Sujet n°19 - C.C.P. MP - 2005

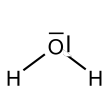
Mady REYNAUD - Lycée Bergson (Angers) - mady.reynaud@wanadoo.fr

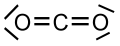
Épreuve parfois trop détaillée surtout en A-1, avec de nombreux calculs pour 2H, calculs essentiellement autour d'un bilan de matière. Épreuve abordant les programmes des deux années (2/3 de l'épreuve concerne le programme de première année).

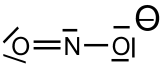
Partie A

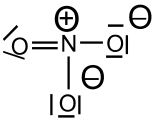
A-1-1) $_1H$: $1s^1$; $_6C$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$; $_7N$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$; $_8O$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$.

A-1-2)



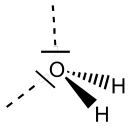




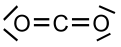


A-1-3) et A-1-4)

H_2O : AX_2E_2 ↺ molécule coudée.



CO_2 : AX_2E_0 ↺ molécule linéaire.



A-1-5) et A-1-6)

: AX_2E_1 ↺ anion coudé.

: AX_3E_0 ↺ anion plan.

A-2-1) Dans CO_2, n.o. de C = +IV.

Dans CH_3CH_2OH, n.o. de $C(CH_3)$ = -III et n.o. de $C(CH_2)$ = -I.

Remarque concernant la rédaction de la question : on demande le n.o. du C de l'éthanol mais les deux carbones ne sont pas dans le même état d'oxydation.

A-2-2) .

.

A-2-3) (1)+3*(2) donne .

A-2-4) Quantité de matière d'éthanol (de masse molaire M_e) dans l'effluent :

D'après (3), quantité de matière de dioxygène (de masse molaire) nécessaire : d'où une masse

A.N. :

Quantité d'air nécessaire : d'où un volume d'air

A.N. :

A-3-1) Dans , n.o. de N = +III.

A-3-2) .

A-3-3) 5*(1)+6*(4) donne .

A-3-4) Quantité de matière de nitrate (de masse molaire M_n) dans l'effluent : .

D'après (5), quantité minimale d'éthanol nécessaire : d'où une masse minimale .

A.N. :

Partie B

L'activité des espèces en solution aqueuse sera assimilée à leur concentration exprimée en $mol.L^{-1}$.

B-1. .

B-2.

pH de l'effluent désormais maintenu à pH = 9,5.

B-3-1) A.N. :

Autre solution : à pH = 9,5, on pouvait négliger les termes $[H_3PO_4]$, $[H_2PO_4^-]$ et $[PO_4^{3-}]$ soit $C_P = [HPO_4^{2-}]$ et on a

$$[PO_4^{3-}] = \frac{K_{a_3} C_p}{[H_3O^+]}.$$

alors

B-3-2) A.N. :

B-3-3-1) Il y a précipitation de la struvite si c'est-à-dire .

Dans un volume V d'effluent il faut donc introduire une masse minimale A.N. : $m_{MgCl_2} = 176$ g.

B-3-3-2) Dans l'état final, à pH = 9,5, il reste $C_{P,f} = 0,1C_P$ de phosphore et on a donc consommé $0,9C_P$ de phosphore et d'azote ammoniacal d'après l'équation de la réaction de précipitation de la struvite soit $[HPO_4^{2-}] = C_{P,f} = 0,1C_P$ et $[NH_4^+] + [NH_3] = C_{N,f} = C_N - 0,9C_P$.
À partir de B-3-1 et B-3-2, on obtient $[PO_4^{3-}] = 5,0.10^{-7}$ mol.L^{-1} et $[NH_4^+] = 4,1.10^{-3}$ mol.L^{-1} soit $[Mg^{2+}] = \frac{K_{S_1}}{[PO_4^{3-}][NH_4^+]} = 4,8.10^{-3}$ mol.L^{-1} (concentration résiduelle dans l'effluent dans l'état final à pH = 9,5).
Pour consommer $0,9C_P$ de phosphore et d'azote ammoniacal, il faut donc consommer $0,9C_P$ de Mg^{2+} d'après l'équation de la réaction de précipitation de la struvite soit $[Mg^{2+}]_i = [Mg^{2+}] + 0,9C_P$ et pour un volume V d'effluent $m_{MgCl_2} = [Mg^{2+}]_i \times V \times M_{MgCl_2}$.

A.N. : $m_{MgCl_2} = 4,02$ kg.

Avec $[Mg^{2+}] = 4,8.10^{-3}$ mol.L^{-1}, on vérifie que . Il n'y a donc pas précipitation de $Mg(OH)_2$(s).

B-3-4) Il n'y a pas précipitation de $Mg(OH)_2$(s) si soit avec (précipitation de la struvite).
Soit x la concentration de phosphore précipité sous forme de struvite. À partir de on obtient en fonction de x (Q B-3-1) ; à partir de on obtient en fonction de x (Q B-3-2).
La résolution de l'inéquation conduit à $x_{max} = 3,95.10^{-3}$mol.L^{-1} soit une fraction maximale de phosphore = .

Partie C

C-1-1) .
Soit n_A la quantité de matière gazeuse d'un volume V d'effluent A, avec et .
A.N. : .

C-1-2) .
. A.N. : .

C-1-3) .
. A.N. : .

C-1-4) En une seconde un volume V = 15 m^3 d'effluent A est traité ; il contient de gaz i.
Le bilan de matière à l'entrée de l'incinérateur est donc :

.

D'après les équations (1) et (2), le bilan de matière à la sortie de l'incinérateur est :
; ;
; .

C-1-5) L'incinérateur est parfaitement calorifugé et il fonctionne de façon isobare soit $\Delta H = Q = 0$ avec l'effluent A entrant à 25°C et l'effluent traité sortant à t_f.

avec .
A.N. : $t_f = 810$°C.

C-1-6-1) L'effluent A est maintenant à 450°C à l'entrée de l'incinérateur soit avec la question précedente . A.N. : $t_{s,inc} = 1235$°C.

C-1-6-2) L'effluent A est à 25°C à l'entrée de l'échangeur et à 450°C à sa sortie ; l'effluent traité entre à $t_{s,inc}$ dans l'échangeur et en sort à $t_{s,éch}$; l'échangeur de chaleur est parfaitement calorifugé et fonctionne de façon isobare

soit $\Delta H = Q = 0$

avec .
A.N. : $t_{s,éch} = 818°C$.

C-2-1) Composé 1 = propan-1-ol ; composé 2 = éthylbenzène.
Lecture graphique de $t_{éb}(2)$ en $x_1 = 0$ soit $t_{éb}(2) = 136°C$.
Le propan-1-ol est le composé le plus volatil car $t_{éb}(1) < t_{éb}(2)$.

C-2-2) Mélange tel que $x_2 = 0,4$ soit $x_1 = 0,6$.
Lecture graphique de la température de rosée sur la courbe de rosée en $x_1 = 0,6$ soit $t = 109,5°C$.
À 110°C composition de la première goutte de liquide obtenue lue sur la courbe d'ébullition soit .

C-2-3) Pour $x_2 = 0,4$ soit $x_1 = 0,6$, on veut ; par lecture graphique on obtient $t = 105°C$.
Par lecture graphique on obtient sur la courbe de rosée .
Par application du théorème des segments inverses avec et soit = 13,2 mol.

C-2-4) Le mélange de composition massique $w_1 = 0,3$ et $w_2 = 0,7$ correspond à une composition molaire avec $M_1 = 60,097$ g.mol^{-1} et $M_2 = 106,168$ g.mol^{-1} soit $x_1 = 0,43$.
Par lecture graphique on obtient sur la courbe de rosée .
Par lecture graphique on obtient sur la courbe d'ébullition .
On obtient la fraction massique w_1 à partir de la fraction molaire x_1 par la relation .
Par application du théorème des segments inverses avec = 10 kg soit $m^l = 4,2$ kg.