

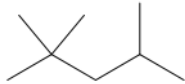
Exercice 1 : (5,5 points)

Le point d'auto-inflammation est la température à partir de laquelle une substance s'enflamme spontanément. Dans les moteurs à essences, le mélange combustible (ai et carburant) est comprimé, puis doit s'enflammer sous l'action d'une étincelle. Mais si le carburant s'enflamme avant l'émission de l'étincelle, cela risque d'endommager le moteur.

On donne ci-dessous la température d'auto-inflammation de quelques alcanes :

Propane : 470 °C ; hexane : 225°C ; octane : 220°C ; isooctane : 417°C ; 2-méthylpentane : 306°C.

- 1) La formule topologique de l'isooctane est la suivante :



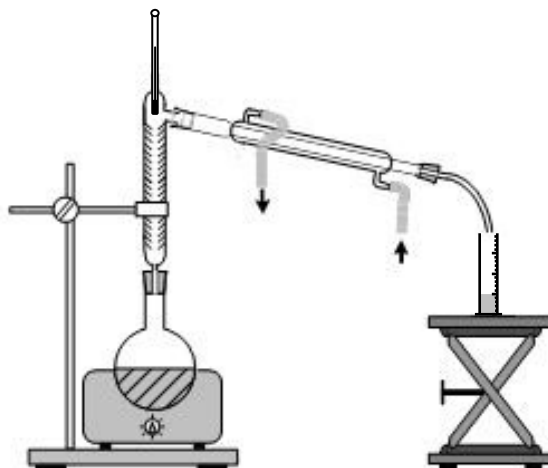
Donner son nom en nomenclature officielle.

- 2) Ecrire les formules semi-développées des alcanes cités plus haut (y compris l'isooctane).  
 3) Quand la longueur de la chaîne carbonée des alcanes augmente, les températures d'auto-inflammation semblent-elles suivre les mêmes règles d'évolution que les températures de changement d'état ? Argumenter.  
 4) Même question lorsque c'est le nombre de substituants qui augmente.  
 5) L'indice d'octane mesure la résistance d'un carburant à l'auto-inflammation. Un carburant a un indice d'octane de 95 s'il se comporte, pour ce qui est de l'auto-inflammation, comme un mélange de 95% d'isooctane et de 5% d'heptane.  
 Un carburant d'indice d'octane 98 s'auto-enflammera-t-il à une température plus basse ou plus élevée qu'un carburant d'indice d'octane 95 ? Justifier la réponse.

Exercice 2 : (4 points)

On réalise la distillation d'un mélange d'heptane et octane dont les températures d'ébullition sont respectivement 98°C et 126°C.

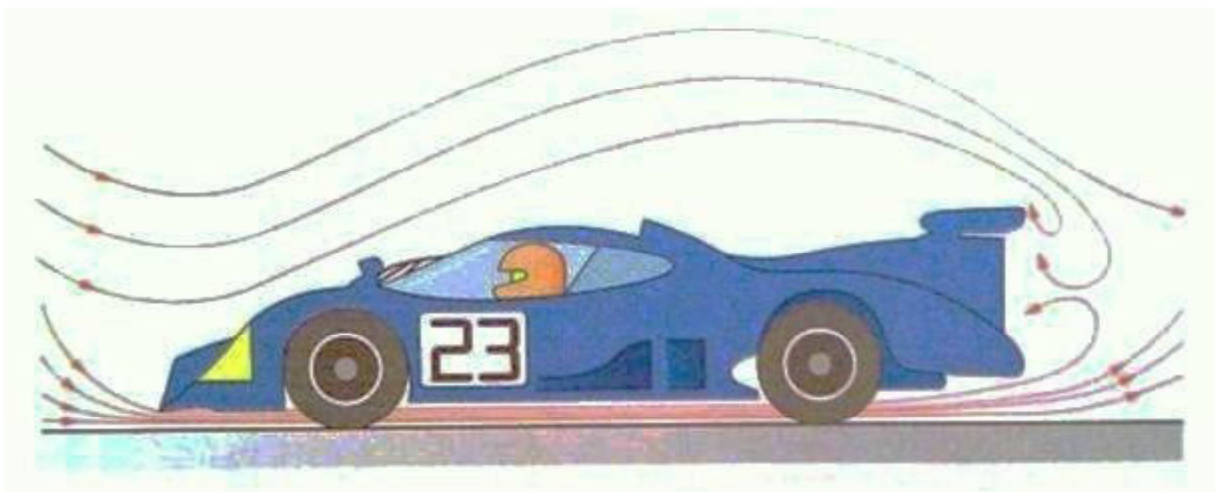
- 1) Légender le schéma de la distillation ci-dessous :



- 2) Décrire l'évolution de la température relevée au niveau du thermomètre lors du chauffage.  
 3) Préciser le premier liquide recueilli dans l'éprouvette. Justifier.

### Exercice 3 : (3 points)

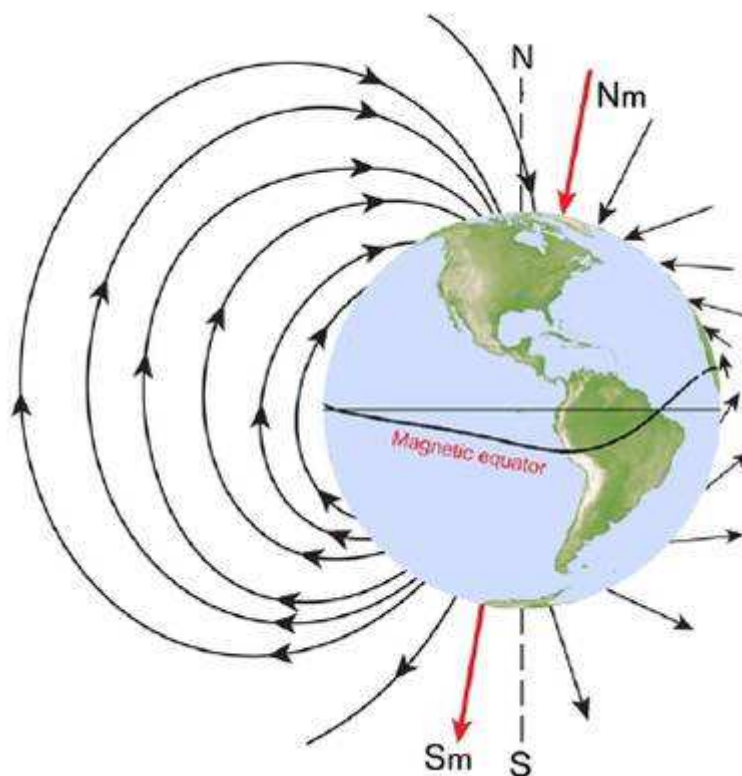
Le schéma ci-dessous représente les lignes de champ de vitesse de l'air s'écoulant autour d'une voiture de rallye.



- 1) Identifier la zone du schéma où le champ de vitesse est uniforme.
- 2) Sous le véhicule, la vitesse de l'air est-elle plus grande ou plus faible qu'au niveau du pare-chocs ?
- 3) La zone à l'arrière de la voiture est appelée « zone de turbulence ». A partir de la représentation ci-dessus, donner une définition possible de cette expression.

### Exercice 4 : (4 points)

À l'aide du document et en utilisant vos connaissances, rédiger, en 20 lignes maximum, une synthèse décrivant le champ magnétique terrestre.



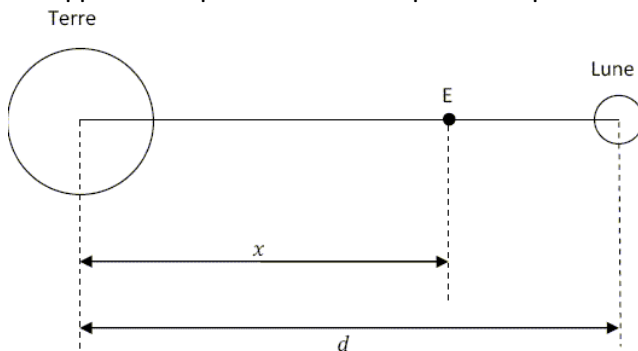
Exercice 5 : (3,5 points)

Sur la ligne joignant les deux astres Terre et Lune, il existe un point où les champs de gravitation lunaire et terrestre se compensent.

On note  $m_L$  et  $m_T$  les masses respectives de la Lune et de la Terre. Soient  $R_L$  et  $R_T$  leurs rayons respectifs. On a les relations :  $m_T = 81m_L$  et  $R_T = (11/3)R_L$ .

Données : Distance Terre-Lune :  $d = 380\,000$  km, Constante gravitationnelle  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ , intensité de pesanteur terrestre  $g_0 = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

- 1) Exprimer l'intensité du champ de gravitation lunaire  $g_{OL}$  au niveau du sol lunaire, en fonction de celle de la Terre  $g_0$ , puis calculer la valeur de  $g_{OL}$ .
- 2) On appelle E le point où les champs se compensent, que l'on situe sur le schéma ci-dessous :



- a) Qu'arriverait-il à un objet qui serait placé au point E ?
- b) Indiquer les domaines (par rapport au point E) où le champ gravitationnel de chaque astre est prédominant.
- c) Ecrire l'égalité des intensités des champs de gravitation en E et en déduire l'expression de la distance  $x$  en fonction de  $d$ ,  $m_L$  et  $m_T$  puis calculer la valeur de  $x$ .

## Eléments de correction

	<b>Exercice 1 :</b>
/1	1) Isooctane : 2,2,4-triméthylpentane.
	2) Propane : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ; hexane : $\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_4 - \text{CH}_3$ ; octane $\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_6 - \text{CH}_3$
/1,5	Isooctane $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$ ; 2-méthylpentane $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
/1,5	3) Plus le nombre de carbone est important dans la chaîne carbonée d'un alcane (dans l'ordre , propane , hexane, octane ) plus les températures de changement d'état augmentes ( augmentation du nombre de liaisons de types van der waals) et plus les températures d'auto inflammation diminue, donc ne suivent pas les même règles.
/1	4) Dans le cas ou la chaîne carbonée possède le même nombre de carbone, plus il y a de substituant plus la température de changement d'état diminue inversement pour la température d'auto-inflammation.
/0,5	5) Un sp 98 possède moins d'heptane qu'un sp 95 donc il s'auto enflammera à une température plus élevée.
	<b>Exercice 2</b>
/1,5	1) Chauffe ballon , ballon à fond rond, colonne de vigreux, thermomètre, réfrigérant à eau, éprouvette, support élévateur.
/1,5	2) 1 <sup>ère</sup> phase : augmentation jusqu'à 98°C 2 <sup>ème</sup> phase : stagnation à 98°C 3 <sup>ème</sup> phase : augmentation jusqu'à 126°C
/1	3) Le premier liquide recueilli est le plus volatil, celui dont la température d'ébullition est la plus faible, donc l'heptane.
	<b>Exercice 3</b>
/1	1) Sous la voiture (lignes de champ parallèles)
/1	2) Sous le véhicule la vitesse est plus grande car les lignes de champ de la vitesse sont plus rapprochées.
/1	3) Les lignes de champ prennent des trajectoires circulaires et chaotiques.
	<b>Exercice 4</b>
/4	Champ non uniforme. Assimilable à celui créer par un aimant droit au centre de la Terre dont le pôle sud est orienté vers le pôle nord de la Terre ; lignes de champ forment des boucles orientées symétriquement par rapport à l'axe des pôles magnétiques. Les lignes de champs rentrent par le Pole magnétiques nord (différents du pole géométrique, axe de rotation), sortent par le Pole magnétique sud. Orientation du champ déterminée à l'aide d'une aiguille aimantée (convention le champ magnétique B est orienté du pôle sud vers le pôle nord de l'aiguille) La valeur du champ magnétique(en Tesla, Teslamètre) dépend de la latitude, plus intense au pôle qu'à l'équateur....
	<b>Exercice 5</b>
/1	1) $g_{oL} = (m_L/m_T) \times (R_T/R_L)^2 \times g_o = (1/81) \times (11/3)^2 \times 9,8 = 1,6 \text{ N/kg}$
/1	2) a) au point E la valeur du champ gravitationnel est nulle dont l'objet n'est soumis à aucune force.
/0,5	b) le champ gravitationnel de la Terre est prédominant entre la Terre et le point E le champ gravitationnel de la Lune est prédominant entre la Lune et le point E
/1	c) $m_L / (d - x)^2 = m_T / (x)^2$ soit $(m_T/m_L)^{\frac{1}{2}} = x/(d-x)$ et $x = d / ( 1 + (m_L/m_T)^{\frac{1}{2}} ) = 3,42.10^5 \text{ km}$
/20	

Un carburant dont l'indice d'octane est trop faible a tendance à provoquer une [combustion](#) trop brutale, mais présente aussi une fâcheuse tendance à l'auto-inflammation lors de la [compression](#) dans les cylindres du moteur et au cliquetis. Plus le taux de compression du moteur est élevé, plus la température atteinte lors de la compression des gaz est élevée et plus l'indice d'octane doit se rapprocher de 100. Comme on le sait par ailleurs, l'augmentation du taux de compression améliore, conformément aux lois de la [thermodynamique](#), le [rendement](#) du moteur, en augmentant l'écart des températures de la source chaude et de la source froide. Un moteur conçu pour fonctionner avec un carburant ayant un certain indice d'octane peut sans problème être alimenté avec un autre carburant d'indice plus élevé, mais pas l'inverse.

[http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/zoologie/d/les-pigeons-ont-un-gps-integre-ce-sont-leurs-neurones-qui-le-disent\\_38418/](http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/zoologie/d/les-pigeons-ont-un-gps-integre-ce-sont-leurs-neurones-qui-le-disent_38418/)

*Illustration schématique du champ magnétique terrestre. Les [pôles magnétiques](#) sont représentés en rouge (Nm pour le nord et Sm pour le sud). La ligne noire sur le Globe représente l'équateur magnétique (Magnetic equator). Les traits noirs avec flèches (à gauche) montrent des lignes de force du champ. L'intensité de celui-ci varie uniformément de 65  $\mu\text{T}$  aux pôles à 20  $\mu\text{T}$  à l'équateur. Toutes ces informations seraient utilisées par les pigeons pour se géolocaliser sur la Planète. © Wu et Dockman 2012, Science*

Lire attentivement le texte ci-dessous, extrait du livre de Jules Verne " **Autour de la Lune**" Edition Hetzel 1870, réédité en livre de poche 1993 p122-127.

Les trois héros ont pris place à l'intérieur d'un projectile, Colombiad, qu'un canon a propulsé en direction de la Lune.

*On sait que l'attraction, autrement dit la pesanteur, est proportionnelle aux masses et en raison inverse du carré des distances. De là cette conséquence : si la Terre eût été seule dans l'espace, si les autres corps célestes, se fussent subitement annihilés, le projectile d'après la loi de Newton, aurait d'autant moins pesé qu'il se serait éloigné de la Terre, mais sans jamais perdre entièrement son poids, car l'attraction terrestre se fût toujours fait sentir à n'importe quelle distance.*

*Mais dans le cas actuel, un moment devait arriver où le projectile ne serait plus aucunement soumis aux lois de la pesanteur, en faisant abstraction des autres corps célestes dont on pouvait considérer l'effet comme nul.*

*En effet, la trajectoire du projectile se traçait entre la Terre et la Lune. A mesure qu'il s'éloignait de la Terre, l'attraction terrestre diminuait en raison inverse du carré des distances, mais aussi l'attraction lunaire*

augmentait dans la même proportion. Il devait donc arriver un point où, ces deux attractions se neutralisant, le boulet ne pèserait plus. Si les masses de la Lune et de la Terre eussent été égales, ce point se fût rencontré à une égale distance des deux astres. Mais, en tenant compte de la différence des masses, il était facile de calculer que ce point serait situé aux quarante sept cinquante deuxièmes du voyage, soit en chiffres, à soixante dix huit mille cent quatorze lieues de la Terre.

1. Dans la première phrase du texte , à quelle loi Jules Verne fait-il allusion ?

Exprimer cette loi sous forme vectorielle et faire un schéma.

2. Etude du champ de gravitation terrestre.

2.1. "Si la Terre eut été seule dans l'espace", exprimer l'intensité  $G$  du vecteur champ de gravitation à l'altitude  $z$ .

2. . En déduire que  $G$  peut s'exprimer par la relation :

$$G = G_0 \frac{R_T^2}{(R_T + z)^2}$$

$G_0$  étant l'intensité du vecteur champ de gravitation à l'altitude 0.

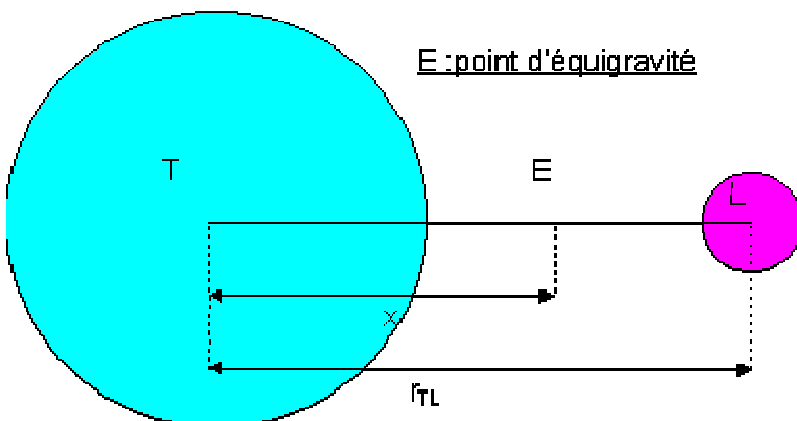
2.3. A quelle altitude  $z_1$ , l'intensité du vecteur champ de gravitation est-elle égale au un dix-millième de sa valeur au niveau du sol ?

Citer l'argument du texte qui illustre ce calcul.

3. Envisageons maintenant le cas où le projectile est situé entre la Terre et la Lune, que pensez-vous de l'affirmation de Jules Verne : "*un moment devait arriver où le projectile ne serait plus aucunement soumis aux lois de la pesanteur*" ? La réponse devra être justifiée.

4. Dans la suite du texte Jules Verne parle d'un point où *les deux attractions* terrestre et lunaire se neutralisent (ce point est appelé point d'équigravité du système Terre-Lune ).

4.1 Sur le schéma ci-dessous représenter au point d'équigravité E le vecteur champ gravitation terrestre et le vecteur champ de gravitation lunaire



4.2. Etablir que la distance  $x$  est donnée par la relation :

$$x = \frac{r_{TL}}{1 + \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}}$$

4.3 Vérifier que le rapport  $\frac{x}{r_{TL}}$  est égal à  $\frac{47}{52}$  comme le dit Jules Verne.

**Données :**

Masse de la Terre :  $M_T = 5.98 \cdot 10^{24}$  kg ; masse de la Lune :  $M_L = 7.35 \cdot 10^{22}$  kg

Distance entre les centres d'inertie de la Terre et de la Lune :  $r_{TL} = 3.83 \cdot 10^8$  m.

Rayon terrestre :  $R_T = 6380$  km

Les astres Terre et Lune sont supposés avoir une répartition de masse à symétrie sphérique.