

**CONCOURS COMMUNS
POLYTECHNIQUES****EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TSI****PHYSIQUE - CHIMIE****Durée : 4 heures**

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont interdites
--

Le sujet comporte un problème qui aborde le thème de « la vie dans l'univers ».

Ce problème est composé de trois parties indépendantes.

La partie I porte sur la thermodynamique, l'architecture de la matière, la statique des fluides et la magnétostatique (de la page 2 à la page 7).

La partie II porte sur les transformations chimiques en solution aqueuse et sur la mécanique des fluides (de la page 7 à la page 11).

La partie III porte sur l'optique ondulatoire et l'optique géométrique (de la page 12 à la page 15).

[NDLR – seule figure ici la partie « chimie ».]

Le document réponse est à rendre avec la copie.

PARTIE I - LA PLANETE TERRE, UNIQUE PLANETE DU SYSTEME SOLAIRE A ABRITER LA VIE

Les parties I.A., I.B. et I.C. peuvent être traitées séparément.

Introduction

La présence d'eau liquide et d'une atmosphère, permettant le processus de la photosynthèse, ainsi que l'existence d'un champ magnétique, servant de bouclier aux rayonnements cosmiques, sont nécessaires à l'apparition de la vie.

Dans le tableau ci-dessous sont réunies quelques caractéristiques des planètes du Système Solaire :

Planète	Distance au Soleil	Température moyenne en surface	Pression atmosphérique	Composition de leur atmosphère	$\frac{B_{\text{planète}}}{B_T}$
Mercur e	0,30 à 0,47 UA	- 170 °C à 430 °C	$\sim 10^{-9}$ Pa	Quasiment sans atmosphère	10^{-2} $a = 564 \text{ pm}$
Vénus	0,72 UA	470 °C	$9,3 \cdot 10^6$ Pa	Principalement du dioxyde de carbone	Trop faible pour être mesuré
Terre	1 UA	- 93,2 °C à 56,7°C	$1,013 \cdot 10^5$ Pa	~ 80 % de diazote ~ 20 % de dioxygène	1
Mars	1,4 à 1,7 UA	- 100 °C à 0 °C	600 Pa	Peu épaisse. Principalement du dioxyde de carbone.	$2 \cdot 10^{-3}$

1 UA = $1,5 \cdot 10^{11}$ m : distance Terre-Soleil; B_T : champ magnétique terrestre moyen; $B_{\text{planète}}$: champ magnétique de la planète.

D'après: <http://www.syti.net/UniversEquilibre.html>
http://media.eduscol.education.fr/file/EEDD/64/5/EauRessourceVitale_fiches_141645.pdf
[wikipedia](http://fr.wikipedia.org/wiki/Enqu%C3%AAte_sur_l'univers,_Audouze_et_Chieze,_Nathan,_mai_1990)
 Enquête sur l'univers, Audouze et Chièze, Nathan, mai 1990

I.A. La présence d'eau liquide

On donne le diagramme pression-température (P, T) de l'eau:

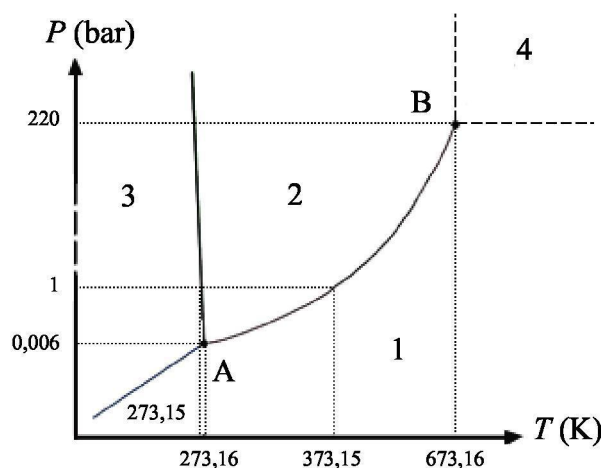


Figure 1 - Diagramme (P, T) de l'eau

- Associer à chaque domaine (numérotés de 1 à 4) l'état physique dans lequel se trouve l'eau parmi les propositions suivantes : solide, liquide, gaz et fluide supercritique.
- Donner les noms des points A et B.

Si l'eau n'existe plus sous forme liquide, elle a dû néanmoins être présente sous cette forme dans le passé. Les volcans martiens ont dû éjecter de l'hydrogène et de l'oxygène qui ont donné naissance à de l'eau dont les canaux conservent la trace de son écoulement. Lors d'un refroidissement ultérieur de la planète, l'eau a dû disparaître sous forme de glace dans le sol.

Un élément qui vient confirmer cette hypothèse est la présence de dépôts de sel au creux de dépressions vers lesquelles serpentent des canaux.

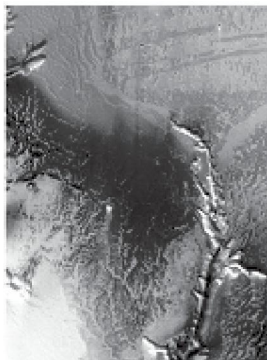


Figure 2 - Image de la caméra stéréoscopique haute résolution 2D du canyon d'Echus Chasma sur la planète Mars

D'après: Espace et éducation, CRDP de l'académie de Versailles, janvier 2006

3. D'après le texte, sous quel état physique se trouve essentiellement l'eau sur Mars aujourd'hui ?

4. Valider cette hypothèse en vous aidant du tableau et du diagramme (P , T) de l'eau page 2.

On s'intéresse au sel présent sur Mars.

5. Quelle observation réalisée à la surface de la Terre peut faire penser aux géologues qu'il y avait auparavant de l'eau, là où se trouvent aujourd'hui les dépôts de sel à la surface de Mars ?

Le chlore a pour symbole ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

6. Donner la composition d'un atome de cet élément.

7. Donner la configuration électronique du chlore dans son état fondamental.

8. En déduire la formule de l'ion monoatomique le plus stable de cet élément.

Justifier.

Le chlorure de sodium cristallise sous la forme d'un réseau cubique faces centrées.

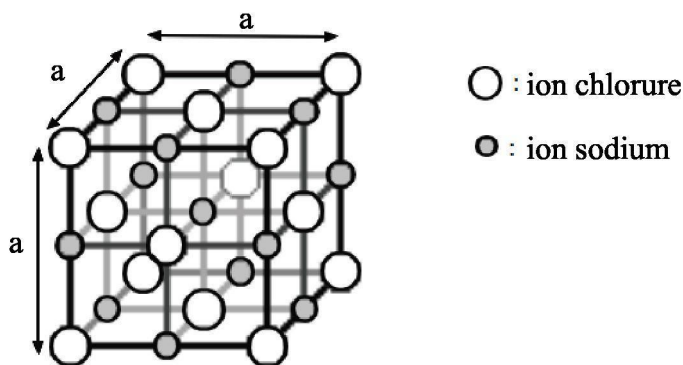


Figure 3 - Structure cristallographique du chlorure de sodium

9. A l'aide de la figure 3, déterminer le nombre d'ions chlorure et d'ions sodium dans une

maille.

10. En déduire la formule chimique de ce cristal.
11. De l'électroneutralité du cristal, déduire la charge de l'ion sodium. A quelle famille de la classification périodique l'élément sodium appartient-il ?
12. Un logiciel de simulation nous permet de déterminer le paramètre $a = 564 \text{ pm}$ de la maille. A partir de cette unique donnée est-il possible de déterminer le rayon r_{Cl} de l'ion chlorure et le rayon r_{Na} de l'ion sodium ? Justifier.

I.B. La présence d'une atmosphère

13. Citer deux raisons pour lesquelles l'atmosphère d'une planète est nécessaire à l'existence de la vie.

PARTIE II - LE MAINTIEN D'UNE ATMOSPHERE TERRESTRE PROPICE A LA VIE

II.A. Les dangers d'une atmosphère trop concentrée en dioxyde de carbone sur la survie des espèces calcaires dans l'océan

Les rejets de dioxyde de carbone liés à l'activité humaine ont des conséquences sur le réchauffement climatique, mais entraînent aussi une acidification des eaux qui pourrait avoir de lourds impacts sur la survie des organismes marins calcaires.

29. D'après l'introduction page 2, comment est limitée la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère terrestre ?

Un second processus de limitation de la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère consiste en la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau de mer. Cependant, le processus ne se fait pas de manière homogène dans les différents bassins du monde car cette réaction de dissolution est exothermique.

30. Rappeler la loi de Van't Hoff relative à la température.
31. La réaction de dissolution du dioxyde de carbone est-elle favorisée dans des bassins à températures faible ou élevée ?
32. Justifier, grâce à cette analyse qualitative, que l'augmentation de la teneur en dioxyde de carbone dans l'atmosphère terrestre conduit inévitablement à une accentuation du réchauffement de la planète. Cette analyse est-elle en accord avec la figure 8 ?

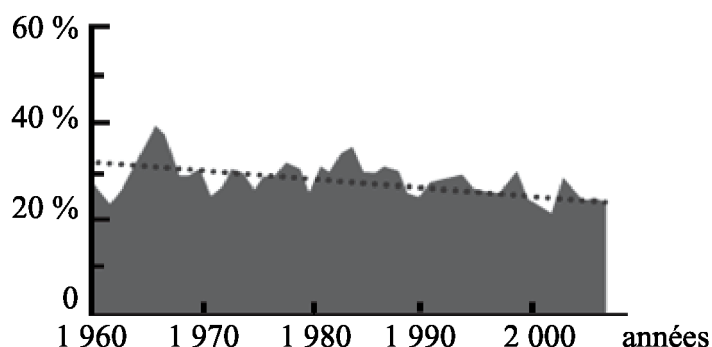


Figure 8 - Rapport du CO_2 absorbé par les océans au CO_2 dégagé par les activités humaines

vers l'atmosphère. La courbe en pointillés est la courbe de tendance.

33. Quelle est la planète du système solaire qui nous montre que cet effet peut avoir des conséquences catastrophiques ?

Actuellement, l'eau de mer a un pH compris entre 8,1 et 8,3 mais les scientifiques s'attendent à une diminution du pH de 0,3 dans cent ans.

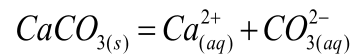
Dans l'eau, le CO_2 dissous se présente sous la forme d'un diacide $(CO_2, H_2O)_{(aq)}$.

On donne : $pK_{A1}((CO_2, H_2O)_{(aq)} / HCO_3^-) = 6,4$ et $pK_{A2}(HCO_3^- / CO_3^{2-}) = 10,3$.

34. Tracer le diagramme de prédominance du diacide.

35. Sous quelle forme prédomine le CO_2 dissous dans l'océan ? Ecrire la demi-équation acido-basique conduisant à la formation de cette espèce prédominante. Justifier que la dissolution du dioxyde de carbone dans l'océan conduit à une diminution du pH .

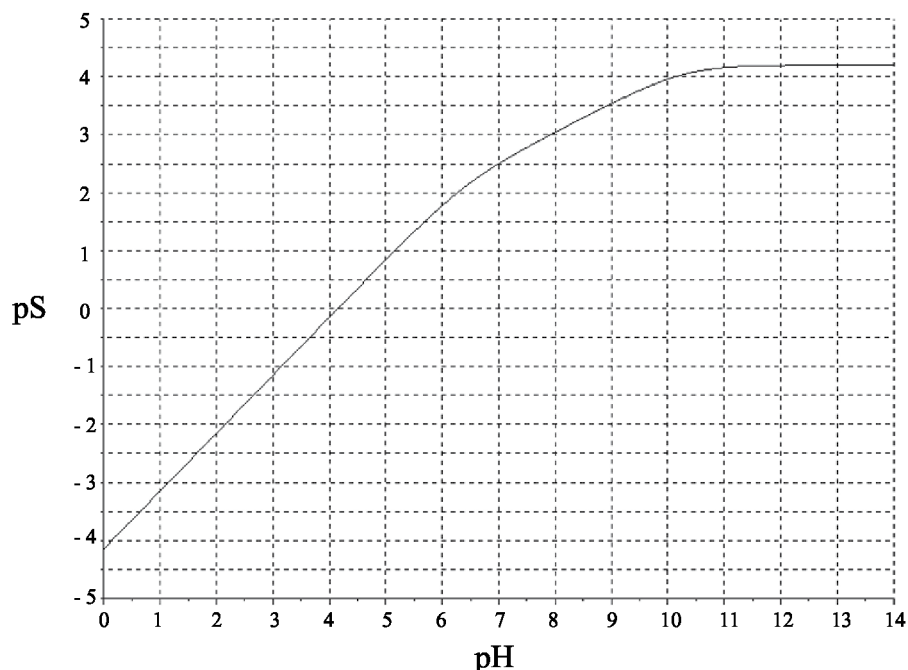
La réaction de dissolution du carbonate de calcium (calcaire) $CaCO_{3(s)}$ dans l'eau est:



On note S la solubilité molaire du carbonate de calcium.

On note $pS = -\log(S)$.

On donne le graphe représentant pS en fonction du pH pour la solubilité du carbonate de calcium:



628360488. Déduire de ce graphe l'effet d'une augmentation de la concentration en dioxyde de carbone sur les organismes calcaires de l'océan.