

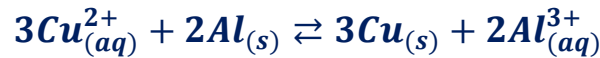
تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة العادية 2017
مسلك العلوم الفيزيائية

التمرين الأول

الجزء الأول : العمود ألومنيوم – نحاس

1- تعبير $Q_{r,i}$ خارج التفاعل للمجموعة عند الحالة البدئية :

حسب معادلة التفاعل :



$$Q_{r,i} = \frac{[Al^{3+}]_i^2}{[Cu^{2+}]_i^3}$$

ت.ع :

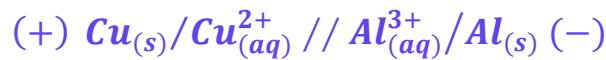
$$Q_{r,i} = \frac{(6,5 \cdot 10^{-1})^2}{(6,5 \cdot 10^{-1})^3} \Rightarrow Q_{r,i} = 1,54$$

2- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود :

بما أن $Q_{r,i} < K = 10^{200}$ حسب معيار التطور التلقائي، فإن المجموعة الكيميائية تتطور تلقائيا في المنحى المباشر (أي في المنحى (1)).

3- تمثيل التباينة الاصطلاحية للعمود :

خلال اشتغال العمود يتأكسد فلز الألومنيوم إلى أيونات Al^{3+} إذن يمثل إلكترود Al القطب السالب (أي الأنود) للعمود في حين يمثل إلكترود النحاس Cu القطب الموجب .



4- إيجاد q ، كمية الكهرباء عندما يصبح التركيز $[Cu^{2+}] = 1,6 \cdot 10^{-1} mol \cdot L^{-1}$:

حسب الجدول الوصفي :

حالة المجموعة	التقدم	$Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + 2e^-$			كمية مادة e^- المنتقلة
الحالة البدئية	0	$[Cu^{2+}]_i \cdot V$	$n_i(Cu)$	-	$n(e^-) = 0$
الحالة الوسيطة	x	$[Cu^{2+}]_i \cdot V - x$	$n_i(Cu) - x$	-	$n(e^-) = 2x$

حسب الجدول الوصفي :

$$[Cu^{2+}] = \frac{[Cu^{2+}]_i \cdot V - x}{V} = [Cu^{2+}]_i - \frac{x}{V} \Rightarrow \frac{x}{V} = [Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]$$

$$x = V \cdot ([Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]) \quad (1)$$

لدينا :

$$\begin{cases} n(e) = 2x \\ n(e) = \frac{q}{F} \end{cases} \Rightarrow 2x = \frac{q}{F} \Rightarrow q = 2xF \quad (2)$$

نعوض العلاقة (1) في العلاقة (2) نحصل على :

$$q = 2V \cdot ([Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]) \cdot F$$

ت.ع :

$$q = 2 \times 65 \times 10^{-3} \times (6,5 \cdot 10^{-1} - 1,6 \cdot 10^{-1}) \times 9,65 \times 10^4$$

$$q = 6147,05 \text{ C}$$

الجزء الثاني : تفاعلات حمض البوتانويك

-1 تفاعل حمض البوتانويك مع الماء :

-1.1 تحديد نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل :

$C_3H_7COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_3H_7COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				معادلة التفاعل	
كميات المادة ب (mol)				التقدم	حالة المجموعة
$C \cdot V$	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
$C \cdot V - x$	بوفرة	x	x	x	خلال التفاعل
$C \cdot V - x_{eq}$	بوفرة	x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}	الحالة النهائية

لدينا :

$$[H_3O^+] = \frac{x_{eq}}{V} \Rightarrow x_{eq} = [H_3O^+] \cdot V = 10^{-pH} \cdot V$$

$$C \cdot V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C \cdot V$$

حسب تعبير نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \Rightarrow \tau = \frac{10^{-pH} \cdot V}{C \cdot V} \Rightarrow \tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$

ت.ع :

$$\tau = \frac{10^{-3,41}}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 3,9 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \tau = 3,9 \%$$

استنتاج :

بما أن $\tau < 1$ فإن التحول محدود .

-1.2 تعبير $Q_{r,eq}$ خارج التفاعل عند التوازن بدلالة C و pH :

حسب الجدول الوصفي :

$$[H_3O^+]_{eq} = [C_3H_7COO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} \Rightarrow [H_3O^+]_{eq} = 10^{-pH}$$

$$[C_3H_7COOH]_{eq} = \frac{C \cdot V - x_{eq}}{V} = C - \frac{x_{eq}}{V} \Rightarrow [C_3H_7COOH]_{eq} = C - 10^{-pH}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot [C_3H_7COO^-]_{eq}}{[C_3H_7COOH]_{eq}} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$$

ت.ع :

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-2 \times 3,41}}{1,0 \cdot 10^{-2} - 10^{-3,41}} \Rightarrow Q_{r,eq} \approx 1,57 \cdot 10^{-5}$$

1.3- استنتاج قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-$:

لدينا :

$$Q_{r,eq} = K_A$$

$$pK_A = -\log K_A$$

ت.ع :

$$pK_A = -\log(1,57 \cdot 10^{-5}) \Rightarrow pK_A = 4,8$$

2- تفاعل حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك مع الإيثانول

2.1- الفائدة من التخسين بالإرتداد :

الهدف هو تسريع التفاعل مع تجنب فقدان كمية مادة المواد المتفاعلة و الناتجة عن التفاعل.

2.2- تحديد $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل في كل تجربة :

حسب تعريف زمن نصف التفاعل لدينا : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

حسب المنحنى (1) مبيانيا نجد :

$x_1(t_{1/2}) = 0,1 \text{ mol}$ و $x_{f1} = 0,2 \text{ mol}$ حسب المنحنى (1)

أفصول $0,1 \text{ mol}$ هو : $(t_{1/2})_1 = 8 \text{ min}$

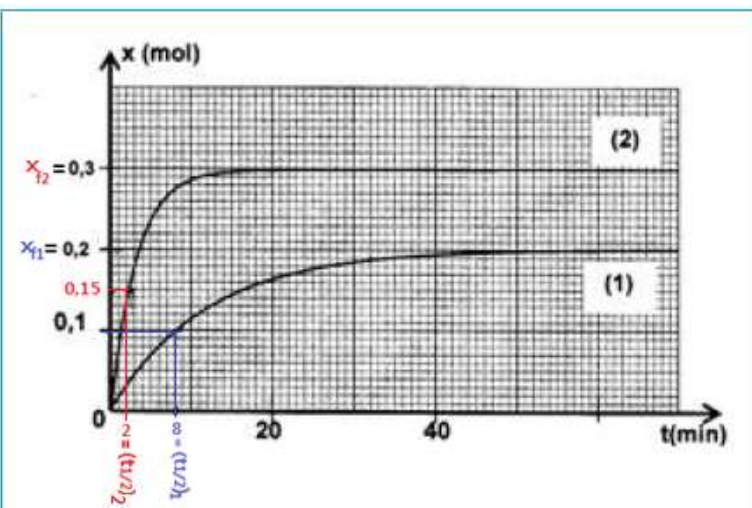
حسب المنحنى (2) مبيانيا نجد :

$x_2(t_{1/2}) = 0,15 \text{ mol}$ و $x_{f2} = 0,3 \text{ mol}$ حسب المنحنى (2)

أفصول $0,15 \text{ mol}$ هو :

$$(t_{1/2})_2 = 2,5 \text{ min}$$

التفاعل الاسرع هو تفاعل التجربة الثانية أي التفاعل بين الإيثانول وأندريد البوتانويك.



3.2- تحديد نسبة التقدم النهائي في كل تجربة :

لدينا :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}}$$

الجدو الوصفي :

$C_3H_7COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons C_3H_7COOC_2H_5 + H_2O$				معادلة التفاعل	
كميات المادة ب (mol)				التقدم	حالة المجموعة
n_0	n_0	0	0	0	الحالة البدئية
$n_0 - x_{eq}$	$n_0 - x_{eq}$	x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}	الحالة النهائية

بالنسبة للتجربة الأولى :

التقدم الأقصى:

$$n_0 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = n_0 = 0,3 \text{ mol}$$

التقدم النهائي :

$$x_{f1} = 0,2 \text{ mol}$$

نسبة التقدم النهائي τ_1 :

$$\tau_1 = \frac{x_{f1}}{x_{max}} \Rightarrow \tau_1 = \frac{0,2}{0,3} = 0,67 \Rightarrow \tau_1 = 67 \%$$

بالنسبة للتجربة الثانية :

التقدم الأقصى هو نفسه $x_{max} = n_0 = 0,3 \text{ mol}$

التقدم النهائي :

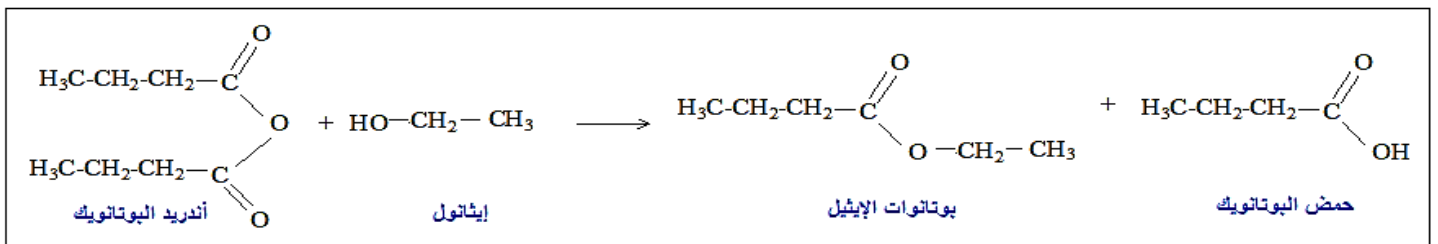
$$x_{f2} = 0,3 \text{ mol}$$

نسبة التقدم النهائي τ_2 :

$$\tau_2 = \frac{x_{f2}}{x_{max}} \Rightarrow \tau_2 = \frac{0,3}{0,3} = 1 \Rightarrow \tau_2 = 100 \%$$

التفاعل التام هو تفاعل التجربة الثانية و يتعلق الأمر بالتفاعل بين الإيثانول وأندريد البوتانويك.

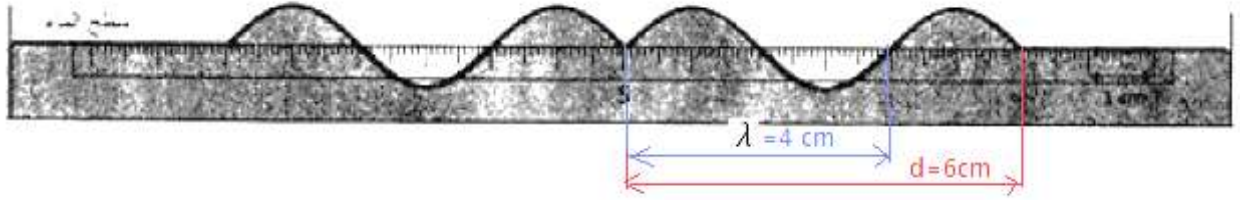
2.4- كتابة معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة للتفاعل الحاصل في التجربة الثانية :



التمرين الثاني

(تعليل الأجوبة ليس مطلوبا في هذا التمرين)

1- طول الموجة هو :



$$\lambda = 4 \text{ cm}$$

2- سرعة انتشار الموجة تساوي :

$$v = \lambda \cdot N$$

$$v = 4 \cdot 10^{-2} \times 50$$

$$v = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3- اللحظة التي تم عندها تمثيل مظهر سطح الماء هي :

تقطع الموجة المسافة $d = 6 \text{ cm}$ خلال المدة t حيث : $v = \frac{d}{t}$

$$t = \frac{d}{v} \Rightarrow t = \frac{0,06}{2} \quad \text{أي :}$$

$$t = 0,03 \text{ s}$$

4- العلاقة بين استطالة النقطة M و استطالة المنبع هي :

النقطة M ، التي تبعد عن المنبع بالمسافة $SM = d = 6 \text{ cm}$ ، تعيد نفس حركة المنبع S بتأخر زمني $\tau = t = 0,03 \text{ s}$ ومنه فإن استطالة النقطة M :

$$y_M(t) = y_S(t - 0,03) \quad \text{مع : } t \leq 0,03 \text{ s}$$

التمرين الثالث

الجزء الأول : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر

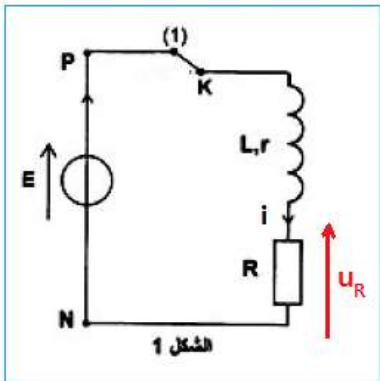
1-دراسة إقامة التيار :

1.1- تمثيل ، في اصطلاح مستقبل ، التوتر u_R بين مبرطي الموصل الأومي :

1.2- إيجاد تعبير I_p للتيار في النظام الدائم :

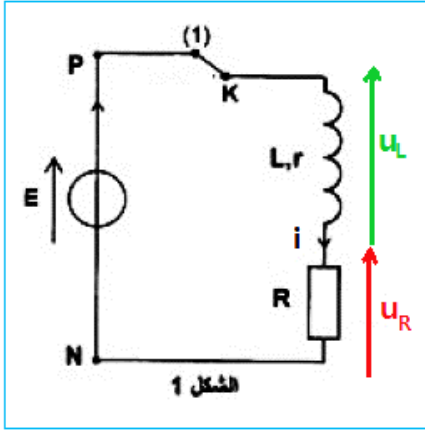
حسب قانون إضافية التوترات :

$$E = u_B + u_R$$



$$u_B = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i \quad \text{و} \quad u_R = R \cdot i$$

$$E = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + R \cdot i \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + i \cdot (R + r) = E$$



في النظام الدائم تكون شدة التيار ثابتة $i = I_p = cte$ ومنه : العلاقة $\frac{di}{dt} = 0$ السابقة تكتب :

$$I_p(R + r) = E \Rightarrow I_p = \frac{E}{R + r}$$

2- دراسة انعدام التيار في الوشيعة

2.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_R(t)$:

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_B + u_R = 0$$

$$u_B = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i \quad \text{و} \quad u_R = R \cdot i \Rightarrow i = \frac{u_R}{R}$$

$$L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + u_R = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{u_R}{R} \right) + \frac{u_R}{R} \cdot (R + r) = 0$$

$$\frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + \frac{u_R}{R} \cdot (R + r) = 0$$

المعادلة التفاضلية تكتب :

$$\frac{L}{R + r} \cdot \frac{du_R}{dt} + u_R = 0$$

2.2- تعبير ثابتة الزمن τ :

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $u_R(t) = R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ بالاشتقاق نحصل على : $\frac{du_R}{dt} = -\frac{1}{\tau} \cdot R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-\left(\frac{L}{R + r} \right) \cdot \frac{1}{\tau} \cdot R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

$$R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \left(-\left(\frac{L}{R + r} \right) \cdot \frac{1}{\tau} + 1 \right) = 0$$

$$-\left(\frac{L}{R + r} \right) \cdot \frac{1}{\tau} + 1 = 0 \Rightarrow \frac{L}{(R + r) \cdot \tau} = 1 \Rightarrow L = (R + r) \cdot \tau \Rightarrow \tau = \frac{L}{R + r}$$

3.2- باستغلال منحنى الشكل 2 :

أ- إثبات قيمة مقاومة الوشيعة r :

لدينا حسب حل المعادلة التفاضلية : $u_R(0) = R \cdot I_p \cdot e^0 = R \cdot I_p$ حسب تعبير $I_p = \frac{E}{R + r}$

$$u_R(0) = R \cdot I_p = \frac{R \cdot E}{R+r} \quad \text{نكتب :}$$

$$(R+r) \cdot u_R(0) = R \cdot E \Rightarrow R+r = \frac{R \cdot E}{u_R(0)} \Rightarrow r = \frac{R \cdot E}{u_R(0)} - R$$

$$r = R \left(\frac{E}{u_R(0)} - 1 \right)$$

تطبيق عددي : لدينا حسب منحنى الشكل 2 :

$$u_R(0) = 6V$$

$$r = 60 \times \left(\frac{6,5}{6} - 1 \right)$$

$$r = 5 \Omega$$

ب- التحقق من قيمة L :

$$\text{لدينا : } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ أي :}$$

$$L = \tau \cdot (R+r)$$

تطبيق عددي : حسب منحنى الشكل 2 قيمة ثابتة الزمن :

$$\tau = 2,8 \text{ ms}$$

$$L = 2,8 \cdot 10^{-3} \times (60 + 5) \Rightarrow L = 0,182 \text{ H}$$

$$L = 182 \text{ mH}$$

2.4- إيجاد قيمة ξ_m الطاقة المخزونة في الوشيعية عند اللحظة $t_1 = \tau$:

$$\text{تعبير } \xi_m \text{ هو : } \xi_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 \text{ مع } i(t) = \frac{u_R(t)}{R} \text{ ومنه : } \xi_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \left(\frac{u_R(t)}{R} \right)^2$$

لدينا عند اللحظة $t = \tau$:

$$\xi_m(\tau) = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \left(\frac{u_R(\tau)}{R} \right)^2$$

تطبيق عددي : حسب منحنى الشكل 2 نجد : $u_R(\tau) = 2,2 \text{ V}$

$$\xi_m(\tau) = \frac{1}{2} \times 0,182 \times \left(\frac{2,2}{60} \right)^2$$

$$\xi_m(\tau) = 1,22 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

الجزء الثاني : تضمين الوسع

1- إثبات تعبير التوتر $u_S(t)$:

$$u_S(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$$

لدينا :

$$\begin{cases} u_1(t) = P_m \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t) \\ u_2(t) = U_0 + s(t) = U_0 + S_m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t) \end{cases}$$

$$u_s(t) = k \cdot P_m \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t) \cdot [U_0 + S_m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t)]$$

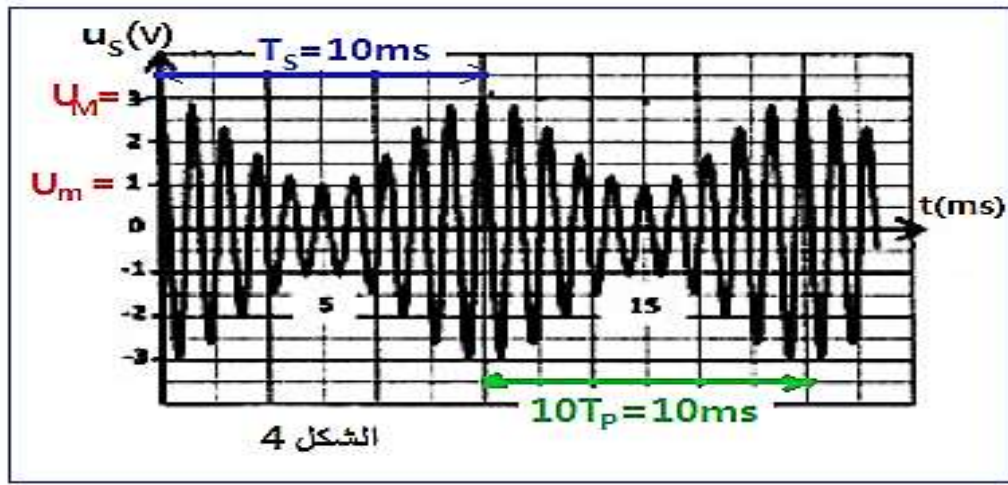
$$u_s(t) = k \cdot P_m \cdot U_0 \left[1 + \frac{S_m}{U_0} \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t) \right] \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t)$$

نضع : $A = k \cdot P_m \cdot U_0$ و $m = \frac{S_m}{U_0}$ نحصل على تعبير $u_s(t)$:

$$u_s(t) = A \cdot [1 + m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t)] \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t)$$

2- باستغلال منحنى الشكل 4 :

2.1- قيمة التردد F_p للتوتر الحامل :



$$10T_p = 10ms \Rightarrow T_p = 1ms \Rightarrow F_p = \frac{1}{T_p} \Rightarrow F_p = \frac{1}{10^{-3}} \Rightarrow F_p = 1000 \text{ Hz}$$

$$T_s = 10ms \Rightarrow f_s = \frac{1}{T_s} \Rightarrow f_s = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow f_s = 100 \text{ Hz}$$

2.2- تحديد نسبة التضمين m :

$$m = \frac{U_M - U_m}{U_M + U_m}$$

باستعمال مبيان الشكل 4 نجد :

$$u_M = 3V \text{ et } U_m = 1V$$

$$m = \frac{3 - 1}{3 + 1} \Rightarrow m = 0,5$$

استنتاج :

بما ان $m < 1$ فإن جودة التضمين جيدة.

التمرين الرابع

الجزء الأول : دراسة حركة متزلج باحتكاك

1- دراسة الحركة على المستوى المائل

1.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v_G لحركة

مركز القصور :

المجموعة المدروسة : {المتزلج ولوازمه} $S = \{ \}$

جهد القوى :

\vec{P} : وزن المجموعة S

\vec{R} : تأثير المستوى المائل

نعتبر (A, \vec{i}', \vec{j}') المرتبط بالأرض معلما غاليليا و نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة S نكتب :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G \quad (1)$$

$$\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N \quad \text{مع :}$$

الإسقاط على المحور Ax' :

$$P_{x'} + f_{x'} + R_{Nx'} = m \cdot a_{Gx'}$$

$$P \cdot \sin \alpha - f = m \cdot a_G$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha - f = m \cdot \frac{d v_G}{dt}$$

نستنتج المعادلة التفاضلية :

$$\frac{d v_G}{dt} = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

1.2- تحديد قيمة كل من b و c :

تحديد b :

$$\frac{d v_G}{dt} = b \quad \text{أي} \quad v_G(t) = b \cdot t + c \quad \text{حل المعادلة التفاضلية يكتب :}$$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$b = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

ت.ع :

$$b = 9,8 \times \sin(23^\circ) - \frac{15}{65} \Rightarrow b \approx 3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

تحديد c باستعمال الشروط البدئية :

عند اللحظة $t = 0$ لدينا : $v_G(0) = 0$

$$v_G(0) = b \times 0 + c = 0 \Rightarrow c = 0$$

حل المعادلة التفاضلية يكتب :

1.3- استنتاج t_B ، لحظة مرور G من الموضع B :

حسب تعبير حل المعادلة التفاضلية :

$$v_G(t) = b \cdot t \Rightarrow v_G(t) = 3,6 \cdot t$$

عند الموضع B الحل يكتب :

$$v_{GB} = 3,6 \cdot t_B \Rightarrow t_B = \frac{v_{GB}}{3,6}$$

ت.ع :

$$v_{GB} = 90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{90 \times 10^3}{3600} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t_B = \frac{25}{3,6} \Rightarrow t_B = 6,94 \text{ s}$$

1.4- إيجاد شدة القوة \vec{R} :

$$R = \sqrt{f^2 + R_N^2}$$

لدينا : $\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$ أي :

لتحديد R_N نسقط العلاقة المتجهية (1) على المحور Ay' :

$$P_{y'} + R_{y'} = m \cdot a_{Gy'}$$

$$-P \cdot \cos\alpha + R_N = 0 \Rightarrow R_N = m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

$$R = \sqrt{f^2 + (m \cdot g \cdot \cos\alpha)^2} \Rightarrow R = \sqrt{15^2 + [65 \times 9,8 \times \cos(23^\circ)]^2} \Rightarrow R = 586,55 \text{ N}$$

2- دراسة الحركة على المستوى الأفقي

2.1- شدة قوة الاحتكاك f' :

تخضع المجموعة المدروسة S على الالمستوى الأفقي إلى قوتين \vec{P} و \vec{R}' :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب :

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

الإسقاط على المحور Bx :

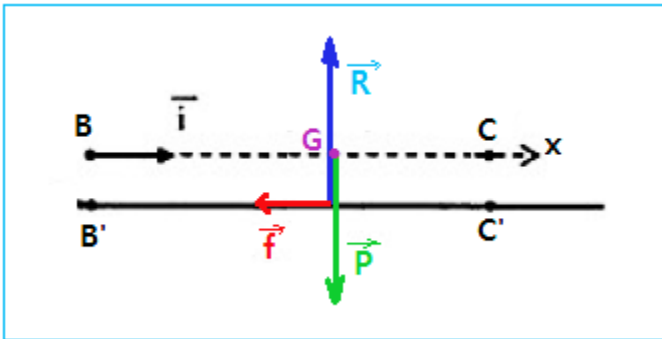
$$P_x + R_x = m \cdot a_{Gx}$$

$$0 - f = m \cdot a_x$$

$$f = -m \cdot a_x$$

ت.ع :

$$f = -65 \times (-3) \Rightarrow f = 195 \text{ N}$$



2.2- تحديد اللحظة t_C ، التي تتوقف عندها المجموعة :

بما ان الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام (التسارع a_x ثابت) فإن معادلة السرعة تكتب :

$$V_x = a_x \cdot t + V_0 \Rightarrow V_x = a_x \cdot t + V_B$$

عند النقطة C تتوقف المجموعة، تكتب معادلة السرعة :

$$V_C = a_x \cdot t_C + V_B = 0 \Rightarrow a_x \cdot t_C = -V_B \Rightarrow t_C = -\frac{V_B}{a_x}$$

$$t_C = -\frac{25}{(-3)} \Rightarrow t_C = 8,33 \text{ s} \quad \text{ت.ع.}$$

2.3- استنتاج المسافة BC :

المعادلة الزمنية لحركة G تكتب :

$$x(t) = \frac{1}{2} a_x \cdot t^2 + V_B \cdot t + x_0$$

حسب الشروط البدئية : $V_B = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ و $x_0 = 0$ مع $a_x = -3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$x(t) = -1,5 \cdot t^2 + 25 \cdot t \quad (2)$$

عند النقطة C المعادلة (2) تكتب :

$$BC = x_C - \underbrace{x_B}_{=0} = -1,5 \cdot t_B^2 + 25 \cdot t_B$$

$$BC = -1,5 \times 8,3^2 + 25 \times 8,3 \Rightarrow BC \approx 104,16 \text{ m} \quad \text{ت.ع.}$$

ملحوظة : يمكن استعمال مبرهنة الطاقة الحركية بين B و C :

$$\underbrace{E_{CC}}_{=0} - E_{CB} = \underbrace{W_{B \rightarrow C}(\vec{P})}_{=0} + W_{B \rightarrow C}(\vec{f}) + \underbrace{W_{B \rightarrow C}(\vec{R}_N)}_{=0} \Rightarrow -\frac{1}{2} m \cdot V_B^2 = -f \cdot BC$$

$$BC = \frac{m \cdot V_B^2}{2 \cdot f} \Rightarrow BC = \frac{65 \times 25^2}{2 \times 195} \approx 104,2 \text{ m}$$

الجزء الثاني : دراسة طاقة لنواس اللي

1- تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس :

باعتبار المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية فإن $E_{pp} = 0$.

$$E_m = E_C + E_{pt} \quad \text{لدينا :}$$

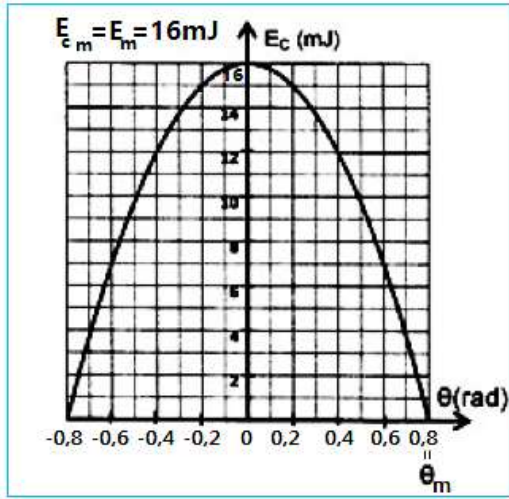
$$E_C = \frac{1}{2} \cdot J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}^2$$

$$E_{pt} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \theta^2 + Cte$$

باعتبار موضع توازن النواس مرجعا لطاقة وضع اللي فإن $Cte = 0$

تعبير E_m هو :

$$E_m = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} C \cdot \theta^2$$



2- تحديد قيمة C ثابتة لي للسلك الفولاذي :

بما ان الاحتكاكات مهملة فإن $E_m = cte$ عندما يكون الأفصول الزاوي θ قصويا في حين تكون السرعة الزاوية منعدمة ($\dot{\theta} = 0$) و تعبیر E_m يكتب :

$$E_m = E_{pt \max} = \frac{1}{2} C \cdot \theta_m^2 \Rightarrow C \cdot \theta_m^2 = 2 \cdot E_m$$

$$C = \frac{2 \cdot E_m}{\theta_m^2}$$

باستعمال منحنى تغيرات الطاقة الحركية بدلالة θ نجد $\theta_m = 0,8 \text{ rad}$

$$E_m = E_{c \max} = 16 \text{ mJ} \text{ و}$$

ت.ع :

$$C = \frac{2 \times 16 \cdot 10^{-3}}{(0,8)^2} \Rightarrow C = 5 \cdot 10^{-2} \text{ N.m.rad}^{-1}$$

3- إيجاد J_{Δ} عزم القصور :

عند موضع التوازن يكون الأفصول الزاوي منعدم ($\theta = 0$) و السرعة الزاوية قصوية تعبیر E_m يكتب :

$$E_m = E_{c \max} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}_m^2 \Rightarrow J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}_m^2 = 2E_m$$

$$J_{\Delta} = \frac{2E_m}{\dot{\theta}_m^2}$$

ت.ع :

$$J_{\Delta} = \frac{2 \times 16 \cdot 10^{-3}}{(2,31)^2} \Rightarrow J_{\Delta} \approx 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$$