

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 ($D^\circ \text{Chl}$) 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 ($D^\circ \text{Chl}$) لمحلول ماء جافيل المحضر.
- الخصائص الحمض-قاعدية لماء جافيل.

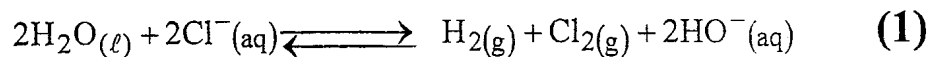
المعطيات:

- الكتلة المولية لكلورور الصوديوم: $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$.
- ثابتة فاردي: $1F = 96500 \text{ C}$.
- يعبر عن الدرجة الكلورومتريّة لماء جافيل بالعلاقة: $(D^\circ \text{Chl}) = [\text{ClO}^-]_0 \cdot V_m$ ، حيث $[\text{ClO}^-]_0$ تمثل التركيز البدئي لأيونات تحت الكلوريت (ClO^-) في محلول ماء جافيل المدروس.
- عند 25°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 ($\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$) خلال المدة $\Delta t = 30 \text{ min}$ بواسطة تيار كهربائي مستمر شدته $I = 57,9 \text{ A}$. بيّنت التجربة انبعاث:

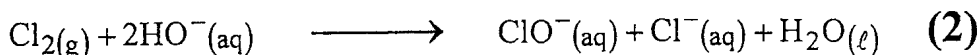
- غاز ثنائي الكلور (Cl_2) عند أحد الإلكترودين.
 - غاز ثنائي الهيدروجين (H_2) وتكوّن أيونات الهيدروكسيد (HO^-) عند الإلكترود الآخر.
- ننمذج هذا التحليل الكهربائي بالمعادلة الكيميائية الحاصلة التالية:



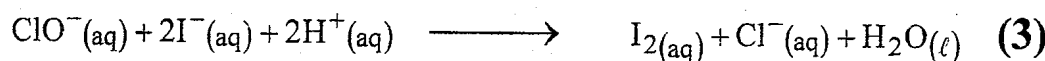
- 1.1 - حدد المزدوجتين (مختزل/مؤكسد) المتدخلتين في هذا التفاعل. 0,5
- 1.2 - اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي حدث بجوار الكاثود. 0,5
- 1.3 - أنشئ الجدول الوصفي للتحويل الحاصل عند الأنود. 0,75
- 1.4 - أوجد تعبير كمية المادة n للجسم المتكوّن عند الأنود بدلالة I و Δt و F . احسب n . 0,75

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

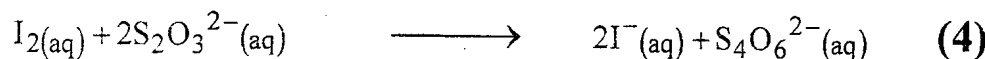
نحضر محلولاً (S_0) لماء جافيل تركيزه C_0 بتفاعل غاز ثنائي الكلور (Cl_2) مع أيونات الهيدروكسيد (HO^-) وفق تحول كيميائي نعتبره كلياً وسريعاً وننمذجه بالمعادلة التالية:



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:



نعاير 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 $V_E = 10,8\text{mL}$.
ننمذج 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 $n(ClO^-)$ لأيونات تحت الكلوريت المتواجدة في الحجم V . 0,5

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)

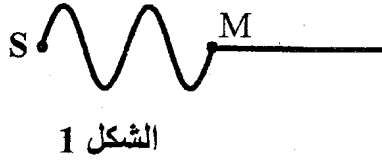
تحدث الرياح في أعالي البحار أمواجا تنتشر نحو الشاطئ.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة هذه الأمواج .

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 .

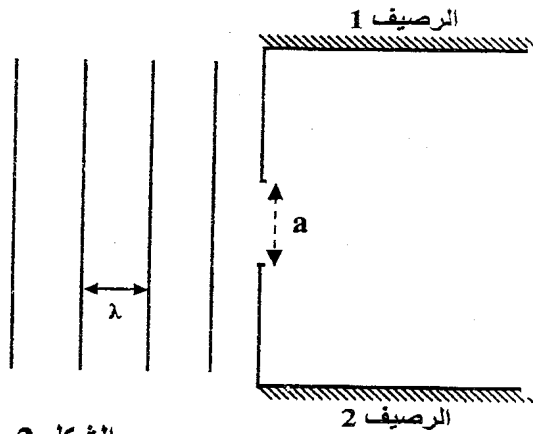


الشكل 1

3.1- اكتب، باعتمادك على الشكل 1، تعبير τ
التأخر الزمني لحركة M بالنسبة لحركة S بدلالة
طول الموجة λ . احسب قيمة τ .

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

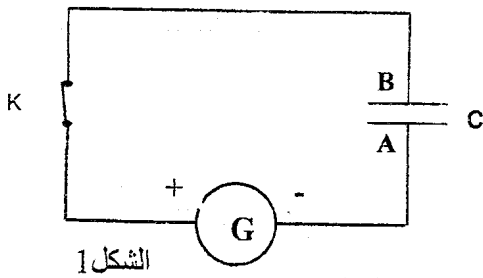
4- تصل الأمواج إلى بوابة، عرضها $a = 60 \text{ m}$ ،
توجد بين رصيفي ميناء (الشكل 2).
انقل الشكل 2 ومثل عليه الموجات بعد اجتيازها
البوابة، وأعط اسم الظاهرة الملاحظة.



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

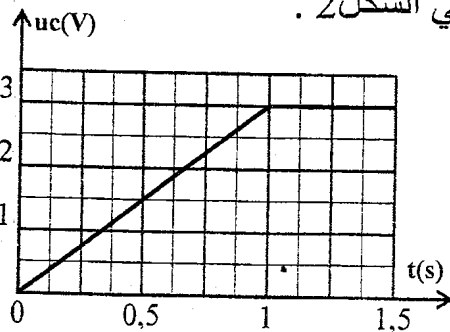
(1) الجزء الأول: شحن مكثف بواسطة مولد مؤتمل للتيار

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 $I=0,3 \text{ A}$ 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 معطلا 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 $u_C < u_{C_{\max}}$.

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

وتحقق أن قيمة سعة المكثف هي: $C = 0,1 \text{ F}$.

1.5- بين أن تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف

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

اللحظية P : $P = \frac{dW}{dt}$

(2) الجزء الثاني: تحديد معامل التحريض L لوشية

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 3 المكون من:

- مولد كهربائي قوته الكهرومحرركة: $E = 6V$ 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. 0,5

2.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة خلال المرحلة 0,25

التي مكنت من الحصول على المنحنى (ب).

2.3- يكتب حل هذه المعادلة على الشكل:

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

2.3.1- حدد تعبير كل من λ و B و A بدلالة المقادير المناسبة. 0,75

2.3.2- استنتج L . 0,5

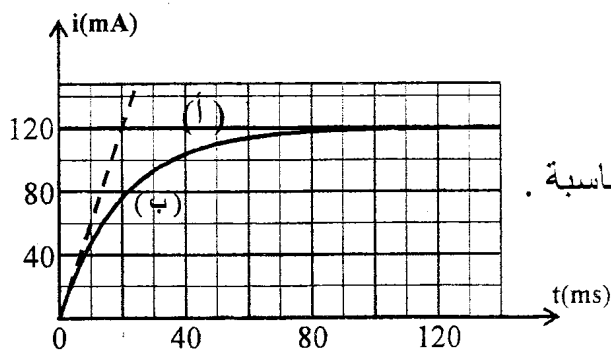
3- نشحن كلياً المكثف السابق ونفرغه عبر 0,5

الوشية (b). نعاين تغيرات u_c بدلالة الزمن

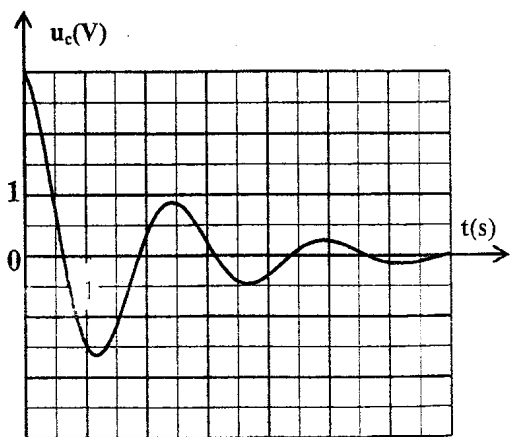
فنحصل على أحد المنحنيين الممثلين أسفله.

حدد معلا جوابك المنحنى الموافق لهذه التجربة، علماً أن شبه

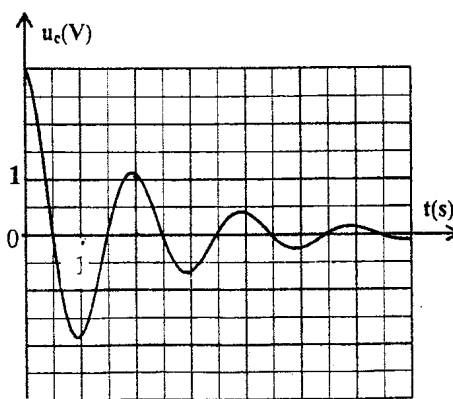
الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب.



الشكل 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 ℓ ، وجسم صلب (S) كتلته m .

النواس قابل للدوران حول محور أفقي (Δ) ثابت ومتعامد مع المستوى الرأسي. عزم قصور النواس بالنسبة للمحور (Δ) 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 θ 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 .

1.3- اكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس.

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

بدلالة m و g و θ و ℓ 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).

اكتب تعبير طاقة الوضع الثقالية E_p للنواس عند لحظة t بدلالة θ و m و ℓ و g .

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

