الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية البليدة

الشعبة:رياضيات، تقني رياضي

دورة 2023

إمتحان البكالوريا التجريبي في مادة العلوم الفيزيائية — المدة : 04 ساعات و 30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

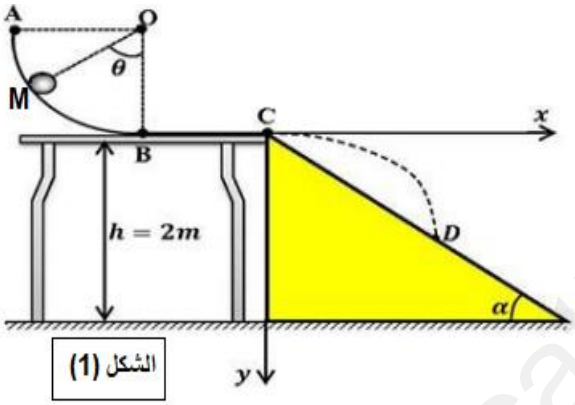
الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى الصفحة 4 من 8)

الجزء الأول: (14 نقطة)

التمرين الأول: (4 نقاط)

I. ينزلق جسم صلب (S) بدون سرعة ابتدائية، يمكن اعتباره نقطيا كتلته m=200 g على مسار ABC يقع على مستوي شاقولي AB يمثل ربع دائرة مركزها O و نصف قطرها r =1.2m، نعتبر الاحتكاكات مهملة على الجزء AB، BC طريق أفقي طوله BC=1m يعطى : $g= 10(m.s^{-2})$ و $\theta = 60°$



الشكل (1)

1- مثل القوى المطبقة على الجسم (S) عند الموضع M .

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و M جد عبارة v_M بدلالة g ، r، θ ثم احسب قيمتها.

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن. جد عبارة شدة القوة $\vec{R}$ فعل السطح على الجسم (S) في الموضع M بدلالة g ، m، θ ثم احسب قيمتها.

4- استنتج سرعة الجسم عند الموضع B .

II. يتحرك الجسم (S) على المستوي (BC) حيث يخضع لقوة إحتكاك قيمتها $f = 2\ N$.

1- جد عبارة تسارع الجسم (S) ثم احسب قيمته .

2- استنتج سرعة الجسم (S) عند الموضع C .

III. عند اللحظة $t = 0$ يغادر الجسم (S) الطريق الافقي من النقطة C ليسقط على المستوي المائل بزاوية $\alpha = 30°$ في النقطة D .

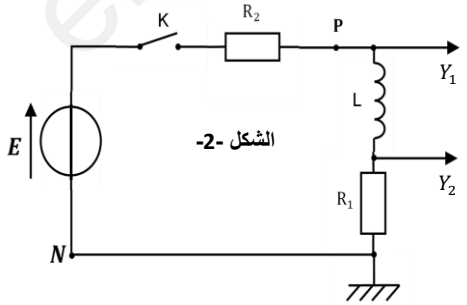
1- أدرس طبيعة الحركة وفق المحورين cx و cy

2- جد المعادلتين الزمنيتين للحركة $x = f_1(t)$ و $y = f_2(t)$

3- اكتب معادلة المسار للجسم (S) بين الموضعين C و D .

4- جد احداثيا النقطة D .

التمرين الثاني: (4 نقاط)



الشكل -2-

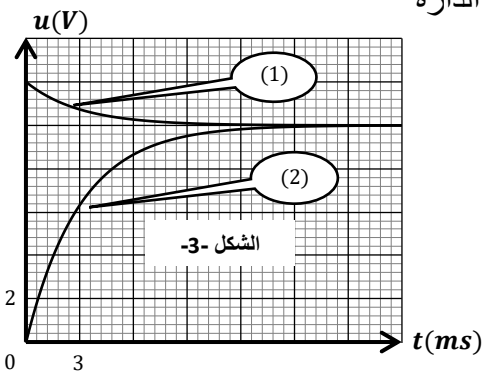
✓ ننجز التركيب المبين في الشكل (2) و المكون من :

- مولد للتوتر قوته المحركة $E = 12\ V$.
- وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها الداخلية r مهملة.
- ناقلين اوميين مقاومتهما $R_1 = 40\Omega$ و R_2 وقاطعة K .

- نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0s$ و نسجل بواسطة نظام معلوماتي المنحيين $u_{R1}(t)$ و $u_{PN}(t)$ الممثلين للتوترين عند المدخلين A و B .الشكل (3) .

www.ency-education.com

1. عين المنحنى الذي يمثل $u_{R1}(t)$ و المنحنى الذي يمثل $u_{PN}(t)$ مع التعليل.
2. جد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة
3. تقبل المعادلة التفاضلية حلا من الشكل $i(t) = A(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$ جد عبارة الثوابت A و τ .
4. اعتمادا على البيان جد :
   - ✓ شدة التيار I_{max} الاعظمية في النظام الدائم .
   - ✓ قيمة المقاومة R_2 .
   - ✓ قيمة ثابت الزمن τ و ذاتية الوشيعة l .
5. جد الطاقة المخزنة في الوشيعة في اللحظة $\boldsymbol{t = \frac{\tau}{2}}$.



التمرين الثالث: (6 نقاط)

لقد حققت الفيزياء النووية تقدما مذهلا في المجال الطاقوي و التي تسعى لتلبية الاحتياج العالمي للطاقة وفق آليتين أساسيتين و هما الاندماج و الانشطار

المعطيات : بعض الأنوية: $_1H$ ، $_1He$ ، $_3Li$ ، $_4Be$ ، $_5B$.

$m(^4_2He) = 4{,}0015\ u$ ، $m(^1_0n) = 1{,}00866\ u$ ، $m(^2_1H) = 2{,}01355\ u$ ، $m(^3_1H) = 3{,}01550\ u$

$N_A = 6.023 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ ، $1\ u = 931{,}5\frac{Mev}{c^2}$ ، $1Mev = 1{,}602 \times 10^{-13}J$

$\frac{E_l}{A}(^{235}_{92}U) = 7{,}62\frac{Mev}{nucléon}$ ، $\frac{E_l}{A}(^{139}_{54}Xe) = 8{,}34\frac{Mev}{nucléon}$ ، $\frac{E_l}{A}(^{94}_{38}Sr) = 8{,}62\frac{Mev}{nucléon}$

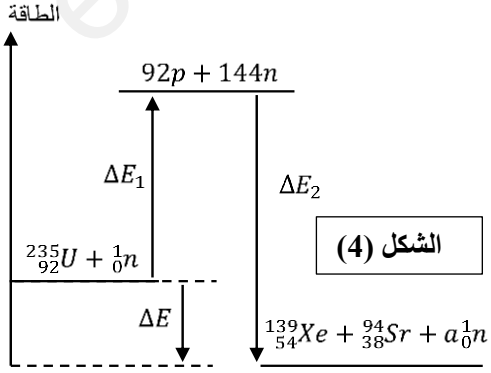
مردود التفاعل $r = \frac{E_{éléc}}{E_{T(lib)}}$ ، الاستطاعة الكهربائية $P = \frac{E_{éléc}}{\Delta t}$

- ✓ **الاندماج النووي:** هو تفاعل نووي مفتعل يتم فيه التحام نواتين خفيفتين و غير مستقرتين ، لكن إنجازه يطرح عدة صعوبات تقنية من بينها ضرورة تسخين الخليط الى درجة حرارة عالية تفوق 100 مليون درجة لضمان انطلاق التفاعل ، من بين تفاعلات الاندماج اندماج النظيرين الديتيريوم ^2_1H و التيريتيوم ^3_1H و الذي يعطي نواة الهيليوم $^4_2H_e$ و نيترون ^1_0n .

1. لماذا يسمى تفاعل الاندماج النووي بالاندماج النووي الحراري ؟.
2. أكتب معادلة الاندماج النووي بين النظيرين ^2_1H و ^3_1H .
3. أحسب بالـ (Mev) ثم بالـ (J) الطاقة التي يحررها هذا التفاعل .
4. استنتج بالـ (J) الطاقة الناتجة عن استهلاك $m = 1\ Kg$ من الديتيريوم ^2_1H .

- ✓ **<u>الانشطار النووي :</u>** من بين تفاعلات الانشطار انشطار نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ الى $^{94}_{38}S_r$ و $^{139}_{54}X_e$ إثر قذفها بنيترون ^1_0n .يمثل الشكل (4) مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل انشطار النواة .

1. ما المقصود بتفاعل الانشطار النووي ؟
2. أكتب معادلة انشطار اليورانيوم .
3. أوجد بالـ Mev كلا من ΔE_1 ، ΔE_2 و ΔE .
4. أحسب ب (J) الطاقة الناتجة عن استهلاك $m = 1\ Kg$ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$.



5- احسب الطاقة المحررة لكل نوكليون لتفاعلي الانشطار والاندماج ، ماذا تستنتج؟

www.ency-education.com

6. يقدر الاحتياط العالمي من اليورانيوم بـ $3.3 \times 10^9 Kg$ ،
باعتبار مفاعل نووي استطاعته الكهربائية $P = 300\ MW$ و مردود تحول الطاقة الحرارية الى الطاقة الكهربائية هو $r = 33\%$.
- أحسب بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من اليورانيوم .

الجزء الثاني: (6 نقاط)

التمرين الرابع: (6 نقاط)

نقرأ على لاصقة قارورة منظف تجاري يحتوي على حمض اللاكتيك الذي صيغته الجزيئية $C_3H_6O_3$ المعلومات التالية :
الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك $M(C_3H_6O_3) = 90\ g.mol^{-1}$
الكتلة الحجمية للمنظف التجاري $\rho = 1.13\ kg.L^{-1}$
يفرغ المنظف التجاري المركز في الجهاز المراد تنظيفه مع التسخين .يستعمل هذا المنظف لإزالة الطبقة الكلسية المترسبة على جدران سخان مائي و المشكلة أساسا من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$.
من أجل دراسة فاعلية للمنظف التجاري و تحديد نسبته المئوية $p\ \%$ نحقق التجربتين الآتيتين :

التجربة الأولى :

1) نحضر محلولا (S) حجمه $V_s = 500\ ml$ وتركيزه المولي C_a مخففا 100 مرة، انطلاقا من المنظف التجاري الذي تركيزه المولي C_0 .

1.1. ما هو الحجم (V_0) الواجب أخذه من المنظف التجاري لتحضير المحلول (S) .

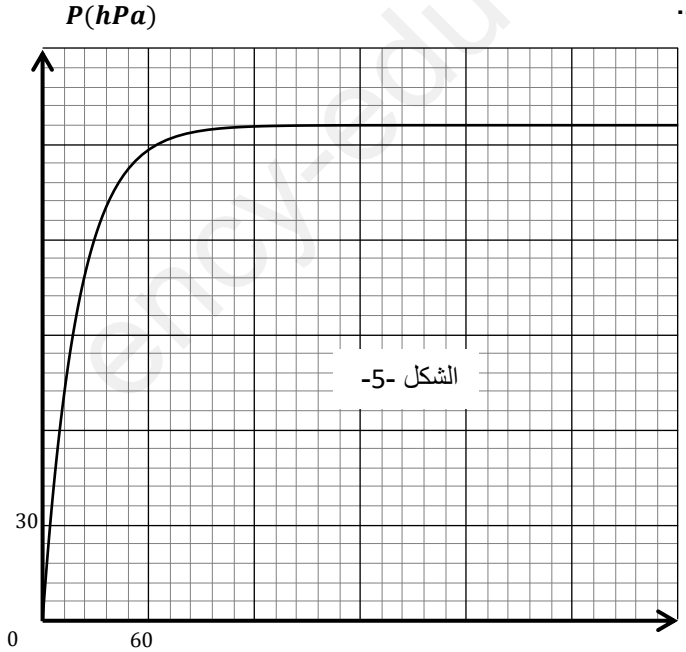
2.1. اذكر البروتوكول التجريبي اللازم لتحضير المحلول (S) .

2) لدراسة حركية حمض اللاكتيك مع كربونات الكالسيوم المنمذج بالمعادلة :

$$CaCO_{3(s)} + 2C_3H_6O_{3(aq)} = CO_{2(g)} + Ca^{2+} + 2C_3H_5O_{3(aq)}^{-} + H_2O_{(l)}$$

ندخل في دورق حجمه $V = 600\ mL$ كتلة $m = 0.3\ g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ و نسكب فيه عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_a = 120\ mL$ من المحلول (S) و نقيس في كل لحظة ضغط غاز ثاني أكسيد الفحم CO_2 داخل دورق عند درجة حرارة 25 بواسطة لاقط لجهاز EXAO تحصلناعلى البيان الممثل في الشكل (5) .

1.2. في ظروف التجربة يمكن اعتبار غاز $CO_{2(g)}$ مثالي.



الشكل -5-

بالاعتماد على جدول التقدم ، أوجد عبارة التقدم $x(t)$ للتفاعل عند لحظة t بدلالة R ، $P_{CO_2}(t)$ ، T ، V_{CO_2} .

2.2. حدد قيمة التقدم النهائي x_f ثم أثبت أن هذا التفاعل تام .

3.2. حدد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

4.2 . خلال عملية ازالة الترسبات يطلب استعمال المنظف مركزا و التسخين، ما هو أثر هذين العاملين على المدة الزمنية لإزالة الراسب ؟ علل اجابتك .

يعطى: $R = 8.314\ SI$ ؛ $M(CaCO_3) = 100\ g.mol^{-1}$

www.ency-education.com

التجربة الثانية :

من أجل تحديد النسبة المئوية الكتلية $P\%$ لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري نأخذ حجما $V'_a = 5\ ml$ من المحلول (S) و نضيف إليه $100ml$ من الماء المقطر ، ثم نعاير المحلول الناتج عن طريق قياس ال pH بوسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C_b = 0.02\ mol.L^{-1}$.

يمثل الشكل(6) المنحيين البيانين $pH = f(V_b)$ ؛ $\frac{dpH}{dV_b} = g(V_b)$

1. مثل برسم تخطيطي التركيب التجريبي للمعايرة معينا أسماء المعدات و المحاليل .

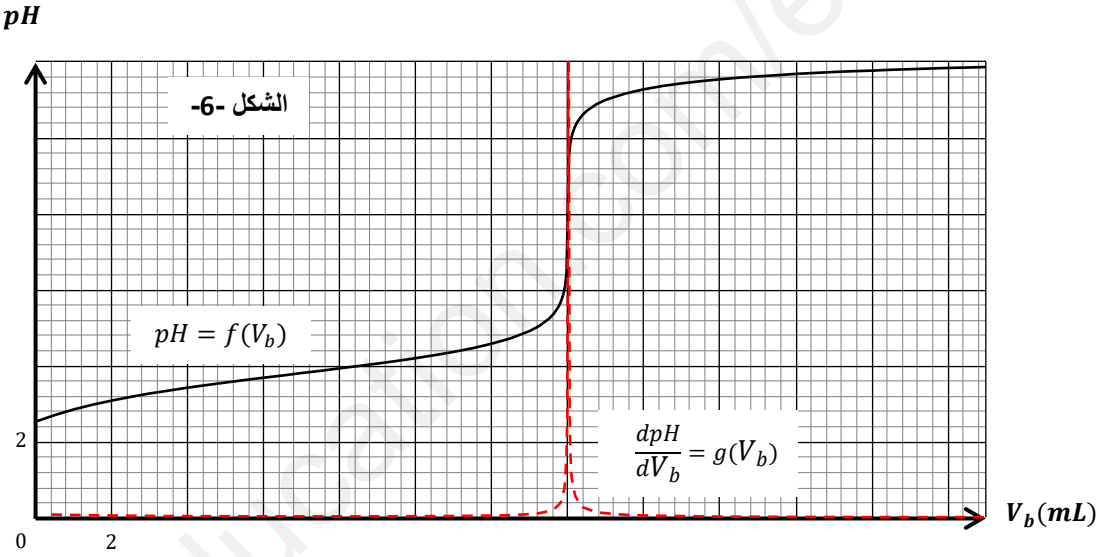
1.2. عين احداثيات نقطة التكافؤ ثم استنتج أن حمض اللاكتيك حمض ضعيف.

2.2. اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحادث أثناء المعايرة .

3.2. في رأيك ماهو سبب اضافة الماء المقطر الى الحجم ؟ هل يؤثر ذلك على حجم الأساس المسكوب عند التكافؤ؟ علل.

4.2. احسب التركيز المولي C_a ثم استنتج التركيز المولي C_0 للمنظف التجاري.

5.2. احسب كتلة حمض اللاكتيك المتواجدة في لتر واحد من المنظف التجاري ثم استنتج $P\%$.



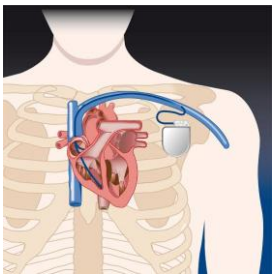
www.ency-education.com

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

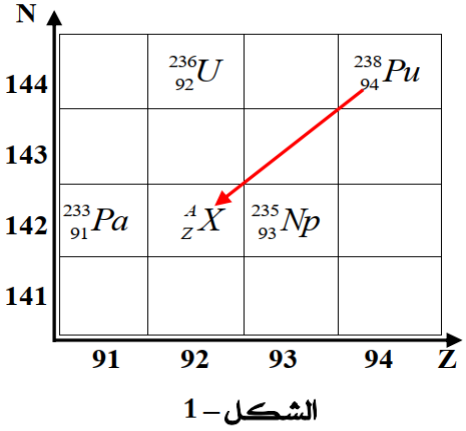
الجزء الأوّل (14 نقطة)

التّمرين الأوّل (4 نقاط)



منشط نبضات القلب $(\boldsymbol{PaceMaker})$ هو جهاز يزرع في الجسم لضبط نبضات القلب، سيما إذا كانت هذه النبضات بطيئة، تعتمد بعض هذه الأجهزة في اشتغالها على الطاقة الناتجة عن التفكك التلقائي لأنوية البلوتونيوم 238.

المخطط $\boldsymbol{N - Z}$ بالشكل $(\mathbf{1})$ يوضح طبيعة الإشعاع المنبعث من نواة البلوتونيوم 238.



الشكل – 1

يهدف هذا التمرين إلى دراسة منشط لنبضات القلب يشتغل بالبلوتونيوم 238.

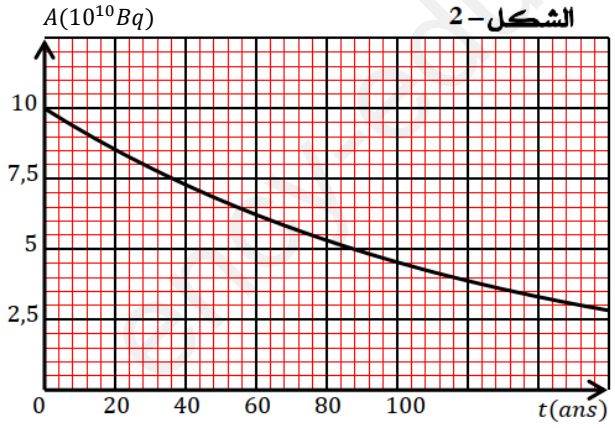
1- حدد تركيب نواة البلوتونيوم 238

2- عرف النظائر.

3- بالاستعانة بالمخطط، أُكتب معادلة تفكك نواة البلوتونيوم 238، محدداً رمز النواة البنت الناتجة ونمط التفكك

4- يرافق هذا التفكك انبعاث لإشعاع $\boldsymbol{\gamma}$، فسر سبب ذلك.

يمثل منحنى الشكل $(\mathbf{2})$ تطور النشاط الإشعاعي $\boldsymbol{A(t)}$ لعينة البلوتونيوم 238 كتلتها الابتدائية $\boldsymbol{m_0}$ تتواجد في جهاز منشط لنبضات القلب، نختار لحظة زرع هذا الجهاز في صدر المريض كمبدأ للأزمنة $\boldsymbol{t = 0}$.



الشكل – 2

1-4- عرف النشاط الإشعاعي $A(t)$ لعينة مشعة.

2-4- حدد بيانيا زمن نصف العمر $t_{1/2}$ للبلوتونيوم 238.

3-4- جد عبارة λ ثابت التفكك بدلالة $t_{\frac{1}{2}}$ ثمّ أحسب قيمته العددية.

4-4- جد عدد الأنوية الابتدائية المشعة N_0 للبلوتونيوم 238 المتواجدة في الجهاز عند اللحظة $t = 0$ ثمّ استنتج m_0 كتلتها الإبتدائية.

يشتغل هذا الجهاز بطريقة ملائمة إذا كانت نسبة أنوية البلوتونيوم 238 المتفككة لا تتجاوز $\mathbf{30\%}$ من العدد الابتدائي للأنوية المشعة.

5-4- أحسب بالسنة $\boldsymbol{ans}$، المدّة الزمنية القصوى $\boldsymbol{t_{max}}$ لاشتغال الجهاز بكيفية ملائمة.

يعطى: $(\mathbf{1}\ \boldsymbol{ans} = \mathbf{365}\ \boldsymbol{jours})$ ، $\mathbf{N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}}$

www.ency-education.com

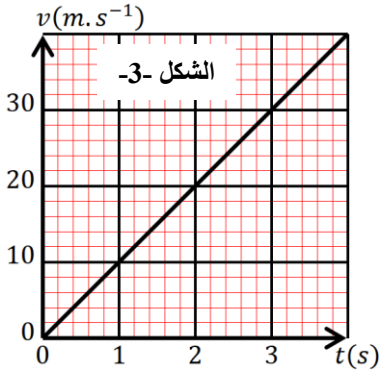
التمرين الثّاني (4 نقاط)

تسمح مظلة الهبوط بعد فتحها، بكبح حركة مظلي خلال سقوطه في الهواء. يهدف هذا التمرين إلى دراسة نموذج مبسط لحركة مظلي. يسقط هذا الأخير دون سرعة ابتدائية من طائرة مروحية متوقفة على ارتفاع h من سطح الأرض.
ندرس حركة مركز العطالة G للجملة (S) المتكونة من المظلي ولوازمه في معلم شاقولي $(O,\vec{j})$ موجه نحو الأسفل ومرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا . نعتبر أن مسار حركة النقطة G شاقولي وتسارع الجاذبية الأرضية يبقى ثابتا.

المعطيات: كتلة الجملة (S) : $m = 100kg$، تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10\ m.s^{-2}$، $h = 500m$.

تتم حركة الجملة (S) على مرحلتين:

المرحلة 1: المظلة مغلقة

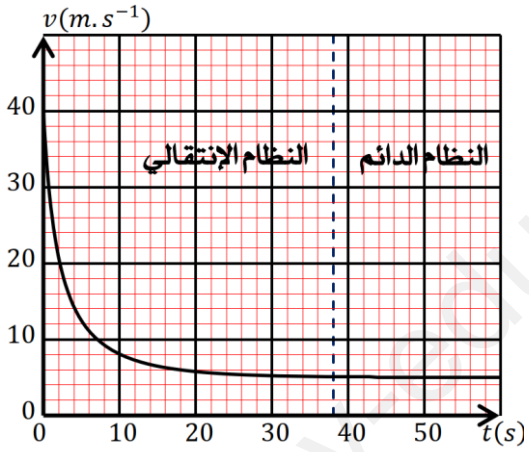


يتم السقوط من المروحية دون سرعة ابتدائية عند اللحظة $t = 0$ نعتبرها مبدأ للأزمنة، مع الإبقاء على المظلة مغلقة خلال هذه المرحلة ننمذج خلال هذه المرحلة تطور سرعة مركز العطالة G بمنحنى الشكل (3).

1. ما هي طبيعة الحركة في هذه المرحلة؟ علل
2. هل يمكن اعتبار حركة المظلي ولوازمه خلال هذه المرحلة سقوطا حرا؟ علل.
3. احسب المسافة d_1 المقطوعة من طرف المظلي خلال 4 ثواني الأولى.

المرحلة 2: المظلة مفتوحة

يفتح المظلي مظلته بعد انقضاء مدة زمنية $\Delta t_1 = 4s$ منذ بداية السقوط.
نختار لحظة فتح المظلة مبدأ جديدا لقياس الزمن. تخضع الجملة (S) خلال هذه المرحلة إلى قوى احتكاك مع الهواء ننمذجها بقوة وحيدة عبارتها من الشكل: $\vec{f} = -k.v^2\vec{j}$. (تهمل دافعة أرخميدس)



الشكل – 4

علما أن المدة الزمنية الكلية منذ بداية السقوط حتى الوصول إلى سطح الأرض هي $\Delta t = 64s$

1-1- ما هو الشرط اللازم لتطبيق القانون الثاني لنيوتن؟ هل هذا الشرط متوفر في هذه الحركة؟ علل.

1-2- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة $v(t)$ تكتب على الشكل:

$$\frac{dv(t)}{dt} = g\left(1 - \frac{v^2(t)}{\alpha^2}\right)$$

حيث α ثابت يطلب كتابة عبارته الحرفية بدلالة m, g, k .

1-3- ما هو المدلول الفيزيائي للثابت α .

2- يمثل المنحنى البياني الشكل (4) تغيرات سرعة مركز عطالة الجملة بدلالة الزمن $v = f(t)$.

2-1- حدد بيانيا قيمة السرعة الحدية v_ℓ.

2-2- مثل القوى المؤثرة على الجملة (S) خلال النظام الانتقالي والدائم ثم حدد طبيعة الحركة في كل نظام.

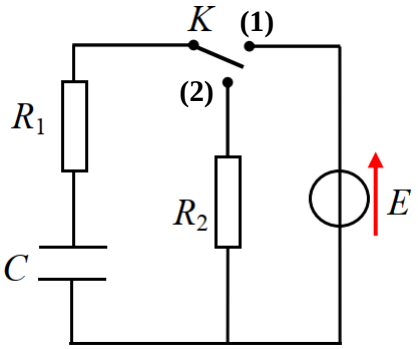
2-3- باستعمال التحليل البعدي حدد وحدة الثابت k، في جملة الوحدات الدولية، ثم احسب قيمته العددية.

3- أوجد المسافة المقطوعة خلال النظام الانتقالي من المرحلة الثانية(المظلة مفتوحة).

www.ency-education.com

التّمرين الثّالث (6 نقاط)

تحتوي الدارات الإلكترونية على تراكيب تضم مكثفات ونواقل أومية، يهدف هذا التمرين إلى تحديد سعة مكثفة ومقاومة ناقل أومي تتضمنهما إحدى الدارات الإلكترونية.



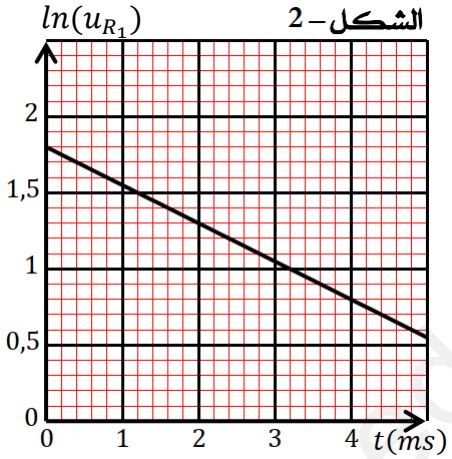
الشكل -1-

ننجز التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) والمكون من:

- مولد ذي توتر ثابت، قوته المحركة الكهربائية E.
- مكثّفة فارغة سعتها C
- ناقلين أوميين مقاومة أحدهما $R_1 = 2K\Omega$ ومقاومة الآخر R_2 مجهولة.
- بادلة K.

الجزء الأول: عند اللحظة $t = 0$ نضع البادلة في الوضع 1 .

1. أعط تفسيرا مجهريا للظاهرة الحادثة في الدارة.
2. مثل على الدارة إشارة لبوسي المكثفة وبأسهم جهة التيار والتوترالكهربائي بين طرفي كل عنصر كهربائي.
3. جد بدلالة R_1 و E عبارة شدة التيار الكهربائي الأعظمي I_1 المار في الدارة عند اللحظة $t = 0$
4. بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها $i(t)$ التيار الكهربائي المار في الدارة تكتب من الشكل: $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau_1} = 0$ حيث τ_1 ثابت يطلب كتابة عبارته الحرفية بدلالة R_1 و C.
5. باستعمال معادلة الأبعاد حدد وحدة الثابت τ_1 في جملة الوحدات الدولية.
6. وضح على مخطط الدارة كيفية ربط رسم اهتزاز ذي ذاكرة لمشاهدة منحنى التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة بدلالة الزمن.
7. بين أن العبارة: $i(t) = I_1 . e^{-\frac{t}{\tau_1}}$ حل للمعادلة التفاضلية.
8. مكن برنامج مناسب من رسم تغيرات المقدار $ln(u_{R_1})$ بدلالة الزمن t المبين في الشكل (2)



الشكل – 2

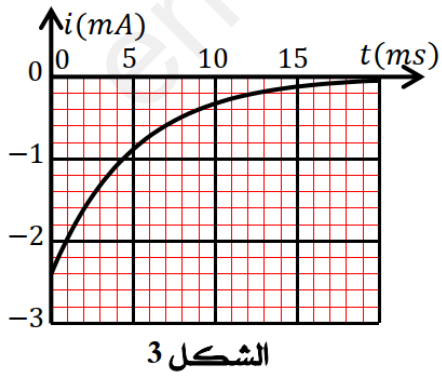
أ- اكتب المعادلة الرياضية للمنحنى البياني

ب- إعتمادا على المنحنى، حدد قيمة كل من E و τ_1 ثم استنتج قيمة السعة C للمكثفة.

9. احسب $E(c)_{max}$ الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة في النظام الدائم.

الجزء الثاني: بعد شحن المكثفة تماما نستبدل البادلة إلى الوضع (02) في لحظة نعتبرها مبدأ جديدا لقياس الزمن $t = 0$

يمثل المنحنى في الشكل (3) تغيرات شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن.



الشكل 3

1. باستغلال منحنى الشكل (3) ،جد قيمة المقاومة R_2.
2. جد قيمة الطاقة المحولة الى النواقل الأومية حتى اللحظة $t = 7,0\ ms$

بغرض تفريغ المكثفة في مدة أقصر قدرها $\Delta t = 21\ ms$، نضيف إلى الدارة ناقل أومي مقاومته R_3.

- وضح كيفية ربط الناقل الأومي R_2 مع R_3 لتحقيق ذلك. ثم استنتج قيمة المقاومة R_3 في هذه الحالة.

www.ency-education.com

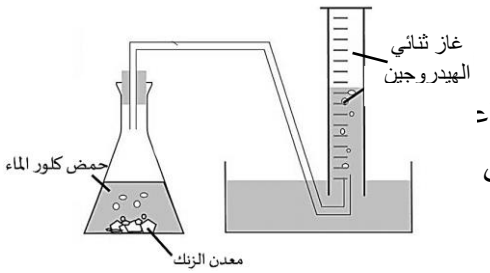
الجزء الثاني: (6 نقاط)

التمرين التجريبي: (6 نقاط)

نهدف من هذا العمل إلى دراسة تفاعل الزنك مع حمض كلور الماء فيي تحويل الكتروني مباشر وتفاعله مع الرصاص في تحويل الكتروني غير مباشر.

الجزء الأول: لمتابعة التطور الزمني للتحول التام الحادث بين حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ ومعدن الزنك $Zn_{(s)}$، نضيف عند اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 0,05g$ من الزنك في دورق به حجم $V = 500mL$ من حمض كلور الماء له $pH = 2,0$ نعتبر أنّ حجم الوسط التفاعلي ثابت خلال التحول.

بواسطة التركيب المبين في الشكل (1) نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين $V(H_2)$ المنطلق مع مرور الزمن.



1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحول الحادث علما أنّ الثنائيتين $(Ox/Réd)$ هي: $(H_3O^+_{(aq)}/H_{2(g)})$ و $(Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(S)})$.

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل، ثمَّ حدد المتفاعل المحد.

3- أحسب حجم غاز الهيدروجين المنطلق وكذلك pH المزيج عند نهاية التفاء

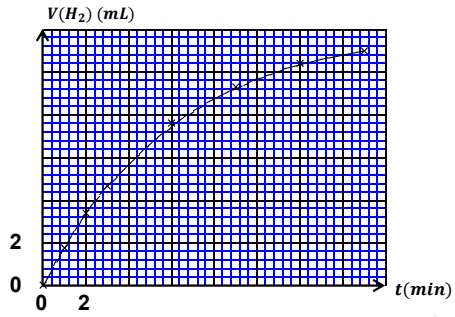
4- الدراسة التجريبية لهذا التحول الكيميائي مكّنتنا من الحصول على المنحنى

أ - هل انتهى التفاعل عند اللحظة $t = 15min$؟ علّل جوابك.

ب- عرّف زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$ ثمَّ عين قيمته بيانيا.

ج- أحسب السرعة الحجمية $V_{vol}(t)$ للتفاعل عند اللحظتين $t = 3min$ و $t = 12min$

د- فسّر مجهريا تطور سرعة التفاعل.



الجزء الثّاني: يتكون عمود من صفيحة من الزنك $Zn_{(S)}$ مغمور في محلول يحتوي على شوارد الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}$ وصفيحة من الرصاص $Pb_{(S)}$ مغمورة في محلول يحتوي على شوارد الرصاص $Pb^{2+}_{(aq)}$ حيث حجم كل واحد منهما $V = 500\ mL$ وتركيز كل محلول بشواردة هو: $[Zn^{2+}] = [Pb^{2+}] = 0,5mol.L^{-1}$

ننمذج التحول الكيميائي الذي يتحكم في تشغيل العمود بالمعادلة التّالية: $Zn_{(S)} + Pb^{2+}(aq) = Zn^{2+}(aq) + Pb_{(S)}$

5- ثابت التوازن الموافق لهذا التفاعل: $K = 4,6 \times 10^{23}$

أ - أكتب الرمز الاصطلاحي لهذا العمود.

ب- أحسب كسر التفاعل الإبتدائي $Q_{r,i}$ واستنتج جهة تطور الجملة الكيميائية.

ج- أنشئ جدول تقدّم التفاعل.

د- أحسب كمية الكهرباء الأعظمية Q_{max} التي ينتجها العمود.

ه- أحسب Δt مدّة إشتغال العمود إذا كانت قوته المحركة الكهربائية $E = 2V$ ويغذي ناقل أومي مقاومته $R = 200\Omega$.

المعطيات: $M(Zn) = 65,4\ g.mol^{-1}$; $1F = 96500\ C$; $V_M = 24l.mol^{-1}$

www.ency-education.com