

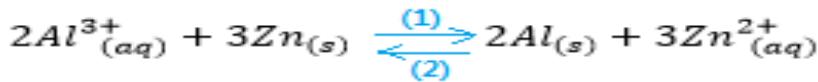
دِيَسْتَمْ أَدَمُ الرَّحْمَنُ لِرَسْكَحَمْ

تصحيح الامتحان الوطني للبكالوريا الدورة الاستدراكية 2016
علوم رياضية (أ) و (ب)

الكيمياء

الجزء الأول : دراسة العمود ألومنيوم - زنك

1- حساب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية :



$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_0^3}{[Al^{3+}]_0^2} = \frac{C_2^3}{C_1^2} = \frac{(4,5 \cdot 10^{-2})^3}{(4,5 \cdot 110^{-2})^2} = 4,5 \cdot 10^{-2}$$

ثابتة التوازن المقرونة بهذا لتفاعل هي $K = 10^{-90}$

نلاحظ أن : $Q_{r,i} > K$ ، إذن تنتقل المجموعة الكيميائية تلقائيا في المنهى (2) (المنهى غير المباشر أي منهى تكون Zn وأيونات Al^{3+}).

2- التبيانية الإصطلاحية للعمود :

بما ان فلز الألومنيوم يتآكسد خلال اشتغال العمود حسب نصف المعادلة : $Al_{(s)} \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$ فهو يمثل الأنود أي القطب السالب للعمود ومنه فالتبنيانة الإصطلاحية هي :



3- عندما يستهلك العمود كليا :

3-1 تركيز أيونات الألومنيوم :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$2Al_{(s)} + 3Zn^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Zn_{(s)}$				كمية مادة المنتقلة e^-
حالة المجموعة	القدم	كميات المادة بالمول				
الحالة البدئية	0	$n_0(Al)$	$C_2 \cdot V$	$C_1 \cdot V$	$n_0(Zn)$	$n(e^-) = 0$
خلال التحول	x	$n_0(Al) - 2x$	$C_2 \cdot V - 3x$	$C_1 \cdot V + 2x$	$n_0(Zn) + 3x$	$n(e^-) = 6x$
الحالة النهائية	x_{max}	$n_0(Al) - 2x_{max}$	$C_2 \cdot V - 3x_{max}$	$C_1 \cdot V + 2x_{max}$	$n_0(Zn) + 3x_{max}$	$n(e^-) = 6x_{max}$

تحديد التقدم الأقصى :

$$x_{max1} = \frac{n_0(Al)}{2} = \frac{m_0}{2M(Al)} = \frac{1,35}{2 \times 27} = 2,5 \cdot 10^{-2} mol \quad \text{أي : } n_0(Al) - 2x_{max} = 0$$

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

$$x_{max2} = \frac{C_2 \cdot V}{3} = \frac{4,5 \cdot 10^{-2} \times 0,1}{3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{أي : } C_2 \cdot V - 3x_{max} = 0$$

وبالتالي التقدم الأقصى هو : $x_{max} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

حسب الجدول الوصفي تركيز أيونات الألومنيوم :

$$[Al^{3+}]_f = \frac{C_1 \cdot V + 2x_{max}}{V} \Rightarrow [Al^{3+}]_f = \frac{4,5 \cdot 10^{-2} \times 0,1 + 2 \times 1,5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

3-2- المدة الزمنية Δt لاشتغال العمود :

$$\begin{cases} n(e^-) = 6x_{max} \\ n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \end{cases} \Rightarrow \frac{I \cdot \Delta t}{F} = 6x_{max} \Rightarrow \Delta t = \frac{6x_{max} \cdot F}{I} \Rightarrow \Delta t = \frac{6 \times 1,5 \cdot 10^{-3} \times 9,65 \cdot 10^4}{10 \cdot 10^{-3}} = 86850 \text{ s}$$

$$\Delta t = 24 \text{h } 7 \text{h } 30 \text{ min}$$

الجزء الثاني : تصنيع و تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض

1- دراسة تصنيع إستر

1-1- تعليل اختبار التسخين بالارتداد :

التسخين يسرع التفاعل والإرتداد يحافظ على كمية مادة المتفاعلات والنواتج .

1-2- معادلة التفاعل :



1-3

1-3-1- اختبار الإقتراح الصحيح :

السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة :

أ- منعدمة عند بداية التفاعل . خطأ

ب- قصوية عند التوازن . خطأ

ج- قصوية عند بداية التفاعل . صحيح

د- تتناقص كلما ازداد تركيز أحد المتفاعلات . خطأ

هـ- تتناقص عند إضافة حفاز إلى الخليط التفاعل . خطأ

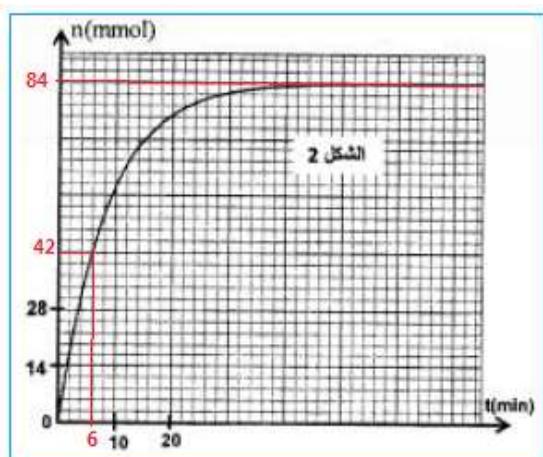
1-3-2- تعريف زمن نصف التفاعل :

زمن نصف التفاعل $t_{t/2}$ هو المدة الزمنية التي يصل فيها تقدم التفاعل إلى نصف قيمته النهائية .

تحديد قيمة $t_{t/2}$ مبيانا :

حسب مبيان الشكل 2 لدينا :

$$x_f = n_f = 84 \text{ mmol} \quad t_{t/2} = 6 \text{ min} \quad \text{أقصى } x(t_{t/2}) = \frac{84}{2} = 42 \text{ mmol}$$



هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

1-3-3 مردود التفاعل :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH + CH_3OH \rightleftharpoons C_6H_5COOCH_3 + H_2O$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	n_1	n_2	0	0
خلال التحول	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$n_1 - x_f$	$n_2 - x_f$	x_f	x_f

: x_{max} تحديد التقدم الأقصى

الحمض متفاعلاً محدداً : $n_1 - x_{max1} = 0$

$$n_1 = n_i(C_6H_5COOH) = x_{max1} = \frac{m}{M(C_6H_5COOH)} = \frac{12,2}{122} \Rightarrow x_{max1} = 0,1 \text{ mol} \quad \text{أي :}$$

الكحول متفاعلاً محدداً : $n_2 - x_{max2} = 0$

$$n_2 = n_i(CH_3OH) = x_{max2} = \frac{m'}{M(CH_3OH)} = \frac{\rho \cdot V}{M(CH_3OH)} = \frac{0,8 \times 8}{32} \Rightarrow x_{max2} = 0,2 \text{ mol} \quad \text{أي :}$$

التقدير الأقصى هو : $x_f = 84 \text{ mmol}$ والتقدم النهائي هو : $x_{max} = 0,1 \text{ mol}$

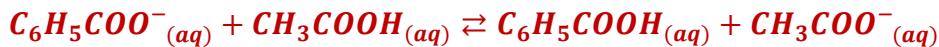
تعبير مردود التفاعل :

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{th}} = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{84 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 8,4 \cdot 10^{-1} \Rightarrow r = 84\%$$

2- دراسة تفاعل بنزوات الصوديوم مع الحمض :

2-1 معادلة التفاعل :



2-2 التوصيل إلى قيمة K :

$$K = \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq} \cdot [CH_3COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COO^-]_{eq} \cdot [CH_3COOH]_{eq}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{eq}}{[H_3O^+]_{eq}} = \frac{K_{A2}}{K_{A1}} = \frac{10^{-pK_{A2}}}{10^{-pK_{A1}}} \Rightarrow K = 10^{pK_{A1} - pK_{A2}}$$

$$K = 10^{4,2 - 4,8} = 0,25$$

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2- التعبير عن τ بدلالة K :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_5COO^-_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COOH_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	$C_1 \cdot V_1$	$C_1 \cdot V_1$	0	0
خلال التحول	x	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_1 \cdot V_1 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	x_f	x_f

القدم الأقصى : $x_{max} = C_1 \cdot V_1$

$$x_f = C_1 \cdot V_1 \quad \tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C_1 \cdot V_1} \quad \text{ومنه التقدم النهائي : } \tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$[C_6H_5COOH]_{eq} = [CH_3COO^-]_{eq} = \frac{x_f}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot V_1 \cdot \tau}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot \tau}{2}$$

$$[C_6H_5COO^-]_{eq} = [CH_3COOH]_{eq} = \frac{C_1 \cdot V_1 - x_f}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot V_1 - C_1 \cdot V_1 \cdot \tau}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2}$$

$$K = \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq} \cdot [CH_3COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COO^-]_{eq} \cdot [CH_3COOH]_{eq}} = \left(\frac{[C_6H_5COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COO^-]_{eq}} \right)^2 = \left(\frac{\frac{C_1 \cdot \tau}{2}}{\frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2}} \right)^2 = \left(\frac{\tau}{1 - \tau} \right)^2$$

$$\frac{\tau}{1 - \tau} = \sqrt{K} \Rightarrow \tau = \sqrt{K} - \tau\sqrt{K} \Rightarrow \tau(1 + \sqrt{K}) = \sqrt{K} \Rightarrow \tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

2- تعبير pH بدلالة pK_{A1} و K :

$$pH = pK_{A1} + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COOH]_{eq}} \quad \text{لدينا :}$$

$$\begin{cases} [C_6H_5COO^-]_{eq} = \frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2} \\ [C_6H_5COOH]_{eq} = \frac{C_1 \cdot \tau}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COOH]_{eq}} = \frac{\frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2}}{\frac{C_1 \cdot \tau}{2}} = \frac{1 - \tau}{\tau}$$

$$pH = pK_{A1} + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COOH]_{eq}} \Rightarrow pH = pK_{A1} + \log \left(\frac{1 - \tau}{\tau} \right) \Rightarrow pH = pK_{A1} - \frac{1}{2} \log K \quad \text{لدينا :}$$

$$pH = pK_{A1} + \log \sqrt{K} \quad \text{أي : } \frac{1 - \tau}{\tau} = \frac{1}{\sqrt{K}} \quad \text{ومنه : } \frac{\tau}{1 - \tau} = \sqrt{K}$$

تطبيق عددي :

$$pH = 4,2 - \frac{1}{2} \log(0,25) = 4,5$$

الموجات : انتشار موجة فوق صوتية

1- تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء

1-1- اختيار الإقتراح الصحيح :

أ- الموجات فوق الصوتية موجات كهرمغناطيسية. خطأ

ب- لا تنتشر الموجات فوق الصوتية في الفراغ. صحيح

ج- لا يمكن الحصول على ظاهرة الحيود بواسطة الموجات فوق الصوتية. خطأ

د- تنتشر الموجات فوق الصوتية في الهواء بسرعة انتشار الضوء. خطأ

1-2- تحديد تردد الموجة فوق الصوتية :

حسب مبيان الشكل 2 : دور الموجة T :

$$2T = 5 \text{ div. } 10\mu\text{s. div}^{-1} = 50\mu\text{s} \Rightarrow T = 25\mu\text{s}$$

$$N = \frac{1}{T} \Rightarrow N = \frac{1}{25 \cdot 10^{-5}} = 4 \cdot 10^4 \text{ Hz} \Rightarrow N = 40 \text{ kHz}$$

1-3- التتحقق من سرعة انتشار الموجة في الهواء :

$$v_a = \lambda \cdot N$$

$$v_a = \frac{d}{4} \cdot N \quad \text{و منه: } d = 4\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d}{4}$$

$$v_a = \frac{3,4 \cdot 10^{-2}}{4} \cdot 4 \cdot 10^4 = 340 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{ت.ع:}$$

2- تحديد سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في ماء البحر

2-1- التعبير عن Δt بدلالة ℓ و v_a و v_e :

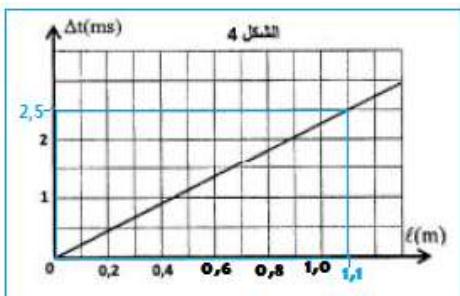
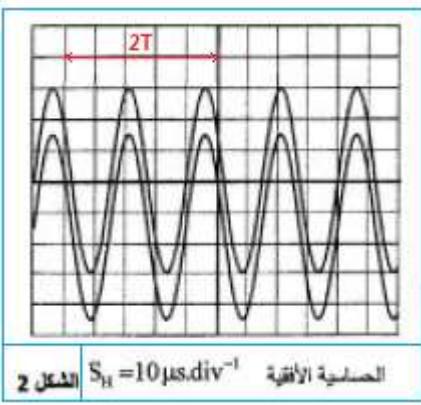
$$\begin{cases} v_a = \frac{\ell}{t_2} \\ v_e = \frac{\ell}{t_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_2 = \frac{\ell}{v_a} \\ t_1 = \frac{\ell}{v_e} \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\ell}{v_a} - \frac{\ell}{v_e} \Rightarrow \Delta t = \ell \left(\frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_e} \right)$$

2-2- تحديد قيمة v_e :

الدالة $\Delta t = f(\ell)$ خطية معادلتها تكتب :

k يمثل المعامل الموجي :

$$k = \frac{\Delta(\Delta t)}{\Delta \ell} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} - 0}{1,1} = 2,27 \cdot 10^{-3} \text{ s.m}^{-1}$$



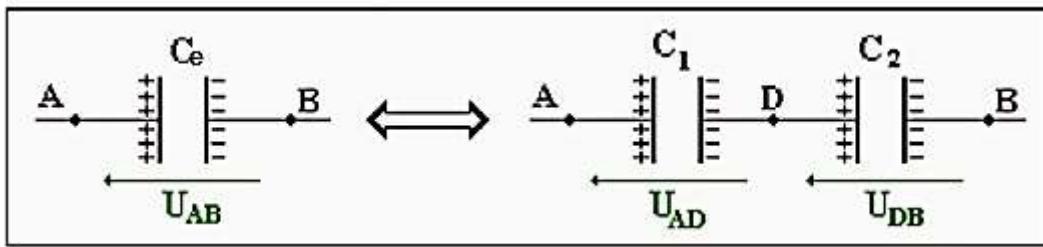
$$\begin{cases} \Delta t = k \cdot \ell \\ \Delta t = \ell \left(\frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_e} \right) \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_e} = k \Rightarrow \frac{1}{V_e} = \frac{1}{V_a} - k$$

$$V_e = \frac{1}{\frac{1}{V_a} - k} \Rightarrow V_e = \frac{1}{\frac{1}{340} - 2,27 \cdot 10^{-3}} \approx 1490 \text{ m.s}^{-1}$$

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب RC والدارة RL

1- دراسة ثنائي القطب RL

1-1- التوصل إلى تعبير C_e



المكثفين مركبين على التوالي و بالتالي لهما نفس الشحنة : $q_1 = q_2 = q$

حسب قانون إضافية التوترات : $u_{AB} = u_{AD} + u_{DB}$

$$u_{DB} = \frac{q_2}{C_2} = \frac{q}{C_2} \quad ; \quad u_{AD} = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q}{C_1} \quad ; \quad u_{AB} = \frac{q}{C_e}$$

$$\frac{1}{C_e} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2} \quad ; \quad \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \text{أي:} \quad \frac{q}{C_e} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} \quad \text{ومنه:}$$

$$C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{نستنتج التعبير:}$$

1-2- إثبات المعادلة التفاضلية :

حسب قانون إضافية التوترات : $u_1(t) + u_2(t) + u_R(t) = E$

$$u_R = R \cdot \frac{dq}{dt} = R \cdot \frac{d(C_2 \cdot u_2)}{dt} = R \cdot C_2 \cdot \frac{du_2}{dt} \quad ; \quad q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 \cdot u_1 = C_2 \cdot u_2 \Rightarrow u_1 = \frac{C_2}{C_1} \cdot u_2$$

$$u_1 + u_2 + u_R = E \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} \cdot u_2 + u_2 + R \cdot C_2 \cdot \frac{du_2}{dt} = E \Rightarrow u_2 \cdot \left(1 + \frac{C_2}{C_1} \right) + R \cdot C_2 \cdot \frac{du_2}{dt} = E$$

$$u_2 \cdot C_2 \cdot \left(\frac{C_1 + C_2}{C_2 \cdot C_1} \right) + R \cdot C_2 \cdot \frac{du_2}{dt} = E \Rightarrow u_2 \cdot C_2 \cdot \frac{1}{C_e} + R \cdot C_2 \cdot \frac{du_2}{dt} = E$$

المعادلة التفاضلية تكتب:

$$\frac{du_2(t)}{dt} + \frac{1}{R \cdot C_e} u_2(t) = \frac{E}{R \cdot C_2}$$

-1-3- تعبير الثابتين A و α :

$$\frac{du_2}{dt} = A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad \text{و منه فإن: } u_2(t) = A(1 - e^{-\alpha \cdot t})$$

نعرض في المعادلة التفاضلية :

$$A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A(1 - e^{-\alpha \cdot t}) = \frac{E}{R \cdot C_2} \Rightarrow A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A - \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A \cdot e^{-\alpha \cdot t} = \frac{E}{R \cdot C_2}$$

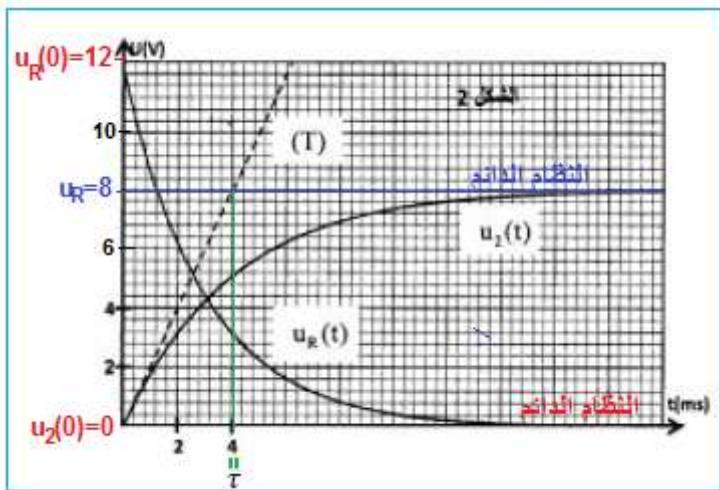
$$A \cdot e^{-\alpha \cdot t} \left(\alpha - \frac{1}{R \cdot C_e} \right) + \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A - \frac{E}{R \cdot C_2} = 0$$

$$\begin{cases} \alpha - \frac{1}{R \cdot C_e} \\ \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A - \frac{E}{R \cdot C_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{1}{R \cdot C_e} \\ A = \frac{C_e}{C_2} \cdot E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{C_1 + C_2}{R \cdot C_1 \cdot C_2} \\ A = \frac{C_1}{C_2 + C_1} \cdot E \end{cases}$$

-1-4

-1-4-1- تحديد قيمة :

E - أ-



عند اللحظة $0 = t$ مبيانا $u_R(0) = 12V$ و $u_2(0) = 0$ و $u_1(0) = 0$

$$u_{1(0)} = \frac{C_2}{C_1} \cdot u_2(0) = 0$$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_1(0) + u_2(0) + u_R(0) = E$$

$$E = u_R(0) = 12V \quad \text{أي:}$$

ب- قيمة $u_1(t)$ و $u_2(t)$ في النظام الدائم :

$$u_2 = 8V \quad \text{مبيانا حسب الشكل 2 نجد:}$$

لحساب u_1 نستعمل قانون إضافية التوترات :

$$u_1 + u_2 + u_R = E \Rightarrow u_1 = E - u_2 - u_R \Rightarrow u_1 = 12 - 8 - 0 = 4V$$

-1-4-2- التوصل إلى قيمة C_1 :

في النظام الدائم العلاقة تكتب :

$$C_1 \cdot u_1 = C_2 \cdot u_2 \Rightarrow C_1 = \frac{u_2}{u_1} \cdot C_2 \Rightarrow C_1 = \frac{8}{4} \times 2 = 4\mu F$$

ملحوظة : يمكن استعمال العلاقة :

ثابتة الزمن لثنائي القطب RC نحددها مبيانا :

$$\frac{1}{C_e} = \frac{R}{\tau} \quad \text{لدينا: } \tau = R \cdot C_e \quad \text{وكذلك:}$$

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_1} = \frac{1}{C_e} - \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_1 = \frac{1}{\frac{1}{C_e} - \frac{1}{C_2}} = \frac{1}{\frac{R}{\tau} - \frac{1}{C_2}}$$

$$C_1 = \frac{1}{\frac{3 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}}} = 4 \cdot 10^{-6} F \Rightarrow C_1 = 4 \mu F$$

2- دراسة التذبذبات الكهربائية في الدارة LC

2-1 التوصل إلى المعادلة التفاضلية :

$$u_L = L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot \frac{d}{dt} \frac{dq}{dt} = L \cdot \frac{d}{dt} \frac{d(c_2 \cdot u_2)}{dt} = L \cdot C_2 \cdot \frac{d^2 u_2}{dt^2}$$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$L \cdot C_2 \cdot \frac{d^2 u_2}{dt^2} + u_2 = 0 \Rightarrow \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} + \frac{1}{L \cdot C_2} \cdot u_2(t) = 0$$

أي : $u_2 = -u_L$ نعرض في المعادلة التفاضلية أعلاه ونحصل على :

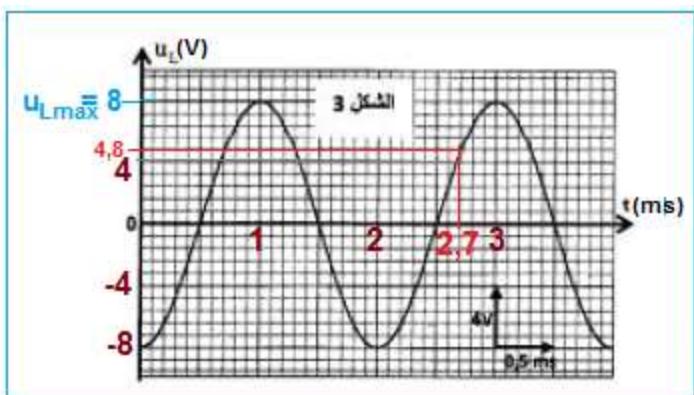
$$\frac{d^2 u_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{L \cdot C_2} \cdot u_L(t) = 0$$

-2-2

2-2-1 تحديد الطاقة الكلية للدارة :

$$E_T = E_e + E_m = E_{e max} = E_{m max}$$

$$E_T = \frac{1}{2} C_2 \cdot u_{2 max}^2 \Rightarrow E_T = \frac{1}{2} C_2 \cdot u_{L max}^2$$



مبيانيا نجد : $u_{L max} = -u_{2 max} = -8V$

ت.ع :

$$E_T = \frac{1}{2} \times 2 \cdot 10^{-6} \times (-8)^2 = 6,4 \cdot 10^{-5} J$$

2-2-2 حساب الطاقة المغناطيسية عند اللحظة

: $t = 2,7 ms$

عند اللحظة $t = 2,7 ms$ نجد مبيانيا :

$$E_T = E_e + E_m \Rightarrow E_m = E_T - E_e$$

$$E_m = E_T - \frac{1}{2} C_2 \cdot u_{2 max}^2 = E_T - \frac{1}{2} C_2 \cdot u_{L max}^2$$

ت.ع :

$$E_m = 6,4 \cdot 10^{-5} - \frac{1}{2} \times 2 \cdot 10^{-6} \times (-4,1)^2 \approx 4,1 \cdot 10^{-5} J$$

الجزء الثاني : دراسة جودة تضمين الوسع

1- إيجاد تعبير نسبة التضمين m :

تعبير التوتر المضمن :

$$u(t) = A \cdot \left[\frac{m}{S_m} \cdot s(t) + 1 \right] \cdot \cos(2\pi f_p \cdot t) = A \cdot \left[\frac{m}{S_m} \cdot S_m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t) + 1 \right] \cdot \cos(2\pi f_p \cdot t)$$

$$u(t) = A \cdot [m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t) + 1] \cdot \cos(2\pi f_p \cdot t) = U_m(t) \cdot \cos(2\pi f_p \cdot t)$$

وسع التوتر المضمن [1] يتراوح بين قيمتين حديتين : قيمة قصوية

وقيمة دنية U_{min} حيث :

$$\begin{cases} U_{max} = A \cdot (m + 1) \\ U_{min} = A \cdot (-m + 1) \end{cases} \Rightarrow \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{A \cdot (m + 1)}{A \cdot (-m + 1)} \Rightarrow$$

$$-m \cdot U_{max} + U_{max} = m \cdot U_{min} + U_{min}$$

$$m \cdot (U_{max} + U_{min}) = U_{max} - U_{min} \Rightarrow m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$$

2- تحديد f_s و f_p :

ليكن T_s دور التوتر المضمن حسب الشكل 3 :

$$f_s = \frac{1}{T_s} \Rightarrow f_s = \frac{1}{5 \text{div} \times 20 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6} \text{s}}$$

$$f_s = 10^4 \text{Hz} \Rightarrow f_s = 10 \text{kHz}$$

ليكن T_p دور التوتر المضمن حسب الشكل 3 :

$$T_s = 16T_p \Rightarrow \frac{1}{f_s} = \frac{16}{f_p} \Rightarrow f_p = 16f_s \Rightarrow$$

$$f_p = 160 \text{kHz}$$

تحديد نسبة التضمين :

حسب الشكل 3 :

$$\begin{cases} U_{max} = 3 \text{div} \times 1V \cdot \text{div}^{-1} = 3V \\ U_{min} = 1 \text{div} \times 1V \cdot \text{div}^{-1} = 1V \end{cases} \Rightarrow m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} = \frac{3 - 1}{3 + 1} \Rightarrow m = 0,5$$

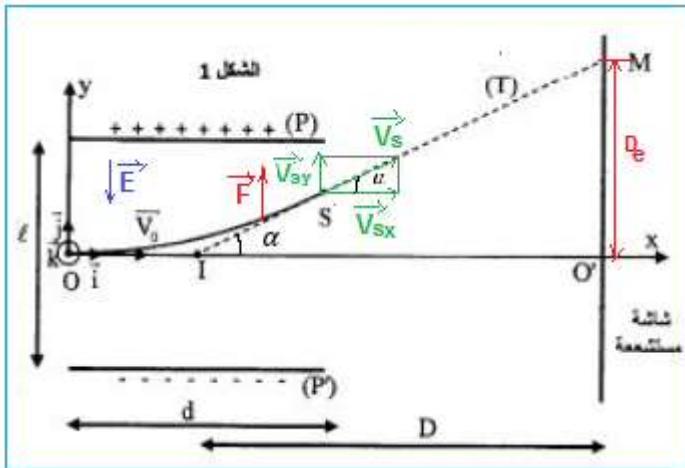
استنتاج :

التضمين جيد لأن :

$$\begin{cases} m = 0,5 \Rightarrow m < 1 \\ f_p = 16f_s \Rightarrow f_p \geq 10f_s \end{cases}$$

الجزء الأول : دراسة تأثير مجال كهرباكن ومجال مغناطيسي على حزمة إلكترونات

1- التجربة الأولى



1-1- التوصل إلى معادلة المسار :

المجموعة المدروسة : {الإلكترون}

جرد القوى : (بعد إهمال وزن الإلكترون أمام شدة القوة الكهربائية)

\vec{F} : القوة الكهربائية

نعتبر المرجع الأرضي مرجعاً غاليلياً ، نطبق القانون الثاني لنيوتن :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q}{m} \cdot \vec{E}$$

نسقط العلاقة في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

حسب الشروط البدئية :

$$\vec{v}_0 = \begin{cases} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \quad \overrightarrow{OM}_0 = \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$

متوجه التسارع \vec{a} و متوجه السرعة \vec{v} و متوجه الموضع \vec{OM} :

$$\vec{a} \left\{ \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{q}{m} E \\ a_z = 0 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{تكامل}} \vec{v} \left\{ \begin{array}{l} v_x = v_0 \\ v_y = -\frac{q}{m} Et \\ v_z = 0 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{تكامل}} \overrightarrow{OM} \left\{ \begin{array}{l} x = v_0 t \\ y = -\frac{1}{2} \cdot \frac{q}{m} Et^2 \\ z = 0 \end{array} \right.$$

$$E = \frac{U}{\ell} \quad \text{و} \quad q = -e$$

باقصاء الزمن من المعادلتين الزمنيتين نحصل على معادلة المسار :

$$\left\{ \begin{array}{l} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \ell} t^2 \end{array} \right. \Rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \ell} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \Rightarrow y = \frac{e \cdot U}{2 \ell m v_0^2} \cdot x^2$$

1-2- التوصل إلى تعبير $O'M$:

عند النقطة S نقطة مغادرة الحزمة المجال الكهربائي : حيث $d = v_0 t_s$ و $x_s = d$ أي :

متوجه السرعة عند النقطة S (أنظر الشكل 1) تكتب :

$$\vec{v}_s \begin{cases} v_{sx} = v_0 \\ v_{sy} = \frac{e \cdot U}{m \ell} \cdot t_s \end{cases} \Rightarrow \vec{v}_s \begin{cases} v_{sx} = v_0 \\ v_{sy} = \frac{e \cdot U d}{m \ell v_0} \end{cases} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_{sy}}{v_{sx}} = \frac{e \cdot U d}{m \ell v_0^2}$$

الانحراف D_e الكهربائي يمثل المسافة بين النقطة 'O' نقطة الإصطدام في غياب المجال الكهرباسك و النقطة M بوجوده.

$$\tan \alpha = \frac{O'M}{D} = \frac{D_e}{D} \Rightarrow D_e = D \cdot \tan \alpha = \frac{e D d U}{m \ell v_0^2}$$

$$O'M = \frac{e D d U}{m \ell v_0^2}$$

2- التجربة الثانية :

2-1- تحديد منحى متوجه المجال المغناطيسي \vec{B}

لكي تكون للحزمة الإلكترونية حركة مستقيمية منتظمة يجب أن تكون القوتين \vec{F}_e و \vec{F}_m متقابلين.

$$\text{أي: } \vec{F}_m = -\vec{F}_e = -F_m \vec{j}$$

$$\vec{B} = \pm B \vec{k} \text{ إذن: } \vec{F}_m = -F_m \vec{j} \text{ و } \vec{v}_0 = v_0 \vec{i}$$

باستعمال قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى يتم تحديد منحى \vec{B} نحصل على:

$$\vec{B} = -B \cdot \vec{k}$$

2-2- التعبير عن سرعة الإلكترونات v_0 بدلالة E و B :

يخضع الإلكترون لقوتين \vec{F}_e و \vec{F}_m متقابلين حسب مبدأ القصور نكتب:

$$\vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0}$$

$$\begin{cases} \vec{F}_m = q \vec{v}_0 \wedge \vec{B} \\ \vec{F}_e = q \vec{E} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_m = e \cdot v_0 \cdot B \\ F_e = e \cdot E \end{cases} \Rightarrow F_m = F_e \Rightarrow e \cdot v_0 \cdot B = e \cdot E \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$$

$$3- \text{تعبير: } \frac{e}{m}$$

$$\begin{cases} O'M = \frac{e \cdot D \cdot d \cdot U}{m \cdot \ell \cdot v_0^2} \\ v_0 = \frac{E}{B} \end{cases} \Rightarrow O'M = \frac{e \cdot D \cdot d \cdot U \cdot B^2}{m \cdot \ell \cdot E^2} \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{O'M \cdot \ell \cdot E^2}{U \cdot d \cdot D \cdot B^2} \xrightarrow{E = \frac{U}{\ell}}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{5.4 \cdot 10^{-2} \times 1200}{6 \cdot 10^{-2} \times 30 \cdot 10^{-2} \times 2 \cdot 10^{-2 \times (1.01 \cdot 10^{-3})^2}} = 1,76 \cdot 10^{11} C/kg$$

الجزء الثاني : دراسة حركة نواس مرن

1- الاحتكاكات مهملا

1-1- تعبير الإطالة $\Delta\ell_0$ عند التوازن :

المجموعة المدروسة : الجسم (S)
يخضع الجسم عند التوازن إلى قوتين : (أنظر الشكل 2)

\vec{P} : وزنه

\vec{T}_0 : توتر النابض

حسب مبدأ القصور : $\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0}$ أي : $P = T_0$ ومنه : $m \cdot g = K \cdot \Delta\ell_0$ إذن :

1-2- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب z لمركز القصور G :

يخضع الجسم أثناء حركته إلى قوتين : (أنظر الشكل 2)

\vec{P} : وزنه

\vec{T} : توتر النابض

نعتبر المعلم المرتبط بالأرض معلما غاليليا ونطبق القانون الثاني لنيوتن :

$$\vec{P} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}_G$$

الإسقاط على المحور Oz :

$$P_z + T_z = m \cdot a_z$$

$$mg - K(\Delta\ell_0 + z) = m \cdot a_z \Rightarrow mg - K\Delta\ell_0 - Kz = m \cdot \ddot{z}$$

حسب العلاقة : $m \cdot g = K \cdot \Delta\ell_0$ نحصل على : $mg - K\Delta\ell_0 - Kz = m \cdot \ddot{z}$

المعادلة التفاضلية تكتب :

1-3- تحديد قيمة K :

حسب تعبير الدور الخاص T_0 :

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

مبيانيا الدور الخاص هو : $T_0 = 0,4 \text{ s}$

$$K = 4 \times 10 \times \frac{0,2}{0,4^2} = 50 \text{ N.m}^{-1}$$

تحديد : V_{0z}

حسب حل المعادلة التفاضلية : $z = z_0 \cos(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi)$

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

الاشتقاق يعطي : $v_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin\varphi$ عند $t = 0$ السرعة هي :

حسب الشكل 3 : $z_0 = 4\text{cm}$

عند $t = 0$ لدينا $v(0) = z_0 \cos\varphi$

$$\begin{cases} v(0) = z_0 \cos\varphi \\ v(0) = \frac{z_0}{2} \end{cases} \Rightarrow z_0 \cos\varphi = \frac{z_0}{2} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \frac{\pi}{3} \\ \varphi = -\frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$v_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin\varphi < 0 \xrightarrow{\varphi = \frac{\pi}{3}} v_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin \frac{\pi}{3} \Rightarrow v_{0z} = -\frac{2\pi}{0,4} \times 4 \cdot 10^{-2} \times \sin \frac{\pi}{3}$$

$$v_{0z} = -0,54 \text{ m.s}^{-1}$$

2- الاحتكاكات غير مهملة

2-1- إقران المنحنى بنظام الخمود :

المنحنى (1) \leftarrow يواافق النظام شبه دوري

المنحنى (2) \leftarrow يواافق النظام لا دوري

-2-2

2-2-1- تعبير طاقة الوضع : E_p

طاقة الوضع تساوي مجموع طاقة الوضع الثقالية ($E_{pp} = -mgz + C$) و طاقة الوضع المرنة

$$E_p = E_{pp} + E_{pe} \quad : (E_{pe} = \frac{1}{2}K(\Delta\ell_0 + z)^2 + C')$$

نختار المستوأة الأفقي المار من أصل المعلم مرجعاً لطاقة الوضع الثقالية :

$$E_{pp} = -mgz \quad C = 0 \Leftarrow E_{pp} = 0 \Rightarrow z = 0$$

نختار الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعاً لطاقة الوضع المرنة : $E_{pe} = 0 \Rightarrow z = -\Delta\ell_0$

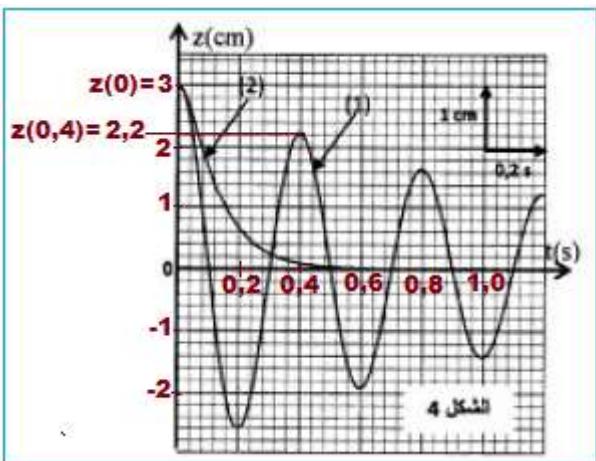
$$E_{pe} = \frac{1}{2}K(\Delta\ell_0 + z)^2 \Leftarrow C' = 0 \quad \text{أي: } (E_{pe} = \frac{1}{2}K(\Delta\ell_0 - \Delta\ell_0)^2 + C' = 0)$$

$$E_p = E_{pp} + E_{pe} = -mgz + \frac{1}{2}K(\Delta\ell_0 + z)^2 = -mgz + \frac{1}{2}K\Delta\ell_0^2 + Kz\Delta\ell_0 + \frac{1}{2}Kz^2$$

بما أن : $mg = K\Delta\ell_0$

$$E_p = -K\Delta\ell_0 z + \frac{1}{2}K\Delta\ell_0^2 + Kz\Delta\ell_0 + \frac{1}{2}Kz^2 \Rightarrow E_p = \frac{1}{2}K(z^2 + \Delta\ell_0^2)$$

ملحوظة : منحى Oz نحو الأسفل لذلك تعبير طاقة الوضع الثقالية هو $.E_{pp} = -mgz$



2-2-2- حساب تغير الطاقة الميكانيكية للمتذبذب بين اللحظتين :

$$: t_2 = 0 \text{ و } t_1 = 0$$

$$\Delta E_m = \Delta E_{pp} + \Delta E_c$$

عندما تكون طاقة الوضع قصوية تكون الطاقة الحركية منعدمة

. والعكس صحيح .

عند اللحظة 0 لدينا : $t_1 = 0$

$$v_z(0) = 0 \text{ و } z(0) = 3 \text{ cm}$$

عند اللحظة $t_2 = 0.4 \text{ s}$ لدينا :

$$v_z(t_2) = 0 \text{ و } z(t_2) = 2.2 \text{ cm}$$

$$\Delta E_m = \Delta E_p + \Delta E_c = E_{pp2} - E_{pp1} + \underbrace{E_{c2}}_{=0} - \underbrace{E_{c1}}_{=0}$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} K [z^2(t_2) + \Delta \ell_0^2] - \frac{1}{2} K [z^2(t_1) + \Delta \ell_0^2]$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} K [z^2(t_2) + \Delta \ell_0^2 - z^2(t_1) - \Delta \ell_0^2] \Rightarrow \Delta E_m = \frac{1}{2} K [z^2(t_2) - z^2(t_1)]$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} \times 50 \times [(2.2 \cdot 10^{-2})^2 - (3 \cdot 10^{-2})^2] \Rightarrow \Delta E_m = 1,04 \cdot 10^{-2} J$$