

DST n°5 Spécialité Physique-Chimie -

Durée de l'épreuve : 1h30

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le sujet comporte 2 exercices présentés sur 4 pages. Le candidat doit soigner la rédaction et la présentation.

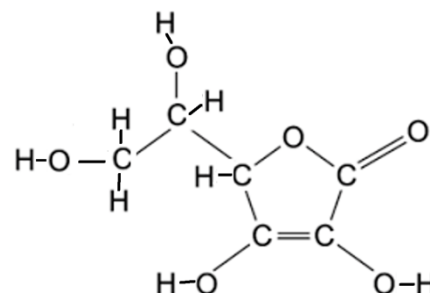
Exercice 1 : La vitamine C (10 pts) *45 minutes conseillées*

L'acide ascorbique, communément appelé vitamine C est un antioxydant présent dans de nombreux fruits et légumes.

La vitamine C est prescrite comme complément alimentaire car elle joue un rôle important dans le métabolisme de l'être humain. Elle se dégrade à l'air et en présence d'oxydants.

Données :

- Ci-contre : Formule développée de l'acide ascorbique $C_6H_8O_6$
- Masse molaire de l'acide ascorbique : $M = 176 \text{ g/mol}$
- Couples redox : $C_6H_6O_6(aq) / C_6H_8O_6(aq)$ et $O_{2(g)} / H_2O(l)$

**Document 1 : Extrait d'un article**

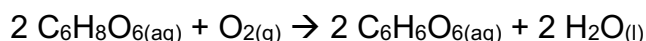
« La vitamine C est la plus fragile de toutes les vitamines : elle se dégrade rapidement à la chaleur, à l'eau, à l'air et à la lumière. Par exemple, à température ambiante, la moitié de la teneur en vitamine C d'un jus de fruit peut être perdue en 24 heures.

En conséquence, les modes de stockage doivent être adaptés de manière à limiter les pertes : les industriels conservent les produits à basse température (inférieure à 5°C) en y adjoignant des agents actifs. »

D'après l'AFSSA – Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

On dispose d'un jus d'orange filtré à la température $T_1 = 25^\circ\text{C}$. À partir de données expérimentales, on a modélisé le suivi cinétique de la dégradation de la vitamine C dans ce jus d'orange et à cette température (voir **figure 1** ci-après).

1. Écrire les demi-équations correspondant aux couples mis en jeu lors de la dégradation de la vitamine C par le dioxygène de l'air et montrer que l'équation de l'oxydation de la vitamine C s'écrit :

**2. La vitesse volumique de disparition de la vitamine C**

2.1. Définir la vitesse volumique de disparition de la vitamine C.

2.2. À partir du graphique de la **figure 1**, décrire qualitativement l'évolution de la vitesse de disparition de la vitamine C en fonction du temps, à une température donnée, et faire le lien avec un facteur cinétique à préciser.

2.3. Déterminer graphiquement la vitesse volumique de disparition de la vitamine C à la température $T_1 = 25^\circ\text{C}$ à la date $t_1 = 60 \text{ h}$. L'exprimer en $\text{mmol.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$.

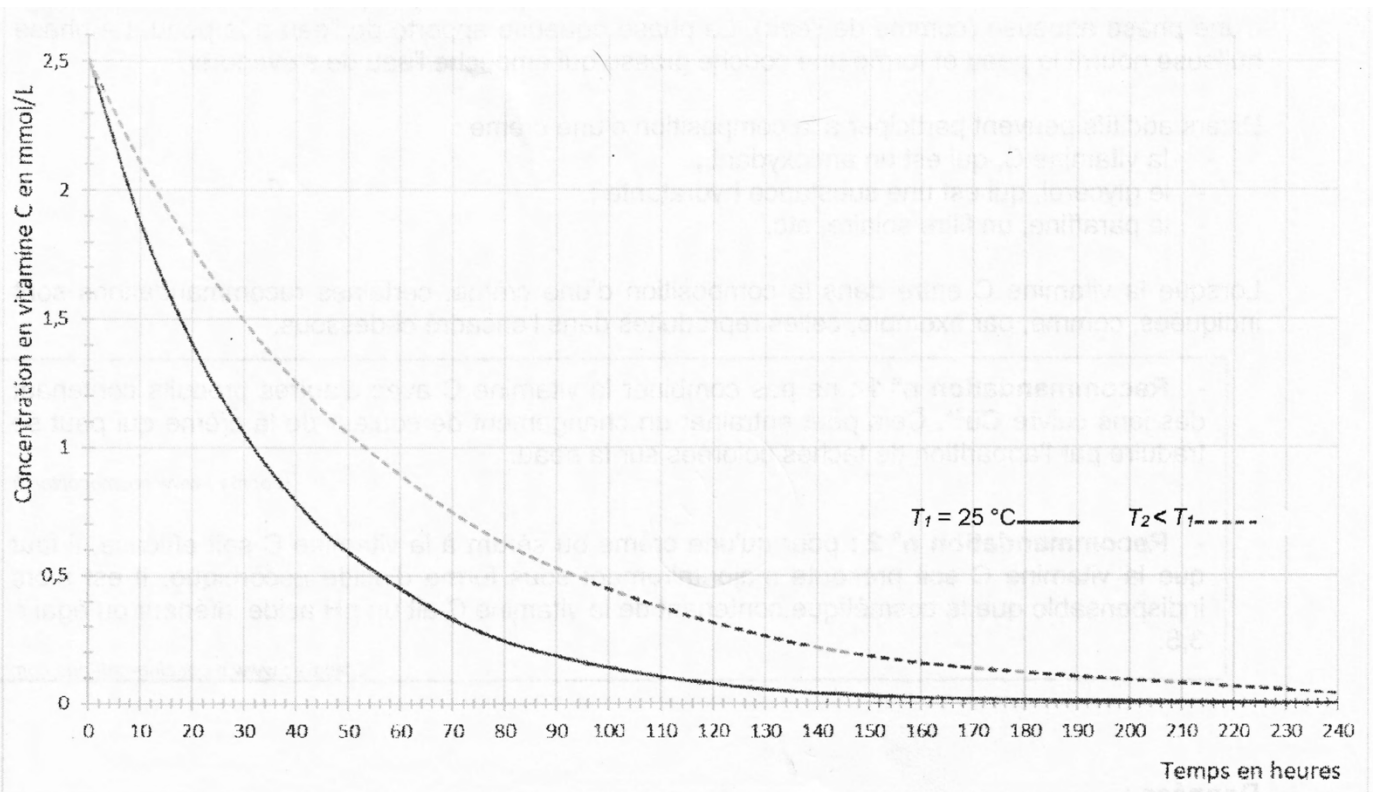
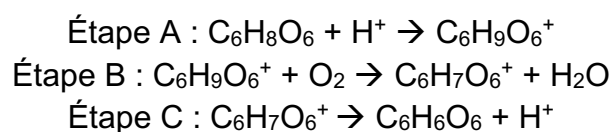


Figure 1 – Modélisation de l'évolution de la concentration en vitamine C au cours du temps dans le jus d'orange pour deux températures différentes

3. Déterminer graphiquement le temps $t_{1/2}$ de demi-réaction à la température $T_1 = 25\text{ °C}$ et vérifier que cette valeur est cohérente avec celle annoncée dans le document 1.
4. À partir de la **figure 1**, en comparant les deux courbes, donner un deuxième facteur cinétique, et indiquer pourquoi il est préférable de ne pas laisser le jus d'orange sur la table du petit-déjeuner.

5. Le mécanisme réactionnel

Un extrait du mécanisme réactionnel de la dégradation de l'acide ascorbique est présenté ci-dessous.



- 5.1. Y-a-t-il des intermédiaires réactionnels dans ce mécanisme ? Si oui, lesquels ?
- 5.2. Quel rôle joue l'ion H^+ ? Justifier.
6. L'étape A est détaillée dans la **figure 2 en annexe à rendre avec la copie**.
 - 6.1. Identifier le site donneur et le site accepteur de cette étape (On pourra faire apparaître les éventuels doublets non liants).
 - 6.2. Tracer sur la **figure 2 en annexe à rendre avec la copie** la flèche courbe permettant d'expliquer l'étape A.

Exercice 2 : L'installation de l'Homme sur la Lune (10 pts) _____ 45 minutes conseillées

Le programme Artemis est un programme spatial habité de la NASA, l'agence spatiale américaine, dont l'objectif est d'amener un équipage sur le sol lunaire d'ici 2024. Celui-ci doit déboucher sur une exploration durable sous la forme de l'installation d'un poste permanent sur la Lune.

Source : Wikipedia

Cet exercice s'intéresse à la mise en place d'un satellite de télécommunication autour de la Lune.

L'étude ne portera que sur un seul satellite dont l'orbite autour de la Lune sera considérée comme circulaire. On négligera l'influence de la Terre sur le mouvement du satellite.

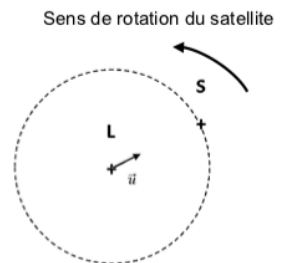
Analogie avec les satellites terrestres

« L'orbite des satellites géostationnaires se trouve dans le plan équatorial de la Terre à une altitude de près de 36 000 km. De ce fait, ils tournent à la même vitesse angulaire que la Terre. Ils sont donc fixes par rapport à un observateur situé sur la Terre et voient ainsi toujours le même disque terrestre. »

Source : <http://education.meteofrance.fr/>

Données :

- Trajectoire circulaire du centre du satellite (S) autour du centre de la Lune (L) : $\vec{u}$ est le vecteur unitaire orienté de L vers S
- Période de rotation de la Lune sur elle-même : $T = 27,3$ jours
- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Masse de la Lune : $M_L = 7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
- Rayon de la Lune : $R_L = 1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$

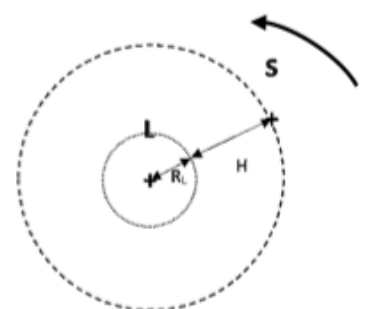


1. Proposer une définition de ce que pourrait être un satellite « lunostationnaire » en comparant sa période de révolution autour de la Lune à la période de rotation de la Lune sur elle-même.
2. Représenter la force d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_{L/S}$ exercée par la Lune sur ce satellite sans souci d'échelle sur l'**annexe à rendre avec la copie**.
3. Établir l'expression de cette force $\vec{F}_{L/S}$ en fonction de G , M_S , M_L , d_{SL} et $\vec{u}$.
4. À l'aide de la 2^e loi de Newton, établir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du centre du satellite en fonction de G , M_L , d_{SL} et $\vec{u}$.
5. Représenter le vecteur unitaire tangentiel $\vec{T}$ et le vecteur unitaire normal $\vec{N}$ du repère de Frenet sur l'**annexe à rendre avec la copie**.
6. Citer l'expression des coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_G$ dans le repère de Frenet, dans le cas d'un mouvement circulaire.
7. En déduire l'expression de l'accélération $\vec{a}_G$ dans le repère de Frenet en fonction de G , M_L , d_{SL} et $\vec{N}$.
8. Justifier alors que la vitesse du satellite est constante et montrer que son expression dans le repère de Frenet en fonction de G , M_L et d_{SL} est :

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_L}{d_{SL}}}$$

Dans la question suivante, la qualité de la rédaction, la structuration de l'argumentation et la rigueur des calculs seront valorisées.

9. Démontrer que, pour que le satellite soit fixe par rapport à la Lune, il doit être à une altitude $H = 8,67 \cdot 10^7 \text{ m}$ par rapport à la surface de la Lune.



Annexe à rendre avec la copie

Exercice 1 : La vitamine C

Question 7.2.

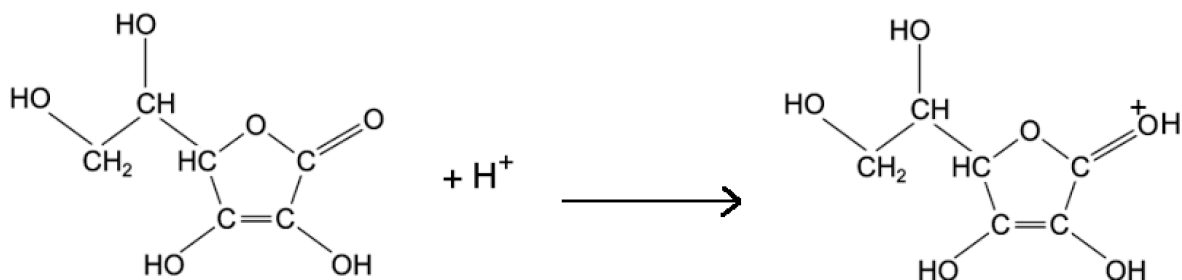


Figure 2 : étape A du mécanisme réactionnel

Exercice 2 : L'installation de l'Homme sur la Lune

Questions 2 et 5

Sens de rotation du satellite

