

Les résultats écrits avec un nombre de chiffres significatifs incohérent avec les données seront pénalisés de

0,5

Exercice 1 : Météorite – 8 points

Document 1 : (http://en.wikipedia.org/wiki/Chelyabinsk_meteor)

On 15th February 2013, a meteoroid entered the Earth's atmosphere over Russia at about 09:20 with an estimated speed of 18,00 km/s (40 000 mph); it became a brilliant superbolide meteor over the southern Ural region. The dazzling light of the meteor was bright enough to cast moving shadows during the morning daylight in Chelyabinsk and was observed from Sverdlovsk, Tyumen, Orenburg Oblasts, the Republic of Bashkortostan, and in Kazakhstan. Eyewitnesses also felt intense heat from the fireball.

The object exploded in an air burst over Chelyabinsk Oblast at a height of about 15 to 25 km (9,3 to 16 mi), with 23,3 km (14,5 mi) being the most recent official burst height. It exploded with the generation of a bright flash, small fragmentary meteorites and a powerful shock wave. The atmosphere absorbed most of the object's energy, with a total kinetic energy before atmospheric impact equivalent to ~ 440 kilotons of TNT ($\sim 1,8$ PJ), 20–30 times more energy than was released from the atomic bombs detonated at Hiroshima and Nagasaki.

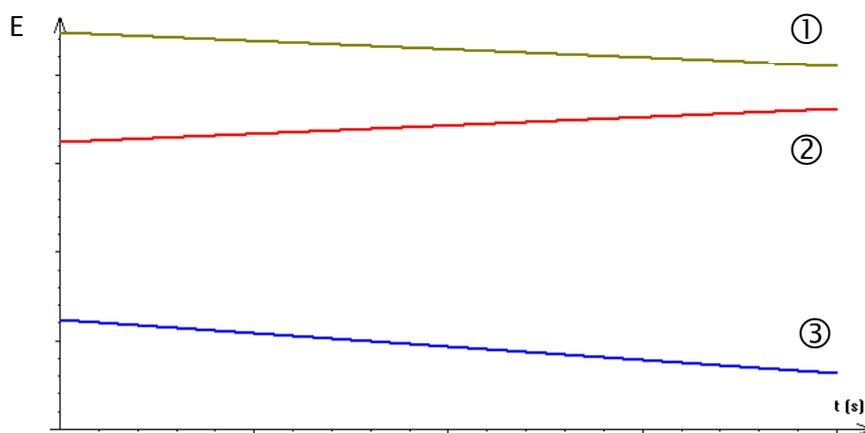
With an estimated initial mass of 10,00 tons, and measuring approximately 17 to 20 meters across, the Chelyabinsk meteor is the largest known object to have entered the Earth's atmosphere since the 1908 Tunguska event and it is the only meteor confirmed to have resulted in a large number of injuries. The object had not been detected before atmospheric entry.

Document 2 :

On considèrera que l'atmosphère a une altitude maximale de 100,0 km.
On considèrera que le champ de pesanteur a une valeur constante g de l'ordre de $9,810 \text{ m/s}^2$ dans l'atmosphère.
1 tonne équivaut à 1000 kg



Document 3 : Graphique représentant l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique en fonction du temps



1. Extraire du *document 1* la vitesse v du météorite lors de son entrée dans l'atmosphère, ainsi que sa masse m . 1
2. Exprimer puis calculer son énergie cinétique à l'entrée de l'atmosphère. 1
3. Exprimer puis calculer son énergie potentielle de pesanteur à l'entrée de l'atmosphère. (on prendra comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur la surface de la Terre : $z = 0 \text{ m}$). 1
4. Identifier, en le justifiant, chaque courbe du document 3. 1,5
5. L'énergie mécanique est-elle constante au cours du mouvement ? A quoi cela peut-il être du ? 1
6. Si l'énergie mécanique était constante, donner l'expression de la vitesse qu'aurait la météorite à 25,00 km d'altitude puis la calculer. 2,5

Exercice 2 : Transfert d'énergie - 4 points

1. Parmi les noms suivants certains permettent d'établir la chaîne énergétique correspondant à l'utilisation d'une lampe rechargeable : manivelle, alternateur, environnement, ampoule, batterie.

Représenter la chaîne énergétique de cette lampe lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton de la lampe déjà chargée afin d'éclairer. Préciser les types de transferts thermiques et les formes d'énergie des réservoirs.

2. L'ampoule est généralement une DEL (diode électroluminescente) absorbant une puissance électrique de 1,0 W pour les usages courants. Le constructeur indique que la lampe peut fonctionner pendant 20 minutes quand la batterie est chargée. Le flux lumineux obtenu est de 20 lumens, soit une puissance de rayonnement de 30 mW si on suppose la longueur d'onde de la lumière émise voisine de 555 nm.
- Quelle quantité d'énergie doit avoir stocké la batterie ?
 - Calculer le rendement énergétique de la DEL.



1,5

1
1,5

Exercice 3 : Le GPL, gaz de pétrole liquéfiés – 7,5 points

Les principaux constituants du GPL proviennent du pétrole. Ce sont deux alcanes linéaires : le propane C_3H_8 et le butane C_4H_{10} .

L'oxydation du butane permet d'obtenir du butan-1-ol ou du butan-2-ol.



Propriétés de ces espèces chimiques :

Nom	$T_{\text{ébullition}}$ (en °C)	T_{fusion} (en °C)	Masse volumique du gaz à 15°C (en kg/m ³)	Masse volumique du liquide à 15°C (en kg/m ³)	Solubilité (ou miscibilité) dans l'eau (en g/L) à 20°C
Propane	-42	-187,63	1,85	515	0,075
Butane	-0,5	-138,29	2,50	585	0,061
Butan-1-ol	117	-90	-	810	77
Butan-2-ol	99,5	-115	-	810	125

- A température ambiante, dans quel état physique se trouve chacune des espèces chimiques du tableau ?
- Représenter les formules semi-développées du butane et du butan-2-ol.
- Expliquer la différence de température d'ébullition entre les deux alcanes.
- Expliquer la différence de miscibilité dans l'eau du butane et du butan-1-ol.
- On peut trouver dans le GPL des traces d'autres alcanes dont la formule semi-développée est donnée ci-dessous. Nommer les molécules (a), (b) et (c).

1

1

1,5

1,5

1,5

Molécule (a)	Molécule (b)	Molécule (c)
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_2-CH_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $

6. Donner la formule brute de ces molécules. Comment appelle-t-on ces molécules ?

1

Correction du DS 5 de sciences physiques

Exercice 1

- Vitesse $v = 18,00 \text{ km/s} = 18,00 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; masse $m = 10,00 \text{ t} = 10,00 \cdot 10^3 \text{ kg}$.
- Energie cinétique $E_c = 0,5 \times m \times v^2 = 0,5 \times 10,00 \cdot 10^3 \times (18,00 \cdot 10^3)^2 = 1,620 \cdot 10^{12} \text{ J}$
- Energie potentielle de pesanteur $E_p = m \times g \times z = 10,00 \cdot 10^3 \times 9,810 \times 100,0 \cdot 10^3 = 9,810 \cdot 10^9 \text{ J}$
- L'altitude de la météorite diminue donc son énergie potentielle de pesanteur diminue, sa vitesse augmente donc son énergie cinétique augmente. L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur. On en déduit que la courbe 1 est l'énergie mécanique, la courbe 2 est l'énergie cinétique et la courbe 3 est l'énergie potentielle de pesanteur.
- D'après le graphique l'énergie mécanique diminue au cours de la chute donc la météorite transfère de l'énergie vers l'environnement à cause des frottements.
- Si l'énergie mécanique est constante on a $E_{m1} = E_{m2}$ avec 1 le point d'entrée dans l'atmosphère et 2 le point à l'altitude de 25 km.

$$\text{Soit } E_{p1} + E_{c1} = E_{p2} + E_{c2}$$

$$m \times g \times z_1 + 0,5 \times m \times v_1^2 = m \times g \times z_2 + 0,5 \times m \times v_2^2$$

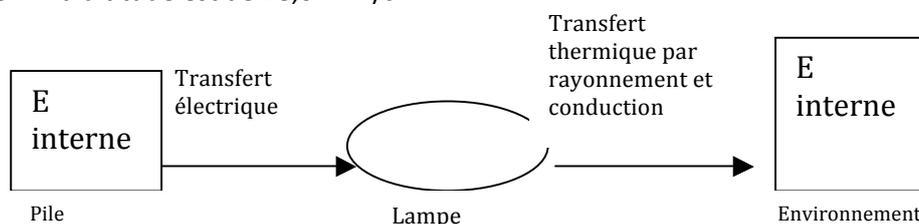
$$g \times z_1 + 0,5 \times v_1^2 = g \times z_2 + 0,5 \times v_2^2$$

$$0,5 \times v_2^2 = g \times z_1 - g \times z_2 + 0,5 \times v_1^2 \text{ soit : } v_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2) + v_1^2}$$

$$\text{A.N. : } v_2 = \sqrt{2 \cdot 9,810 (75 \cdot 10^3) + (18,00 \cdot 10^3)^2} = 18,04 \text{ km/s}$$

La vitesse du météorite à 25 km d'altitude est de 18,04 km/s.

Exercice 2



La batterie doit avoir stocké une énergie U égale à l'énergie

fournie par transfert électrique (en négligeant les pertes par effet joule) : $W_e = P \cdot t$

$$\text{A.N. : } W_e = 1,0 \cdot 20 \cdot 60 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\text{Le rendement énergétique est } \rho = \frac{\text{Transfert énergie utile}}{\text{Transfert énergie reçue}} = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance reçue}}$$

Dans le cas de la DEL le transfert utile est le transfert thermique par rayonnement et le transfert reçu est le transfert électrique.

$$\text{Donc } \rho = \frac{P_{\text{rayonnement}}}{P_{\text{électrique}}}$$

$$\text{A.N. : } \rho = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 0,030 \text{ soit un rendement de 3\%}$$

Exercice 3

- Le propane et le butane sont à l'état gaz, le butan-1-ol et le butan-2-ol sont à l'état liquide à température ambiante.
- Butane : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ et le butan-2-ol : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$
- Le butane est un alcane avec une chaîne carbonée contenant 4 carbones et le propane 3 carbones. La molécule de butane étant une molécule plus grande que celle de propane, le nuage électronique est plus important et donc les interactions de Van der Waals entre molécules de butane sont plus importantes qu'entre molécules de propane. Par conséquent, les molécules de butane sont plus liées que celles de propane. Il faut donc fournir plus d'énergie aux molécules de butane pour qu'elles changent d'état, la température d'ébullition du butane est donc plus élevée que celle du propane.
- Le butane est très peu miscible dans l'eau car le butane est une molécule apolaire alors que l'eau est une molécule polaire. Le butan-1-ol est miscible dans l'eau car le butan-1-ol est polaire et en plus va faire des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau ce qui va favoriser sa miscibilité.
- Molécule a : pentane ; Molécule b : 2-méthylbutane, Molécule c : 2,2-diméthylpropane
- Ces molécules ont la même formule brute (C_5H_{12}) mais pas la même formule semi-développée, on les appelle des isomères.