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 :

$$3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \rightleftarrows 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$$

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

ت.ع :

$$Q_{r,i} = \frac{(6,5.10^{-1})^2}{(6,5.10^{-1})^3} \Longrightarrow Q_{r,i} = 1,54$$

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 .

$$(+)\ Cu_{(s)}/Cu^{2+}_{(aq)}\ //\ Al^{3+}_{(aq)}/Al_{(s)}\ (-)$$

4- إيجاد q ، كمية الكهرباء عندما يصبح التركيز $[Cu^{2+}] = 1,6.10^{-1}\ mol.L^{-1}$:

حسب الجدول الوصفي :

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

حسب الجدول الوصفي :

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

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

لدينا :

$$\begin{cases} n(è) = 2x \\ n(è) = \dfrac{q}{F} \end{cases} \Longrightarrow 2x = \frac{q}{F} \Longrightarrow q = 2xF \quad (2)$$

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

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

ت.ع :

$$q = 2 \times 65 \times 10^{-3} \times (6{,}5.10^{-1} - 1{,}6.10^{-1}) \times 9{,}65 \times 10^4$$

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

الجزء الثاني : تفاعلات حمض البوتانويك

1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء :

1.1- تحديد نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

الجدوول الوصفي لتقدم التفاعل :

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

لدينا :

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

$$C.V - x_{max} = 0 \Longrightarrow x_{max} = C.V$$

حسب تعبير نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \Longrightarrow \tau = \frac{10^{-pH}.V}{C.V} \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{10^{-pH}}{C}}$$

ت.ع :

$$\tau = \frac{10^{-3{,}41}}{1{,}0.10^{-2}} = 3{,}9.10^{-2} \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = 3{,}9\ \%}$$

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 :

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

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

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

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

ت.ع :

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-2\times3,41}}{1,0.10^{-2} - 10^{-3,41}} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,eq} \approx 1,57.10^{-5}}$$

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

لدينا :

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

$$\boldsymbol{pK_A = -\log K_A}$$

ت.ع :

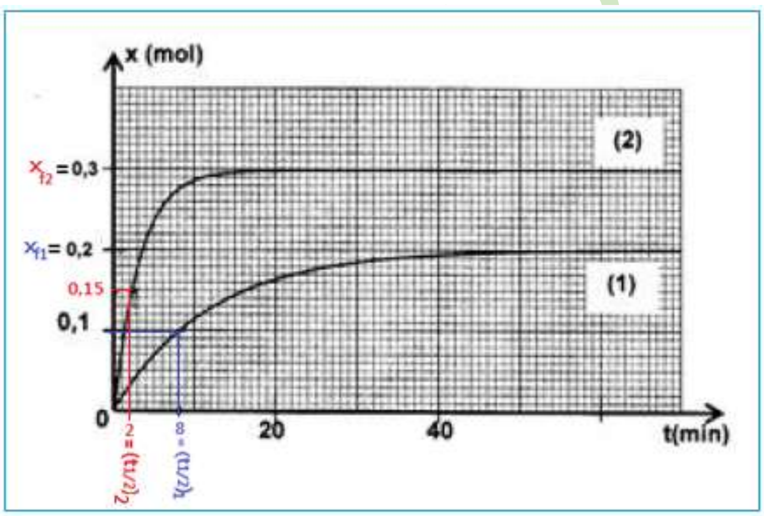
$$pK_A = -\log(1,57.10^{-5}) \Longrightarrow \boldsymbol{pK_A = 4,8}$$

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 :

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

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

حسب المنحنى (2) مبيانيا نجد :

$x_{f2} = 0,3\ mol$ و $x_1(t_{1/2}) = 0,15\ mol$ حسب المنحنى (2)

أفصول $0,15\ mol$ هو :

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

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 :

$C_3H_7COOH + C_2H_5OH \rightleftarrows C_3H_7COOC_2H_5 + H_2O$				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:

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

التقدم النهائي :

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

نسبة التقدم النهائي τ_1:

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

بالنسبة للتجربة الثانية :

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

التقدم النهائي :

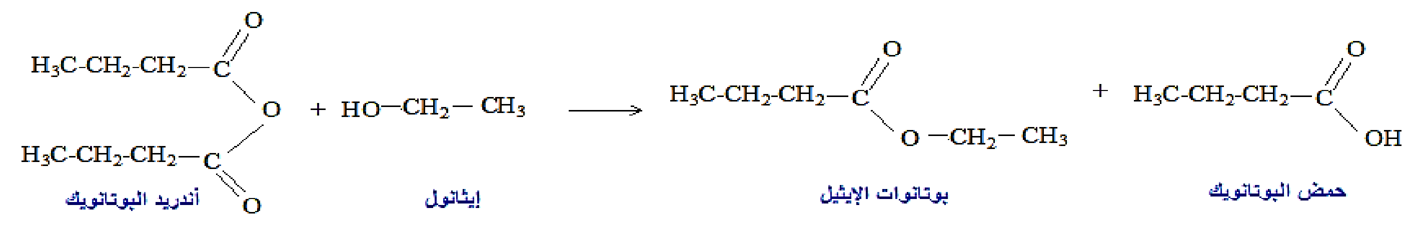
$$x_{f2} = 0{,}3\ mol$$

نسبة التقدم النهائي τ_2 :

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

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

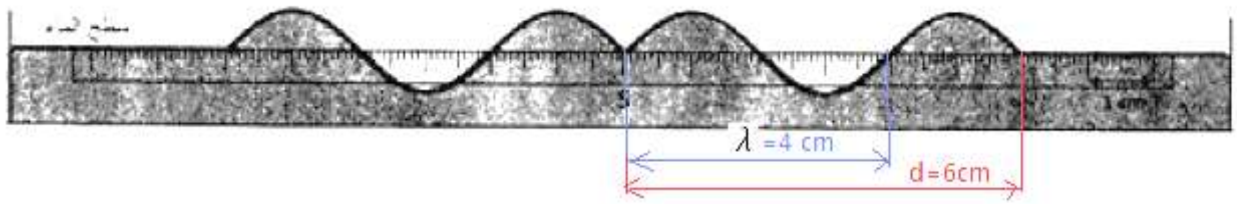
2.4- كتابة معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة للتفاعل الحاصل في التجربة الثانية :



التمرين الثاني

(تعليل الأجوبة ليس مطلوبا في هذا التمرين)

1- طول الموجة هو :



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

2- سرعة انتشار الموجة تساوي :

$$V = \lambda . N$$

$$V = 4.10^{-2} \times 50$$

$$V = \boldsymbol{2\ m.s^{-1}}$$

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

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

أي : $t = \frac{d}{V} \Rightarrow t = \frac{0,06}{2}$

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

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

النقطة M ، التي تبعد عن المنبع بالمسافة $SM = d = 6cm$ ، تعيد نفس حركة المنبع S بتأخر زمني $\tau = t = 0,03s$

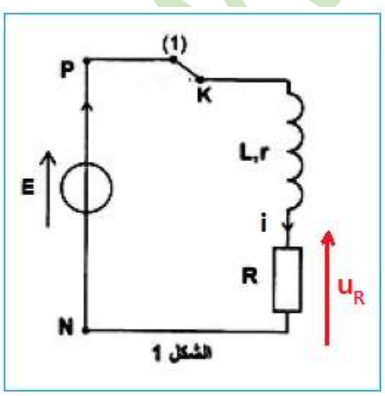
ومنه فإن استطالة النقطة M :

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

التمرين الثالث

الجزء الأول : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر

1-دراسة إقامة التيار :



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

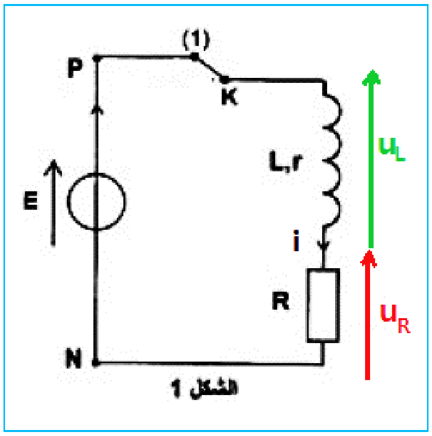
1.2- إيجاد تعبير I_P للتيار في النظام الدائم :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$E = u_B + u_R$$

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

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



الشكل 1

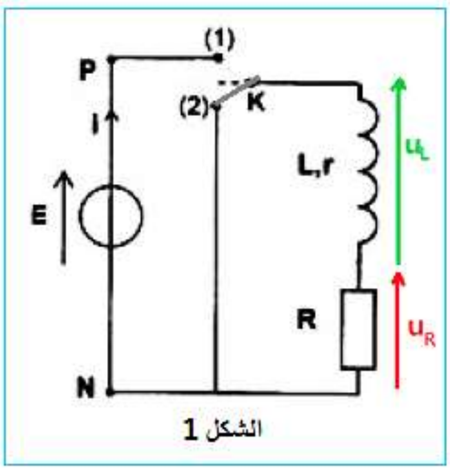
في النظام الدائم تكون شدة التيار ثابتة $i = I_P = cte$ و منه : $\frac{di}{dt} = 0$ العلاقة السابقة تكتب :

$$I_p(R + i) = E \implies \boldsymbol{I_P = \frac{E}{R + r}}$$

2- دراسة انعدام التيار في الوشيعة

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

حسب قانون إضافية التوترات :



الشكل 1

$$u_B + u_R = 0$$

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

$$L.\frac{di}{dt} + r.i + u_R = 0 \implies L.\frac{d}{dt}(\frac{u_R}{R}) + \frac{u_R}{R}.(R + r) = 0$$

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

المعادلة التفاضلية تكتب :

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

2.2- تعبير ثابتة الزمن τ :

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

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-(\frac{L}{R + r}).\frac{1}{\tau}.R.I_P.e^{-\frac{t}{\tau}} + R.I_P.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

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

$$-\left(\frac{L}{R + r}\right).\frac{1}{\tau} + 1 = 0 \implies \frac{L}{(R + r).\tau} = 1 \implies L = (R + r).\tau \implies \boldsymbol{\tau = \frac{L}{R + r}}$$

3.2- باستغلال منحنى الشكل 2 :

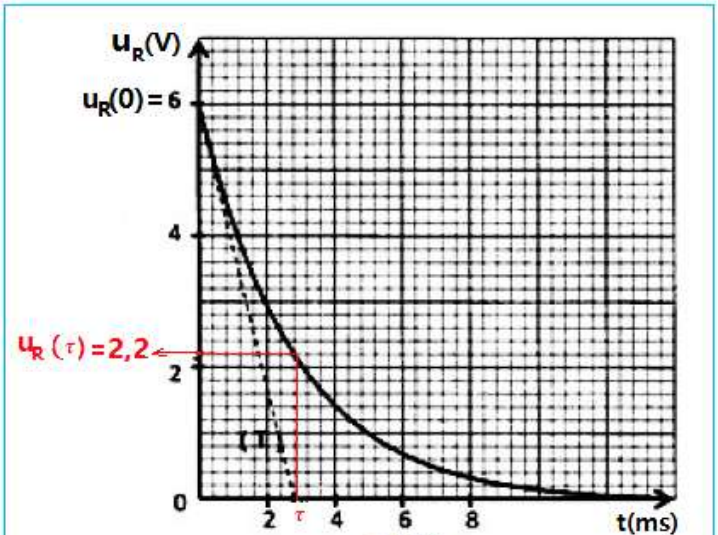
أ- إثبات قيمة مقاومة الوشيعة r :

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

نكتب : $u_R(0) = R.I_P = \frac{R.E}{R+r}$

$$(R+r).u_R(0) = R.E \Longrightarrow R + r = \frac{R.E}{u_R(0)} \Longrightarrow r = \frac{R.E}{u_R(0)} - R$$

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



الشكل 2

تطبيق عددي : لدينا حسب منحنى الشكل2 :

$$u_R(0) = 6V$$

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

$$\boldsymbol{r = 5\ \Omega}$$

ب- التحقق من قيمة L :

لدينا : $\tau = \frac{L}{R+r}$ أي :

$$\boldsymbol{L = \tau.(R+r)}$$

تطبيق عددي : حسب منحنى الشكل 2 قيمة ثابتة الزمن :

$$\tau = 2,8\ ms$$

$$L = 2,8.10^{-3} \times (60+5) \Longrightarrow L = 0,182\ H$$

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

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

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

لدينا عند اللحظة $t = \tau$:

$$\boldsymbol{\xi_m(\tau) = \frac{1}{2}.L.\left(\frac{u_{R(\tau)}}{R}\right)^2}$$

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

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

$$\boldsymbol{\xi_m(\tau) = 1,22.10^{-4}\ J}$$

الجزء الثاني : تضمين الوسع

1- إثبات تعبير التوتر $u_S(t)$:

لدينا :

$$u_S(t) = k.u_1(t).u_2(t)$$

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

$$u_S(t) = k.P_m.\cos(2\pi F_P.t).[U_0 + S_m.\cos(2\pi f_s.t)]$$

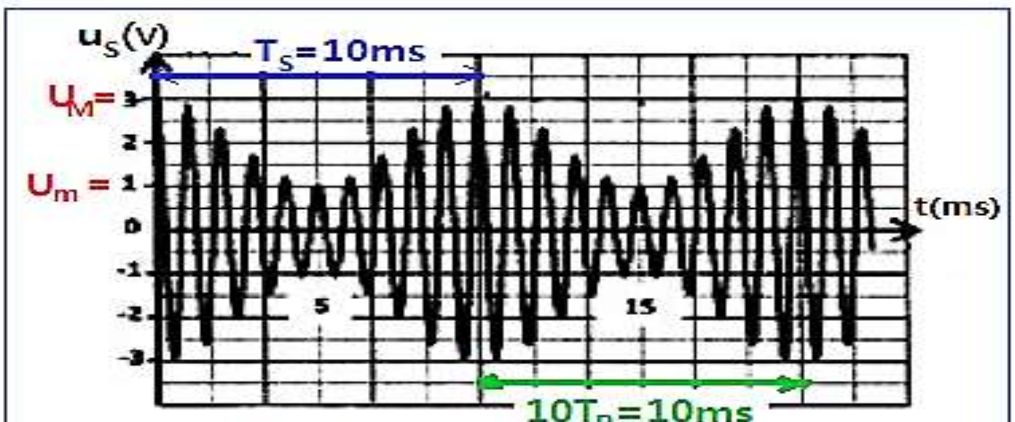
$$u_S(t) = k.P_m.U_0\left[1 + \frac{S_m}{U_0}.\cos(2\pi f_s.t)\right].\cos(2\pi F_P.t)$$

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

$$\boldsymbol{u_S(t) = A.[1 + m.\cos(2\pi f_s.t)].\cos(2\pi F_P.t)}$$

2- باستغلال منحنى الشكل 4 :

2.1- قيمة التردد F_P للتوتر الحامل :



الشكل 4

$$10T_P = 10ms \Rightarrow T_P = 1ms \Rightarrow F_P = \frac{1}{T_P} \Rightarrow F_P = \frac{1}{10^{-3}} \Rightarrow \boldsymbol{F_P = 1000\ Hz}$$

$$T_S = 10ms \Rightarrow f_S = \frac{1}{T_S} \Rightarrow f_S = \frac{1}{10.10^{-3}} \Rightarrow \boldsymbol{f_S = 100\ Hz}$$

2.2- تحديد نسبة التضمين m :

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

باستعمال مبيان الشكل 4 نجد :

$$u_M = 3V \quad et \quad U_m = 1V$$

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

استنتاج :

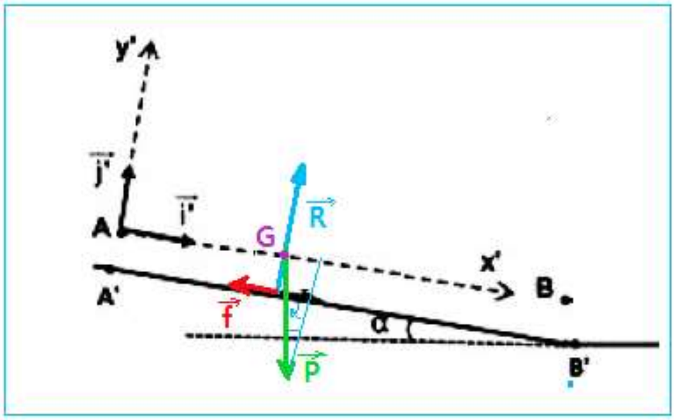
بما ان $m < 1$ فإن جودة التضمين جيدة.

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 : S={المتزلج ولوازمه}

جرد 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 :

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

مع :

$$\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$$

الإسقاط على المحور Ax' :

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

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

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

نستنتج المعادلة التفاضلية :

$$\boldsymbol{\frac{d\,v_G}{dt} = g.sin\alpha - \frac{f}{m}}$$

1.2- تحديد قيمة كل من b و c :

تحديد $\boldsymbol{b}$:

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $v_G\,(t) = b.t + c$ أي: $\frac{dv_G}{dt} = b$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

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

ت.ع :

$$b = 9{,}8 \times \sin(23°) - \frac{15}{65} \implies \boldsymbol{b \approx 3{,}6\ m.s^{-2}}$$

تحديد c باستعمال الشروط البدئية :

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

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $\mathrm{V}_G\ (0) = b \times 0 + c = 0 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{c = 0}$

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

حسب تعبير حل المعادلة التفاضلية :

$$\mathrm{V}_G\ (t) = b.t \ \Longrightarrow \mathrm{V}_G\ (t) = 3{,}6.t$$

عند الموضع B الحل يكتب :

$$\mathrm{V}_{GB} = 3{,}6.t_B \ \Longrightarrow \boldsymbol{t_B = \frac{\mathrm{V}_{GB}}{3,6}}$$

ت.ع :

$$\mathrm{V}_{GB} = 90km.h^{-1} = \frac{90 \times 10^3}{3600} = 25m.s^{-1}$$

$$t_B = \frac{25}{3{,}6} \Longrightarrow \boldsymbol{t_B = 6,94\ s}$$

1.4- إيجاد شدة القوة $\vec{R}$:

لدينا : $\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$ أي: $\boldsymbol{R = \sqrt{f^2 + R_N^2}}$

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

$$P_{y\prime} + R_{y\prime} = m.a_{Gy\prime}$$

$$-P.cos\alpha + R_N = 0 \ \Longrightarrow \ R_N = m.g.cos\alpha$$

$$\boldsymbol{R = \sqrt{f^2 + (m.g.cos\alpha)^2}} \ \Longrightarrow R = \sqrt{15^2 + [65 \times 9{,}8 \times \cos(23°)]^2} \ \Longrightarrow \boldsymbol{R = 586,55\ N}$$

2- دراسة الحركة على المستوى الأفقي

2.1- شدة قوة الاحتكاك f' :

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

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب :

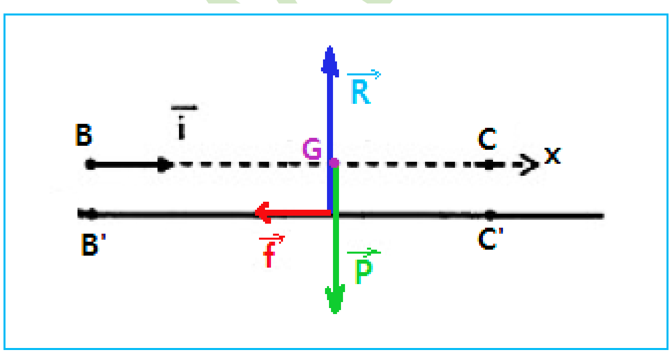
$$\vec{P} + \vec{R}' = m.\vec{a}'_G$$

الإسقاط على المحور Bx :

$$P_x + R_x = m.a_{Gx}$$

$$0 - f = m.a_x$$

$$\boldsymbol{f = -m.a_x}$$



ت.ع :

$$f = -65 \times (-3) \Longrightarrow \boldsymbol{f = 195\ N}$$

2.2- تحديد اللحظة t_C ، التي تتوقف عندها المجموعة :

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

$$V_x = a_x.t + V_0 \Longrightarrow V_x = a_x.t + V_B$$

عند النقطة C تتوقف المجموعة، تكتب معادلة السرعة :

$$V_C = a_x.t_C + V_B = 0 \Longrightarrow a_x.t_C = -V_B \Longrightarrow \boldsymbol{t_C = -\frac{V_B}{a_x}}$$

ت.ع : $t_C = -\frac{25}{(-3)} \Longrightarrow \boldsymbol{t_C = 8,33\ s}$

2.3- استنتاج المسافة BC :

المعادلة الزمنية لحركة G تكتب :

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

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

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

عند النقطة C المعادلة (2) تكتب :

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

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

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

$$\underbrace{E_{cC}}_{=0} - E_{cB} = \underbrace{W_{B\to C}(\vec{P})}_{=0} + W_{B\to C}(\vec{f}) + \underbrace{W_{B\to C}(\vec{R}_N)}_{=0} \Longrightarrow -\frac{1}{2}m.V_B^2 = -f.BC$$

$$BC = \frac{m.V_B^2}{2.f} \Longrightarrow BC = \frac{65 \times 25^2}{2 \times 195} \approx 104,2\ m$$

الجزء الثاني : دراسة طاقية لنواس اللي

1- تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس :

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

لدينا : $E_m = E_C + E_{pt}$

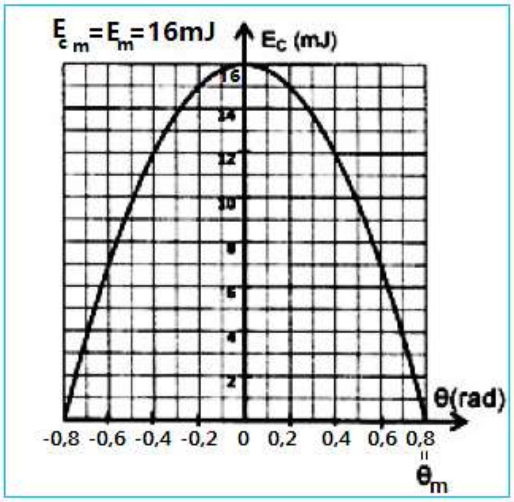
$$E_c = \frac{1}{2}.J_\Delta.\dot{\theta}^2$$

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

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

تعبير E_m هو :

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



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 تعبير E_m يكتب :

$$E_m = E_{pt\,max} = \frac{1}{2}C.{\theta_m}^2 \Longrightarrow C.{\theta_m}^2 = 2.E_m$$

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

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

و $E_m = E_{c\,max} = 16\,mJ$

ت.ع :

$$C = \frac{2 \times 16.10^{-3}}{(0,8)^2} \Longrightarrow C = 5.10^{-2}\,N.m.rad^{-1}$$

3- إيجاد J_Δ عزم القصور :

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

$$E_m = E_{c\,max} = \frac{1}{2}J_\Delta.{\dot{\theta}_m}^2 \Longrightarrow J_\Delta.{\dot{\theta}_m}^2 = 2E_m$$

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

ت.ع :

$$J_\Delta = \frac{2 \times 16.10^{-3}}{(2,31)^2} \Longrightarrow J_\Delta \approx 6.10^{-3}\,kg.m^2$$