

Devoir Surveillé n°1 de Physique-Chimie

Toute réponse devra, dans la mesure du possible, être **justifiée** par un calcul ou un raisonnement **rédigé**. Le soin apporté à la copie et aux schémas sera pris en compte dans la notation.

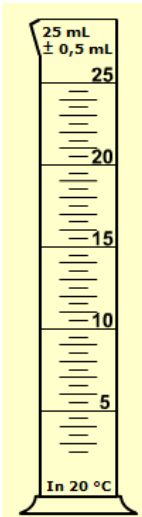
L'usage d'une calculatrice est autorisé.

« **Dr. Stone** » est un manga écrit par Inagaki et dessiné par Boichi, dont la version française est publiée par Glénat© depuis 2018.

On y suit l'aventure de Senku et Taiju, qui se réveillent 3 700 ans après que l'humanité a été transformée en statues de pierre. Ensemble, ils devront allier les compétences scientifiques exceptionnelles de l'un et les aptitudes physiques de l'autre pour sauver les 7 milliards d'êtres humains encore pétrifiés et découvrir l'origine de cette catastrophe !



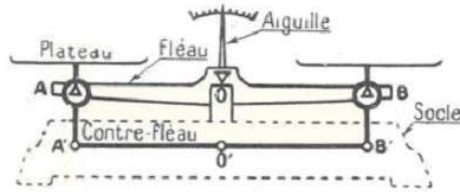
Exercice 1 – Acide nitrique (9 points) :



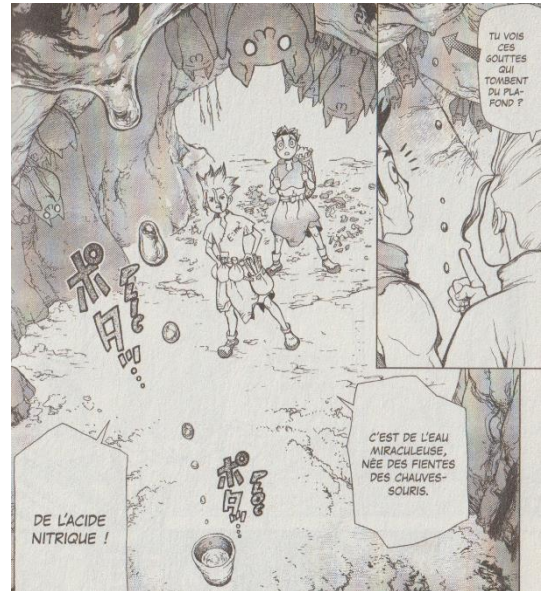
Objet A

Dans le tome 1, Senku (le scientifique) découvre que l'acide nitrique, né des fientes des chauves-souris, permet la dépétrification des êtres humains.

Lors de recherches archéologiques avec l'aide de Taiju (très endurant physiquement), ils découvrent les objets suivants :



Objet B



1. Questions préliminaires :

- a) Comment s'appelle l'objet A ? Deux mots sont attendus (0,5 point)
- b) Comment s'appelle l'objet B ? (0,5 point)

2. Masse volumique de la solution d'acide nitrique :

En utilisant les deux objets, Senku détermine la masse du seau vide $m_1 = 600$ g. Il récupère alors un volume $V = 20$ mL de solution aqueuse d'acide nitrique et détermine alors la masse du seau rempli $m_2 = 627,4$ g.

Pendant ce temps, Taiju a découvert le manuscrit suivant :

| Pourcentage massique en acide nitrique | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| Masse volumique (g.mL ⁻¹) | 1,00 | 1,12 | 1,25 | 1,37 | 1,46 | 1,51 |
| Tébullition (°C) | 100 | 104 à 118 | 114 à 121 | 121 à 122 | 113 à 119 | 86 |

Propriétés physico-chimiques à 1,013 bar

- a) Sachant qu'on ne peut pas distinguer à l'œil nu l'acide nitrique de l'eau, quel adjectif peut-on utiliser ? (0,5 point)
- b) À partir du schéma de l'objet A, écrire un encadrement de la valeur du volume V mesuré (0,5 point).
- c) À partir du tableau, expliquer la valeur « 100 », notée en gras, en justifiant (0,5 point).
- d) On s'intéresse aux solutions dont le pourcentage massique en acide nitrique est de 20, 40, 60, ou 80 %. Expliquer pourquoi le tableau indique à chaque fois un intervalle de températures de fusion et non une valeur unique ? (0,5 point).
- e) Déterminer la masse volumique de la solution d'acide nitrique récupérée par Senku (1 point).
- f) En déduire le pourcentage massique de la solution d'acide nitrique (0,5 point).
- g) L'état liquide de la solution d'acide nitrique récoltée par Senku semble-t-il cohérent, en sachant que la température ambiante est de 15 °C ? (0,5 point).

3. Première tentative de son utilisation :

Senku effectue un premier essai en versant une masse $m_3 = 6.85 \text{ g}$ de solution d'acide nitrique, ayant une masse volumique de $1,37 \text{ g.mL}^{-1}$.

Déterminer le volume V_3 versé par Senku sur l'oiseau (1 point).

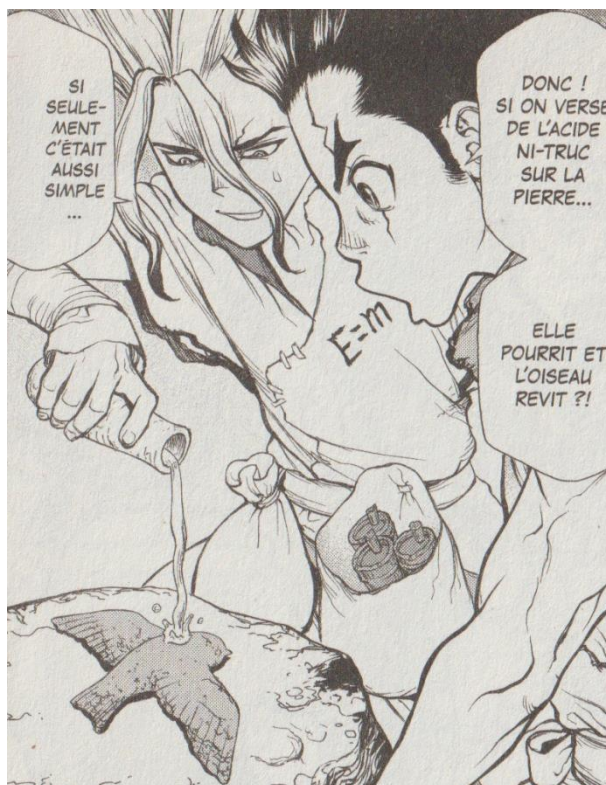
Cependant, l'expérience n'est pas concluante.

4. Deuxième tentative de son utilisation :

Senku évapore l'eau du mélange {eau + acide nitrique}.

Comment évolue le pourcentage massique en acide nitrique lors de l'évaporation de l'eau ? Justifier (1 point).

Un second échec oriente Senku vers un mélange acide nitrique + éthanol, appelé Nital, qui fonctionnera !

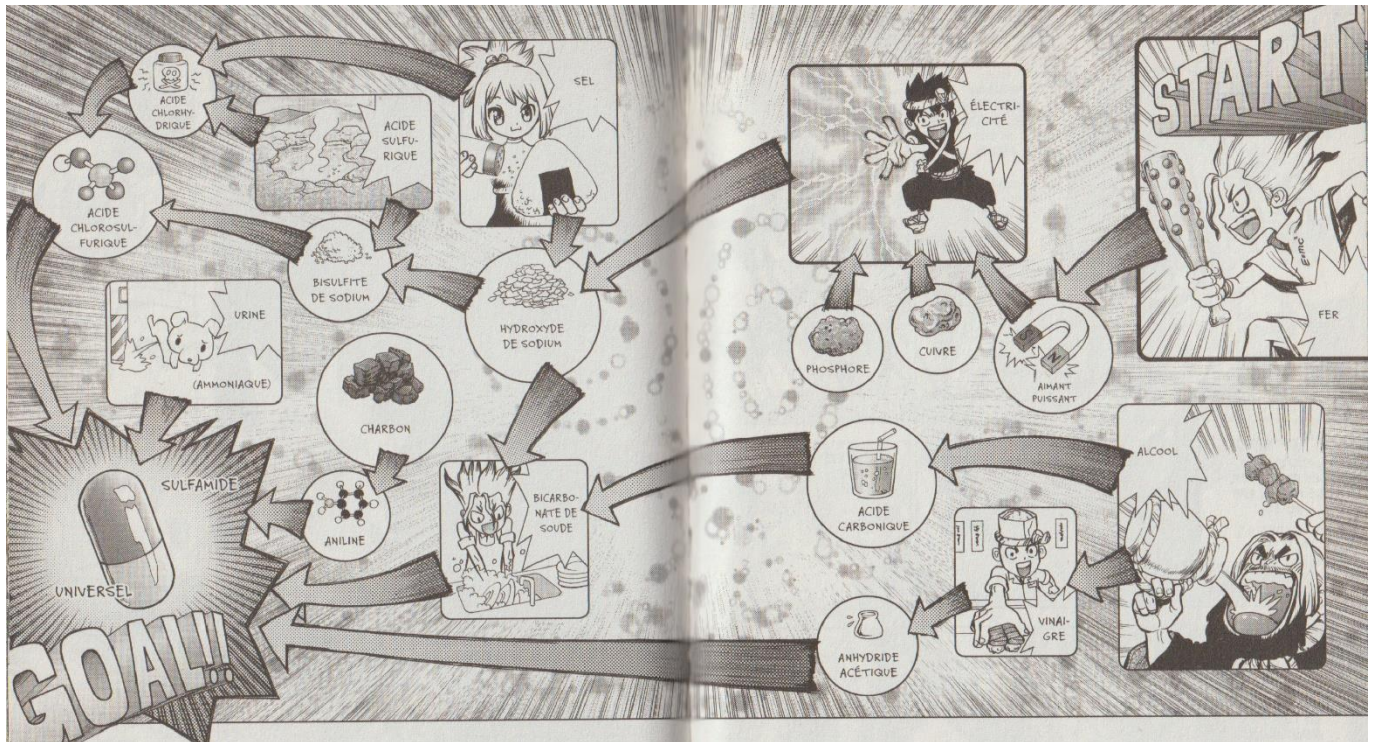
**5. Troisième tentative avec le Nital :**

Senku a donc mélangé 5% en masse d'acide nitrique pur avec 95 % d'éthanol pur. Le mélange a un volume V_4 de 400 mL et une masse volumique $\rho_{\text{Nital}} = 0,82 \text{ g.mL}^{-1}$.

Déterminer la masse d'acide nitrique m_{AN} utilisé par Senku ? (2 points)

Exercice 2 – Sulfamidés (3 points) :

Dans le tome 3, Senku souhaite rallier le village d'Ishigami à sa cause. Pour y parvenir, il se lance dans la production de sulfamidés, un antibiotique universel, afin de guérir Ruri, grande prêtresse du village, atteinte d'une grave maladie.

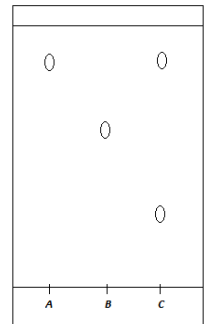


À partir d'aniline, Senku parvint à ses fins dans le tome 5. Cependant, avant de sauver la prêtresse Ruri, il décide de vérifier son antibiotique lors d'une CCM. Sur la plaque, Senku dépose :

En C, l'antibiotique sulfamidé synthétisé ;

En B, l'aniline ;

En A, de l'acide para-aminobenzoïque, un agent microbien de structure proche de l'antibiotique sulfamidé souhaité, découvert dans une maison en ruine.



1. Que signifie le sigle « CCM » ? (0,5 point)
2. La plaque a été révélée. Qu'est-ce que cela signifie ? Donner une technique de révélation (0,5 point).
3. Quelle espèce chimique est la plus soluble dans l'éluant utilisé ? Justifier (0,5 point).
4. Analyser le résultat obtenu du dépôt C et conclure quant à la composition du médicament de Senku (1,5 point).

Exercice 3 – Autour du son (8 points) :

1. Déplacement des rayons pétrificateurs :

Dans le tome 12, nos héros rejoignent « l'île au trésor », où l'arme pétrifiante a été repérée. Grâce au sacrifice de ses amis (tome 16), Senku détermine que les rayons se déplacent à $v = 36 \text{ km.h}^{-1}$.



Dans ce manga, les « rayons pétrificateurs » ne correspondent pas à un vrai phénomène physique. Il s'agit d'une invention de l'auteur Inagaki.



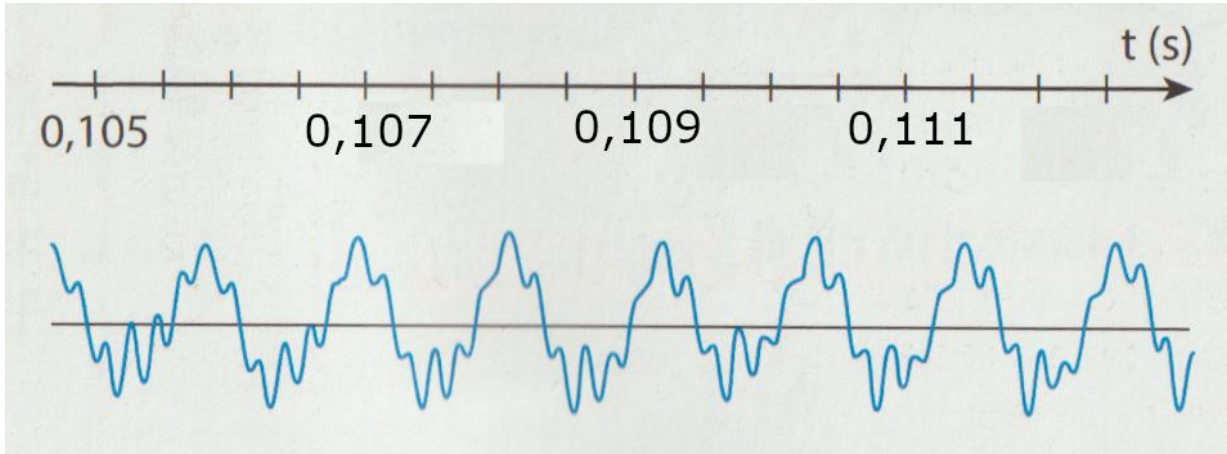
- Convertir la vitesse v en m.s^{-1} (0,5 point).
- Sachant que Senku sera atteint par les rayons en $\Delta t = 5,5 \text{ s}$, à quelle distance d se situe-t-il de l'arme pétrifiante ? (1 point)
- Comparer la vitesse de déplacement des rayons pétrificateurs avec la vitesse de déplacement d'un son dans l'air à 20 °C ; faire une phrase avec la réponse (1,5 point).

2. Fréquence d'une « diva » :

Enfin, dans le tome 19, Maya Biggs, de la colonie américaine, se met au chant...



Avec un micro (fabriqué dans le tome 7), le son est enregistré :



Oscillogramme 1

- Quel est l'émetteur sonore lorsque Maya Biggs chante ? Comment cet émetteur produit un son ? (0,5 point).
- Déterminer la note chantée par Maya Biggs (2 points)
- Si Maya Biggs chantait plus grave, les motifs élémentaires seraient-ils plus ou moins rapprochés les uns des autres sur l'oscillogramme ? Justifier (1 point).
- Maya Biggs joue la même note que précédemment mais avec une guitare. Indiquer le point commun et la différence entre le nouveau signal et celui de l'oscillogramme 1 ? (1 point)
- Si la guitare ne possédait pas de caisse de résonance, comment serait-modifier le signal par rapport au signal de l'oscillogramme 1 ? (0,5 point)

Données :

| Note | Do | Ré | Mi | Fa | Sol | La | Si |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Fréquence (Hz) | 523 | 587 | 659 | 698 | 784 | 880 | 988 |

Fréquence des notes de la 4^e octave



*J'espère que ce sujet a été « follement excitant » !!!
M. Fontaine remercie sincèrement sa classe de seconde 1
(Institution des Chartreux 2021/2022, Lyon, France)
de lui avoir fait découvrir ce manga scientifique !*