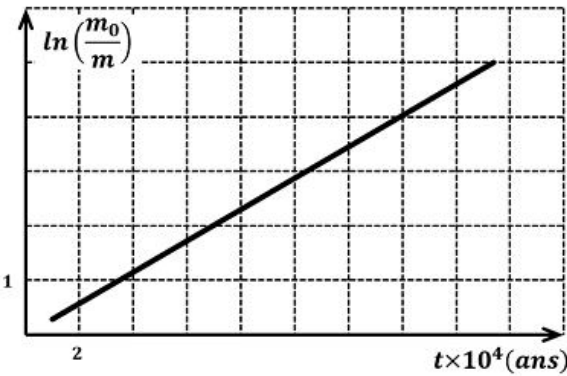
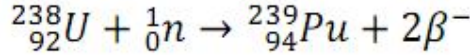


بكالوريا تجريبي في مادة العلوم الفيزيائية

الجزء الأول

التمرين الأول 04 نقاط

البلوتونيوم 239 احد نظائر البلوتونيوم و هو من المواد التي تستخدم كوقود نووي في المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية . يتم إنتاجه انطلاقا من لليورانيوم 238 وفق المعادلة التالية



أولا - البلوتونيوم  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  يتفكك تلقائيا مصدرا لجسيمات  $\alpha$

- عرف كلا من نظائر والجسيمة  $\alpha$

- اكتب معادلة التفكك النووي للبلوتونيوم 239 علما أن النواة الناتجة

هي احد نظائر اليورانيوم  ${}^{235}_{92}\text{U}$

2- عينة من البلوتونيوم 239 كتلتها  $m_0 = 1\text{g}$  بواسطة برنامج محاكاة لنشاطها الإشعاعي تمكنا من الحصول على البيان الشكل المقابل

- من بين العلاقات التالية ما هي العلاقة التي تعبر عن كتلة الانوية المتبقية في العينة

$$m_0 = m e^{-\lambda t}, m = m_0 e^{\lambda t}, m_0 = m e^{\lambda t}$$

- اكتب عبارة البيان ثم استنتج ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$

- احسب النشاط الابتدائي للعينة السابقة

ثانيا - تشتغل محركات إحدى الغواصات النووية بالطاقة الناتجة عن عملية انشطار متسلسل للبلوتونيوم و ذلك بقذف نواة

البلوتونيوم 239 بنيترون  ${}^1_0\text{n}$

1- عرف الانشطار المتسلسل و مثل ذلك بمخطط

2- لماذا نستعمل النيترون في قذف الانوية الثقيلة الشظورة

3- بالاعتماد على مخطط الطاقة الموضح في الشكل

ا- اكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل الانشطار الحادث محدد

قيمة  $a$

ب- ماذا تمثل الطاقة  $\Delta E, \Delta E_2, \Delta E_1$

ث- اوجد طاقة الربط  $E_1$  لنواة البلوتونيوم  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$

ج- الطاقة المحررة  $E_{lib}$  من انشطار نواة واحدة من

البلوتونيوم 239 ب  $\text{Mev}$  ثم الجول

د- اذا علمت ان النقص الكتلي لنواة النيوبيوم  ${}^{102}_{41}\text{Nb}$

$$\Delta m = 0.93119 u$$

احسب الطاقة الربط لنواة اليود 135 ثم قارن استقرار نواتي

النيوبيوم 102 واليود 135

4- احسب كتلة البلوتونيوم المستهلكة خلال انتقال الغواصة

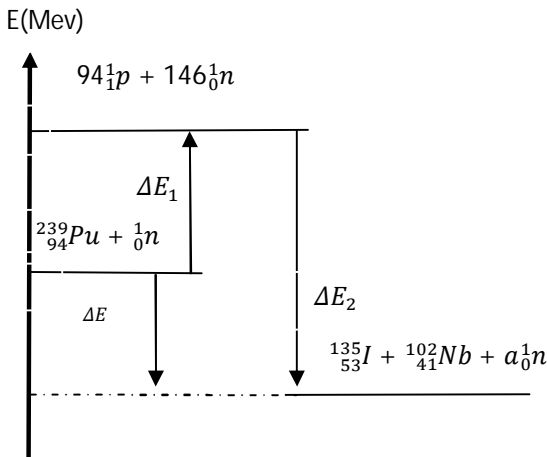
لمدة شهر كامل علما أن محركها قدم استطاعة  $30\text{Mw}$  بمرود  $\rho = 30\%$

$$1\text{Mev} = 1.6 \cdot 10^{-13}\text{J}$$

$$1u = 931.5\text{Mev}/c^2$$

$$Na = 6.02 \cdot 10^{23}$$

الموضوع الثاني ص 1



## التمرين الثاني 04 نقاط

نترك جسم كتلته  $m=100g$  ينزل بدون سرعة ابتدائية من النقطة A على خيط الميل الأعظم لمستوى مائل عن المستوي الأفقي بزاوية  $\alpha$  (الشكل 1).

ننمذج الاحتكاك على المستوى المائل بقوة  $f$  شدتها ثابتة . لما يصل الجسم الى النقطة B يصبح خاضع فقط لقوة ثقله . نعتبر  $t=0s$  لحظة وجود الجسم في B

مثلنا في الشكل 2 سرعة الجسم وفق المحور  $Bx$  و سرعته وفق المحور  $By$  و ذلك بدلالة الزمن .

1- ادرس حركة الجسم بعد النقطة B في المعلم  $(Bx, By)$  ثم اكتب المعادلتين التفاضليتين للسرعة وفق المحورين .

2- جد المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  للحركة وفق المحورين ثم استنتج معادلة المسار

3- باستغلال البيان

- بين ان سرعة الجسم  $V_B = 3.7m/s^2$  و زاوية القذف  $\alpha = 20^\circ$

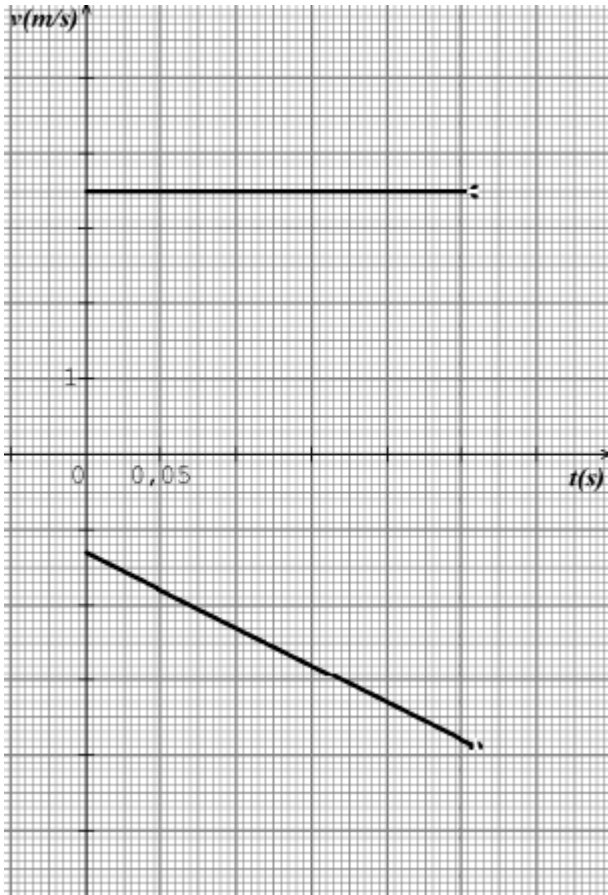
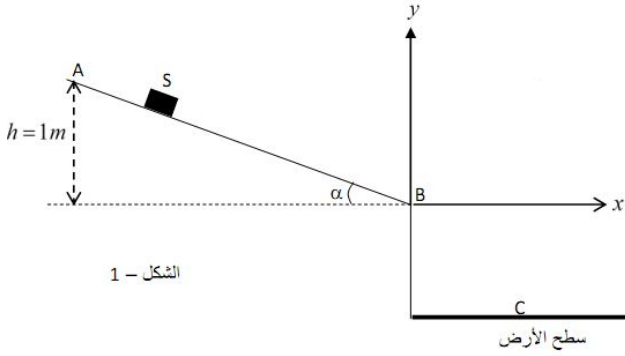
- استنتج قيمة التسارع الأرضي  $g$

4-- احسب تسارع الجسم على المستوي المائل

5- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اوجد عبارة شدة قوة الاحتكاك  $f$  على

المستوي المائل بدلالة  $m, g, \alpha$  و  $a$  ثم احسب قيمته

6- جد إحداثيات سقوط الكرة و سرعتها عندئذ



## التمرين الثالث 06 نقاط

أولا الليكول lugol مادة مطهرة تباع عند الصيدليات مكونها الأساسي هو ثنائي اليود  $I_2$  نغمر صفيحة من الزنك  $Zn$  كتلتها  $m_0$  في كاس يحتوي على حجم  $V$  من الليكول حيث التركيز المولي لثنائي اليود  $C_0$  التحول الكيميائي بين الليكول و الزنك بطيء و تام

1- كيف نتأكد تجريبيا من أن التفاعل بطيء

2- اكتب معادلة الأكسدة و الإرجاع الحادث ثم ضع جدولاً لتقدم التفاعل . تعطى الثنائيتين  $I_2/I^-$  و  $Zn^{2+}/Zn$

3- اعتمادا على جدول التقدم بين أن  $n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V$

4- بواسطة تقنية خاصة تمكنا من رسم المنحنيين البيانيين التاليين

اعتمادا على الشكلين 1 و 2

- استنتج المتفاعل المحد

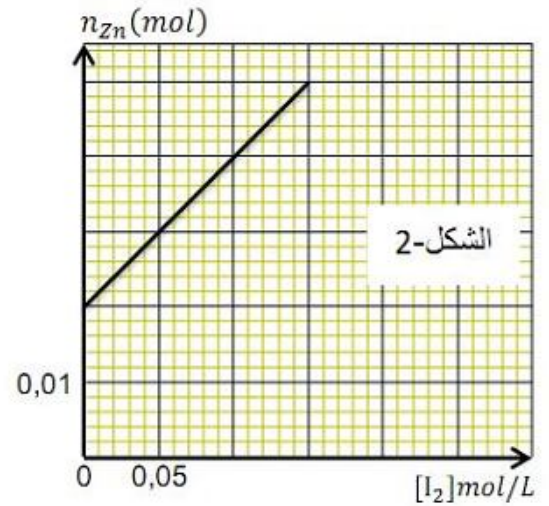
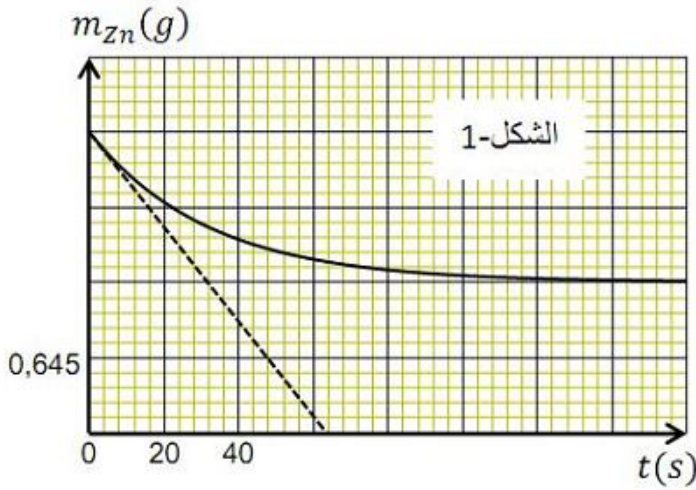
- اكتب المعادلة البيانية  $n_{Zn} = f(I_2)$

- حدد قيم كل من  $C_0, V, x_{max}$

- زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$

- بين أن السرعة الحجمية التفاعل تعطى بالعلاقة  $v_{vol} = - \frac{1}{V.M_{Zn}} \cdot \frac{dm_{Zn}}{dt}$

- احسب قيمة السرعة الحجمية عند اللحظة  $t = 0s$



## ثانيا

يتكون عمود كهربائي من صفيحتين من الزنك و الرصاص نعتبرهما بوفرة مغمورتين على الترتيب في محلول يحتوي على شوارد الزنك و محلول يحتوي على شوارد . حجم كل واحد منهما  $V=500ml$  ينمذج التحول الكيميائي الذي يتحكم

في تشغيل العمود بالتفاعل التالي  $Zn + Pb^{2+} = Zn^{2+} + Pb$

ثابت توازن الموافق للتفاعل  $K=4.6 \cdot 10^{20}$  . في البداية يكون  $[Zn^{2+}] = [Pb^{2+}] = 0.05 mol/l$

1- عين اتجاه تطور الجملة الكيميائية ثم اكتب الرمز الاصطلاحي لهذا العمود

2- مثل بالرسم هذا العمود عندما يكون موصولا بناقل أومي  $R=200 \Omega$  مبينا عليه اتجاه التيار الكهربائي و اتجاه حركة الالكترونات

3- أنشئ جدول التقدم التفاعل الحاصل أثناء اشتغال العمود

4- ما هي كمية الكهرباء التي يولدها العمود

5- احسب مدة اشتغال العمود إذا كانت قوته المحركة  $E = 2V$

$1F = 96500 C$   $M(Zn) = 56.4 g/mol$

الموضوع الثاني ص 3

## الجزء الثاني

### تمرين تجريبي 06 نقاط

يوجد في مخبر ثانوية مكثفة مجهولة السعة . لغرض معرفة سعتها وضع أستاذ في متناول تلاميذه الوسائل التالية

- مولد للتوتر الثابت  $E$  - ناقل أومي  $R=1K\Omega$  وشيعة صافية ذاتيتها  $L$

- مكثفة سعتها  $C$  - بادلة  $K$  - أسلاك توصيل

قام التلاميذ بتركيب الدارة المبينة في الشكل 4

أولا

في لحظة  $t=0s$  نضع البادلة  $K$  في الوضع 1 في الدراسة التجريبية مكنت من

الحصول على البيان

1- بين على الدارة اتجاه التوترات و التيار الكهربائي المار بالدارة

2- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي

$u_c(t)$

3- حل المعادلة التفاضلية من الشكل  $u_c(t) = A + Ee^{-bt}$  اوجد عبارتي  $A$  و  $B$  بدلالة  $R, C, E$

4- باستعمال التحليل البعدي حدد وحدة ثابت الزمن  $\tau$  ثم

عين قيمته

5- بالاستعانة بالبيان اوجد كل من  $C$  و  $E$

ثانيا عندما تشحن المكثفة كلياً نضع البادلة في الوضع 2

1- ما هي الظاهرة التي تحدث

2- باستعمال قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية

التي يحققها التوتر الكهربائي  $u_c(t)$  بين طرفي المكثفة

3- تحقق ان العبارة  $u_c(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$

تشكل حل للمعادلة التفاضلية حيث  $T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$

4- الدراسة التجريبية مكنتنا من الحصول على المنحنى

التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن الشكل 6

1- ما هو نمط الاهتزازات التي يبينها المنحنى في

الشكل 6

ب- فسر سبب الفرق بين الدراسة النظرية و الدراسة

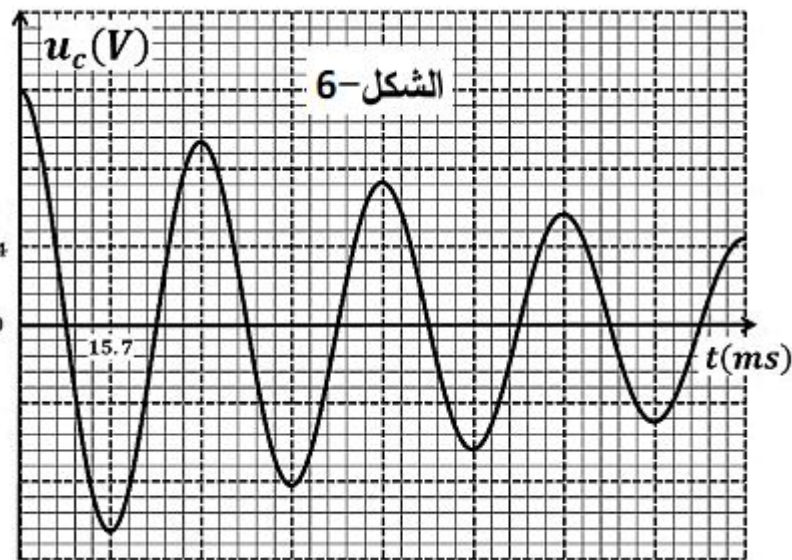
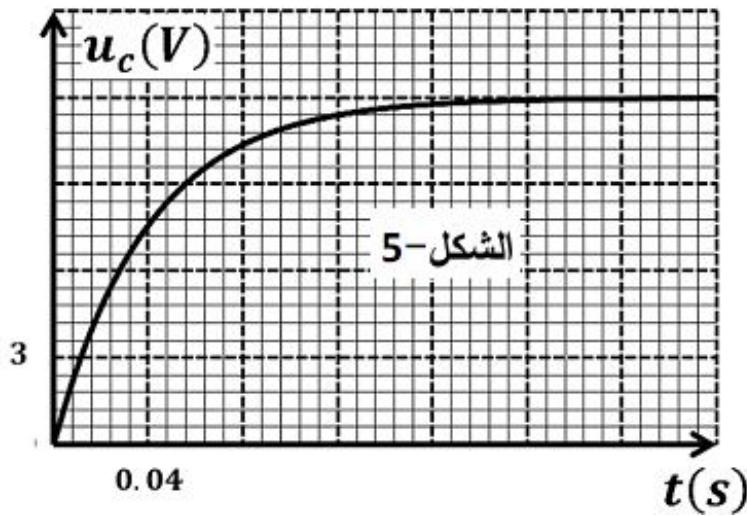
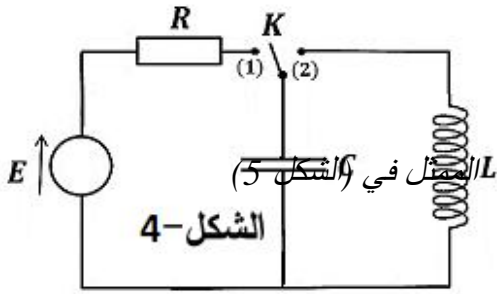
التجريبية

ج- يمكن اعتبار شبه الدور  $T$  مساويا للدور

الذاتي  $T_0$  في هذه الحالة . استنتج ذاتية الوشيعة

د- احسب الطاقة الضائعة بفعل جول عند نهاية

الاهتزازة الثانية أي بعد زمن  $t=2T$

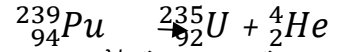


## التمرين الأول

النظائر انوية لها نفس العدد الشحني  $Z$  و تختلف في العدد الكتلي  $A$

الجسيمة  $\alpha$  هي نواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$

معادلة التفكك بتطبيق قوانين الانحفاظ



العلاقة الصحيحة  $m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

عبارة البيان  $\ln \frac{m_0}{m} = a * t$

إيجاد  $\lambda$

العلاقة النظرية

$$\ln \frac{m_0}{m} = \lambda * t \text{ و بالتالي } \frac{m_0}{m} = e^{-\lambda t} \text{ ومنه } m(t) = m_0 * e^{-\lambda t}$$

بمطابقة العلاقتين النظرية و البيانية نجد  $\lambda = a$

$$\lambda = \frac{4}{14.10^4} = 2.86 * 10^{-5} \text{ans}^{-1} = 9.07 * 10^{-13} \text{s}^{-1}$$

$$A_0 = \lambda * N_0 = \lambda * \frac{m_0}{M} * N_a = 9.07 * 10^{-13} * \frac{6.02.10^{23}}{239} = 3.79 * 10^8 \text{Bq}$$

انشطار متسلسل هو قذف نواة بنيترين لتعطي نواتين و نيترينين أو ثلاثة التي

بدورها تقذف انوية يورانيوم أخرى و بالتالي يتسلسل التفاعل

نستعمل نيترين في القذف لأنه عديم الشحنة و بالتالي لا يحدث تأثير كهرومغناطيسي

بتطبيق قوانين الانحفاظ نجد  $a=3$

$\Delta E_1$  طاقة الربط لنواة  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$

$\Delta E_2$  سالب طاقة الربط لنوتي  ${}^{135}_{53}\text{I}$  و  ${}^{102}_{41}\text{Nb}$

$\Delta E$  الطاقة المحررة من الانشطار

$$E_L({}^{239}_{94}\text{Pu}) = \Delta E_1 = 225376.42 -$$

$$223569.31 = 1807.11 \text{Mev}$$

$$\Delta E_2 = -[E_L({}^{135}_{53}\text{I}) + E_L({}^{102}_{41}\text{Nb})] = -(223383.02 - 225376.42)$$

$$E_L({}^{135}_{53}\text{I}) + E_L({}^{102}_{41}\text{Nb}) = 1993.4 \text{Mev}$$

$$E_L({}^{135}_{53}\text{I}) = 1993.4 - E_L({}^{102}_{41}\text{Nb}) = 1993.4 - 0.93119 * 931.5 = 1126 \text{Mev}$$

$$E_{LIB} = \Delta E = 223383.02 - 223569.31 = 186.29 \text{Mev} = 2.98 * 10^{-11} \text{j}$$

النواة الأكثر استقرار

$$\frac{E_L({}^{135}_{53}\text{I})}{A} = \frac{1126}{135} = 8.34 \text{Mev/n}$$

$$\frac{E_L({}^{102}_{41}\text{Nb})}{A} = \frac{0.93119 * 931.5}{102} = 8.50 \text{Mev/n}$$

$$\frac{E_L({}^{135}_{53}\text{I})}{A} < \frac{E_L({}^{102}_{41}\text{Nb})}{A} \text{ لان } {}^{102}_{41}\text{Nb} \text{ هي النواة الأكثر استقرار}$$

حساب الكتلة المستهلكة

حساب الطاقة الكهربائية

$$E_{elic} = P * t = 30 * 10^6 * 30 * 24 * 3600 = 7.78 * 10^{13} \text{j}$$

حساب الطاقة الكلية

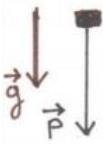
$$E_T = \frac{E_{elic}}{30} * 100 = 2.59 * 10^{14} \text{j}$$

حساب عدد الانوية

$$N = \frac{E_T}{E_{lib}} = 8.69 * 10^{24} \text{noyaux} \text{ و منه } E_T = N * E_{lib}$$

حساب الكتلة

$$m = \frac{N * M}{N_a} = 3450 \text{g} = 3.45 \text{Kg}$$



## التمرين الثاني

### دراسة الحركة

المرجع سطحي ارضي

الجملة المدروسة جسم

$$\sum F_{ext} = ma_G \quad \text{بتطبيق القانون الثاني لنيوتن}$$

$$P=ma$$

على محور  $Bx$   $a_x(t)=0$  حركة مستقيمة منتظمة

على محور  $By$   $a_y(t)=-g$  حركة مستقيمة متغيرة بانتظام

المعادلتين الزمئيتين للسرعة

$$v_x(t)=v_0 \cos \alpha \quad \text{بالتكامل و استعمال الشروط الابتدائية} \quad \frac{dv_x}{dt} = 0 \quad \text{ومنه} \quad a_x(t)=0$$

$$v_y(t)=-gt+v_0 \sin \alpha \quad \text{بالتكامل و استعمال الشروط الابتدائية} \quad \frac{dv_y}{dt} = 0 \quad \text{ومنه} \quad a_y(t)=-g$$

المعادلتين الزمئيتين للحركة

$$x(t)=v_0 t \cos \alpha \quad (1) \quad \text{بالتكامل و استعمال الشروط الابتدائية} \quad \frac{dx}{dt} = v_0 \cos \alpha \quad \text{ومنه} \quad v_x(t)=v_0 \cos \alpha$$

$$\frac{dy}{dt} = -gt - v_0 \sin \alpha \quad \text{ومنه} \quad v_y(t)=-gt+v_0 \sin \alpha$$

$$y(t)=-1/2 gt^2 - v_0 t \sin \alpha \quad (2) \quad \text{بالتكامل و استعمال الشروط الابتدائية}$$

$$t = \frac{x(t)}{v_0 \cos \alpha} \quad \text{من العلاقة 1}$$

$$y(t) = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} - x(t) \tan \alpha \quad \text{بالتعويض في 2 نجد}$$

$$\sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{3.5^2 + 1.3^2} = 3.7 \text{ m/s} \quad \text{قيمة السرعة}$$

$$\alpha = 20^\circ \quad \text{قيمة الزاوية} \quad \alpha \quad \tan \alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \frac{1.3}{3.5} = 0.37$$

قيمة  $g$

البيان 2 يوافق  $v_y(t)=-gt+v_0 \sin \alpha$  و منه الميل يمثل  $a=-g$

$$g=10 \text{ m/s}^2 \quad \text{ومنه} \quad a = \frac{-3+1.2}{3.4*0.05} = 10$$

حساب التسارع على المستوى المائل

$$a = 2.34 \text{ m/s}^2 \quad a = \frac{V_B^2 - V_A^2}{2hs \sin \alpha} \quad \text{ومنه} \quad V_B^2 - V_A^2 = 2a \cdot AB$$

إيجاد شدة قوة الاحتكاك على المستوى المائل

المرجع سطحي ارضي

الجملة المدروسة جسم

$$\sum F_{ext} = ma_G \quad \text{بتطبيق القانون الثاني لنيوتن}$$

$$P+R+f=ma \quad \text{على محور } xx'$$

$$P \sin \alpha - f = ma \quad \text{و بالتالي}$$

$$f = 0.1 \text{ N}$$

إيجاد إحداثيات وصول الكرة للأرض

من البيان لحظة وصول الكرة للأرض  $t=0.26 \text{ s}$

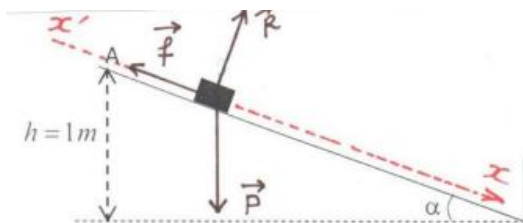
بالتعويض في المعادلتين الزمئيتين للحركة نجد

$$(x_c = 0.91 \text{ m}, y_c = -0.67 \text{ m})$$

السرعة عند  $C$

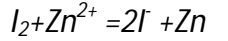
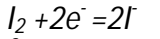
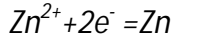
من البيان

$$V_C = \sqrt{1.3^2 + (-3.9)^2} = 4.11 \text{ m/s}$$



نتأكد أن التفاعل بطيء لتغير لون ثنائي اليود تدريجياً

معادلة الأكسدة إرجاع



الحالات	التقدم	$\text{Zn}^{2+}$	$+$	$\text{I}_2$	$+$	$\text{Zn}$	$=$	$2\text{I}^-$
ح.ا	0	$C_0V$		$n_1$		0		0
ح و	x	$C_0V - X$		$n_1 - X$		2X		X
ح ن	$x_m$	$C_0V - X$		$n_1 - X$		$2x_m$		$x_m$

إيجاد العلاقة

$$n(\text{Zn}) = \frac{m_0}{M} - x$$

$$x = C_0V - [I_2] \quad \text{ومنه} \quad [I_2] = C_0V - x$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{m_0}{M} - C_0V + V[I_2] \quad \text{و بالتالي}$$

$$n(\text{Zn}) = a[I_2] + b \quad \text{معادلة النيان}$$

$$\text{حيث} \quad a = \tan \alpha = 0.2 \quad \text{و} \quad b = 0.02$$

$$n(\text{Zn}) = 0.2[I_2] + 0.02$$

بالمطابقة نجد

$$V = 0.2l$$

$$x_m = \frac{m_0}{M} - \frac{m_f(\text{Zn})}{M} \quad \text{ومنه} \quad \frac{m_f(\text{Zn})}{M} = \frac{m_0}{M} - x_m \quad \text{ومنه} \quad n_f(\text{Zn}) = n_1 - x_m$$

$$x_m = \frac{4 * 0.645}{64.5} - \frac{2 * 0.645}{64.5} = 0.02 \text{ mol}$$

التركيز المولي  $C_0$

$$C_0V = -0.02 + \frac{m_0}{M} \quad \text{و بالتالي} \quad \frac{m_0}{M} - C_0V = 0.02$$

$$C_0 = 0.1 \text{ mol/l}$$

زمن نصف التفاعل

$$t_{1/2} = 20s \quad m_f(t_{1/2}) = \frac{m_f + m_0}{2} = 1.935g$$

عبارة السرعة الحجمية للتفاعل

$$v_v = \frac{1}{V_S} \frac{dx}{dt}$$

$$x = \frac{m_0}{M} - \frac{m(\text{Zn})}{M} \quad \text{ومنه} \quad n(\text{Zn}) = \frac{m_0}{M} - x$$

$$v_v = -\frac{1}{V_S M} \frac{d}{dt} m(\text{Zn}) \quad \text{ومنه} \quad v_v = -\frac{1}{V_S} \frac{d}{dt} \frac{m(\text{Zn})}{M} \quad \text{بالتعويض}$$

حساب السرعة الحجمية عند  $t=0s$

$$v_v = -\frac{1}{0.2 * 64.5} \frac{-4 * 0.645}{3.2 * 20} = 0.312 \text{ mol/l.s}$$

تعيين جهة تطور الجملة الكيميائية

$$Q_{ri} = \frac{[\text{Zn}^{2+}]_i}{[\text{Pb}^{2+}]_i} = \frac{0.05}{0.05} = 1 < K \quad \text{ومنه الجملة تتطور في الاتجاه المباشر}$$

الحالات	التقدم	$\text{Zn}^{2+} + \text{Pb}$	$+$	$\text{Pb}^{2+}$	$=$	$\text{Zn}$
ح.ا	0	$n_1$		$CV$		$n_2$
ح و	x	$n_1 - X$		$CV - X$		$n_2 + X$
ح ن	$x_m$	$n_1 - X$		$CV - X$		$CV + 2x_m$

كمية الكهرباء

$$Q = Z \cdot X_m \cdot F$$

$$Q = 2 * 2.5 * 10^{-3} * 96500 = 482.5 \text{ C} \quad \text{ومنه} \quad X_m = CV = 0.05 * 0.05 = 2.5 * 10^{-3} \text{ mol}$$

مدة الاشتغال

$$Q = I * \Delta t$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{2}{200} = 0.01 \text{ A}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{482.5}{0.01} = 48250 \text{ s} = 13.7 \text{ h}$$

التمرين الرابع

$$E = u_c(t) + u_R(t)$$

$$E = u_c(t) + Ri(t)$$

$$E = u_c(t) + R \frac{dq(t)}{dt}$$

$$E = u_c(t) + R \frac{dCu_c(t)}{dt}$$

$$E = u_c(t) + RC \frac{du_c(t)}{dt}$$

$$\frac{E}{RC} = \frac{u_c(t)}{RC} + \frac{du_c(t)}{dt}$$

إيجاد عبارة **A** و **b**

نعوض  $u_c(t) = A + E \cdot e^{-bt}$  في المعادلة التفاضلية

$$\frac{E}{RC} = \frac{A + Ee^{-bt}}{RC} + \frac{d}{dt}(A + Ee^{-bt})$$

$$\frac{E}{RC} = \frac{A}{RC} + \frac{Ee^{-bt}}{RC} - bEe^{-bt}$$

$$\frac{E}{RC} + bEe^{-bt} = \frac{A}{RC} + \frac{Ee^{-bt}}{RC}$$

$$b = \frac{1}{RC} \text{ و } A=E \text{ بالمطابقة نجد}$$

التحليل البعدي

$$[T] = [R][C]$$

$$[T] = \frac{[U][Q]}{I \cdot U} = \frac{[I] \cdot [T]}{I} = [T]$$

إيجاد **E** و **C** من البيان  $u_c(\max) = E = 12V$

$$U_c(\tau) = 12 * 0.63 = 7.56V \text{ بالإسقاط على محور الأزمنة } \tau = 0.04s$$

$$C = \frac{\tau}{R} = 4 * 10^{-5}F$$

الظاهرة الحادثة هي اهتزازات كهربائية

$$0 = u_c(t) + u_b(t)$$

$$0 = u_c(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

$$0 = u_c(t) + L \frac{d^2q(t)}{dt^2}$$

$$0 = u_c(t) + L \frac{d^2Cu_c(t)}{dt^2}$$

$$0 = u_c(t) + LC \frac{d^2u_c(t)}{dt^2}$$

$$0 = \frac{u_c(t)}{LC} + \frac{d^2u_c(t)}{dt^2}$$

تبيان ان  $u_c(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} + \varphi\right)$  حل للمعادلة التفاضلية

$$u_c(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} + \varphi\right) = E \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} + \varphi\right)$$

$$0 = \frac{E \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} + \varphi\right)}{LC} + \frac{d^2 E \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} + \varphi\right)}{dt^2}$$

$0=0$  و هو المطلوب

نمط الاهتزازات حرة متخامدة شبه دورية

نفسر ذلك لوجود مقومة يصرف فيها جزء من الطاقة

إيجاد الذاتية من البيان  $T = 31.4 * 10^{-3} s$

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C} = 0.6H \text{ ومنه } T = T_0 = 2\pi * \sqrt{LC}$$

حساب الطاقة الضائعة

$$E = E_c(\max) - E_c(2T_0) = \frac{1}{2} cE^2 - \frac{1}{2} cu_c^2(2T_0) = \frac{1}{2} 4 * 10^{-5} 12^2 - \frac{1}{2} 4 * 10^{-5} 7.2^2 = 1.84 * 10^{-3} j$$