

On fournit ici 3 demi-planches posées en 2016, 2017 et 2018 avec les annexes associées.

Exercice 1 : Titrage d'un sérum physiologique

Le sérum physiologique est généralement composée d'eau distillée et de chlorure de sodium dilué à 9 pour 1 000, c'est à dire une solution à 0.9 % de masse par unité de volume de solution.

Il est absolument nécessaire que cette concentration soit respectée, car on en fait divers usages médicaux.

Au cours d'une activité expérimentale, on titre 5 mL de sérum physiologique de concentration c_f diluée 5 fois par une solution de nitrate d'argent de concentration 0.010 mol.L^{-1} . On complète la solution titrée par 95 mL d'eau distillée.

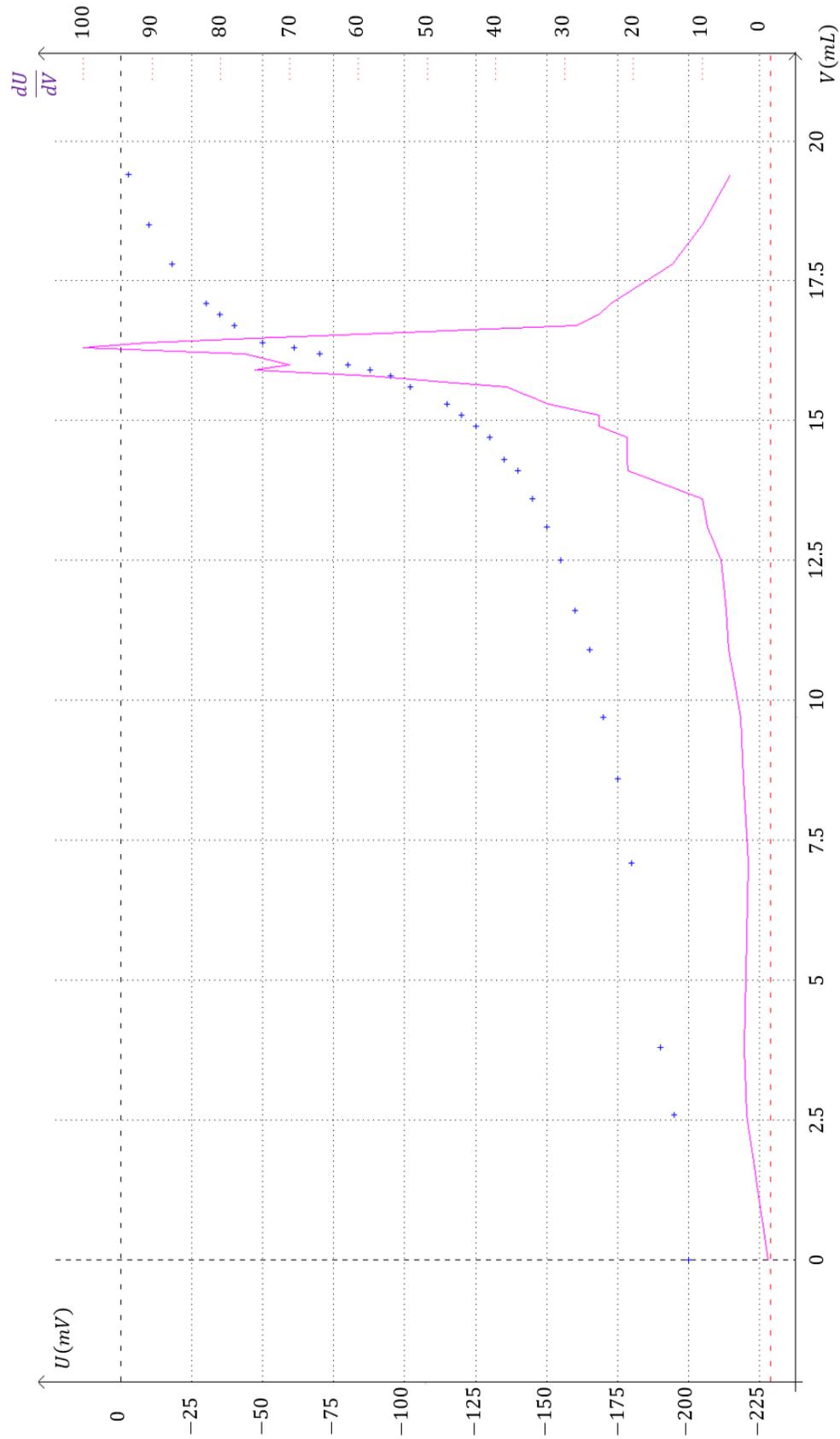
On effectue un suivi potentiométrique en mesurant la différence de potentiel entre l'électrode d'Argent et l'électrode de sulfate mercurieux. La courbe obtenue est fournie en annexe.

On admet que dès la première goutte de nitrate d'argent versée, un précipité de chlorure d'argent apparaît.

Les données du problème sont les suivantes :

- $pK_s(\text{AgCl}) = 9.7$
- $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}_{(s)}) = 0.80 \text{ V}$; $E(\text{Hg}_{(l)}/\text{Hg}_2\text{SO}_{4,(s)}) = 0.62 \text{ V}$
- $M(\text{Na}) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35.5 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Déterminer la concentration attendue en chlorure de sodium dans le sérum physiologique.
2. Comparer à la concentration expérimentale mesurée.
3. Exprimer la tension mesurée en fonction de la concentration en solution des ions Ag^+ .
4. A l'aide de la tension mesurée à la demi-équivalence, évaluer le pK_s et le comparer à la valeur tabulée.



Exercice 1 : Effet de Cave

Une cave a été creusée en sous-sol d'une vieille propriété du XIX^e s, dans la vallée de la Loire. Une couche de tuffeau la sépare de la surface terrestre. Cette cave permettait historiquement de conserver les aliments et boissons à l'abri du gel.

Le tuffeau est une pierre tendre dont la masse volumique vaut 1.31 kg/L, sa conductivité thermique 0.41 W/m/K et sa capacité thermique massique est de 1.0 kJ/kg/K.

On suppose que la température en surface varie entre -15 ° C au premier janvier ($t = 0$) et 40 ° C au premier juillet sinusoidalement.

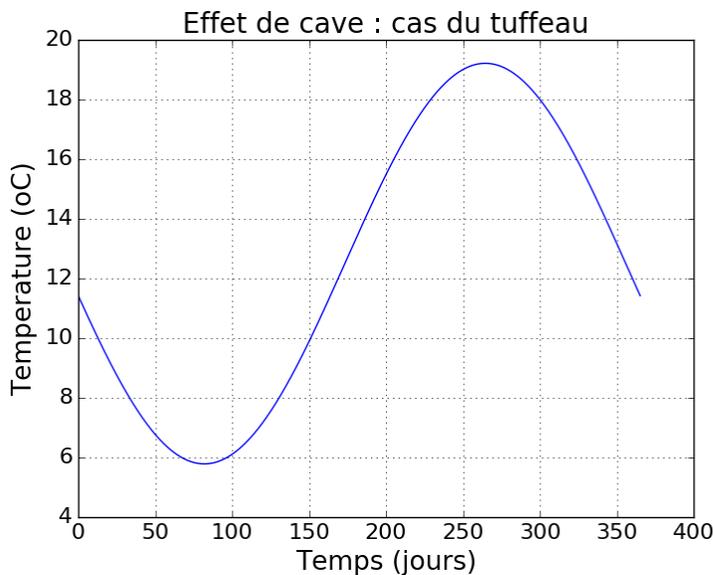
1. Déterminer l'équation différentielle dite de la *chaleur* pour le champ de température $T(x, t)$, $x > 0$ repérant un point dans le sol pris sur un axe descendant. On fera apparaître la diffusivité du tuffeau et on effectuera l'application numérique.
2. Proposer une expression pour $T(x = 0, t)$.
3. En régime forcé, on pose :

$$T(x, t) = T_0 + u(x, t) ; \underline{u}(x, t) = \underline{f}(x)e^{i\omega t}$$

Déterminer l'expression de $u(x, t)$ et par suite de $T(x, t)$, compte tenu des conditions aux limites.

On fera apparaître le paramètre $\delta = \sqrt{\frac{2\lambda}{\rho c \omega}}$ dont on calculera la valeur.

4. On fournit ci-dessous un relevé de la température dans la cave. Déterminer de deux façons différentes l'épaisseur du sol en tuffeau.



5. Quel phénomène similaire rencontre-t-on dans un autre domaine de la physique ? Expliquer pourquoi certaines caves à Champagne sont enterrées à plusieurs dizaines de mètres.

Exercice 1 : Cycle de Hirn

En sortie d'une chaudière de centrale thermique (point A du diagramme (T, s) à compléter en annexe), on fait traverser la vapeur d'eau saturante seule dans un surchauffeur isobare permettant de produire de la vapeur sèche avec un débit massique de 85 kg/s à 100 bar et 550° C (B). Cette vapeur est ensuite détendue dans une turbine adiabatique idéale jusqu'à la pression atmosphérique (C).

1. Placer les points A , B et C sur le diagramme.
2. Rappeler et démontrer le premier principe industriel.
3. Calculer la puissance mécanique fournie par la turbine.
4. On mesure en réalité une fraction massique de vapeur en sortie de 0.95 (C'). En déduire le taux d'entropie créée par unité de temps dans la vapeur et la puissance mécanique extraite. À quoi est due cette entropie créée? Quel est le *rendement isentropique* défini comme le rapport entre les puissances mécaniques extraites réelle et idéale?

Historiquement, la vapeur était ensuite directement libérée dans l'atmosphère, créant d'impressionnants panaches de fumée blanche. Aujourd'hui, on récupère une puissance thermique en condensant le fluide en sortie du condenseur réel (C') dans un condenseur isobare (D) refroidi par le fluide extérieur que l'on souhaite chauffer, composant par exemple un circuit de chauffage.

5. Quel est le débit volumique en sortie du condenseur? Calculer la puissance thermique ainsi générée. Déterminer le coefficient de cogénération, rapport de la puissance mécanique et de la puissance thermique récupérées.

