

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h00

Sujet 2024 sans maths n°ENSSCI164 et n°ENSSCI194

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

sans enseignement de mathématiques spécifique

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐ Oui ☒ Non

De l'or pour lutter contre les bactéries

Exercice sur 10 points

Thème « Une longue histoire de la matière »

1-

D'après le document 1 : « Une nanoparticule est un nano-objet dont la dimension caractéristique est inférieure à 100 nm. »

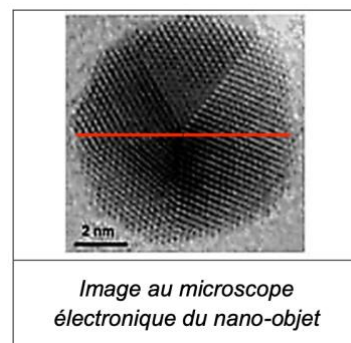
A l'aide de la photographie, calculons son rayon :

Schéma	Réel
1 cm	2 nm
4,1 cm	r

$$r = \frac{4,1 \times 2}{1}$$

$$r = 8,2 \text{ nm}$$

$r < 100 \text{ nm}$: c'est bien une nanoparticule.



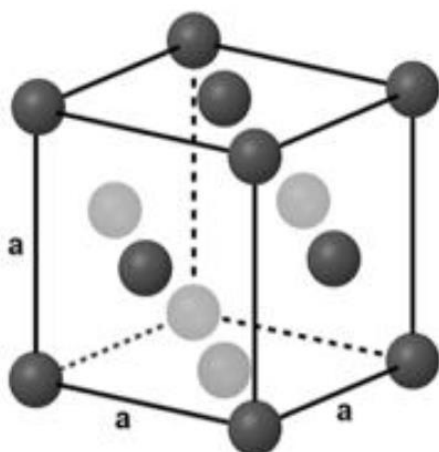
De plus, les atomes sont assemblés de manière régulière : c'est caractéristique de l'état cristallin.

Ainsi, ce nano-objet photographié au document 1 est bien une nanoparticule et que celle-ci relève de l'état cristallin.

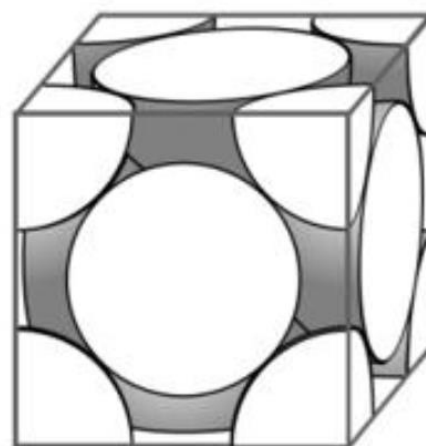
2-

Un cristal est dit cubique à faces centrées lorsque les nœuds de son réseau sont situés :

- aux huit sommets d'un cube ;
- au centre de chacune des faces de ce cube.



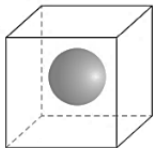
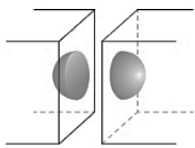
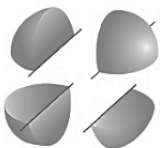
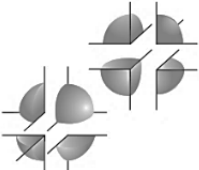
$$a = 408 \text{ pm}$$



La maille élémentaire représentée au document 2 contient bien un atome sur chaque sommet du cube et un atome sur chaque face : c'est un cristal cubique faces centrées.

3-

Outil pour dénombrer les entités dans une maille :

Entité au centre de la maille	Entité au milieu d'une face	Entité au milieu d'une arête	Entité au sommet du cube
			
Compte pour 1	Compte pour $\frac{1}{2}$	Compte pour $\frac{1}{4}$	Compte pour $\frac{1}{8}$

Il y a 8 atomes sur les sommets qui sont dans $\frac{1}{8}$ de la maille.

Il y a 6 atomes sur les faces qui sont dans $\frac{1}{2}$ de la maille.

$$N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$$

Il y a 4 atomes d'or dans une maille.

La masse d'un atome d'or est de $3,27 \times 10^{-25}$ kg

Pour une maille :

$$m_{\text{maille}} = 4 \times m_{\text{atome}}$$

$$m_{\text{maille}} = 4 \times 3,27 \times 10^{-25}$$

$$m_{\text{maille}} = 1,31 \times 10^{-24} \text{ Kg}$$

4-

$$V_{\text{maille}} = a^3$$

$$V_{\text{maille}} = (408 \times 10^{-12})^3$$

$$V_{\text{maille}} = 6,79 \times 10^{-29} \text{ m}^3$$

5-

$$\rho = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}}$$

$$\rho = \frac{1,31 \times 10^{-24}}{6,79 \times 10^{-29}}$$

$$\rho = 19\,293 \text{ Kg. m}^{-3}$$

Calcul pour avoir la masse volumique en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$:

$$\rho = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}}$$

$$\rho = \frac{1,31 \times 10^{-24} \times 10^3}{6,79 \times 10^{-29} \times 10^6}$$

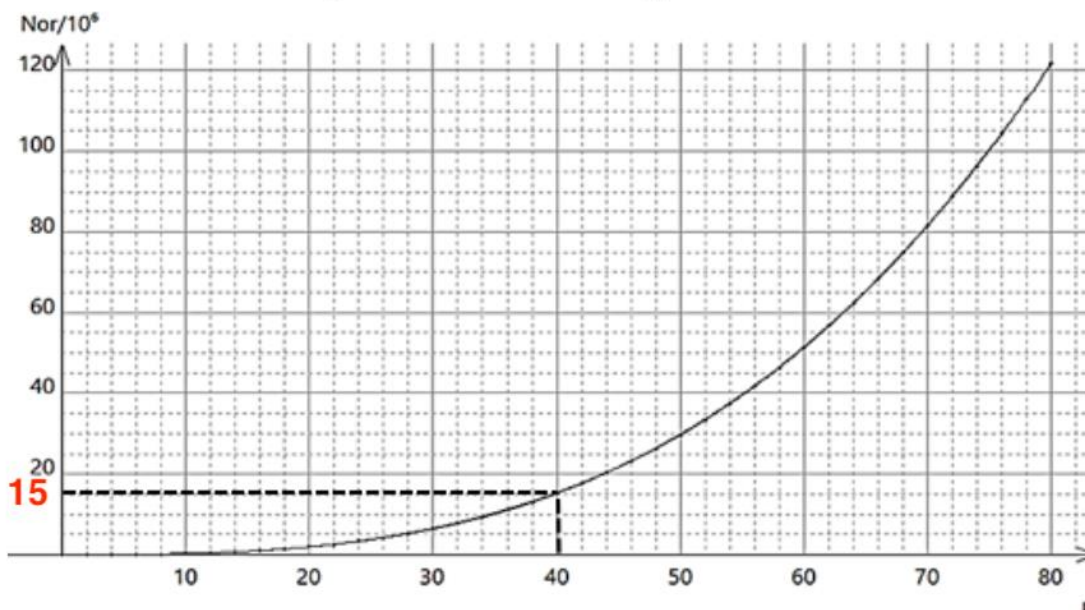
$$\rho = 19,3 \text{ g. cm}^{-3}$$

Ainsi, la masse volumique d'une maille élémentaire de nanoparticule d'or est égale à celle de l'or métallique à savoir $19,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

6-

Graphiquement, sur le document 1, pour un rayon moyen de 40 nm, 15×10^6 atomes d'or constituent la nanoparticule.

Graphique 1 donnant le nombre d'atomes d'or N_{or} dans une nanoparticule en fonction de son rayon r en nm : $N_{or} = f(r)$



7-

Effacité de l'ampicilline sur différentes souches bactériennes		
<i>Souche bactérienne</i>	<i>CMI Ampicilline ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)</i>	<i>CMI Ampicilline greffée sur nanoparticule d'or ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)</i>
Escherichia coli (souche 1)	125	15,6
Escherichia coli (souche 2)	250	62,5
Staphylococcus aureus	125	7,8
Bacillus subtilis	31	7,8
Flavobacterium devorans	250	125

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice c'est-à-dire la plus petite concentration en antibiotique nécessaire pour bloquer la croissance d'une souche bactérienne.

Source : d'après Nanotechnology, Volume 31, Issue 21

Le document 3 nous montre qu'avec une nanoparticule d'or, la plus petite concentration en antibiotique nécessaire pour bloquer la croissance d'une souche bactérienne diminue.

Ainsi, en utilisant une particule infiniment petite, elle produit des effets infiniment grands.