

DIPLÔME NATIONAL DU BREVET

SESSION 2019

Épreuve : PHYSIQUE-CHIMIE	Série : Générale
Durée de l'épreuve : 30 mnutes	50 points

ÉPREUVE DU VENDREDI 18 JANVIER 2019

L'usage d'une calculatrice est autorisé

Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4

Le candidat doit s'assurer que le sujet distribué est complet.

L'athlète sud africain Oscar PISTORIUS est le premier amputé des membres inférieurs à participer en 2012 aux jeux olympiques en compagnie d'athlètes non handicapés.

Pour cela Oscar PISTORIUS utilise des prothèses CHEETAH (nom inspiré de l'animal le plus rapide de la planète : le guépard) développées par la société islandaise Össur.

Doc. 1 Les performances d'Oscar PISTORIUS

Troisième aux jeux paralympiques de 2004, Oscar PISTORIUS remporte la finale du 200 mètres, avec un temps de 21 s 97. Ses prothèses, d'un coût supérieur à 20 000 € lui font perdre du temps au départ. Il a aussi du mal à négocier les virages.

Doc. 2 Les Cheetah

Les *Cheetah* sont constitués de fibres de carbone imprégnées de résine et collées les unes aux autres (30 à 90 selon la corpulence du porteur). Le tout est enfin pressé contre le moule d'une jambe afin d'en épouser la silhouette. La prothèse est ensuite chauffée pour faire fondre la résine, celle-ci permettant d'évacuer les bulles d'air, causes de cassures.

Source : www.sciencesetavenir.fr

Doc. 3 Les fibres de carbone

Les fibres de carbone sont constituées essentiellement d'atomes de carbone C. Avec un diamètre compris entre 5 et 7 micromètres et une masse volumique de l'ordre de $1,8 \text{ g/cm}^3$, ces fibres sont groupées sous forme de fils contenant de 1000 à 48 000 ou plus. Ce matériau est caractérisé par sa faible densité (1,7 à 1,9), sa résistance élevée à la traction et à la compression, sa flexibilité, sa bonne conductivité électrique et thermique, sa tenue en température et son inertie chimique. Plus solide que l'acier, et plus léger que l'aluminium, ces fibres ne rouillent pas comme le fer et résistent à la chaleur.

Doc. 4 L'acier et l'aluminium

La rouille (hématite Fe_2O_3) de couleur brun-rouge est produite par la corrosion du fer ou des métaux contenant du fer comme l'acier. L'acier a une masse volumique $\rho_{\text{acier}} = 7,8 \text{ g/cm}^3$ tandis que l'aluminium a une masse volumique de $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$.

1. Calculer la vitesse d'Oscar PISTORIUS lors des jeux paralympiques de 2004 en m/s et en km/h .

Solution:

La vitesse v est donnée par la relation $v = \frac{d}{t}$, avec $d = 200\text{ m}$ et $t = 21,97\text{ s}$, on a donc :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{200}{21,97} = 9,10\text{ m/s}$$

On convertit en km/h : $v = 9,10 \times 3,6 = 33\text{ km/h}$.

Oscar PISTORIUS a donc couru à $9,10\text{ m/s}$, soit 33 km/h .

2. Dans le document 3, il est dit que les fibres de carbone sont plus légères que l'aluminium. Démontrer cette information à l'aide des documents 3 et 4.

Solution:

Ces deux documents nous donnent les masses volumiques de l'aluminium $\rho_{Al} = 2,7\text{ g/cm}^3$ et des fibres de carbone $\rho_{fibres} = 1,8\text{ g/cm}^3$. En comparant ces deux grandeurs physiques, on constate qu'un cm^3 d'aluminium a une masse de $2,7\text{ g}$ qui est bien plus élevée que le même volume de fibres de carbone réunies qui ne pèsent que $1,8\text{ g}$. L'affirmation du texte est donc exacte, le même volume de fibres de carbone est plus léger que l'aluminium, un métal pourtant très léger.

3. (a) Donner le nom des deux constituants d'un noyau atomique.

Solution:

Le noyau atomique est constitué de protons et de neutrons.

- (b) Le fer ${}_{26}\text{Fe}$ contient 56 nucléons. Donner le nombre des constituants du noyau ainsi que le nombre des électrons de l'atome de fer. Justifier.

Solution:

Pour le fer, $Z = 26$, le noyau de fer contient donc 26 protons. Le nombre N des neutrons est donné par $N = 56 - 26 = 30$ neutrons.

L'atome est électriquement neutre, il contient donc autant d'électrons (de charge négative) que de protons (de charge positive). Le nombre d'électrons est donc 26.

- (c) La rouille résulte de la réaction chimique entre le fer et l'un des composants de l'air, lequel ?

Solution:

L'air est constitué de dioxygène et de diazote. Le fer réagit avec le dioxygène lorsqu'il rouille. Cette transformation s'appelle l'oxydation du fer.

4. On considère que les différentes parties de la prothèse Cheetah nécessitent environ 300 cm^3 de fibres de carbone.

- (a) Calculer la masse d'une prothèse en fibres de carbone.

Solution:

La masse volumique est donnée par la relation $\rho = \frac{m}{V}$ où m est la masse et V le volume.

Nous pouvons écrire $\rho_{fibres} = \frac{m_{fibres}}{V}$, d'où :

$$m_{fibres} = \rho_{fibres} \times V = 1,8 \times 300 = 540g$$

La masse de la prothèse est donc 540 g.

- (b) Calculer la masse de cette prothèse si elle était en acier. Donner la réponse en kg , comparer les masses trouvées dans la question 4. et conclure sur la raison de l'utilisation des fibres de carbone dans les prothèses Cheetah.

Solution:

On utilise la même formule $\rho_{acier} = \frac{m_{acier}}{V}$, d'où :

$$m_{acier} = \rho_{acier} \times V = 7,8 \times 300 = 2340g = 2,34kg$$

En comparant les valeurs de m_{fibres} et m_{acier} , on constate en effet que la prothèse en fibres de carbone est bien plus légère que si on la fabriquait en acier. ces fibres offrent d'autres qualités, d'après le document 3, qui les rendent tout à fait comparables aux métaux du point de vue de la dureté mais pour une masse bien plus faible. Elles sont donc plus faciles à utiliser.