



على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتين

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على 06 صفحات (من الصفحة 1 من 10 إلى الصفحة 6 من 10)

الجزء الأول (14 نقاط)

التمرين الأول: (06 نقاط)

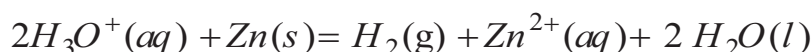
يعتبر حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) أو ما يُعرف تجاريا بروح الملح من أكثر الأحماض استخداما خاصة في تنظيف المجاري و أنابيب الصرف الصحي.

يهدف هذا التمرين الى دراسة بعض التفاعلات الكيميائية لهذا الحمض.

I - في ايرلينة مايرنضع عند اللحظة $t = 0$ وعند درجة حرارة $\theta = 25^\circ C$ قطعة من الزنك Zn كتلتها m_0 مع حجم قدره $V = 100 mL$ من محلول لحمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$

يعطى: $M(Zn) = 65,4 g/mol$

التحول الحادث بطيء وتام، ينمذج بالمعادلة:



1. حدد الثنائيتين (ox / red) المشاركتين في هذا التفاعل

2. انجز جدول تقدم التفاعل.

3. قمنا بقياس pH المزيج في نهاية التفاعل فتحصلنا على القيمة 1,69 .

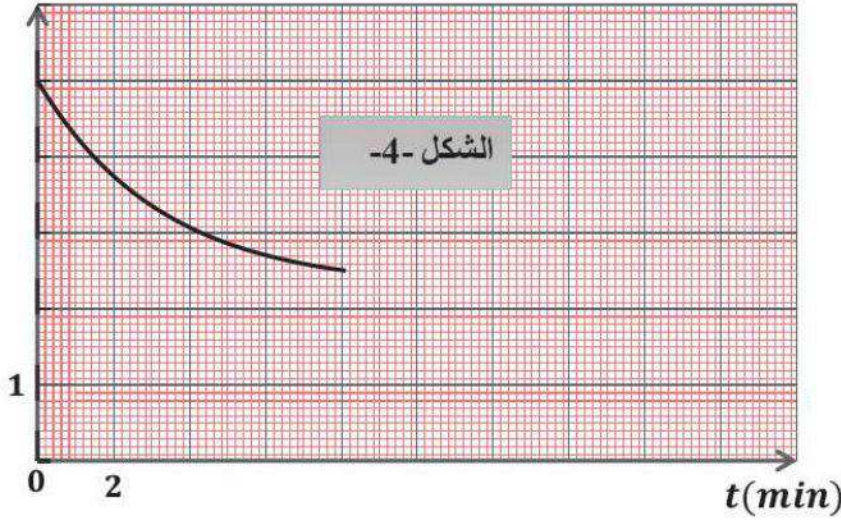
1.3 احسب تركيز شوارد H_3O^+ في الحالة النهائية واستنتج كمية مادتها في هذه الحالة.

2.3 حدد المتفاعل المحد، ثم استنتج قيمة التقدم الاعظمي x_{max} .

3.3 حدد كتلة الزنك m_0 .

II. المتابعة الزمنية لهذا التحول مكنتنا من رسم المنحنى: $[H_3O^+] = f(t)$ (الشكل-4).

$$[H_3O^+] \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

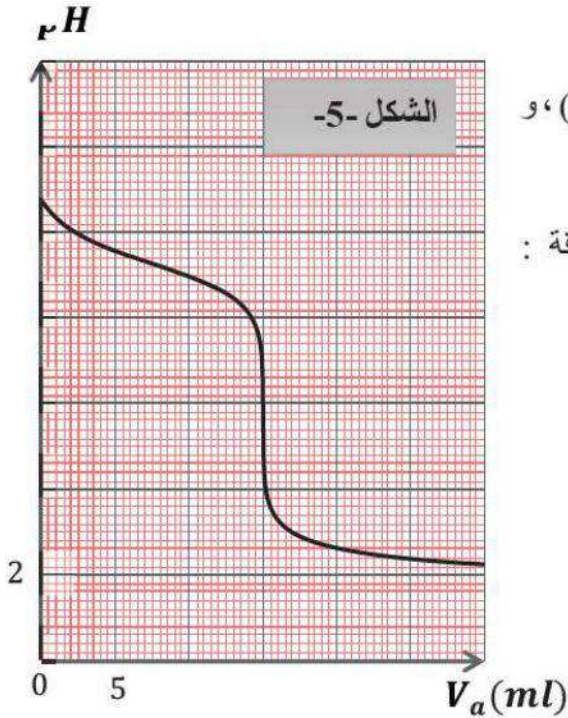


1. اكمل المنحنى البياني مع التعليل.
2. جد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، موضعا كيفية ذلك.
3. احسب السرعة الحجمية الابتدائية لاختفاء شوارد H_3O^+ ، واستنتج السرعة الحجمية للتفاعل الأعظمية.
4. نكرر التجربة في درجة حرارة $\theta = 31^\circ\text{C}$.
ارسم على نفس الشكل المنحنى $[H_3O^+] = g(t)$ ، مع تفسير تأثير العامل الحركي المسؤول عن تغير سرعة التفاعل مجهريا.

III. معايرة محلول النشء در بواسطة محلول حمض كلور الماء:

نقوم بمعايرة حجما $V_B = 20 \text{ mL}$ من محلول مائي (S_b) للنشادر $NH_3(aq)$ تركيزه المولي C_B بواسطة محلول حمض كلور الماء المتبقي من التفاعل السابق (الجزء II) ذي التركيز C_A ، بواسطة المعايرة pH - مترية تحصلنا على المنحنى الممثل في الشكل-5. تغيرات pH المزيج بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف V_A .

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
2. ارسم التركيب التجريبي المستعمل مع ارفاقه بالبيانات.
3. جد احداثي نقطة التكافؤ E ، ثم احسب قيمة C_B .
4. جد بيانيا قيمة ثابت الحموضة pKa للثنائية $(NH_4^+ / NH_3(aq))$ ، واستنتج قيمة Ka .
5. احسب ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة، ماذا تستنتج؟
6. حدد الحجم V_A من المحلول الحمضي الواجب اضافته لكي تتحقق العلاقة: $[NH_4^+] = 15 [NH_3]$ في المزيج التفاعلي.



التمرين الثاني: (04 نقاط)

سُهيل سات 2 قمر اصطناعي قطري يظهر ساكنا لملاحظ على سطح الأرض، يُستعمل في الاتصالات اللاسلكية للبث الإذاعي والتلفزي بتقنية عالية الجودة. يُستغل في تغطية ونقل مباريات وأحداث كأس العالم 2022 عبر القنوات الفضائية العالمية، أُرسل إلى مداره في 15 نوفمبر 2018.



سُهيل سات 2

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة القمر الاصطناعي سُهيل سات 2 وتحديد بعض المقادير الفيزيائية المميّزة له.

معطيات: نصف قطر الأرض $R_T = 6400 \text{ km}$

دور الأرض حول محورها $T_T \simeq 24 \text{ h}$

I. دراسة حركة القمر الاصطناعي سُهيل سات 2.

نعتبر (S) القمر الاصطناعي سُهيل سات 2، كتلته $m_S = 5300 \text{ kg}$ يدور حول الأرض في مسار دائري

نصف قطره r ، على ارتفاع h من سطح الأرض، خاضع لقوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/S}$ فقط. 1. حدّد المرجع المناسب لدراسة حركة هذا القمر.

2. انقل (الشكل 1) ومثّل عليه شعاع السرعة المدارية $\vec{v}$ وشعاع قوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/S}$.

3. اكتب العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة: G, M_T, m_S, r و $\vec{n}$.

(حيث $\vec{n}$ شعاع وحدة ناظمي، M_T كتلة الأرض، G ثابت الجذب العام).

4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة (S):

1.4. أعط مميّزات شعاع تسارع مركز عطالة القمر (S) ثم استنتج طبيعة حركته.

2.4. اكتب عبارة v بدلالة G, M_T و r .

3.4. استنتج عبارة الدور T_S لحركة (S) بدلالة المقادير

المذكورة في السؤال (2.4).

II. تحديد بعض المقادير المميّزة للقمر سُهيل سات 2.

لغرض تحديد مميّزات القمر (S) تمّت محاكاة حركته

بواسطة برمجية مناسبة. (الشكل 2) يمثّل بيان تغيرات شدة

قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي $\vec{F}_{T/S}$ ، بدلالة مقلوب

مربع نصف قطر مداره $\left(\frac{1}{r^2}\right)$.

1. باستغلال البيان الممثّل في (الشكل 2) اكتب معادلته

الرياضية ثم استنتج قيمة الثابت K حيث $(K = GM_T)$.

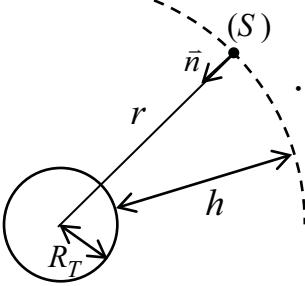
2. إذا علمت أنّ قيمة شدة قوة جذب الأرض للقمر (S) هي $F_{T/S} = 11,8 \times 10^2 \text{ N}$ ، استنتج قيمة المقادير الآتية:

1.2. الارتفاع h عن سطح الأرض.

2.2. السرعة المدارية v .

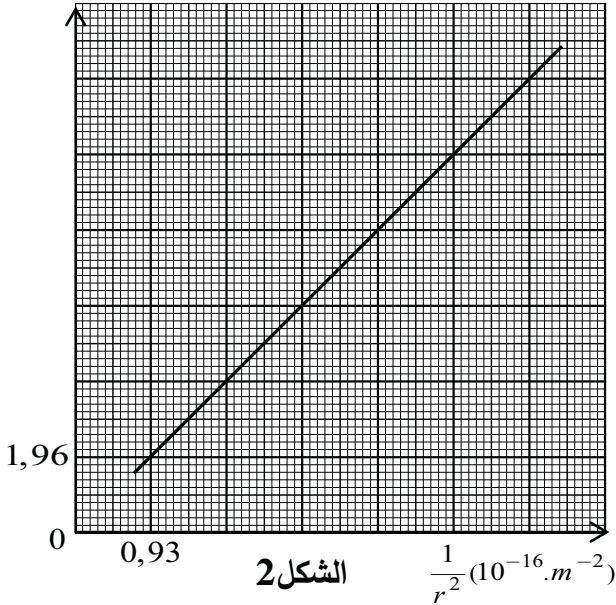
3.2. الدور T_S .

3. هل القمر سُهيل سات 2 جيومستقر؟ برّر إجابتك.



الشكل 1

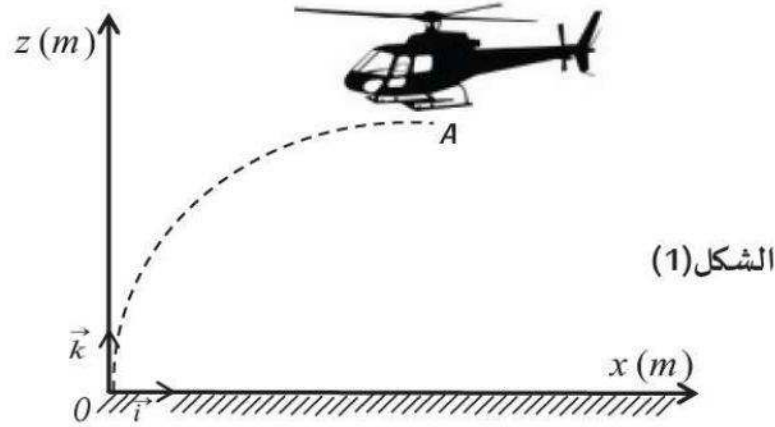
$F_{T/S} (10^2 \text{ N})$



الشكل 2

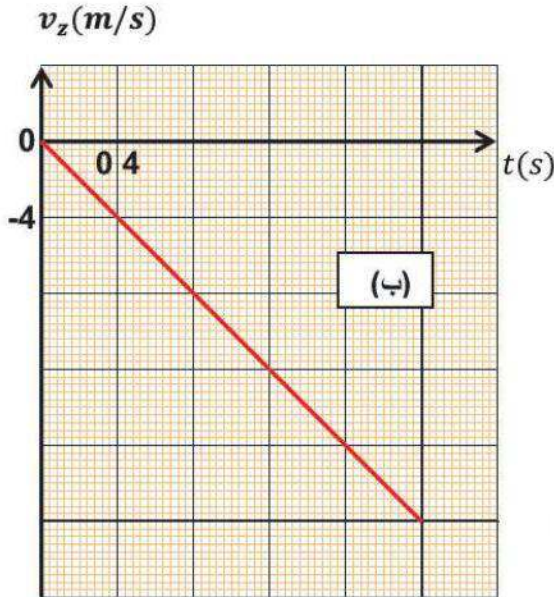
التمرين الثالث: (4 نقاط)

تستعمل الطائرات المروحية في إيصال المساعدات الإنسانية إلى المناطق المنكوبة والمعزولة ، نريد دراسة حركة صندوق كتلته m يحوي على أغذية و أفرشة . تتحرك طائرة مروحية وفق مسار مستقيم أفقي بسرعة ثابتة و عند الحظة $t = 0$ تمر الطائرة من النقطة A حيث تترك الصندوق الذي ينزل وفق مسار منحنى ليسقط على سطح الأرض في النقطة O التي نعتبرها مبدأ للمعلم $(o, \vec{i}, \vec{k})$. أنظر الشكل (1). تعطى: $g = 10 \text{ m/s}^2$

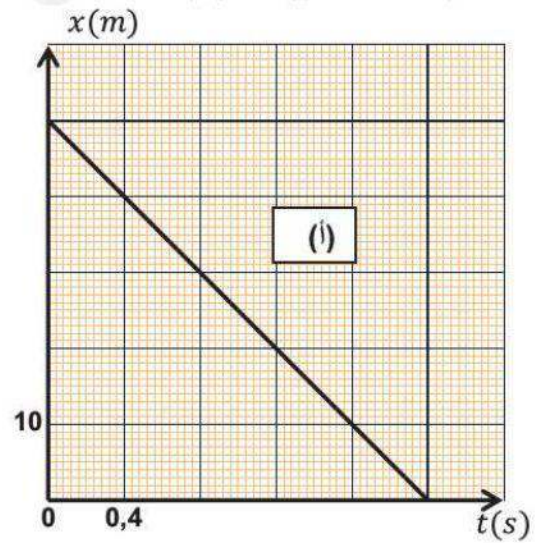


الشكل (1)

معالجة التصوير المتعاقب لحركة مركز عطايا الصندوق ببرمجية مناسبة على جهاز الاعلام الألي في المعلم $(o, \vec{i}, \vec{k})$ مكننا من رسم المنحنيين (أ) و (ب) الموضحين بالشكل (2)



الشكل (2)



1. بالاعتماد على البيانيين (أ) و (ب) جد ما يلي :

- أ. زمن وصول الصندوق إلى سطح الأرض مع تقديم تفسير لانحناء مسار الحركة .
 - ب. قيمة المركبة الأفقية v_x السرعة الصندوق و باستعمال سلم مناسب ارسم البيان $v_x(t)$.
 - ج. احداثيات نقطة انطلاق الصندوق $A(x_A, z_A)$.
2. هل يمكن اعتبار المعلم المرتبط بسطح الأرض $(o, \vec{i}, \vec{k})$ معلما عطاليا و ماهي الفرضية المعتبرة في ذلك .
3. بتطبيق القانون الثاني لنيتون على الصندوق في المعلم $(o, \vec{i}, \vec{k})$:
- أ. جد المعادلتين الزمنيةتين للحركة $x(t)$ و $z(t)$ و استنتج طبيعة الحركة على كل محور .
 - ب. بين أن معادلة مسار الحركة تكتب من الشكل $z(x) = -8.10^{-3}x^2 + 0.8x$.
 - ج. حدد قيمة سرعة ارتطام الصندوق بسطح الأرض عند النقطة O و زاوية ميل شعاعها α .

- الجزء الثاني: (06 نقاط)
- التمرين التجريبي: (06 نقاط)

لتحديد المقادير المميز (L, r) لوشية و السعة C لمكثفة نحقق التركيب التجريبي الموضح بالشكل (1) يتكون من مولد التوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E و ثلاث نواقل أومية $R_1 = 50\Omega$, R_2 , R_3 وصمام ثنائي (diode) و بادلة K .
1. عند اللحظة $t = 0$ نضع البادلة في الوضع (1).

أ. بين أن المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي R_1 هي: (1) ...
$$\frac{du_{R1}}{dt} + \frac{(R_1 + r)}{L} u_{R1} = \frac{R_1 E}{L}$$

ب. تحقق من أن العبارة: $u_{R1}(t) = AB.(1 - e^{-t/\tau})$ هي حلا للمعادلة (1) حيث A و B ثابتان يطلب تعيينهما.

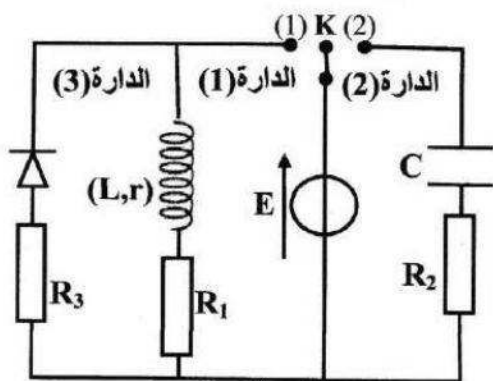
2. بواسطة جهاز راسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة تمكنا من مشاهدة البيانيين (أ) و (ب) الموضحين بالشكل (2).

أ. أنقل الدارة (1) على ورقة الاجابة موضحا عليها كيفية ربط جهاز راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة البيانيين (أ) و (ب).

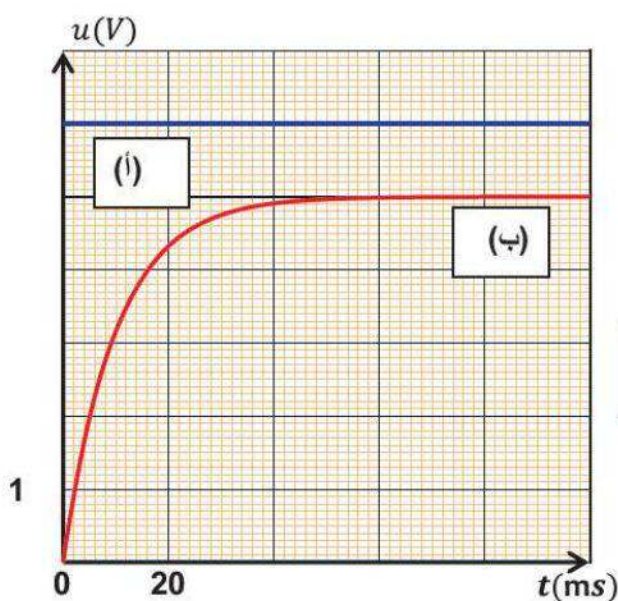
ب. أنسب مع التعليل كل من البيانيين (أ) و (ب) لتطور التوتر الكهربائي بين طرفي العنصر الكهربائي الموافق.

ج. استخرج قيمة E للمولد و شدة التيار الكهربائي الأعظمية I_{01} ثم أحسب قيمة مقاومة الوشية r .

د. بين أن ذاتية الوشية تعطى بالعبارة $L = \frac{E \cdot \tau_1}{I_{01}}$ ثم أحسب قيمتها. حيث τ_1 ثابت الزمن.



الشكل (4)



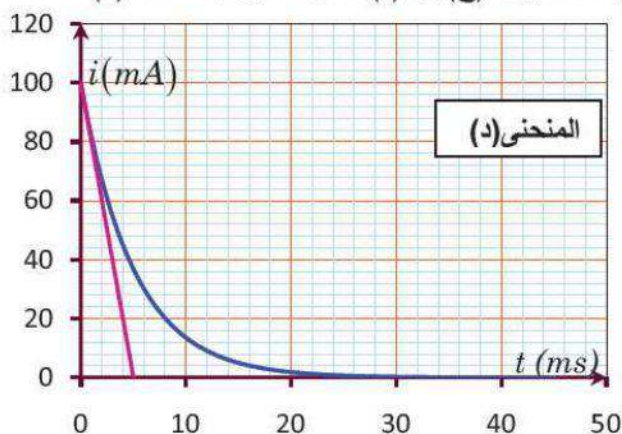
الشكل (5)

3. أكتب علاقة $u_{R1}(t)$ بدلالة R_1 و $i_1(t)$. واستنتج العبارة الحظية لشدة التيار الكهربائي $i_1(t)$ المارة في الدارة (1)

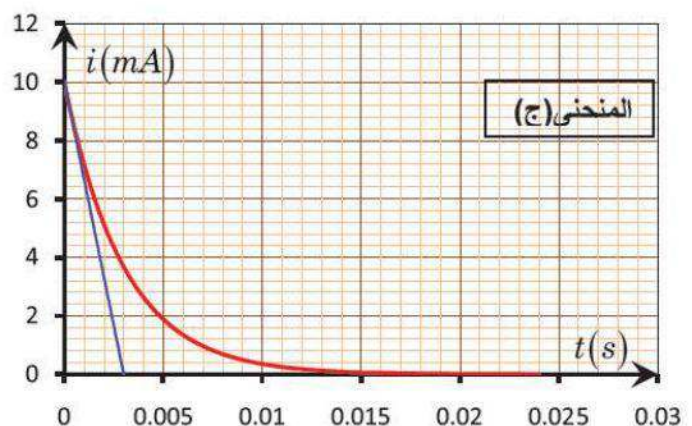
4. استنتج العبارة الحظية للطاقة المخزنة في الوشية. و أحسب قيمتها عند اللحظة $t = \frac{\tau_1}{2}$.

5. نضع البادلة في الوضع (2) عند لحظة $t = 0$ نعتبرها كمبدأ للزمن ونسجل تغيرات شدة التيار المارة في كل من الدارة

(2) و (3) بدلالة الزمن، القياسات التجريبية المسجلة مكنتنا من رسم المنحنيين (ج) و (د) الموضحين بالشكل (3).



المنحنى (د)



المنحنى (ج)

الشكل (6)

- أ. ما دور الصمام الثنائي (diode) .
- ب. حدد من بين المنحنيين (ج) و (د) ما هو المنحنى الموافق للدارة (3) ، مع التعليل .
- ج. جد قيمة ثابت الزمن τ_3 الخاص بالدارة (3) ثم أحسب قيمة مقاومة الناقل الأومي R_3 .
- د. جد قيمة ثابت الزمن τ_2 الخاص بالدارة (2) ثم أحسب قيمة R_2 و C .

انتهى الموضوع الأول

الجزء الأول: (14 نقطة)

التمرين الأول: (06 نقاط)

ينتقل جسم (s) كتلته $m = 0,2 \text{ Kg}$ على مسار ABC حيث يخضع أثناء حركته على طول هذا المسار الى قوة احتكاك f ثابتة في الشدة و حاملها موازي لمسار الحركة وجهتها معاكسة لاتجاه الحركة ، أنظر الشكل 2.

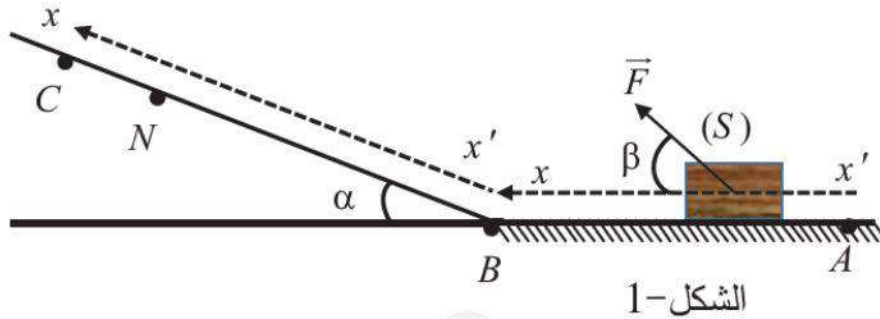
يتكون المسار ABC من جزئين : الجزء AB مستقيم أفقي و الجزء BC مستقيم مائل عن الأفق بزاوية α . يتحرك الجسم (s) على ثلاث مراحل :

المرحلة الأولى : يتحرك على الجزء AB بسرعة ثابتة تحت تأثير قوة محركة $\vec{F}$ شدتها ثابتة ويصنع حاملها زاوية $\beta = 60^\circ$ مع المستوي الأفقي و تنعدم عند وصول الجسم (s) الى النقطة B .

المرحلة الثانية : يصعد الجسم (s) بعد ذلك وفق المستوي المائل BC حتى النقطة N (حيث تنعدم سرعته)

المرحلة الثالثة : ينزل الجسم (s) على المستوي المائل BC انطلاقا من النقطة N الى غاية وصوله الى النقطة B .

سمح لنا التصوير المتعاقب بعد معالجته ببرنامج الـ $AviStep$ من رسم منحنى السرعة $v = f(t)$ الموضح بالشكل 1



الشكل-1

1. اعتمادا على البيان الموضح في الشكل-2 : حدد قيمة التسارع خلال كل مرحلة من مراحل الحركة . ثم حدد طبيعة الحركة مع التعليل .

2. دراسة حركة الجسم (s) على المسار AB : أ. مثل القوى المؤثرة على الجسم (s) .

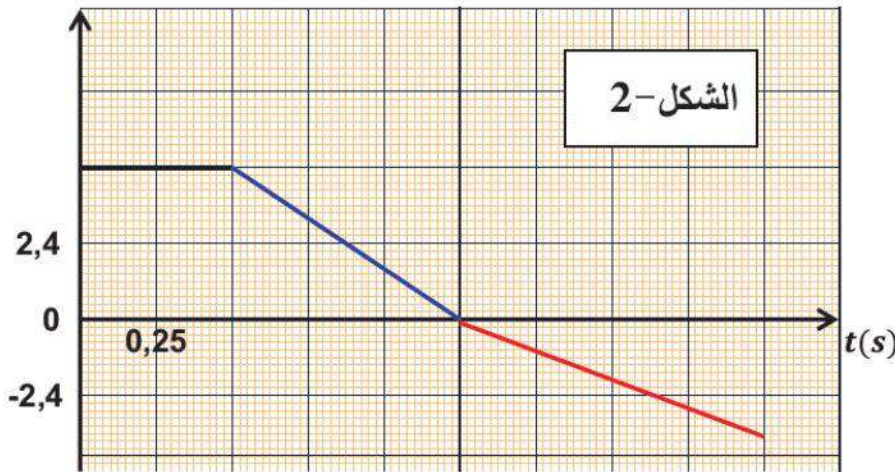
ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (جسم(s)) ، جد علاقة بين F و f و β .

3. دراسة حركة الجسم (s) على المسار BN : أ. مثل القوى المؤثرة على الجسم (s)

ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (جسم(s)) ، جد علاقة بين تسارع الحركة a_2 و m ، g ، α ، f .

4. دراسة حركة الجسم (s) على المسار NB : أ. مثل القوى المؤثرة على الجسم (s) .

$v(m/s)$



الشكل-2

ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على

الجملة (جسم(s)) ، جد علاقة بين تسارع

الحركة a_3 و m ، g ، α ، f .

5. باستخدام العلاقات السابقة حدد ما يلي:

أ. زاوية الميل α للمستوي BC .

ب. شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

ج. شدة القوة المحركة $\vec{F}$.

المعطيات: $g = 10 \text{ m/s}^2$

التمرين الثاني: (04 نقاط)

محلولاً تجارياً (S_0) لغاز النشادر NH_3 نسبة نقاوته 28% وكثافته $d = 0,91$.

1. بين أن تركيز المحلول التجاري هو $C_0 = 15 \text{ mol / L}$.

2. انطلاقاً من المحلول التجاري حضرنا محلولاً (S) حجمه 3L وتركيزه المولي $C = 0,01 \text{ mol / L}$.

* اذكر البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S) مع ذكر الزجاجيات المستعملة.

3. قياس الناقلية النوعية للمحلول (S) أعطى القيمة $\sigma_f = 10,9 \text{ mS / m}$.

أ. لماذا تمديد المحاليل قبل قياس الناقلية؟

ب. أكتب معادلة انحلال النشادر NH_3 في الماء و أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.

ج. أكتب عبارة التركيز $[HO^-]_f$ بدلالة $\lambda_{NH_4^+}$, λ_{HO^-} و σ_f . ثم أحسب قيمته.

د. ثم استنتج قيمة pH المحلول (S).

هـ. بين أن نسبة التقدم النهائي τ_f تعطى بالعلاقة: $\tau_f = \frac{10^{pH - pK_e}}{C}$ ، ثم أحسب قيمتها و ماذا تستنتج.

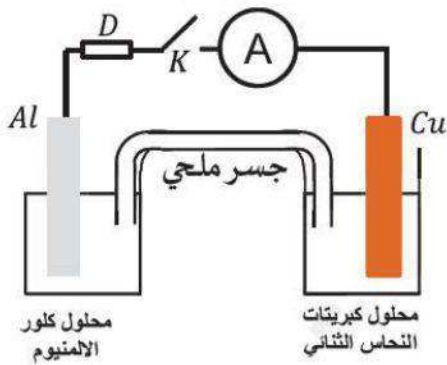
و. أكتب عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية (NH_4^+ / NH_3) ثم بين أن $pKa = pH - \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ ، احسب قيمة

الـ pKa للثنائية (NH_4^+ / NH_3).

التمرين الثالث: (4 نقاط)

تم اكتشاف عمود تتدخل فيه ثنائيات من نوع (معدن/شاردة معدن) في وقت كان فيه تطور التلغراف في حاجة ملحة لمنابع التيار الكهربائي المستمر.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة عمود نحاس-ألومنيوم.



ننجز العمود نحاس - ألومنيوم بوصل نصفي العمود بواسطة جسر ملحي

لكلور الأمونيوم $(NH_4^+, Cl^-)_{(aq)}$ ، يتكون النصف الأول للعمود من

صفحة من النحاس مغمور جزئياً في محلول لكبريتات النحاس الثنائي

$(Cu^{2+}, SO_4^{2-})_{(aq)}$ ، تركيزه المولي C_0 وحجمه $V_0 = 50 \text{ mL}$ ويتكون

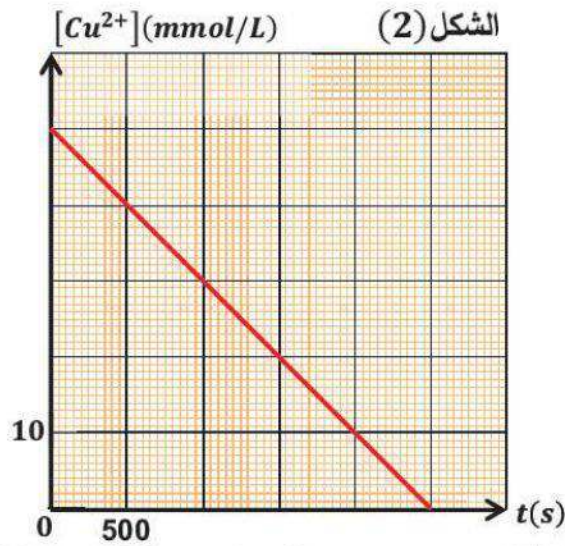
النصف الثاني للعمود من صفحة الألومنيوم مغمورة جزئياً في محلول مائي

لكلور الألومنيوم $(Al^{3+}, 3Cl^-)_{(aq)}$ له نفس التركيز المولي C_0 ونفس الحجم V_0 .

نركب بين قطبي العمود ناقلاً أومياً D وأمبير متر A وقاطعة K كما يوضحه الشكل (01).

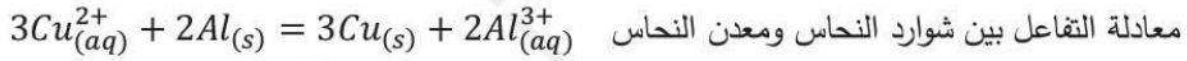
نغلق الدارة عند اللحظة $t = 0$ فيمر فيها تيار كهربائي شدته I ثابتة.

يمثل المنحنى البياني الشكل (02) تغيرات التركيز المولي لشوارد النحاس الثنائي الموجودة في النصف الأول للعمود بدلالة الزمن.



- 1 أ بالاعتماد على معيار التطور التلقائي، حدد منحى تطور المجموعة الكيميائية المدروسة.
 ب حدد قطبي العمود وأعط الرمز الاصطلاحي للعمود المدروس.
 ج أعد رسم العمود وبين عليه جهة التيار الكهربائي وجهة حاملات الشحن خارج العمود وداخله.
- 2 أ أنجز جدول تقدم التفاعل.
 ب أوجد عبارة $[Cu^{2+}]$ عند اللحظة t بدلالة I, F, C_0 و V_0 و t
 ج استنتج قيمة شدة التيار I المار في الدارة.
- 3 يُستهلك العمود كلياً عند اللحظة t_c ، أوجد بدلالة I, t_c و M و F التغير Δm لكتلة صفيحة الألمنيوم عندما يستهلك العمود كلياً، ثم أحسب Δm .

المعطيات: $M(Al) = 27g/mol$ $1F = 96500C/mol$



ثابت التوازن المقرون بمعادلة التفاعل بين شوارد النحاس ومعدن الألمنيوم $K = 10^{20}$

- الجزء الثاني: (06 نقاط)

- التمرين التجريبي: (06 نقاط)

للبلوتونيوم عدة نظائر منها ما هو قابل للتفكك الاشعاعي و منها ما هو قابل للانحطاط النووي

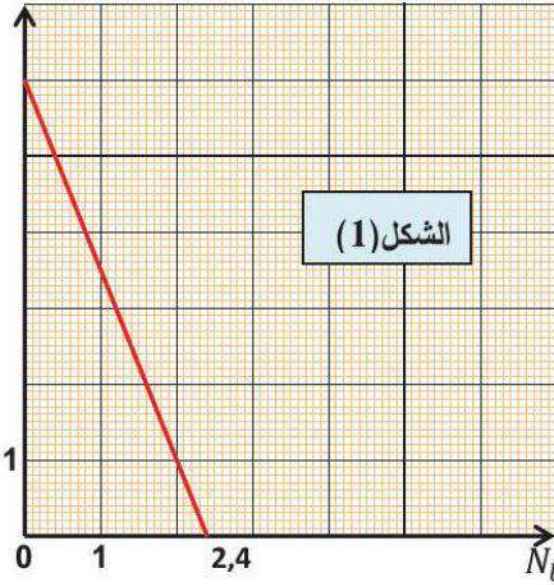
I- تعتمد بعض المحركات على بطارية نووية تولد طاقة متحررة عن النشاط الاشعاعي للبلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ وفق نمط التفكك α معطياً نواة اليورانيوم $^{234}_{92}U$.

1. عرف النظائر.

2. أكتب معادلة التفكك النووي لنظير البلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ وفق النمط α ، مع تحديد كل من A و Z .

II- من أجل تعيين زمن نصف العمر للبلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ وتحديد عدد الأنوية الابتدائية N_0 المحتواة في عينة منه قمنا في لحظات زمنية متتالية بقياس النشاط الاشعاعي A وكذا عدد أنوية اليورانيوم N_U الناتجة، نتائج القياسات التجريبية مكنتنا من رسم المنحنى $A = f(N_U)$ الوضع في الشكل (1).

$$A(10^{10}(\text{noyaux/s}))$$



1. أكتب قانون التناقص الإشعاعي و استنتج عبارة $A(t)$ بدلالة عدد أنوية البلوتونيوم المتبقية $N(t)$.

2. أكتب العلاقة بين $N(t)$ و N_U .

3. أكتب العلاقة بين $A(t)$ و N_U و ثابت النشاط الإشعاعي λ .

4. اعتمادا على منحني $A = f(N_U)$ و علاقة السؤال 3.

جد ما يلي : $N_0(P_u)$ ، $t_{1/2}$ ، λ ، A_0

III- في أحد المفاعلات النووية الذي يعتمد على الانشطار النووي لأحد

نظائر البلوتونيوم ${}^A_Z P_u$ المتسلسل و المغذى ذاتيا و الموصوف

بمخطط الحصيلة الطاقوية الموضحة بالشكل 2.

1. عرف الانشطار النووي و لماذا نقول عنه أنه تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا.

2. بالاعتماد على مخطط الحصيلة الطاقوية :

أ. حدد تركيب نواة البلوتونيوم الخاضعة للانشطار النووي.

ب. أكتب معادلة تفاعل الانشطار النووي للبلوتونيوم ،

مع تحديد كل من Z' و x .

3. ماذا تمثل المقادير E_1 ، E_2 ، E_3 .

- أحسب قيمة E_2 .

4. استنتج طاقة ربط نواة البلوتونيوم ${}^A_Z P_u$.

5. حدد النواة الأكثر استقرار من بين الأنوية : ${}^{135}_{54} Te$ ، ${}^{102}_{42} Mo$ ، ${}^A_Z P_u$ مع لتعليل.

6. أحسب قيمة الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم ${}^{239}_{94} P_u$ بوحدة Mev ثم بوحدة $joule$.

7. يستهلك هذا المفاعل النووي كتلة قدرها $97,45 Kg$ من البلوتونيوم ${}^A_Z P_u$ خلال مدة من الزمن قدرها Δt في انتاج الكهرباء

بإستطاعة قيمتها $P_e = 900.MW$ و بمردود 30% .

أ. جد المدة الزمنية Δt لاشتغال المفاعل النووي .

المعطيات : $m({}^A_Z P_u) = 239,00060u$ ، $m({}^1_0 n) = 1,00866(u)$ ، $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$

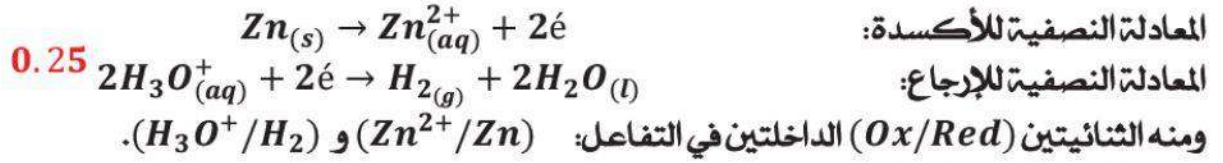
$1MeV = 1,6 \times 10^{-13} j$ ، $1u = 931,5 MeV / C^2$ ، $1MeV = 1,6 \times 10^{-13} j$

$1annee = 365,25 j$ ، $E_f / A({}^{135}_{54} Te) = 8,48 MeV / nuc$ ، $E_f({}^{102}_{42} Mo) = 873,773 MeV$

انتهى الموضوع الثاني

I

1. الثنائيتين (ox / red) المشاركتي هذا التفاعل: لتحديد هانكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع:



2. تمثيل جدول تقدم التفاعل: 0.25

معادلة التفاعل		$2H_3O^+_{(aq)} + Zn_{(s)} = H_{2(g)} + Zn_{(aq)}^{2+} + 2H_2O_{(l)}$				
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة بالمول (mol)				
حالة ابتدائية	0	$n_{01} = CV$	$n_{02} = \frac{m_0}{M(Zn)}$	0	0	بوفرة
حالة إنتقالية	$x(t)$	$n_{01} - 2x(t)$	$n_{02} - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$	بوفرة
حالة نهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - x_{max}$	x_{max}	x_{max}	بوفرة

1.3. حساب تركيز شوارد H_3O^+ في الحالة النهائية: 0.25
 $[H_3O^+]_f = 10^{-pH_f} = 10^{-1,698} = 0,02 mol/L$

استنتاج كمية مادة H_3O^+ في هذه الحالة النهائية: 0.25
 $n_f(H_3O^+) = [H_3O^+]_f \cdot V = 10^{-pH_f} \cdot V = 0,02 \times 0,1 = 2 \times 10^{-3} mol$

2.3. تحديد المتفاعل المحد: بما أن $n_f(H_3O^+) \neq 0$ فشوارد H_3O^+ ليست متفاعل محد، ومنه حتما قطعة الزنك Zn هي المتفاعل المحد. 0.25

استنتاج قيمة التقدم الاعظمي x_{max} : 0.25
 $n_f(H_3O^+) = n_0(H_3O^+) - 2x_{max} \Rightarrow x_{max} = \frac{n_0(H_3O^+) - n_f(H_3O^+)}{2} = \frac{CV - 2 \times 10^{-3}}{2}$
 $= \frac{5 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3}}{2} = 1,5 \times 10^{-3} mol$

ومنه: $x_{max} = 1,5 \times 10^{-3} mol$

3.3. إيجاد الكتلة المتفاعلة من الزنك m_0 : بما أن Zn متفاعل محد فإن: $n_f(Zn) = 0 \Leftrightarrow n_{02} - x_{max} = 0$ 0.25

وبالتالي: $\frac{m_0}{M(Zn)} - x_{max} = 0 \Rightarrow m_0 = x_{max} \cdot M(Zn) = 1,5 \times 10^{-3} \times 64,5 = 0,09675 g$

II

1. إكمال المنحنى:

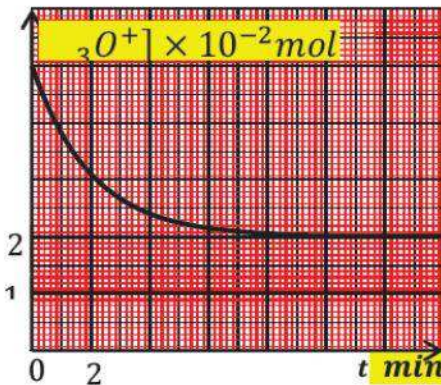
التعليل: لأن: $[H_3O^+]_f = 2 \times 10^{-2} mol/L$ 0.25

2 - تحديد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$$[H_3O^+]_{1/2} = \frac{[H_3O^+]_0 + [H_3O^+]_f}{2} = \frac{5 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-2}}{2} = 3,5 \times 10^{-2} mol/L$$

باسقاط هذه القيمة على محور الأزمنة نجد: $t_{1/2} = 1,4 min$ 0.25

3. حساب السرعة الحجمية الابتدائية لإختفاء شوارد H_3O^+ :



$$v_{H_3O^+}(0) = -\frac{1}{V} \frac{dn(H_3O^+)}{dt} = -\frac{d[H_3O^+]}{dt} = \left(\frac{0 - 5.10^{-2}}{4-0} \right) = 1,25.10^{-2} \text{ mol/L.min} \quad \text{0.25}$$

- استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل:

$$v_v(0) = \frac{v_v(H_3O^+)}{2} = 0,00625 \text{ mol/L.min}$$

4. رسم المنحنى: الوصول للنظام الدائم (ينعدم البيان) في زمن أقل من السابق. **0.25**

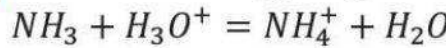
العامل الحركي: درجة الحرارة

تأثير العامل الحركي: عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد حركة الجسيمات وبالتالي تزداد عدد التصادمات الفعالة ما

يؤدي لزيادة سرعة التفاعل. **0.25**

0.25

III- معايرة محلول النشادر بواسطة محلول حمض كلور الماء:



1. معادلة تفاعل المعايرة:

2. التركيب التجريبي المستعمل في تقنية المعايرة مرفق

بالبينات:

إكمال البيانات المرقمة:

0.5

1. سحاحة مدرجة.

2. حامل سحاحة.

3. محلول معاير به $(H_3O^+ + Cl^-)$

4. مسبار جهاز الـ pH متر.

5. جهاز الـ pH متر.

6. محلول معاير $NH_3(aq)$.

7. مخلوط كهرومغناطيسي.

8. بيشر.

9. قضيب مغناطيسي.

3. أحداثيات نقطة التكافؤ وحساب C_B :

- أحداثيات نقطة التكافؤ "E":

$$E(PH_E = 6, V_{aE} = 15 \text{ mL}) \quad \text{0.25}$$

- حساب قيمة C_B : عند نقطة التكافؤ يصبح المزيج ستوكيومترى أي: $n_E(H_3O^+) = n(NH_3)$

ونعلم أن: $[H_3O^+]_f = C_a = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

$$\text{ومنه: } C_B V_B = C_a V_{aE} \Rightarrow C_B = \frac{C_a V_{aE}}{V_B} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 15}{20} = 0.015 \text{ mol/L} \quad \text{0.25}$$

$$C_B = 0.015 \text{ mol/L}$$

4. تعيين قيمة ثابت الحموضة PK_a للثنائية $(NH_4^+(aq) / NH_3(aq))$ بيانياً: عند نقطة نصف التكافؤ والتي توافق:

$$\text{0.25 } PK_a = PH = 9.2 \text{ وعند إسقاطها بيانياً يكون: } \frac{V_{BE}}{2} = 7.5 \text{ mL}$$

5. حساب ثابت التوازن K

$$K = \frac{[NH_4^+]_f}{[NH_3]_f \cdot [H_3O^+]_f} = \frac{1}{K_a} = \frac{1}{10^{-PK_a}} = 10^{PK_a} = 10^{9.2} = 1.58 \times 10^9 \quad \text{0.25}$$

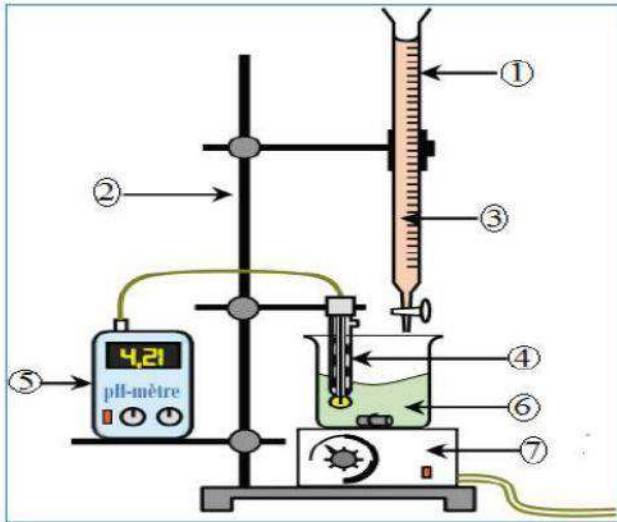
نلاحظ أن: $K = 1.58 \times 10^9 > 10^4$ ومنه نستنتج أن تفاعل المعايرة تفاعل تام **0.25**

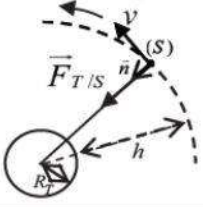
6.. تحديد الحجم V_{a1} من محلول حمض كلور الماء الذي يجب إضافته لكي تتحقق العلاقة: **0.25**

$$[NH_4^+] = 15 [NH_3] \Rightarrow \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 15 \text{ في المزيج التفاعلي:}$$

$$PH = 9.2 + \log\left(\frac{1}{15}\right) = 9.2 - 1.2 = 8 \text{ ولدينا: } PH = PK_a + \log\left(\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\right) \text{ ومنه: } PH = 8$$

$$V_{a1} = 14 \text{ mL} \text{ نجداً بالاسقاط}$$

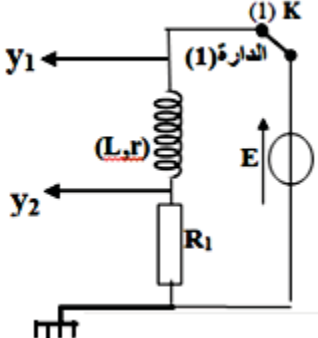


العلامة		حل التمرين الثاني: (04 نقاط)
مجموع	مجزأة	
0,25	0,25	1. المرجع المناسب لدراسة حركة هذا القمر: مرجع جيو مركزي (مركزي أرضي).
0,50	0,25×2	2. تمثيل شعاع السرعة المدارية $\vec{v}$ وشعاع قوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/S}$: 
0,25	0,25	3. كتابة العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة: G, M_T, m_S, r و $\vec{n}$: $\vec{F}_{T/S} = -G \frac{m_S M_T}{r^2} \vec{n}$
1,25	0,25	1.4. مميزات شعاع تسارع مركز عطالة القمر S , راستنتاج طبيعة الحركة: بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في معلم عطالي $\sum \vec{F}_{ext} = m_S \vec{a}_G$ $\vec{F}_{T/S} = m_S \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{a}_G = \frac{\vec{F}_{T/S}}{m_S} = -G \frac{M_T}{r^2} \vec{n}$
	0,25	مبدؤه مركز العطالة - حامله ناظمي - جهته نحو مركز الأرض - شدته ثابتة
	0,25	طبيعة الحركة: بما أن المسار دائري والتسارع مركزي (ناظمي) ثابت فالحركة دائرية منتظمة.
	0,25	2.4. عبارة v بدلالة G, M_T, r : $a_G = \frac{F_{T/S}}{m_S} \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{G M_T}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G M_T}{r}}$
1,25	0,25	3.4. عبارة الدور T_S : $T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G M_T}}$
	0,25	1. II باستغلال البيان الممثل كتابة المعادلة الرياضية: البيان خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل: $F_{T/S} = A \cdot \frac{1}{r^2} = 2,1 \times 10^{16} \cdot \frac{1}{r^2}$ حيث A معامل توجيه البيان العلاقة النظرية: $F_{T/S} = K \cdot m_S \cdot \frac{1}{r^2}$ استنتاج قيمة الثابت K حيث $(K = G M_T)$. بالمطابقة: $K = \frac{A}{m_S} = 39,6 \times 10^{13} SI$
0,75	0,25	1.2. الارتفاع h عن سطح الأرض: $h = r - R_T$ بما أن: $F_{T/S} = 11,8 \times 10^2 N$ من البيان نجد: $\frac{1}{r^2} = 5,58 \times 10^{-16}$ $\frac{1}{r^2} = 5,58 \times 10^{-16} \Rightarrow r = \frac{1}{\sqrt{5,58 \times 10^{-16}}} = 4,23 \cdot 10^7 m = 4,23 \cdot 10^4 km$ $h = 4,23 \cdot 10^4 - 6,4 \cdot 10^3 = 3,59 \cdot 10^4 km$

	0,25	2.2. السرعة المدارية v: $v = \sqrt{\frac{G M_T}{r}} = \sqrt{\frac{K}{r}} = \sqrt{\frac{39,6 \times 10^{13}}{4,23 \times 10^7}} = 3060 \text{ m/s} = 3,06 \text{ km/s}$
	0,25	3.2. الدور T_S: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 4,23 \times 10^7}{3060} = 86811,76 \text{ s} \approx 24 \text{ h}$
0,50	0,50	3. نعم القمر شهيل سات 2 جيو مستقر لأنه يحقق الشروط التالية: دوره يساوي دور الأرض حول محورها $T_S = 24 \text{ h}$ من السياق يظهر ساكنًا بالنسبة لملاحظ على سطح الأرض فهو يدور في نفس جهة دوران الأرض ومساره يقع في مستوى خط الاستواء.

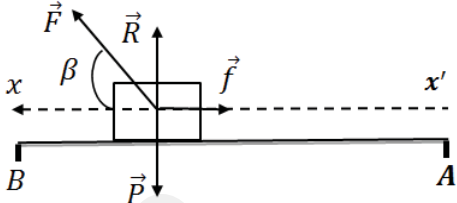
العلامة	حل التمرين 3 (04 نقاط):	
0.25	1. تحديد بيانيا ما يلي : أ. زمن وصول الصندوق الى سطح الأرض . $t = 5 \times 0,4 \text{ S} = 2 \text{ S}$	
0.25	يتحرك الصندوق وفق مسار منحنى لأن حامل القوة و لا يتطابق مع حامل شعاع السرعة (متعامدان)	
0.25		ب. قيمة المركبة الأفقية v_x للسرعة الصندوق و رسم البان $v_x(t)$. لدينا $v_x = \frac{dx(t)}{dt}$ ومنه نحدد بيانيا من منحنى $x(t)$ بحساب ميل المماس : $v_x = \tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(0 - 50) \text{ m}}{(2 - 0) \text{ S}} = -25 \text{ m/S}$ رسم البيان : $v_x(t)$
0.25		

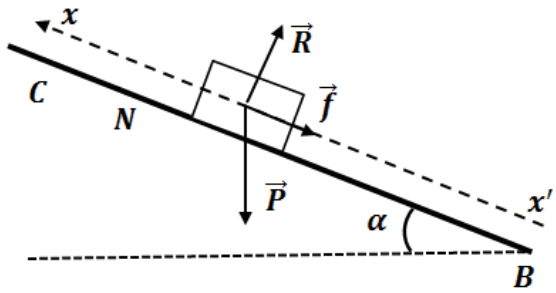
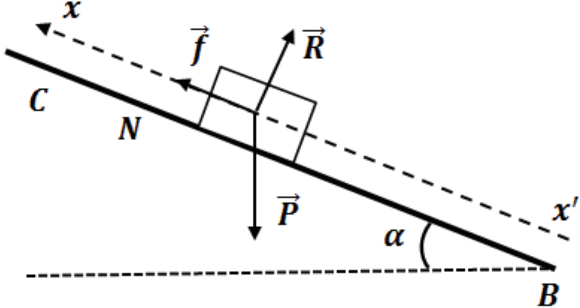
0.25	ج. احداثيات نقطة انطلاق الصندوق $A(x_A, z_A)$ من المنحنى (أ): $x_A = x(0) = 5 \times 10 = 50m$
0.25	و من المنحنى (ب) z_A تمثل المساحة: $z_A = \frac{20m / S \times 2S}{2} = 20m$
0.25	2. هل يمكن اعتبار المعلم المرتبط بسطح الأرض $(o, \vec{i}, \vec{k})$ معلما عطاليا و ماهي الفرضية المعتبرة في ذلك.
0.25	نعم يمكن اعتبار المعلم $(o, \vec{i}, \vec{k})$ المرتبط بسطح الأرض في النقطة O (معلم سطحي أرضي) عطاليا
0.25	لأن زمن دراسة الحركة (20 ثانية) صغير جدا مقارنة بزمن دور الأرض حول نفسها (24 ساعة).
0.25	والفرضية هي اعتبار حركة المرجع المرتبط بالمعلم ساكن أو يتحرك حركة مستقيمة منتظمة.
0.25	3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الصندوق في المعلم $(o, \vec{i}, \vec{k})$:
0.25	أ. جد المعادلتين الزميتين للحركة $x(t)$ و $z(t)$. و استنتج طبيعة الحركة على كل محور .
0.25	1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الصندوق في المعلم $(o, \vec{i}, \vec{k})$:
0.25	أ/ ايجاد المعادلتين ازميتين للحركة $x(t)$ و $z(t)$. و استنتج طبيعة الحركة على كل محور .
0.25	$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ أي $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$ و بالإسقاط على محوري الحركة نجد:
0.25	* بالإسقاط على المحور (ox) .
0.25	$0 = m \cdot a_x$ ومنه $a_x = 0$ ولدينا $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0$
0.25	بالمكاملة بالنسبة للزمن t نجد $v_x(t) = C^{te}$ ت ع: $v_x(t) = -25m / S$
0.25	ولدينا $v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ و بالمكاملة بالنسبة للزمن t نجد: $x(t) = -25t + 50$
0.25	* بالإسقاط على المحور (oz)
0.25	لدينا $-P = m \cdot a_z$ و منه $a_z = -g$, ت ع $a_z = -10m / S^2$
0.25	و لدينا $\frac{dv_z(t)}{dt} = a_z$ أي $\frac{dv_z(t)}{dt} = -10$ و بالمكاملة بالنسبة للزمن نجد: $v_z(t) = -10t$
0.25	ولدينا $\frac{dz(t)}{dt} = v_z$ أي $\frac{dz(t)}{dt} = -10t$ و بالمكاملة بالنسبة للزمن نجد: $z(t) = -5t^2 + 20$
0.25	* استنتج طبيعة الحركة على كل محور:
0.25	على المحور (Ox) التسارع $a_x = 0$ والسرعة $v_x(t) = -25m / S = C^{te}$ ومنه الحركة منتظمة
0.25	على المحور (Oz) : $a_z = C^{te} < 0$ و $v_z < 0$ و منه $a_z \cdot v_z > 0$ فالحركة متسارعة بانتظام .
0.25	ب. بين أن معادلة مسار الحركة تكتب من الشكل $z(x) = -8.10^{-3}x^2 + 0,8x$.
0.25	من معادلة $x(t)$ لدينا $t = \frac{50-x}{25}$ و بالتعويض في معادلة $z(t)$ نجد
0.25	$z(x) = -8.10^{-3}x^2 + 0,8x$ أي $z(x) = -5(\frac{50-x}{25})^2 + 20$
0.25	ج. حدد قيمة سرعة ارتطام الصندوق بسطح الأرض عند النقطة O وزاوية ميل شعاعها α .
0.25	عند لحظة الارتطام مع سطح الأرض ومن البيان لدينا $v_x = -25m / S$ و $v_z = -20m / S$
0.25	و منه $v = \sqrt{v_x^2 + v_z^2} = 32m / S$ ت ع $v = \sqrt{(-25)^2 + (20)^2}$
0.25	و زاوية ميل شعاع السرعة $0,8 = \frac{v_x}{v_z} = \tan \alpha = \frac{-25}{-20}$ و منه $\alpha = 38,7^\circ$

العلامة	التمرين التجريبي: (06 نقاط)
0.25	1. عند اللحظة $t = 0$ نضع البادلة في الوضع (1). أ. بين أن المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_{R1}(t)$ هي: (1) ... $\frac{du_{R1}}{dt} + \frac{(R_1 + r)}{L} u_{R1} = \frac{R_1 E}{L}$ من قانون جمع التوترات : $u_b + u_{R1} = E$ لدينا $i_1(t) = \frac{u_{R1}}{R1}$ و $u_b(t) = L \frac{di_1(t)}{dt} + ri_1(t)$
0.25	بالتعويض $L \frac{di_1(t)}{dt} + ri_1(t) + u_{R1}(t) = E$ ومنه $L \frac{d(\frac{u_{R1}(t)}{R1})}{dt} + r \frac{u_{R1}(t)}{R1} + u_{R1}(t) = E$ ومنه (1) ... $\frac{du_{R1}}{dt} + \frac{(R_1 + r)}{L} u_{R1} = \frac{R_1 E}{L}$
0.25	ب. تحقق من أن العبارة : $u_{R1}(t) = AB.(1 - e^{-t/A})$ هي حلا للمعادلة (1) حيث A و B ثابتان يطلب تعيينهما لدينا $\frac{du_{R1}}{dt} = Be^{-\frac{t}{A}}$ وبتعويض كل من عبارة الحل و عبارة مشتق الحل في المعادلة التفاضلية نجد:
0.25	$\left(1 - \frac{R_1 + r}{L} A\right) Be^{-\frac{t}{A}} + \left(\frac{R_1 + r}{L} AB - \frac{ER_1}{L}\right) = 0$
0.25	ومنه $1 - \frac{R_1 + r}{L} A = 0$ و منه $A = \frac{L}{R_1 + r} = \tau_1$
0.25	و $\frac{R_1 + r}{L} AB - \frac{ER_1}{L} = 0$ ومنه $B = \frac{ER_1}{L}$
0.5	2. بواسطة جهاز راسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة تمكنا من مشاهدة البيانيين (أ) و (ب) الموضحين بالشكل (5). أ. أنقل الدارة (1) على ورقة الاجابة موضحا عليها كيفية ربط جهاز راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة البيانيين (أ) و (ب) . 

0.25	ب. أنسب مع التعليل كل من البيانين (أ) و (ب) لتطور التوتر الكهربائي بين طرفي العنصر الكهربائي الموافق.
0.25	المنحنى(أ): يوافق تطورات التوتر بين طرفي المولد (يأخذ قيمة ثابتة) .
0.25	المنحنى(ب): يوافق تطورات التوتر بين طرفي الناقل الأومي R_1 لأن شدة التيار الكهربائي تتزايد نحو قيمة ثابتة أعظمية و $u_{R1} = R_1 i_1$ وبالتالي $u_{R1}(t)$ تتزايد نحو قيمة ثابتة أعظمية $u_{R1(max)}$.
0.25	ج. استخرج قيمة E للمولد و شدة التيار الكهربائي الأعظمية I_{01} ثم أحسب قيمة مقاومة الوشيعية r .
0.25	* من المنحنى(أ) $E = 6V$ ،
0.25	* من المنحنى(ب) $I_{01} = \frac{u_{R1(max)}}{R1} = \frac{5V}{50\Omega} = 0,1A$ ،
0.25	* ولدينا $I_{01} = \frac{E}{R_1 + r}$ ومنه $r = \frac{E}{I_{01}} - R_1 = \frac{6V}{0,1A} - 50\Omega = 10\Omega$
0.25	د. بين أن ذاتية الوشيعية تعطى بالعلاقة $L = \frac{E \cdot \tau_1}{I_{01}}$ ثم أحسب قيمتها . حيث τ_1 ثابت الزمن .
0.25	$\tau_1 = 10mS$ نجد $u_{R1}(\tau_1) = 0,63u_{R1(max)} = 0,63 \times 5V = 3,15V$
0.25	لدينا $\tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$ ومنه $L = \tau_1(R_1 + r) = \tau_1 \frac{E}{I_{01}} = \frac{10 \times 10^{-3} S \times 6V}{0,1A} = 0,6H$
0.25	3. أكتب علاقة $u_{R1}(t)$ بدلالة R_1 و $i_1(t)$ واستنتج العبارة الحظية لشدة التيار الكهربائي $i_1(t)$ المارة في الدارة (1)
0.25	قانون أوم: $u_{R1}(t) = R_1 \times i_1(t)$ ومنه $i_1(t) = \frac{1}{R_1} u_{R1}(t)$
0.25	بالتعويض نجد $i_1(t) = \frac{1}{R_1} \cdot \frac{ER_1}{R_1 + r} \left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)$ ومنه $i_1(t) = \frac{E}{R_1 + r} \left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)$
0.25	ومنه $i_1(t) = I_{01} \left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)$
0.25	4. استنتج العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في الوشيعية . و أحسب قيمتها عند اللحظة $t = \frac{\tau_1}{2}$.
0.25	لدينا $E_L(t) = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (i_1(t))^2 = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_{01}^2 \left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)^2$
0.25	ت ع $E_L\left(\frac{\tau_1}{2}\right) = \frac{1}{2} \cdot 0,6H \cdot (0,1A)^2 \left(1 - e^{-\frac{\tau_1}{2}/\tau_1}\right)^2 = 4,64 \cdot 10^{-4} J$
0.25	5. نضع البادلة في الوضع (2) عند لحظة $t = 0$ نحصل على المنحنيين (ج) و (د) الموضحين بالشكل (6) أ. ما دور الصمام الثنائي (diode) . هو تفادي خطر نشوء توتر تحريضي مفرط بين طرفي الوشيعية عند الغياب المفاجئ للتيار الكهربائي للمولد .

0.25	ب. حدد من بين المنحنيين (ج) و (د) ما هو المنحنى الموافق للدائرة (3) ، مع التعليل . <u>المنحنى (د):</u> هو الذي يوافق الدائرة (3) لأن عند الغياب المفاجئ لتيار المولد تولد الوشيعة تياراً يدعى <u>بالتيار تحريضي</u> له نفس اتجاه تيار المولد و تتناقص شدته تريجاً من قيمة أعظمية (تساوي شدة التيار الغائب للمولد) ($I_{01} = 0,1A = 100mA$) الى الصفر.
0.25	ج. جد قيمة ثابت الزمن τ_3 الخاص بالدائرة (3) ثم أحسب قيمة مقاومة الناقل الأومي R_3 . من المنحنى (د): $i_3(\tau_3) = 0,37 \times 100mA = 37mA$ و بالإسقاط نجد $\tau_3 = 5mS$
0.25	لدينا $\tau_3 = \frac{L}{R_1 + R_3 + r}$ ومنه $R_3 = \frac{L}{\tau_3} - R_1 - r = \frac{0,6H}{5 \times 10^{-3}S} - 50\Omega - 10\Omega = 60\Omega$
0.25	د. جد قيمة ثابت الزمن τ_2 الخاص بالدائرة (2) ثم أحسب قيمة R_2 و C . من المنحنى (ج): $i_2(\tau_2) = 0,37 \times 10mA = 3,7mA$ و بالإسقاط نجد $\tau_2 = 0,003S = 3mS$
0.25	ولدينا $I_{02} = \frac{E}{R_2}$ ومنه $R_2 = \frac{E}{I_{02}} = \frac{6V}{0,01A} = 600\Omega$
0.25	و لدينا $\tau_2 = R_2 \times C$ ومنه $C = \frac{\tau_2}{R_2} = \frac{3 \times 10^{-3}S}{600\Omega} = 5.10^{-6}F = 5\mu F$

العلامة	التمرين 01 (06 نقاط):
0.25	1. تحديد قيمة التسارع خلال كل مرحلة من مراحل الحركة : التسارع a يمثل ميل منحني السرعة ومنه: $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4,8 - 4,8}{0,5 - 0} = 0 \text{ m / s}^2$ في المرحلة الأولى (المسار AB):
0.25	في المرحلة الثانية (المسار BN): $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 4,8}{(1,25 - 0,5)} = -6,4 \text{ m / s}^2$
0.25	في المرحلة الثالثة (المسار NB): $a_3 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-3,6 - 0}{(2,25 - 1,25)} = -3,6 \text{ m / s}^2$
0.25	* تحديد طبيعة الحركة مع التعليل . في المرحلة الأولى (المسار AB): المسار مستقيم و سرعة ثابتة $v > 0$ و التسارع معدوم $a_1 = 0$ ومنه الحركة مستقيمة منتظمة . في المرحلة الثانية (المسار BN): المسار مستقيم و السرعة موجبة $v > 0$ و التسارع موجب ($a_2 > 0$) و ثابت $a_2 = C^{te}$ ومنه الجداء $a_2 v > 0$ ومنه الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام في المرحلة الثالثة (المسار NB): المسار مستقيم و السرعة سالبة $v < 0$ و التسارع سالب ($a_3 < 0$) و ثابت $a_3 = C^{te}$ ومنه الجداء $a_3 v > 0$ ومنه الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام
0.5	2. دراسة حركة الجسم (s) على المسار AB : أ. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم (s) . 
0.25	ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (جسم s) , إيجاد علاقة بين F و f و β . بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي ارضي (يعتبر غاليليا) المزود بالمحور الموجه $(x'x)$: $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_1$ أي : $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_1$
0.25	بالإسقاط على محور الدراسة الموجه $(x'x)$ نجد : $F \cos \beta - f = m \cdot a_1$ وبما أن : $a_1 = 0$ فان : $F \cos \beta - f = 0$(1)

0.5	3. دراسة حركة الجسم (s) على المسار BN : أ. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم (s) . 
0.25	ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (جسم (s)) ، جد علاقة بين α , g , m , f و التسارع a_2 . بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي ارضي (يعتبر غاليليا) المزود بالمحور الموجه $(x'x)$: $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_2 \quad \text{أي} \quad \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_2$
0.25	بالإسقاط على محور الدراسة الموجه $(x'x)$ نجد: $-P \sin \alpha - f = m \cdot a_2$ وبما أن $P = m \cdot g$ فان : $-m \cdot g \cdot \sin \alpha - f = m \cdot a_2 \quad \dots\dots(2)$
0.5	4. دراسة حركة الجسم (s) على المسار NB : أ. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم (s) . 
0.25	ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (جسم (s)) ، جد علاقة بين α , g , m , f و تسارع a_3 . بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي ارضي (يعتبر غاليليا) المزود بالمحور الموجه $(x'x)$: $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_3 \quad \text{أي} \quad \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_3$
0.25	بالإسقاط على محور الدراسة الموجه $(x'x)$ نجد: $-P \sin \alpha + f = m \cdot a_3$ وبما أن $P = m \cdot g$ فان : $-m \cdot g \cdot \sin \alpha + f = m \cdot a_3 \quad \dots\dots(3)$
0.25	5. باستخدام العلاقات السابقة تحديد ما يلي: أ. زاوية الميل α للمستوي BC. بجمع العلاقتين (2) و (3) طرفا الى طرف نجد: $-m \cdot g \cdot \sin \alpha - f - (-m \cdot g \cdot \sin \alpha + f) = m \cdot a_2 + m \cdot a_3 \quad \text{أي} \quad -2 \cdot g \cdot \sin \alpha = a_2 + a_3$
0.25	ومنه : $\sin \alpha = -\frac{a_2 + a_3}{2 \cdot g} = -\frac{-6,4 + (-3,6)}{2 \cdot 10} = 0,5$ ومنه : $\alpha = 30^\circ$
0.25	ب. شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$. ب طرح العلاقة (2) من (3) طرفا الى طرف نجد: $-m \cdot g \cdot \sin \alpha + f - (-m \cdot g \cdot \sin \alpha - f) = m \cdot a_3 - m \cdot a_2 \quad \text{أي} \quad 2 \cdot f = m(a_3 - a_2)$
0.25	ومنه : $f = \frac{m(a_3 - a_2)}{2} = \frac{0,2(-3,6 - (-6,4))}{2} = 0,28N$

0.5	ج. شدة القوة المحركة $\vec{F}$: من العلاقة (1) : نجد $F = \frac{f}{\cos \beta} = \frac{0,28}{\cos 60} = 0,56N$																														
العلامة	حل التمرين 2 (04 نقاط):																														
0.25	1. بين أن تركيز المحلول التجاري هو $C_0 = 15mol / L$. لدينا تركيز المحلول التجاري يعطى بالعلاقة $C_0 = \frac{10 \cdot P \cdot d}{M}$, $M(NH_3) = 14g / mol + 3 \times 1g / mol = 17g / mol$ و ت ع: $C_0 = \frac{10 \times 28 \times 0,91}{17} = 14.98mol / L \approx 15mol / L$																														
0.25	2. حضرنا محلولاً (S) حجمه 3L وتركيزه المولي $C = 0,01mol / L$ انطلاقاً من المحلول التجاري . ✓ اذكر البروتوكول لتجربي لتحضير المحلول (S) مع ذكر الزجاجيات المستعملة . *تنظيف الزجاجيات و الوسائل اللازمة. *نأخذ بواسطة ماصة عيارية عينة حجمها $V_0 = \frac{CV}{C_0} = \frac{0,01mol / L \times 3L}{15mol / L} = 2.10^{-3}L = 2mL$ من المحلول التجاري المركز *نضع العينة في حوجلة عيارية سعتها 3L بها قليل من الماء المقطر مع الرج . * نضيف الماء المقطر حتى خط العيار مع الرج ايضاً .																														
0.25	3. قياس الناقلية النوعية للمحلول (S) أعطى القيمة $\sigma_f = 10,9mS / m$. أ. لماذا تمتد المحاليل قبل قياس الناقلية؟ لأن قياس الناقلية يكون اكثر دقة في المحاليل المائية الشاردية الممددة (المخففة) .																														
0.25	ب. كتابة معادلة انحلال النشادر NH_3 في الماء و أنشاء جدول التقدم لهذا التفاعل . * معادلة التفاعل : $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ * جدول التقدم :																														
	<table> <tr> <th colspan="2">معادلة</th> <th colspan="4">$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$</th> </tr> <tr> <th>الحالات</th> <th>التقدم</th> <th colspan="4">كميات المادة بالمول mol</th> </tr> <tr> <td>ح. ابتائية</td> <td>0</td> <td>CV</td> <td>بوفرة</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ح. لحظية</td> <td>x</td> <td>CV - x</td> <td>بوفرة</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>ح. نهائية</td> <td>$x_f = x_{max}$</td> <td>CV - x_f</td> <td>بوفرة</td> <td>x_f</td> <td>x_f</td> </tr> </table>	معادلة		$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$				الحالات	التقدم	كميات المادة بالمول mol				ح. ابتائية	0	CV	بوفرة	0	0	ح. لحظية	x	CV - x	بوفرة	x	x	ح. نهائية	$x_f = x_{max}$	CV - x_f	بوفرة	x_f	x_f
معادلة		$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$																													
الحالات	التقدم	كميات المادة بالمول mol																													
ح. ابتائية	0	CV	بوفرة	0	0																										
ح. لحظية	x	CV - x	بوفرة	x	x																										
ح. نهائية	$x_f = x_{max}$	CV - x_f	بوفرة	x_f	x_f																										
0.25	ج . أكتب عبارة التركيز $[HO^-]_f$ بدلالة λ_{HO^-} , $\lambda_{NH_4^+}$ و σ_f . ثم أحسب قيمته . لدينا عبارة الناقلية النوعية : $\sigma_f = [OH^-]_f \cdot \lambda_{OH^-} + [NH_4^+]_f \cdot \lambda_{NH_4^+}$ و من جدول التقدم لدينا : $[OH^-]_f = \frac{x_f}{V}$ و $[NH_4^+]_f = \frac{x_f}{V}$, ومنه $[OH^-]_f = [NH_4^+]_f$ ومنه تصبح عبارة σ_f : $\sigma_f = [OH^-]_f \cdot (\lambda_{OH^-} + \lambda_{NH_4^+})$ ومنه نجد $[OH^-]_f = \frac{\sigma_f}{(\lambda_{OH^-} + \lambda_{NH_4^+})}$																														
0.25																															

الصفحة 11 من 17

0.25	ت ع : $[OH^-]_f = \frac{10,9 \cdot 10^{-3} S / m}{(19,9 + 7,35) \cdot 10^{-3} S \cdot m^2 / mol} = 0,4 mol / m^3 = 4 \cdot 10^{-4} mol / L$
0.5	د. ثم استنتج قيمة pH المحلول (S) . لدينا: $pH = -\log[H_3O^+]_f$ لدينا من علاقة الجداء الشاردي للماء $Ke = [H_3O^+]_f \cdot [OH^-]_f$, ومنه $[H_3O^+]_f = \frac{10^{-pKe}}{[OH^-]_f}$, ومنه $[H_3O^+]_f = \frac{Ke}{[OH^-]_f}$ ت ع : $[H_3O^+]_f = \frac{10^{-14}}{4 \cdot 10^{-4}} = 2,5 \cdot 10^{-11} mol / L$ ت ع : $pH = -\log(2,5 \cdot 10^{-11}) = 10,6$
0.5	هـ. بين أن نسبة التقدم النهائي τ_f تعطى بالعلاقة : $\tau_f = \frac{10^{pH-pKe}}{C}$, ثم أحسب قيمتها . لدينا : $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ ومن جدول التقدم لدينا: $[OH^-]_f = \frac{x_f}{V}$ ومنه $x_f = [OH^-]_f V$ و بفرض أن التفاعل تام نجد: $CV - x_{max} = 0$ ومنه: $x_{max} = CV$ وبالتعويض في علاقة τ_f نجد: $\tau_f = \frac{[OH^-]_f V}{CV}$ ومنه: $\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C}$ ولدينا من الجداء الشاردي للماء : $[OH^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f} = \frac{10^{-pKe}}{10^{-pH}} = 10^{pH-pKe}$ و بالتعويض في عبارة τ_f الأخيرة نجد: $\tau_f = \frac{10^{pH-pKe}}{C}$ وهو المطلوب * حساب قيمة τ_f ت ع : $\tau_f = \frac{10^{10,6-14}}{0,01} = 3,98 \cdot 10^{-2} = 3,98\% \square 4\%$ NH_3 أساس ضعيف.
0.25	و. كتابة عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (NH_4^+ / NH_3) تبيان أن $pKa = pH - \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ لدينا: $Ka = \frac{[NH_3]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f}$ و بإدخال الدالة $\log$ على طرفي المعادلة نجد: $-\log[H_3O^+]_f = -\log Ka + \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ أي $\log Ka = \log[H_3O^+]_f + \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ و بما ان $-\log Ka = pKa$, و $-\log[H_3O^+]_f = pH$

0.25	$pKa = pH - \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ ومنه تصبح العلاقة
0.5	* ثم حساب قيمة الـ pKa للثنائية (NH_4^+ / NH_3). لدينا : $pKa = pH - \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ و $[NH_4^+]_f = [OH^-]_f$ ومنه $[NH_4^+]_f = 4.10^{-4} mol / L$ و $[NH_3]_f = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - [NH_4^+]_f$ ومنه : $[NH_3]_f = 0,01 - 4.10^{-4} = 9,6.10^{-3} mol / L$ ت ع : $pKa = 10,6 - \log \frac{9,6.10^{-3}}{4.10^{-4}} = 9,2$

		حل التمرين 3 (04 نقاط): 1 أ-تحديد جهة تطور المجموعة الكيميائية المكونة للعمود: $Qr_i = \frac{[Al^{3+}]_i^2}{[Cu^{2+}]_i^3} = \frac{C_0^2}{C_0^3} = \frac{1}{C_0} = \frac{1}{0,05} = 20$ $Qr_i < K$ تتطور المجموعة الكيميائية المكونة للعمود في الاتجاه المباشر. ب-تحديد قطبي العمود: عند مسرى النحاس يحدث تفاعل إرجاع حسب المعادلة النصفية: $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- = Cu_{(s)}$ عند مسرى الألمنيوم يحدث تفاعل أكسدة حسب المعادلة النصفية: $Al_{(s)} = Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$ إذن مسرى النحاس هو القطب الموجب ومسرى الألمنيوم هو القطب السالب. الرمز الاصطلاحي للعمود المدروس $(+) Al/Al^{3+} // Cu^{2+}/Cu$ ج-رسم العمود وتبيان عليه جهة التيار الكهربائي وجهة حاملات الشحن.
0.25		
0.25		
0.25		
0.25		
1.75		
2 × 0.25		

		2-أ-جدول تقدم التفاعل.				
0.50	المعادلة	$3Cu_{(aq)}^{2+} + 2Al_{(s)} = 3Cu_{(s)} + 2Al_{(aq)}^{3+}$				
		$t = 0$	$C_0 \cdot V_0$	n_{Al}	n_{Cu}	$C_0 \cdot V_0$
		t	$C_0 \cdot V_0 - 3x$	$n_{Al} - 2x$	$n_{Cu} + 3x$	$C_0 \cdot V_0 + 2x$
		t_f	$C_0 \cdot V_0 - 3x_{max}$	$n_{Al} - 2x_{max}$	$n_{Cu} + 3x_{max}$	$C_0 \cdot V_0 + 2x_{max}$
		ب-عبارة $[Cu^{2+}]$				
0.25		من جدول التقدم: $[Cu^{2+}] = \frac{C_0 \cdot V_0 - 3x}{V_0} = C_0 - \frac{3x}{V_0}$				
		نعلم أن $q = I \cdot t = z \cdot x \cdot F \Rightarrow x = \frac{I}{z \cdot F} t$				
		حيث z هو عدد الإلكترونات المتبادلة خلال كل تفاعل وهي 6				
0.25		$[Cu^{2+}] = C_0 - \frac{3}{V_0} \cdot \frac{I}{6 \cdot F} t \Rightarrow [Cu^{2+}] = -\frac{I}{2V_0 \cdot F} t + C_0$				
		ج-قيمة شدة التيار I المار في الدارة				
0.25		معادلة البيان: $[Cu^{2+}] = a t + b$ ، $a = \frac{0,05-0,04}{0-500} = -2 \cdot 10^{-5} mmol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$				
0.25		بالمطابقة مع العلاقة السابقة نجد: $-\frac{I}{2V_0 \cdot F} = a \Rightarrow I = -2 \cdot a V_0 \cdot F$				
0.25		$I = -2 \cdot (-2 \cdot 10^{-5}) 50 \cdot 10^{-3} \cdot 96500 = 0,193A$				

		3-عبارة التغير Δm :
0.50	0.25	من جدول التقدم: $n_{Al} - 2x_{max} = 0 \Rightarrow n_{Al} = \frac{\Delta m}{M} = 2x_{max} \Rightarrow \Delta m = 2 \cdot M x_{max}$
	0.25	من جهة أخرى عند اللحظة t_c $x_{max} = \frac{I}{z \cdot F} t_c$
		$\Delta m = 2 \cdot M \cdot \frac{I}{z \cdot F} t_c \Rightarrow \Delta m = 2 \cdot 27 \cdot \frac{0,193}{6 \cdot 96500} 2500 = 0,045g$

العلامة	د التمرين التجريبي: (06 نقاط)
0.25	I- تعتمد بعض المحركات على بطارية نووية تولد طاقة متحررة عن النشاط الإشعاعي للبلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ وفق نمط التفكك α معطيا نواة اليورانيوم ^4_2U . 1. عرف النظائر. هي أنوية لنفس العنصر لها نفس العدد الذري Z وتختلف في العدد الكتلي A (تختلف في عدد نوتروناتها N).
0.25	2. أكتب معادلة التفكك النووي لنظير البلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ وفق النمط α ، مع تحديد كل من Z و A . $^{238}_{94}Pu \rightarrow ^4_2He + ^{234}_{92}U$ بتطبيق قانوني الانحفاظ للصدوي : $94 = A + 2 \rightarrow [Z = 92]$ و $238 = A + 4 \rightarrow [A = 234]$
0.25	II- من أجل تعيين زمن نصف العمر للبلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ وتحديد عدد الأنوية الابتدائية N_0 المحتواة في عينة 1. أكتب قانون التناقص الإشعاعي و استنتج عبارة $A(t)$ بدلالة عدد أنوية البلوتونيوم المتبقية $N(t)$. لدينا $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ و $A(t) = \frac{-dN(t)}{dt}$ ومنه $A(t) = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t}$ ومنه $A(t) = \lambda \cdot N(t)$

0.25	2. أكتب العلاقة بين $N(t)$ و N_U . $N(t) = N_0 - N_U$
0.25	3. أكتب العلاقة بين $A(t)$ و N_U و ثابت النشاط الإشعاعي λ . لدينا $\lambda N(t) = \lambda(N_0 - N_U)$ ومنه: $A(t) = -\lambda N_U + \lambda N_0$
0.25	4. اعتمادا على منحنى $A = f(N_U)$ وعلاقة السؤال 3. جد ما يلي : $A_0, \lambda, t_{1/2}, N_0(P_u)$ معادلة البيان هي : $A(t) = a.N_U + b$ حيث : $a = \tan \alpha = -2,5.10^{-10} S^{-1}$ و $b = 6.10^{10} \text{ noy } S^{-1}$ وبالمطابقة بين معادلة البيان و العلاقة النظرية الأخيرة نجد : $A_0 = 6.10^{10} Bq$ ومنه $A_0 = \lambda N_0 = b$ $\lambda = 2,5.10^{-10} S^{-1}$ ومنه $-\lambda = a$ $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 2,77.10^9 S = 8,78 \text{ ans}$
0.25	$N_0(P_u) = N_{uf} = 2,4.10^{20} \text{ noy}$ أو من البيان $N_0(P_u) = \frac{A_0}{\lambda} = 2,4.10^{20} \text{ noy}$
0.25	-III 1. عرف الانشطار النووي و لماذا نقول عنه أنه تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا. • هو تفاعل نووي مفتعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة (غير مستقرة) بـ نوترون بطيء لتنتشر الى نواتين أخف و أكثر استقرار و تحرير طاقة معتبرة و نوترونات ذات طاقة حركية ميكروسكوبية . • نقول عنه أنه متسلسل و مغذى ذاتيا لأن النوترونات المتحررة تملك طاقة حركية ميكروسكوبية (سرعة) و باصطدامها مع أنوية البلوتونيوم أخرى تحدث انشطارات أخرى وهكذا دواليك .
0.25	2. بالاعتماد على مخطط الحصيلة الطاقوية : أ. حدد تركيب نواة البلوتونيوم الخاضعة للانشطار النووي. من مخطط الحصيلة و بعد تفكك نوات البلوتونيوم نجد : $N = 146 - 1 = 145$, $Z = 94$ ب. أكتب معادلة تفاعل الانشطار النووي للبلوتونيوم ، مع تحديد كل من Z' و x . ${}_{94}^{239}Pu + {}_0^1n \rightarrow {}_{Z'}^{135}Te + {}_{42}^{102}Mo + x {}_0^1n$ * تحديد كل من Z' و x . بتطبيق قانوني صودي لدينا : انحفاظ الكتلة (العدد الكتلي): $239 + 1 = 135 + 102 + x$ ومنه $x = 3$ انحفاظ الشحنة (انحفاظ العدد الشحني): $94 + 0 = Z + 42 + 0$ ومنه $Z' = 52$

0.25	3. ماذا تمثل المقادير E_1 ، E_2 ، E_3 . - أحسب قيمة E_2 . * E_1 : تمثل الطاقة الكتلية السكونية للنواتج . * E_2 : تمثل الطاقة الكتلية السكونية للمتفاعلات * E_3 : تمثل الطاقة الكتلية للنكليونات المتفاعلات و هي منفردة و ساكنة . * حساب قيمة E_2 . 0.25 $E_2 = [m(^{239}_{94}\text{Pu}) + m(^1_0\text{n})]C^2 = (239,00060 + 1,00866) \times 931,5 = 2,23568.10^5 \text{Mev}$
0.25	4. استنتاج طاقة ربط نواة البلوتونيوم ^A_ZPu . من مخطط الحويلة الطاقوية لدينا : $E_l(^{239}_{94}\text{Pu}) = E_3 - E_2$ ت ع : $E_l(^{239}_{94}\text{Pu}) = (2,25375 - 2,23568).10^5 = 1807 \text{Mev}$
0.25 0.25 0.25	5. حدد النواة الأكثر استقرار من بين الأنوية : $^{102}_{42}\text{Mo}$ ، $^{135}_{52}\text{Te}$ ، ^A_ZPu . مع التعليل . * حساب طاقة الربط لكل نكليون في كل نواة : في نواة البلوتونيوم : $E_l/A(^{239}_{94}\text{Pu}) = \frac{E_l}{A} = \frac{1807 \text{Mev}}{239 \text{nuc}} = 7,56 \text{Mev / nuc}$ في نواة الموليبدنوم : $E_l/A(^{102}_{42}\text{Mo}) = \frac{E_l}{A} = \frac{873,773}{102} = 8,57 \text{Mev / nuc}$ في نواة التيلوريوم : $E_l/A(^{135}_{52}\text{Te}) = 8,48 \text{Mev / nuc}$ ومنه النواة الأكثر استقرار هي نواة $^{102}_{42}\text{Mo}$ لأنها ذات طاقة ربط لكل نكليون أكبر .
0.25	6. أحسب قيمة الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$ بوحدة Mev ثم بـ joule . من مخطط الحويلة الطاقوية لدينا : $E_{lib} = E_2 - E_1$ * بوحدة Mev ت ع : $E_{lib} = (2,23568 - 2,23370).10^5 = 198 \text{Mev}$ * بوحدة joule ت ع : $E_{lib} = 198 \times 1,6.10^{-13} = 3,168.10^{-11} \text{joule}$

7. يستهلك هذا المفاعل النووي كتلة قدرها 97,45 Kg من البلوتونيوم ${}^A_Z P_u$ خلال مدة من الزمن قدرها Δt في انتاج الكهرباء باستطاعة قيمتها $P_e = 900 MW$ و بمردود 30% .
أ. جد المدة Δt لاشتغال المفاعل النووي .

لدينا : $P_e = \frac{E_e}{\Delta t}$ ومنه (1) $E_e = P_e \times \Delta t$

بمردود: $r\% = \frac{E_e}{E_{lib}(tot)} \times 100$ و بتعويض عبارة الطاقة الكهربائية (1) في عبارة المردود

نجد: (2) $r\% = \frac{P_e \times \Delta t}{E_{lib}(tot)} \times 100$

و الطاقة الاجمالية المحررة: $E_{lib}(tot) = N . E_{lib}$ و $N = \frac{m}{M} . N_A$

ومنه (3) . $E_{lib}(tot) = \frac{m}{M} . N_A . E_{ib}$

و بتعويض عبارة الطاقة المحررة الكلية (3) في عبارة مردود التحويل الطاقوي (2) نجد:

ومنه: $r\% = \frac{P_e \times \Delta t}{\frac{m}{M} . N_A . E_{lib}} \times 100$ ومنه: $\Delta t = \frac{m . N_A . E_{lib} r\%}{100 . M . P_e}$

ت ع:

$$\Delta t = \frac{97,45.10^3 \times 6,02.10^{23} \times 3,168 \cdot 10^{11} \times 70}{100 \times 239 \times 900.10^6} = 2,592.10^6 S = 720h = 30J = 1moi$$

مدة اشتغال المفاعل النووي هي شهر واحد