

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## ÉVALUATION COMMUNE

**CLASSE** : Première

**EC** :  EC1  EC2  EC3

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 2 h

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

**Nombre total de pages** : 8

### PARTIE A

#### Une odeur de soufre dans l'air (10 points)

Des algues provenant de la haute mer s'échouent sur les côtes martiniquaises. Ces algues ne sont pas toxiques en elles-mêmes. Mais elles meurent une fois échouées sur les plages. Des dégagements importants de gaz sont produits lors de leur décomposition, notamment du sulfure d'hydrogène  $H_2S$ , qui provoquent des nuisances olfactives et des troubles sanitaires.



Selon les doses, les effets peuvent être une irritation des yeux (conjonctivite, gêne à la lumière vive) et des voies respiratoires (rhinite, enrrouement, toux, douleur thoracique, etc). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles, ainsi que les jeunes enfants et les femmes enceintes.

<https://www.martinique.ars.sante.fr/les-algues-sargasses-une-nouveau-phenomene-sanitaire>

On se propose d'étudier la structure la molécule de sulfure d'hydrogène ainsi que ses propriétés et de les comparer à celles d'autres molécules connues.



## Données

Tableau périodique des éléments et échelle d'électronégativité de Pauling

H 2,2												B 2,04					C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98
Li 0,98		Be 1,57												Al 1,61	Si 1,9	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16		
Na 0,93		Mg 1,31		Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,9	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96		
K 0,82		Ca 1		Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,2	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66		
Rb 0,82		Sr 0,95		Lu 1,27	Hf 1,3	Ta 1,5	W 2,36	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 2	Tl 1,62	Pb 1,87	Bi 2,02	Po 2	At 2,2		
Cs 0,79		Ba 0,89		Lr 1,3	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts		
Fr 0,7		Ra 0,9		↓																
		*	La 1,1	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,13	Sm 1,17	Eu 1,2	Gd 1,2	Tb 1,2	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,1				
		**	Ac 1,1	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,38	Np 1,36	Pu 1,28	Am 1,13	Cm 1,28	Bk 1,3	Cf 1,3	Es 1,3	Fm 1,3	Md 1,3	No 1,3				

<https://fr.wikipedia.org/wiki/électronégativité>

Table de données pour la spectroscopie infrarouge

Liaison	Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Intensité
O–H alcool	3200–3400	forte
N–H amine	3100–3500	moyenne
C <sub>tri</sub> –H	3000–3100	moyenne
C <sub>tét</sub> –H	2800–3000	forte
O–H acide carboxylique	2500–3200	forte à moyenne, large
S–H	2550–2620	moyenne
C=O ester	1700–1740	forte
C=O aldéhyde ou cétone	1650–1730	forte
C=O acide carboxylique	1680–1710	forte
N–H amine ou amide	1560–1640	forte

C<sub>tri</sub> signifie que l'atome de carbone est trigonal, c'est-à-dire relié à trois voisins.

C<sub>tét</sub> signifie que l'atome de carbone est tétragonal, c'est-à-dire relié à quatre voisins.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Énergies de liaison

Liaison	Energie (kJ.mol <sup>-1</sup> )
O=O	500
H-S	350
C=O	800
O-H	450
S=O	550

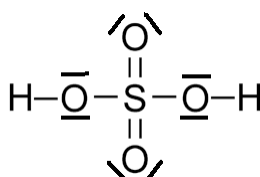
- L'oxygène, le soufre et le sélénium appartiennent à la même colonne du tableau périodique.
  - Établir le schéma de Lewis de la molécule de sulfure d'hydrogène, H<sub>2</sub>S, et proposer une géométrie de cette entité. Justifier votre raisonnement.
  - La molécule de sulfure d'hydrogène est-elle polaire ? Justifier votre réponse.
- La solubilité d'une espèce chimique est la concentration maximale de cette espèce que l'on peut dissoudre dans l'eau. Elle dépend de la température. Le tableau ci-dessous indique la solubilité du gaz H<sub>2</sub>S dans l'eau, ainsi que celles d'autres espèces chimiques à la pression atmosphérique et à une température de 25°C.

Nom de l'espèce chimique	Formule chimique	Solubilité (en mol.L <sup>-1</sup> )
diiode	I <sub>2</sub>	1,3 x 10 <sup>-3</sup>
sulfure d'hydrogène	H <sub>2</sub> S	2,5
ammoniac	NH <sub>3</sub>	50

Proposer une interprétation pour expliquer l'évolution de la solubilité dans l'eau des espèces chimiques ci-dessus. Une argumentation détaillée est attendue.

- Des détecteurs de sulfure d'hydrogène ont été placés aux abords des rivages où s'échouent les sargasses. Certains de ces détecteurs contiennent des cellules électrochimiques. Il s'agit de capteurs dont le principe de fonctionnement repose sur une transformation chimique modélisée par une réaction d'oxydo-réduction ; le sulfure d'hydrogène y est oxydé par le dioxygène de l'air. Les couples oxydants-réducteurs mis en jeu sont les suivants : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>S et O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>

On propose ci-dessous le schéma de Lewis de la molécule d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

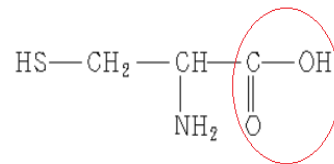


[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sulfuric\\_acid\\_lewis.png](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sulfuric_acid_lewis.png)

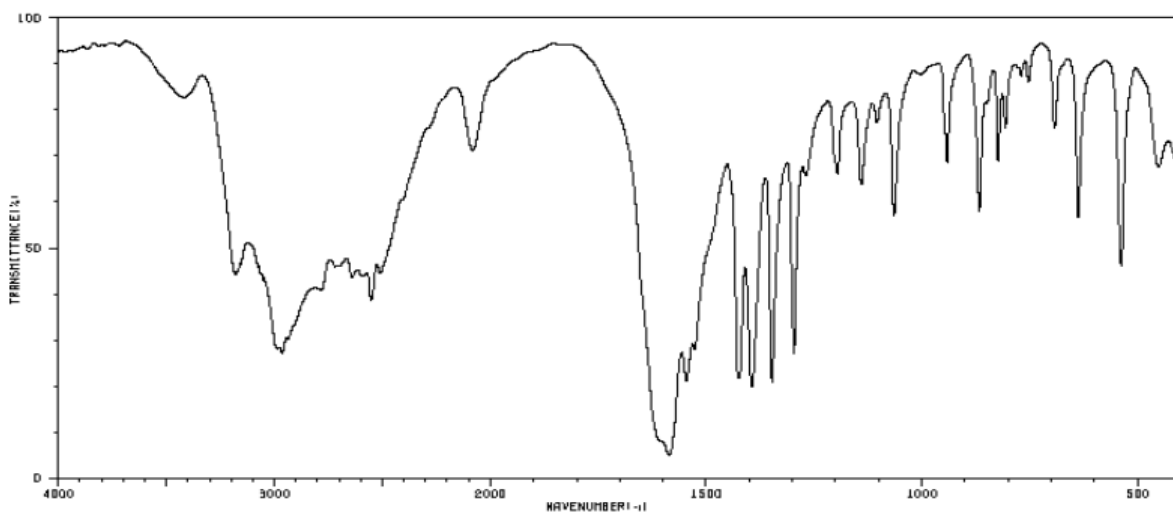


- 3.1. En comparant les schémas de Lewis des molécules de sulfure d'hydrogène  $H_2S$  et d'acide sulfurique  $H_2SO_4$ , indiquer quelle est la particularité de l'atome de soufre dans la molécule d'acide sulfurique.
- 3.2. Montrer que l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique au sein du capteur est la suivante :  $H_2S + 2 O_2 \rightarrow H_2SO_4$ .

4. Le sulfure d'hydrogène produit lors de la décomposition des algues provient de la dégradation d'un acide aminé, la L-Cystéine dont la formule semi-développée est représentée ci-contre.



- 4.1. À quelle famille de composés est associé le groupe caractéristique entouré sur la formule de la L-Cystéine ?
- 4.2. Les groupes caractéristiques présents dans cette molécule peuvent être identifiés grâce à la spectroscopie infrarouge (I.R.).  
Justifier ce spectre reproduit puisse correspondre à la L-Cystéine.



[https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)

5. De nombreuses solutions sont envisagées afin de traiter les sargasses collectées après chaque échouage. Notamment, la combustion des algues afin de produire de l'énergie électrique.

<https://martinique.ademe.fr/sites/default/files/situation-perspectives-valorisation-sargasses.pdf>

L'un des inconvénients de la combustion de la sargasse est que le sulfure d'hydrogène et son produit de combustion, le dioxyde de soufre,  $SO_2$ , réagissent avec les métaux et forment des produits noirs à leur surface.

- 5.1. Sachant que l'eau est l'autre produit de la combustion de  $H_2S$ , écrire l'équation de la réaction modélisant la combustion du sulfure d'hydrogène dans l'air.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

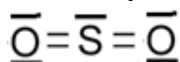


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

5.2. A partir des données, évaluer l'énergie molaire de la combustion du sulfure d'hydrogène. Le schéma de Lewis du dioxyde de soufre est représenté ci-dessous.



5.3. Cette transformation est-elle endothermique ou exothermique ? Justifier votre réponse.

## PARTIE B

### L'exploit d'Alan Eustace (10 points)

Le 24 octobre 2014, l'ingénieur et pilote américain Alan Eustace a battu le record mondial d'altitude en saut en parachute détenu par l'Autrichien Félix Baumgartner depuis 2012. Relié à un ballon rempli d'hélium qui l'a porté pendant plus de deux heures, il a atteint l'altitude cible de 41 148 m. Après 50 s de chute, l'américain a atteint une vitesse maximale de 1 322 km/h. L'ouverture du parachute s'est effectuée au bout de 4 min 27 s.

Alan Eustace  
41 148 m

Felix Baumgartner  
(2012, Austria)  
36,576m

Joseph Kittinger  
(1960, U.S.)  
31,330m

Descente après 50 s

Stratosphere (17000m)

Mount Everest  
8,848m

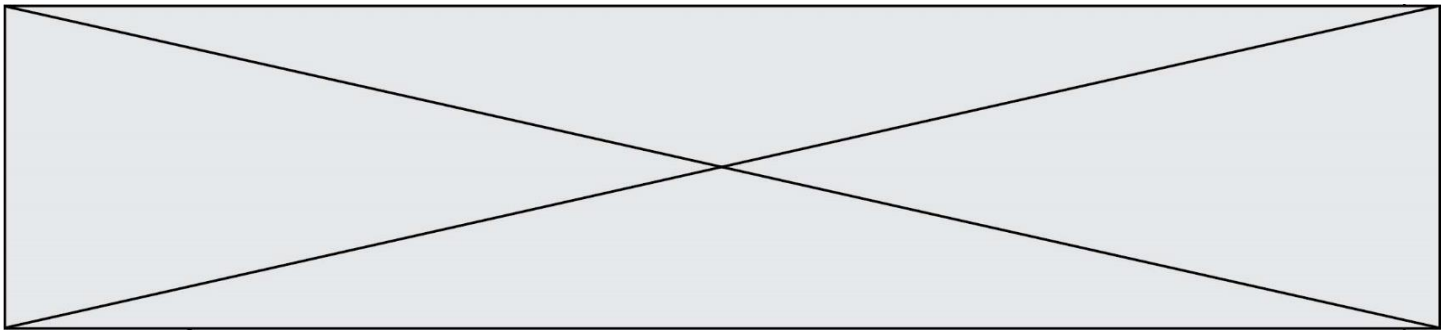
Saut en parachute

Graphic by Nam Kyung-don

D'après <http://www.koreaherald.com>

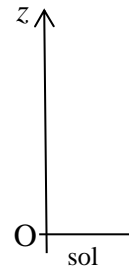
#### Données :

- masse du système {Alan Eustace et son équipement} :  $m = 120 \text{ kg}$  ;
- intensité de la pesanteur à la surface de la Terre :  $g = 9,8 \text{ N/kg}$  ;
- on considère que le champ de pesanteur est uniforme entre 30 km et 42 km d'altitude, de norme :  $g_A = 9,7 \text{ N/kg}$ .



L'étude du saut d'Alan Eustace est conduite dans le référentiel terrestre. Alan Eustace et son équipement sont modélisés par un point matériel de masse  $m$ . La position d'Alan Eustace est repérée par son altitude  $z$  sur un axe vertical orienté vers le haut, l'origine étant au sol.

Alan Eustace s'est laissé tomber à une date choisie comme origine des temps ( $t = 0$  s) à partir d'un point A d'altitude  $z_A = 41\,148$  m par rapport au sol.



## 1. Énergie potentielle de pesanteur du système

### 1.1. Champ de pesanteur au cours de la chute.

1.1.1. Quelle est l'origine de la variation observée entre les valeurs de  $g$  et  $g_A$  ?

1.1.2. Calculer l'écart relatif donné par  $\frac{g-g_A}{g}$  et exprimé en %. Conclure.

### 1.2. Travail du poids au cours du saut.

1.2.1. En considérant que le poids du système {Alan Eustace et son équipement} est constant, établir l'expression du travail du poids du système lors du déplacement d'Alan Eustace de A jusqu'au sol en fonction de  $m$ ,  $g$ , et  $z_A$ .

1.2.2. Calculer la valeur de ce travail.

### 1.3. Énergie potentielle de pesanteur.

1.3.1. « Le poids est une force conservative » ; expliquer cette expression.

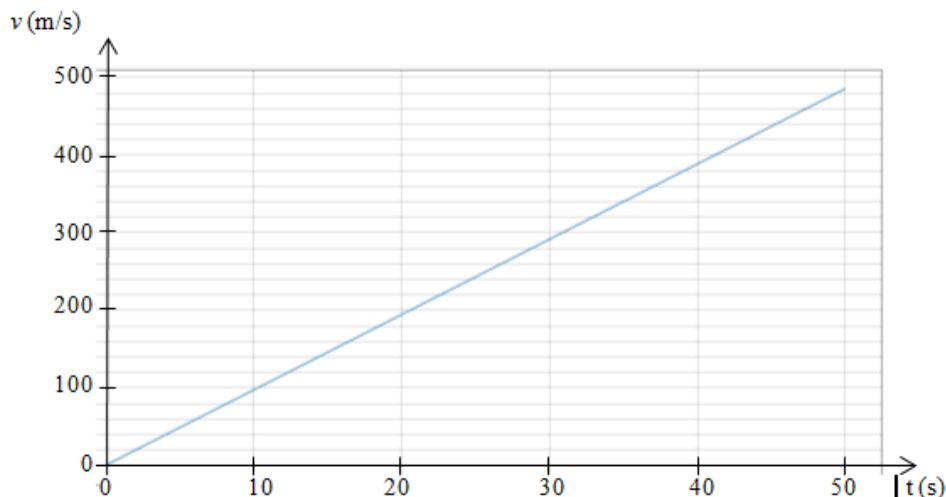
1.3.2. Définir l'énergie potentielle de pesanteur  $E_p$  du système et montrer que son expression est  $E_p = mgz$  si on choisit une altitude de référence à préciser.

## 2. Modélisation de la première phase du mouvement par une chute libre

Alan Eustace atteint un point B, d'altitude  $z_B$ , après 50 s de chute.

Durant cette phase du mouvement, l'hypothèse est faite que la seule force s'exerçant sur le système {Alan Eustace et son équipement} est le poids.

Dans ce cas, on peut montrer que la chute est verticale. Un logiciel de simulation permet d'obtenir la courbe donnant la valeur de la vitesse  $v$  d'Alan Eustace en fonction du temps  $t$ .





Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

- 2.1. Montrer que ce modèle n'est pas compatible avec la donnée du texte introductif relative à la vitesse maximale atteinte.
- 2.2. Proposer une hypothèse expliquant l'écart entre valeur calculée et valeur expérimentale.

### 3. Étude énergétique de la première phase du mouvement

On considère que la chute d'Alan Eustace durant les cinquante premières secondes est verticale.

L'action mécanique exercée par l'air sur Alan Eustace et son équipement est modélisée par une force de frottement fluide  $\vec{f}$  supposée constante.

L'altitude  $z_B$  d'Alan Eustace après 50 s de chute est égale à 30 375 m.

- 3.1. Calcul de la valeur de la force de frottement fluide  $f$  dans le cadre de ce modèle.
  - 3.1.1. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. Calculer la valeur de l'énergie cinétique à la fin de cette première phase.
  - 3.1.2. Exploiter ce théorème et montrer que la valeur de la force de frottement est de l'ordre de  $4 \cdot 10^2$  N.
  - 3.1.3. Comparer la valeur obtenue au poids du système et conclure quant à la pertinence du modèle de la chute libre.
  - 3.1.4. Discuter également de la pertinence de la modélisation de l'action de l'air par une force de frottement constante. On pourra s'interroger sur le lien entre la valeur de cette force et celle de la valeur de la vitesse d'Alan Eustace.
- 3.2. L'extrait de programme donné ci-dessous et rédigé en langage Python, permet de visualiser les énergies cinétique, potentielle et mécanique du système {Alan Eustace + son équipement} durant la première phase du mouvement.

05. to, dt, tmax = 0, 1, 50

06. vo = 0

07. zo = 0 # ordonnée à t = 0 s, axe vertical orienté vers le haut

08.

09. z=zo

10. t=to

11. Eco=0 #énergie cinétique à to

12. Eppo=0 #énergie potentielle de pesanteur à to

13. Emo=0 #énergie mécanique à to

14.

15. g=9,7 #intensité de pesanteur en N/kg

16. m=120 #masse en kg

17.

18. ##### Création des listes #####

19. tps=[0]

20. zlist= [z]



```
21. v=[0]
22. Eclist=[Eco]
23. Epplist=[Eppo]
24. Emllist=[Emo]
25.
26. while t<tmax :
27.     t = t + dt
28.     tps.append(t)
29.
30.     v1 = vo + (-0.000044*vo*vo+9,7)*dt
31.     vo=v1
32.
33. ##### Calculs de #####
34.     z=z-vo*dt           #ordonnée à la date t
35.     Ec=0.5*m*vo**2     #énergie cinétique à la date t
36.     Epp=mgz            #énergie potentielle de pesanteur à la date t
37.                         #Epp = 0 à t = 0 s
38.     Em=Ec+Epp          #énergie mécanique à la date t
```

- 3.2.1.** À quelle ligne peut-on lire le choix de l'origine de l'axe vertical ici utilisée ?  
À quelle position d'Alan Eustace correspond cette origine ?
- 3.2.2.** En déduire que l'ordonnée d'Alan Eustace au cours du saut est négative pour ce choix d'origine.
- 3.2.3.** Montrer que l'expression donnée à la ligne 36 est cohérente avec le commentaire de la ligne 37. Comment varie l'énergie potentielle de pesanteur au cours du saut ? Quel est son signe ?