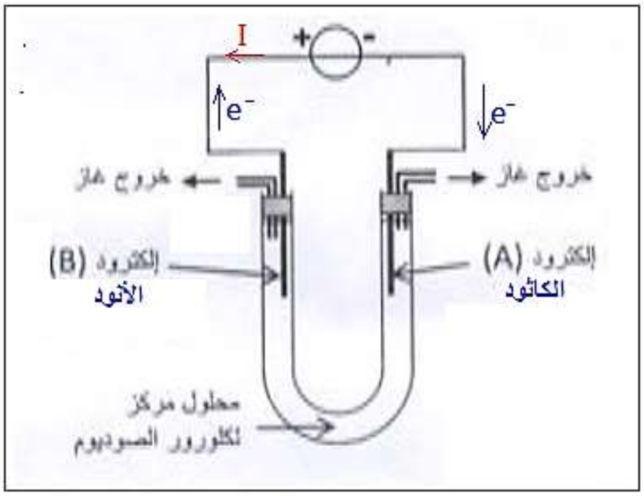
تصحيح الامتحان الوطني للفيزياء 2015 الدورة العادية
مسلك العلوم الفيزيائية

التمرين الأول

الجزء الأول : التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم



1-حسب تبيانة التركيب التجريبي منحى مرور الالكترونات عكس منحى التيار الكهربائي حيث تنتقل الإلكترونات من الإلكترود B نحو الإلكترود A (أنظر الشكل جانبه)

الإلكترود A يمثل الكاثود يحدث على مستواه اختزال (أي اكتساب é) .

الإلكترود B يمثل الانود تحدث على مستواه أكسدة (اي فقدان é) .

2-بجوار الكاثود يحدث اختزال جزيئة الماء:

$$2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)} + 2HO^-_{(aq)}$$

بجوار الأنود تحدث أكسدة أيون الكلورور Cl^- :

$$2Cl^-_{(aq)} \rightleftarrows Cl_{2(g)} + 2e^-$$

المعادلة الحصيلة :

$$2Cl^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightleftarrows Cl_{2(g)} + H_2 + 2HO^-_{(aq)}$$

3-حساب حجم غاز الكلور المتكون عند الانود :

من خلال نصف المعادلة :

$$2Cl^-_{(aq)} \rightleftarrows Cl_{2(g)} + 2e^-$$

لدينا:

$$n(Cl_2) = \frac{n(e^-)}{2}$$

نعلم أن:

$$\left\| \begin{array}{l} n(Cl_2) = \dfrac{V(Cl_2)}{V_m} \\ n(e^-) = \dfrac{Q}{F} = \dfrac{I\Delta t}{F} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V(Cl_2)}{V_m} = \frac{I\Delta t}{2F} \Rightarrow V(Cl_2) = \frac{I\Delta t.V_m}{2F}$$

ت.ع :

$$V(Cl_2) = \frac{3 \times 25 \times 60 \times 25}{2 \times 9{,}65.10^4} \approx 0{,}58\ L$$

الجزء الثاني : دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع الإيثانول

1-دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

1.1-الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل :

المعادلة الكيميائية		$C_6H_5COOH_{(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$ ⇄	$C_6H_5COO^-_{(aq)}$	$H_3O^+_{(aq)}$
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	CV	وفير	0	0
حالة التحول	x	$C.V - x$	وفير	x	x
الحالة النهائية	$x_{éq}$	$C.V - x_{éq}$	وفير	$x_{éq}$	$x_{éq}$

تعبيرنسبة التقدم :

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$$

المتفاعل المحد هو الحمض : $C.V - x_{max} = 0 \ \Rightarrow x_{max} = C.V$

حسب تعريف الموصلية :

$$\sigma = \lambda_{C_6H_5COO^-}[C_6H_5COO^-]_{éq} + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+]_{éq}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$\sigma \ = \lambda_{C_6H_5COO^-}[H_3O^+]_{éq} \ + \ \lambda_{(H_3O^+)}[H_3O^+]_{éq} \ \Leftarrow \ \ [A^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V}$$

$$x_{éq} = \frac{\sigma.V}{\lambda_{C_6H_5COO^-} \ + \ \lambda_{(H_3O^+)}} \ \Leftarrow \ \ \sigma \ = (\lambda_{C_6H_5COO^-} \ + \ \lambda_{(H_3O^+)})\frac{x_{éq}}{V}$$

نسبة التقدم :

$$\tau = \frac{\sigma.V}{(\lambda_{C_6H_5COO^-} \ + \ \lambda_{(H_3O^+)}).C.V} = \frac{\sigma}{(\lambda_{C_6H_5COO^-} \ + \ \lambda_{(H_3O^+)}).C}$$

ت.ع :

$$\tau = \frac{2,76.10^{-2}}{(3,23.10^{-3} + 35.10^{-3}) \times 10} \Longrightarrow \tau = 0,072$$

1.2- تعبير خارج التفاعل عند التوازن :

$$Q_{r,éq} = \frac{[A^-]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}{[AH]_{éq}}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$\begin{cases}[A^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} \\ [AH]_{éq} = \dfrac{C.V - x_{éq}}{V} = C - \dfrac{x_{éq}}{V}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}[A^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} \\ [AH]_{éq} = C - [H_3O^+]_{éq}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}[A^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = c.\tau \\ [AH]_{éq} = C - 10^{-pH} = C - C.\tau\end{cases}$$

$$Q_{r,éq} = \frac{\left([H_3O^+]_{éq}\right)^2}{C - [H_3O^+]_{éq}} = \frac{(C.\tau)^2}{C - C.\tau} \Longrightarrow Q_{r,éq} = \frac{C.\tau^2}{1-\tau}$$

1.3- استنتاج قيمة pK_A

لدينا : $Q_{r,éq} = K_A$ و $pK_A = -logK_A$

$$pK_A = -log\frac{C.\tau^2}{1-\tau}$$

$$pK_A = -log\left(\frac{10.10^{-3} \times 0{,}072}{1 - 0{,}072}\right) \approx 4{,}25$$

2-دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول

2.1-دور حمض الكبريتيك (الحفاز) تسريع التفاعل .

2.2-معادلة التفاعل بين حمض البنزويك والإيثانول :

$$C_6H_5 - COOH + CH_3 - CH_2 - OH \rightleftarrows C_6H_5 - COO - CH_2 - CH_3 + H_2O$$

2.3-تحديد مردود التفاعل :

حسب تعريف المدود :

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{max}} = \frac{n_e}{x_{max}}$$

حسب الجدول الوصفي :

المعادلة الكيميائية		$C_6H_5 - COOH + CH_3 - CH_2 - OH \rightleftarrows C_6H_5 - COO - CH_2 - CH_3 + H_2O$			
حالة المجموعة	التقدم	كميـــــــــــات المـــــــــــادة ب $(mmol)$			
الحالة البدئية	0	$n_0(ac)$	$n_0(al)$	0	0
الحالة الوسيطية	x	$n_0(ac) - x$	$n_0(al) - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$n_0(ac) - x_f$	$n_0(al) - x_f$	x_f	x_f

$$n_0(ac) = \frac{m_{ac}}{M(C_6H_5COOH)} = \frac{2{,}44}{122} = 0{,}02\ mol$$

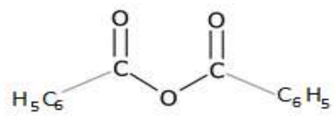
$$n_0(al) = \frac{m_{al}}{M(C_2H_5OH)} = \frac{\rho.V}{M(C_2H_5OH)} = \frac{0{,}78 \times 10}{46} = 0{,}17\ mol$$

المتفاعل المحد هو حمض البنزويك والتقدم الاقصى $x_{max} = 0{,}02\ mol$

$$n_{est} = \frac{m_e}{M(C_6H_5COOC_2H_5)} = \frac{2{,}25}{150} = 0{,}015\ mol$$

$$r = \frac{n_{est}}{x_{max}} = \frac{0{,}015}{0{,}02} = 0{,}75 \Rightarrow r = 75\%$$

2.4-للرفع من مردود التفاعل نعوض حمض البنزويك بأندريد البنزويك صيغته نصف المنشورة هي :



التمرين الثاني : الموجات و التحولات النووية

تعليل اجوبة هذا التمرين ليس مطلوبا

الموجات

1-التأخر الزمني τ هو $\tau = 1\mu s$

التعليل ليس مطلوبا

لدينا :

$$\tau = \frac{0{,}2\mu s}{div} \times 5div = 1{,}0\ \mu s$$

2-معامل انكسار الوسط الشفاف n هو $n \approx 1{,}6$

التعليل

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3.10^8}{1{,}87.10^8} \approx 1{,}6$$

3-طاقة فوتون هذا الإشعاع هو $E \approx 3{,}75.10^{-19}\ J$

التعليل

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{6{,}63.10^{-34} \times 3.10^8}{530.10^{-9}} \approx 3{,}75.10^{-19}\ J$$

التحولات النووية

4-نواة البزموت الناتجة عن تفتت النواة $^{211}_{83}At$ رمزها هو $^{207}_{83}Bi$.

التعليل باستعمال قانونا صودي نحصل على معادلة التفتت التالية :

$$^{211}_{85}At \rightleftarrows {}^{207}_{83}Bi + {}^{4}_{2}He$$

5-عمر النصف للاسيتات 211 يساوي : $t_{1/2} \approx 7{,}17\ h$

التعليل

قانون التناقص الاشعاعي : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ أي: $logN = logN_0 - \lambda t$

$$LogN = logN_0 - \frac{ln2}{t_{1/2}}t$$

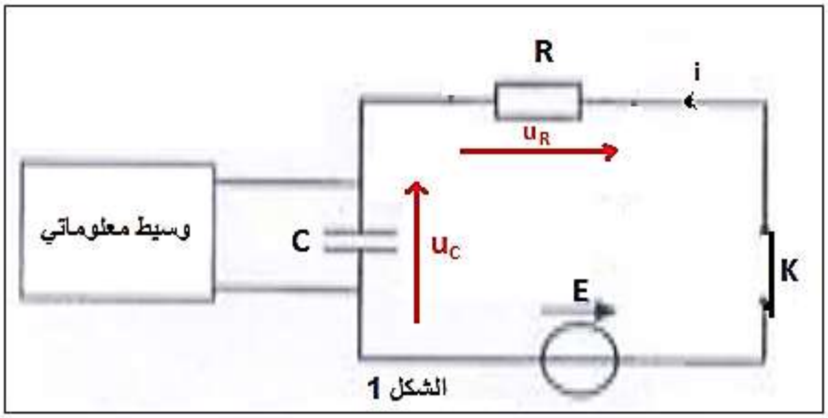
المعامل الموجه للدالة التآلفية $LogN = f(t)$ هو $K = \frac{37{,}65-37{,}94}{3-0} = -\frac{ln2}{t_{1/2}}$

$$t_{1/2} = \frac{3ln2}{37,94 - 37,65} \approx 7,17\ h$$

التمرين الثالث : الكهرباء

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب $\boldsymbol{RC}$ خاضع لرتبة توتر صاعدة

1.1-تمثيل التوترين u_C و u_R في اصطلاح مستقبل



1.2-إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C :

حسب قانون إضافية التوترات : $u_R + u_C = E$

$$Ri + u_C = E$$

مع: $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$

$$RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

المعادلة التفاضلية تكتب : $\tau\frac{du_C}{dt} + u_C = E$

مع $\tau = RC$

3-1.3تعبير كل من A و B :

لدينا :

$$\begin{cases} u_C = A + Be^{-t/RC} \\ \frac{du_C}{dt} = -\frac{B}{RC}e^{-t/RC} \end{cases}$$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-RC\frac{B}{RC}e^{-t/RC} + A + Be^{-t/RC} = E$$

$$\Rightarrow A - E + Be^{-t/\tau}(1-1) = 0$$

$$\Rightarrow A = E$$

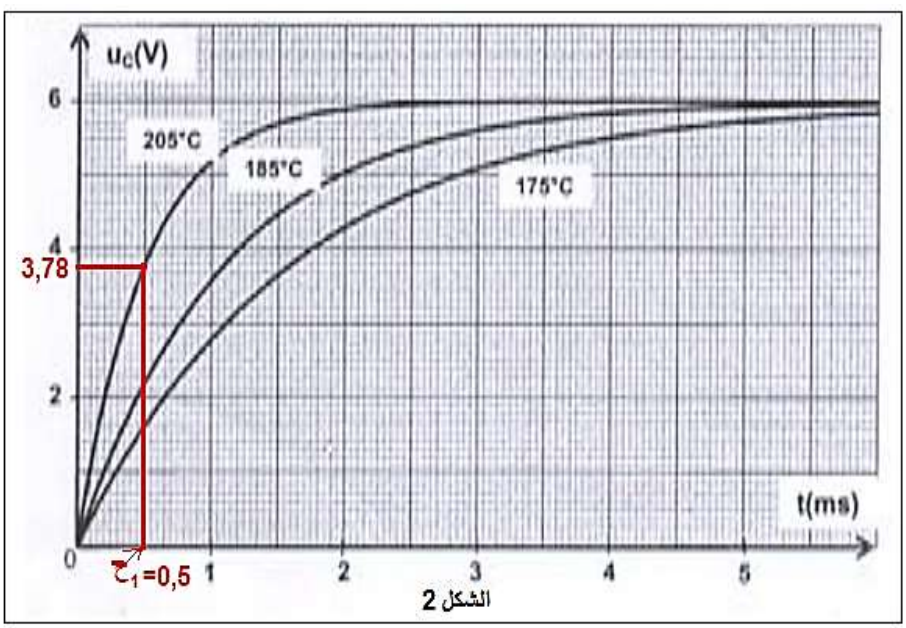
حسب الشروط البدئية :

$$u_C(0) = A + B = 0 \Rightarrow B = -A \Rightarrow$$

$$B = -E$$

حل المعادلة التفاضلية يكتب :

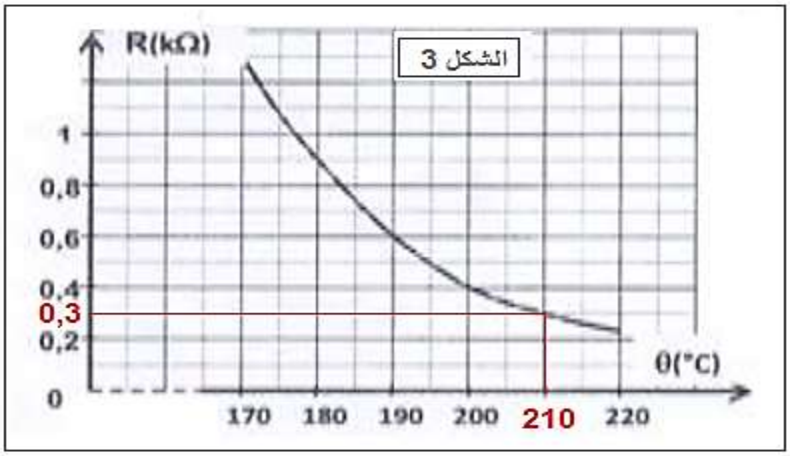
$$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$$



1.4-تحديد ثابتة الزمن τ_1 عند درجة الحرارة 205°C :

عند اللحظة $t = \tau$ نكتب : $u_C(\tau) = E(1-e^{-1}) = 6(1-e^{-1}) = 3{,}79V$

مبيانيا (أنظر الشكل 2) نجد : $\tau_1 = 0{,}5\ ms$



كلما ارتفعت درجة الحرارة θ ، كلما تناقصت قيمة τ وبالتالي تناقصت مدة الشحن .

1.5-تحديد درجة الحرارة θ_2 :

تحديد مقاومة المجس الحراري R_2 الموافق لقيمة τ_2

حيث : $\tau_2 = R_2.C$ أي: $R_2 = \frac{\tau_2}{C}$

$$R_2 = \frac{0{,}45.10^{-3}}{1{,}5.10^{-6}} = 300\Omega = 0{,}3\ k\Omega$$

باستعمال مبيان الشكل 3 نجد : $\theta_2 = 210\ °C$

الجزء الثاني : دراسة تضمين الوسع

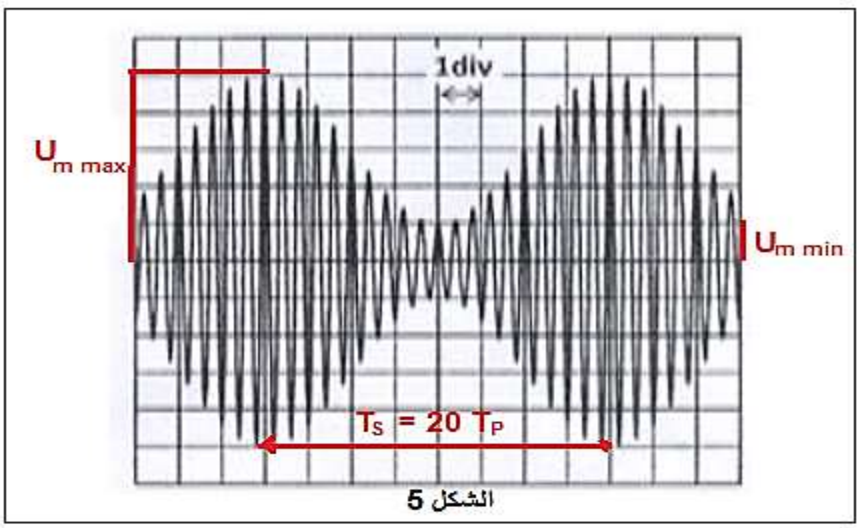
2.1-إثبات تعبير وسع التوتر المضمَّن الوسع $U_s(t)$

لدينا :

$$U_s(t) = k.u_1(t).u_2(t) \Rightarrow U_S(t) = k[U_0 + U_{m1}\cos(2\pi ft)]U_{m2}\cos(2\pi Ft)$$

$$U_S(t) = k.U_0.U_{m2}\left[1 + \frac{U_{m1}}{U_0}\cos(2\pi ft)\right]\cos(2\pi Ft)$$

نضع : $A = k.U_0.U_{m2}$ و $m = \frac{U_{m1}}{U_0}$



2.2-تحديد التردد f و F :

حسب الشكل الدور T_s يساوي : $T_s = 8div \times 0{,}5\ ms.div^{-1}$

التردد f : $f = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{8\times0{,}5\times10^{-3}}$

$f = 250\ Hz$

الدور T_P يساوي : $T_S = 20\ T_P$

التردد F : $\frac{1}{f} = 20 \times \frac{1}{F}$ أي:

$$F = 20f = 20 \times 250 = 5.10^4\ Hz$$

$$F = 50\ kHz$$

2.3-حساب نسبة التضمين m :

$$m = \frac{U_{m\,max} - U_{m\,min}}{U_{m\,max} + U_{m\,min}}$$

حسب الشكل 5:

$$\begin{cases} U_{m\,min} = 1\,V/div \times 1div = 1V \\ U_{m\,min} = 1\,V/div \times 5div = 5V \end{cases} \Rightarrow m = \frac{5-1}{5+1} = 0{,}67$$

بما أن $m < 1$ ، فإن التضمين جيد .

التمرين الرابع : الميكانيك

الجزء الاول : دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم

1-المعادلتين الزمنيتين $\boldsymbol{x(t)}$ و $\boldsymbol{y(t)}$

المجموعة المدروسة : $\{$كرة الغولف$\}$

تخضع الكرة لقوة وحيدة $\vec{P}$

باعتبار المعلم $(0\,,\vec{\imath}\,,\vec{\jmath}\,)$ المرتبط بالأرض غاليليا ، نطبق القانون الثاني لنيوتن نكتب : $m\vec{a}_G = \vec{P}$

أي: $m\vec{a}_G = m\vec{g}$ وبالتالي : $\vec{a}_G = \vec{g}$

حسب الشروط البدئية :

$$\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \begin{cases} V_{0x} = v_0 cos\theta \\ V_{0y} = v_0 sin\theta \end{cases}$$

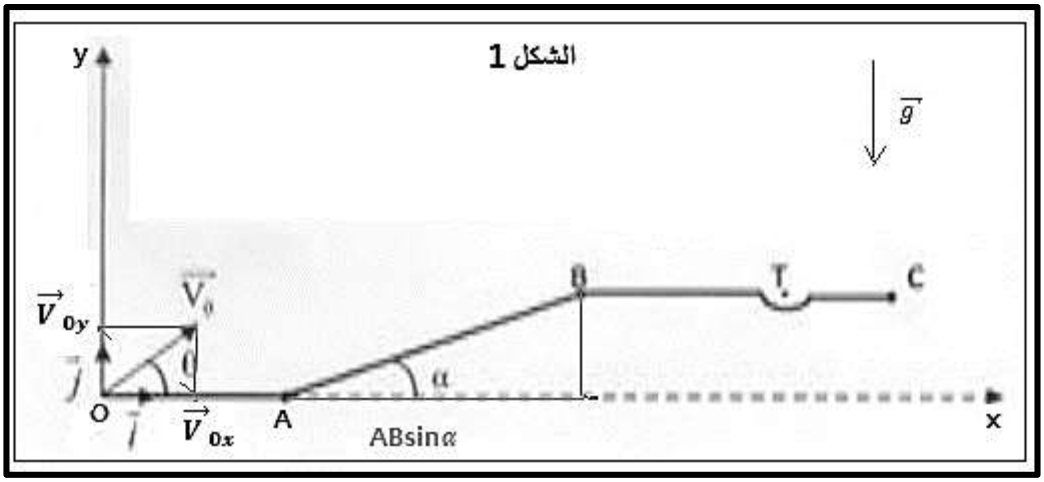
الاسقاط على Ox و Oy :

$$\vec{a}_G \begin{vmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} a_x = \dfrac{dV_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dV_y}{dt} = \text{الحفرة كز} - g \end{vmatrix} \xrightarrow{\text{تكامل}} \begin{vmatrix} V_x = V_{0x} = V_0 cos\theta \\ V_y = -gt + V_{0y} = -gt + V_0 sin\theta \end{vmatrix}$$

$$\vec{v}_G \begin{vmatrix} V_x = \dfrac{dx}{dt} = V_0 cos\theta \\ V_y = \dfrac{dy}{dt} = -gt + V_0 sin\theta \end{vmatrix} \xrightarrow[\text{تكامل}]{\overrightarrow{OG}} \begin{vmatrix} x(t) = V_0 cos\theta . t + x_0 \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}gt^2 + V_0 sin\theta . t + y_0 \end{vmatrix} \xrightarrow{\text{المعادلتين الزمنيتين}} \begin{cases} x(t) = V_0 cos\theta . t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}gt^2 + V_0 sin\theta . t \end{cases}$$

ت.ع :

$$\begin{cases} x(t) = 10 \times \cos(45°)\,. \Rightarrow x(t) = 7{,}07\ t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2} \times 10.\,t^2 + 10\sin(45°)\,.\,t \Rightarrow y(t) - 5t^2 + 7{,}07\ t \end{cases}$$



2.-استنتاج معادلة المسار :

لنحدد معادلة المسار بإقصاء الزمن من المعادلتين الزمنيتيين :

$$t=\frac{x}{V_0cos\theta}\Rightarrow y=-\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_0cos\theta}\right)^2+V_0sin\theta.\frac{x}{V_0cos\theta}\Rightarrow y=-\frac{g}{2V_0^2cos^2\theta}x^2+x.tan\theta$$

ت.ع:

$$y=-\frac{10}{2\times 10^2\times cos^2(45°)}.x^2+x.\tan(45°)\Rightarrow x(t)=-0,1x^2+x$$

3- تحديد x_S أفصول قمة المسار :

عند قمة المسار يكون :

$$\frac{dy}{dx}=0\ \Rightarrow -2\times(0,1)x+1=0\Rightarrow -0,2x=-1\Rightarrow x=x_S=\frac{1}{0,2}=5m$$

4-التحقق من أن الكرة تمر من النقطة T :

إحداثيلت النقطة T هما :

$$x_T=OA+AB.cos\alpha+BT=2,2+4\cos(24°)+2,1=7,95\ m$$

$$y_P=AB.sin\alpha=4\sin(24°)=1,63\ m$$

نحدد أرتوب النقطة P باستعمال معادلة المسار :

$$y(x_P)=-0,1\times(7,95)^2+7,95\Rightarrow y(x_P)=y_P=1,63\ m$$

نستنتج أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة .

الجزء الثاني : دراسة متذبذب أفقي

1-نظام التذبذبات شبه دوري .

2-حساب تغير طاقة الوضع المرنة ΔE_{pe} للمتذبذب بين اللحظتين $t_0=0$ و t_1 :

لدينا :

$$\Delta E_{pe} = E_{pe}(t_1) - E_{pe}(t_0) = \frac{1}{2}Kx_1^2 + C - \left(\frac{1}{2}Kx_0^2 + C\right) = \frac{1}{2}K(x_1^2 - x_0^2)$$

مبيانيا لدينا عند $t_1 = 1{,}2\ s$ ← $x_1 = 1\ cm = 10^{-2}\ m$

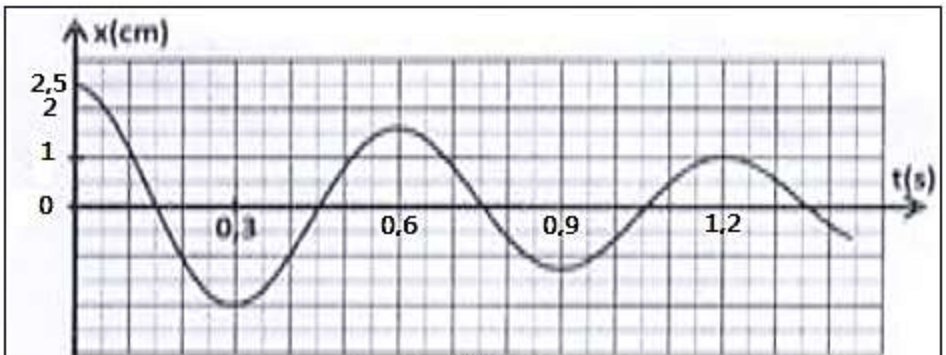
وعند $t_0 = 0$ ← $x_0 = 2{,}5\ cm = 2{,}5.10^{-2}\ m$

ت.ع :

$$\Delta E_{Pe} = \frac{1}{2} \times 20 \times \{[(1.10^{-2}]^2 - [(2{,}5.10^{-2}]^2\} = -5{,}25.10^{-3}\ J \Rightarrow \Delta E_{Pe} = -5{,}25\ mJ$$

استنتاج شغل قوة الارتداد: $W(\vec{T})$

$$W(\vec{T}) = -\Delta E_{Pe} = 5{,}25\ mJ$$



الشكل 3

3-تحديد ΔE_m تغيرالطاقة الميكانيكية :

لدينا : $E_m = E_c + E_{pe}$

عندما تكون طاقة الوضع المرنة قصوية ، تكون الطاقة الحركية منعدمة والعكس .

عند اللحظة t_1 ← $x_1 = 1\ cm$ تكون $E_{Pe1\,max}$ و السرعة $V_1 = 0$ وبالتالي : $E_{c_1} = 0$

عند اللحظة t_0 ← $x_0 = 2{,}5\ cm$ تكون $E_{Pe0\,max}$ و السرعة $V_0 = 0$ وبالتالي : $E_{c_0} = 0$

$$\Delta E_m = \Delta E_C + \Delta E_p = \Delta E_{pe} \Rightarrow \Delta E_m = -5{,}25\ mJ < 0$$

التفسير

في حالة خمود غير مهمل ، (فإن الطاقة الميكانيكية لا تنحفظ) تتناقص E_m ، حيث تتحول الطاقة الميكانيكية تدريجيا الى طاقة حرارية بفعل شغل قوى الاحتكاك $\Delta E_m = W(f) < 0$.