

UNIDAD 2

ESTRUCTURAS DE

SÓLIDOS CRISTALINOS

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

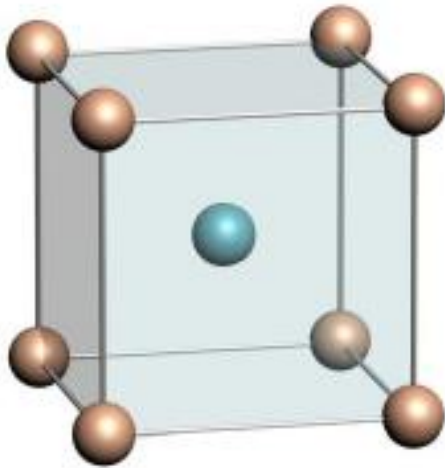
Marzo, 2026

Facultad de Ingeniería - UNCuyo

Ejercicio N°1:

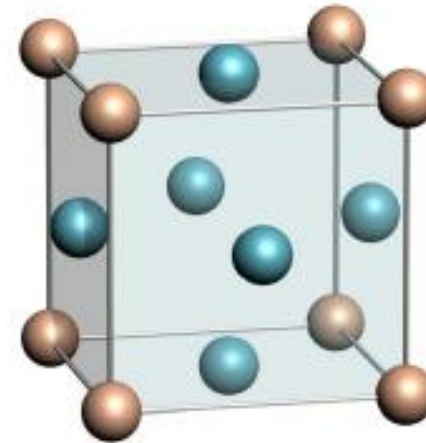
Calcular el radio atómico en cm de: (a) un metal con estructura BCC y parámetro reticular $a = 0.3294 \text{ nm}$ y (b) un metal con estructura FCC metal con $a = 4.0862 \text{ \AA}$.

BCC



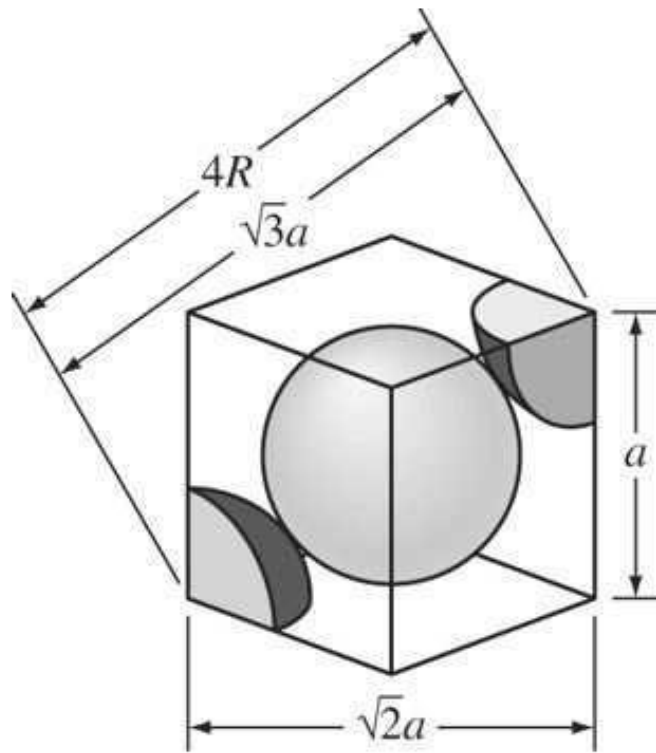
$$n = 1 + 8 * 1/8$$

FCC



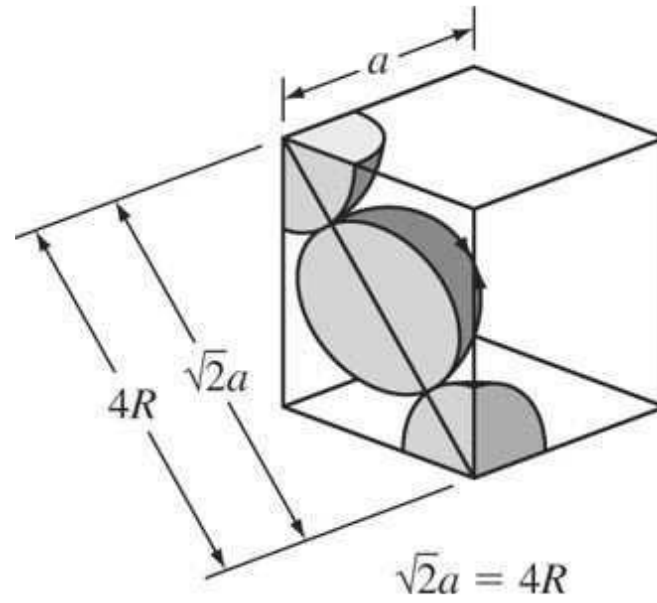
$$n = 6 * 1/2 + 8 * 1/8$$

BCC



$$\sqrt{3}a = 4R$$

FCC



Ejercicio N° 2:

Un metal cristaliza en la red cúbica centrada en el cuerpo. Si su radio atómico es 1.24 nm. ¿Cuántos átomos existirán en 1 cm³?

$$\text{BCC} \rightarrow R = 1,24 \text{ nm}$$

$$\text{Volumen de la celdilla: } V_c = a^3$$

$$\text{BCC} \rightarrow 4R = \sqrt{3}a$$

$$V_c = a^3 = \left(\frac{4R}{\sqrt{3}}\right)^3 = 2,348 \text{ E-20 cm}^3$$

$$\text{En } 1 \text{ cm}^3 : 4,26 \text{ E19 celdas}$$

$$\text{En 1 celda hay 2 átomos} \rightarrow \text{En } 1 \text{ cm}^3 = 8,52 \text{ E19 átomos}$$

Ejercicio N° 3:

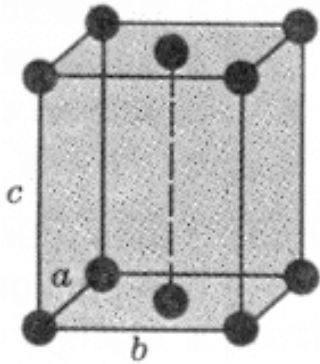
Determinar la estructura cristalina cubica en los siguientes casos: (a) un metal con $a = 4.9489 \text{ \AA}$ y radio atómico $R = 1.75 \text{ \AA}$ y (b) un metal con $a = 0.42906 \text{ nm}$ y $R = 0.1858 \text{ nm}$.

$$\frac{R}{a} \begin{cases} BCC : \frac{\sqrt{3}}{4} = 0,433 \\ FCC : \frac{\sqrt{2}}{4} = 0,353 \end{cases}$$

Ejercicio N° 4:

Para una celdilla ortorrómbica centrada en las bases, con $b = 1.5 a$ y $c = 3 a$, calcule expresiones (en función de a cuando sea necesario) para:

- Su volumen.
- El número de átomos por celdilla.



a

$$b = 1,5 a$$

$$c = 3,0 a$$

Volumen de la celdilla

$$V_c = a b c = a \cdot 1,5 a \cdot 3,0 a$$

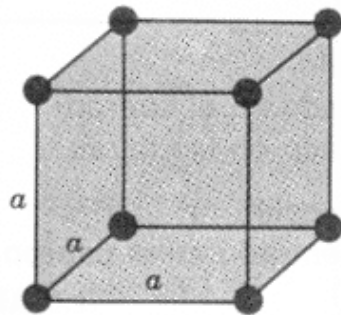
$$V_c = 4,5 a^3$$

N° átomos / celda

$$n = 2 * 1/2 + 8 * 1/8 = 2$$

Ejercicio N° 5:

Calcular la proporción máxima del volumen que puede ser ocupado por esferas rígidas en una estructura cúbica simple.



$$2R = a$$

$$FEA = \frac{\text{Vol. átomo}}{\text{Vol. Celdilla}}$$

$$FEA = \frac{\frac{4}{3} * \pi * R^3}{a^3}$$

$$FEA = \frac{\frac{4}{3} * \pi * R^3}{8R^3} = \frac{\pi}{6}$$

Ejercicio N° 6:

Calcular el radio de un átomo de vanadio sabiendo que tiene estructura cristalina BCC, densidad de 6,09 g/cm³ y masa atómica de 50,94 g/mol.

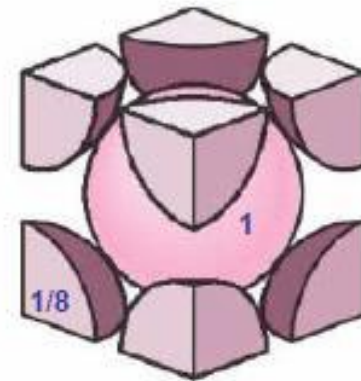
$$\rho = \frac{Mc}{Vc}$$

$$\rho = \frac{n * MA}{Vc * NA}$$

$$n = 1 + 8 * \frac{1}{8} = 2$$

$$Vc = a^3 \quad Vc = a^3 = \frac{n * MA}{\rho * NA}$$

$$BCC \rightarrow R = \frac{\sqrt{3}}{4} a$$



Ejercicio N° 7:

El Zn cristaliza según una estructura HCP. Suponiendo esta estructura perfecta y sabiendo que su radio atómico es $R(\text{Zn}) = 0.138 \text{ nm}$, estime la densidad del Zn. Datos: $M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g/mol}$ y $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$

$$\rho = \frac{Mc}{Vc}$$

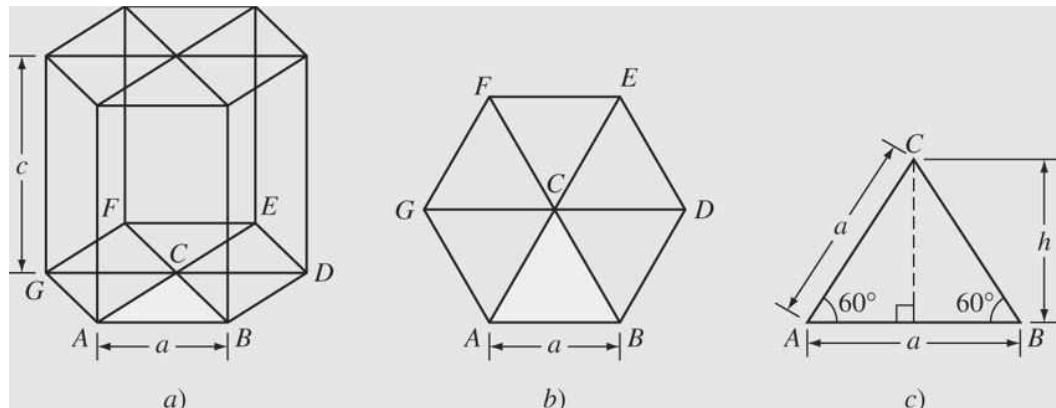
$$\rho = \frac{n * MA}{Vc * NA}$$

$$n = 3 + 12 \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{2} = 6$$

$$Vc = (3a^2 \text{ sen } 60^\circ) * c$$

$$\text{HCP} : 2R = a$$

$$\text{HCP Ideal: } c = 2 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} a = 1,633 a$$



Ejercicio N° 8:

Determine el tipo de estructura cristalina del Au sabiendo que su densidad es de 19,30 g/cm³, su masa atómica 196,97 g/mol y su parámetro de red $a = 0,40782$ nm.

$$\rho = \frac{Mc}{Vc}$$

$$\rho = \frac{n * MA}{Vc * NA}$$

$$Vc = a^3$$

CELDA CÚBICA

- SC : n=1
- BCC: n=2
- FCC: n=4

$$n = \frac{\rho * Vc * NA}{MA}$$

Ejercicio N° 9:

Determine la densidad del hierro que tiene estructura BCC y constante de celdilla $a=0,2866$ nm.

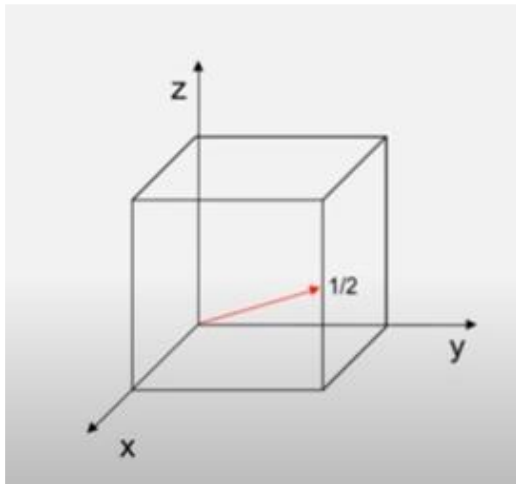
$MA=55,85$ g/mol

$$\rho = \frac{n * MA}{Vc * NA}$$

BCC: $n=2$

$$Vc = a^3$$

Ejercicio N° 10:
Determine los índices de las siguientes direcciones de una celdilla unidad cúbica

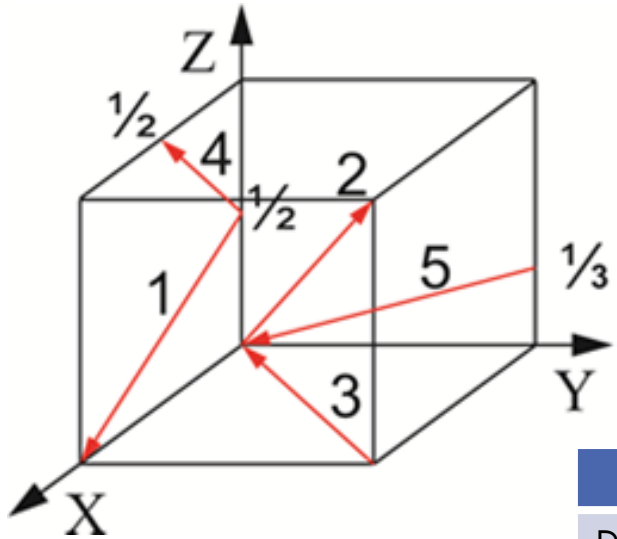


	X	Y	Z
DESTINO	1	1	1/2
ORIGEN	0	0	0
DIFERENCIA	1	1	1/2
DIRECCIÓN	2	2	1

DIRECCIÓN [2 2 1]

Ejercicio N° 10:

Determine los índices de las siguientes direcciones de una celdilla unidad cúbica



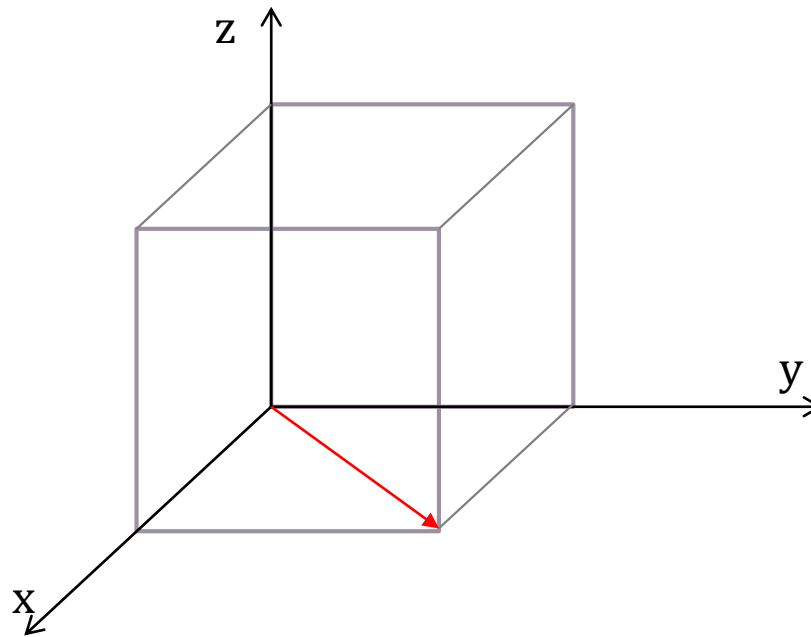
	X	Y	Z
DESTINO			
ORIGEN			
DIFERENCIA			
DIRECCIÓN			

Ejercicio N° 11:

Para una celdilla unidad cúbica, trace las siguientes direcciones cristalográficas:

- a) $[1\ 1\ 0]$ b) $[1\ \bar{1}\ 1]$ c) $[0\ 1\ 3]$ d) $[0\ 2\ 1]$ e) $[1\ \bar{1}\ 2]$

$[1\ 1\ 0]$

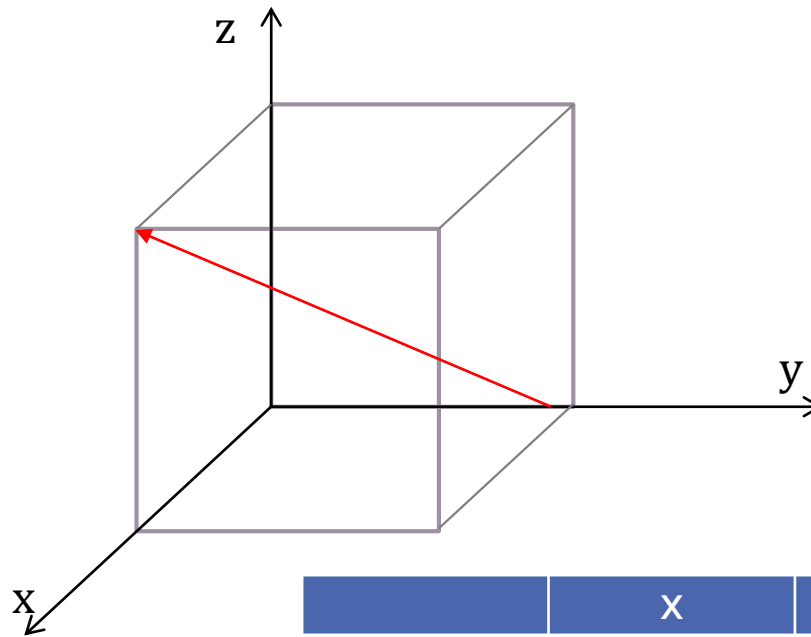


Ejercicio N° 11:

Para una celdilla unidad cúbica, trace las siguientes direcciones cristalográficas:

a) $[1\ 1\ 0]$ b) $[1\ \bar{1}\ 1]$ c) $[0\ 1\ 3]$ d) $[0\ 2\ 1]$ e) $[1\ \bar{1}\ 2]$

$[1\ \bar{1}\ 1]$



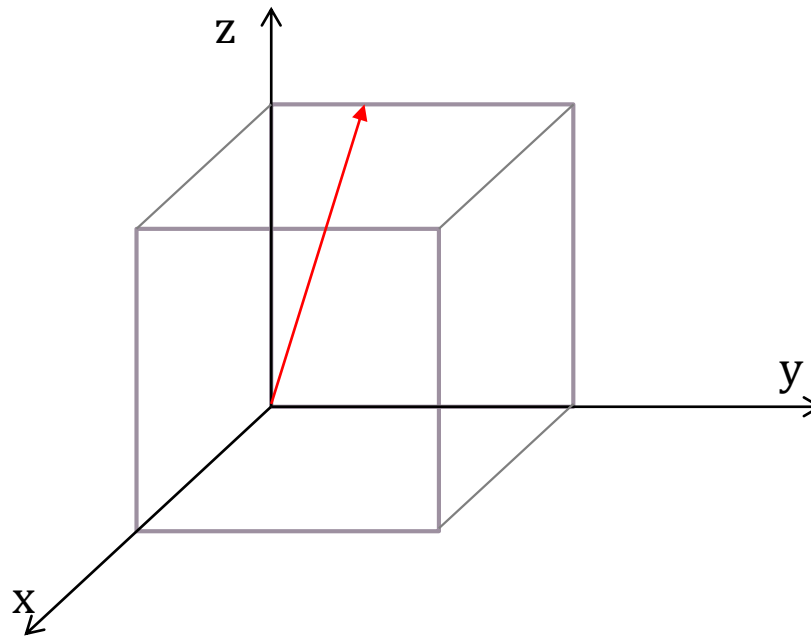
	X	Y	Z
DESTINO	1	0	1
ORIGEN	0	1	0
DIFERENCIA	1	-1	1
DIRECCIÓN	1	-1	1

Ejercicio N° 11:

Para una celdilla unidad cúbica, trace las siguientes direcciones cristalográficas:

- a) $[1\ 1\ 0]$ b) $[1\ \bar{1}\ 1]$ c) $[0\ 1\ 3]$ d) $[0\ 2\ 1]$ e) $[1\ \bar{1}\ 2]$

$[0\ 1\ 3]$

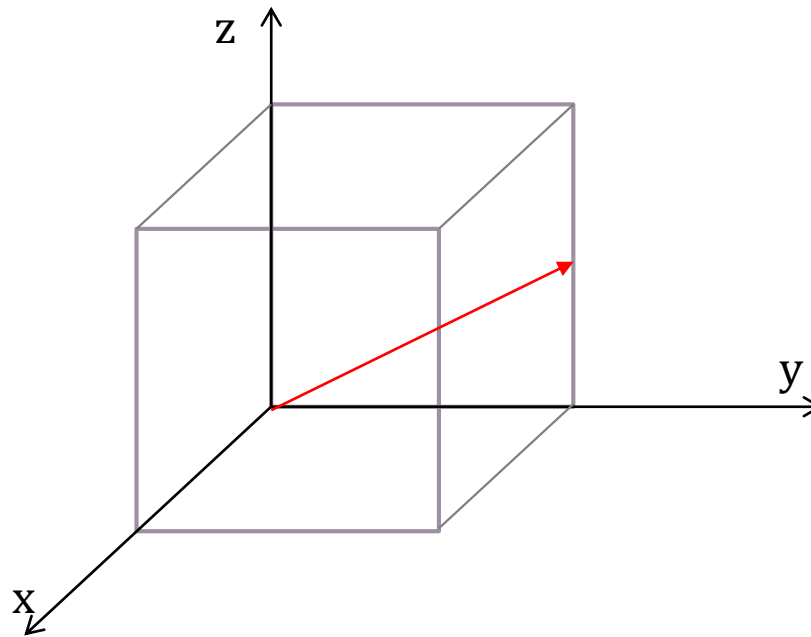


Ejercicio N° 11:

Para una celdilla unidad cúbica, trace las siguientes direcciones cristalográficas:

- a) $[1\ 1\ 0]$ b) $[1\ \bar{1}\ 1]$ c) $[0\ 1\ 3]$ d) $[0\ 2\ 1]$ e) $[1\ \bar{1}\ 2]$

$[0\ 2\ 1]$

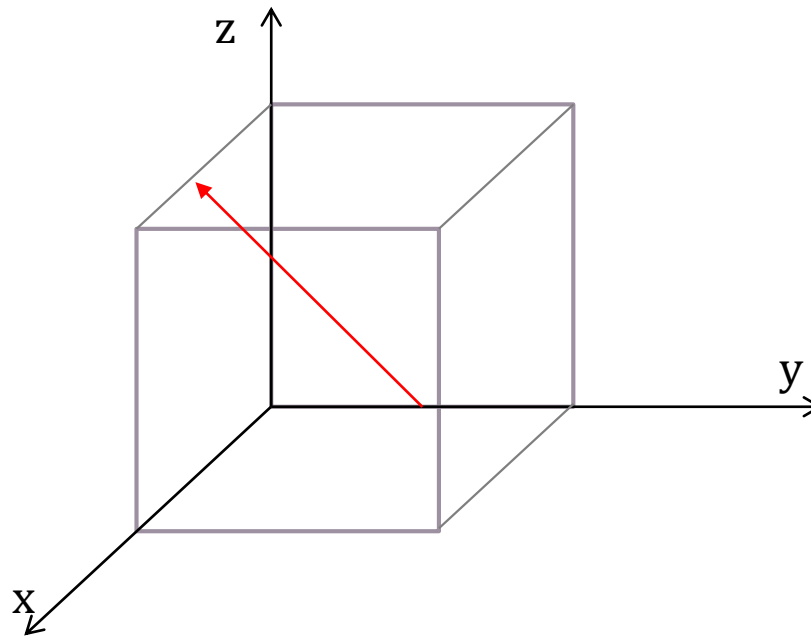


Ejercicio N° 11:

Para una celdilla unidad cúbica, trace las siguientes direcciones cristalográficas:

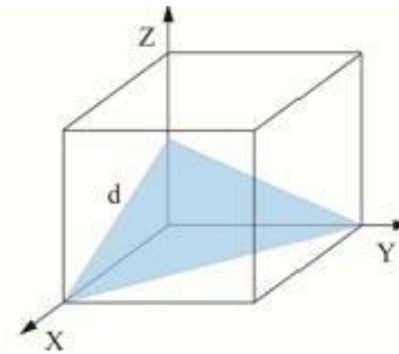
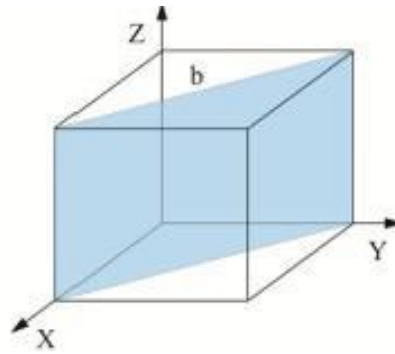
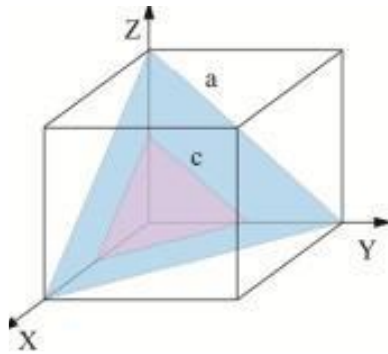
- a) $[1\ 1\ 0]$ b) $[1\ \bar{1}\ 1]$ c) $[0\ 1\ 3]$ d) $[0\ 2\ 1]$ e) $[1\ \bar{1}\ 2]$

$[1\ \bar{1}\ 2]$



Ejercicio N° 12:

Determine los índices de Miller de los siguientes planos de una celdilla cúbica.

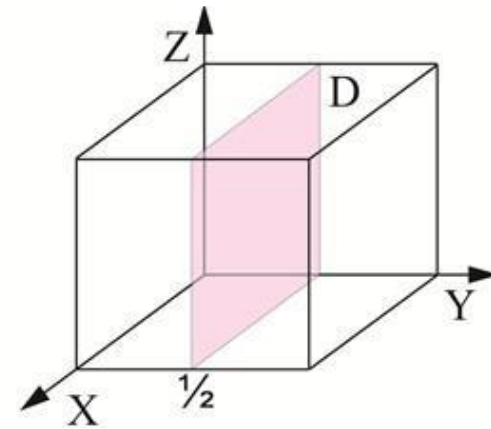
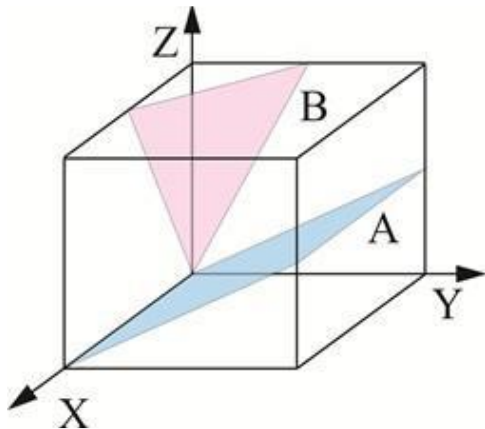


	X	Y	Z
INTERSECCIÓN	1	1	1
RECÍPROCO	1	1	1

(1 1 1)

Ejercicio N° 12:

Determine los índices de Miller de los siguientes planos de una celdilla cúbica.

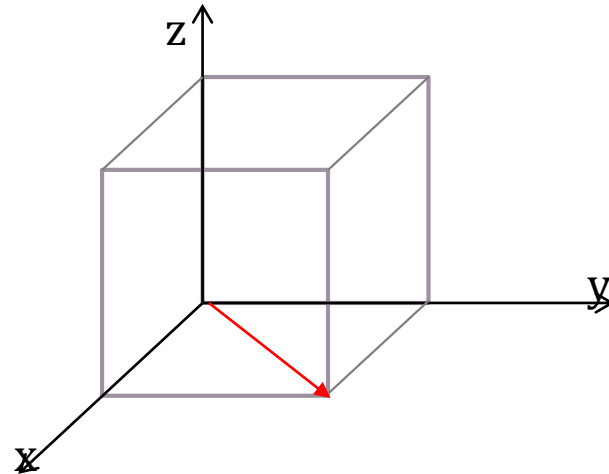
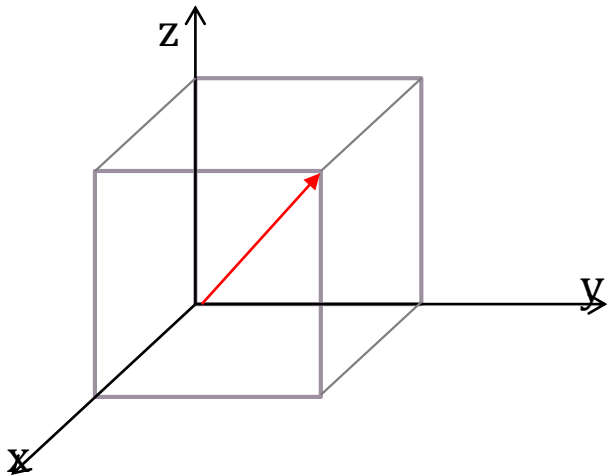


	X	Y	Z
INTERSECCIÓN			
RECÍPROCO			

Ejercicio N° 13:

La celdilla elemental del Aluminio es cúbica centrada en las caras (FCC). Su masa atómica es 26.97 g/mol y su densidad 2,699 g/cm³. Calcular: a) Masa de un átomo. b) Masa de una celdilla unidad. c) Número de celdillas en 1 gr de metal. d) Volumen y arista de la celdilla unidad. e) Radio atómico. f) Factor de empaquetamiento. g) Densidad atómica lineal en las direcciones [1 1 1] y [1 1 0] h) Densidad atómica superficial en los planos (1 1 0) y (1 1 1).

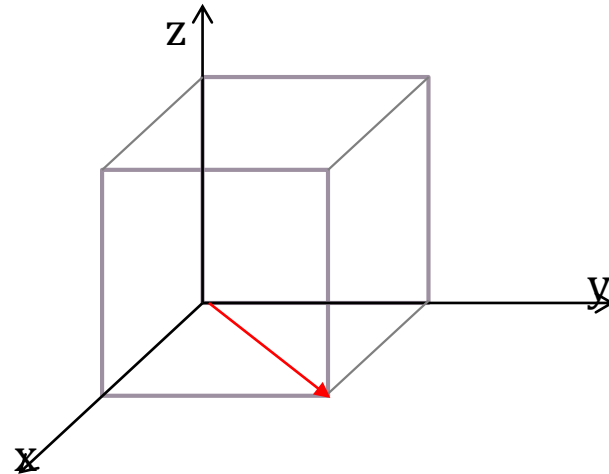
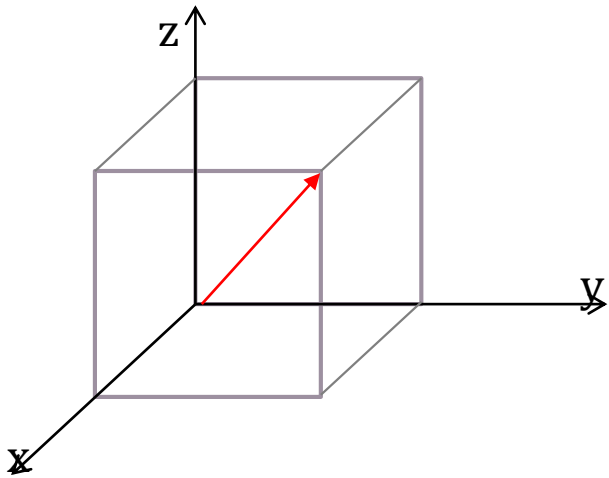
$$g) \rho_L = \frac{N^\circ \text{ átomos que tienen sus centros en la long. seleccionada}}{\text{Long. de la línea seleccionada}}$$



Ejercicio N° 13:

La celdilla elemental del Aluminio es cúbica centrada en las caras (FCC). Su masa atómica es 26.97 g/mol y su densidad 2,699 g/cm³. Calcular: a) Masa de un átomo. b) Masa de una celdilla unidad. c) Número de celdillas en 1 gr de metal. d) Volumen y arista de la celdilla unidad. e) Radio atómico. f) Factor de empaquetamiento. g) Densidad atómica lineal en las direcciones [1 1 1] y [1 1 0] h) Densidad atómica superficial en los planos (1 1 0) y (1 1 1).

$$g) \rho_{PL} = \frac{N^{\circ} \text{ átomos que tienen sus centros en la long. seleccionada}}{\text{Long.de la línea seleccionada}}$$



Ejercicio N° 14:

El Platino tiene una estructura FCC con $R=0,139$ nm determine qué proporción de la superficie de la cara se encuentra libre de átomos.

FACTOR DE EMPAQUETAMIENTO PLANAR:

$$\frac{SUP. \text{ ÁTOMOS}}{SUP. PLANO}$$

$$FCC \rightarrow 4R = \sqrt{2} a$$

Ejercicio N° 15:

Un broche (clip) pesa 0.59 g y es de hierro BCC, $a = 2.866 \times 10^{-8}$ cm.

Calcule

a) la cantidad de celdas unitarias y

b) la cantidad de átomos de hierro en ese broche. La densidad del hierro es de 7,87 g/cm³

$$\rho = \frac{Mc}{Vc}$$

$$Vc = a^3$$

$$Mc = \rho a^3 \quad [\text{gramos/celdilla}]$$

$$M = n * Mc$$

$$n = M/Mc$$

CANTIDAD DE ÁTOMOS

BCC: 2 átomos por celdilla

$$2 * n$$

Ejercicio N° 16:

¿Cuál es la diferencia en la disposición apilada de los planos de empaquetamiento compacto en a) la estructura cristalina HCP y b) la estructura cristalina FCC?

Ejercicio N° 17:

¿Cuáles son los planos más densamente empaquetados en la estructura FCC y HCP?