

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 دارة 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، باللتر، 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.

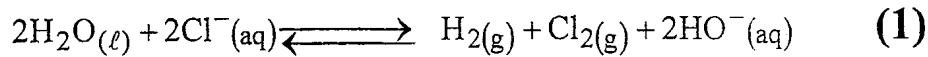
## المعطيات:

- 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:

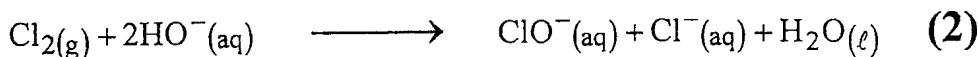
- غاز ثنائي الكلور ( $Cl_2$ ) عند أحد الإلكترودين.
  - غاز ثنائي الهيدروجين ( $H_2$ ) وتكوّن أيونات الهيدروكسيد ( $HO^-$ ) عند الإلكترود الآخر.
- ننمذج هذا التحليل الكهربائي بالمعادلة الكيميائية الحصيلة التالية:



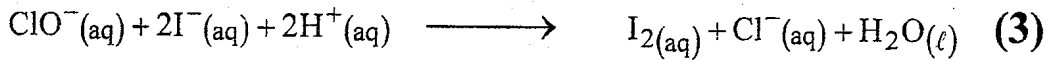
- 1.1 - حدد المزدوجتين (مختزل/مؤكسد) المتدخلتين في هذا التفاعل. 0,5
- 1.2 - اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي حدث بجوار الكاثود. 0,5
- 1.3 - أنشئ الجدول الوصفي للتحويل الحاصل عند الأنود. 0,75
- 1.4 - أوجد تعبير كمية المادة  $n$  للجسم المتكوّن عند الأنود بدلالة  $I$  و  $\Delta t$  و  $F$ . احسب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

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

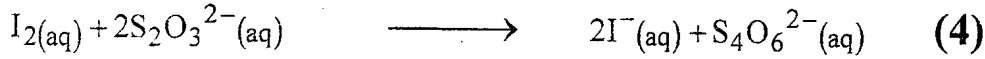
نحضر محلولاً ( $S_0$ ) لماء جافيل تركيزه  $C_0$  بتفاعل غاز ثنائي الكلور ( $Cl_2$ ) مع أيونات الهيدروكسيد ( $HO^-$ ) وفق تحول كيميائي نعتبره كلياً وسريعاً وننمذجه بالمعادلة التالية:



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 )

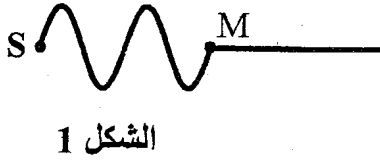
تحدث الرياح في أعالي البحار أمواجاً تنتشر نحو الشاطئ، يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة هذه الأمواج .

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  $SM$ .

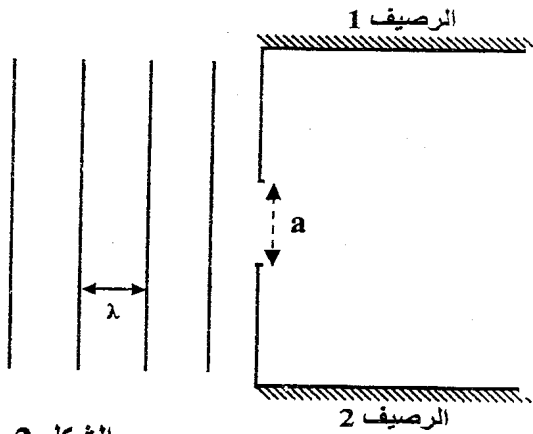


الشكل 1

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.

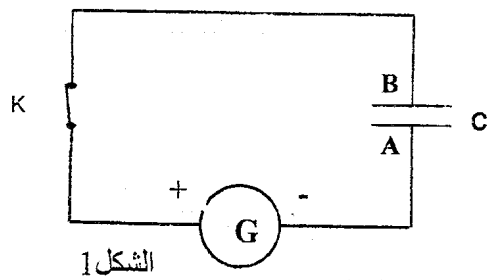
4- تصل الأمواج إلى بوابة، عرضها  $a = 60$  m،  
توجد بين رصيفي ميناء (الشكل 2).  
انقل الشكل 2 ومثل عليه الموجات بعد اجتيازها  
البوابة، وأعط اسم الظاهرة الملاحظة.



الشكل 2

تمرين 2 : الكهرباء (4,5 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

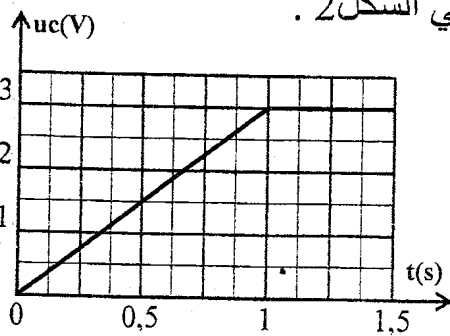
1) الجزء الأول: شحن مكثف بواسطة مولد مؤتمل للتيار

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 ل  $u_C < u_{C_{max}}$ .

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

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 مهملة.

- 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.

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

التي مكنت 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.

2.3.2- استنتج  $L$ .

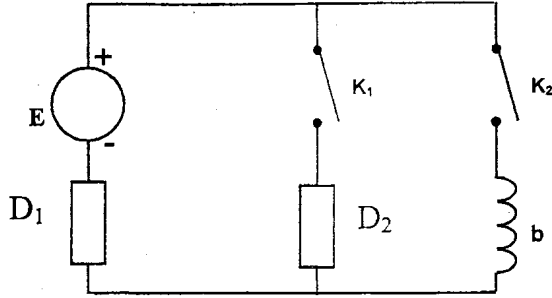
3- نشحن كلياً المكثف السابق ونفرغه عبر

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

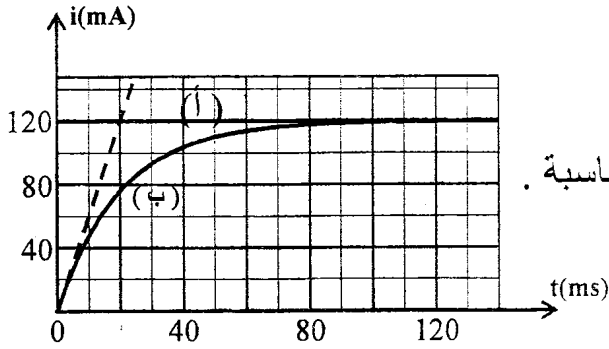
فحصل على أحد المنحنيين الممثلين أسفله.

حدد معلا جوابك المنحنى الموافق لهذه التجربة، علماً أن شبه

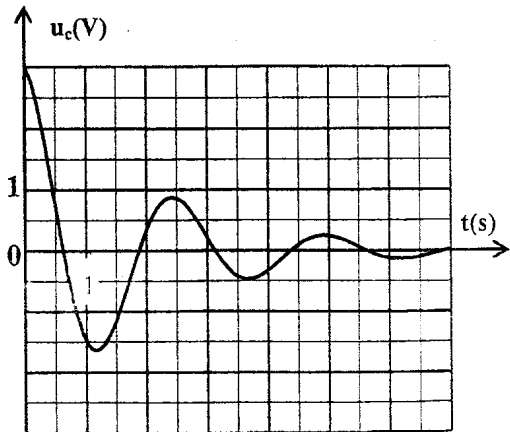
الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب.



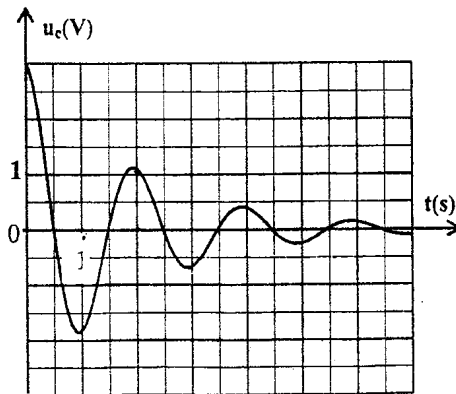
الشكل 3



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) :  $m = 18 \text{ kg}$  .

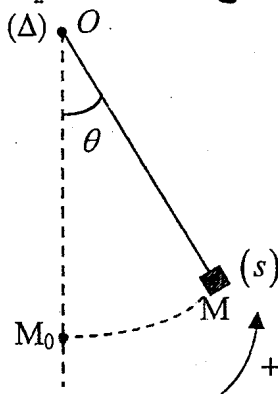
نأخذ في حالة التذبذبات الصغيرة:  $\sin \theta \approx \theta \text{ (rad)}$  و  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2} \text{ (rad)}$

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

1.3 - اكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس. 0,75

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

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

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

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