



## QUÍMICA

1. El bromuro sódico cristaliza en la misma red que el cloruro sódico. Sabiendo que los radios iónicos son  $r_{Na^+}=0,97 \text{ \AA}$  y  $r_{Br^-}=2,00 \text{ \AA}$  y la densidad del bromuro sódico es 3,203 g/cc. Estimar qué fracción de espacio de red cristalina estará vacía. Masas atómicas, Br=79,90 y Na=23.

*Comentado por Dudasconpatas, Basileia y sleepylavoisier en*

<http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4018#p19348>

*Resolución de problemas de química general; Editorial Reverté; Christopher J. Willis;*

<https://books.google.es/books?id=Lsd3VW7srYC>

### 6.2 Estructuras cristalinas: metales

...En la estructura cúbica centrada en las caras (ccc, también llamada “empaquetamiento cúbico compacto”)...

### 6.3 Estructuras de los compuestos iónicos

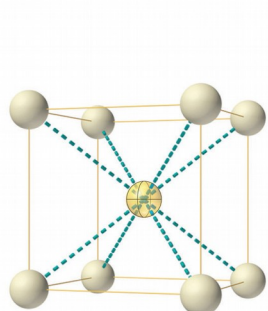
“...a la estructura del NaCl se le llama red cúbica centrada en las caras, puesto que está formada por la ordenación ccc de iones de un tipo, que presenta una segunda ordenación ccc de iones de otro tipo, perfectamente encajada en los huecos de la primera”

<http://chemwiki.ucdavis.edu/?>

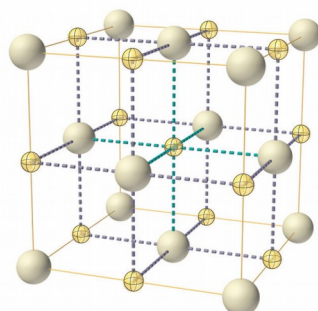
[title=Textbook\\_Maps/General\\_Chemistry\\_Textbook\\_Maps/Map:\\_Chemistry\\_%28Averill\\_%26\\_Eldredge%29/12:\\_Solids/12.3:\\_Structures\\_of\\_Simple\\_Binary\\_Compounds](http://chemwiki.ucdavis.edu/?title=Textbook_Maps/General_Chemistry_Textbook_Maps/Map:_Chemistry_%28Averill_%26_Eldredge%29/12:_Solids/12.3:_Structures_of_Simple_Binary_Compounds)

La red en la que cristaliza el cloruro de sodio es la “red cúbica centrada en caras” / ccc / “empaquetamiento cúbico compacto”.

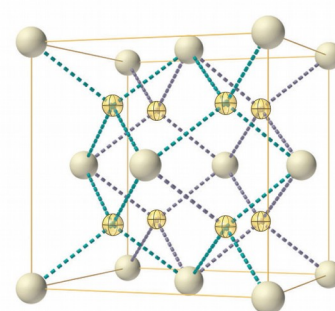
En este caso el radio del Na es menor que el del Br ( $\text{catión/anión}=0,97/2=0,485$ ) y dentro de la red cúbica ocupa los huecos **octaédricos**, que supone tener la estructura central del diagrama:



(a) Cubic hole in a single unit cell



(b) Octahedral holes in a single unit cell

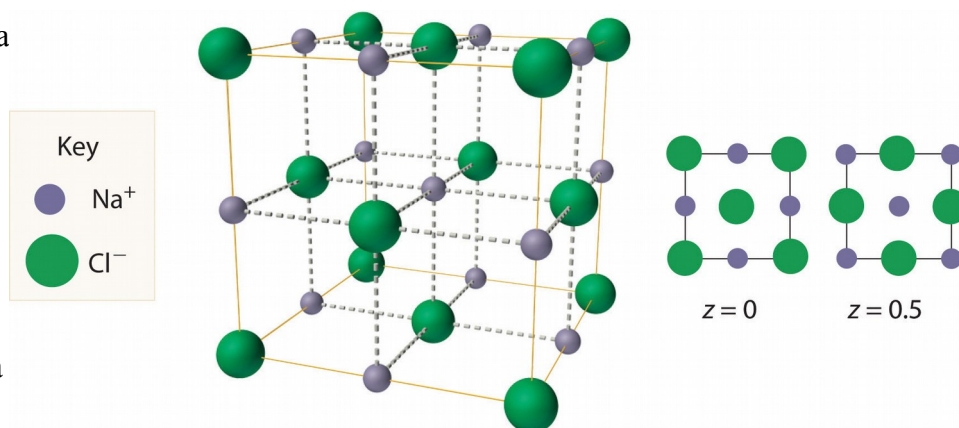


(c) Tetrahedral holes in a single unit cell

12.3: Structures of Simple Binary Compounds [ucdavis.edu](http://chemwiki.ucdavis.edu) cc-by-nc-sa

Se podría pensar en una celda “más simple”, pero a efectos de contabilizar en un compuesto iónico hay que considerar una

“celda” en la que la carga sea neutra, por lo que aparece mayor número de átomos. Se muestra un nuevo diagrama para NaCl (en este problema es NaBr) en red cúbica centrada en caras, donde “z” indica el valor de la coordenada vertical en la que se realiza “un corte” que se muestra.



12.3: Structures of Simple Binary Compounds [ucdavis.edu](http://chemwiki.ucdavis.edu) cc-by-nc-sa



Si asociamos átomos a la celda:

Bromo:

- 8 iones  $\text{Br}^-$  en los 8 vértices, cada uno de los cuales pertenece a 8 celdas, por lo que tenemos  $8 \cdot (1/8) = 1$  ión de  $\text{Br}^-$  en cada celda.
- 6 iones  $\text{Br}^-$  en las 4 caras, cada uno de los cuales pertenece a 2 celdas, por lo que tenemos  $6 \cdot (1/2) = 3$  iones de  $\text{Br}^-$  en cada celda

En total 4 iones  $\text{Br}^-$  en la celda.

Sodio:

- 12 iones  $\text{Na}^+$  en las 12 aristas, cada uno de los cuales pertenece a 4 celdas, por lo que tenemos  $12 \cdot (1/4) = 3$  iones de  $\text{Na}^+$  en cada celda.
- 1 ión  $\text{Na}^+$  en el centro, asociable a la celda

En total 4 iones  $\text{Na}^+$  en la celda.

Se cumple el requisito de que la celda es neutra.

La densidad es una propiedad intensiva, luego es la misma para el material macroscópico y para la celda, por lo que podemos plantear

$$\rho = \frac{M}{V} \Rightarrow V_{\text{celda}} = \frac{m_{\text{celda}}}{\rho_{\text{celda}}} = \frac{4 \cdot 79,90 + 4 \cdot 23}{3,203} = 2,134 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

El volumen de los iones de cada celda, considerándolos esféricos es  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

Manejamos unidades del enunciado  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-8} \text{ cm} \Rightarrow 1 \text{ cm}^3 = 10^{-24} \text{ \AA}^3$

Usando 2 cifras significativas como en datos del enunciado

$$\text{fracción vacía} = 1 - \frac{4 \cdot \frac{4}{3} \pi 0,97^3 + 4 \cdot \frac{4}{3} \pi 2,00^3}{213,4} = 0,30 \quad \text{que equivale a un 30 \%}$$