

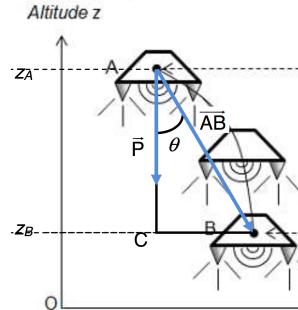
ENTRAÎNEMENT AU BACCALAURÉAT – SESSION 2016
Lycée International des Pontonniers - Strasbourg
Proposition de correction – Enseignement de spécialité

EXERCICE I : LA NOUVELLE FAÇON DE SE POSER SUR MARS

1. LA DESCENTE AUTOPROPULSÉE

1.1. Expression du travail du poids : $W(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = P \cdot AB \cdot \cos \theta = m \cdot g \cdot AB \cdot \cos \theta$

1.2. D'après le schéma ci-contre, dans le triangle rectangle ABC, on a $\cos \theta = \frac{AC}{AB}$ d'où $AC = AB \cdot \cos \theta$. En outre, $AC = z_A - z_B$ et par conséquent $AB \cdot \cos \theta = z_A - z_B$. On obtient donc $W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot AB \cdot \cos \theta = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$



1.3. D'après le document de l'énoncé, le point A correspond au début de la descente autopropulsée, donc à l'étape ③, soit $z_A = 2,0$ km. Le point B, quant à lui, correspond à la fin de la descente autopropulsée, donc au moment juste avant l'étape ⑤, soit $z_B = 20$ m. On en déduit la valeur du travail du poids entre A et B : $W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_A - z_B) = 2,0 \cdot 10^3 \times 3,7 \times (2,0 \cdot 10^3 - 20) = 1,5 \cdot 10^7$ J = 15 MJ > 0. Ce travail étant positif, on en déduit que le poids est une force motrice durant la descente autopropulsée (le travail fourni est un travail moteur).

1.4. Évolution de l'énergie mécanique de l'étage de descente

1.4.1. L'énergie mécanique E_m est la somme des énergies cinétique et potentielle de pesanteur, soit $E_m = E_C + E_{PP} = \frac{1}{2}m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot z$ d'où les valeurs de cette énergie aux points A (où la vitesse est de $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) et B (où la vitesse est de $75 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) :

$$E_m(A) = \frac{1}{2}m \cdot v_A^2 + m \cdot g \cdot z_A = \frac{1}{2} \times 2,0 \cdot 10^3 \times 100^2 + 2,0 \cdot 10^3 \times 3,7 \times 2,0 \cdot 10^3 = 2,5 \cdot 10^7 \text{ J} = 25 \text{ MJ}$$

$$E_m(B) = \frac{1}{2}m \cdot v_B^2 + m \cdot g \cdot z_B = \frac{1}{2} \times 2,0 \cdot 10^3 \times 0,75^2 + 2,0 \cdot 10^3 \times 3,7 \times 20 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J} = 0,15 \text{ MJ}$$

1.4.2. L'énergie mécanique de l'étage de descente diminue au cours de la descente car $E_m(B) < E_m(A)$. Une petite partie de cette énergie mécanique est dissipée sous forme de chaleur en raison des frottements de l'étage de descente avec l'atmosphère martienne (très ténue) et une grande partie de cette énergie est prélevée au système par les forces de poussée des rétrofusées qui sont résistantes et fournissent un travail négatif.

2. LES SECONDES LES PLUS LONGUES DE LA MISSION

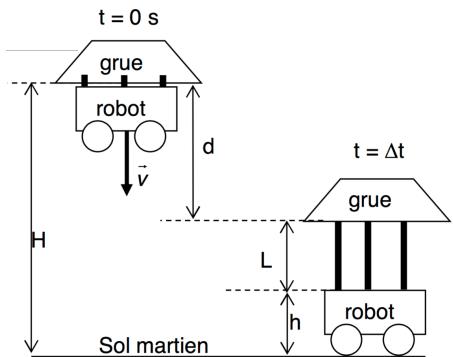
D'après les documents fournis, « À 20 mètres du sol, l'étage de descente a une vitesse de 75 centimètres par seconde » et « il commence alors à descendre les robot au bout de trois filins de 7,50 mètres ». En outre, le robot a une hauteur de 2,2 mètres. Ainsi, on a :

- ⇒ Altitude au début de la descente : $H = 20 \text{ m}$
- ⇒ Vitesse de la grue par rapport au sol martien : $v_{G/S} = 0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- ⇒ Longueur des filins déployés et tendus : $L = 7,50 \text{ m}$
- ⇒ Hauteur du robot : $h = 2,2 \text{ m}$.

Hypothèses :

- ⇒ On considère que la grue, et donc le robot qui en est solidaire jusqu'au bout de la descente, descendent à une vitesse constante $v = 0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans le référentiel martien
- ⇒ On suppose que les filins ont eu le temps de se dérouler complètement de leur longueur totale L lorsque le robot touche le sol

Schéma de la situation :



Au cours de la descente, le robot doit parcourir une distance d égale à la distance H qui sépare la grue du sol martien au début de la descente à laquelle il faut retrancher la distance L dont il descend en raison du déroulement des filins et sa propre hauteur h , soit $d = H - L - h$. Le schéma ci-contre clarifie ces notations et la situation pratique.

Pour récapituler, le robot parcourt la distance d à la vitesse constante $v = 0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pendant la durée Δt recherchée. Or $v = \frac{d}{\Delta t}$ d'où $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{H - L - h}{v} = \frac{20 - 7,50 - 2,2}{0,75} = 14 \text{ s}$.

3. DÉGAGEMENT AUTOPROPULSÉ DE L'ÉTAGE DE DESCENTE DÉSOLIDARISÉ DU ROVER

3.1. L'atmosphère martienne étant très ténue, il est possible de négliger les forces de frottements par rapport aux autres forces subies par l'étage de descente. En outre, après le dégagement, les moteurs sont coupés : il n'y donc plus de force de poussée qui s'exerce sur l'étage de descente. La seule force à laquelle il est soumis étant son poids (attraction gravitationnelle de Mars), l'étage de descente est bel et bien en chute libre lors de cette étape.

3.1.1. Avec les notations du schéma de l'énoncé, l'étage de descente se trouve à une altitude $H = 50 \text{ m}$ au moment du dégagement. Si l'on souhaite l'écartier d'au moins 150 m du lieu de l'atterrissement, il faut au moins que $z(x_i = 150) = 0$ avec x_i l'abscisse du point d'impact sur le sol. On cherche donc la valeur de V_0 telle que $x_i = 150 \text{ m}$ et $z = 0$ (condition pour que l'étage de descente s'écrase sur le sol martien).

$$z(x_i = 150) = -\frac{g \cdot x_i^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} + x_i \cdot \tan \alpha + H = 0 \text{ d'où } \frac{g \cdot x_i^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} = x_i \cdot \tan \alpha + H \text{ soit}$$

$$V_0^2 = \frac{g \cdot x_i^2}{2 \cdot (x_i \cdot \tan \alpha + H) \cdot \cos^2 \alpha} \text{ et comme } V_0 > 0, \text{ on a}$$

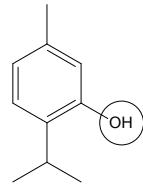
$$V_0 = \sqrt{\frac{g \cdot x_i^2}{2 \cdot (x_i \cdot \tan \alpha + H) \cdot \cos^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{3,7 \times 150^2}{2 \times (150 \times \tan 45 + 50) \times \cos^2 45}} = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Il faudra donc que $V_0 \geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pour que l'étage de descente s'écrase à au moins 150 m du lieu de l'atterrissement du rover.

EXERCICE II : THYMOL ET BLEU DE BROMOTHYMOL (BBT)

1. SPECTROSCOPIES DU THYMOL

- 1.1. Formule topologique du thymol sur laquelle a été entouré le groupe caractéristique hydroxyle. Cette molécule appartient à la classe fonctionnelle des phénols (alcool sur un noyau benzénique).

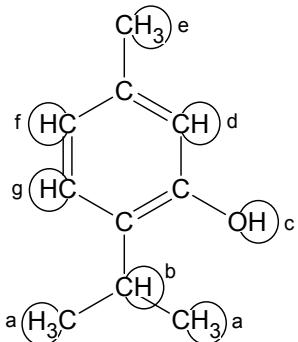


- 1.2. Dans le **document 5**, le spectre 2 présente une bande fine d'absorption forte vers 3600 cm^{-1} qui, d'après le **document 1**, est caractéristique de la liaison O – H présente dans le thymol. Le spectre 1, quant à lui, ne contient pas cette bande d'absorption. On en déduit que le spectre du thymol est le spectre 2.
- 1.3. Dans le **document 5**, le spectre 1 présente une bande d'absorption intense et large entre 2800 cm^{-1} et 3000 cm^{-1} qui, d'après le **document 1**, est caractéristique de la liaison $\text{C}_{\text{téra}} - \text{H}$ ainsi qu'une bande d'absorption intense vers 1710 cm^{-1} qui, d'après le **document 1**, est caractéristique de la liaison C = O. Il s'agit donc soit d'une cétone, soit d'un aldéhyde. Or le spectre 1 ne contient pas de bande d'absorption moyenne entre 2700 cm^{-1} et 2900 cm^{-1} ; il ne peut donc pas s'agir d'un aldéhyde. Le spectre 1 correspond donc à celui d'une cétone.

1.4. D'après le **document 1**, $\sigma = \frac{1}{\lambda}$ d'où $\lambda = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{3000} = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 3,33 \mu\text{m}$.

- 1.5. Le spectre RMN du **document 6** présente 7 signaux donc le thymol comporte 7 groupes de protons équivalents.

- 1.6. Groupes de protons équivalents du thymol :



Groupes	Nb protons	Nb voisins	Multiplicité
a	6	1	doublet
b	1	6	septuplet
c	1	0	singulet
d	1	0	singulet
e	3	0	singulet
f	1	1	doublet
g	1	1	doublet

- 1.7. Attribution des signaux pour lesquels $\delta \leq 4 \text{ ppm}$:

- Le signal vers $\delta \simeq 3,3 \text{ ppm}$ est un septuplet, il ne peut donc s'agir que du groupe de protons b d'après le tableau précédent.
- Le signal vers $\delta \simeq 1,2 \text{ ppm}$ est un doublet et présente le plus grand saut de la courbe d'intégration pour tout le spectre. Il s'agit donc du groupe a qui, parmi les groupes donnant lieu à un doublet, comporte le plus de protons (voir tableau ci-dessus).
- Le signal vers $\delta \simeq 2,2 \text{ ppm}$ est un singulet dont le saut de la courbe d'intégration est le triple du signal du groupe b qui, lui, ne contient qu'un seul proton. Il s'agit donc d'un groupe de 3 protons produisant un singulet, c'est-à-dire le groupe e.

2. SPECTROSCOPIE VISIBLE DU BLEU DE BROMOTHYMOL

- 2.1. À l'échelle moléculaire, c'est la présence de liaisons conjuguées et/ou de groupes chromophores et/ou de groupes auxochromes qui confèrent leur couleur aux solutions de BBT.
- 2.2. La couleur en solution d'une espèce colorée est la couleur complémentaire (diamétrale opposée sur le cercle chromatique) de la couleur absorbée. Ainsi, la forme qui absorbe à $\lambda_{max}^{pH=1} = 450 \text{ nm}$ absorbe les radiations violettes/bleues et aura, en solution, une couleur jaune-orangée. La forme qui absorbe à $\lambda_{max}^{pH=13} = 630 \text{ nm}$ absorbe les radiations orange et aura donc, en solution, une couleur bleue.

- 2.3. Loi de Beer-Lambert : $A = \epsilon \cdot \ell \cdot c$ où A est l'absorbance (sans unité) d'une solution de concentration c (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) en espèce colorée dont le coefficient d'extinction molaire est ϵ (en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$), cette solution étant contenue dans une cuve d'épaisseur ℓ (en cm).

2.4. D'après ce qui précède, $\epsilon_{630}(\text{pH} = 13) = \frac{A_{630}(\text{pH} = 13)}{\ell \cdot c} = \frac{1,2}{1,0 \times 3,0 \cdot 10^{-6}} = 4,0 \cdot 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

EXERCICE III : LES LAGUNES SALICOLES – LIEU DE VIE DES ARTÉMIAS

La question consiste à savoir si l'eau de la lagune a une salinité suffisante (supérieure à $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ d'après le **document 2**) pour assurer la survie des artémias. Or cette salinité est liée à la chlorinité (concentration massique des ions chlorure) par la relation donnée dans le **document 1**, à savoir : $(S) = 1,806655 \times (C\ell)$.

Le problème revient donc à déterminer la concentration massique t des ions chlorure, elle-même liée à leur concentration molaire $[C\ell^-]$ par la relation : $t = [C\ell^-]_{\text{lagune}} \cdot M(C\ell)$. Il suffit donc de déterminer la concentration molaire $[C\ell^-]_{\text{lagune}}$ des ions chlorure dans l'eau de la lagune.

Le changement de couleur observé lors du titrage repère l'équivalence du titrage, moment où les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques. D'après l'équation-bilan support du titrage, les réactifs réagissent mole à mole donc la quantité de matière d'ions argent Ag^+ introduits à l'équivalence du titrage est égale à la quantité de matière d'ions chlorure Cl^- dans l'échantillon titré, soit $n_E(\text{Ag}^+) = n^0(\text{Cl}^-)$.

En outre, on a $n_E(\text{Ag}^+) = [\text{Ag}^+] \cdot V_E = c \cdot V_E$ et $n^0(\text{Cl}^-) = [\text{Cl}^-]_1 \cdot V_1 = \frac{[\text{Cl}^-]_{\text{lagune}}}{20} \cdot V_1$ étant donné que l'eau de l'échantillon testé a été diluée 20 fois avant titrage. On obtient donc $c \cdot V_E = \frac{[\text{Cl}^-]_{\text{lagune}}}{20} \cdot V_1$ d'où la concentration molaire des ions chlorure dans l'eau de la lagune : $[\text{Cl}^-]_{\text{lagune}} = \frac{20 \cdot c \cdot V_E}{V_1}$.

La concentration massique des ions chlorure dans l'eau de la lagune est donc donnée par la relation suivante : $t = [C\ell^-]_{\text{lagune}} \cdot M(C\ell) = \frac{20 \cdot c \cdot V_E \cdot M(C\ell)}{V_1}$.

On obtient enfin la salinité de la lagune par la relation suivante :

$$(S) = 1,806655 \times (C\ell) = 1,806655 \cdot \frac{20 \cdot c \cdot V_E \cdot M(C\ell)}{V_1} \text{ d'où}$$

$$(S) = 1,806655 \times \frac{20 \times 5,00 \cdot 10^{-2} \times 17,1 \cdot 10^{-3} \times 35,5}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 1,10 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 110 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Ainsi, on voit que la salinité de la lagune ($110 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) est largement supérieure à la salinité minimale ($30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) assurant la survie des artémias. Si les conditions de pH et de température sont également réunies, les artémias pourront donc survivre dans la lagune étudiée.