

المدة : أربع ساعات

المستوى : ثالثة (تقني رياضي)

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتين

الموضوع الثاني

التمرين الأول:

1- نغمر صفيحة من الزنك Zn كتلتها m_0 في كأس يحتوي على حجم V من محلول Lugol (مادة مطهرة تباع في الصيدليات) مكونها الأساسي هو ثنائي اليود I_2 ذي اللون الأسمر عند درجة حرارة $20^\circ C$ ، حيث التركيز الابتدائي C_0 ، التحول الكيميائي بين Lugol والزنك بطيء وتام.

أ- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث، ثم ضع جدولاً لتقدم التفاعل.

ب- بين أنه في كل لحظة يكون : $n(Zn) = V \times [I_2] + \frac{m_0}{M} - C_0 \times V$.

2- بواسطة تقنية خاصة تمكنا من رسم البيانيين : $m(Zn) = f(t)$. $n(Zn) = g([I_2])$ بالاعتماد على البيانيين :

أ- أوجد المتفاعل المحد وكمية المادة النهائية للزنك $n_f(Zn)$ ، ثم أوجد m_0 .

ب- استنتج سلم الرسم الخاص بالكتلة $m(Zn)$.

ج- أكتب معادلة البيان $n(Zn) = g([I_2])$ ، ثم حدد قيمة كل من V و C_0 .

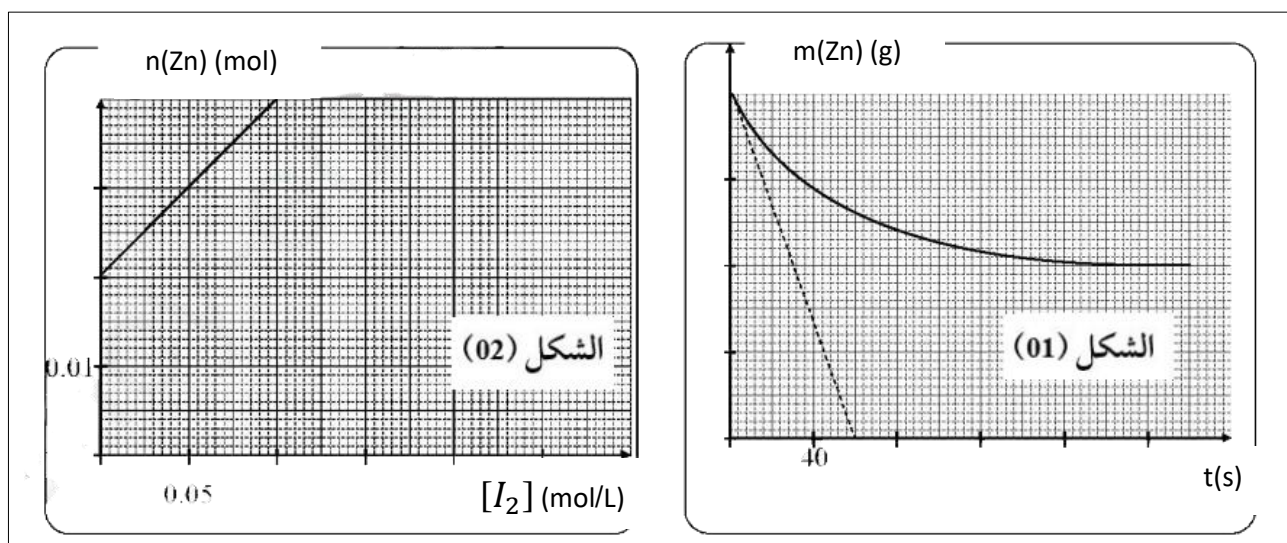
3- بين أن كتلة الزنك المتبقية عند اللحظة $t = \frac{t_1}{2}$ تعطى ب : $m(t_1/2) = \frac{m_f + m_0}{2}$.

- استنتج بيانياً قيمة $t_1/2$.

4- بين أن سرعة التفاعل تعطى بالعلاقة التالية : $v = -\frac{1}{M} \times \frac{dm(Zn)}{dt}$.

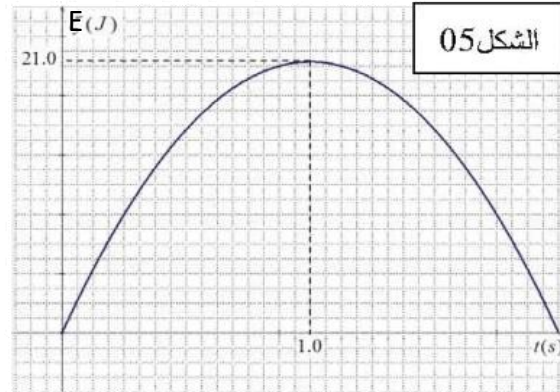
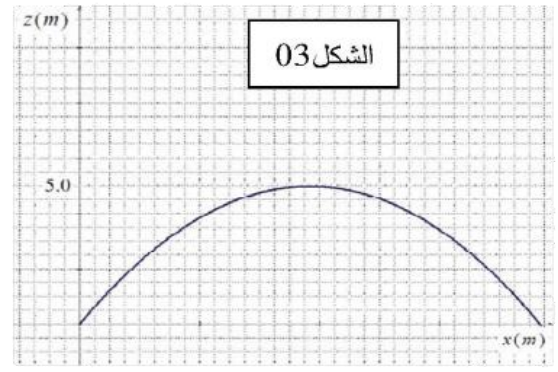
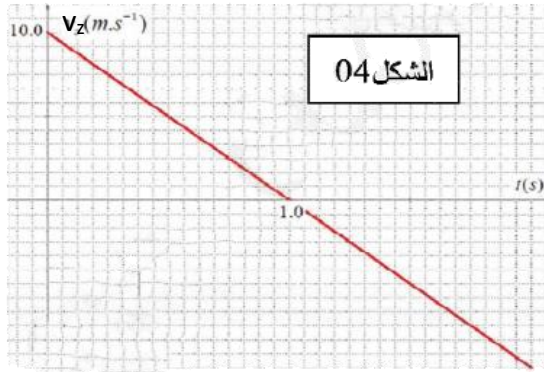
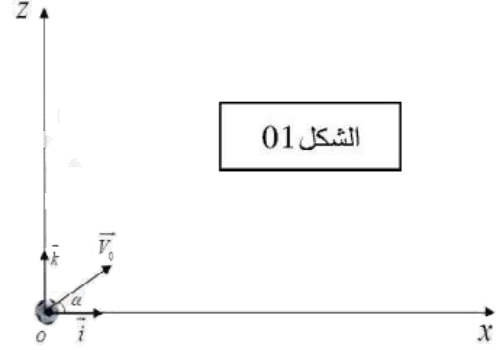
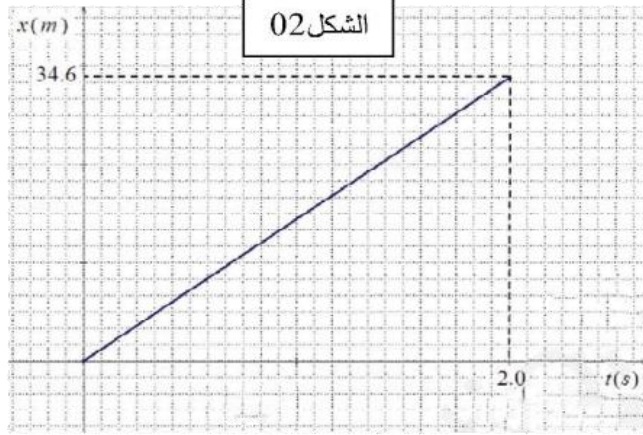
- احسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

تعطى : الثنائيتان (I_2 / I^-) . (Zn^{2+} / Zn) . $M(Zn) = 64.5 \text{ g/mol}$.



التمرين الثاني:

في إحدى مباريات الفريق الوطني قام اللاعب محرز بتنفيذ مخالفة وذلك بقذف كرة نعتبرها نقطية كتلتها m من نقطة O من سطح الأرض بسرعة ابتدائية يصنع حاملها زاوية α ، لتبسيط الدراسة نهمل قوى الاحتكاك مع الهواء ودافعة أرخميدس ونعتبر أن الكرة خاضعة لتأثير ثقلها فقط ، بعد الدراسة في معلم ديكارتي (OX, OZ) وفي مرجع يعتبر غاليليا كما بالشكل 01 ، وتم الحصول على المخططات التالية :



- 1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد معادلة مسار الكرة ، أي المخططات (1) أو (2) أو (3) أو (4) يمثل مسار الكرة ، ثم استنتج منه أعلى ارتفاع تبلغه الكرة .
- 2- من المخطط (02) استنتج طبيعة حركة الكرة على المحور OX ، ثم استنتج قيمة طول شعاع السرعة الأفقية v_{0x}
- 3- ما قيمة طول شعاع السرعة الشاقولية v_{0z} عند اللحظة $t=0$ ، حدد البيان المناسب لحسابها .
- 4- باستعمال النتائج السابقة عين كلا من :
 - أ- قيمة طول شعاع السرعة الابتدائية v_0 عند اللحظة $t=0$.
 - ب- زاوية القذف α .
- 5- أ- أي نوع من الطاقة يمثل المخطط (5)؟ علل .
- ب- باستعمال هذا المخطط أوجد كتلة الكرة المستعملة . ج- أعط بيان الطاقة الأخرى بدلالة الزمن .

التمرين الثالث:

I- نذيب كتلة قدرها $m = 4.6 \times 10^{-2} \text{ g}$ من حمض الميثانويك HCOOH في حجم 100 ml من الماء النقي ، إن قياس الناقلية النوعية للمحلول أعطى القيمة $\sigma = 4.9 \times 10^{-2} \text{ S/m}$ عند درجة حرارة 25°C .

1 - أحسب التركيز المولي C_0 للمحلول.

2 - أكتب معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء ، ثم مثل جدولا لتقدم التفاعل .

3 - أحسب قيمة pH المحلول .

4 - أثبت أن ثابت التوازن K الموافق لمعادلة التفاعل يعطى بالعلاقة : $K = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C_0 - 10^{-\text{pH}}}$ ثم أحسب قيمته.

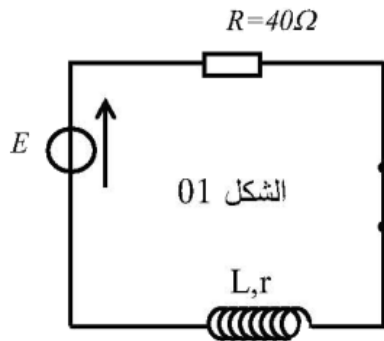
5 - استنتج pKa للثنائية $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$.

6 - أكتب عبارة النسبة النهائية للتقدم τ_f بدلالة C_0 و pH ثم أحسب قيمتها . ماذا تستنتج ؟

7 - استنتج الصفة الغالبة في المحلول $\lambda_{\text{HCOO}^-} = 5.46 \text{ ms.m}^2/\text{mol}$ $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \text{ ms.m}^2/\text{mol}$

O : 16 g/mol C : 12 g/mol H : 1 g/mol

التمرين التجريبي:



من أجل تحديد مميزات وشيعة (L, r) وسعة مكثفة C نقوم بـ :

I- تحديد المقاومة الداخلية وذاتية الوشيعة :

بعد تحقيق التركيب التجريبي الشكل (01) وغلق القاطعة

عند اللحظة $t = 0$ يظهر على شاشة راسم الاهتزاز ذي

ذاكرة البيان الموضح في الشكل (02)

1- اكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها شدة التيار $i(t)$.

2- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بـ :

$$i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\alpha}})$$

أوجد عبارتي A ، α وما مدلولهما الفيزيائي ؟

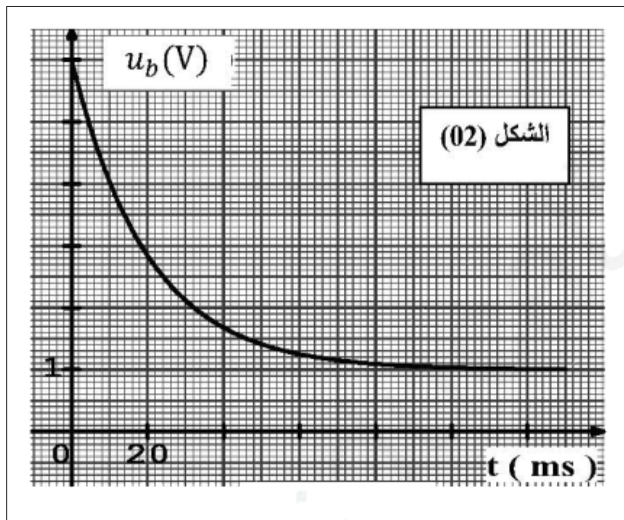
3- بين ان عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة تكتب

$$u_b(t) = R \times I_0 \times e^{-\frac{t}{\tau}} + r \times I_0$$

4- مستعينا بعبارة $u_b(t)$ والمنحنى البياني اوجد قيمة :

- الشدة العظمى للتيار I_0 ، ثابت الزمن τ ، والمقاومة

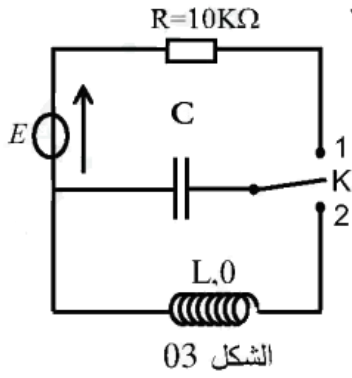
الداخلية للوشيعة r ، وذاتية الوشيعة L .



II- تحديد سعة المكثفة C ودراسة ظاهرة تفريغها في دائرة تحتوي على وشيعة.

باستعمال وشيعة مثالية ذاتيتها $L = 0,96 \text{ H}$ نحقق

التركيب التجريبي الشكل (03)



عند اللحظة $t = 0$ توضع القاطعة في الوضع 1 ، فيظهر على شاشة راسم الاهتزاز ذي ذاكرة البيان الموضح في الشكل (04).

- 1- ما هو الغرض من وضع القاطعة في الوضع 1 ؟
- 2- اعد رسم الدارة مبينا طريقة ربط جهاز راسم الاهتزاز للحصول على البيان الموضح في الشكل - 4

3- احسب سعة المكثفة C واستنتج الزمن اللازم لشحنها كليا.

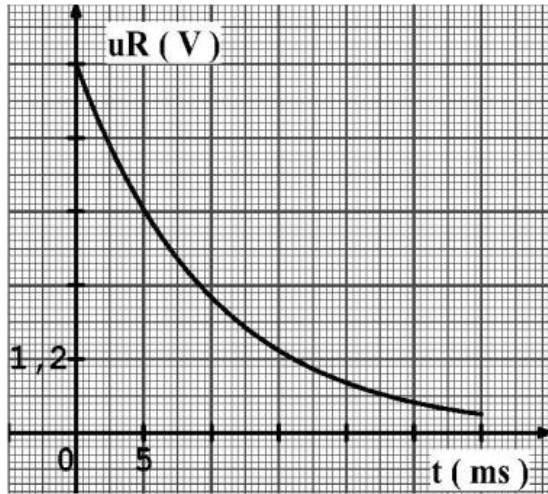
4- عند اللحظة $t = 0$ توضع القاطعة في الوضع 2 فنتحصل على البيان الموضح في الشكل - 5 .

أ- ماهي الظاهرة التي تحدث في الدارة؟

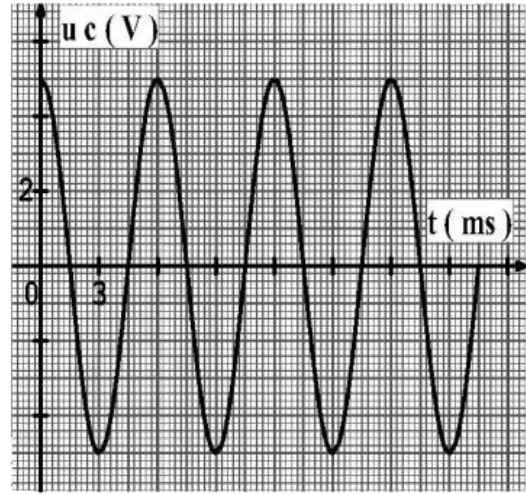
ب- ما هو نمط الاهتزازات ؟

ج- اكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$.

د- اوجد قيمة الدور الذاتي T_0 بيانيا، ثم تأكد من قيمة C .



الشكل 04



الشكل 05



مع تمنياتي لكم بالتوفيق والنجاح والسداد في شهادة البكالوريا



التصحيح النموذجي لامتحان البكالوريا التجريبي لمادة العلوم الفيزيائية



ثانوية الشهيد زاغر جلول بالإدرسية

2021-2020

الموضوع الثاني

المستوى: ثالث {تقني رياضي}

04 ن

التمرين الأول

- إيجاد m_0 : من بيان الشكل - 3 نجد :

$$n_0(Zn) = \frac{m_0}{M} = 0,04 \text{ mol}$$

$$\Leftrightarrow m_0(Zn) = n_0(Zn) \times M = 2,58 \text{ g}$$

ب - استنتاج سلم الرسم الخاص بالكتلة $m(Zn)$:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow x \\ 4 \text{ cm} \rightarrow 2,58 \text{ g} \end{array} \right\} \Leftrightarrow 1 \text{ cm} \rightarrow 0,645 \text{ g}$$

ج - معادلة البيان $n(Zn) = g([I_2])$: البيان عبارة عن خط مستقيم معادلته من الشكل :

$$n(Zn) = a[I_2] + b \Leftrightarrow n(Zn) = 0,2 \times [I_2] + 0,02$$

د - تحديد قيم كل من C_0 ، F : بمطابقة العلاقة البيانية و العلاقة النظرية نجد :

$$V = 0,2 \text{ L}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m_0}{M} - C_0 \times V - 0,02 \Leftrightarrow C_0 = \frac{1}{V} \left(\frac{m_0}{M} - 0,02 \right) \\ \Leftrightarrow C_0 = \frac{1}{0,2} (0,04 - 0,02) = 0,1 \text{ mol / L} \end{array} \right.$$

3 - إثبات أن كتلة الزنك المبقية عند اللحظة $t = t_{1,2}$ تعطي ب :

$$\left\{ \begin{array}{l} n_f(Zn) = n_0(Zn) - X_{\max} \\ \Leftrightarrow X_{\max} = n_0(Zn) - n_f(Zn) \end{array} \right.$$

ولدينا :

$$\left\{ \begin{array}{l} x(t_{1,2}) = \frac{X_{\max}}{2} = \frac{n_0(Zn) - n_f(Zn)}{2} \\ \Leftrightarrow n(Zn)_{t_{1,2}} = n_0(Zn) - x(t_{1,2}) \\ \Leftrightarrow n(Zn)_{t_{1,2}} = \frac{n_0(Zn) + n_f(Zn)}{2} \\ \Leftrightarrow n(Zn)_{t_{1,2}} - n_0(Zn) = - \left(\frac{n_0(Zn) - n_f(Zn)}{2} \right) \\ \Leftrightarrow m(t_{1,2}) = \frac{m_0 + m_f}{2} \end{array} \right.$$

- استنتاج قيمة زمن نصف التفاعل بيانيا :

$$\left\{ m(t_{1,2}) = \frac{m_0 + m_f}{2} = \frac{2,58 + 1,29}{2} = 1,935 \text{ g} \right.$$

بالإسقاط على محور الفواصل نجد : $t_{1,2} = 20 \text{ s}$

لدينا :

$$v = \frac{dx}{dt} \dots\dots\dots (*)$$

ومن جدول التقدم نجد :

$$\left\{ \begin{array}{l} n(Zn) = n_0(Zn) - x \\ \Leftrightarrow x = n_0(Zn) - n(Zn) \\ \Leftrightarrow \frac{dx}{dt} = - \frac{dn(Zn)}{dt} = - \frac{1}{M} \times \frac{dm(Zn)}{dt} \end{array} \right.$$

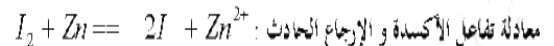
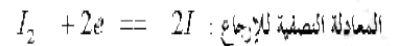
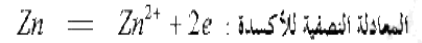
بالتعويض في (*) نجد :

$$\left\{ v = - \frac{dx}{dt} = - \frac{1}{M} \times \frac{dm(Zn)}{dt} \right.$$

- حساب قيمتها عند اللحظة $t = 0$:

$$\left\{ v = - \frac{1}{M} \times \frac{dm(Zn)}{dt} = - \frac{1}{64,5} \times \left(\frac{1,29 - 2,58}{28 - 0} \right) = 7,14 \times 10^{-4} \text{ mol / s} \right.$$

1 - كتابة معادلة تفاعل الأكسدة و الإرجاع الحادث



جدول تقدم التفاعل :

المعادلة	I_2	Zn	$2I^-$	Zn^{+2}
الحالة الابتدائية	$n_0(I_2)$	$n_0(Zn)$	0	0
الحالة الإنتقالية	$n_0(I_2) - x$	$n_0(Zn) - x$	$2x$	x
الحالة النهائية	$n_0(I_2) - x_{\max}$	$n_0(Zn) - x_{\max}$	$2x_{\max}$	$x_{\max}$

ب - إثبات أنه في أية لحظة يكون : $n(Zn) = V \times [I_2] + \frac{m_0}{M} - C_0 \times V$

$$n(Zn) = n_0(Zn) - x \Leftrightarrow n(Zn) = \frac{m_0}{M} - x \dots\dots\dots (01)$$

$$n(I_2) = n_0(I_2) - x \Leftrightarrow [I_2] \times V = C_0 \times V - x$$

$$\Leftrightarrow x = C_0 \times V - [I_2] \times V \dots\dots\dots (02)$$

بتعويض (2) في (1) نجد :

$$n(Zn) = \frac{m_0}{M} - C_0 \times V + [I_2] \times V$$

$$\Leftrightarrow n(Zn) = V \times [I_2] + \frac{m_0}{M} - C_0 \times V$$

2 - بالاعتماد على البيانيين :

أ - إيجاد المتفاعل المحد :

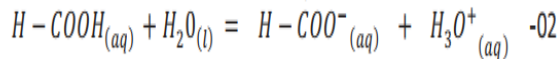
- من بيان الشكل - 2 : بما أن التفاعل تام و $n_f(Zn) \neq 0 \Leftrightarrow n_f(I_2) = 0$

فإن ثاني اليود هو المتفاعل المحد

- كمية المادة النهائية للزنك $n_f(Zn)$:

من بيان الشكل - 3 : $n_f(Zn) = 0,02 \text{ mol}$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M} = 0,01 \text{ mol/L} \quad -01$$



المعادلة	$H-COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H-COO^{-}_{(aq)} + H_3O^{+}_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة — (mol)		
الابتدائية	0	n_0	0	0
الانتقالية	x	$n_0 - x$	x	x
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	x_f	x_f

$$pH = -\log[H_3O^+]_f \quad -03$$

ولدينا أيضا: $\delta = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_f + \lambda_{H-COO^-} \cdot [H-COO^-]_f$

من جدول التقدم نجد: $n(H_3O^+) = n(H-COO^-)$

$$\sigma = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{H-COO^-}) \cdot [H_3O^+]_f$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{H-COO^-})} \quad \text{ومنه}$$

$$[H_3O^+]_f = 1,2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{بالتعويض نجد:}$$

$$pH = -\log 1,2 \times 10^{-3} = 2,92 \quad \text{وبالتالي}$$

$$K = K_a = \frac{[H_3O^+]_f [H-COO^-]_f}{[H-COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f} = \frac{10^{-2pH}}{C_0 - 10^{-pH}} \quad -04$$

$$K = 1,6 \times 10^{-4}$$

$$pK_a = -\log K_a = 3,8 \quad -05$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0} = \frac{10^{-pH}}{C_0} = 0,12 \quad -06$$

نستنتج أن حمض الميثانويك ضعيف و انحلاله في الماء جزئي.

$$pH = pK_a + \log \frac{[H-COO^-]_f}{[H-COOH]_f} \quad -07$$

$$\frac{[H-COO^-]_f}{[H-COOH]_f} = 10^{pH - pK_a} = 0,13 \quad \text{ومنه نجد:}$$

$$[H-COO^-]_f < [H-COOH] \quad \text{أي أن } \frac{[H-COO^-]_f}{[H-COOH]} < 1$$

إذن الصفة الغالبة هي الصفة الحمضية.

1- إيجاد معادلة المسار :

بنطبق القانون الثاني لنيوتن نجد :

$$a_x = 0 \quad \text{نجد : } OX$$

ومنه الحركة مستقيمة منتظمة .

تعطى المعادلة الزمنية للحركة :

$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \quad \dots\dots(01)$$

$$a_y = -g \quad \text{نجد : } OZ$$

الحركة د م بانتظام .

- تعطى المعادلة الزمنية للحركة :

$$z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t \quad \dots\dots(02)$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \quad \dots\dots(03) \quad \text{من (01) نجد :}$$

نعوض (03) في (02) فنجد :

$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + tg \alpha \cdot x \quad \dots\dots(04)$$

وهي معادلة فرع من قطع مكافئ . ومنه المسار منحنى .

ومنه نستنتج أن المخطط الموافق لمسار الكرة هو الشكل (03) لأن معادلته من الشكل $z=f(t)$

- استنتاج أعلى ارتفاع تبلغه الكرة :

$$h = z = 5m \quad \text{من الشكل (03) نجد :}$$

2- استنتاج طبيعة حركة الكرة على المحور OX :

من المخطط (02) : البيان عبارة عن مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل :

$$x = At$$

$$A = v_x = \text{الميل} = 17,3 \text{ m/s}$$

حيث :

ومنه الحركة مستقيمة منتظمة .

$$v_{0x} = v_x = 17,3 \text{ m/s} \quad \text{استنتاج قيمة طول شعاع السرعة الأفقية}$$

$$-3 \quad \text{قيمة طول شعاع السرعة الشاقولية } v_{0y} \text{ عند اللحظة } t=0 :$$

$$v_{0y} = 10 \text{ m/s} \quad \text{من بيان الشكل 04 وعند } t=0 \text{ نجد :}$$

$$-4 \quad \text{أ- تعيين قيمة طول شعاع السرعة الابتدائية } v_0 \text{ عند اللحظة } t=0 :$$

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{(17,3)^2 + (10)^2} = 20 \text{ m/s}$$

ب- زاوية القذف α :

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos \alpha = \frac{v_{0x}}{v_0} = \frac{10}{20} = 0,5 \\ \alpha = 60^\circ \end{array} \right.$$

$$-5 \quad \text{أ- نوع الطاقة الممثلة في المخطط (5) : طاقة كامنة ثقالية لأن :}$$

$$t=0 \Leftrightarrow h=0 \Leftrightarrow E_{pp}=0$$

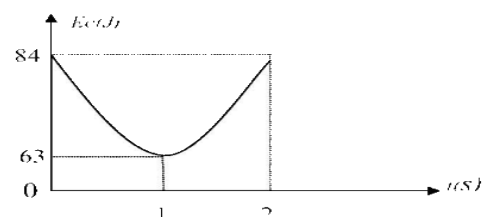
ب- إيجاد كتلة الكرة المستعملة :

عند الذروة تكون الطاقة الكامنة الثقالية عظمى ومنه :

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{pp} = mgh \Leftrightarrow m = \frac{E_{pp}}{gh} = \frac{21}{10 \times 5} = 0,42 \text{ Kg} = 420 \text{ g} \end{array} \right.$$

ج- تمثيل بيان الطاقة الحركية بدلالة الزمن :

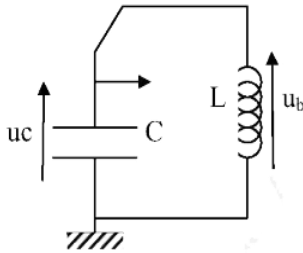
t(s)	0	1	2
v(m/s)	20	17,3	20
Ec(J)	84	63	84



II - تحديد سعة المكثف C ودراسة ظاهرة تفريغها في دائرة تحتوي على وشيعة :

1- توضع البادلة في الوضع (1) من اجل شحنها .

2- الرسم :



3- حساب السعة C :

$$u_R(\tau') = 0,37 \times U_{R_{\max}} = 0,37 \times 6 = 2,22 V$$

بالإسقاط على البيان نجد :

$$\tau' = 10 ms$$

$$\tau' = R' \times C$$

$$\Leftrightarrow C = \frac{\tau'}{R'} = \frac{10^{-2}}{10^4} = 10^{-6} F$$

- المدة اللازمة للشحن :

$$t_f = 5\tau' = 5 \times 10 = 50 ms$$

4- أ- الظاهرة التي تحدث هي اهتزاز دائرة كهربائية .

ب- نمط الاهتزاز : اهتزازات حرة غير متخامدة .

ج- المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_C(t)$:

بتطبيق قانون جمع التوترات نجد :

$$u_b(t) + u_C = 0$$

$$L \times \frac{di}{dt} + u_C = 0 \Leftrightarrow L \times C \frac{d^2 u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية حلها جيبى .

د- الدور الذاتي : من البيان : $T_0 = 6 ms$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \quad \text{قيمة C : لدينا}$$

$$C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L} = \frac{(6 \times 10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 0,96} = 0,94 \times 10^{-6} F$$

ومنه :

$$C \approx 1 \times 10^{-6} F$$

ومنه سعة المكثف تتوافق مع القيمة السابقة .

I - تحديد المقاومة الداخلية وذاتية الوشيعة :

1- المعادلة التفاضلية :

بتطبيق قانون جمع التوترات نجد :

$$u_b + u_R = E$$

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{R+r}{L} i(t) = \frac{E}{L} \quad (01)$$

2- ايجاد عبارتي A , α و مدلوليهما الفيزيائي :

$$i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (02)$$

$$\frac{di(t)}{dt} = \frac{A}{\alpha} \times e^{-\frac{t}{\alpha}} \quad (03)$$

نعوض (02) و (03) في (01) فنجد :

$$\frac{A}{\alpha} \times e^{-\frac{t}{\alpha}} + \frac{R+r}{L} A(1 - e^{-\frac{t}{\alpha}}) = \frac{E}{L}$$

$$\left(\frac{A}{\alpha} - \frac{R+r}{L} \times A \right) e^{-\frac{t}{\alpha}} + \frac{R+r}{L} \times A = \frac{E}{L}$$

بما ان المعادلة (02) حلا للمعادلة (01) فان :

$$\left\{ \frac{A}{\alpha} - \frac{R+r}{L} \times A = 0 \Leftrightarrow \alpha = \frac{L}{R+r} - \tau \right.$$

$$\left\{ \frac{R+r}{L} \times A = \frac{E}{L} \Leftrightarrow A = \frac{E}{R+r} = I_0 \right.$$

3- اثبات أن عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة تكتب على الشكل :

$$u_b(t) = R \times I_0 \times e^{-\frac{t}{\tau}} + r \times I_0$$

لدينا :

$$\begin{cases} u_b(t) = L \times \frac{di(t)}{dt} + r \times i(t) = L \times \frac{I_0}{\tau} \times e^{-\frac{t}{\tau}} + r \times I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \\ \Leftrightarrow u_b(t) = E \times e^{-\frac{t}{\tau}} + (r \times I_0) - r \times I_0 \times e^{-\frac{t}{\tau}} \\ \Leftrightarrow u_b(t) = R \times I_0 \times e^{-\frac{t}{\tau}} + r \times I_0 \end{cases}$$

4- ايجاد قيمة :

- الشدة العظمى للتيار I_0 :

$$I_0 = \frac{U_{R_{\max}}}{R} = \frac{5}{40} = 0,125 A$$

- ثابت الزمن τ :

$$u_b(\tau) = 0,37 \times U_{R_{\max}} + r \times I_0 = 0,37 \times 5 + 1 = 2,85 V$$

بالإسقاط على البيان نجد :

$$\tau = 20 ms$$

المقاومة الداخلية للوشيعة r :

$$I_0 = \frac{U_{R_{\max}}}{r} \Leftrightarrow r = \frac{U_{R_{\max}}}{I_0} = \frac{1}{0,125} = 8 \Omega$$

- وذاتية الوشيعة L :

$$\tau = \frac{L}{R-r} \Leftrightarrow L = \tau \times (R-r) = 0,02 \times (40+8) = 0,96 H$$