

C:RS28

7	المعامل:	الفيزياء والكيمياء	المادة:
3	مدة الإجاز:	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية	الشعب(ة) أو المسلك:

يسمح باستعمال الحاسبة غير القابلة للبرمجة

الكيمياء ( 7 نقط ):

دراسة محلول ماء جافيل

الفيزياء ( 13 نقطة ):

تمرين 1: ( 3 نقط )

الموجات – دراسة الموجات على سطح الماء

تمرين 2: ( 4,5 نقط )

الكهرباء – دراسة دائرة كهربائية RLC

تمرين 3: ( 5,5 نقط )

الميكانيك – دراسة متذبذب ميكانيكي

تعطى الصيغ الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية

أجزاء جميع التمارين مستقلة

## الكيمياء: (7 نقط)

يعتبر غاز ثنائي الكلور ( $Cl_2$ ) من الغازات الأساسية التي تدخل في صناعة عدد كبير من المركبات الكيميائية ومن بينها ماء جافيل.  
يتميز ماء جافيل بدرجة الكلورومتريّة ( $D^\circ ClH$ ) والتي تمثل حجم غاز ثنائي الكلور، بالتر، الموجود في 1L من ماء جافيل. يحدد هذا الحجم في الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط، حيث الحجم المولي  $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$ .  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة:

- تحضير غاز ثنائي الكلور بواسطة التحليل الكهربائي.
- تحديد الدرجة الكلورومتريّة ( $D^\circ ClH$ ) لمحلول ماء جافيل المحضر.
- الخصائص الحمض-قاعدية لماء جافيل.

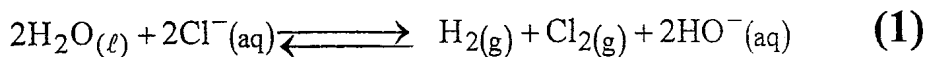
## المعطيات:

- الكتلة المولية لكلورور الصوديوم:  $M(NaCl) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- ثابتة فاردي:  $1F = 96500 \text{ C}$ .
- يعبر عن الدرجة الكلورومتريّة لماء جافيل بالعلاقة:  $(D^\circ ClH) = [ClO^-]_0 \cdot V_m$ ، حيث  $[ClO^-]_0$  تمثل التركيز البدئي لأيونات تحت الكلوريت ( $ClO^-$ ) في محلول ماء جافيل المدروس.
- عند  $25^\circ C$ ، الجداء الأيوني للماء  $K_e = 10^{-14}$ .
- ثابتة التوازن  $K$  الموافقة لتفاعل  $ClO^-$  مع الماء:  $K = 3,16 \cdot 10^{-7}$ .

## 1- دراسة تحضير غاز ثنائي الكلور:

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي مركز لكلورور الصوديوم ( $Na^+_{aq} + Cl^-_{aq}$ ) خلال المدة  $\Delta t = 30 \text{ min}$  بواسطة تيار كهربائي مستمر شدته  $I = 57,9 \text{ A}$ .  
بيّنت التجربة انبعاث:

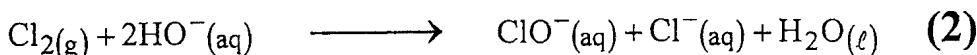
- غاز ثنائي الكلور ( $Cl_2$ ) عند أحد الإلكترودين.
  - غاز ثنائي الهيدروجين ( $H_2$ ) وتكوّن أيونات الهيدروكسيد ( $HO^-$ ) عند الإلكترود الآخر.
- ننمذج هذا التحليل الكهربائي بالمعادلة الكيميائية الحصيلة التالية:



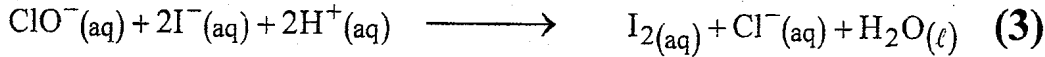
- 1.1 - حدد المزدوجتين (مختزل/مؤكسد) المتدخلتين في هذا التفاعل. 0,5
- 1.2 - اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي حدث بجوار الكاثود. 0,5
- 1.3 - أنشئ الجدول الوصفي للتحويل الحاصل عند الأنود. 0,75
- 1.4 - أوجد تعبير كمية المادة  $n$  للجسم المتكوّن عند الأنود بدلالة  $I$  و  $\Delta t$  و  $F$ . احسب  $n$ . 0,75

2- تحديد الدرجة الكلورومتريّة ( $D^\circ ClH$ ) لماء جافيل:

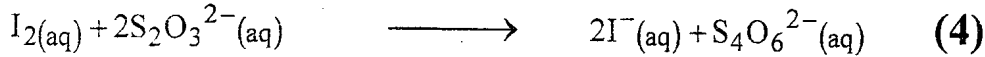
نحضر محلولاً ( $S_0$ ) لماء جافيل تركيزه  $C_0$  بتفاعل غاز ثنائي الكلور ( $Cl_2$ ) مع أيونات الهيدروكسيد ( $HO^-$ ) وفق تحول كيميائي نعتبره كلياً وسريعاً وننمذجه بالمعادلة التالية:



نضيف لحجم من المحلول ( $S_0$ ) الماء المقطر لتحضير محلول مائي ( $S$ ) تركيزه المولي  $C = \frac{C_0}{10}$ .  
نأخذ حجما  $V = 10\text{mL}$  من المحلول ( $S$ ) ونضيف إليه كمية وافرة من محلول محمض ليودور  
البوتاسيوم ( $K^+(aq) + I^-(aq)$ )، وقطرات من محلول النشا.  
تؤكسد أيونات تحت الكلوريت  $ClO^-$ ، في وسط حمضي، أيونات اليودور  $I^-$  وفق المعادلة  
الكيميائية التالية:



نعابر ثنائي اليود المتكون بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم ( $2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq)$ )  
التركيز  $C_2 = 0,1\text{molL}^{-1}$ . يكون حجم محلول الثيوكبريتات المضاف عند التكافؤ  
هو  $V_E = 10,8\text{mL}$ .  
نمذج تفاعل المعايرة بالمعادلة التالية:



2.1- اعتمادا على الجدول الوصفي لتطور المعايرة، حدد كمية المادة  $n(I_2)$  لثنائي اليود المتواجد  
في الخليط. 1

2.2- علما أن  $n(I_2)$  تمثل كمية مادة ثنائي اليود الناتجة عن التفاعل (3)، استنتج كمية المادة 0,5

$n(ClO^-)$  لأيونات تحت الكلوريت المتواجدة في الحجم  $V$ .

2.3- حدد التركيز  $C$  واستنتج التركيز  $C_0$ . 0,75

2.4- أوجد الدرجة الكلوروميترية ( $D^\circ\text{chl}$ ) للمحلول ( $S_0$ ). 0,75

### 3- الخصائص الحمض-قاعدية لماء جافيل:

يمثل الأيون تحت الكلوريت  $ClO^-$ ، العنصر النشط لماء جافيل، القاعدة المرافقة لحمض تحت  
الكلوروز  $HClO$ ، القابلة للتفاعل مع الماء.

3.1- اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج لهذا التحول علما أنه محدود. 0,5

3.2- حدد الثابتة  $K_A$  للمزدوجة ( $HClO/ClO^-$ )، علما أن ثابتة التوازن الموافقة للمعادلة 1

الكيميائية لتفاعل  $ClO^-$  مع الماء هي  $K = 3,16 \cdot 10^{-7}$ .

الفيزياء (13 نقطة) :

تمرين 1 : الموجات (3 نقط)

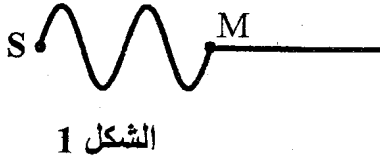
تحدث الرياح في أعالي البحار أمواجاً تنتشر نحو الشاطئ،  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة هذه الأمواج .

نعتبر أن الموجات المنتشرة على سطح البحر متوالية وجيبية دورها  $T = 7\text{ s}$ .

1- هل الموجة المدروسة طولية أم مستعرضة؟ علل جوابك. 0,5

2- احسب  $v$  سرعة انتشار الموجة علما أن المسافة الفاصلة بين ذروتين متتاليتين هي  $d = 70\text{ m}$ . 0,5

3- يعطي الشكل 1 مقطعا رأسيا لمظهر سطح الماء عند لحظة  $t$ .  
نهمل ظاهرة التبدد، ونعتبر  $S$  منبعا للموجة و  $M$  جبهتها التي تبعد عن  $S$  بالمسافة  $SM$ .

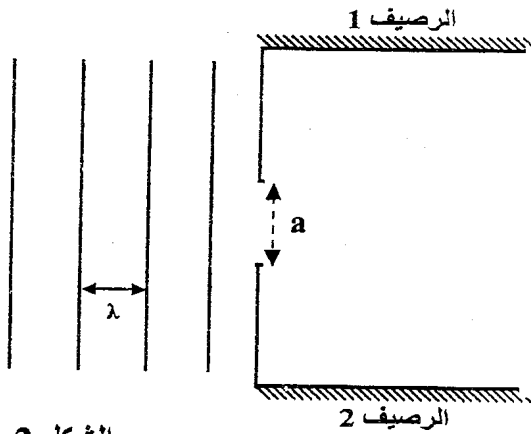


الشكل 1

3.1- اكتب، باعتمادك على الشكل 1، تعبير  $\tau$   
التأخر الزمني لحركة  $M$  بالنسبة لحركة  $S$  بدلالة  
طول الموجة  $\lambda$ . احسب قيمة  $\tau$ .

3.2- حدد، معلا جوابك، منحنى حركة  $M$  لحظة  
وصول الموجة إليها.

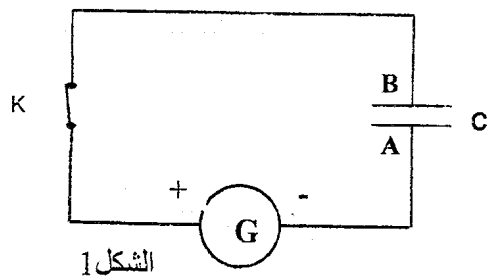
4- تصل الأمواج إلى بوابة، عرضها  $a = 60$  m،  
توجد بين رصيفي ميناء (الشكل 2).  
انقل الشكل 2 ومثل عليه الموجات بعد اجتيازها  
البوابة، وأعط اسم الظاهرة الملاحظة.



الشكل 2

تمرين 2 : الكهرباء (5,4 نقط)

تستعمل المكثفات لتخزين الطاقة الكهربائية بهدف استرجاعها قصد توظيفها في الدارات  
الإلكترونية والكهربائية.  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة شحن مكثف وتفريغه عبر وشيعة.



الشكل 1

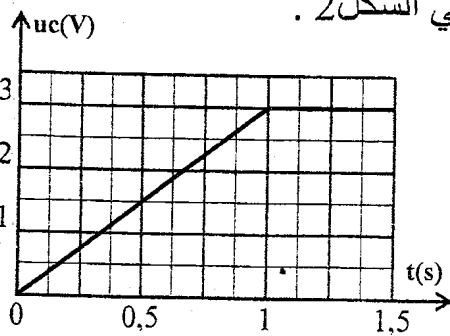
1) الجزء الأول: شحن مكثف بواسطة مولد مؤتمل للتيار

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 حيث  $G$   
مولد يزود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة.

نغلق عند اللحظة  $t=0$  قاطع التيار  $K$  فيمر في الدارة

تيار كهربائي شدته  $I=0,3$  A وندرس تغيرات التوتر  $u_C$

بين مربطي المكثف بدلالة الزمن؛ فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2.



الشكل 2

1.1- حدد اللبوس الذي يحمل الشحن الكهربائية السالبة.

1.2- اعتمادا على منحنى الشكل 2، اذكر معلا جوابك

هل كان المكثف مشحونا أو غير مشحون عند اللحظة  $t=0$ .

1.3- بين أن تعبير التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف يكتب على

الشكل:  $u_C = \frac{I \cdot t}{C}$  بالنسبة لـ  $u_C < u_{Cmax}$ .

1.4- أعط تعبير  $u_C = f(t)$  انطلاقا من المنحنى بالنسبة لـ  $u_C < u_{Cmax}$ ؛

وتحقق أن قيمة سعة المكثف هي:  $C = 0,1$  F.

1.5- بين أن تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف

عند لحظة  $t$  يكتب على الشكل:  $E_e = \frac{1}{2} C \cdot u_c^2$  واحسب قيمتها القصوى  $E_{e_{max}}$ . نذكر بتعبير القدرة

$$P = \frac{dW}{dt} : \text{اللحظية } P$$

(2) الجزء الثاني: تحديد معامل التحريض  $L$  لوشية

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 3 المكون من:

- مولد كهربائي قوته الكهرمحركة:  $E = 6V$  ومقاومته الداخلية مهمة.

- موصل أومي  $D_1$  مقاومته  $R_1 = 48\Omega$ .

- موصل أومي  $D_2$  مقاومته  $R_2$ .

وشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r = R_2$ .

- قاطعي التيار  $K_1$  و  $K_2$ .

في مرحلة أولى: نحتفظ ب  $K_2$  مفتوحا ونغلق  $K_1$  ،

وفي مرحلة ثانية نحتفظ ب  $K_1$  مفتوحا ونغلق  $K_2$  .

يمثل الشكل 4 المنحنيين (أ) و (ب) لتغيرات شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بالنسبة لكل مرحلة على حدة.

2.1- أقرن معلا جوابك كل منحنى بالمرحلة الموافقة له.

0,5

2.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة خلال المرحلة

0,25

التي مكنك من الحصول على المنحنى (ب) .

2.3- يكتب حل هذه المعادلة على الشكل:

$$i(t) = A \cdot e^{-\lambda t} + B \text{ ؛ حيث } A \text{ و } B \text{ و } \lambda \text{ ثوابت.}$$

2.3.1- حدد تعبير كل من  $\lambda$  و  $B$  و  $A$  بدلالة المقادير المناسبة.

0,75

2.3.2- استنتج  $L$ .

0,5

3- نشحن كلياً المكثف السابق ونفرغه عبر

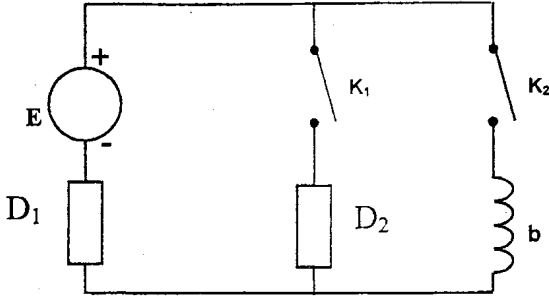
0,5

الوشية (b) . نعاين تغيرات  $u_c$  بدلالة الزمن

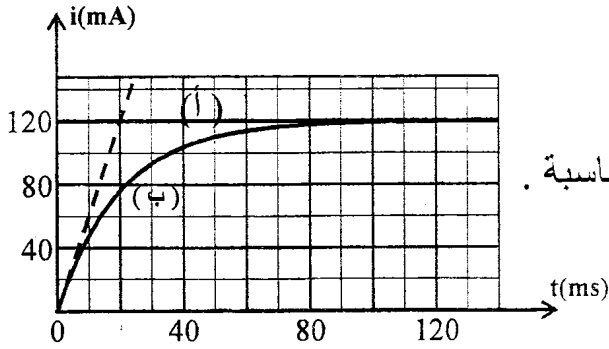
فنحصل على أحد المنحنيين الممثلين أسفله.

حدد معلا جوابك المنحنى الموافق لهذه التجربة، علماً أن شبه

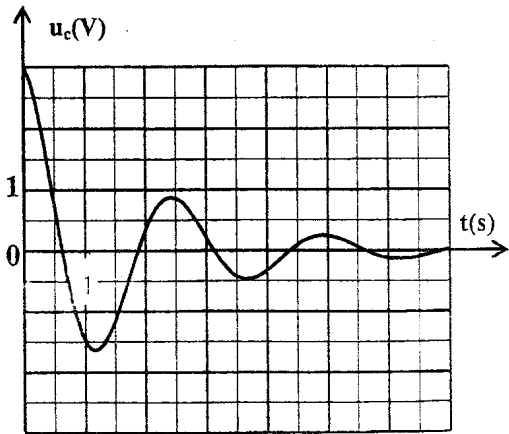
الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب.



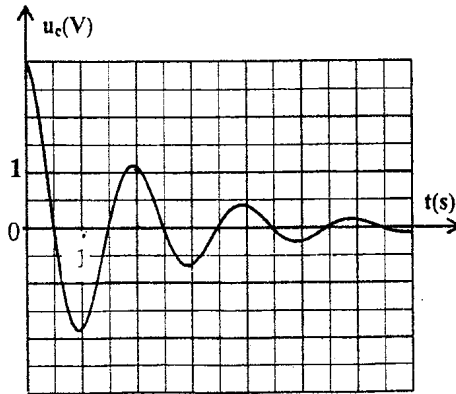
الشكل 3



الشكل 4



(د)



(ج)

تمرين 3 : الميكانيك ( 5,5 نقط )

تستعمل المتذبذبات الميكانيكية في مجالات صناعية مختلفة و بعض الأجهزة الرياضية واللعب وغيرها. ومن بين هذه المتذبذبات الأرجوحة التي نعتبرها كنواس .

يتأرجح طفل بواسطة أرجوحة مكونة من عارضة يستعملها كمقعد، معلقة بواسطة حبلين مشدودين إلى حامل ثابت.

ننمذج المجموعة { الطفل + الأرجوحة } بنواس بسيط يتكون من حبل ، غير مدود كتلته مهملة وطوله  $\ell$  ، وجسم صلب (S) كتلته  $m$  .

النواس قابل للدوران حول محور أفقي ( $\Delta$ ) ثابت ومتعامد مع المستوى الرأسي. عزم قصور النواس بالنسبة للمحور ( $\Delta$ ) هو  $J_{\Delta} = m.\ell^2$ .

المعطيات :

شدة الثقالة :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  ؛ طول الحبل :  $\ell = 3 \text{ m}$  ؛ كتلة الجسم (S) :  $m = 18 \text{ kg}$  .

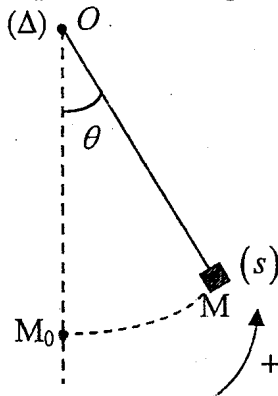
نأخذ في حالة التذبذبات الصغيرة:  $\sin \theta \approx \theta \text{ (rad)}$  و  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2} \text{ (rad)}$

نهمل أبعاد (S) بالنسبة لطول الحبل و جميع الاحتكاكات.

1- الدراسة التحريكية للنواس:

نزيج النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية  $\theta_m = \frac{\pi}{20} \text{ rad}$  في المنحنى الموجب ونحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$  .

نمعلم موضع النواس عند لحظة  $t$  بالأفصول الزاوي  $\theta$  الذي يكونه النواس مع الخط الرأسي المار من النقطة O حيث  $\theta = (\overline{OM_0}, \overline{OM})$  (انظر الشكل)



1.1- 0,75 بين، بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، أن المعادلة التفاضلية لحركة النواس، في معلم غاليلي مرتبط بالأرض ، تكتب على الشكل:

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell} \theta = 0$$

1.2- 0,5 احسب الدور الخاص  $T_0$  للنواس .

1.3- 0,75 اكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس.

1.4- 1,5 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في أساس فريني، أوجد تعبير الشدة T لتوتر الحبل عند لحظة  $t$

بدلالة  $m$  و  $g$  و  $\theta$  و  $\ell$  و  $v$  السرعة الخطية للنواس. احسب قيمة T عند اللحظة  $t = \frac{T_0}{4}$  .

2- الدراسة الطاقية:

نزود ، عند لحظة  $t=0$  ، النواس السابق الذي يوجد في حالة سكون في موضع توازنه المستقر بطاقة حركية قيمتها  $E_C = 264,6 \text{ J}$  فيدور في المنحنى الموجب.

2.1- 1 نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة  $M_0$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ( انظر الشكل ).

اكتب تعبير طاقة الوضع الثقالية  $E_p$  للنواس عند لحظة  $t$  بدلالة  $\theta$  و  $m$  و  $\ell$  و  $g$  .

2.2- 1 باعتماد الدراسة الطاقية، حدد القيمة القصوية  $\theta_{\max}$  للأفصول الزاوي.

تصحيح موضوع الامتحان الوطني للباكالوريا  
الدورة الاستدراكية 2009 - مسلك العلوم الفيزيائية

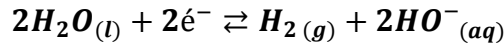
الكيمياء

1-دراسة تحضير غاز الكلور

1.1-المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما :  $\text{Cl}_2/\text{Cl}^-$  و  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ .

1.2-معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار الكاثود :

يحدث اختزال لجزيئة الماء :



1.3-الجدول الوصفي للتحويل الحاصل عند الأنود :

معادلة التفاعل		$2\text{Cl}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Cl}_{2(g)} + 2e^-$			كمية مادة $e^-$ المتبادلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	$n_i(\text{Cl}^-)$	0	-	$n(e^-) = 0$
الحالة الوسيطة	$x$	$n_i(\text{Cl}^-) - 2x$	$x$	-	$n(e^-) = 2x$
الحالة النهائية	$x_f$	$n_i(\text{Cl}^-) - 2x_f$	$x_f$	-	$n(e^-) = 2x_f$

1.4-تعبير كمية المادة  $n$  لغاز الكلور المتكون عند الأنود :

حسب الجدول الوصفي :

$$\begin{cases} n = n(\text{Cl}_2) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases} \Rightarrow n = \frac{n(e^-)}{2}$$

نعلم أن :

$$n(e^-) \cdot F = I \cdot \Delta t \Rightarrow n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$$

تعبير  $n$  هو :

$$n = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} \Rightarrow n = \frac{57,9 \times 30 \times 60}{2 \times 96500} = 0,54 \text{ mol}$$

2-تحديد الدرجة الكلورومترية ( $D^\circ \text{Chl}$ ) لماء جافيل

2.1-تحديد  $n(I_2)$  كمية المادة لثنائي اليود المتواجد في الخليط :

الجدول الوصفي لتطور المعايرة :

معادلة التفاعل		$\text{I}_{2(aq)} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow 2\text{I}^-_{(aq)} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	$C \cdot V$	$C_2 \cdot V_2$	0	0
الحالة الوسيطة	$x$	$C \cdot V - x$	$C_2 \cdot V_2 - 2x$	$2x$	$x$
حالة التكافؤ	$x_E$	$C \cdot V - x_E$	$C_2 \cdot V_2 - 2x_E$	$2x_E$	$x_E$



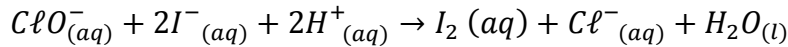
عند التكافؤ يختفي كل من المتفاعلات  $I_2$  و  $S_2O_3^{2-}$  نكتب :

$$\begin{cases} C \cdot V - x_E = 0 \\ C_2 \cdot V_E - 2x_E = 0 \end{cases} \Rightarrow x_E = \frac{C_2 \cdot V_E}{2} = C \cdot V \Rightarrow n(I_2) = \frac{C_2 \cdot V_E}{2}$$

ت.ع :

$$n(I_2) = \frac{0,1 \times 10,8 \cdot 10^{-3}}{2} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

2.2- استنتاج  $n(C\ell O^-)$  كمية مادة ل  $C\ell O^-$  الموجودة في الحجم  $V$  :  
 حسب المعادلة (3) :



هذا التفاعل كلي وسريع كما أن المتفاعل  $C\ell O^-$  محد وبالتالي نكتب :

$$n(I_2) = n(C\ell O^-) = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3.2- تحديد التركيز  $C$  :

$$C = \frac{n(I_2)}{V} = \frac{5,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{10 \cdot 10^{-3} l} = 5,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad \text{لدينا : } n(I_2) = C \cdot V \quad \text{نجد :}$$

استنتاج التركيز  $C_0$  :

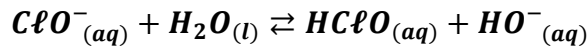
$$C_0 = 10C = 10 \times 5,4 \cdot 10^{-2} = 0,54 \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad \text{لدينا : } C = \frac{C_0}{10} \quad \text{أي } C$$

4.2- الدرجة الكلورومترية لماء جافيل تعطى بالعلاقة :

$$(D^\circ Ch\ell) = [C\ell O^-]_0 \cdot V_m \Rightarrow (D^\circ Ch\ell) = 0,54 \times 22,4 \approx 12^\circ$$

### 3- الخاصية حمض - قاعدية لماء جافيل :

1.3- كتابة معادلة التفاعل لايون  $C\ell O^-$  مع الماء :



2.3- تحديد الثابتة  $K_A$  للمزدوجة  $HClO/C\ell O^-$

تعبير ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[HClO]_{\acute{e}q} \cdot [HO^-]_{\acute{e}q}}{[C\ell O^-]_{\acute{e}q}} \Rightarrow K = \frac{[HClO]_{\acute{e}q} \cdot [HO^-]_{\acute{e}q}}{[C\ell O^-]_{\acute{e}q}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

$$\begin{cases} K_e = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot [HO^-]_{\acute{e}q} \\ K_A = \frac{[C\ell O^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[HClO]_{\acute{e}q}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_e = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot [HO^-]_{\acute{e}q} \\ \frac{1}{K_A} = \frac{[HClO]_{\acute{e}q}}{[C\ell O^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}} \end{cases} \Rightarrow K = \frac{K_e}{K_A} \Rightarrow K_A = \frac{K_e}{K}$$

ت.ع :



$$K_A = \frac{10^{-14}}{3,16 \cdot 10^{-7}} = 3,16 \cdot 10^{-8}$$

## الفيزياء

### تمرين 1 : الموجات

1-الموجة المنتشرة على سطح البحر مستعرضة لأن اتجاه انتشارها عمودي على اتجاه تشويهاها .

2-حساب  $v$  سرعة انتشار الموجة :

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

المسافة الفاصلة بين ذرتين متتاليتين تمثل طول الموجة  $\lambda = 70 \text{ m}$

$$v = \frac{70}{7} = 10 \text{ m s}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$



3.1-تعبير  $\tau$  التأخر الزمني لحركة  $M$  بالنسبة لحركة  $S$  :

$$v = \frac{SM}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{SM}{v} = \frac{2\lambda}{10} \Rightarrow \tau = \frac{\lambda}{5}$$

$$\tau = \frac{70}{5} = 14 \text{ s} \quad \text{ت.ع.}$$

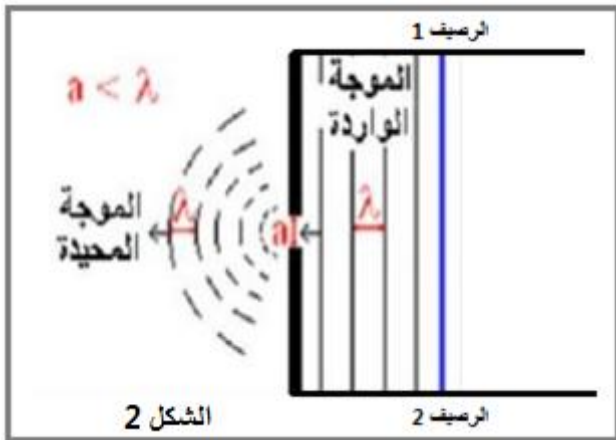
3.2-المسافة بين النقطتين  $S$  و  $M$  هي  $SM = 2\lambda$  وبالتالي والنقطتان تهتزتان على توافق في الطور .

النقطة  $M$  تتحرك نحو الاسفل لحظة وصول مقدمة الموجة إليها لأنها تعيد نفس حركة المنبع  $S$  عند هذه اللحظة .

4-تسمى هذه الظاهرة بحيود الموجة لأن :

$$a = 60 \text{ m} < \lambda = 70 \text{ m}$$

تمثيل الموجة المحيدة أنظر الشكل 2 .



## تمرين 2 : الكهرباء

### 1-الجزء الاول : شحن مكثف بواسطة مولد مؤمئل للتيار

1.1- اللبوس  $A$  يحمل الشحنة الكهربائية السالبة .

1.2-اعتمادا على منحني الشكل 2 عند اللحظة  $t = 0$  التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف منعنما وبما أن  $q = cu_C = 0$  فإن المكثف كان غير مشحون عند هذه اللحظة .

1.3- إثبات العلاقة:  $u_C = \frac{I.t}{C}$  بالنسبة ل  $u_C < u_{C \max}$  لدينا :

$$\begin{cases} I = \frac{q}{t} \Rightarrow I.t = C.u_C \Rightarrow u_C = \frac{I.t}{C} \\ q = C.u_C \end{cases}$$

1.4- تعبير  $u_C = f(t)$  :

منحنى الشكل 2 عبارة عن دالة خطية معادتها تكتب :  $u_C = K.t$

$$K = \frac{\Delta u_C}{\Delta t} = \frac{3-0}{1-0} = 3 \text{ V.s}^{-1}$$

$$\begin{cases} u_C = K.t \\ u_C = \frac{I.t}{C} \end{cases} \Rightarrow K = \frac{I}{C} \Rightarrow C = \frac{I}{K} = \frac{0,3}{3} = 0,1 \text{ F}$$

1.5- إثبات العلاقة :  $E_e = \frac{1}{2} C.u_C^2$

لدينا :  $P = u_C.i$  و  $i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$

لدينا :  $P = \frac{dE_e}{dt} \Rightarrow dE_e = P.dt \Rightarrow dE_e = u_C.i.dt \Rightarrow dE_e = u_C.C \frac{du_C}{dt}.dt = C.u_C.du_C$  بالتكامل نحصل على :

$$E_e = C \int_0^{u_C} u_C du_C = \frac{1}{2} C.u_C^2$$

ت.ع :

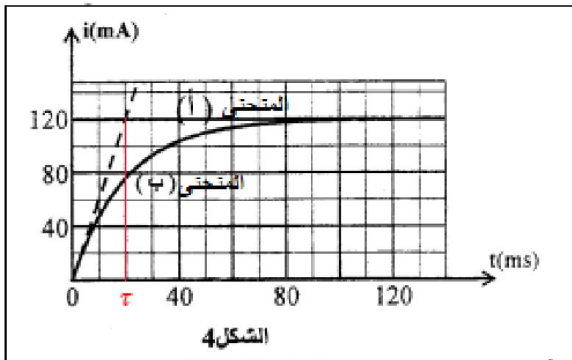
$$E_e = \frac{1}{2} \times 0,1 \times 3^2 = 0,45 \text{ J}$$

## 2-الجزء الثاني : تحديد معامل التحريض $L$ لوشية

2.1- المرحلة الاولى شدة التيار في الدارة ثابتة وتساوي :  $I = \frac{E}{R_1+R_2}$

ويوافق المنحنى (أ) .

المرحلة الثانية تقاوم الوشية إقامة التيار فنحصل على نظامية انتقالي ودائم المنحنى (ب) .



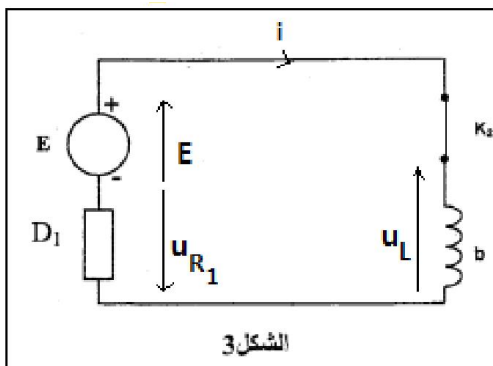
الشكل 4

2.2- المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$  :

حسب قانون إضافية التوترات :  $E = u_L + u_{R_1}$

حسب قانون أوم :  $u_{R_1} = R_1.i$  و  $u_L = L \frac{di}{dt}$

$$L \frac{di}{dt} + R_1.i = E \Rightarrow \frac{L}{R_1} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_1}$$



الشكل 3

2.3.1- تحديد تعبير الثوابت  $\lambda$  و  $A$  و  $B$   
لدينا :

$$i(t) = Ae^{-\lambda t} + B \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\lambda \cdot A \cdot e^{-\lambda t}$$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-\frac{L}{R_1} \cdot \lambda \cdot A \cdot e^{-\lambda t} + Ae^{-\lambda t} + B = E \Rightarrow Ae^{-\lambda t} \left( -\frac{L}{R_1} \lambda + 1 \right) + B - \frac{E}{R_1} = 0$$

$$\begin{cases} B - \frac{E}{R_1} = 0 \\ -\frac{L}{R_1} \lambda + 1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} B = \frac{E}{R_1} \\ \lambda = \frac{R_1}{L} \end{cases}$$

الحل يكتب :  $i(t) = Ae^{-\lambda t} + \frac{E}{R_1}$

لتحديد  $A$  نستعمل الشروط البدئية :  $i(0) = 0$

$$A + \frac{E}{R_1} = 0 \Rightarrow A = -\frac{E}{R_1}$$

حل المعادلة التفاضلية يكتب :

$$\tau = \frac{L}{R_1} \text{ مع } i(t) = \frac{E}{R_1} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

2.2- استنتاج  $L$  :

باستعمال المنحنى (ب) للشكل 4 نجد  $\tau = 20 \text{ ms} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

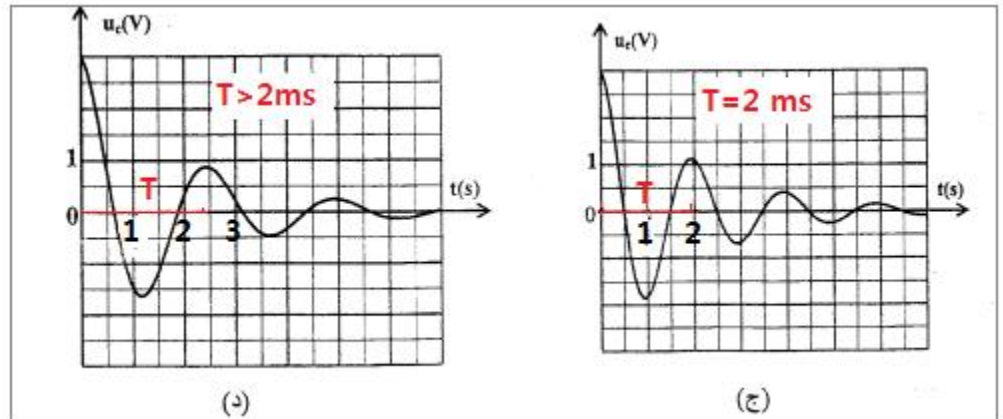
لدينا :  $\tau = \frac{L}{R_1 + R_2}$  أي :  $L = \tau(R_1 + R_2)$

في النظام الدائم شدة التيار تكتب :  $I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2}$  أي :  $R_1 + R_2 = \frac{E}{I_0}$

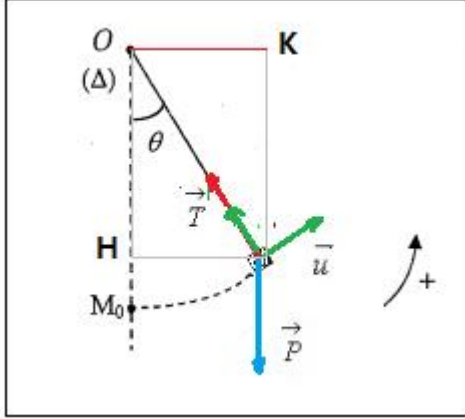
$$L = \tau \cdot \frac{E}{I_0} \Rightarrow L = 2 \cdot 10^{-2} \times \frac{6}{120 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ H}$$

3- لنحسب الدور الخاص  $T_0$  حيث :  $T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C} = 2\pi\sqrt{1 \times 0,1} \approx 2 \text{ s}$

بما أن شبه الدور  $T$  يساوي الدور الخاص  $T_0$  أي أن  $T = 2 \text{ s}$  المنحنى الموافق هو (ج) .



## تمرين 3 : الميكانيك 1-الدراسة التحريكية للنواس



1.1-إثبات المعادلة التفاضلية :

المجموعة المدروسة : {الطفل + الارجوحة}

جهد القوى :

وزن المجموعة :  $\vec{P}$

تأثير الحبل :  $\vec{T}$

تطبيق العلاقة الاساسية للديناميك في حالة الدوران :

$$M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{T}) = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta} \quad (1)$$

لدينا :  $M_{\Delta}(\vec{T}) = 0$  لأن إتجاه القوة  $\vec{T}$  يم من محور الدوران  $(\Delta)$

حسب الشكل :

$$d = OK = \ell \cdot \sin\theta$$

$$M_{\Delta}(\vec{P}) = -m \cdot g \cdot d = -m \cdot g \cdot \ell \cdot \sin\theta$$

المعدلة (1) تكتب :

$$-m \cdot g \cdot \ell \cdot \sin\theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta} \Rightarrow m \cdot \ell^2 \cdot \ddot{\theta} + m \cdot g \cdot \ell \cdot \sin\theta = 0 \Rightarrow \ell \cdot \ddot{\theta} + m \cdot g \cdot \sin\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{m \cdot g}{\ell} \cdot \sin\theta = 0$$

في حالة التذبذبات الصغيرة نكتب :  $\sin\theta \approx \theta$  المعادلة التفاضلية تكتب :

$$\ddot{\theta} + \frac{m \cdot g}{\ell} \cdot \theta = 0$$

1.2-تعبير الدور الخاص هو :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{3}{9,8}} = 3,48 \text{ s}$$

1.3-المعادلة الزمنية لحركة النواس :

حل المعادلة التفاضلية يكتب :  $\theta(t) = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$

حسب الشروط البدئية :  $\theta(0) = \theta_m = \frac{\pi}{20}$

$$\theta(0) = \theta_m \cos\varphi \Rightarrow \theta_m \cos\varphi = \theta_m \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$$

تعبير المعادلة الزمنية يكتب :

$$\theta(t) = \frac{\pi}{20} \cos\left(\frac{2\pi}{3,48} t\right) \Rightarrow \theta(t) = \frac{\pi}{20} \cos(1,8 t)$$

1.4-تعبير توتر الحبل عند اللحظة t :

تخضع المجموعة المدروسة {الطفل + الأرجوحة} لنفس القوى السابقة  $\vec{T}$  و  $\vec{P}$ .

نطبق القانون الثاني لنيوتن في معلم غاليلي مرتبط بالارض ، نكتب :

$$\vec{P} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}_G$$

نسقط العلاقة المتجهية السابقة في أساس فريني على المحور  $(M, \vec{n})$

$$T - P \cdot \cos\theta = ma_N \Rightarrow T = m \cdot g \cdot \cos\theta + m \cdot a_N$$

$$a_N = \frac{v^2}{\ell} \text{ لدينا}$$

$$T = m \cdot g \cdot \cos\theta + m \cdot \frac{v^2}{\ell} \Rightarrow T = m \left( g \cdot \cos\theta + \frac{v^2}{\ell} \right)$$

$$t = \frac{T_0}{4} \text{ حساب } T$$

$$t = \frac{T_0}{4} \text{ لدينا}$$

$$\begin{cases} \theta(t) = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \\ \dot{\theta}(t) = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot \theta_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \theta\left(\frac{T_0}{4}\right) = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \frac{T_0}{4}\right) = \theta_m \cdot \cos\frac{\pi}{2} = 0 \\ \dot{\theta}\left(\frac{T_0}{4}\right) = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot \theta_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \frac{T_0}{4}\right) = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot \theta_m \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot \theta_m \end{cases}$$

$$v\left(\frac{T_0}{4}\right) = \ell \cdot \dot{\theta}\left(\frac{T_0}{4}\right) = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot \ell \cdot \theta_m$$

$$T = m \left[ g \cdot \cos 0 + \frac{1}{\ell} \cdot \left( \frac{2\pi}{T_0} \cdot \ell \cdot \theta_m \right)^2 \right] = m \left( g + \frac{4\pi^2 \ell}{4\pi^2 \ell} \theta_m^2 \right) \Rightarrow T = mg(1 + \theta_m^2)$$

$$T = 18 \times 9,8 \times \left[ 1 + \left( \frac{\pi}{20} \right)^2 \right] = 1807 \text{ N}$$

2-الدراسة الطاقية :

2.1- تعبير طاقة الوضع الثقالية للنواس عند اللحظة t :

$$E_p = m \cdot g \cdot z + cte$$

حسب الحالة المرجعية :  $E_p(0) = 0$  ومنه  $cte = 0$  تعبير  $E_p$  يصبح :

$$E_p = m \cdot g \cdot z$$

حسب الشكل :

$$z = HM_0 = OM_0 - OH = \ell - \ell \cos \theta = \ell(1 - \cos \theta)$$

بتعويض z في  $E_p$  نكتب :

$$E_p = m \cdot g \cdot \ell(1 - \cos \theta)$$

2.2- تحديد القيمة القصوى  $\theta_m$  للافصول الزاوي :

الطاقة الميكانيكية تكتب :

$$E_m = E_c + E_p = E_c + m \cdot g \cdot \ell(1 - \cos \theta)$$

نعتبر الحالتين : (1) موضع التوازن  $\theta_0 = 0$  و (2) موضع التي تأخذ فيه الزاوية  $\theta$  القيمة  $\theta_m$

و باعتبار انحفاظ الطاقة الميكانيكية نكتب :

$$E_{m1} = E_{m2} \Rightarrow E_{c1} + \underbrace{m \cdot g \cdot \ell(1 - \cos \theta_0)}_{=0} = \underbrace{E_{c2}}_{=0} + m \cdot g \cdot \ell(1 - \cos \theta_m)$$

$$E_{c1} = m \cdot g \cdot \ell(1 - \cos \theta_m) \Rightarrow 1 - \cos \theta_m = \frac{E_{c1}}{m \cdot g \cdot \ell} \Rightarrow \cos \theta_m = 1 - \frac{E_{c1}}{m \cdot g \cdot \ell} \Rightarrow \theta_m = \cos^{-1} \left( 1 - \frac{E_{c1}}{m \cdot g \cdot \ell} \right)$$

ت.ع :

$$\theta_m = \cos^{-1} \left( 1 - \frac{264,6}{18 \times 9,8 \times 3} \right) = \cos^{-1}(0,5) = 60^\circ$$

