

CAHIER DE VACANCES

DE

PHYSIQUE-CHIMIE

1^{ère} S → TS

NOM :

PRENOM :

NOTE : /20



(à rendre à votre professeur de physique-chimie le jour de la rentrée scolaire le 4 septembre 2018)

Données

Constantes

Constante	Valeur
Constante de Planck	$h = 6,62606957 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Constante de gravitation universelle	$G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$
Vitesse de la lumière dans le vide	$c = 2,997\,924\,58 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Charge élémentaire	$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante électrique	$k = 8,988 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$

Tableau 1 : Constantes utilisées en Physique et Chimie.

Unités

Grandeur	Unité	Symbole	Définition
Masse	Unité de masse atomique unifiée	u	$1 u = 1,660 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Énergie	Électron-volt	eV	$1 eV = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

Tableau 2 : Unités utilisées en physique nucléaire et atomique.

Formules

Loi ou formule	Expression, les valeurs numériques étant en unités S.I.
Loi de Coulomb entre une charge q_1 et une charge q_2 situées à la distance d l'une de l'autre	$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$ (1)
Force de gravitation universelle entre un objet de masse m_1 et un objet de masse m_2 situés à la distance d l'un de l'autre	$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$ (2)
Énergie d'un photon	$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$
Loi du déplacement de Wien	$\lambda_{\max} \times T = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$ (4)

Tableau 3 : Lois ou formules utilisables dans ce devoir.

Partie A : L'hydrogène sulfuré, un gaz bien particulier !

A.1 - Qu'est-ce que l'hydrogène sulfuré ?

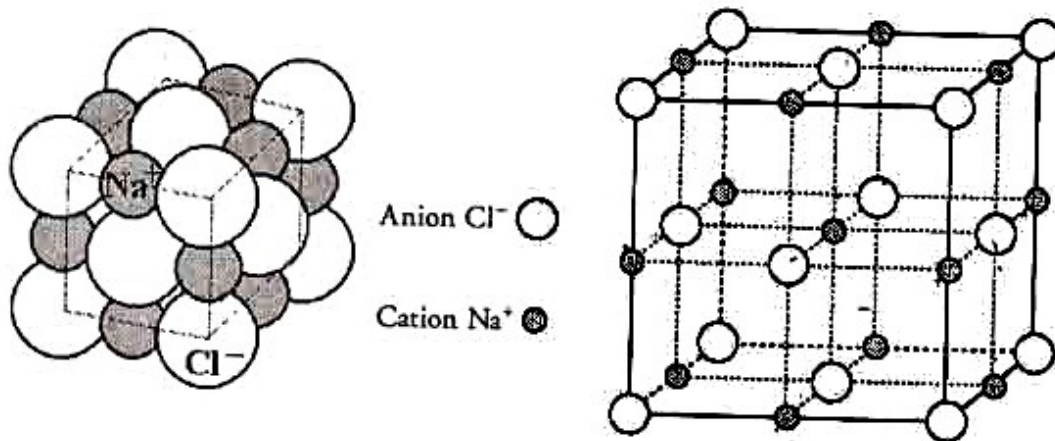
- A.1.1) Rappeler la structure électronique des atomes ${}_1\text{H}$ et ${}_{16}\text{S}$.
- A.1.2) En déduire le nombre de doublets liants (ceux qu'il peut former avec les électrons de valence) et non liants de chaque atome.
- A.1.3) Prévoir la structure et la géométrie de la molécule d'hydrogène sulfuré H_2S .
- A.1.4) Les liaisons $\text{H} - \text{S}$ sont-elles polarisées ? Si oui, tracer le moment dipolaire résultant en utilisant les centres G^+ et G^- des charges partielles δ^+ et δ^- .

Conclure quant à la polarité de la molécule de l'hydrogène sulfuré.

Aide : on donne les valeurs d'électronégativité suivantes, $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{S}) = 2,5$.

A.2 - Première expérience avec le sel de cuisine

Document A.1 : Structure du cristal de chlorure de sodium



La distance entre un ion chlorure et sodium dans le cristal NaCl est : $d = 0,292 \text{ nm}$.

On dissout un peu de chlorure de sodium (sel de cuisine) dans l'eau.

- A.2.1) Calculer la force d'interaction électrique entre un ion Na^+ et un ion Cl^- dans le cristal NaCl .
 - A.2.2) Calculer la force d'interaction gravitationnelle entre un ion Na^+ et un ion Cl^- .
- On donne les masses atomiques suivantes : $m(\text{Na}) = 23 \text{ u}$ et $m(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$.

A.3 - Deuxième expérience avec les alcools

On étudie maintenant la solubilité de deux alcools dans l'eau.

- A.3.1) Les alcools utilisés pour l'expérience sont le propan-1-ol et le heptan-2-ol. Écrire les formules semi-développée et topologique de ces deux molécules.

On constate expérimentalement que l'heptan-2-ol n'est pas miscible dans l'eau tandis que le propan-1-ol l'est.

- A.3.2) Rappeler, en s'aidant de schémas, la nature des interactions entre les molécules d'eau et une molécule d'alcool puis interpréter ces résultats.

Partie B : Soleil et atmosphère terrestre

L'objectif de cette partie est d'étudier deux phénomènes résultants de l'interaction entre le rayonnement solaire et l'atmosphère terrestre : la luminescence en haute atmosphère et l'effet de serre.

B.1 - Phénomènes de luminescence de l'atmosphère

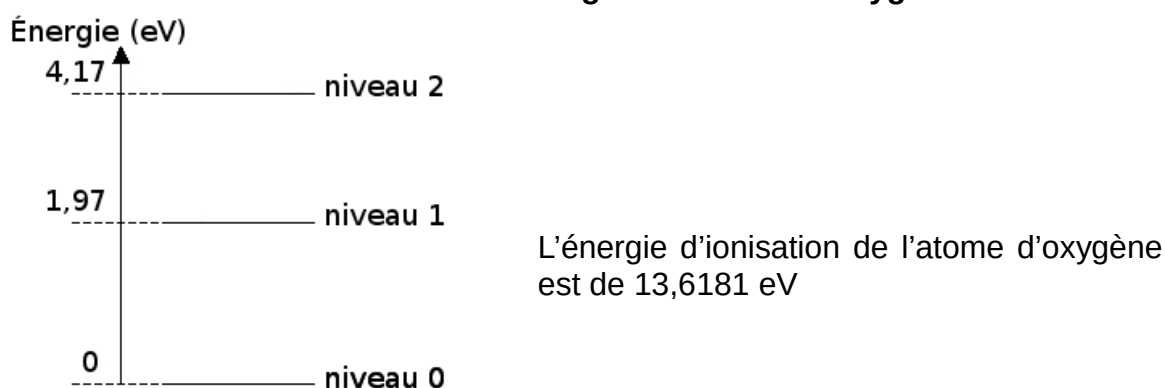
Document B.1 : Rayonnements EUV et luminescence

On appelle « ultraviolet extrême » (EUV) les rayonnements de longueur d'onde comprise entre 10 et 120 nm. Ceux-ci sont arrêtés par les couches supérieures de l'atmosphère, ce qui a pour effet de produire des ions, principalement O^+ , N_2^+ et O_2^+ .

Ces phénomènes d'interaction entre rayonnement et atmosphère sont étudiés grâce à l'émission de lumière, appelée luminescence, qui suit le retour dans l'état fondamental des atomes de l'atmosphère qui ont été excités. On utilise notamment deux raies émises dans le visible (400-800 nm) par l'atome d'oxygène. Ces deux raies, l'une rouge et l'autre verte, sont en effet particulièrement intenses.

D'après la thèse de doctorat de Frédéric Culot, Université Joseph Fourier, 2005.

Document B.2 : Niveaux d'énergie de l'atome d'oxygène



D'après la thèse de doctorat de Frédéric Culot, Université Joseph Fourier, 2005.

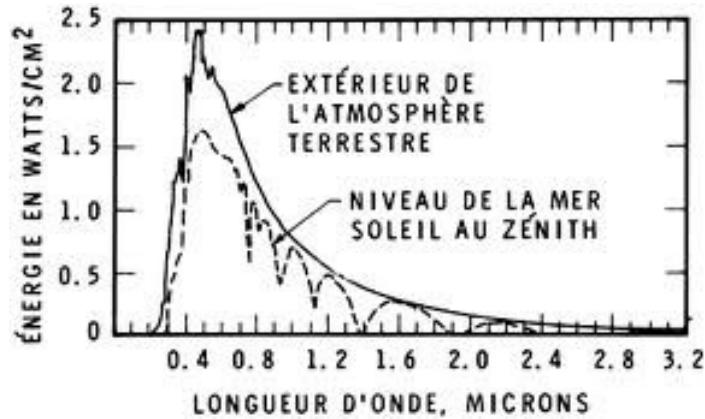
- B.1.1) Dire sans calcul, mais en justifiant, si les photons EUV possèdent une énergie plus grande ou plus petite qu'un photon du visible.
- B.1.2) Un photon de longueur d'onde 15 nm peut-il ioniser un atome d'oxygène ? Et un photon de longueur d'onde 150 nm ?
- B.1.3) À partir du Document B.2, identifier les transitions responsables de la raie verte et de la raie rouge qui sont utilisées pour l'étude des interactions entre rayonnement EUV et atmosphère.

B.2 - Effet de serre

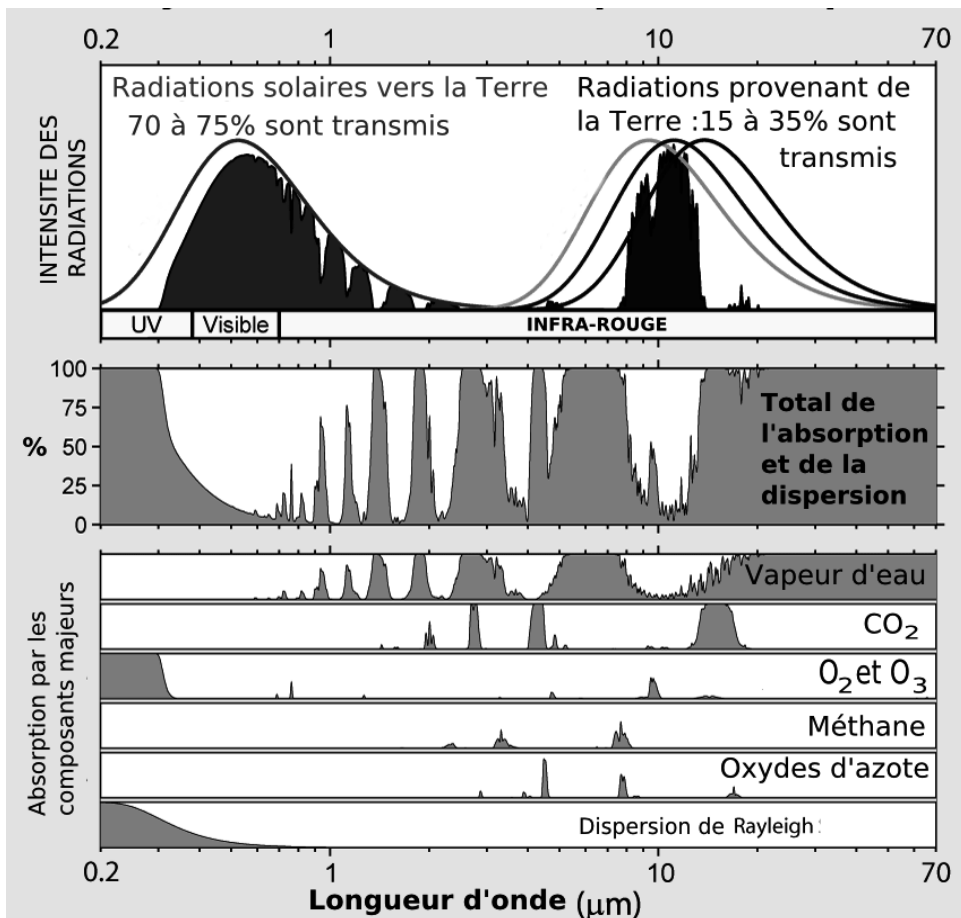
Document B.3 : Extrait de l'article de Wikipedia.org consacré à l'effet de serre

« Sans effet de serre (ce qui implique notamment : sans vapeur d'eau et sans nuages), et à albédo constant, la température moyenne sur Terre chuterait à -18 °C. Mais à cette température la glace s'étendrait sur le globe, l'albédo terrestre augmenterait et la température se stabiliserait vraisemblablement en dessous de -50 °C »

Document B.4 : Spectres solaires avant et après l'atmosphère [1 micron = 1 μm]



Document B.5 : Rayonnements transmis par l'atmosphère, en provenance du soleil, vers la Terre, et en provenance de la Terre vers l'espace.



B.2.1) À partir du Document B.4, déterminer la température de la surface du Soleil.

- B.2.2) La température moyenne à la surface de la Terre est de 16°C. Déterminer la position de son maximum d'émission (rappel : $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273 \text{ K}$) et préciser à quel domaine optique il appartient.

Partie C : Dosage colorimétrique de l'aluminium

Le but de cet exercice est d'exploiter une analyse par spectrophotométrie afin de s'assurer qu'un échantillon d'eau est potable.

Document C.1 : toxicité de l'aluminium

L'absorption de l'aluminium par voie orale est limitée et dépendante de très nombreux facteurs (type de composé, solubilité, co-administration avec de l'eau ou dans l'alimentation, etc.). Elle est estimée à 0,1 % lorsque l'aluminium est présent dans l'aliment. Largement distribué à travers l'organisme, l'aluminium peut atteindre le cerveau et franchir la barrière placentaire. Sa demi-vie d'élimination très variable selon les études, peut atteindre plusieurs années lorsqu'il est administré de façon chronique. Son élimination est principalement rénale.

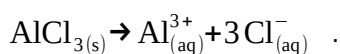
Source : Agence nationale de sécurité du médicament et du produit de santé (ANSM), anciennement Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS), <http://ansm.sante.fr/>.

Document C.2 : quantité maximale d'aluminium autorisée dans l'eau destinée à la consommation humaine

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique précise, dans son annexe, que la teneur maximale en aluminium d'une eau potable ne doit pas dépasser la concentration massique $T_{\max} = 158 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Document C.3 : dosage de l'aluminium dans l'eau potable

On prépare 1,00 L d'une solution mère de chlorure d'aluminium AlCl_3 solide en dissolvant $m = 1,09 \text{ g}$ de ce solide. Ce dernier se dissout totalement dans l'eau en libérant des ions aluminium (III) Al^{3+} et des ions chlorure Cl^- selon l'équation :



On dilue cette solution mère 100 fois afin d'obtenir 100,0 mL d'une solution qui sera appelée par la suite S_0 .

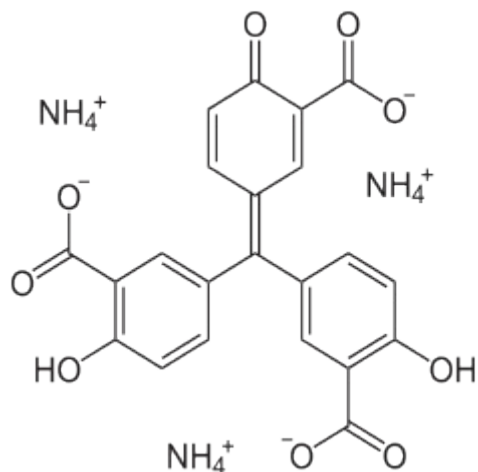
Les ions aluminium (III) sont incolores en solution aqueuse. Pour pouvoir les observer, on ajoute un colorant appelé aluminon en large excès lors de la préparation de l'échelle de teintes. Une nouvelle espèce chimique colorée est ainsi obtenue par une transformation chimique supposée totale.

L'échelle de teintes est préparée de la façon suivante : il faut placer dans une fiole jaugée de 50,0 mL, 5 mL d'une solution d'aluminon, 20 mL d'une solution tampon permettant de maintenir le pH à 4,8, un certain volume de solution S_0 précisé dans le tableau placé à la suite de l'exercice et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Après homogénéisation et un temps d'attente de 15 minutes, les échantillons sont analysés au spectrophotomètre.

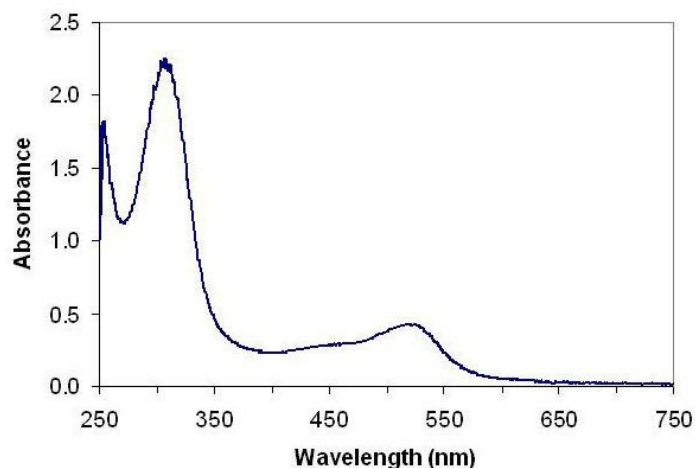
L'absorbance est par la suite mesurée à 525 nm.

L'absorbance d'un échantillon d'eau du robinet donne une valeur de 0,17. $M(\text{Al}) = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Document C.4 : Formule topologique de l'aluminon. Source : Wikipédia.



Document C.5 : Absorbance d'une solution d'aluminium avec aluminon selon la longueur d'onde (wavelength en anglais) de la lumière qui traverse la solution.



Document C.6 : Mesures d'absorbance de différentes solution selon leur concentration en ion aluminium.

Solution	Volume de S ₀ utilisé (en mL)	Concentration molaire en élément aluminium (mmol.L ⁻¹)	Absorbance mesurée
S ₁	0,0	0,00	0,000
S ₂	1,0	0,16×10 ⁻²	0,024
S ₃	3,0	0,48×10 ⁻²	0,074
S ₄	6,0	0,96×10 ⁻²	0,144
S ₅	12,0	2,0×10 ⁻²	0,300
S ₆	15,0	2,4×10 ⁻²	0,380
S ₇	20,0	3,3×10 ⁻²	0,500

C.1 - Préparation de la solution-mère

- C.1.1) Établir un tableau d'avancement pour cette dissolution.
- C.1.2) En déduire les quantités de matière à l'état final.
- C.1.3) En déduire les concentrations effectives en ions chlorure [Cl⁻] et en ions aluminium (III) [Al³⁺]

C.2 - Dosage de l'aluminium

- C.2.1) Vérifier graphiquement que la solution vérifie la loi de Beer-Lambert.
- C.2.2) Justifier par le calcul la concentration de S₁.
- C.2.3) Pourquoi la solution d'aluminium avec aluminon est-elle colorée ?
- C.2.4) Quelle est la couleur d'une solution d'aluminium avec aluminon ?
- C.2.5) L'eau analysée est-elle potable ?

