

PSI2. Devoir en temps libre n°3.A rendre le mardi 7 janvier 2025.

Ph1. Python et physique.

On considère une corde de longueur L, de masse linéique μ , tendue selon l'axe Ox avec la tension T_0 . On s'intéresse aux ébranlements transversaux $y(x,t)$. Si on se limite aux petits mouvements, on montre que $y(x,t)$ obéit à l'équation dite de propagation :

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \quad \text{avec } c > 0$$

1) Donner une expression possible de c par des arguments dimensionnels.

On est parfois conduit à résoudre l'équation d'onde de façon purement numérique. Dans ce cas, l'ébranlement ne sera évalué que pour N positions $x_n = na$ avec n variant de 0 à (N-1) et à certains instants $t_k = k\tau$.

a est le pas spatial et τ est le pas temporel.

2) On veut que le dernier point coïncide avec le bout de la corde. Quelle doit être la relation entre a, N et L ?

3) Soit une fonction $f(z)$. On rappelle que :

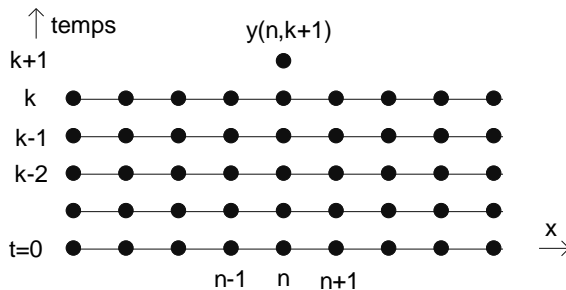
$$f(z_0 + h) = f(z_0) + h.f'(z_0) + \frac{h^2}{2} f''(z_0) + \frac{h^3}{6} f'''(z_0) + o(h^3)$$

Montrer alors que la connaissance de $f(z_0)$, $f(z_0+h)$ et de $f(z_0-h)$ permet d'évaluer $f''(z_0)$. Montrer que l'erreur est en $o(h)$.

4) On pose $y[n, k] = y(na, k\tau)$. En appliquant le résultat précédent aux deux dérivées partielles, montrer qu'on peut obtenir la relation de récurrence :

$$y[n, k + 1] = \left(\frac{c\tau}{a}\right)^2 (y[n + 1, k] + y[n - 1, k] - 2y[n, k]) - y[n, k - 1] + 2y[n, k]$$

5) Compléter le dessin suivant indiquant les points nécessaires pour calculer $y(n,k+1)$.



Que faut-il connaître pour pouvoir lancer l'itération ? On fera la différence entre les conditions initiales CI et les conditions aux limites CL.

On prend le cas particulier où seul le point n°100 est non nul à un instant donné, quels sont les points qu'il peut influencer lors d'une itération ? Définir alors la vitesse de propagation numérique v_{num} du processus et donner sa signification. Mettre en évidence le problème posé si $v_{num} < c$.

6) On reprend la relation de récurrence avec $\tau = \tau_p = \frac{a}{c}$. Vérifier que la formule itérative se simplifie. Justifier qu'on ne peut prendre $\tau > \tau_p$.

Pour la suite , on utilise le script python incomplet fourni en annexe et sur le cahier qui fabrique un gif pour une simulation numérique.

7) Quelle est la valeur de τ choisie dans le script ? En quoi ce choix est-il intéressant ?

8) Pourquoi a-t-on besoin de trois tableaux ?

9) Pourquoi les points extrêmes ne sont-ils pas calculés dans les itérations ?

10) Sur le cahier, j'ai mis les trois simulations correspondant à $l'OPP +$, $l'OPP -$ et moitié $OPP +$ moitié $OPP -$.

Indiquer dans les trois cas les lignes marquées ??? et faites tourner par vous-mêmes. OK ?

ANNEXE : script python à modifier et à faire tourner. Pour ma part, Spuder refuse absolument de le faire tourner en entier. Mais si on le fait tourner en deux étapes successives (calcul des images puis construction du gif), il accepte.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import imageio as iio
```

```
T1=np.linspace(0.0,0.0,num=500)
T2=np.linspace(0.0,0.0,num=500)
T3=np.linspace(0.0,0.0,num=500)
for p in range(200,301):
    T1[p]=50-abs(p-250)
for p in range(200,301):
    T2[p]= ??1
```

Nimages=250

```
for n in range(1,Nimages):
    for p in range(1,499):
        T3[p]=T2[p-1]+T2[p+1]-T1[p]
    for p in range(1,499):
        T1[p]= ??2
    for p in range(1,499):
        T2[p]= ??3
```

```
plt.axis([-1,501,-60,60])
plt.plot(T2,'o',color='r')
filename=str(n)+'.png'
plt.savefig(filename)
plt.clf()
print('calcul des images terminé')
```

```
print('fabrication du gif')
#construction du gif
frames = np.stack([iio.imread(str(i)+".png") for i in range(1,Nimages)], axis = 0)
iio.mimwrite('nomdufichier.gif', frames)
```

```
print ("C'est fini !" )
```

Ph2. Electromagnétisme. Exemple d'ARQS électrique.

Feuille F em4 b exer.docx : le condensateur pages 5 à 7.

Ch1. Etude de l'eau oxygénée.

H_2O_2 est le peroxyde de dioxygène, appelée aussi eau oxygénée. Cette molécule, liquide dans les conditions usuelles, est un oxydant puissant : $e^\circ(H_2O_2/H_2O)=1,77V$, plus fort que le dioxygène par exemple : $e^\circ(O_2/H_2O)=1,23V$.

1) Calculer le nombre d'oxydation de O dans la molécule H_2O_2 .

2) Construire le couple oxydoréducteur liant H_2O_2 et O_2 en écrivant la demi-équation électronique, en précisant les rôles de chaque molécule, en calculant son potentiel standard.

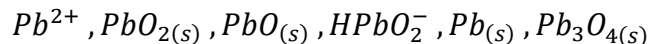
3) Montrer alors que H_2O_2 est instable en solution aqueuse. Ecrire sa réaction de destruction, dont on calculera la constante d'équilibre. A l'air libre, calculer $[H_2O_2]_{eq}$.

Comment appelle-t-on cette réaction de destruction ?

Comment expliquer qu'on puisse acheter de l'eau oxygénée dans le commerce ?

Ch2. Diagramme potentiel-pH.

Le diagramme potentiel-pH, aussi dénommé diagramme E-pH, simplifié du plomb, tracé pour une concentration égale à $10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, pour toute espèce soluble contenant du plomb, est représenté à la fin de l'énoncé. Les espèces prises en compte sont :



où (s) désigne une espèce solide.

1) Déterminer les nombres d'oxydation du plomb dans les espèces citées.

2) Placer les différentes espèces dans le diagramme fourni à rendre compléter en JUSTIFIANT les positions (placement horizontal et vertical).

3) Le domaine de stabilité de l'eau est compris entre deux demi-droites d'équation :

$$e_1=0,0-0,06\text{pH en V et } e_2=1,23-0,06\text{pH en V.}$$

Placer ces droites sur le diagramme en indiquant les espèces stables.

Justifier que l'eau est instable à l'air libre si le point est au-dessus de la demi-droite 2.

4) Le plomb solide est-il stable en solution aqueuse acide ? en solution aqueuse basique ? Si non, donner la réaction chimique observée.

5) Evaluer numériquement la pente du segment décroissant en haut à gauche par lecture du diagramme. Vérifier en calculant la pente théorique.

Ch3. Dosage en retour de l'éthanol.

On donne: $e_1^\circ(I_2(\text{coloré})/I^-) = 0,54V$ $e_3^\circ(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) = 1,33V$



Les ions thiosulfates ont un pouvoir oxydant élevé, c'est pourquoi ils sont notamment utilisés dans de nombreux dosages d'oxydoréduction. Nous vous proposons à titre d'exemple d'étudier le dosage de l'éthanol C_2H_5OH par une méthode particulière dite de dosage en retour.

1. Dans un premier temps, la totalité de l'éthanol est oxydée en acide éthanoïque (CH_3COOH) en présence d'un excès d'une solution acidifiée contenant des ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ qui se réduisent en ions Cr^{3+} .

1.1. Ecrire les deux demi-équations électroniques mises en jeu.

1.2. Ecrire le bilan de l'oxydoréduction mise en jeu en indiquant qualitativement le sens d'évolution.

2. Les ions dichromates $Cr_2O_7^{2-}$ restants dans la solution sont alors réduits par un excès d'une solution d'iodure de potassium KI, avec oxydation de I^- en I_2 . Ecrire le bilan de l'oxydoréduction mise en jeu, en justifiant qualitativement le sens d'évolution.

3. Le diiode libéré est ensuite réduit en I^- par les ions thiosulfates $S_2O_3^{2-}$ qui se transforment ensuite en $S_4O_6^{2-}$.

3.1. Ecrire les deux demi-équations électroniques mises en jeu.

3.2. Ecrire le bilan de l'oxydoréduction mise en jeu.

4. Un automobiliste, après un contrôle d'alcoolémie positif, a subi une prise de sang. A 10mL de sang on ajoute 10mL d'une solution de dichromate de potassium à $2,38 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. L'excès des ions dichromate, n'ayant pas réagi avec l'éthanol contenu dans le sang, sont réduits avec une solution de KI et le diiode formé est réduit en I^- par 15mL d'une solution à $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ de $S_2O_3^{2-}$.

4.1. Calculer la quantité de matière initiale des ions dichromates, c'est-à-dire avant la réaction avec l'éthanol contenu dans le sang.

4.2. Calculer la quantité de matière de diiode formé par oxydation des ions I^- par les ions $Cr_2O_7^{2-}$.

4.3. En déduire la quantité de matière d'éthanol dans les 10mL de sang de l'automobiliste.

4.4. Cet automobiliste est-il en infraction avec la loi sachant que le taux légal maximal d'alcool dans le sang est fixé en France à 500 mg.L^{-1} ?

Feuille à rendre avec la copie

NOM PRENOM :

Diagramme E-pH du plomb

