

تصحيح الامتحان الوطني الموحد للبيكالوريا الدورة العادية 2008

الكيمياء (7تقط) : خاصيات حمض كربوكسيلي

1. تحديد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء

1.1. حساب C_0 تركيز المحلول S_0

تعبير تركيز المحلول S_0 هو كالتالي : $C_0 = \frac{n_0(RCOOH)}{V_0}$

تعبير كمية المادة هو : $n_0(RCOOH) = \frac{m_0(RCOOH)}{M(RCOOH)}$

نقوم بتعويض $n_0(RCOOH)$ بعبارتها فنجد : $C_0 = \frac{m_0(RCOOH)}{V_0 M(RCOOH)}$

أي أن : $C_0 = \frac{200.10^{-3}}{100.10^{-3} \times 206}$

ومنه فإن : $C_0 = 9,7.10^{-3} \text{ molL}^{-1}$

1.2.1. التحقق من أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود .
الجدول الوصفي لتفاعل الإيبوبروفين مع الماء.

معادلة التفاعل		$RCOOH_{(aq)} + H_2O(\ell) \rightleftharpoons RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	C_0V_0	وافر	0	0
حالة وسيطة	x	$C_0V_0 - x$	وافر	x	x
الحالة النهائية	x_f	$C_0V_0 - x_f$	وافر	x_f	x_f

التحقق من أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود :

نحسب τ نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل بحيث : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$

حسب الجدول الوصفي يتبين أن : $n(H_3O^+) = x_f$

نعلم أن : $[H_3O^+] = 10^{-PH}$

و : $\frac{x_f}{V_0} = 10^{-PH}$ أي $[H_3O^+] = \frac{n H_3O^+}{V_0}$

ومنه فإن : $x_f = V_0.10^{-PH}$

وحيث أن الماء يوجد بوفرة فإن الإيبوبروفين متفاعل محد ومنه التقدم الأقصى هو : $C_0V_0 = x_{\max}$

$$\tau = \frac{10^{-PH}}{C_0} \text{ وبالتالي فإن نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل هي :}$$

$$\tau = \frac{10^{-3,17}}{9,7 \cdot 10^{-3}} \text{ يعني أن :}$$

$$\tau = 0,07 \text{ أي أن :}$$

ونعلم أن $\tau < 1$ إذن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود.

1.2.2. تعبير خارج التفاعل Q_r

$$Q_r = \frac{[H_3O^+][RCOO^-]}{RCOOH} \text{ يعبر عن خارج التفاعل ، لتفاعل الإيبوبروفين مع الماء كما يلي :}$$

1.2.3. تعبير Q_r بدلالة τ و V_0 و x_{\max}

$$Q_r = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}[RCOO^-]_{\acute{e}q}}{RCOOH_{\acute{e}q}} \text{ خارج التفاعل عند التوازن يعبر عنه ب :}$$

حسب الجدول الوصفي فإن الحالة النهائية توافق حالة التوازن أي أن $x = x_{\acute{e}q}$.

وبما أن : $n_{RCOO^-} = n_{H_3O^+} = x_{\acute{e}q}$ فإن : $[RCOO^-]_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0}$ حيث :

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C_0}$$

$$\text{وبالتالي فإن : } [RCOO^-]_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} = \tau \cdot C_0$$

من خلال السطر الأخير في الجدول الوصفي يلاحظ أن : $n_{RCOOH} = C_0V_0 - x_{\acute{e}q}$

$$\text{إذن } RCOOH_{\acute{e}q} = C_0 - \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0} \text{ حيث : } [H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0} \text{ أي : } [H_3O^+]_{\acute{e}q} = C_0 - [RCOOH]_{\acute{e}q}$$

$$\text{وبالتالي : } RCOOH_{\acute{e}q} = C_0 - \tau C_0$$

$$\text{أي أن : } RCOOH_{\acute{e}q} = C_0(1 - \tau)$$

$$\text{إذن عبارة } Q_{r,\acute{e}q} \text{ تكتب كالتالي : } Q_{r,\acute{e}q} = \frac{\tau^2 C_0^2}{C_0(1 - \tau)}$$

$$\text{أي أن : } Q_{r,\acute{e}q} = \frac{\tau^2 C_0}{(1 - \tau)}$$

$$\text{وبما أن : } x_{\max} = C_0V_0$$

$$\text{فإن : } C_0 = \frac{x_{\max}}{V_0}$$

$$\text{نقوم بتعويض } C_0 \text{ بعبارتها فنجد } Q_{r,\acute{e}q} = \frac{x_{\max} \cdot \tau^2}{V_0(1 - \tau)}$$

1.2.4. استنتاج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس :

التفاعل المدروس : تفاعل الإيبوبروفين مع الماء.

$$\text{عند التوازن نجد : } K = Q_{r,\acute{e}q}$$

ومنه فإن : $K = \frac{x_{\max} \cdot \tau^2}{V_0(1-\tau)}$ حيث $x_{\max} = C_0 V_0$

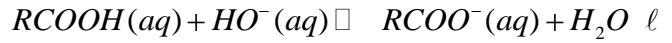
إذن : $K = \frac{C_0 \cdot V_0 \cdot \tau^2}{V_0(1-\tau)}$ أي أن : $K = \frac{C_0 \cdot \tau^2}{(1-\tau)}$

ومنه فإن : $K = \frac{9,7 \cdot 10^{-3} \times (0,07)^2}{-0,07}$

وبالتالي فإن : $K = 5 \cdot 10^{-5}$

2. التحقق من صحة المقدار المسجل على كيس الإيبوبروفين.

1.2 معادلة تفاعل الإيبوبروفين مع المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم.



2.2 تحديد كمية المادة البدئية لأيونات HO^- المتواجدة في الحجم V_B

نعلم أن : $n_i HO^- = C_B \cdot V_B$ إذن : $n_i HO^- = 1,8 \cdot 10^{-3} mol$

$n(HO^-) = 1,8 \cdot 10^{-3} mol$: $n_i(HO^-) = 3,0 \cdot 10^{-2} \cdot 60,0 \cdot 10^{-3}$
كمية المادة البدئية للحمض $RCOOH$ المذابة:

هي : $n_i(RCOOH) = \frac{m(RCOOH)}{M(RCOOH)}$

أي أن : $n_i(RCOOH) = 9,7 \cdot 10^{-4} mol$

وبالتالي فإن : $n_i(RCOOH) < n_i HO^-$

2.3.1. قيمة كمية مادة HO^- التي تفاعلت مع الحمض $RCOOH$.

تفاعل $n_i HO^-$ كمية مادة الأيونات HO^- مع الأيونات H_3O^+ : عند التكافؤ لدينا : $n_i HO^- = n(H_3O^+)$

$$n_i HO^- = C_A \cdot V_{AE}$$

$$n_i HO^- = 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 27,7 \cdot 10^{-3}$$

$$n_i HO^- = 2,77 \cdot 10^{-4} mol$$

كمية مادة الأيونات HO^- المتبقية في الحجم V_B : $n_2 HO^- = 3n_i HO^-$

$$n_2 HO^- = 8,31 \cdot 10^{-4} mol \quad \text{أي} \quad n_2 HO^- = 3 \times 2,77 \cdot 10^{-4}$$

كمية مادة أيونات HO^- المتفاعلة مع الحمض $RCOOH$ هي : $n HO^- = n_i HO^- - n_2 HO^-$

$$n HO^- = 1,8 \cdot 10^{-3} - 8,31 \cdot 10^{-4}$$

$$n HO^- = 9,7 \cdot 10^{-4} mol \quad \text{أي أن}$$

2.3.2. كتلة حمض الإيبوبروفين المتواجدة في الكيس

حسب السؤال (2.3.1) فإن : $n(RCOOH) = n HO^- = 9,7 \cdot 10^{-4} mol$

$$n_i(RCOOH) = \frac{m}{M(RCOOH)} \quad \text{بما أن}$$

$$m = n(RCOOH) \cdot M(RCOOH) \quad \text{فإن}$$

$$m = 9,7 \cdot 10^{-4} \cdot 206$$

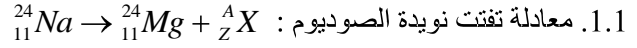
$$\text{أي أن} \quad m = 0,1998g$$

$$\text{إذن} \quad m \approx 200mg$$

الفيزياء

التمرين 1 : التحولات النووية - تطبيقات في مجال الطب

1. تفتت نواة الكربون



نطبق قانوني سودي للإنحفاظ

- قانون انحفاظ العدد الإجمالي للنويات $A = 0$

- قانون انحفاظ عدد الشحنة $Z = 11 + 12$ ومنه فإن $Z = -1$

لدينا رمز الدقيقة المنبعثة هو ${}_{-1}^0X$ إذن هذا يوافق انبعاث إلكترون يسمى إشعاع β^-

1.2. حساب ثابتة النشاط الإشعاعي λ لهذه النويدة :

$$\text{نعلم أن : } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \text{ إذن : } \lambda = \frac{\ln 2}{15 \times 3600}$$

$$\text{ومنه فإن : } \lambda = 1,28 \cdot 10^{-5}$$

2.1. تحديد كمية مادة الصوديوم n_1 المتبقي في دم الشخص المصاب عند $t_1 = 3h$

- عند اللحظة $t_0 = 0$: كمية مادة الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ هي $n_0 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} = C_0 \cdot V_0$

- عند اللحظة $t_0 = 0$: عدد النويدات هي $N_0 = n_0 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} \cdot N_A$

$$\text{نعوض : } n_0 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} = C_0 V_0 \cdot N_A \text{ فنجد : } N_0 = C_0 V_0 \cdot N_A$$

- عند اللحظة $t_1 = 3h$: عدد النويدات هي $N_1 = n_1 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} \cdot N_A$

عند اللحظة t_1 : بتطبيق قانون التناقص الإشعاعي نكتب : $N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}$

$$n_1 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} \cdot N_A = C_0 V_0 \cdot N_A e^{-\lambda t_1} \text{ إذن : } n_1 = C_0 V_0 e^{-\lambda t_1} \cdot \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$n_1 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} = 4,35 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \quad \text{أي أن : } n_1 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} = 10^{-3} \cdot 5,10^{-3} e^{-\frac{\ln 2}{15} \cdot 3}$$

1.1. نشاط العينة عند اللحظة t_1

$$\text{بما أن : } a_1 = \lambda N_1 \text{ و } a_1 = \lambda n_1 \cdot {}_{11}^{24}\text{Na} \cdot N_A$$

$$\text{أي أن : } a_1 = 1,28 \cdot 10^{-5} \times 4,35 \cdot 10^{-6} \times 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$\text{إذن : } a_1 = 3,35 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$$

2.1. حساب V_p حجم الدم المفقود من جسم الإنسان المصاب.

نعتبر V_1' الحجم المتبقي في جسم الإنسان المصاب و V_1 : حجم الدم الموجود في الإنسان العادي

نعلم أن حجم الدم الموجود في الإنسان العادي هو $5L$

$$\text{إذن : } V_1 = 5L \text{ مع : } V_1' = V_1 - V_p$$

نعلم أن الصوديوم موزع في دم الإنسان المصاب بكيفية منتظمة

$$\text{إذن تركيز نويدات الصوديوم في دم الإنسان عند اللحظة } t_1 \text{ تكون هي : } C_1 = \frac{n_2}{V_2} = \frac{n_1}{V_1}$$

$$\text{أي : } \frac{n_2}{V_2} = \frac{n_1}{V_1 - V_p} \text{ يعني أن } n_2 = n_1 \cdot V_2 / (V_1 - V_p)$$

أي أن : $-n_2V_p = n_1V_2 - n_2V_1$ يعني أن $n_2V_1.n_2V_p = n_1.V$

يعني : $n_2V_p = n_2V_1 - n_1V_2$: يعني $V_p = \frac{n_2V_1 - n_1V_2}{n_2}$

ومنه فإن : $V_p = \frac{5 \times 2,1 \cdot 10^{-9} - 4,35 \times 2,1 \cdot 10^{-3} \times 10^{-6}}{2,1 \cdot 10^{-9}}$

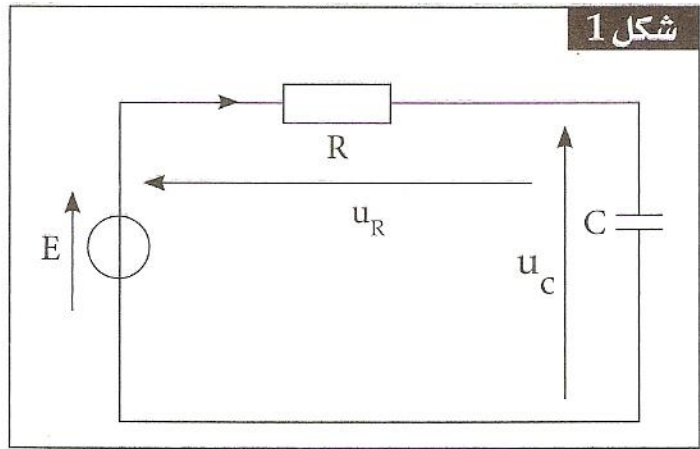
يعني : $V_p = 0,857L$

أي أن : $V_p = 857mL$

التمرين 2 : الكهرباء - استعمالات مكثف

1. الجزء 1 : شحن مكثف

1.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$



نطبق قانون إضافية التوترات : $E = u_R + u_c$

وبتطبيق قانون أوم بالنسبة للموصل الأومي نكتب : $u_R = R.i$

بما أن : $i = \frac{dq}{dt}$ و $q = C.u_c$ فإن : $i = C \frac{du_c}{dt}$ وبالتالي فإن : $u_R = RC \frac{du_c}{dt}$

نعوض u_R بعبارتها فنجد : $E = RC \frac{du_c}{dt} + u_c$

المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$ هي : $\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = \frac{E}{RC}$

1.2. التحقق من أن التعبير $u_c(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ حل المعادلة التفاضلية

نعوض : $u_c(t)$ بعبارتها في المعادلة التفاضلية فنجد :

$$\frac{d}{dt} [E(1 - e^{-t/\tau})] + \frac{E}{RC} e^{-t/\tau} = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC} e^{-t/\tau} = \frac{E}{RC}$$

$$\left(\frac{E}{\tau} - \frac{E}{RC} \right) e^{-t/\tau} + \frac{E}{RC} = \frac{E}{RC}$$

$$\left(\frac{E}{\tau} - \frac{E}{RC} \right) e^{-t/\tau} = 0 \quad \text{وبالتالي فإن :}$$

إذن : $u_c(t)$ حل للمعادلة التفاضلية ، بحيث $\left(\frac{E}{\tau} - \frac{E}{RC}\right) = 0$ بالنسبة للمتغير $t \geq 0$
 1.3. تحديد تعبير τ وإيجاد أبعادها :

حسب السؤال (1.2) لدينا : $-\frac{E}{RC} = \frac{E}{RC}$ إذن : $\tau = RC$

إيجاد بعد τ : لأجل ذلك نقوم بتحديد بعد R و C :
بعد R :

لدينا : $U = RI$ و حسب معادلة الأبعاد نكتب : $U = R \cdot I$
 أي أن : $R = \frac{U}{I}$

بعد C :

لدينا $U = \frac{q}{C}$ و $q = It$

إذن : $U = \frac{I \cdot t}{C}$

ومنه : $U = \frac{I \cdot t}{C}$ و حسب معادلة الأبعاد نكتب $C = \frac{I \cdot t}{U}$

بعد τ هو إذن : $\tau = R \cdot C$

أي أن : $\tau = \frac{I}{I} \times \frac{I \cdot t}{U} = t$

ومنه فإن : $\tau = t$

وبالتالي نستنتج أن للثابتة τ بعدا زمنيا

1.4. التعيين المبياني للثابتة τ والتحقق من أن قيمة C هي $C = 100\mu F$

- مبيانيا : ثابتة الزمن τ تساوي قيمة أفصول نقطة تقاطع المماس للمنحنى $u_c(t)$ عند اللحظة $t = 0$ والمقارب

$u_c = E$ أو $u_c = 12V$

نجد إذن : $\tau = 1s$

- التحقق من قيمة السعة C :

بما أن : $\tau = RC$

فإن : $C = \frac{\tau}{R}$

يعني أن : $C = \frac{1}{10 \cdot 10^3}$

أي أن : $C = 10^{-4} F$ أو $C = 100\mu F$

1.5. حساب الطاقة الكهربائية التي يخترنها المكثف في النظام الدائم.

تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف : $E_e = \frac{1}{2} C U_c^2$

في النظام الدائم : $u_c = E$ حيث $E = 12V$

وبالتالي فإن : $E_e = \frac{1}{2} C E^2$

ومنه : $E_e = \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \cdot (12)^2$

أي أن : $E_e = 7,2 \cdot 10^{-3} J$

2. الجزء II : تفريغ مكثف

2.1. قيمة r مقاومة مصباح وامض آلة التصوير

$$\text{بما أن : } u_C = 360e^{-t/\tau'} \quad \text{و} \quad \ln \frac{u_C}{360} = -\frac{t}{\tau'}$$

$$\text{فإن : } \tau' = \frac{t}{\ln \frac{u_C}{360}}$$

$$\text{وبما أن : } \tau' = r \cdot \Omega$$

$$\text{فإن : } r = -\frac{t}{C \ln \frac{u_C}{360}}$$

$$r = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-4} \ln \frac{132,45}{360}} \quad \text{يعني أن :}$$

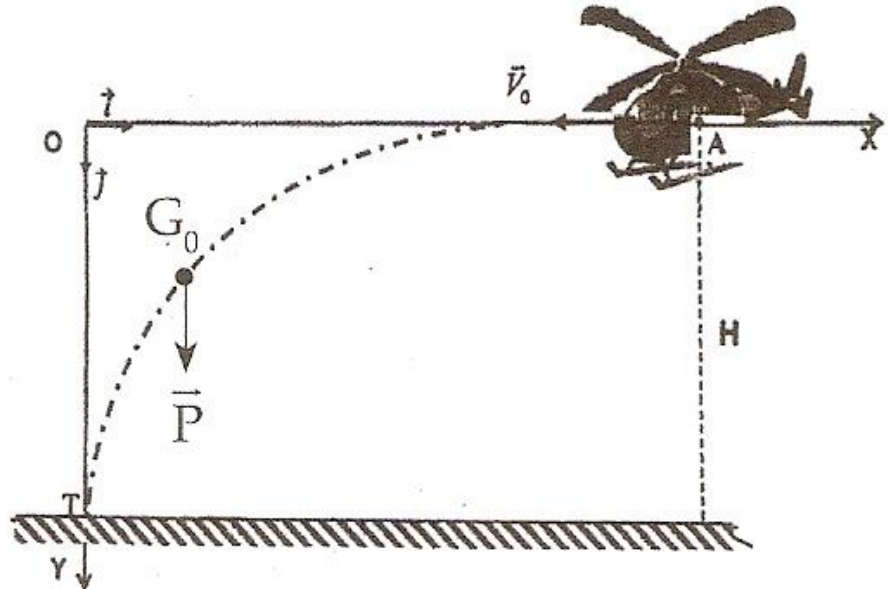
$$r = 20 \Omega \quad \text{أي أن :}$$

2.2. اختيار المقاومة الملائمة ليكون تفريغ المكثف أسرع لكي يكونه تفريغ المكثف أسرع نختار قيمة أصغر لأن مدة التفريغ هي المدة اللازمة للمرور من النظام الانتقالي إلى النظام الدائم وتساوي تقريبا $5\tau'$ أي $5rC$
إذن كلما كانت قيمة r أصغر كلما كانت مدة التفريغ أسرع.

التمرين 3 : الميكانيك : دراسة سقوط جسم صلب في مجال الثقالة المنتظم

1. الجزء I : دراسة السقوط الحر

1.1. إيجاد المعادلتين الزميتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة G_0 في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$



المجموعة المدروسة : الصندوق

جهد القوى :

\vec{P} وزن الصندوق

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

$$\begin{aligned}\vec{P} &= m\vec{a}_G && \text{يعني أن :} \\ m\vec{g} &= m\vec{a}_G && \text{يعني أن :} \\ \vec{a}_G &= \vec{g} && \text{أي أن :}\end{aligned}$$

على المحور (O, \vec{i}) :

$$a_x = g_x \text{ نكتب}$$

$$\text{بما أن : } g_x = 0 \text{ فإن } a_x = 0$$

$$\text{بما أن : } \frac{dV_x}{dt} = a_x \text{ فإن } \frac{dV_x}{dt} = 0$$

$$\text{بالتكامل نجد } V_x = C_1$$

$$\text{لدينا : } V_x = -V_0 \text{ عند اللحظة } t = 0$$

$$\text{إذن : } C_1 = -V_0$$

$$\text{لدينا } \frac{dx}{dt} = -V_0$$

$$\text{بالتكامل نجد } x = -V_0 t + C_2$$

$$\text{لدينا } x(t=0) = x_A \text{ عند } t = 0 \text{ أي : } C_2 = x_A$$

$$\text{إذن : المعادلة الزمنية للحركة على المحور } (O, \vec{i}) \text{ : } x(t) = -V_0 t + x_A$$

$$\text{أو : } x(t) = -50t + 450 \text{ (m)}$$

على المحور (O, \vec{j})

$$\text{نكتب : } a_y = g_y \text{ وبما أن } g_y = g \text{ فإن } a_y = g$$

$$\text{لدينا : } \frac{dV_y}{dt} = a_y$$

$$\text{يعني أن : } \frac{dV_y}{dt} = g \text{ و بالتكامل نجد } V_y = gt + C_3$$

$$\text{لدينا } V_y(t=0) = C_3 \text{ عند } t = 0 \text{ مع } V_y(t=0) = C_3$$

$$\text{وبالتالي فإن : } C_3 = 0$$

$$\text{إذن : } V_y = gt$$

$$\text{لدينا } \frac{dy}{dt} = gt \text{ أي } \frac{dy}{dt} = gt \text{ بالتكامل نجد } y = 1/2 gt^2 + C_4$$

$$\text{عند } t = 0 \text{ لدينا } y(t=0) = y_A = 0$$

$$\text{إذن : } C_4 = 0$$

$$\text{إذن المعادلة الزمنية للحركة على المحور } (O, \vec{j}) \text{ : } y = \frac{1}{2} gt^2$$

$$y = 5t^2$$

1.2. تحديد لحظة ارتطام الصندوق بسطح الأرض.

ارتطام الصندوق بسطح الأرض يحقق : $y_T = H$

$$t = 9s \quad t = \sqrt{\frac{405}{5}}$$

1.3. إيجاد معادلة مسار حركة G_0 :

لإيجاد معادلة مسار حركة G_0 نقوم بإقصاء الزمن من المعادلتين الزمنتين للحركة $x(t)$ و $y(t)$:

$$\text{بما أن : } x(t) = -50t + 450$$

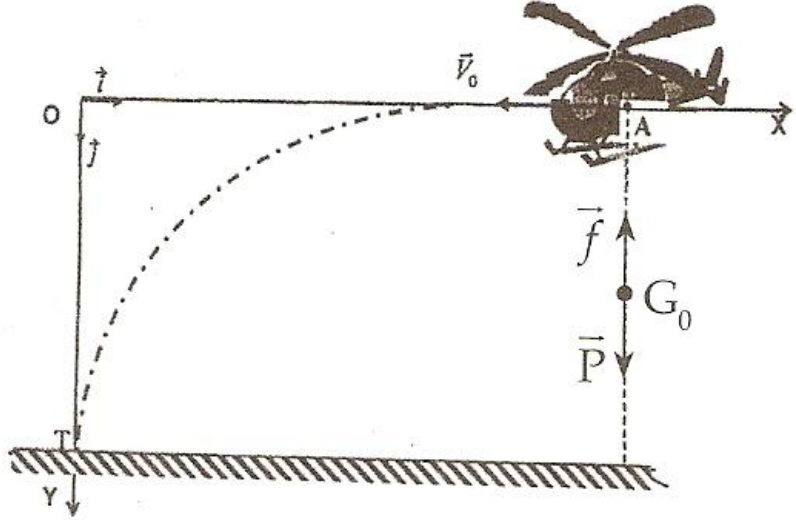
$$t = \frac{x(t) - 450}{-50} \quad \text{فإن}$$

$$y = 5 \left(\frac{x(t) - 450}{-50} \right)^2 = 5 \left(\frac{x^2 + 202500 - 900x}{2500} \right) \quad \text{بتعويض } t \text{ بعبارتها في } y(t) \text{ نكتب:}$$

$$y = 2.10^{-3} x^2 - 1,8x + 405 \quad (m) \quad \text{أي أن:}$$

2. الجزء II : دراسة السقوط باحتكاك

1.2. إيجاد المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة G_1 مركز قصور المجموعة في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$



المجموعة المدروسة : الصندوق والمظلة

جهد القوى : \vec{P} وزن المجموعة

\vec{f} : تأثير قوى الاحتكاك المطبقة من طرف الهواء

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$$

$$\vec{P} + \vec{f} = m \vec{a}_G \quad \text{حيث : } \vec{a}_G = \frac{dv}{dt} \quad \text{و } \vec{f} = -100\vec{v} \quad \text{و } \vec{P} = m\vec{g}$$

$$m\vec{g} - 100\vec{v} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{وبالتالي فإن :}$$

$$m\vec{g} \cdot \vec{j} - 100\vec{v} \cdot \vec{j} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \vec{j}$$

$$mg - 100v = m \frac{dv}{dt} \quad \text{يعني أن :}$$

$$1500 - 100v = 150 \frac{dv}{dt} \quad \text{أي أن :}$$

$$\frac{dv}{dt} = 10 - \frac{2}{3}v \quad \text{هي : } R(O, \vec{i}, \vec{j}) \text{ المعلم في المجموعة في المعلم } G_1 \text{ مركز قصور المجموعة في المعلم } R(O, \vec{i}, \vec{j})$$

2.2. تحديد السرعة الحدية V_{lim} والزمن المميز τ للسقوط :

مبيانيا نجد : السرعة الحدية هي السرعة التي تنتقل بها المجموعة في النظام الدائم $V_{lim} = 15.m.s^{-1}$

طريقة أخرى : في النظام الدائم $v = cte$

$$\frac{dv}{dt} = 0 : \text{إذن}$$

الزمن المميز τ للسقوط يساوي قيمة أفصول نقطة تقاطع مماس المنحنى $V = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ والمقارب $v = V_{\lim}$ أو المقارب $v = 15m.s^{-1}$.

$$\tau = 1,5s \text{ مبيانيا نجد}$$

2.3. إعطاء قيمة تقريبية لمدة النظام البدني

القيمة التقريبية لمدة النظام البدني هي 5τ أي $7,5s$

2.4. تحديد قيمتي السرعة V_4 والتسارع a_4 باعتماد طريقة أولير حسب المعادلة التفاضلية نكتب:

$$\frac{dv_i}{dt} = 10 - \frac{2}{3}v_i \quad \text{أو} \quad a_i = 10 - \frac{2}{3}v_i$$

$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} : \text{عند اللحظة } t_i \text{ التسارع هو}$$

Δt تسمى خطوة الحل .

$$\Delta t = 0,1s \text{ انطلاقا من الجدول}$$

$$v_{i+1} = v_i + a_i \Delta t : \text{ومنه فإن : العلاقة السابقة تصبح}$$

$$t_3 = 0,3s \text{ لدينا : عند اللحظة } v_4 = v_3 + a_3 \Delta t$$

$$\text{من الجدول لدينا : } v_3 = 2,80m.s^{-1} \text{ و } a_3 = 8,12m.s^{-2}$$

$$\text{وبالتالي فإن : } v_3 = 2,80 + 8,12 \times 0,1 \text{ ومنه نجد : } v_4 \approx 3,61m.s^{-1}$$

$$\text{حسب المعادلة التفاضلية لدينا : } a_4 = 10 - \frac{2}{3}v_4$$

$$\text{أي أن : } a_4 = 10 - \frac{2}{3}.3,61$$

$$\text{وبالتالي فإن : } v_4 \approx 7,59m.s^{-2}$$