

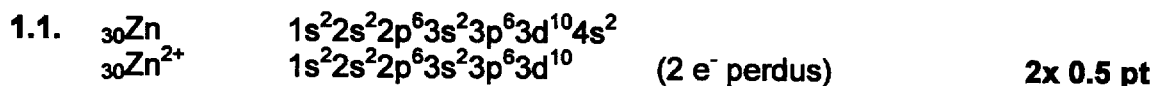
# CORRIGE

- **Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**CORRIGÉ – CHIMIE MINÉRALE ET GÉNÉRALE ( 20 pts)**

**Exercice 1 : Étude de quelques aspects de la chimie du zinc (9,5 points)**

**1. Configuration électronique (1.5 pt)**



1.2. Comme les orbitales 3d sont complètement remplies, elles sont donc très stables. Il est difficile d'arracher un ou plusieurs électrons de cette sous-couche (3d). Le zinc ne peut donc avoir de degré d'oxydation supérieur à 2.

**0.5 pt**

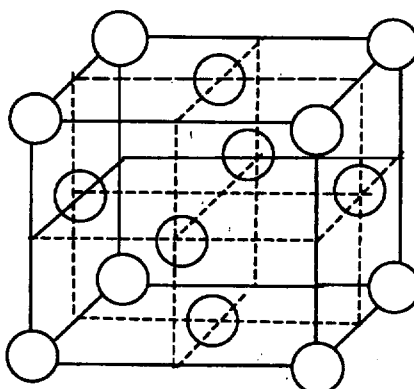
**2. Structure métallique (2.5 pts)**

Le sulfure de zinc : la blende

2.1. Dans un réseau cubique à faces centrées, il y a **8 sites tétraédriques**.

**0.5 pt**

2.2. Maille cfc



- Nombre d'ions sulfure S<sup>2-</sup> : cfc →  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$  ions S<sup>2-</sup>/ maille

- Nombre d'ions Zn<sup>2+</sup> : moitié des sites tétraédriques → **4 ions Zn<sup>2+</sup>/maille**

- Il y a donc **4 unités formulaires** de sulfure de zinc par maille : 4 (ZnS)

- La formule du sulfure de zinc (blende) est donc : **ZnS**

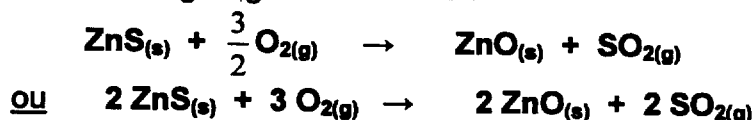
**4x 0.5 pt**

**3. Obtention du métal (3.5 pts)**

3.1. - Le gaz formé dans la réaction de grillage de la blende est le **dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**.

- Equation – bilan de grillage de la blende :

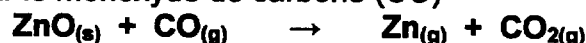
**0.5 point  
1 point**



3.2. - Réduction de  $\text{ZnO}_{(s)}$  par le carbone 1 point



- Réduction par le monoxyde de carbone (CO) 1 point



#### 4. Utilisation du zinc ( 2 pts)

4.1. Un alliage métallique est un mélange d'au moins deux métaux.

Exemples d'alliages du zinc

- Le laiton : zinc et cuivre
- Le zamack : zinc, aluminium et un peu de cuivre
- Le maillechort : zinc, nickel et cuivre.

2x 0.5 pt

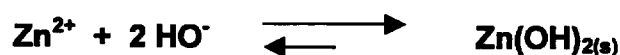
4.2. L'opération de galvanisation consiste à recouvrir l'acier par une couche de zinc jouant un rôle protecteur pour éviter l'oxydation de l'acier.

1 point

#### Exercice 2 : Le zinc et ses ions en solution aqueuse (10,5 points)

Solution contenant des ions  $\text{Zn}^{2+}$  avec  $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

1.1. - Formation de  $\text{Zn(OH)}_{2(s)}$



1 point

La constante  $K_1$  de cet équilibre est donnée par :

$$K_1 = \frac{1}{[\text{Zn}^{2+}] [\text{HO}^-]^2} = \frac{1}{K_s}$$

$$K_s = 10^{-pK_s} = 10^{-16,3} = 5 \times 10^{-17} \quad \rightarrow \quad K_1 = 2 \times 10^{16}$$

1 point

- Redissolution de  $\text{Zn(OH)}_{2(s)}$



1 point

La constante  $K_2$  de cet équilibre est donnée par :

$$K_2 = \frac{[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]}{[\text{HO}^-]^2}$$

1 point

1.2. - L'équation – bilan de formation de  $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$  à partir de ses ions donnée dans le texte est :



La constante associée à cet équilibre est  $\beta_4$ , définie par :

$$\beta_4 = \frac{[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]}{[\text{Zn}^{2+}][\text{HO}^-]^4} \quad \rightarrow \quad [\text{Zn(OH)}_4^{2-}] = \beta_4 \times [\text{Zn}^{2+}][\text{HO}^-]^4$$

$$\text{Ainsi, } K_2 = \beta_4 \times \frac{[\text{Zn}^{2+}][\text{HO}^-]^4}{[\text{HO}^-]^2}$$

$$K_2 = \beta_4 \times [\text{Zn}^{2+}][\text{HO}^-]^2 = \beta_4 \times K_s$$

1.5 point

$$\beta_4 = 10^{15,3}$$

$$K_s = 10^{-pK_s} = 10^{-16,3}$$

$$\rightarrow K_2 = 10^{15,3} \times 10^{-16,3} = 10^{-1}$$

1 point

### 1.3. pH de début de précipitation

$$\text{Zn(OH)}_{2(s)} \text{ précipite dès que } [\text{Zn}^{2+}][\text{HO}^-]^2 = K_s \quad \rightarrow \quad [\text{HO}^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Zn}^{2+}]}}$$

$$\text{Soit } [\text{HO}^-] = \sqrt{\frac{10^{-16,3}}{10^{-2}}} = 7 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}.$$

Comme on est en solution aqueuse, on a toujours  $[\text{H}^+][\text{HO}^-] = 10^{-14}$ . Ce qui conduit à déterminer  $[\text{H}^+]$  par :

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{7 \times 10^{-8}} = 1,43 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} \quad \rightarrow \quad \text{pH} = -\log(1,43 \times 10^{-7}) = 6,85.$$

1.5 point

### 1.4. pH de redissolution de $\text{Zn(OH)}_{2(s)}$

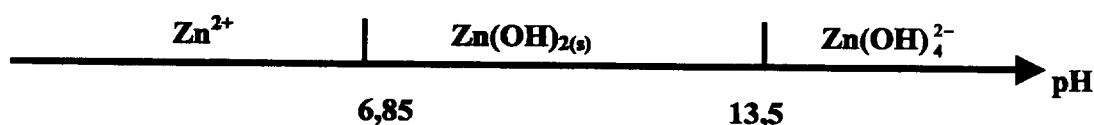
$$\text{A partir de } K_2 = \frac{[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]}{[\text{HO}^-]^2}, \text{ on détermine } [\text{HO}^-]:$$

$$[\text{HO}^-] = \sqrt{\frac{[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]}{K_2}} = \sqrt{\frac{10^{-2}}{10^{-1}}} = 0,32 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0,32} = 3,125 \times 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1} \quad \rightarrow \quad \text{pH} = 13,5.$$

1.5 point

1.5. Domaines de prédominance de  $\text{Zn}^{2+}$  et de  $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$  puis le domaine d'existence de  $\text{Zn(OH)}_{2(s)}$



1 point

<b>CORRIGÉ CHIMIE ORGANIQUE ET DES POLYMÈRES (16 pts)</b>
---

**CHIMIE ORGANIQUE ( 10 points)**

1. C<sub>5</sub>H<sub>10</sub> Les quatre isomères possibles sont tous des alcènes



pent-1-ène

pent-2-ène

2-méthylbut-2-ène



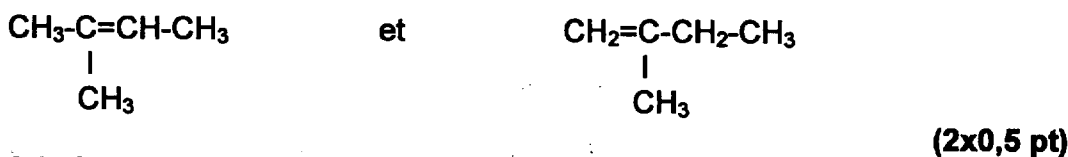
2.

2.1. Les composés B et C possèdent un groupe fonctionnel carbonyle  $\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}=\text{O}$  (test avec la DNPH). (0,5 pt)

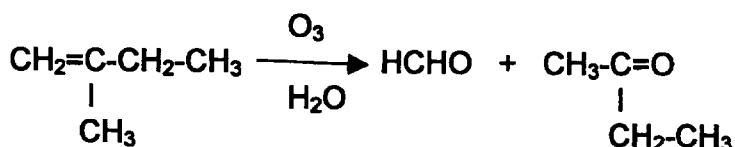
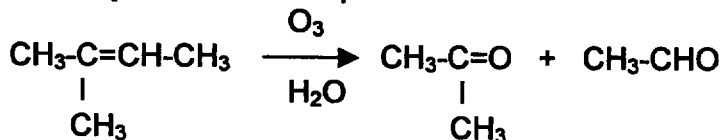
Le composé B est un aldéhyde (tests positifs avec la liqueur de Fehling et le réactif de Tollens )

Le composé C est une cétone. (0,5 pt)

2.2. Les deux formules semi développées possibles pour A sont :



2.3. Oxydation des composés A



(2x 0,5 pt)

2.4. Composé B : Aldéhyde à un seul atome de carbone : HCHO : méthanal, donc la formule de A est CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> et celle du composé C est CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

Le composé A est le 2-méthylbut-1-ène.

Le composé C est la but-2-one.

(1,5 pt)

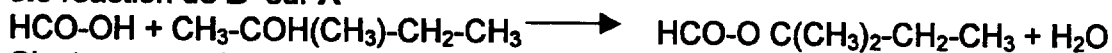
3.1 Oxydation ménagée de B méthanal  $\longrightarrow$  B' acide carboxylique : acide méthanoïque ou acide formique HCO-OH

Hydratation de A alcène  $\longrightarrow$  A' alcool : 2-méthylbutan-2-ol  
CH<sub>3</sub>-COH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>  
(1 pt)

3.2 oxydant KMnO<sub>4</sub>

réaction d'hydratation : H<sub>2</sub>O/ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

(0,5 pt)

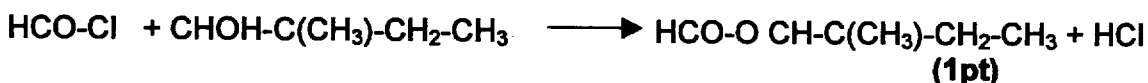
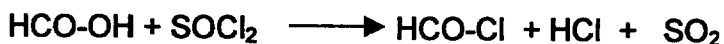
**3.3 réaction de B' sur A'**

C'est une réaction d'esterification

On obtient un ester et de l'eau.

( 1 pt)

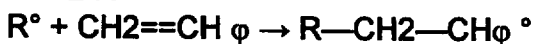
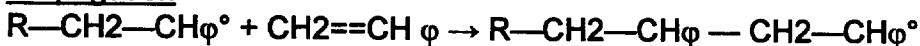
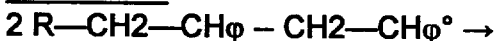
**3.4** En utilisant le chlorure de thionyle sur l'acide carboxylique, on forme le chlorure d'acyle, composé plus réactif. La réaction de formation de l'ester est plus rapide et totale.



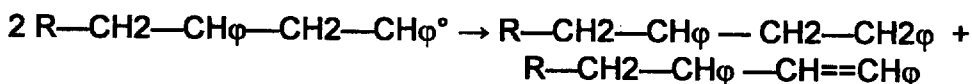
(1pt)

**CORRIGÉ CHIMIE des POLYMÈRES (6 points)****1. mécanisme réactionnel**

(3x 0,5 pt)

amorçage :Propagationterminaison

ou

**2. Polymérisation en masse**

( 1,5 pt)

Dans le réacteur : monomère + amorceur

Formation du polymère au cours de la polymérisation

En fin de réaction, on obtient seulement le polymère dans le réacteur donc très pur.

3.

% molaire	Masse moléculaire $M_i$	$x_i$	$x_i M_i$	$N_i$	$N_i M_i^2$
10	11000	0,1	1100	0,1	12100000
19	20000	0,19	3800	0,19	76000000
24	34000	0,24	8160	0,24	277440000
18	48000	0,18	8640	0,18	414720000
11	72000	0,11	7920	0,11	570240000
8	101000	0,08	8080	0,08	816080000
6	121000	0,06	7260	0,06	878460000
4	145000	0,04	5800	0,04	841000000
				Somme $N_i=1$	3886040000 = SOMME( $N_i M_i^2$ )

$$\overline{M}_n \text{ (g/mol)} = 50760$$

$$\overline{M}_w \text{ (g/mol)} = 76560$$

$$I_p = 1,51$$

$$\overline{M}_n = \frac{\sum (x_i M_i)}{\sum N_i} = \frac{\sum (N_i M_i)}{\sum N_i}$$

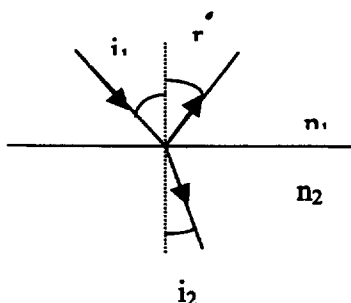
$$\overline{M}_w \text{ (ou } \overline{M}_p) = \frac{\sum (w_i M_i)}{\sum (N_i M_i)} = \frac{\sum (N_i M_i^2)}{\sum (N_i M_i)}$$

$$I = \frac{\overline{M}_w}{\overline{M}_n}$$

(3 x 1 pt)

**Correction Physique (24 points)**
**Exercice 1 : Étude d'une fibre optique (14 points)**

1.



Lois de Descartes relatives à la réflexion :

- $i_1 = r$  (0.5pt)
- Le rayon incident se trouve dans le plan d'incidence (0.5pt)

Lois de Descartes relatives à la réfraction :

- $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  (0.5pt)
- Le rayon réfracté se trouve dans le plan d'incidence. (0.5pt)

2.  $n_1 = c/v_1$  (1pt)

3. Domaine du visible  $v = c/\lambda = 5.36 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  (2 pts)

4.  $n_1 \sin i_{\text{lim}} = n_2 \sin 90^\circ \Rightarrow i_{\text{lim}} = 73.9^\circ$  donc  $i$  doit être supérieur à  $73.9^\circ$  (2 pts)

5.  $\sin \theta_{\text{lim}} = n_1 \sin (90 - 73.9)$  donc  $\theta_{\text{lim}} = 25.1^\circ$  donc  $\theta$  doit être inférieur à  $25.1^\circ$  (2 pts)

6. L'impulsion se déplace à l'intérieur de la fibre avec une célérité  $v$ 

$v = c/n_1 = 1,96 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

$\Delta t = (L/\cos 10 - L)/c$

$L = 1 \text{ m} \quad \Delta t = 7,88 \cdot 10^{-11} \text{ s}$

$L = 1 \text{ km} \quad \Delta t = 7,88 \cdot 10^{-8} \text{ s}$

$L = 10 \text{ km} \quad \Delta t = 7,88 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

(1 pt)

(0.5 pt)

(0.5 pt)

(0.5 pt)

7.  $N = 1/\Delta t$

$L = 1 \text{ m} \quad n = 1,27 \cdot 10^{10}$

$L = 1 \text{ km} \quad n = 1,27 \cdot 10^7$

$L = 10 \text{ km} \quad n = 1,27 \cdot 10^6$

(1 pt)

(0.5 pt)

(0.5 pt)

(0.5 pt)



**Exercice 2 : Vidange d'un reservoir (10 points)****question 1 (4.5 points)**

1<sup>er</sup> cas : On applique le théorème de Bernoulli au fluide parfait entre le point A situé à la surface libre et le point B:

$$\frac{p_A}{\rho \cdot g} + \frac{U_A^2}{2g} + z_A = \frac{p_B}{\rho \cdot g} + \frac{U_B^2}{2g} + z_B \quad (\text{équation.1})$$

Hypothèses:

Pour déterminer l'altitude z, on choisi la verticale dirigée vers le haut  
écoulement uniforme : la vitesse U est constante dans la section de sortie

Le point A est un point de la surface libre où la vitesse est nulle :  $U_A = 0$

La pression est la même aux points A et C:

$$p_A = p_B = p_{\text{atmosphérique}}$$

Dans ces conditions, l'équation 1 s'écrit :

$$z_A = \frac{U_B^2}{2g} + z_B$$

$$U_B^2 = 2g(z_A - z_B)$$

$$U_B = \sqrt{2g(z_A - z_B)} \quad \text{avec } (z_A - z_B) = h$$

$$U_B = \sqrt{2gh}$$

$$h = 2 \text{ m} ; g = 9,81 \text{ m/s}^{-2}$$

$$U_B = \sqrt{2 \times 9,81 \times 2} = 8,86 \text{ m/s}$$

2<sup>ème</sup> cas : On applique le théorème de Bernoulli entre les points A et C :

$$U_C = \sqrt{2g(z_A - z_C)}$$

sachant que

$$(z_A - z_C) = h + L$$

$$U_C = \sqrt{2g(h + L)}$$

$$h = 4 \text{ m} ; L = 2 \text{ m} ; g = 9,81 \text{ m/s}^{-2}$$

$$U_C = \sqrt{2 \times 9,81 \times (4 + 2)} = 10,85 \text{ m/s}$$

**Question 2 (3 points)**

- Le fluide est incompressible, le débit volumique est relié à la vitesse par la relation suivante:

$$Q_v = U \times S$$

S est la section de la conduite :  $S = \frac{\pi d^2}{4}$

$$Q_v = U \times \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{avec } d = 0,15 \text{ m}$$

1<sup>er</sup> cas :  $U_B = 8.86 \text{ m/s} \rightarrow Q_v = 0.156 \text{ m}^3/\text{s}$

2<sup>ème</sup> cas :  $U_c = 10.85 \text{ m/s} \rightarrow Q_v = 0.192 \text{ m}^3/\text{s}$

Le deuxième dispositif est plus efficace puisque le débit obtenu est plus important.

### Question 3 (2.5 points)

Dans ce cas, il faut tenir compte des pertes de charge linéaires. La vitesse en C est obtenue par application de la nouvelle expression du théorème de Bernoulli entre le point A situé à la surface libre et le point C :

$$\frac{p_A}{\rho \cdot g} + \frac{U_A^2}{2g} + z_A = \frac{p_C}{\rho \cdot g} + \frac{U_C^2}{2g} + z_C + \lambda \frac{L U_C^2}{d 2g}$$

- Le point A est un point de la surface libre où la vitesse est nulle :  $U = 0$

La pression est la même aux points A et C :  $p_A = p_C = p_{\text{atmosphérique}}$

$$U_C^2 = \frac{2g^*(z_A - z_C)}{1 + \lambda \frac{L}{d}}$$

$$U_C^2 = \frac{2g^*(h+L)}{1 + \lambda \frac{L}{d}}$$

$$U_C = \sqrt{\frac{2g^*(h+L)}{1 + \lambda \frac{L}{d}}}$$

$h = 4 \text{ m} ; L = 2 \text{ m} ; d = 0,15 \text{ m} ; \lambda = 0,045, g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$U_C = 8.58 \text{ m/s}$$

L'utilisation de la conduite n'est plus efficace et conduit à une vitesse plus faible que dans le cas 1.