Le texte ci-dessous est composé d'extraits d'un cours d'océanographie, que l'on peut découvrir sur le site web de l'IFREMER (édité par son laboratoire de physique des océans) : "Les ondes dans l'océan".
En océanographie, les ondes de surface se matérialisent par une déformation de l'interface entre l'océan et l'atmosphère. Les particules d'eau mises en mouvement au passage d'une onde se déplacent avec un petit mouvement qui leur est propre, mais restent en moyenne à la même position.
La houle est formée par le vent : c'est un phénomène périodique, se présentant sous l'aspect de vagues parallèles avec une longueur d'onde λ de l'ordre de 100 m au large, où la profondeur moyenne de l'océan est d'environ 4000 m.
On peut classer les ondes de surface, en fonction de leurs caractéristiques et de celles du milieu de propagation, en "ondes courtes" et en "ondes longues".

- Ondes courtes : lorsque la longueur d'onde λ est faible par rapport à la profondeur locale h de l'océan (au moins $\lambda < 0{,}5.h$).

Leur célérité v est définie par : $v = \sqrt{\frac{g.\lambda}{2\pi}}$.

- Ondes longues : lorsque la longueur d'onde λ est très grande par rapport à la profondeur h de l'océan ($\lambda > 10.h$), les ondes sont appelées ondes longues.

Leur célérité v est définie par: $v = \sqrt{g.h}$.

(Note : g est l'intensité du champ de pesanteur terrestre ; on prendra $g = 10$ m.s^{-2}).

I – Questions sur le texte

À propos de la houle.

1. Au large (avec $h_1 = 4000$ m), la houle est-elle classée en ondes courtes ou longues ?
Évaluer la célérité v_1 d'une houle de longueur d'onde $\lambda_1 = 80$ m, ainsi que la période T de ses vagues.
2. En arrivant près d'une côte sablonneuse (profondeur d'eau $h_2 = 3{,}0$ m), la longueur d'onde de la houle devient grande par rapport à la profondeur, elle rentre donc dans la catégorie des ondes longues. Sachant que sa période T ne varie pas, évaluer alors sa nouvelle célérité v_2, ainsi que sa nouvelle longueur d'onde λ_2.
3. Sur ces fonds ($h_2 = 3{,}0$ m), les vagues de houle arrivent parallèlement à une digue rectiligne, coupée par un chenal de 30 m de large, et qui ferme une assez vaste baie.
Le vent local étant nul, que peut-on observer sur une vue aérienne de ce site, derrière la digue, coté terre ?
Dessiner l'aspect de la surface de l'eau (vagues), sur le **document A (annexe à rendre avec la copie)**, de façon réaliste.
Quel nom porte le phénomène observé ? Avec quelles autres ondes (non mécaniques) peut-on observer le même phénomène ?

II – Au laboratoire du lycée, on veut compléter l'étude d'ondes analogues à la houle (en eaux peu profondes). On utilise une "cuve à ondes". Avec une webcam, on enregistre des vidéos de l'aspect de la surface de l'eau (en projection sur le verre dépoli vertical de la cuve). On traite ces vidéos à l'aide d'un logiciel adapté.

Dans un plan vertical, un vibreur anime d'un mouvement périodique (de période T), une réglette qui génère des vagues rectilignes parallèles, se propageant (sans réflexion) sur l'eau de la cuve, à la célérité v.
La profondeur h de l'eau est faible et constante. La webcam prend des images à des instants t, successifs séparés par $\Theta = 1 / 30$ s = 0,033 s.

1. Selon la direction de propagation des ondes (axe xx'), on pointe sur des vues successives un même sommet de ride (ligne brillante sur le dépoli). On obtient, après étalonnage des distances, le tableau de mesures : **document B en annexe**.

a) Tracer sur le papier millimétré du **document C (annexe à rendre avec la copie)** le graphe *x* en fonction de *t*. En déduire la célérité v de cette onde. Est-elle constante ?
b) Sur l'une des vues du film, on pointe (selon *xx'*) les sommets de la ride n°1 et de la ride n°4. La distance entre ces deux sommets est *d* = 0,088 m. D'autre part, une étude en lumière stroboscopique a permis de déterminer la fréquence *f* du vibreur: 8 Hz < *f* < 9 Hz.
- Évaluer la longueur d'onde λ de ces ondes.
- Les valeurs calculées de *v* et λ sont-elles en accord avec *f* donnée par le stroboscope ?

2. Les ondes émises par le vibreur sont transversales, pratiquement sinusoïdales. On néglige le phénomène de dispersion. A un instant *t*, une vue en coupe (dans un plan vertical) de la surface de l'eau présente l'aspect reproduit sur le **document D (annexe à rendre avec la copie)**. (S est le point source, M est le front de l'onde).

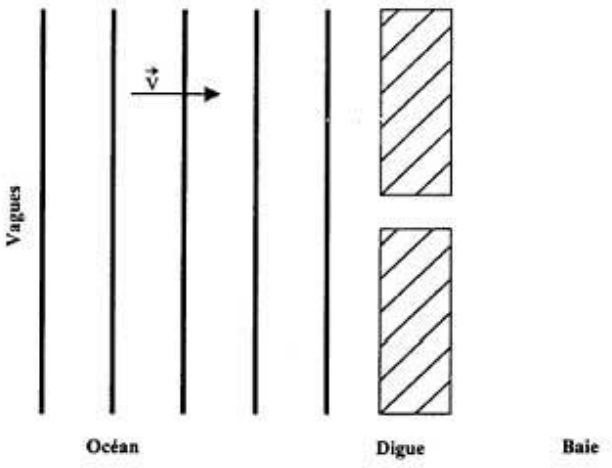
a) Exprimer, en fonction de la période T des ondes, le retard τ que présente le mouvement du point M, par rapport au mouvement de S (expression littérale demandée).
b) A l'instant suivant, le point M se déplace :
- Verticalement vers le haut ?
- Verticalement vers le bas ?
- Horizontalement vers la gauche ?
- Horizontalement vers la droite ?

Justifier votre réponse.

3. Sans rien modifier d'autre, on règle la fréquence du vibreur à *f* ' = 19 Hz. La mesure de la célérité des ondes donne alors : v ' = 0,263 $m.s^{-1}$. Comparer cette célérité à celle trouvée au **1.a)**.
De quel phénomène, négligé jusqu'ici, la différence entre *v* et *v* ' est-elle la manifestation ? Ce phénomène est-il présenté par des ondes non mécaniques ? Lesquelles ? Citer une application.

Annexe à rendre avec la copie

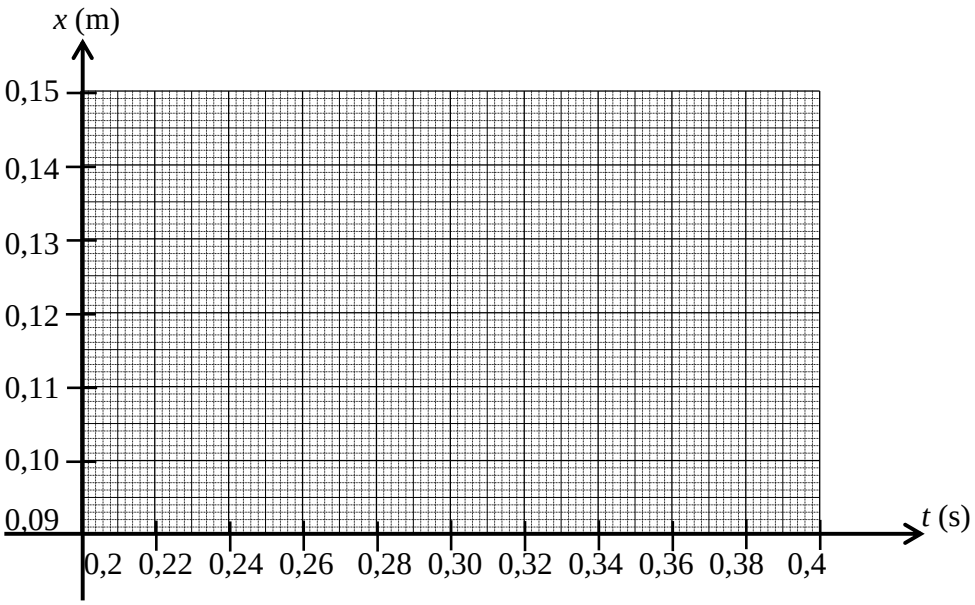
DOCUMENT A



DOCUMENT B

t(s)	x(m)
0,200	0,098
0,233	0,105
0,267	0,114
0,300	0,122
0,333	0,130
0,367	0,138
0,400	0,147

DOCUMENT C



DOCUMENT D



09/2003 Polynésie Le condensateur dans tous ses états 5,5 points

calculatrice autorisée

Cet exercice se propose d'étudier le comportement d'un condensateur.

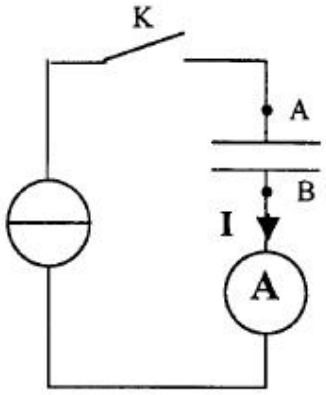


Schéma n°1

1ère partie

On réalise le circuit ci-contre (*schéma n°1*) constitué d'un générateur de courant, d'un condensateur, d'un ampèremètre, et d'un interrupteur. Le condensateur est préalablement déchargé, et à la date t = 0 s, on ferme l'interrupteur K. L'ampèremètre indique alors une valeur constante pour l'intensité I = 12 µA.

Un ordinateur muni d'une interface (non représenté) relève, à intervalles de temps réguliers, la tension u_{AB} aux bornes du condensateur. Les résultats sont les suivants :

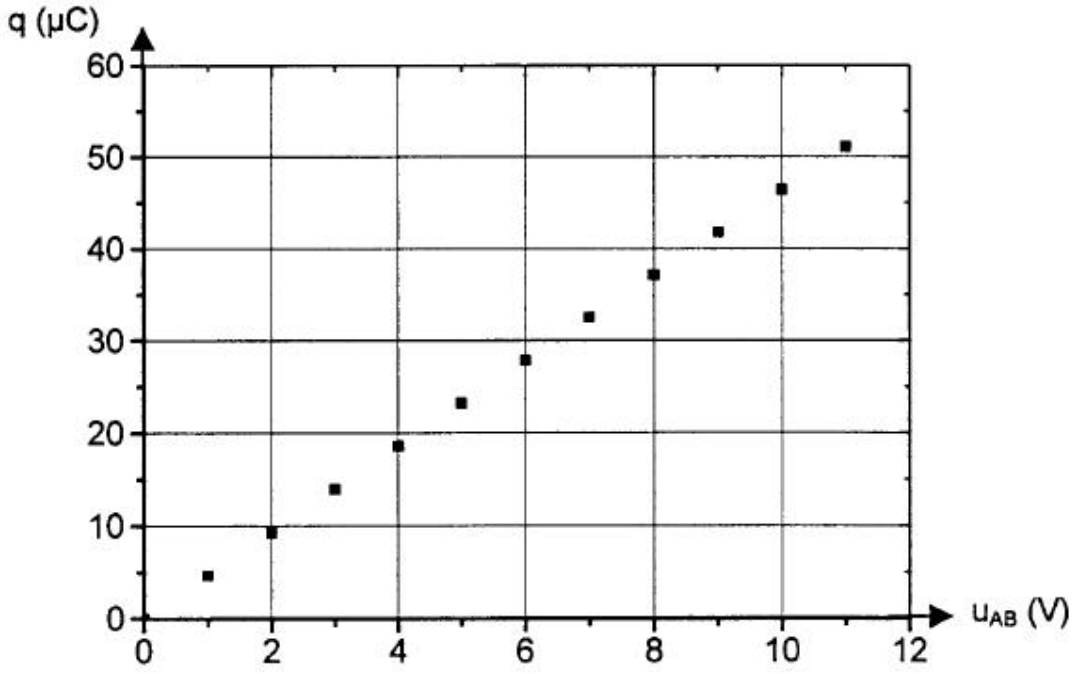
t (s)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
u_{AB} (V)	0,00	1,32	2,64	4,00	5,35	6,70	7,98	9,20	10,6

Questions

1.1. Rappeler la relation permettant de calculer la charge q du condensateur en fonction de I. Calculer q à la date t = 3,0 s.

1.2. On a représenté (*graphe n°1*) la courbe donnant la charge q du condensateur en fonction de u_{AB} Déterminer à partir de cette dernière, par une méthode que l'on explicitera, la valeur de la capacité C du condensateur.

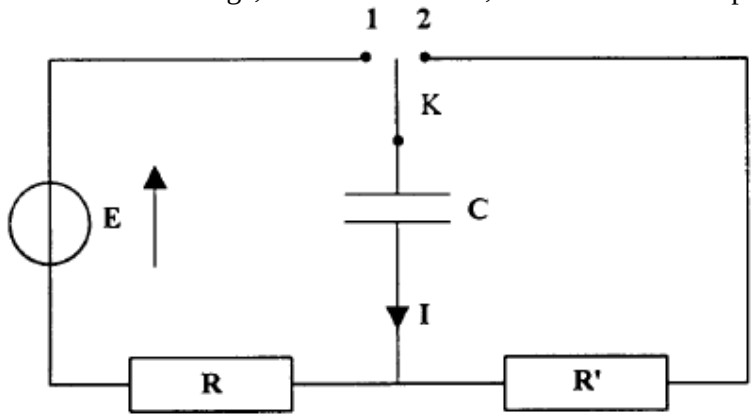
1.3. La valeur indiquée par le constructeur est C = 4,7 µF à 10 % près. La valeur obtenue est-elle en accord avec la tolérance du constructeur ?



graphe n°1

2ème partie

On étudie maintenant la charge et la décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique. Pour cela, on réalise le montage suivant (*schéma n°2*).
Le condensateur est initialement déchargé, et à la date t = 0 s, on bascule l'interrupteur en position 1.



Données : R = 2,2 kΩ ; C = 4,7 µF ; R' = 10 kΩ

Questions

2.1. Établir l'équation différentielle $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$ vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur pendant la phase de charge.

2.2. La solution analytique de cette équation est de la forme : $u_C = A(1 - e^{-\alpha.t})$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur.
En vérifiant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et α en fonction de E, R, C.

2.3. À partir graphe n°2, déterminer la valeur E.

2.4. La méthode d'Euler permet de calculer, pas à pas, les valeurs de u_C et de $\left(\frac{du_C}{dt}\right)$ à intervalles de temps réguliers choisis Δt. Si Δt est considéré comme suffisamment petit dans le cadre de l'expérience, on peut écrire :

$u_C(t + \Delta t) = u_C(t) + \left(\frac{du_C}{dt}\right)_t \times \Delta t$. On choisit Δt = 1 ms.

a) A l'aide de l'équation différentielle établie à la question **2.1.**, déterminer la valeur initiale de la dérivée notée : $\left(\frac{du_C}{dt}\right)_0$.

b) En appliquant la méthode d'Euler, compléter le tableau suivant (à refaire sur la copie) :

t (ms)	0	1	2	3
u_C (t) (…….)	0			
$\frac{du_C}{dt}$ (……)				

2.5. Sur le graphe 2, on a représenté trois courbes :

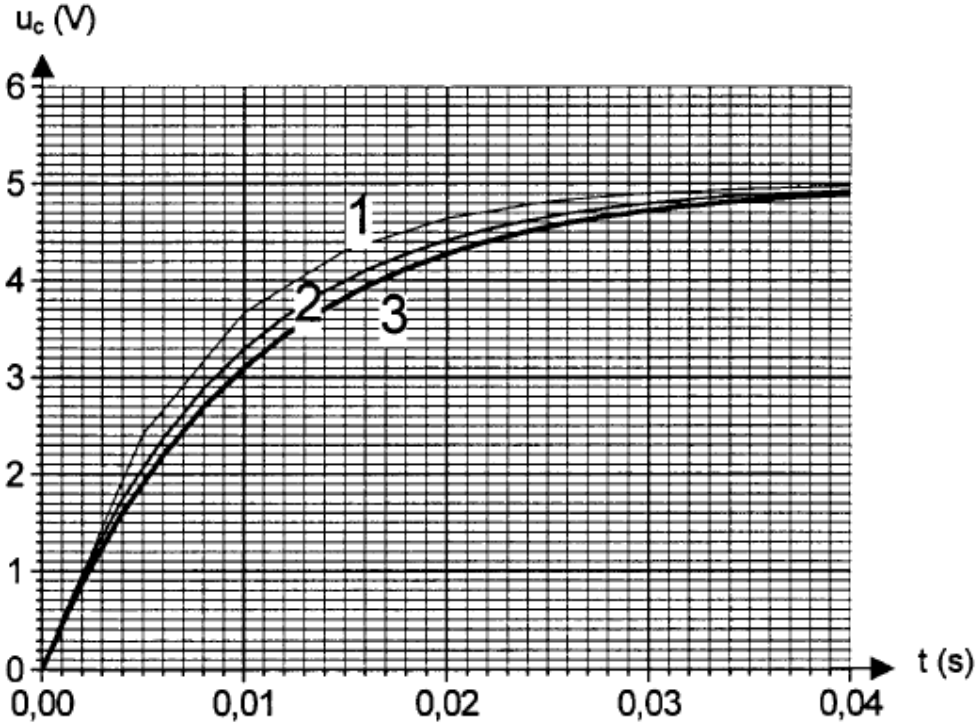
- Courbe n°1 : courbe obtenue par la méthode d'Euler avec un pas $\Delta t = 5$ ms,
- Courbe n°2 : courbe obtenue par la méthode d'Euler avec un pas $\Delta t = 2$ ms,
- Courbe n°3 : représentation de la solution analytique de l'équation différentielle.

a) Quelle est l'influence du pas Δt, utilisé dans la méthode d'Euler ?

b) Quels sont les avantages et les inconvénients d'avoir un Δt très grand ou très petit ?

c) Qu'entend-on à la question **2.4.** , par "Si Δt est considéré comme suffisamment petit dans le cadre de l'expérience" ?

2.6. Définir la constante de temps du circuit. Déterminer sa valeur à partir du graphe n°2 par une méthode que l'on explicitera. En déduire une nouvelle valeur expérimentale de C et la comparer à la valeur nominale.



graphe n°2

2.7. On bascule alors l'inverseur en position 2. En justifiant, répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

a) La durée de la décharge du condensateur est supérieure à celle de la charge.

b) La constante de temps du circuit lors de la décharge est égale à (R + R').C.

2003/09 Polynésie 6,5 points

Exercice 1 Autour d'une transformation dans le domaine de l'oxydo-réduction

Données :

- Réaction entre le métal cuivre et l'ion argent (I) :

Équation: $2\ Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)} = 2\ Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$
Constante d'équilibre associée : $K = 2{,}2.10^{15}$

- Couleur des ions en solution :

$Ag^{+}_{(aq)}$	incolore
$NO_3^{-}{}_{(aq)}$	incolore
$Cu^{2+}_{(aq)}$	bleue

- Unités : 1 Faraday = $96{,}5.10^{3}$ C.mol^{-1}
  1 A.h = $3{,}6.10^{3}$ C
- Masse molaire du cuivre : 63,5 g.mol^{-1}
- Définition : La capacité, noté χ , d'une pile est la quantité maximale d'électricité qu'elle peut fournir avant d'être usée .

A. Étude d'une réaction d'oxydoréduction lorsque les deux réactifs sont directement en contact.

1. Un bécher contient un volume $V_1 = 20$ mL de solution de nitrate d'argent de concentration $C_1 = 1{,}0.10^{-1}$ mol.L^{-1} .
On ajoute $V_2 = 20$ mL de solution de nitrate de cuivre de concentration $C_2 = 5{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}.
On obtient une solution dans laquelle coexistent les ions Ag^{+} , Cu^{2+} et NO_3^{-} .
Calculer les concentrations initiales des $[Ag^{+}]_i$ et $[Cu^{2+}]_i$ dans le becher.

2. On plonge ensuite dans le bécher un fil de cuivre et un fil d'argent bien décapés.
2.1. Écrire l'expression littérale du quotient de réaction Q_r correspondant à la réaction dont l'équation est écrite dans les données ci-dessus.

2.2. Calculer la valeur notée $Q_{r,\,i}$ du quotient de réaction dans l'état initial du système.

2.3. Pourquoi peut-on en déduire que le système évolue spontanément dans le sens direct de l'équation ?

2.4. Quelle observation expérimentale devrait, après quelques minutes, venir confirmer le sens d'évolution de la transformation ?

2.5. Le cuivre est en excès. Lorsque le système a atteint son état d'équilibre, la concentration en Cu^{2+} est de $5{,}00.10^{-2}$ mol.L^{-1} . Montrer que les ions Ag^{+} sont à l'état de trace en calculant leur concentration.
Conclure sur le caractère de la transformation.

B. Constitution et étude d'une pile :

On dispose du matériel suivant :

- Un petit bécher contenant un volume V_1 = 20 mL de solution de nitrate d'argent de concentration $C_1 = 1{,}0.10^{-1}$ mol.L^{-1}.
- Un petit bécher contenant un volume V_2 = 20 mL de solution de nitrate de cuivre de concentration $C_2 = 5{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}.
- Un fil de cuivre, de masse m = 1,0 g et un fil d'argent, bien décapés et équipés d'un dispositif de connexion électrique.
- Un pont salin contenant une solution ionique saturée de nitrate de potassium.

1. Faire un schéma annoté de la pile qu'il est possible de constituer à partir du matériel disponible.

2. Un ampèremètre en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω est placé entre les bornes de la pile. Le conducteur ohmique est parcouru par un courant de très faible intensité dans le sens de l'argent vers le cuivre.

2.1. En déduire le sens de circulation des électrons dans le conducteur ohmique.

2.2. Interpréter alors le fonctionnement de la pile en écrivant les deux demi-équations aux électrodes.

2.3. Le sens de la réaction spontanée est-il en accord avec celui déterminé dans la partie A question 2.3. ?

2.4. Quel(s) rôle(s) joue le pont salin ? Indiquer sur votre schéma le mouvement des porteurs de charge dans le pont.

3. On laisse fonctionner le système pendant une durée suffisamment longue pour que la pile ne débite plus.

3.1. Construire le tableau descriptif de l'évolution du système (tableau d'avancement de la transformation).

3.2. Quel est le réactif limitant ?

3.3. Quelle est la concentration en ion cuivre (II) en fin de réaction ?

3.4. Déterminer la quantité d'électricité qui a traversé la résistance depuis l'instant où la pile a commencé à débiter jusqu'à l'instant où la pile s'arrête de fonctionner.

3.5. En déduire la valeur de la capacité χ de cette pile exprimée en A.h.