

# Concours EETAA session 2016 physique chimie.

*Durée : 45 minutes.  
Calculatrice autorisée.*

Pour tout réponse nécessitant un calcul, il est indispensable de donner d'abord la formule utilisée, puis d'effectuer le calcul, et de préciser l'unité du résultat obtenu.

## Physique (10 points).

### I Exercice.

*Données.*

Intensité de pesanteur de la Terre :

$$g = 9,8 \text{ N/kg.}$$

Unité de pression : le pascal :

$$1 \text{ Pa} = 1\text{N/m}^2.$$

Un skieur de masse  $m = 72 \text{ kg}$  (équipement compris) s'équipe pour une descente sur la poudreuse : son snowboard a une longueur de 157 cm et une largeur de 26 cm.

1. En assimilant le snowboard a un rectangle, calculer sa surface de contact avec la neige.

Calculons la surface  $S$ .

L'aire est le produit des longueurs de deux côtés consécutifs du rectangle :

$$\begin{aligned} S &= (157 \text{ cm}) \times (26 \text{ cm}) \\ &= 157 \times 26 \text{ cm} \cdot \text{cm} \\ &= 4082 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

La surface de contact avec la neige est donc  $S = 4082 \text{ cm}^2$ .

2. Calculer la valeur de l'intensité du poids du skieur.

Calculons l'intensité  $P$  du poids du skieur.

$$\begin{aligned}
 P &= mg \\
 &= (72 \text{ kg}) \times (9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}) \\
 &= 72 \times 9,9 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot \text{kg}^{-1} \\
 &= 705,6 \text{ N}
 \end{aligned}$$

L'intensité du poids est :  $P = 705,6 \text{ N}$ .

3. Calculer la pression exercée sur la surface de poudreuse.

Calculons la pression  $P_r$ .

La pression est par définition

$$\begin{aligned}
 P_r &= \frac{P}{S} \\
 &= \frac{705,6 \text{ N}}{4082 \text{ cm}^2} \\
 &= \frac{705,6 \text{ N}}{0,4082 \text{ m}^2} \\
 &= \frac{705,6 \text{ N}}{0,4082 \text{ m}^2} \\
 &\approx 1728,5644 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

La pression exercée sur la poudreuse est  $P_r \approx 1728,56 \text{ Pa}$ .

4. On considère qu'une pression de  $3,0 \times 10^3 \text{ Pa}$  conduit à un enfoncement de 1 cm dans la poudreuse. Le snowboard est-il conseillé pour éviter de s'enfoncer ? Justifier.

$3,0 \times 10^3 > 17,28,56$ . Par conséquent l'enfoncement est inférieur à 1 cm. L'enfoncement est faible donc

le snowboard est conseillé pour éviter de s'enfoncer.

## II Exercice.

*Données.*

Vitesse des ondes sonores dans l'air :

$$v = 340 \text{ m/s.}$$

Vitesse de la lumière dans l'air : célérité :

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

Lors d'un orage, la foudre tombe à 10,0 km d'un promeneur. L'éclair et le tonnerre sont émis simultanément au moment où la foudre tombe.

1. Au bout de combien de temps le promeneur verra-t-il l'éclair ?

Déterminons le temps  $t_l$  attendu pour voir l'éclair.

Si  $d$  est la distance séparant le promeneur de l'endroit où tombe la foudre, alors

$$\begin{aligned} t_l &= \frac{d}{c} \\ &= \frac{10 \text{ km}}{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\ &= \frac{10 \times 1 \text{ km}}{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\ &= \frac{10 \times 1000 \text{ m}}{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\ &= \frac{10000 \text{ m}}{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\ &= \frac{10000}{3,00 \times 10^8} \frac{\text{m}}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}} \\ &= \frac{10000}{3,00 \times 10^8} \text{ s} \\ &\approx 3,33 \times 10^{-5} \text{ s} \end{aligned}$$

$$t_l = 3,33 \times 10^{-5} \text{ s.}$$

2. Au bout de combien de temps entendra-t-il l'éclair ?

Déterminons le temps  $t_s$  attendu pour entendre le tonnerre.

Comme précédemment

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{d}{v} \\
 &= \frac{10 \text{ km}}{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\
 &= \frac{10 \times 1 \text{ km}}{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\
 &= \frac{10 \times 1000 \text{ m}}{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\
 &= \frac{10000 \text{ m}}{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\
 &= \frac{10000}{340} \frac{\text{m}}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}} \\
 &= \frac{10000}{340} \text{ s} \\
 &\approx 29,4117 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$t_s = 29,41 \text{ s.}$$

3. Justifier la technique qui consiste à compter les secondes entre éclair et tonnerre et à les diviser par trois pour obtenir la distance (en km) à laquelle la foudre est tombée.

$$t_s - t_l \approx t_s.$$

$$\text{Donc : } \frac{t_s - t_l}{3} \approx \frac{29,41}{3} \approx 10.$$

Ce qui correspond bien aux 10 km séparant de l'endroit où est tombé la foudre.

**Chimie (10 points).**

### III Exercice.

*Données.*

Masse volumique de l'éthanol :  $\rho = 790 \text{ g/L}$ .

L'alcool modifié utilisé pour désinfecter les plaies bénignes est une solution alcoolique qui contient :

- de l'alcool (éthanol) en pourcentage volumique 70 %,
- de l'eau,
- du camphre.

Il est conditionné sous forme de flacon de 200 mL.

1. Quels sont les solutés et le solvant de cette solution ?

Déterminons les solutés et le solvant.

L'espèce majoritaire est l'alcool (et l'énoncé parle de solution alcoolique), donc

le solvant est l'alcool et les solutés sont de l'eau et le camphre.

2. Quel volume d'éthanol un flacon contient-il ?

Déterminons le volume d'éthanol dans un flacon.

Puisque 70 % du volume des 200 mL est constitué d'éthanol cela représente un volume de

$$\begin{aligned} \mathcal{V}_e &= \frac{70}{100} \times 200 \text{ mL} \\ &= 140 \text{ mL} \end{aligned}$$

Dans un flacon il y a 140 mL.

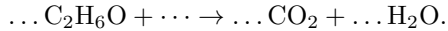
3. Quelle masse d'éthanol contient le flacon ?

Déterminons la masse,  $m_e$ , d'éthanol dans un flacon.

$$\begin{aligned} m_e &= \rho \cdot \mathcal{V}_e \\ &= (790 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}) \times (140 \text{ mL}) \\ &= (790 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}) \times (140 \times 1 \text{ mL}) \\ &= (790 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}) \times (140 \times \frac{1}{1000} \text{ L}) \\ &= 790 \times 140 \times \frac{1}{1000} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{L} \\ &= 110,6 \text{ g} \end{aligned}$$

Il y a 110,6 g d'éthanol dans un flacon.

4. L'éthanol (de formule brute  $C_2H_6O$ ) est inflammable. Équilibrer l'équation chimique de sa combustion complète :



La combustion est une réaction (exothermique) d'oxydoréduction donc



Nous pourrions résoudre en tâtonnant, mais je vais essayer une méthode plus mathématique.

Soient  $a$ ,  $b$ ,  $c$  et  $d$  des entiers naturels tels que



En égalant respectivement le nombre d'atome de carbone, d'hydrogène puis d'oxygène nous obtenons le système :

$$\begin{cases} 2a = c & (1) \\ 6a = 2d & (2) \\ a + 2b = 2c + d & (3) \end{cases}$$

En remplaçant  $c$  et  $d$  dans (3), par leur expression en fonction de  $a$  obtenues en (1) et (2) :

$$a + 2b = 2(2a) + 3a$$

Nous en déduisons successivement

$$a + 2b - a = 4a + 3a - a$$

$$2b = 6a$$

$$\frac{2b}{2} = \frac{6a}{2}$$

$$b = 3a$$

Donc  $b$  est divisible par 3. Les plus petites solutions sont donc :  $a = 1$  et  $b = 3$ .

Nous en déduisons avec (1) et (2) :

$$\begin{aligned}c &= 2a \\ &= 2 \times 1 \\ &= 2\end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned}d &= 3a \\ &= 3 \times 1 \\ &= 3\end{aligned}$$

Enfin

l'équation chimique de la combustion complète est  
 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}.$

Voici une méthode moins propre mais plus rapide, par tâtonnements.

Équilibrons les carbones.



Équilibrons les hydrogènes.



Équilibrons enfin les oxygènes.



Nous retrouvons bien



## IV Exercice.

Données :

Masses molaires :  $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_{\text{C}} = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $M_{\text{O}} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Sur un tube de Juvamine, on peut lire : « Juvamine, la vitamine C de 300 g d'oranges dans un comprimé ».

1. Sachant qu'un comprimé contient 148 mg de vitamine C (ou acide ascorbique de formule brute  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ), calculer la quantité de matière d'acide ascorbique contenue dans un comprimé.

Déterminons la quantité de matière  $q$  d'acide ascorbique.

Puisque qu'un comprimé contient  $m = 148 \text{ mg}$  d'acide ascorbique et que la formule brute de ce dernier est  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  :

$$m = q \times (6M_{\text{C}} + 8M_{\text{H}} + 6O)$$

Autrement dit :

$$148 \text{ mg} = q [6 \times (12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) + 8 \times (1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) + 6 \times (16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})]$$

Il s'agit d'une équation linéaire de degré un. Nous la résolvons en isolant l'inconnue  $q$ .

$$\begin{aligned} 148 \times 1 \text{ mg} &= q [(6 \times 12 + 8 \times 1,0 + 6 \times 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}] \\ 148 \frac{1}{1000} \text{ g} &= q \times 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ 0,148 \text{ g} &= q \times 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \frac{0,148 \text{ g}}{176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} &= \frac{q \times 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ \frac{0,148}{176} \frac{\text{g}}{\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} &= q \\ \frac{0,148}{176} \text{ mol} &= q \end{aligned}$$

Donc :

$$q \approx 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$



Dans un comprimé il y a 8,4 mol d'acide ascorbique.

2. On dissout totalement un comprimé de Juvamine dans un verre d'eau contenant 250 ml. Déterminer la concentration molaire en acide ascorbique dans le verre d'eau.

Calculons la concentration molaire  $[C_6H_8O_6]$  en acide ascorbique.

En admettant que le volume  $V$  d'eau n'est pas modifié par l'ajout du comprimé, la concentration molaire de l'acide ascorbique est

$$\begin{aligned}
 [C_6H_8O_6] &= \frac{q}{V} \\
 &= \frac{8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{250 \text{ mL}} \\
 &= \frac{8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{250 \times 1 \text{ mL}} \\
 &= \frac{8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{250 \times \frac{1}{1000} \text{ L}} \\
 &= \frac{8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} \\
 &= \frac{8,4 \cdot 10^{-4}}{0,250} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 &= 3,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

La concentration molaire en acide ascorbique est  
 $[C_6H_8O_6] = 33,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

3. Calculer la concentration massique en acide ascorbique dans le verre d'eau.

Déterminons la concentration massique,  $C_m$ , de la vitamine C.

En admettant que le volume  $V$  d'eau n'est pas modifié par l'ajout du comprimé, la concentration massique de l'acide ascorbique est

$$\begin{aligned}C_m &= \frac{m}{V} \\&= \frac{148 \text{ mg}}{250 \text{ mL}} \\&= \frac{148 \times 1 \text{ mg}}{250 \text{ mL}} \\&= \frac{148 \times \frac{1}{1000} \text{ g}}{0,250 \text{ L}} \\&= \frac{0,148 \text{ g}}{0,250 \text{ L}} \\&= \frac{0,148 \text{ g}}{0,250 \text{ L}} \\&= 0,592 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

La concentration massique en acide ascorbique est

$$C_m = 0,592 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$