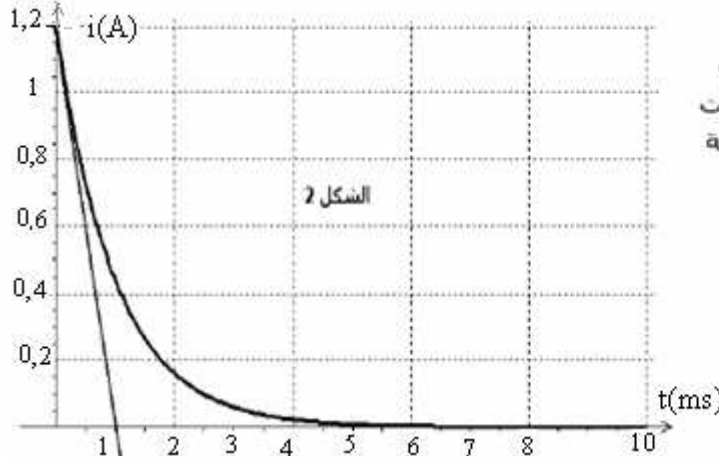


الفيرياء : الكهرباء ( 13 نقطة )

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 المتكون من:  
مولد مؤمّثل للتوتر قوته الكهرومحرّكة E  
مكثف سعته C ، غير مشحون بدنياً ، مركب  
على التوالي مع موصل أومي مقاومته R  
وشبيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها الداخلية r .  
قاطع التيار K ذي مدخلين (1) و (2)

I - شحن مكثف (4,75)

عند اللحظة  $t=0$  نضع قاطع التيار K في الموضع (1) ، حيث يخضع ثنائي القطب RC لرتبة التوتر كالتالي :



- بالنسبة  $t < 0$  ،  $U=0$  ،

- بالنسبة  $t \geq 0$  حيث  $U=E$  ،  $E=12V$  ،

نعابن ، باستعمال وسيط معلومانى ، تغيرات

شدة التيار  $i(t)$  المارة في الدارة RC بدلالة

الزمن t . الشكل 2 .

1 - أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c(t)$  . (1ن)

2 - حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل التالي :  $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  حيث  $\tau$  ثابتة الزمن .

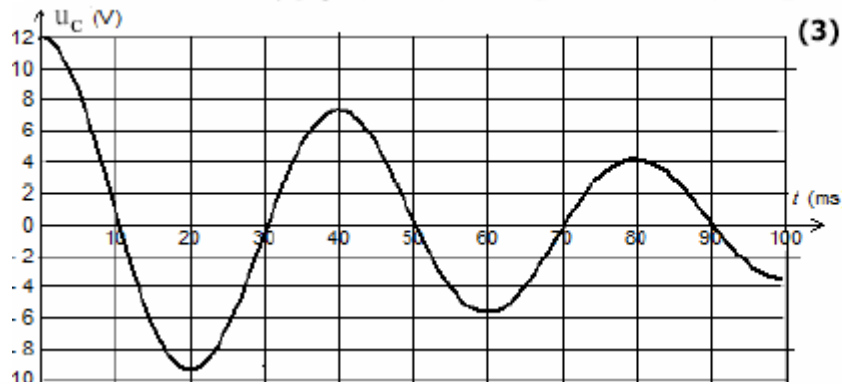
تحقق من أن هذا التعبير حلاً للمعادلة التفاضلية السابقة . (0,75 ن)

3 - استنتج تعبير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة RC . (0,75 ن)

4 - أوجد قيمة مقاومة الموصل الأومي R . (0,75 ن)

5 - عين مبيانياً  $\tau$  واستنتج قيمة C سعة المكثف . (1ن) .

6 - أحسب الطاقة الكهربائية التي يخزنها المكثف في النظام الدائم . (0,5 ن)



II - تفريغ مكثف في وشبيعة . (3)

نؤرجح قاطع التيار في الموضع (2)

في  $t=0$

ونعابن التوتر  $u_c(t)$  بين مريطي

المكثف ، فنحصل الشكل 3 .

1 - ما هي الظاهرة التي تبرزها هذه التجربة ؟ (0,5 ن)

2 - ما نظام التذبذبات الملاحظ ؟ (0,5 ن)

3 - أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  . ما المقدار المسؤول عن الظاهرة التي تبرزها

هذه التجربة ؟ (1 ن)

4 - عين مبيانياً شبه الدور T للتذبذبات . (0,5 ن)

5 - أحسب قيمة معامل التحريض الذاتي L للوشبيعة باعتبار أن شبه الدور T مساوي للدور الخاص  $T_0$  . (0,5 ن)

III - الدراسة الطاقية للدارة RLC وصيانة الذبذبات (5,25)

1 - باستعمال المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  ، بين أن  $\frac{d\xi_T}{dt} = -R_T i^2$  حيث  $\xi_T$  الطاقة

الكلية للدارة عند اللحظة t و i شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة t و  $R_T$  المقاومة الكلية للدارة. (1ن)

2 - أحسب تغير الطاقة الكلية لهذا المتذبذب بين اللحظتين  $t=0$  و  $t=2T$  واستنتج نسبة الطاقة الضائعة

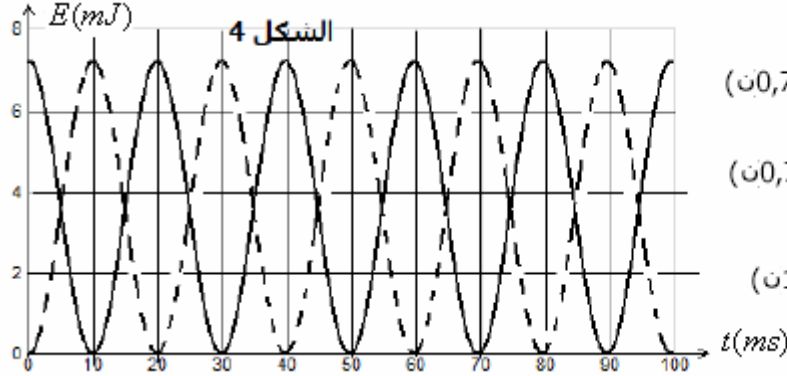
بمفعول جول في الدارة . (1ن)

3 - قيمة المقاومة الداخلية للوشبيعة هي :  $r = 10\Omega$  ولصيانة الذبذبات نركب على التوالي في الدارة

RLC مولدا يزود الدارة بتوتر  $u_g = R_0 i$  ، ما قيمة المقاومة  $R_0$  التي تمكن من الحصول على ذبذبات جيبة ؟ (0,75 ن)

4 - نحقق هذه الشرط فنحصل على ذبذبات جيبية . يمثل الشكل 4 كل من الطاقة الكهربائية المخزونة

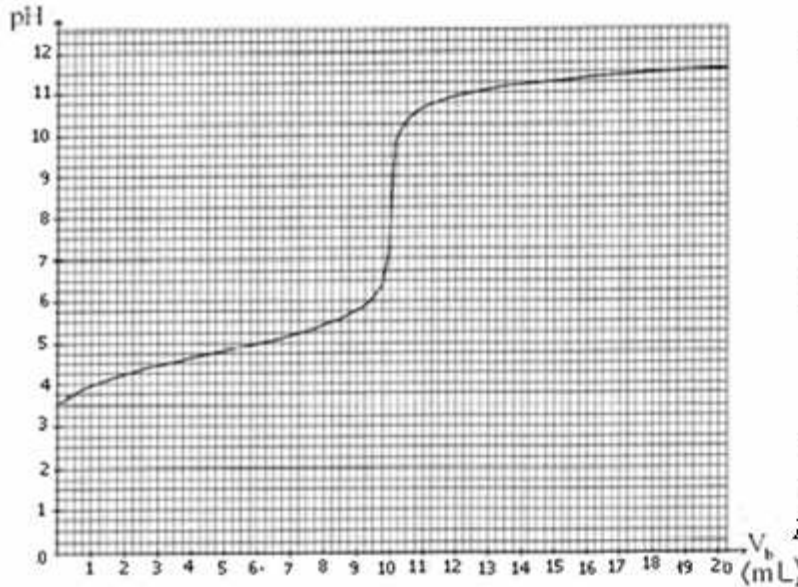
في المكثف  $\xi_C$  و الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشبيعة  $\xi_M$  في حالة صيانة الذبذبات .



- أ - تعرف على المنحنيين الممثلين في الشكل 4 مغللا جوابك . (0,75 ن)  
 ب - عين كل من دور  $E_p(t)$  و دور  $E_m(t)$  وقارنه بالدور الخاص للذبيبات . (0,75 ن)  
 ج - باستعمال المعادلة التفاضلية في حالة صيانة الذبيبات ، بين أن الطاقة الكلية للدائرة ثابتة . - أحسب قيمتها . (1 ن)

### تمرين الكيمياء 7

في مختبر الكيمياء لدينا فينة تحتوي على محلول مائي لحمض كربوكسيلي ، طبيعته وتركيزه مجهولين . نرسم للحمض الكربوكسيلي ب  $R-COOH$  ،



R يمكن أن تكون ذرة هيدروجين أو مجموعة ذرات .

سنعتمد طريقة المعايرة لتحديد التركيز ، ثم يتم التعرف عليه بعد ذلك .

1 - دراسة معايرة الحمض الكربوكسيلي بعاير حجما  $V_g = 50 mL$  من الحمض الكربوكسيلي  $R-COOH$  تركيزه المولي  $C_2$  ، بمحلول مائي  $S_2$  لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+_{aq}, HO^-_{aq})$  تركيزه المولي

$$C_2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

نرمز ب  $V_b$  حجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف . نتبع هذه المعايرة بواسطة pH متر والذي يمكننا من خط المنحنى  $pH = f(V_b)$  الممثل في الشكل جانبه :

- 1 - ارسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذه المعايرة . (0,5 ن)
- 1 - 2 أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المعايرة (0,5 ن)
- 1 - 3 أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل . (0,5 ن)
- 1 - 4 اعتمادا على الجدول ، حدد العلاقة بين  $C_2, V_2, C_2, V_{2g}$  بحيث أن  $V_{2g}$  حجم محلول المضاف عند التكافؤ . (0,5 ن)
- 1 - 5 حدد مبيانيا حجم التكافؤ واستنتج التركيز  $C_2$  لحمض الكربوكسيلي المعيار . (1,25 ن)
- 2 - التعرف على الحمض الكربوكسيلي  $RCOOH$  . (0,5 ن)
- 2 - 1 المعادلة الكيميائية لتفاعل الحمض الكربوكسيلي  $RCOOH$  مع الماء هي :  $RCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$  أعط تعبير الثابتة الحمضية  $K_A$  للمزدوجة  $RCOOH / RCOO^-$  واستنتج العلاقة  $pH = pK_A + \log \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]}$  (0,75 ن)
- 2 - 2 عند إضافة حجم  $V_b = \frac{V_{2g}}{2}$  من محلول  $S_2$  : أ - حدد المتفاعل المحد واستنتج تعبير التقدم الأقصى  $x_{max}$  في هذه الحالة . (0,5 ن)
- ب - باستعمال الجدول الوصفي لتطور التفاعل خلال المعايرة بين أن  $x_f = \frac{C_2 V_{2g}}{2}$  . (0,75 ن)
- ج - بين أن  $[RCOOH] = [RCOO^-]$  . (0,5 ن)

د - باعتمادك على المنحنى  $pH = f(V_b)$  والجدول الخاص لقيم  $pK_A$  لبعض المزدوجات ، حدد pH المحلول عند هذه الإضافة وتعرف على المحلول المائي للحمض الكربوكسيلي  $R-COOH$  .

$pK_A$	المزدوجة حمض/قاعدة
1,3	$HCl_2C-COOH / HCl_2C-COO^-$
2,9	$H_2C_2C-COOH / H_2C_2C-COO^-$
3,8	$HCOOH / HCOO^-$
4,8	$CH_3-COOH / CH_3-COO^-$

3- نضيف للحجم  $V_2$  من الحمض الكربوكسيلي  $150 mL$  من الماء . أ- ما معامل التخفيف؟ (0,5 ن)

ب- ما تركيز المحلول المخفف؟ (0,5 ن)

SBIRO Abdelkrim lycée agricole+lycée abdellah chefchaoui oulad taima région d'Agadir

msn: sbiabdou@hotmail.fr

**التصحيح :**

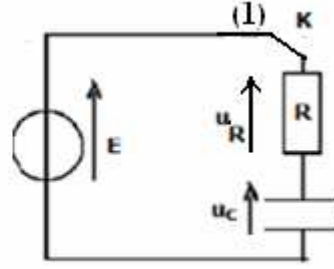
1- عند وضع قاطع التيار في الموضع (1) نحصل على التركيب التالي:

حسب قانون إضافية التوترات:

$$u_R + u_C = E$$

$$u_R = Ri = R \frac{dq}{dt} = R \frac{d(Cu_c)}{dt} = RC \frac{du_c}{dt} \quad \text{مع}$$

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = E \quad \text{ومنه}$$



نضع  $\tau = RC$  فنحصل على المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c$  :

$$\tau \frac{du_c}{dt} + u_c = E$$

$$\frac{du_c}{dt} = \frac{E}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Leftrightarrow \quad u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad -2$$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية:  $E = E$  أي  $\tau \cdot \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$  أي  $\tau \cdot \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + E - Ee^{-\frac{t}{\tau}} = E$

وبالتالي فإن  $u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  حل للمعادلة التفاضلية السابقة.

$$\frac{du_c}{dt} = \frac{E}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Leftrightarrow \quad u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad -3$$

$$i = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{ومنه} \quad i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_c}{dt} = C \cdot \frac{E}{RC} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

من خلال العلاقة السابقة. عند  $t = 0$  :  $i = \frac{E}{R} \cdot e^0 = \frac{E}{R}$

ومبياتنا لدينا عند :  $i = 1,2A \quad t = 0$   $\Leftrightarrow \frac{E}{R} = 1,2 \Leftrightarrow R = \frac{E}{1,2} = \frac{12}{1,2} = 10\Omega$

5- مبياتنا :  $\tau = 1ms$  ولدينا :  $C = \frac{\tau}{R} = \frac{10^{-3}s}{10\Omega} = 10^{-4} F \Leftrightarrow \tau = RC$

6- في النظام الدائم  $u_c = E$  والطاقة المخزونة في المكثف  $\xi_c = \frac{1}{2} C u_c^2 = \frac{1}{2} C \cdot E^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \cdot 12^2 = 7,2 \cdot 10^{-3} J$

**II - تفريغ مكثف في وسيعه .**

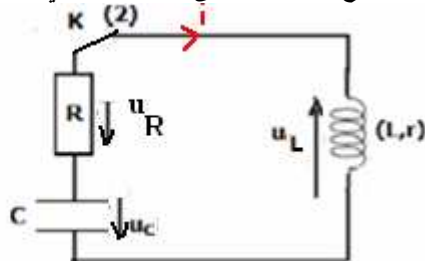
1- الظاهرة التي تبرزها التجربة هي ظاهرة الخمود.

2- نظام التذبذبات الملاحظ هو النظام الشبه دوري.

3- عند وضع قاطع التيار في الموضع 2 نحصل على التركيب التالي:

بتطبيق قانون تجميع التوترات:

$$u_C + u_R + u_L = 0$$



و  $u_L = ri + L \frac{di}{dt}$  أي  $u_c = \frac{q}{C}$  :  $u_R = Ri$

المعادلة التفاضلية تصبح: أي  $\frac{q}{c} + Ri + ri + L \frac{di}{dt} = 0$  :  $L \frac{di}{dt} + (R+r)i + \frac{q}{c} = 0$  (2)

وبما أن:  $i = \frac{dq}{dt}$  فإن:  $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$

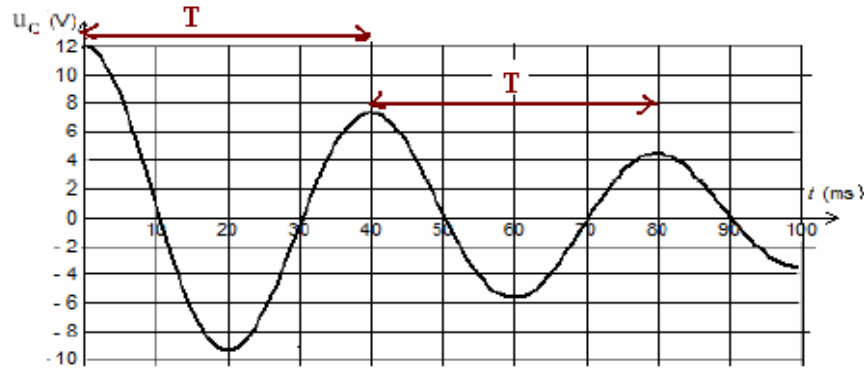
وبالتالي المعادلة رقم (2) تصبح كما يلي:  $L \frac{d^2q}{dt^2} + (R+r) \frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = 0$

أي:  $R_t = R+r$  مع:  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R_t}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$

وهي المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة الكهربائية في لدارة متواليات RLC حرة.

المقدار:  $\frac{R_t}{LC} \cdot \frac{dq}{dt}$  ناتج عن ظاهرة الخمود (بانعدامه يزول الخمود).

4- مبيانيا شبه الدور -  $T = 40ms = 0,04s$



\*\*\*\*\*  
 $L = \frac{T_o^2}{4\pi^2 C} = \frac{0,04^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot 10^{-4}} = 0,4H \quad \Leftarrow \quad T_o^2 = 4\pi^2 LC \Leftarrow T_o = 2\pi\sqrt{LC} \quad -5$

### III - الدراسة الطاقية للدارة RLC وصيانة الذبذبات

-1

(1)  $\frac{d\xi_T}{dt} = \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + Li \frac{di}{dt} \quad \Leftarrow \quad \xi_T = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} Li^2$

ومن خلال المعادلة التفاضلية السابقة لدينا: أي  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R_t}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$  :  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R_t}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$

نضرب هذه العلاقة في  $Li$  فتصبح: أي  $Li \frac{d^2q}{dt^2} + R_t i^2 + \frac{q}{C} i = 0$

لأن:  $i = \frac{dq}{dt}$  و  $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$   $Li \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} = -R_t i^2 \quad (2)$

$\frac{d\xi_T}{dt} = -R_t i^2 \quad \Leftarrow \quad (1) \text{ و } (2)$

2- الطاقة الكلية للمتذبذب  $\xi_T = \xi_e + \xi_m$

عند اللحظة  $t=0$  تكون  $i=0$  و  $u_c = E$   $\xi_{T(t=0)} = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2} c \cdot E^2 + 0 = 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot 12^2 = 7,2 \cdot 10^{-3} J$

عند اللحظة  $t = \frac{T}{2}$  تكون  $i=0$  و  $u_c = 4V$   $\xi_{T(t=\frac{T}{2})} = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2} c \cdot 4^2 + 0 = 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot 4^2 = 8 \cdot 10^{-4} J$

تغير الطاقة الكلية بين  $t=0$  و:  $t = \frac{T}{2}$   $\Delta \xi_T = \xi_{T(t=\frac{T}{2})} - \xi_{T(t=0)} = -6,4 \cdot 10^{-3} J$

نسبة الطاقة الضائعة بمفعول جول:

$\eta = \frac{6,4 \cdot 10^{-3}}{7,2 \cdot 10^{-3}} = 89\%$

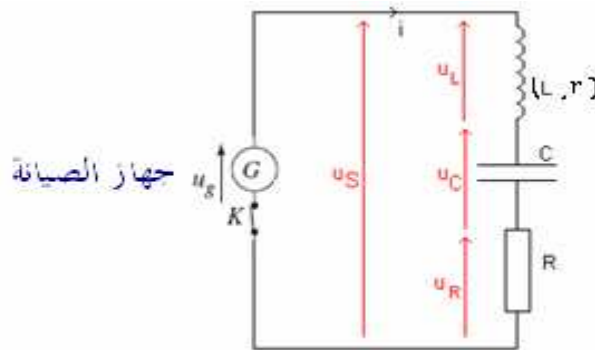
3-  $R_o = R+r = 10+10 = 20\Omega$

4-أ. المنحنى الممثل بخط متصل يمثل الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف لأنه عند اللحظة  $t = 0$  يكون المكثف مشحونا وتكون طاقته قصوى.

المنحنى الممثل بخط متقطع يمثل الطاقة المغناطيسية للوشية لأنه عند اللحظة  $t = 0$  يكون التيار في الدارة منعدما وتكون طاقة الوشية منعدمة.

ب-  $\xi_m$  و  $\xi_e$  لهما نفس الدور وهو مساو ل:  $20ms$  أي :  $\frac{T_o}{2}$ .

ج- صيانة التذبذبات في دارة متوالية RLC، يتم باستعمال مولد G يزود الدارة بطاقة تعوض الطاقة المبددة بمفعول جول على مستوى المقاومة الكلية للدارة.



المولد G يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي الذي يعبر الدارة.  $u_g = R_o.i$  (مع  $R_o = R + r$ ) وهو يتصرف كمقاومة سالبة.

بتطبيق قانون إضافية التوترات :  $u_g = u_R + u_C + u_L$

$$\text{أي : } (R+r)i = R.i + u_C + r.i + L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow L \frac{di}{dt} + u_C = 0 \quad (1)$$

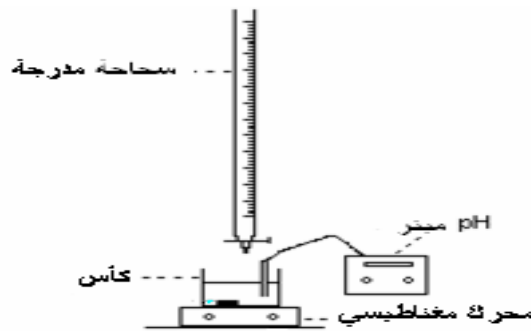
$$\text{وبما أن : } i = \frac{dq}{dt} \quad \text{فإن : } \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2} \quad \text{و : } u_C = \frac{q}{C}$$

إن (1) تصبح :  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$  وهي المعادلة التفاضلية المميزة للدارة المثالية ذات المقاومة المهمله ، وبذلك تصبح الطاقة الكلية للدارة ثابتة و التذبذبات مصانة.

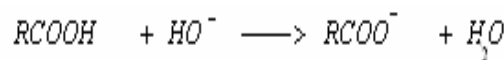
$\xi_T = 7,2 \cdot 10^{-3} J$  وهي الطاقة المخزونة في المكثف عند اللحظة  $t = 0$ .

### تمرين الكيمياء 7

1-1- التركيب المستعمل لانجاز المعايرة:



2-1



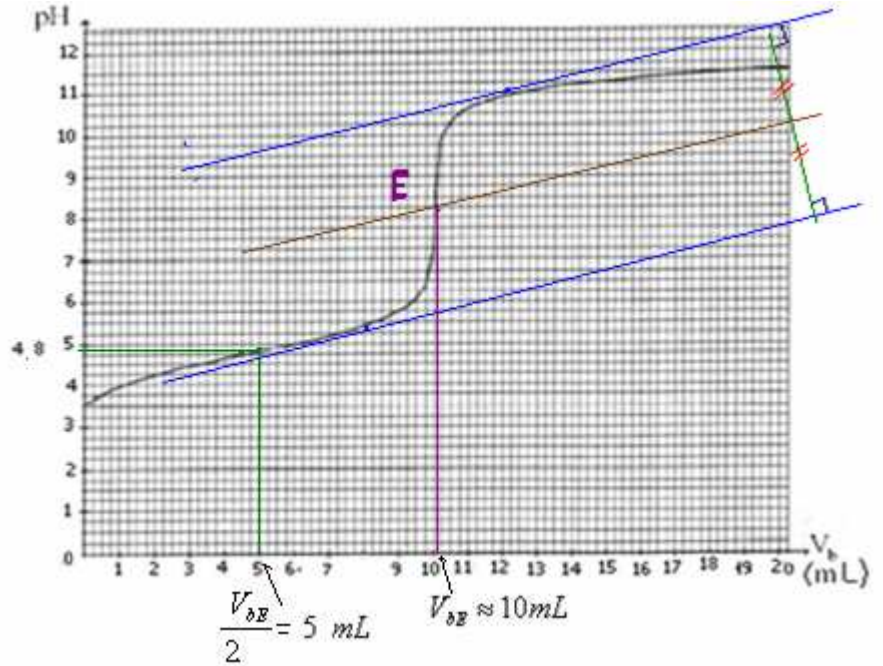
3-1- الجدول الوصفي لتطور التفاعل :

$RCOOH + HO^- \longrightarrow RCOO^- + H_2O$				
$C_a.V_a$	$C_b.V_b$	0	0	الحالة البدئية
$C_a.V_a - x$	$C_b.V_b - x$	x	x	حالة التحول

عند التكافؤ يلعب كل من  $RCOOH$  و  $HO^-$  دور المتفاعل المُجْد .

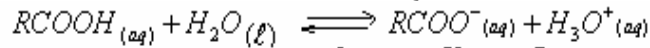
$$x_{\max} = C_b \cdot V_b \text{ أي: } C_b \cdot V_b - x_{\max} = 0$$

$$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE} \quad \Leftarrow \quad x_{\max} = C_a \cdot V_a \text{ أي: } C_a \cdot V_a - x_{\max} = 0 \quad \text{و:}$$



$$C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a} = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \cdot 10 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \quad \text{ومنه: } V_{bE} \approx 10 \text{ mL} \quad \text{مبيانيا:}$$

-2-1- من خلال معادلة تفاعل الحمض مع الماء:



$$K_A = \frac{[RCOO^-][H_3O^+]}{[RCOOH]}$$

$$10^{pH - pK_A} = \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]} \quad \Leftarrow \quad \frac{10^{-pK_A}}{10^{-pH}} = \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]} \quad \text{أي:} \quad \frac{K_A}{[H_3O^+]} = \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]}$$

$$pH = .pK_A + \log \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]} \quad \text{أي:} \quad \log 10^{pH - pK_A} = \log \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]}$$

-2-2- أ-

قبل التكافؤ المتفاعل المُجْد هو  $HO^-$  لأنه يختفي كليا فور صبه في المحلول (أي هو الذي يضع حدا للتفاعل).

$$\text{ومنه فإن التقدم الأقصى عند صب الحجم: } V_b = \frac{V_{bE}}{2} \text{ من الصودا: } x_{\max} = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2}$$

\*\*\*\*\*

-ب-

$$C_b \cdot V_b = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2} \quad \text{عند صب الحجم } V_b = \frac{V_{bE}}{2} \text{ من الصودا يصبح:}$$

$RCOOH$	$+ HO^-$	$\longrightarrow$	$RCOO^-$	$+ H_2O$	
$C_a \cdot V_a$	$\frac{C_b \cdot V_{bE}}{2}$		0	0	الحالة البدئية
$C_a \cdot V_a - x_f$	$\frac{C_b \cdot V_{bE}}{2} - x_f$		$x_f$	$x_f$	حالة التحول

$$* \quad x_f = x_{\max} = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2} \quad \text{أي:} \quad \tau = 1 \quad \text{بما أن تفاعل المعايرة كلي وتام:}$$

ج- لنين ان  $[RCOOH] = [RCOO^-]$

$$x_{\max} = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2} \quad \text{و:} \quad C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$$

$$n(RCOO^-) = x_f = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2} \quad \text{و:} \quad n(RCOOH) = Ca \cdot Va - x_f = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2}$$

$$[RCOOH] = [RCOO^-] \quad \text{ومنه}$$

\*\*\*\*\*

-د

من خلال المنحنى لدينا ،  $pH = 4,8$  عند إضافة الحجم من الصودا  $\frac{V_{bE}}{2}$ .

$$pH = pk_A \quad \Leftarrow \quad [RCOOH] = [RCOO^-] \quad \text{مع} \quad pH = .pk_A + \log \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]}$$

ومنه فإن المزوجة  $RCOOH / RCOO^-$  ذات  $pk_A = 4,8$  نتعرف عليها من خلال الجدول ، فهي  $CH_3COOH / CH_3COO^-$ .

\*\*\*\*\*

-أ

$$C \quad \text{تركيز المحلول المراد تخفيفه. و } V \text{ حجمه.} \quad F = \frac{C}{C'} = \frac{V'}{V} \quad \text{معامل التخفيف:}$$

$$C' \quad \text{تركيز المحلول المخفف. و } V' \text{ حجمه.}$$

$$C = 5.10^{-3} \text{ mol / L} \quad \text{و:} \quad V = 50 \text{ mL} \quad \text{لدينا}$$

$$V' = V + v_e = 50 + 150 = 200 \text{ mL} \quad \text{وحجم المحلول المخفف}$$

$$F = \frac{V'}{V} = \frac{200}{50} = 4 \quad \text{إذن:} \quad \text{أي أن المحلول تم تخفيفه 4 مرات.}$$

\*\*\*\*\*

ب- تركيز المحلول المخفف:  
من خلال علاقة التخفيف:

$$C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{5.10^{-3} \text{ mol / L} \cdot 50 \text{ mL}}{200 \text{ mL}} = 1,25.10^{-3} \text{ mol / L} \quad \Leftarrow \quad C \cdot V = C' \cdot V'$$

أعلى نقطة حصل عليها التلميذ : حمزة أمناك 17,75/20 ثم يليه : ياسين الكوب وجمال قزوب : 16,5/20

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole + lycée abdellah chefchaouni Oulad Taima region d'agadir

Royaume du maroc

msn : [sbiabdou@hotmail.fr](mailto:sbiabdou@hotmail.fr)

pour toute observation contactez moi

لا تنسوني بدعانكم الصالح.

وأسأل الله لكم التوفيق .

[www.9alami.com](http://www.9alami.com)