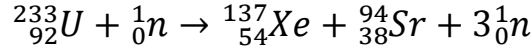




4) تنتشر أنوية اليورانيوم 233 الناتجة وفق المعادلة التالية:



أ- احسب الطاقة المحررة عن هذا التفاعل بالجول.

ب- يستعمل تفاعل الانشطار السابق في مفاعل نووي تجريبي لإنتاج الكهرباء استطاعة الكهربائية  $P = 10\text{MW}$  بمردود قدره  $\rho = 80\%$ .

- احسب مدة اشتغال المفاعل عند استعمال الكتلة السابقة  $m_0$  علما انه ينشطر منها  $94\%$  فقط.

معطيات: المردود الطاقوي:  $\rho = \frac{E_e}{E}$  ( $E_e$  الطاقة الكهربائية،  $E$  الطاقة المحررة)

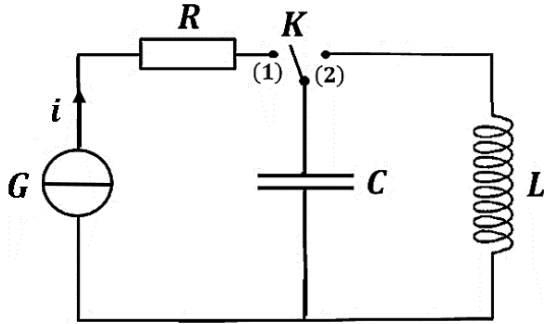
$$m({}^{233}_{92}\text{U}) = 232.9892u \quad , \quad m({}^{137}_{54}\text{Xe}) = 136.8819u \quad , \quad m({}^{94}_{38}\text{Sr}) = 93.8945u$$

$$1u = 931.5 \text{ MeV}/c^2 \quad , \quad N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad , \quad m({}^1_0\text{n}) = 1.00866 u$$

$$1\text{MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ j}$$

التمرين الثاني: (04 نقاط)

لدارسة الدارتين  $RC$  و  $LC$  نحقق الدارة كما في الشكل-2 والمكونة من:



الشكل-2

- مولد  $G$  يعطي تيار ثابت  $i$ .

- ناقل اومي:  $R = 500\Omega$ .

- وشيعة صافية ذاتيتها  $L$  ومقاومتها الداخلية مهملة

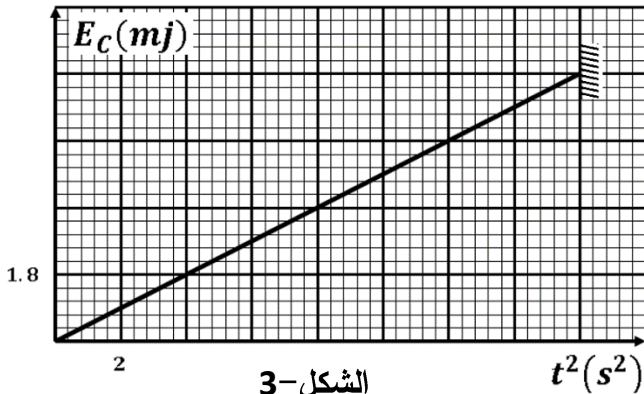
- مكثفة سعتها  $C$ .

- بادلة  $K$

أولاً: في لحظة نعتبرها  $t = 0$  نضع البادلة  $K$  في الوضع (1) متابعة تطور التوتر بين طرفي المكثفة مكنتنا من

الحصول على البيان في الشكل-3 الممثل لتغيرات الطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C$  بدلالة مربع الزمن  $t^2$ . بواسطة فولط

متر قسنا التوتر بين طرفي الناقل الاومي فوجدنا  $u_R = 0.15V$ .



الشكل-3

(1) ما هي قيمة التيار  $i$  الذي يعطيه المولد؟

(2) اكتب عبارة الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة:  $t$  و  $C$  ،  $i$ .

(3) اعتمادا على البيان في الشكل-3 حدد:

- مدة شحن المكثفة.

- سعة المكثفة  $C$  وطاقتها المخزنة العظمى.

- التوتر بين طرفي المكثفة عند نهاية الشحن  $u_0$ .

**ثانيا:** عند نهاية الشحن نضع البادلة في الوضع (2) .

(1) باستعمال قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي  $u_c$  بين طرفي المكثفة.

(2) العبارة  $u_c = u_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$  تشكل حلا

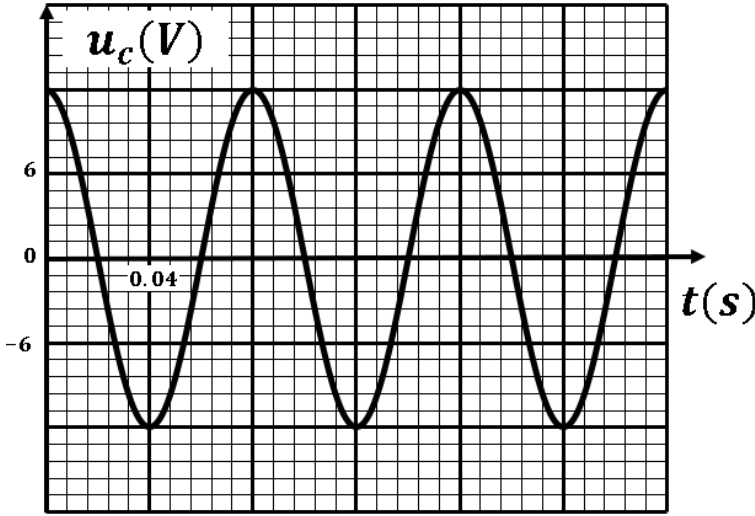
للمعادلة التفاضلية، جد عبارة الدور الذاتي  $T_0$  .

(3) اعتمادا على الشروط الابتدائية حدد قيمة  $\varphi$  الصفحة الابتدائية.

(4) الدراسة التجريبية مكنتنا من الحصول على منحنى

التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن في الشكل-4.

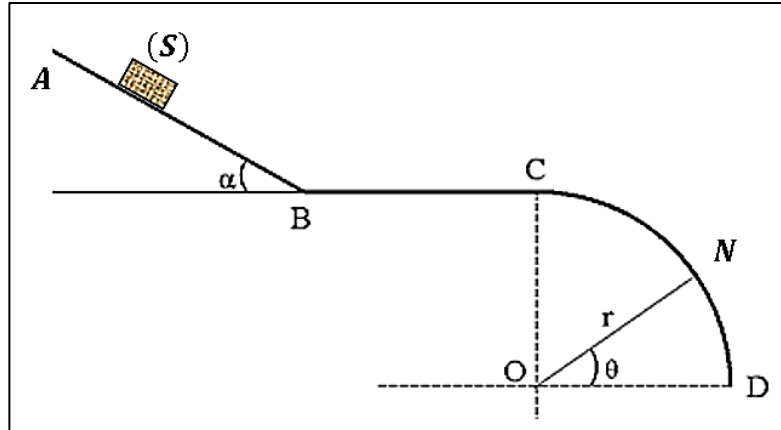
- عين قيمة الدور الذاتي  $T_0$  ثم استنتج ذاتية الوشيعة  $L$  .



الشكل-4

**التمرين الثالث: (06 نقاط)**

يترك جسم (S) كتلته  $m = 0.5\text{kg}$  من نقطة A أعلى مستوى مائل عن الأفق بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  طوله  $AB = 2\text{ m}$  بدون سرعة ابتدائية كما في الشكل-5. يخضع الجسم خلال حركته إلى قوة احتكاك  $\vec{f}$  ثابتة وجهتها معاكسة للحركة.



الشكل-5

1- أ- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة احسب قيمة الاحتكاك  $f$  علما انه يصل الى النقطة B بسرعة  $v_B = 2.5\text{ m/s}$  .

ب - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد عبارة التسارع  $a$  ثم احسب قيمته.

ج- اكتب المعادلات الزمنية للحركة ثم استنتج المدة التي يستغرقها الجسم (S) لقطع المسافة AB .

2- يواصل الجسم (S) حركته على مستوي افقي (BC) بنفس قوة الاحتكاك السابقة.

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن احسب قيمة التسارع على هذا الجزء من المسار.

ب- استنتج قيمة السرعة  $v_C$  علما ان  $BC = 0.5 m$ .

3- عندما يصل الجسم (S) الى النقطة C يصادف مسار بشكل دائري (ربع دائرة) نصف قطره  $r$  تكون الاحتكاكات مهمله عليه، لتغادره عند النقطة N التي تصنع الزاوية  $\theta = 60^\circ$  مع الأفق.

أ- بين ان:  $v_N^2 = v_C^2 + 2gr(1 - \sin\theta)$ .

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اوجد عبارة R رد فعل المستوي على الجسم (S) بدلالة  $v_N$ ،  $\beta$ ،  $r$  و  $m$ .

ج- بين ان نصف قطر المسار الدائري يعطى بالعبارة  $r = \frac{v_C^2}{g(3\sin\theta - 2)}$  ثم احسب قيمته.

$g = 9.8m/s^2$

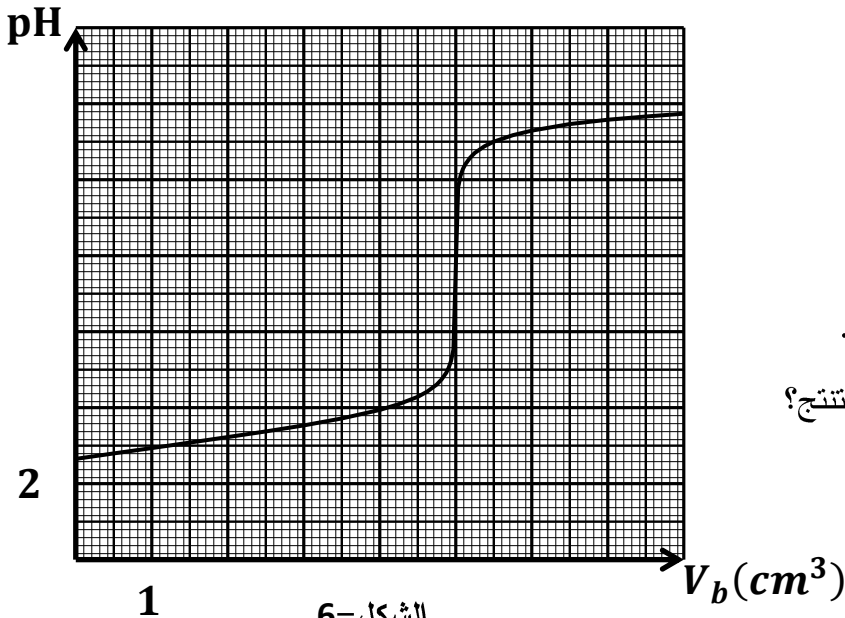
الجزء الثاني (6 نقاط)

التمرين التجريبي: (6 نقاط)

قارورة تحوي محلولاً  $(S_0)$  لحمض الازوتيد  $HNO_2$  محضر حديثاً، لمعرفة تركيزه المولي  $C_0$  نقترح تجربتين مختلفتين الاولى تعتمد على المعايرة الـ  $pH$  مترية والثانية تعتمد على متابعة التفكك الذاتي للحمض.

التجربة الاولى:

انطلاقاً من المحلول  $(S_0)$  نحضر محلولاً  $(S)$  ممدد 250 مرة لحمض الازوتيد تركيزه المولي  $C_a$  ، نأخذ من المحلول  $(S)$  حجماً  $V_a = 20mL$  ، ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+ + HO^-)$  الذي تركيزه المولي  $C_b = 0.01 mol/l$  . باستعمال لاقط  $pH$  متر وواجهة دخول موصولة بجهاز اعلام الي مزود ببرمجية مناسبة تحصلنا على المنحنى البياني  $pH = f(V_b)$  في الشكل-6 حيث  $V_b$  حجم الأساس المضاف اثناء المعايرة.



1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2- من البيان حدد احدائيات نقطة التكافؤ.

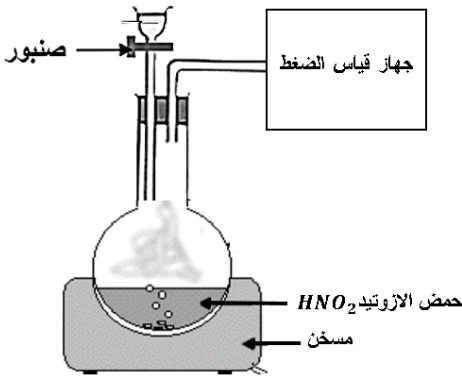
3- احسب التركيز المولي  $C_a$  للمحلول  $(S)$  .

- استنتج  $C_0$  للمحلول  $(S_0)$  .

4- حدد قيمة الـ  $pKa$  للثنائية  $(HNO_2/NO_2^-)$ .

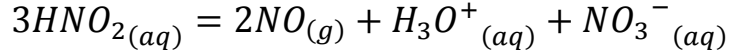
5- احسب  $K$  ثابت التوازن لتفاعل المعايرة وماذا تستنتج؟

**التجربة الثانية:**



الشكل-7

يتفكك حمض الازوتيد ببطء بتفاعل تام الى حمض الازوت وغاز احادي الازوت وفق المعادلة التالية:



نأخذ حجما  $V = 60mL$  من المحلول ( $S_0$ ) نضعها في دورق نسدده بإحكام

ونوصله بجهاز قياس الضغط كما في الشكل-7، خلال التجربة تكون درجة

الحرارة ثابتة  $\theta = 25^\circ C$  ونهمل كمية مادة  $NO$  المنحلة في الماء، نقوم بتسجيل

قيم الضغط خلال ازمنا مختلفة، نسجل النتائج المتحصل عليها في الجدول الاتي:

$t(h)$	0	10	20	40	60	80	100	120
$P \times 10^5 (Pa)$	1.02	1.26	1.41	1.55	1.60	1.63	1.64	1.64
$n_{NO} (mol)$								

1- انجز جدولاً لتقدم تفاعل تفكك حمض الازوتيد.

2- بين ان كمية مادة غاز الازوت  $n_{NO}$  تعطى بالعلاقة التالية:  $n = \frac{(P-P_0)V_g}{RT}$  حيث:  $P_0$  الضغط الابتدائي في الدورق

الناتج عن الهواء،  $P$  الضغط الكلي الذي يقيسه الجهاز و  $V_g$  حجم الغازات في الدورق  $V_g = 1L$ .

3- أكمل الجدول ثم ارسم البيان  $n = f(t)$  على ورقة مليمتريّة وذلك باختيار سلم مناسب.

4- اعتماداً على البيان حدد كلا من:

(أ) التقدم الاعظمي  $x_{max}$  ثم استنتج قيمة  $C_0$  وقارنها مع المحسوبة سابقاً.

(ب) زمن نصف التفاعل.

5- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 60h$ .

يعطى:  $R = 8.31SI$  ;  $P = P_0 + P_{NO}$  ;  $Ke = 10^{-14}$

## عناصر الإجابة (الموضوع الأول)

التمرين الأول: (04 نقاط)

(1) نشاط اشعاعي تلقائي: تحول نووي تتفكك فيه النواة الاب تلقائيا الى نواة ابن أكثر استقرار مع اصدار اشعاعات .

- الإشعاع  $\beta^-$  : الكترون سالب الشحنة ناتج عن تحول نيترون الى بروتون .

(2) انحفاظ العدد الشحني:  $90 = 92 - x \Rightarrow x = 2$  ومنه عدد التفككات هو 2 .

(3) أ- المعادلة التفاضلية:

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N \Rightarrow -\frac{d(N_0 - N_d)}{dt} = \lambda(N_0 - N_d) \Rightarrow \frac{dN_d}{dt} = \lambda N_0 - \lambda N_d$$

$$\Rightarrow \frac{d\left(\frac{m_d N_A}{M}\right)}{dt} = \lambda \frac{m_0 N_A}{M} - \lambda \frac{m_d N_A}{M} \Rightarrow \frac{dm_d}{dt} = \lambda m_0 - \lambda m_d$$

$$\Rightarrow \frac{dm_d}{dt} + \lambda m_d = \lambda m_0 \Rightarrow m_d + \frac{1}{\lambda} \times \frac{dm_d}{dt} = m_0$$

ب - حل المعادلة:  $m_d = A(1 - e^{-Bt})$

$$B = \lambda \quad , \quad A = m_0$$

$$m_d = m_0(1 - e^{-\lambda t})$$

ج - اثبات أن  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$$t = t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow m_d = \frac{m_0}{2} \Rightarrow m_0 \left(1 - e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}}\right) = \frac{m_0}{2} \Rightarrow 1 - e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow -\ln 2 = -\lambda t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

د - من البيان:

$$t_{\frac{1}{2}} = 22.3 \text{ min}$$

$$m_0 = 2g$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{22.3} = 0.031 \text{ min}^{-1} = 5.18 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$A_0 = \lambda N_0 = \lambda \frac{m_0 N_A}{M} = 5.18 \times 10^{-4} \times \frac{2 \times 6.02 \times 10^{23}}{233} = 2.67 \times 10^{18} \text{ Bq}$$

(4)

أ- الطاقة المحررة:

$$E_{lib} = ([m(^{233}_{92}\text{U}) + m(^1_0\text{n})] - [m(^{94}_{38}\text{Sr}) + m(^{137}_{54}\text{Xe}) + 3m(^1_0\text{n})]) \times C^2$$

$$= ([232.9892 + 1.00866] - [93.8945 + 136.8819 + 3 \times 1.00866]) \times 931.5$$

$$E_{lib} = 182.08 \text{ MeV} = 2.91 \times 10^{-11} \text{ J}$$

ب- مدة الاشتغال:

$$P = \frac{E_e}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{E_e}{P} = \frac{\rho \times E}{P} = \frac{\rho \times N \times E_{lib}}{P}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\rho \times 0.94m \times N_A \times E_{lib}}{M \times P} = \frac{0.8 \times 0.94 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \times 2.91 \times 10^{-11}}{233 \times 10 \times 10^6}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 11321.22 \text{ s} = 3.14 \text{ h}$$

(1)

$$i = \frac{u_R}{R} = \frac{0.15}{500} = 3 \times 10^{-4} A$$

(2) عبارة الطاقة المخزنة في المكثفة

$$E_c = \frac{1}{2} C u_c^2 = \frac{1}{2} C \left( \frac{q}{C} \right)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(i \times t)^2}{C}$$

$$E_c = \frac{i^2}{2C} t^2$$

(3) مدة الشحن:  $t = \sqrt{16} = 4s$

• سعة المكثفة:

- معادلة البيان:  $E_c = at^2$

$$a = \frac{(1.8 - 0) \times 10^{-3}}{4 - 0} = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$a = \frac{i^2}{2C} \Rightarrow C = \frac{i^2}{2a} = \frac{(3 \times 10^{-4})^2}{2 \times 4.5 \times 10^{-4}} = 10^{-4} F$$

بالمطابقة نجد:

- الطاقة العظمى:  $E_{cmax} = 7.2mj$

- توتر المكثفة:  $E_c = \frac{1}{2} C u_0^2 \Rightarrow u_0 = \sqrt{\frac{2E_c}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 7.2 \times 10^{-3}}{10^{-4}}} = 12V$

ثانياً: عند نهاية الشحن نضع البادلة في الوضع (2).

(1) المعادلة التفاضلية:

$$u_c + u_L = 0 \Rightarrow u_c + L \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow u_c + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0 \Rightarrow u_c + L \frac{d^2(u_c C)}{dt^2} = 0$$

$$\Rightarrow u_c + LC \frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$$

(2) عبارة الدور الذاتي  $T_0$ .

$$u_c = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \Rightarrow \frac{du_c}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0} \times u_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

$$\Rightarrow \frac{d^2u_c}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} \times u_c \Rightarrow u_c + \frac{T_0^2}{4\pi^2} \times \frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$$

بالمطابقة مع المعادلة التفاضلية نجد:

$$\frac{T_0^2}{4\pi^2} = LC \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

(3) الصفحة الابتدائية  $\varphi$

$$t = 0 \Rightarrow u_c = u_0 \Rightarrow \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$$

(4) الدور الذاتي  $T_0 = 0.08s$

- ذاتية الوشيجة:  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C} = \frac{0.08^2}{4\pi^2 \times 10^{-4}} = 1.62H$

التمرين الثالث: (06 نقاط)

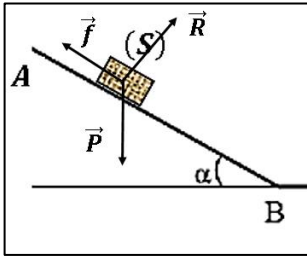
1- أ- حساب قيمة الاحتكاك  $f$  :

$$E_{CA} + W_P - |W_f| = E_{CB} \Rightarrow mg \times AB \times \sin \alpha - f \times AB = \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$\Rightarrow f = \frac{mg \times AB \times \sin \alpha - \frac{1}{2} m v_B^2}{AB} = \frac{0.5 \times 9.8 \times 2 \times \sin 30^\circ - 0.5 \times 0.5 \times 2.5^2}{2}$$

$$\Rightarrow f = 1.668 \text{ N}$$

ب- عبارة التسارع  $a$  :



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha - f = ma$$

$$\Rightarrow a = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

$$a = 9.8 \times \sin 30 - \frac{1.668}{0.5} = 1.56 \text{ m/s}^2$$

ج- المعادلات الزمنية للحركة:

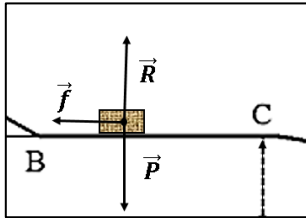
$$v = at + v_A \Rightarrow v = 1.56t$$

$$x = \frac{a}{2} t^2 + v_A t + x_0 \Rightarrow x = 0.78t^2$$

$$t = \frac{v}{a} = \frac{2.5}{1.56} = 1.60 \text{ s}$$

2- الحركة على مستوي افقي (BC) :

أ- حساب التسارع:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a} \Rightarrow -f = ma$$

$$\Rightarrow a = -\frac{f}{m} = -\frac{1.668}{0.5} = -3.336 \text{ m/s}^2$$

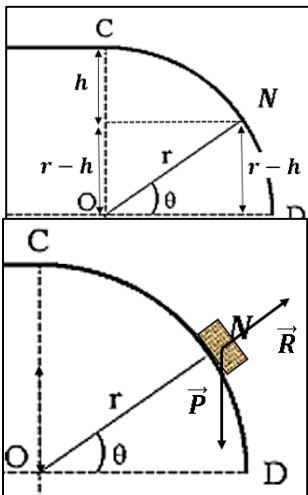
ب- السرعة  $v_C$  :

$$v_C^2 - v_B^2 = 2 \times a \times BC \Rightarrow v_C^2 = v_B^2 + 2 \times a \times BC$$

$$\Rightarrow v_C^2 = 2.5^2 - 2 \times 3.336 \times 0.5$$

$$v_C = 1.70 \text{ m/s}$$

3- الحركة على المسار دائري :



أ- من الشكل:  $\sin \theta = \frac{r-h}{r} \Rightarrow h = r(1 - \sin \theta)$

$$v_N^2 - v_C^2 = 2gh \Rightarrow v_N^2 = 2gh + v_C^2$$

$$\Rightarrow v_N^2 = 2gr(1 - \sin \theta) + v_C^2$$

ب- عبارة  $R$  رد فعل المستوي :

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a} \Rightarrow mg \sin \theta - R = ma$$

$$\Rightarrow mg \sin \theta - R = m \frac{v_N^2}{r}$$

$$\Rightarrow R = mg \sin \theta - m \frac{v_N^2}{r}$$

ج- نصف قطر المسار الدائري:



• يغادر المسار أي:  $R = 0$

$$0 = mg\sin\theta - m \frac{v_N^2}{r} \Rightarrow v_N^2 = rg\sin\theta \Rightarrow 2gr(1 - \sin\theta) + v_C^2 = rg\sin\theta$$

$$\Rightarrow 2gr - 2gr\sin\theta + v_C^2 = rg\sin\theta \Rightarrow v_C^2 = 3rg\sin\theta - 2gr \Rightarrow v_C^2 = rg(3\sin\theta - 2)$$

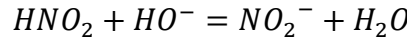
$$\Rightarrow r = \frac{v_C^2}{g(3\sin\theta - 2)}$$

$$\Rightarrow r = \frac{1.7^2}{9.8(3\sin 60 - 2)} = 0.497m \approx 0.5m$$

الجزء الثاني (6 نقاط)

التمرين التجريبي: (6 نقاط)

1- معادلة تفاعل المعايرة.



2- احداثيات نقطة التكافؤ.

$$pH = 7.8, V_{bE} = 5mL$$

3- التركيز المولي  $C_a$  للمحلول (S) و  $C_0$  للمحلول ( $S_0$ ).

$$C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a} = \frac{0.01 \times 5}{20} = 0.0025 \text{ mol/l}$$

$$F = \frac{C_0}{C_a} \Rightarrow C_0 = F C_a = 250 \times 0.0125 = 0.625 \text{ mol/l}$$

4- قيمة الـ  $pKa$  للثنائية ( $HNO_2/NO_2^-$ ).

$$pKa = 3.3$$

5- ثابت التوازن:

$$K = \frac{[NO_2^-]}{[HNO_2] \times [OH^-]} = \frac{[NO_2^-] \times [H_3O^+]}{[HNO_2] \times [OH^-] \times [H_3O^+]} = \frac{Ka}{Ke}$$

$$K = \frac{10^{-pKa}}{Ke} = \frac{10^{-3.3}}{10^{-14}} = 5.01 \times 10^{11}$$

بما ان  $K > 10^4$  فإن التفاعل تام.

التجربة الثانية:

1- جدول التقدم تفاعل:

$3HNO_{2(aq)} = 2NO_{(g)} + H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$			
$n_0$	0	0	0
$n_0 - 3x$	$2x$	$x$	$x$
$n_0 - 3x_f$	$2x_f$	$x_f$	$x_f$

2- كمية مادة غاز الازوت  $n_{NO}$ :

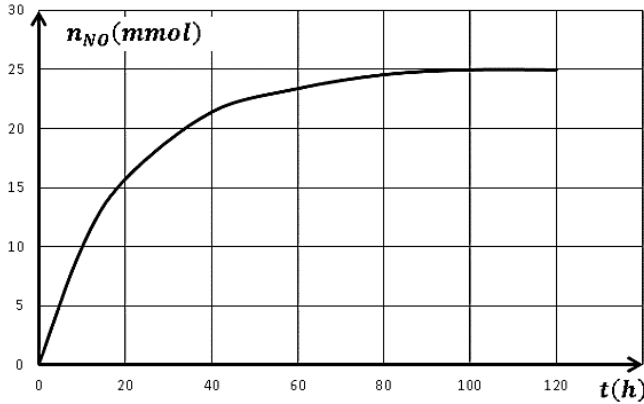
$$P = P_0 + P_{NO} = P_0 + \frac{nRT}{V_g} \Rightarrow \frac{nRT}{V_g} = P - P_0 \Rightarrow n = \frac{(P - P_0)V_g}{RT}$$

3- أكمل الجدول على ورقة مليمتريية وذلك باختيار سلم مناسب.

$t(h)$	0	10	20	40	60	80	100	120
$P \times 10^5 (Pa)$	1.02	1.26	1.41	1.55	1.60	1.63	1.64	1.64
$n_{NO}(mmol)$	00.0	09.9	15.7	21.4	23.4	24.6	25.0	25.0

$$n = \frac{(P - P_0)V_g}{RT} = \frac{(P - 1.02 \times 10^5) \times 10^{-3}}{8.31 \times 298}$$

$$n = (P - 1.02 \times 10^5) \times 4.038 \times 10^{-4} (mmol)$$



• البيان  $n = f(t)$

4- اعتمادا على البيان:

أ- التقدم الاعظمي  $x_{max}$ :

$$n_f = 25 \times 10^{-3} = 2x_{max} \Rightarrow x_{max} = \frac{25 \times 10^{-3}}{2}$$

$$= 1.25 \times 10^{-2} mol$$

• قيمة  $C_0$  بما أن  $HNO_2$  هو المحد:

$$n_0 - 3x_f = 0 \Rightarrow n_0 = 3x_f \Rightarrow C_0 V = 3x_f \Rightarrow C_0 = \frac{3x_f}{V}$$

$$= \frac{3 \times 1.25 \times 10^{-2}}{0.06}$$

$$\Rightarrow C_0 = 0.625 mol/L$$

• النتائج متساوية .

ب- زمن نصف التفاعل:  $t_{1/2} = 14h$

5- السرعة الحجمية للتفاعل: عند اللحظة  $t = 60h$ .

$$v = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \times \frac{d\left(\frac{n_{NO}}{2}\right)}{dt} = \frac{1}{2V} \times \frac{dn_{NO}}{dt}$$

$$v = \frac{1}{2 \times 0.06} \times \frac{24.6 - 21.4}{80 - 40} = 0.666 mmol/L.h$$