

Exercice-type de chimie minérale

Il y a 5500 ans, dans l'ancienne Égypte, était découverte la synthèse d'un pigment bleu connu aujourd'hui sous le nom de *bleu égyptien*. Deux millénaires plus tard, en Chine, un autre pigment était couramment utilisé ; on le connaît aujourd'hui sous le nom de *bleu de Chine*. Les deux pigments ont des structures similaires, mais leurs compositions élémentaires diffèrent.

La méthode originelle de préparation de ces pigments peut facilement être reproduite dans un laboratoire moderne.

Lors des calculs, on considérera dans cet exercice que tous les composés sont purs et que les réactions sont totales.

Pour fabriquer du **bleu égyptien**, on fait chauffer à 800-900 °C 10,0 g du composé minéral **A** avec 21,7 g de SiO_2 et 9,05 g du composé minéral **B** pendant une durée assez longue. 16,7 dm³ d'un mélange de deux gaz **G**₁ et **G**₂ sont libérés (ce volume est mesuré à 850 °C et à $1,013 \cdot 10^5$ Pa). La synthèse conduit à la formation de 34,0 g de pigment et aucun autre produit n'est formé. Lorsque l'on refroidit le mélange gazeux obtenu, le gaz **G**₁ se condense. Si on refroidit le gaz restant à 0 °C, il occupe un volume de 3,04 dm³ à $1,013 \cdot 10^5$ Pa.

1. Calculer la masse totale des gaz **G**₁ et **G**₂ formés lors du chauffage de **A** avec **B** et SiO_2 .
2. Déterminer la composition du mélange gazeux (nature des gaz **G**₁ et **G**₂ et quantité de matière).

Si l'on mélange et l'on chauffe 10,00 g du composé minéral **A** avec 21,70 g de SiO_2 en l'absence de **B**, il se forme 8,34 dm³ d'un mélange des gaz **G**₁ et **G**₂ (mesuré à 850 °C et à $1,013 \cdot 10^5$ Pa). Le composé minéral **A** ne contient qu'un seul type de métal.

3. Calculer la masse molaire de **B** et déterminer sa formule.

Indice : **B** est un sel d'un alcalino-terreux insoluble dans l'eau qui est composé d'un seul type de cation et d'un seul d'anion, et qui ne contient pas d'eau de cristallisation.

Pour fabriquer le **bleu de Chine**, on utilise 17,8 g du composé minéral **C** à la place du composé minéral **B** (les quantités du composé minéral **A** et de SiO_2 sont les mêmes que pour la synthèse du bleu égyptien). La réaction a lieu à plus haute température. En plus du pigment, on obtient le même mélange gazeux dans les mêmes quantités que lors de la synthèse du bleu égyptien.

4. Déterminer la formule du composé minéral **C**.
4. Déterminer la formule du composé minéral **A**.
6. En déduire les formules du bleu égyptien et du bleu de Chine.

Données :

- Loi des gaz parfaits : $pV=nRT$ (avec toutes les grandeurs prises dans les unités S.I.)
- $R = 8,314$ S.I.
- Conversion échelle Celsius / échelle Kelvin : $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$

Tableau périodique des éléments

1																18	
1 H 1.008	2																2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Exercice adapté de l'épreuve du concours international 2016