



Type de véhicule	Diesel	Essence sans plomb
Carburant utilisé	Gasoil : essentiellement du dodécane	Essence : essentiellement de l'octane
Volume de carburant consommé pour 100 km parcourus	$V = 5,0 \text{ L}$	
Masse de dioxyde de carbone émis par kilomètre parcouru	$m = 120 \text{ g}$	

Données

Energie molaire de combustion de l'octane : $E_m = -5,1 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

Masse volumique de l'octane : $\rho = 0,70 \text{ kg.L}^{-1}$.

Masses molaires atomiques (g.mol^{-1}) : $M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{H}) = 1,00$; $M(\text{O}) = 16,0$.

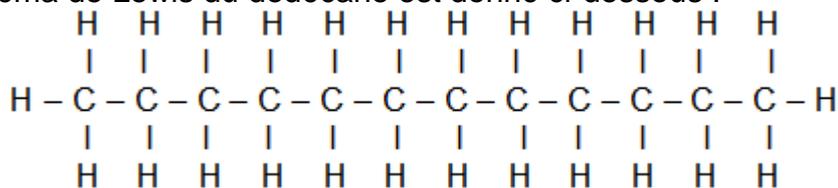
Représentation de quelques éléments : ${}_1\text{H}$; ${}_6\text{C}$; ${}_8\text{O}$.

Extrait d'une table d'énergies molaires de liaison :

Liaison	$E_l \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$
C – H	415
C – C	348
C – O	350
O = O	498
O – H	463
C = O	724
C = O dans CO_2	804

1.1. L'équation de la réaction modélisant la combustion du dodécane s'écrit :
 $2 \text{ C}_{12}\text{H}_{26} (\text{l}) + 37 \text{ O}_2 (\text{g}) \rightarrow 24 \text{ CO}_2 (\text{g}) + 26 \text{ H}_2\text{O} (\text{g})$

Le schéma de Lewis du dodécane est donné ci-dessous :



- 1.1.1. Représenter le schéma de Lewis du dioxygène, du dioxyde de carbone et de l'eau.
- 1.1.2. Déterminer la quantité de matière de dioxyde de carbone rejeté par la voiture diesel par kilomètre parcouru.
- 1.1.3. En déduire la quantité de matière de dodécane consommé par kilomètre parcouru.
- 1.1.4. Montrer, à l'aide des données, qu'une estimation de l'énergie molaire de combustion du dodécane est $E'_m = -7,50 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Indiquer pourquoi il s'agit d'une estimation.

Modèle CCYC : ©DNE																												
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																												
Prénom(s) :																												
N° candidat :															N° d'inscription :													
 <small>Liberté • Égalité • Fraternité</small> <small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																											
	Né(e) le :			/			/																					

1.1

- 1.1.5. En déduire l'énergie libérée E_{lib} par la combustion du gasoil pour un kilomètre parcouru.
- 1.2. Une voiture essence de motorisation équivalente libère une énergie liée à la combustion de l'essence $E'_{lib} = - 1,7 \times 10^3$ kJ par kilomètre parcouru.
- 1.2.1. Montrer que la masse de dioxyde de carbone émise par la voiture à essence par kilomètre parcouru vaut $m' = 1,2 \times 10^2$ g.
- 1.2.2. Commenter le résultat obtenu et rédiger un conseil argumenté sur le choix du véhicule à utiliser pour minimiser l'impact sur le réchauffement climatique. On s'attachera notamment à montrer si le critère de la consommation par kilomètre parcouru est un indicateur suffisant.

2. Quel moyen de transport choisir ?

Un salarié d'une entreprise de conseil en développement durable doit effectuer un aller-retour Bordeaux-Paris pour aller défendre un projet d'aménagement. Les deux villes sont distantes de $d = 546$ km. Soucieux de l'environnement, il étudie les différentes solutions alternatives à la voiture, comme le train (ligne TGV) et l'avion afin de réduire son empreinte carbone. L'empreinte « carbone » est la mesure de la quantité de dioxyde de carbone émis, suite à la combustion d'énergies fossiles, par une activité, un produit (depuis quelques années cette information est disponible sur l'électroménager, les offres immobilières, les véhicules), une prestation.

Le site « oui.sncf » propose un calculateur des émissions de dioxyde de carbone lors d'un voyage en train. On y trouve notamment l'information suivante :

Emissions de CO₂ d'un voyageur parcourant un kilomètre, par type de train SNCF (basées sur les consommations d'énergie (source : Réseau de transport d'électricités (Rte), 2017) et fréquentations de 2017) :

- Train TGV : 2,4 g de CO₂ par kilomètre
- Train Intercités : 8,1 g de CO₂ par kilomètre
- Train TER : 29,4 g de CO₂ par kilomètre
- Train Transilien / RER : 5,4 g de CO₂ par kilomètre

D'après <https://fr.wikipedia.org> et <https://www.oui.sncf>

Le combustible utilisé dans les moteurs d'avion est le kérosène. C'est un mélange complexe d'alcane, principalement des molécules comportant 11 atomes de carbone de formule brute C₁₁H₂₄.

Des calculateurs en ligne permettent d'évaluer la masse de CO₂ émis par voyageur lors d'un voyage en avion.

Le résultat de la simulation est donné ci-dessous.

Votre vol:

De: Bordeaux (FR), BOD à Paris (FR), CDG , Vol aller-retour, Economy Class, ca. 1 100 km, 1 voyageur

Quantité de CO₂: 0,306 t

En s'appuyant sur les informations données ci-dessus et les résultats trouvés à la partie 1, réaliser une étude comparée qui permettra au salarié de l'entreprise d'identifier, parmi les



trois proposés, le mode de transport le plus écologique au niveau des émissions de dioxyde de carbone pour effectuer un aller-retour Bordeaux-Paris.

L'analyse des données, la démarche suivie et l'analyse critique des résultats sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Toute trace de recherche sera valorisée.

PARTIE B

Photographie à l'aide d'une lentille boule (10 points)

À bord de la station spatiale internationale (I.S.S.) les passagers se sont amusés à réaliser la **photographie 1** ci-dessous où l'on peut observer l'image du visage d'un astronaute à travers une bulle d'eau.



Photographie 1 : le japonais Koichi Wakata observe une goutte d'eau en lévitation à bord de l'ISS.

D'après : [http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/06/Japan_Aerospace_Exploration_Agency_JAXA_astronaut_Koichi_Wakata_\(2009\)](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/06/Japan_Aerospace_Exploration_Agency_JAXA_astronaut_Koichi_Wakata_(2009))

On souhaite reproduire au laboratoire cette photographie insolite en remplaçant la bulle d'eau par une lentille mince convergente (L) et en utilisant un personnage en bois.

Afin de réaliser cette reproduction au laboratoire, on se propose de :

- modéliser la situation photographiée à bord de la station spatiale ;
- déterminer certains paramètres de la situation réalisée au laboratoire.

Données :

- relation de conjugaison pour une lentille mince :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

- relation de grandissement γ pour une lentille mince :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

où f' est la distance focale de la lentille, O le centre optique de la lentille, AB l'objet et A'B' l'image de AB à travers la lentille ;

- indice de réfraction de l'eau : $n_{eau} = 1,33$.

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

Détermination de la distance focale de la bulle d'eau

Pour reproduire cette expérience, il faut évaluer la valeur de la distance focale d'une bulle d'eau qui constitue une lentille boule de distance focale $f' = OF'$ (en m) qui se comporte en première approximation comme une lentille mince. Cette distance focale donnée par la relation :

$$f' = OF' = \frac{n \times R}{2 \times (n - 1)}$$

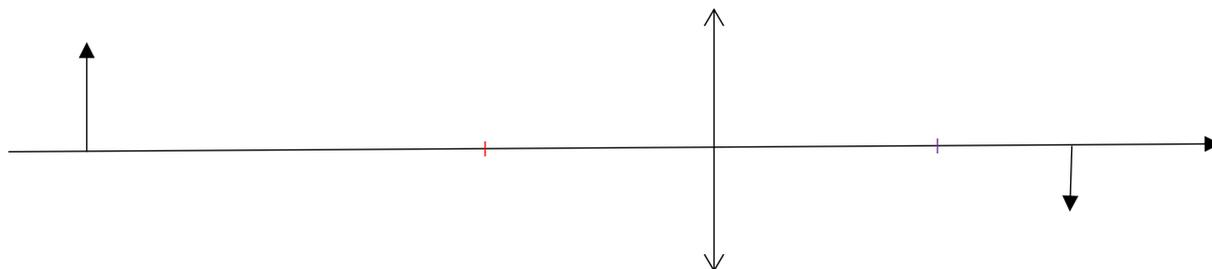
où n est l'indice de réfraction du matériau constituant la lentille boule, R est son rayon, O le centre de la lentille boule et F' le foyer image de celle-ci.

1. En considérant que la bulle d'eau possède un diamètre de l'ordre de 5 cm, déterminer la valeur de sa distance focale.

Modélisation de la situation photographiée dans la station spatiale

On considère qu'une bulle d'eau se comporte comme une lentille mince convergente. La proposition de la modélisation de la situation à bord de la station spatiale est donnée ci-après.

AB représente une petite partie du visage de l'astronaute et A'B' est l'image de AB à travers la lentille. Le schéma présente les éléments principaux de la situation, sans respecter d'échelle.



2. Pour le schéma ci-dessus, qualifier l'image représentée avec deux des termes suivants : image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée.
3. Sans calcul, montrer que le schéma ci-dessus modélise correctement la situation photographiée à bord de la station spatiale.

Choix d'une lentille mince pour modéliser la bulle d'eau

Pour reproduire la situation de la station spatiale, un groupe d'élèves décide d'utiliser une lentille mince convergente de grand diamètre afin de remplacer la bulle d'eau de la station spatiale. On dispose au laboratoire d'une telle lentille (L) mais sa distance focale f' est inconnue.

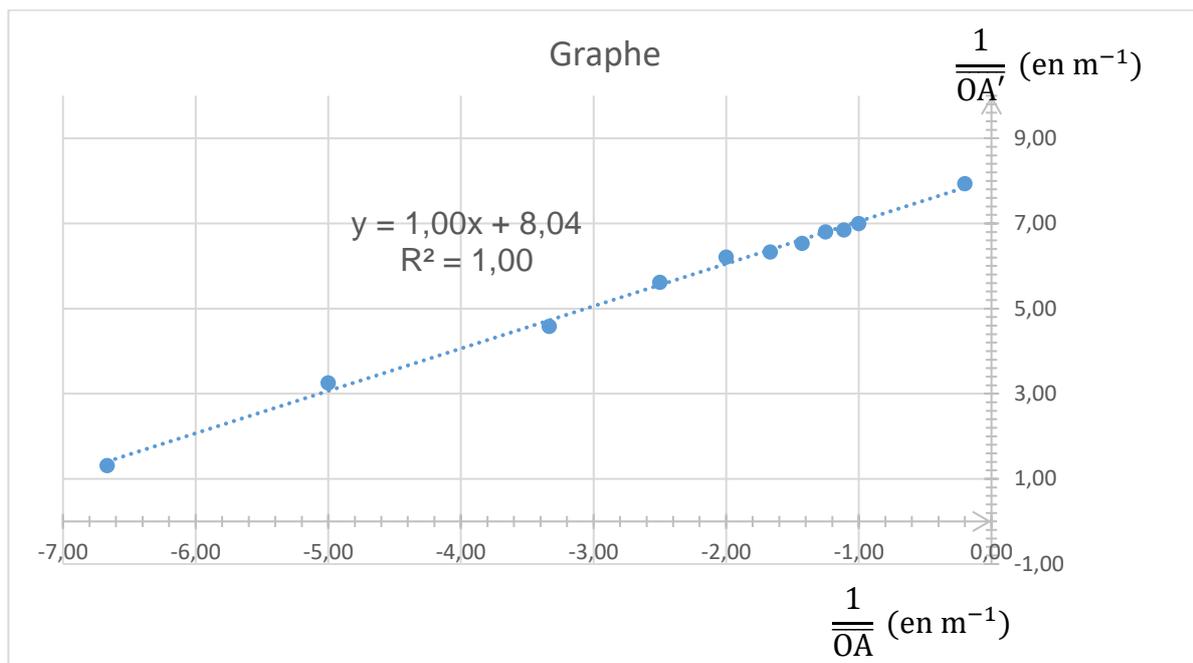
Pour déterminer la valeur de la distance focale de cette lentille, les élèves effectuent une série de mesures : pour différentes positions de la lentille par rapport à l'objet, ils déplacent l'écran pour former une image nette sur celui-ci, puis ils mesurent les valeurs algébriques \overline{OA} et \overline{OA}' .

Tableau de mesures



Point de mesure n°	1	2	3	4	5	6
\overline{OA} en m	- 0,150	- 0,200	- 0,300	- 0,400	- 0,500	- 0,600
$\overline{OA'}$ en m	0,762	0,307	0,218	0,178	0,161	0,158
Point de mesure n°	7	8	9	10	11	
\overline{OA} en m	- 0,700	- 0,800	- 0,900	- 1,000	- 5,0	
$\overline{OA'}$ en m	0,153	0,147	0,146	0,143	0,126	

Les élèves placent alors, après calculs, les points de mesure sur un graphe et tracent en effectuant une régression linéaire la courbe de tendance (en pointillés) dont l'équation $y = f(x)$ s'affiche ci-après.



Graphe avec $y = \frac{1}{\overline{OA'}}$ en ordonnée (en m^{-1}) et $x = \frac{1}{\overline{OA}}$ en abscisse (en m^{-1})

- Les résultats expérimentaux obtenus sont-ils en accord avec la relation de conjugaison d'une lentille mince, fournie dans les données ? Justifier.
- Déterminer la valeur de la distance focale f' de la lentille (L).
- Conclure sur le fait que cette lentille puisse être utilisée ou non pour remplacer la bulle d'eau étudiée à la question 1.
- Justifier, en choisissant deux propositions parmi celles ci-dessous, que le point de mesure n° 11 permet d'estimer sans calcul la valeur de la distance focale de la lentille mince (L). Préciser cette valeur.

(a) L'image est à l'infini par rapport à la lentille	(b) L'objet est à l'infini par rapport à la lentille	(c) L'objet est dans le plan focal objet de la lentille	(d) L'image est dans le plan focal image de la lentille
--	--	---	---

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

Reproduction de la situation au laboratoire

Le groupe d'élèves a ainsi reproduit au laboratoire la situation de la station spatiale en remplaçant la bulle d'eau par une lentille mince convergente (L) de grand diamètre (10,0 cm) et de distance focale f' dont la valeur sera assimilée à celle de la question 7 soit $f' = 0,126$ m. L'astronaute est remplacé par un personnage en bois de hauteur 44,0 cm dont le visage mesure 8,5 cm de haut. Un premier essai figure sur la photographie 2. Lors de la prise de vue, la distance entre la lentille (L) et le personnage est de 33,0 cm.



Photographie 2 : première expérience réalisée au laboratoire

8. À l'aide des informations sur les conditions dans lesquelles la photographie 2 a été réalisée, déterminer par le calcul la valeur de la position et la taille de l'image du personnage à travers la lentille.