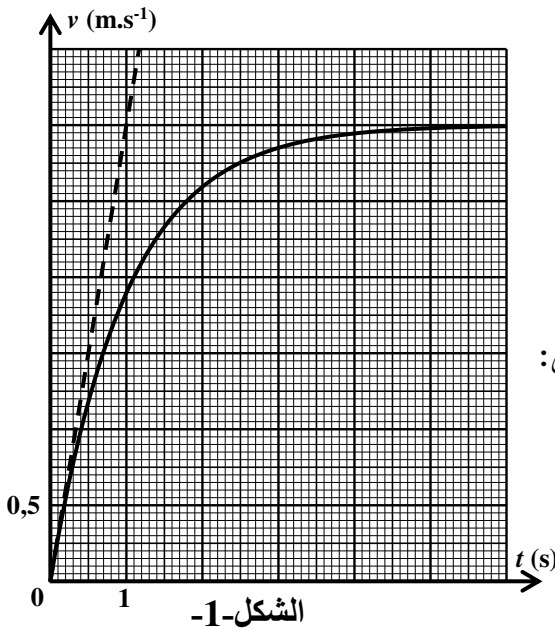
(ج) ثابت الزمن τ المميز للحركة والثابت k .

(د) شدة قوة دافعة أرخميدس .

4. نملاً البالون بالماء بحيث يمكن إهمال باقي القوى أمام الثقل، ما طبيعة السقوط في هذه الحالة؟

ثم مثل كيفيا منحنى تغيرات السرعة بدلالة الزمن عندئذ .

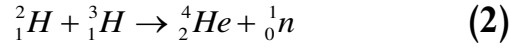
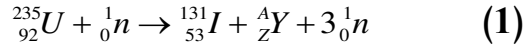
يعطى: $g = 10m.s^{-2}$



الشكل-1-

التمرين الثاني: (04 نقاط)

تعتبر الطاقة الناتجة عن التحولات النووية من أهم مصادر الطاقة، نقترح دراسة تفاعلين نوويين منمذجين بالمعادلتين الآتيتين:



1. صنّف هذين التفاعلين وعيّن قيمة كل من A و Z في التفاعل (1).

2. احسب الطاقة المحررة بـ Mev في كل من التفاعلين (1) و (2).

3. استنتج الطاقة المحررة لكل نكليون لهذين التفاعلين.

4. يستحسن استخدام التفاعل (2) بدلا من التفاعل (1)،

برّر ذلك بناء على نتائج السؤال السابق.

5. مخطط الطاقة للتفاعل (2) مبين في الشكل -2- .

- ماذا تمثل كل من ΔE_1 ، ΔE_2 و ΔE_3 ؟ أحسب قيمها .

6. تستعمل الطاقة المحررة من التفاعل (1) في تشغيل محطة كهربائية نووية.

1.6 احسب الطاقة الكهربائية التي تنتجها المحطة خلال أسبوع واحد علما

أنّ الاستطاعة الكهربائية المتوسطة للمحطة هي 900MW .

2.6 احسب الطاقة النووية المستهلكة في المحطة علما أن المردود الطاقوي للمحطة هو 40% .

3.6 ماهي كتلة اليورانيوم ${}^{235}\text{U}$ المستعملة كوقود خلال أسبوع واحد؟

المعطيات:

رمز النواة	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{53}^{131}\text{I}$	${}_Z^A\text{Y}$	${}_2^4\text{He}$	${}_1^3\text{H}$	${}_1^2\text{H}$
طاقة الربط لكل نوية $\frac{E_l}{A} (\text{Mev} / \text{nuc})$	7,59	8,42	8,38	7,07	2,83	1,07

$$1\text{MW} = 10^6\text{W} \quad , \quad 1\text{Mev} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J} \quad , \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$$

التمرين الثالث: (06 نقاط)

تستخدم المكثفات والوشائع في عدة أجهزة كهربائية .

من أجل التحقق التجريبي من قيمة السعة C لمكثفة

والذاتية L لوشية ، تم إنجاز التركيب التجريبي الممثل

في الشكل -3- والمتكون من:

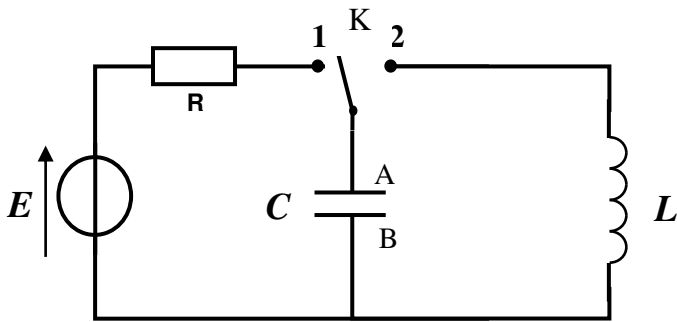
- مولد مثالي للتوتر قوته المحركة الكهربائية E .

- ناقل أومي مقاومته $R = 100\Omega$.

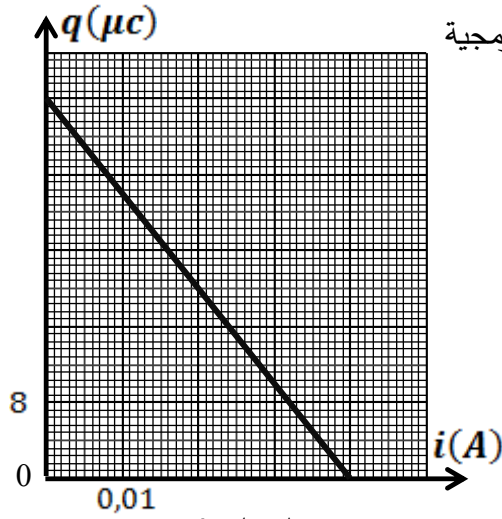
- مكثفة فارغة سعتها C .

- وشيعة صافية ذاتيتها L .

- بادلة K .



الشكل -3-



الشكل -4-

I عند اللحظة $t=0$ ، نضع البادلة K في الوضع (1) و نعاين بواسطة برمجية

إعلامية مناسبة، تغيرات شحنة المكثفة $q(t)$ بدلالة شدة التيار $i(t)$

المر في الدارة، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل -4-.

1. فسّر مجهريا الظاهرة التي تحدث في المكثفة.

2. جد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$.

3. بيّن أنّ المعادلة التفاضلية السابقة تكتب على الشكل: $q = a.i + b$:

حيث a و b ثابتين يطلب كتابة عبارتيهما.

4. اكتب معادلة المنحنى البياني ثم استنتج:

قيمة كل من سعة المكثفة C ، القوة المحركة الكهربائية للمولد E

والشدة الأعظمية للتيار I_0 .

II بعد الانتهاء من شحن المكثفة التي نعتبر

أنّ سعتها $C = 10 \mu F$ ، نقوم بتغيير البادلة إلى الوضع (2)

عند اللحظة $t=0$. نعاين تغيرات الشحنة $q(t)$ للمكثفة

بواسطة نفس البرمجية السابقة فنحصل على المنحنى الممثل

في الشكل -5-.

1. ما هو نمط الاهتزاز المتحصل عليه؟ وأيّ نظام

للاهتزازات يبيّنه الشكل -5-؟

2. جد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ للمكثفة.

3. علما أنّ حل المعادلة التفاضلية السابقة هو من الشكل: $q(t) = Q_0 \cos(\frac{2\pi}{T}t)$ حيث T يمثل دور الاهتزازات.

1.3. جد عبارة الدور T بدلالة مميزات الدارة.

2.3. استنتج قيمة ذاتية الوشيعية L .

4. اكتب المعادلة الزمنية لتغيرات شدة التيار $i(t)$ ثم أرسم المنحنى $i = f(t)$.

الجزء الثاني: (06 نقاط)

التمرين التجريبي: (06 نقاط)

الجزئين I و II مستقلين عن بعضهما البعض.

I لدراسة تطور التحوّل الكيميائي الحادث بين محلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم ومحلول يود البوتاسيوم، نمزج

عند اللحظة $t=0$ حجما $V_1 = 50 \text{ mL}$ من محلول مائي (S_1) ليود البوتاسيوم $(K^+(aq) + I^-(aq))$ تركيزه المولي

$c_1 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، مع حجم $V_2 = 50 \text{ mL}$ من محلول مائي (S_2) لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم

تركيزه المولي $c_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ، $(2K^+(aq) + S_2O_8^{2-}(aq))$.

1. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحوّل الحادث علماً أنّ الثنائيتين (ox/red) الداخلتين في التفاعل هما: $(S_2O_8^{2-}(aq)/SO_4^{2-}(aq))$ ، $(I_2(aq)/I^-(aq))$.

2. أنجز جدول تقدم التفاعل، ثم بيّن إن كان المزيج الابتدائي ستوكيومتري.

3. نتابع تطور هذا التحوّل عن طريق المعايرة اللونية لثنائي اليود $I_2(aq)$ المتشكل بأخذ في كل مرة عينة من المزيج التفاعلي حجمها $V_0 = 10\text{mL}$ ، نسكبها في كأس يبشر به ماء بارد و بعض قطرات من صمغ النشا ثم نعايرها بمحلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq))$ ، تركيزه المولي $c_3 = 0,02\text{mol.L}^{-1}$ و نسجل في كل مرة الحجم المضاف V_E عند التكافؤ.

معادلة التفاعل الكيميائي المنمذجة لتحول المعايرة هي: $I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) = 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$

1.3. أرسم التركيب التجريبي المستعمل في المعايرة موضحاً عليه البيانات الكافية.

2.3. ما هو الغرض من إضافة الماء البارد قبل المعايرة؟

3.3. كيف يمكننا التعرف على نقطة التكافؤ تجريبياً؟

4.3. بيّن أنّه يمكن التعبير عن تقدم التفاعل

المدرس $x(t)$ في كل لحظة t بالعلاقة:

$$x(\text{mmol}) = \frac{V_E(\text{mL})}{10}$$

5.3. من العلاقة السابقة تمكّننا من رسم المنحنى

البياني الممثل لتغيرات تقدم التفاعل المدرس

بدلالة الزمن المبين في الشكل -6- .

(أ) استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

(ب) بيّن كيف يمكن تحديد سرعة اختفاء شوارد اليود

(I^-) من البيان في لحظة t ؟

(II) يتركز اشتغال عمود كهربائي على مبدأ تحويل جزء من الطاقة الناتجة عن تحولات كيميائية إلى طاقة كهربائية

تستهلك عند الحاجة. ندرس في هذا الجزء دراسة مبسطة للعمود: فضة - نحاس.

معطيات:

- كتلة الجزء المغمور من صفيحة النحاس في الحالة الابتدائية: $m_0(\text{Cu}) = 3,2\text{g}$.

- الكتلة المولية للنحاس: $M(\text{Cu}) = 64\text{g.mol}^{-1}$.

- ثابت فراداي: $1F = 96500\text{C.mol}^{-1}$.

- ثابت التوازن للتفاعل: $\text{Cu}(s) + 2\text{Ag}^+(aq) = \text{Cu}^{2+}(aq) + 2\text{Ag}(s)$ هو $K = 2,15.10^{15}$.

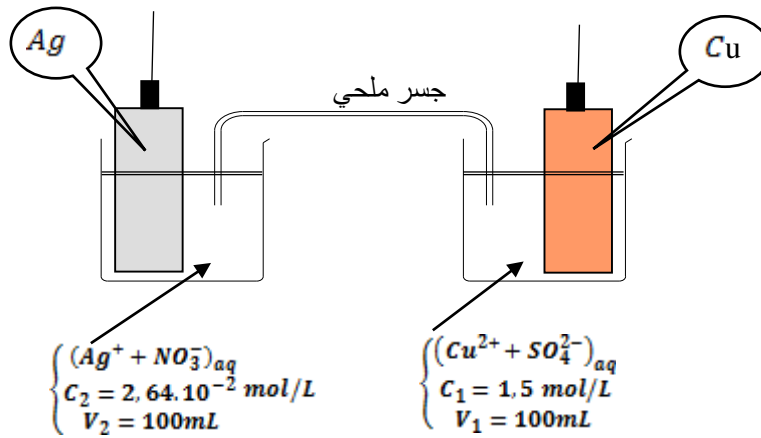
نُنجز عموداً بغمر صفيحة من النحاس في كأس يحتوي على حجم V_1 من محلول مائي لكبريتات النحاس

$(\text{Cu}^{2+}(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq))$ تركيزه المولي c_1 و صفيحة من الفضة في كأس آخر يحتوي على حجم V_2 من محلول مائي

لنترات الفضة $(\text{Ag}^+(aq) + \text{NO}_3^-(aq))$ تركيزه المولي c_2 .

نوصل المحلولين بجسر ملحي كما في الشكل -7- .

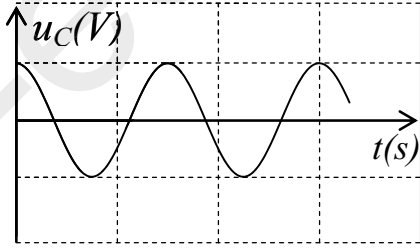
1. اكتب عبارة كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$ ثم احسب قيمته .
2. حدّد معلا جوابك ، جهة التطور التلقائي للجملة الكيميائية خلال اشتغال العمود .
3. مثل الرمز الاصطلاحي للعمود المدروس .
4. خلال اشتغاله ، يغذي العمود دائرة خارجية بتيار كهربائي شدته $I = 5mA$.
- 1.4. اعتمادا على جدول تقدم التفاعل الحاصل في العمود ، حدّد قيمة التقدم الأعظمي $X_{\max}$.
- 2.4. استنتج $Q_{\max}$ ، كمية الكهرباء الأعظمية التي ينتجها العمود خلال اشتغاله .
- 3.4. احسب $\Delta t_{\max}$ ، المدة الزمنية القصوى لاشتغال العمود .



الشكل -7-

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
2.25	0.25	التمرين الأول (04 نقاط): 1.1 تعاريف : النظير: كل نواة تنتمي الى مجموعة من الأنوية لها نفس عدد البروتونات (نفس العدد الشحني) و تختلف في عدد النيكلونات (العدد الكتلي) النواة المشعة: نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتصدر إشعاعا وتعطي نواة أكثر استقرارا النشاط A : هو عدد التفككات في الثانية الواحدة للعينة المشعة . 2.1 - قانون التناقص الإشعاعي : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$. 3.1 - إثبات العلاقة $-\ln(A) = \lambda t - \ln(A_0)$
	0.25	من قانون التناقص الإشعاعي $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ نجد $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$ ومنه $\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\lambda t$ نجد أن $-\ln(A) = \lambda t - \ln(A_0)$
	0.25	4.1- المدلول الفيزيائي وقيمة a, b : بالمطابقة بين العلاقتين نجد $a = \lambda$ ثابت النشاط الإشعاعي $b = A_0$ النشاط الإشعاعي الابتدائي من المنحنى البياني نجد $b = A_0 = e^{46.93} = 2,4 \times 10^{20} Bq$
	0.25	$a = \lambda = \frac{2y_1}{t_1} = \frac{2 \times 46.93}{2.11 \times 10^4} = 4,45 \times 10^{-3} s^{-1}$
0.50	0.25	2- طبيعة النظير المدروس X : لدينا $\lambda = 4,45 \times 10^{-3} s^{-1}$ ومنه $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 156 s = 2,6 min$ هو الفوسفور X 1.3 إيجاد A, Z, A', Z' : $Z = 15, A = 30, A' = 30, Z' = 14$
	0.25	2.3 المعادلة الحاصلة : ${}_{13}^{27}Al + {}_2^4He \rightarrow {}_{14}^{30}Si + {}_0^1e + {}_0^1n$ 3.3 الطاقة المحررة من التفاعل الحاصل: $E_{lib} = 0,57 Mev$ نجد $E_{lib} = [(m_{Al} + m_{He}) - (m_{Si} + m_e + m_n)] \times 931,5$
1.25	0.50	التمرين الثاني (04 نقاط): 1.1 شرح المصطلحين: - إهليلجي: هو مدار بيضوي متناظر يحتوي أحد محرقيه الكوكب المركزي (الأرض) - جيومستقر: هو خاصية جسم يدور حول الأرض في مستوى خط الاستواء في نفس جهة دورانها و له نفس دور الأرض حول نفسها . 2.1 المرجع المناسب لدراسة حركة القمر: المرجع الجيومركزي 3.1 الرسم التخطيطي للمسار
	0.25	
	0.25	
	0.25	

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
2.75	0.25	4.1- <u>عبارة السرعة المدارية</u> : v_s - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ على القمر الإصطناعي نجد
	0.25	$\vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}$ بالإسقاط على المحور الناظمي نجد $F_{T/S} = m_s \cdot a_N$
	0.25	حيث $a_N = \frac{v_s^2}{r}$ ، $F_{T/S} = G \frac{m_s \cdot M_T}{r^2}$ بالتعويض نجد $v_s = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$
		- حساب قيمة السرعة المدارية:
	0.25	- موضع الحضيض ($r = h_2 + R$): نجد $v_{2(s)} = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{h_2 + R}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}{6,6 \times 10^6}} = 7767 \text{ m/s}$
	0.25	- موضع الأوج ($r = h_1 + R$): نجد $v_{1(s)} = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{h_1 + R}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}{48,39 \times 10^6}} = 2869 \text{ m/s}$
	0.25	1.2- <u>شكل المدار</u> : دائري مركزه منطبق على مركز الأرض
	0.25	- <u>قيمة دوره</u> : بما أن القمر الاصطناعي جيو مستقر فإن دوره $T_s = 24h$
	0.25	2.2- <u>حساب الارتفاع عن سطح الأرض</u> : باستعمال قانون كبلر الثالث $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T}$
	0.25	نجد $r = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} = 42,24 \times 10^6 \text{ m}$ ومنه
1.25	0.25	$h = r - R_T = 42,24 \times 10^6 - 6,4 \times 10^6 = 35,84 \times 10^6 \text{ m} \approx 36 \times 10^3 \text{ km}$
	0.25	<u>التمرين الثالث (06 نقاط)</u>
	0.25	1.1- <u>رسم الدارة و كيفية توصيل راسم الاهتزاز</u> :
	0.25	2.1- <u>وضع البادلة الذي يحقق عملية الشحن</u> هو الوضع 2
	0.25	1.2- <u>المجالات الزمنية لأوضاع البادلة</u> :
	0.25	
	0.25	
	0.25	
	0.25	2.2- <u>المقادير الموضحة على البيان وقيمها</u> :
	0.25	a: لحظة شحن المكثفة % 63 من شحنتها الاعظمية حيث $a = 90 \text{ ms}$
	0.25	b: لحظة شحن المكثفة % 99 من شحنتها الاعظمية ، حيث $b = 250 \text{ ms}$

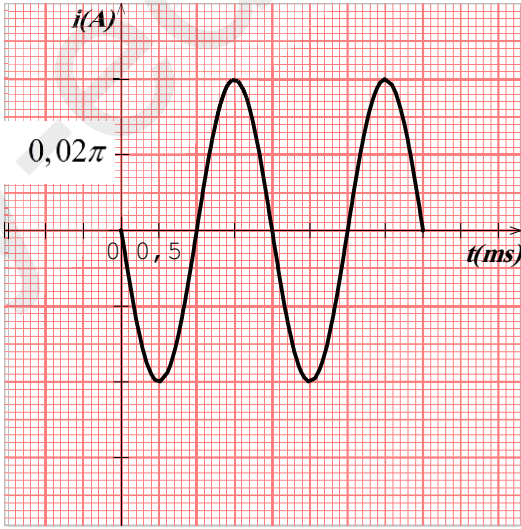
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
0.50	0.25	c: التوتر الكهربائي الاعظمي بين طرفي المكثفة حيث $c = E = 2.25 \times 4 = 9 \text{ V}$
	0.25	3.2- <u>المعادلة التفاضلية المعبرة عن $u_C(t)$</u> :
	0.50	بتطبيق قانون جمع التوترات: $u_C + u_R = E$
	0.50	نجد $u_C + R.i = E$ ومنه $u_C + R.\frac{dq}{dt} = E$ نجد $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R.C} u_C = \frac{E}{R.C}$
	0.50	4.2- <u>حساب قيمة R</u> : من علاقة ثابت الزمن $\tau = R.C$ حيث $\tau = 40 \text{ ms}$
3.00	0.25	نجد $R = \frac{\tau}{C} = \frac{40 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 400 \Omega$
	0.25	1.3- <u>الظاهرة التي يبرزها البيان في المجال الزمني</u> : $[300 \text{ ms} , 550 \text{ ms}]$
	0.25	اهتزازات كهربائية حرة متخامدة
	0.25	2.3- <u>شبه الدور T_0 من المنحنى البياني</u> : $T_0 = 50 \text{ ms}$
	0.25	3.3- <u>العلاقة الصحيحة للدور T_0</u> : هي العبارة $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ لان
2.00	0.50	$[T_0] = [L]^{1/2} [C]^{1/2} = \frac{[U]^{1/2} [T]^{1/2}}{[I]^{1/2}} \times \frac{[I]^{1/2} [T]^{1/2}}{[U]^{1/2}} = [T]$
	0.25	4.3- <u>استنتاج ذاتية الوشعة L</u> : لدينا $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$
	0.50	ومنه $L = \frac{T_0^2}{4\pi^2.C} = \frac{(0.05)^2}{4\pi^2 \times 100 \times 10^{-6}} = 0.63 \text{ H}$
	0.50	4- <u>رسم مقطع من المنحنى ضمن المجال الزمني $[300 \text{ ms} , 550 \text{ ms}]$ من اجل</u>
	0.50	وشعة صرفة
0.50	0.50	
	0.50	التمرين التجريبي (06 نقاط)
	0.50	1- <u>الوظائف التي يحتويها المركب</u> : وظيفة حمضية كربوكسيلية ، وظيفة استرية
	0.50	1.2- <u>كتابة عبارة الناقلية النوعية</u> : لدينا $\sigma = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot [X_i]$
	0.50	ومنه $\sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] + \lambda_{C_9H_7O_4^-} \cdot [C_9H_7O_4^-]$
0.50	0.50	2.2- <u>حساب التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم واستنتاج pH المناسب</u> :
	0.50	من العلاقة السابقة $\sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] + \lambda_{C_9H_7O_4^-} \cdot [C_9H_7O_4^-]$

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
1.75	0.25	حيث $[H_3O^+] = [C_9H_7O_4^-]$ ومنه
	0.50	$[H_3O^+] = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_9H_7O_4^-}} = \frac{109 \times 10^{-3}}{(35 + 3,6)10^{-3}}$
	0.25	$= 2,82 \text{ mol} / \text{m}^3 = 2,82 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{L}$
	0.25	ومنه $pH = -\log[H_3O^+] = 2,55$
	0.75	1.3- <u>الرسم التخطيطي لعملية المعايرة:</u> 1- سحاحة مدرجة 2- حامل السحاحة 3- بيشر به الحمض 4- pH متر 5- محرك المخلاط المغناطيسي
1.25	0.25	2.3- <u>معادلة تفاعل المعايرة:</u> $C_9H_8O_4 + OH^- = C_9H_7O_4^- + H_2O$
	0.50	1.4- <u>تحديد احداثي نقطة التكافؤ و طبيعة المزيج عندئذ:</u> باستعمال طريقة المماسات المتوازية نجد $(V_{BE} = 30 \text{ mL}, pH_E = 7,8)$
	0.50	(يقبل مجال pH $[7,7 - 8]$)
	0.25	- طبيعة المزيج عند التكافؤ: المزيج أساسي لان $pH_E > 7$
	0.25	2.4- <u>استنتاج ثابت الحموضة:</u> من المنحنى البياني وعند نقطة نصف التكافؤ يكون $pH = pKa$
2.00	0.50	نجد عند $V_{BE/2} = 15 \text{ mL}$ يكون $pKa = 3,5$
	0.50	3.4- <u>حساب تركيز المادة الفعالة (الحمض) واستنتاج كتلته النقية:</u> عند التكافؤ: $C_A V_A = C_B V_{BE}$ حيث $V_{BE} = 30 \text{ mL}$
	0.50	ومنه $C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a} = \frac{0,05 \times 30}{55} = 2,73 \times 10^{-2} \text{ mol} / \text{L}$
	0.50	- كتلة الحمض النقية: لدينا $C_a = \frac{n}{V_a} = \frac{m}{M V_a}$
	0.50	ومنه $m = C_a \times M \times V_a = 2,73 \times 10^{-2} \times 180 \times 0,1 = 0,49 \text{ g}$
	0.50	أي $m = 490 \text{ mg} \square 500 \text{ mg}$
	0.50	4.4- <u>معنى الدلالة C500 المدونة على العبوة:</u> أن كتلة حمض الاستيل ساليسليك النقي المتواجدة في القرص الواحد تقدر بـ 500 mg .

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
0.50	2×0.25	التمرين الأول: (04 نقاط) 1- تمثيل القوى أ- الحالة 1: $t = 0$ ب- الحالة 2: خلال الحركة
		2- أ- المعادلة التفاضلية بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي الارضي نعتبره غاليليا $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{\pi} = m\vec{a}$ بالإسقاط على محور الحركة OZ: الموجه نحو الأسفل . $P - f - \pi = m a \Rightarrow mg - kv - \rho_a Vg = m \frac{dv}{dt}$ $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} v = g(1 - \frac{\rho_a}{\rho})$ $\frac{dv}{dt} + A v = B$ $B = g(1 - \frac{\rho_a}{\rho}) \quad A = \frac{K}{m}$ ب - المدلول الفيزيائي لـ B : لما $t = 0$ فإن $v = 0$ و منه حسب المعادلة التفاضلية فإن $a_0 = \left(\frac{dv}{dt}\right)_0 = B$; التسارع الابتدائي 3- أ- السرعة الحدية $v_l = 3m s^{-1}$ ب- التسارع الابتدائي $a_0 = \frac{3-0}{1-0} = 3m s^{-2}$ ج- ثابت الزمن τ والثابت k : $\tau = 1s \rightarrow k = \frac{m}{\tau} = \frac{0,02}{1} = 0,02kg.s^{-1}$ د- شدة قوة دافعة أرخميدس: في النظام الدائم $a = 0 m s^{-2}$ ومنه : $P - f - \pi = 0 \rightarrow \pi = P - f \rightarrow \pi = (0,02 \times 10) - (0,02 \times 3)$ $\pi = 0,14N$ تقبل طريقة أخرى . 4- عند إهمال باقي القوى أمام الثقل: - الحركة في هذه الحالة : سقوط حر . - التمثيل البياني الكيفي :
1.50	0.25	
0.50	2×0.25	

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		التمرين الثاني: (04 نقاط)
		1- تصنيف التفاعلين :
1.00	0.25	تفاعل إنشطار $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{131}_{53}\text{I} + ^A_Z\text{Y} + 3 ^1_0\text{n}$ (1)
	0.25	تفاعل اندماج $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$ (2)
		تعيين قيمة كل من A و Z في التفاعل (1)
		بتطبيق مبدأ انحفاظ العدد الكتلي
	0.25	$235 + 1 = 131 + A + 3 \Rightarrow A = 102$
	0.25	بتطبيق مبدأ انحفاظ العدد الشحني
	0.25	$92 + 0 = 53 + Z + 0 \Rightarrow Z = 39$
	0.25	2- حساب الطاقة المحررة بـ MeV لكل تفاعل: $E_{\text{lib}} = E_{\text{I(f)}} - E_{\text{I(i)}}$
0.75		• تفاعل انشطار :
	0.25	$E_{\text{lib}} = E_{\text{I}}(^{131}_{53}\text{I}) + E_{\text{I}}(^{102}_{39}\text{Y}) - E_{\text{I}}(^{235}_{92}\text{U})$
		$E_{\text{lib}} = (8,42 \times 131) + (8,38 \times 102) - (7,59 \times 235)$
		$E_{\text{lib}} = 174,13 \text{ MeV}$
		• تفاعل اندماج :
	0.25	$E_{\text{lib}} = E_{\text{I}}(^4_2\text{He}) - (E_{\text{I}}(^2_1\text{H}) + E_{\text{I}}(^3_1\text{H}))$
		$E_{\text{lib}} = (7,07 \times 4) - (1,07 \times 2) - (2,83 \times 3)$
	0.25	$E_{\text{lib}} = 17,65 \text{ MeV}$
		3- استنتاج الطاقة المحررة لكل نكليون لهذين التفاعلين .
0.50	0.25	تفاعل انشطار $\frac{E_{\text{lib}}}{A} (1) = \frac{174,13}{236} = 0,74 \text{ Mev/nuc}$
	0.25	تفاعل اندماج $\frac{E_{\text{lib}}}{A} (2) = \frac{17,65}{5} = 3,53 \text{ Mev/nuc}$
		4- يستحسن استعمال تفاعل اندماج لأن طاقة المحررة لكل نكليون لتفاعل اندماج أكبر من طاقة المحررة لكل نكليون لتفاعل انشطار بـ 5 مرات تقريبا .
0.25	0.25	5- $\Delta E_1 = E_{\ell}(^2_1\text{H}) + E_{\ell}(^3_1\text{H}) = (2,14 + 8,49) = 10,63 \text{ Mev}$
0.75	0.25	$\Delta E_2 = E_{\ell}(^4_2\text{He}) = 28,28 \text{ Mev}$
	0.25	$\Delta E_3 = -E_{\ell\text{lib}} = -17,65 \text{ Mev}$
	0.25	1.6- حساب الطاقة الكهربائية التي تنتجها المحطة خلال أسبوع واحد:
	0.25	$E_{\text{elec}} = P \times \Delta t \Rightarrow E_{\text{elec}} = 900 \times 10^6 \times 7 \times 24 \times 3600$ $\Rightarrow E_{\text{elec}} = 5,44.10^{14} \text{ J}$
		2.6- حساب الطاقة النووية المستهلكة في المحطة:
0.75	0.25	$E_{T\text{lib}} = \frac{E_{\text{elec}}}{r} = \frac{5,44.10^{14}}{0.4} \Rightarrow E_{T\text{lib}} = 13,6.10^{14} \text{ J}$

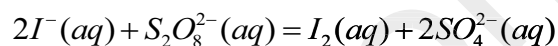
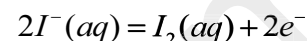
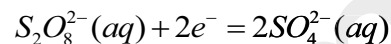
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
	0.25	3.6- كتلة اليورانيوم 235 المستعملة كوقود خلال أسبوع واحد. $E_{T\text{lib}} = N \times E_{\text{lib}} \Rightarrow N = \frac{E_{T\text{lib}}}{E_{\text{lib}}} = \frac{13,6 \cdot 10^{14}}{174,13 \times 1,6 \cdot 10^{-13}} \Rightarrow N = 4,88 \cdot 10^{25}$ نواة $m = \frac{N}{N_A} \cdot M \Rightarrow m = \frac{4,88 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 235 = 1,9 \cdot 10^4 \text{ g}$ $\Rightarrow m = 19 \text{ kg}$
0.50	0.50	التمرين الثالث: (06 نقاط) I. عند اللحظة $t = 0$ نضع البادلة في الوضع (1). 1- التفسير المجهري للظاهرة التي تحدث في المكثفة . عند الوضع (1) تحدث ظاهرة شحن المكثفة حيث تنتقل الإلكترونات من الصفيحة A الى الصفيحة B الى غاية $U_c = E$ 2- إيجاد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$: $u_c + u_R = E \Rightarrow \frac{q}{C} + R \cdot i = E \Rightarrow \frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} = E \Rightarrow \frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC} q(t) = \frac{E}{R}$ 3- عبارة q بدلالة i : في المعادلة التفاضلية نعوض $\frac{dq}{dt} = i$ فنجد $q = -(RC) \cdot i + CE$ و بتطابق العلاقة مع العلاقة المطلوبة نجد $b = CE$ ، $a = -(RC)$ 4- معادلة المنحنى : $q = -10^{-3} \cdot i + 40 \cdot 10^{-6} \dots C$ معادلة البيان : استنتاج : قيمة سعة المكثفة C : $RC = 10^{-3} \Rightarrow C = \frac{10^{-3}}{100} = 10^{-5} \text{ F} = 10 \mu\text{F}$ قيمة القوة المحركة الكهربائية E : $CE = 40 \cdot 10^{-6} \Rightarrow E = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{10^{-5}} = 4 \text{ V}$ قيمة الشدة الاعظمية I_0 : $I_0 = \frac{E}{R} = \frac{4}{100} = 0,04 \text{ A}$
0.75	0.75	
0.75	0.75	
1.00	0.25	
	0.25	
	0.25	
	0.25	

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
0.5	2×0.25	.II 1- نمط الإهتزاز الملاحظ : اهتزاز كهربي حر غير متخامد. النظام : دوري 2- المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف: $U_c + U_L = 0 \Rightarrow \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{C} q(t) + L \frac{dq^2(t)}{dt^2} \Rightarrow \frac{dq^2(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC} q(t) = 0$ 1.3. إيجاد عبارة الدور $q = Q_0 \cos \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \frac{dq}{dt} = -\frac{2\pi}{T} Q_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \frac{d^2 q}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T^2} Q_0 \cos \frac{2\pi}{T} t$ نعوض في المعادلة التفاضلية : $-\frac{4\pi^2}{T^2} Q_0 \cos \frac{2\pi}{T} t + \frac{1}{LC} Q_0 \cos \frac{2\pi}{T} t = 0 \Rightarrow \left(-\frac{4\pi^2}{T^2} + \frac{1}{LC}\right) Q_0 \cos \frac{2\pi}{T} t = 0$ ومنه: $-\frac{4\pi^2}{T^2} + \frac{1}{LC} = 0 \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{LC}$ 2.3. قيمة ذاتية الوشبيعة: $T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$ من المنحنى : قيمة الدور الذاتي: $T = 2ms$ و منه $L = \frac{(2.10^{-3})^2}{4\pi^2 \cdot 10^{-5}} = 0,01H$ 4- المعادلة الزمنية لشدة التيار: $i = \frac{dq}{dt} = -\frac{2\pi}{T} Q_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow i = -0,04\pi \sin 1000\pi t \dots\dots\dots (A)$ منحنى شدة التيار: 
0.75	0.75	
1.00	0.50	
	0.50	
0.75	0.25	
	0.50	

الجزء الثاني: (06 نقاط)

التمرين التجريبي: (06 نقاط)

I-1- كتابة معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحويل الحادث:



2- جدول تقدم التفاعل :

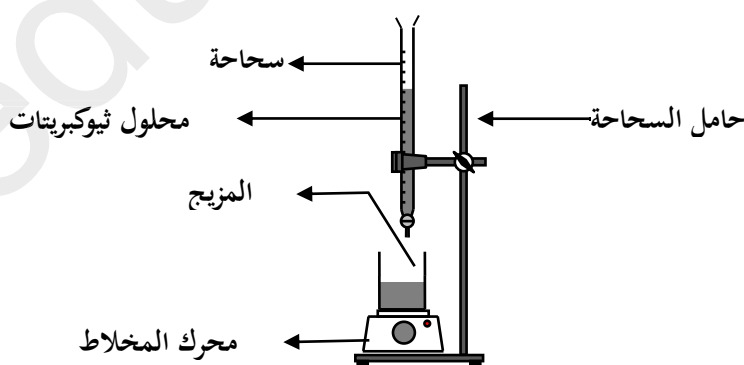
معادلة التفاعل		$2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) = I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$			
ح ج	التقدم	كميات المادة			
ابتدائية	0	c_1V_1	c_2V_2	0	0
انتقالية	$x(t)$	$c_1V_1 - 2x(t)$	$c_2V_2 - x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
نهائية	X_f	$c_1V_1 - 2X_f$	$c_2V_2 - X_f$	X_f	$2X_f$

حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات :

$$n_0(S_2O_8^{2-}) = c_2V_2 = 0,005mol \quad , \quad n_0(I^-) = c_1V_1 = 0,01mol$$

$$\text{فالمزيج ستوكيومترى} \quad \frac{n_0(I^-)}{2} = \frac{n_0(S_2O_8^{2-})}{1} = 0,005mol$$

1.3- رسم التركيب التجريبي المستعمل في المعايرة :



2.3- الغرض من إضافة الماء البارد : توقيف التفاعل المدروس

3.3- التعرف على نقطة التكافؤ تجريبيا : اختفاء اللون الأزرق لصبغ النشا

4.3- إستنتاج العلاقة بين التقدم x للتفاعل المدروس والحجم V_E :

عند التكافؤ يكون المزيج التفاعلي بنسب ستوكيومترية أي :

$$n_0(I_2) = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2} \Rightarrow n_0(I_2) = \frac{c_3V_E}{2} \dots\dots\dots V_0 = 10mL \text{ في العينة}$$

$$n(I_2) = x(t) \dots\dots\dots V_T = V_1 + V_2 = 100mL \text{ في المزيج التفاعلي}$$

		$x(mmол) = \frac{V_E(mL)}{10}$ أي $x(t) = \frac{c_3 V_E}{2} \times \frac{V_T}{V_0} = \frac{0,02 \times 100}{2 \times 10} \times V_E = 0,1 \times V_E$: و منه																														
0.25		5.3- أ) - استنتاج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: لما $t = t_{1/2}$ فإن $x = \frac{X_f}{2} = \frac{5}{2} = 2,5mmол$ و بالاسقاط																														
		نجد $t_{1/2} = 7s$																														
0.25		ب) - تحديد سرعة اختفاء شوارد اليود I^- : $v_{I^-} = -\frac{dn(I^-)}{dt} = -\frac{d(c_1 V_1 - 2x)}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$: حيث $\frac{dx}{dt}$ يمثل ميل مماس المنحنى في اللحظة t المعتبرة																														
0.25	0.25	II - 1- عبارة كسر التفاعل في الحالة الابتدائية و حساب قيمته:																														
0.25	0.25	$Qr_i = \frac{[Cu^{2+}]_i}{[Ag^+]_i^2} = \frac{1,5}{(2,64 \cdot 10^{-2})^2} = 2,15 \cdot 10^3$																														
0.25	0.25	2- جهة تطور التفاعل : $Qr_i < K$ تتطور الجملة تلقائيا في الاتجاه المباشر .																														
		3- الرمز الإصطلاحي للعمود: $\ominus Cu \setminus Cu^{2+} \parallel Ag^+ \setminus Ag \oplus$																														
		1.4- جدول التقدم :																														
0.50		<table><tr><th colspan="2">معادلة التفاعل</th><th colspan="4">$Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$</th></tr><tr><th>ح ج</th><th>التقدم</th><th colspan="4">كميات المادة</th></tr><tr><td>ابتدائية</td><td>0</td><td>$\frac{m_0(Cu)}{M(Cu)}$</td><td>$c_2 V_2$</td><td>$c_1 V_1$</td><td>$\frac{m}{M(Ag)}$</td></tr><tr><td>انتقالية</td><td>$x(t)$</td><td>$\frac{m_0}{M} - x(t)$</td><td>$c_2 V_2 - 2x(t)$</td><td>$c_1 V_1 + x(t)$</td><td>$\frac{m}{M(Ag)} + 2x(t)$</td></tr><tr><td>نهائية</td><td>X_f</td><td>$\frac{m_0}{M} - X_f$</td><td>$c_2 V_2 - 2X_f$</td><td>$c_1 V_1 + X_f$</td><td>$\frac{m}{M(Ag)} + 2X_f$</td></tr></table>	معادلة التفاعل		$Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$				ح ج	التقدم	كميات المادة				ابتدائية	0	$\frac{m_0(Cu)}{M(Cu)}$	$c_2 V_2$	$c_1 V_1$	$\frac{m}{M(Ag)}$	انتقالية	$x(t)$	$\frac{m_0}{M} - x(t)$	$c_2 V_2 - 2x(t)$	$c_1 V_1 + x(t)$	$\frac{m}{M(Ag)} + 2x(t)$	نهائية	X_f	$\frac{m_0}{M} - X_f$	$c_2 V_2 - 2X_f$	$c_1 V_1 + X_f$	$\frac{m}{M(Ag)} + 2X_f$
معادلة التفاعل		$Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$																														
ح ج	التقدم	كميات المادة																														
ابتدائية	0	$\frac{m_0(Cu)}{M(Cu)}$	$c_2 V_2$	$c_1 V_1$	$\frac{m}{M(Ag)}$																											
انتقالية	$x(t)$	$\frac{m_0}{M} - x(t)$	$c_2 V_2 - 2x(t)$	$c_1 V_1 + x(t)$	$\frac{m}{M(Ag)} + 2x(t)$																											
نهائية	X_f	$\frac{m_0}{M} - X_f$	$c_2 V_2 - 2X_f$	$c_1 V_1 + X_f$	$\frac{m}{M(Ag)} + 2X_f$																											
1.75		حساب X_{max} : بفرض Cu محد : $X_{max} = \frac{m_0(Cu)}{M(Cu)} = \frac{3,2}{64} = 50 \cdot 10^{-3} mol$																														
0.25		بفرض Ag^+ محد : $X_{max} = \frac{c_2 V_2}{2} = \frac{2,64 \cdot 10^{-3}}{2} = 1,32 \cdot 10^{-3} mol$																														
0.50		و منه $X_{max} = 1,32 \cdot 10^{-3} mol$																														
0.50		2.4- استنتاج قيمة كمية الكهرباء الاعظمية Q_{max} التي ينتجها العمود :																														
		$Q_{max} = Z \cdot X_{max} \cdot F = 2 \times 1,32 \cdot 10^{-3} \times 96500 = 254,76C$																														
		3.4- حساب مدة اشتغال العمود Δt_{max} : $\Delta t_{max} = \frac{Q_{max}}{I} = \frac{254,76}{5 \cdot 10^{-3}} = 50952s = 14,15 h$																														