I.N.S.A. de **R**ennes **A**nnée universitaire **2021-2022**

D E V O I R   S U R V E I L L E   d e   C H I M I E

1ère année de **1er** cycle

Date du **D.S.** : **lundi 14 mars 2022** **D**urée : **1h30**

Aucun document supplémentaire n'est autorisé. Les étudiants étrangers peuvent consulter un dictionnaire de traduction (électronique ou papier). Seule la calculatrice distribuée est autorisée.

Exercice 1 :

Expliquez succinctement ce que l'on appelle des phases polymorphes. *1 pt*

Rappelez la loi de Bragg, qui lie l'angle de Bragg à la distance d_{hkl}. *1 pt*

Exercice 2 : oxyhydroxyde de fer(III)

A) **Phase α : la goethite**

C'est une phase naturelle brun/orange connue depuis la préhistoire (utilisée comme pigment dans la grotte de Lascaux, par exemple). Elle cristallise dans le groupe Pnma (n° 62). Ses paramètres de maille sont a = 9.9134 Å, b = 3.0128 Å, c = 4.5800 Å.

Les atomes indépendants sont : Fe (0.1459 ; ¼ ; 0.9514)
O1 (0.8010 ; ¼ ; 0.2850)
O2 (0.9483 ; ¼ ; 0.8040)

1 – Donnez le mode de réseau du composé. *1 pt*

2 – Donnez le motif et le nombre de motifs par maille du composé. *1 pt*

3 – Cette phase est un oxyhydroxyde de fer(III), expliquez pourquoi les coordonnées xyz de l'hydrogène ne sont pas fournies. *1 pt*

4 – Calculez (donnez le détail) la masse volumique cristallographique (en g/cm^3) et la compacité de cette phase cristalline. *2 pts*

B) Phase γ : la lépidocrocite

Cette phase, polymorphe de la précédente, aussi appelée pyrrhosidérite, est moins stable que la goethite. Elle cristallise dans le groupe d'espace Cmcm (n° 63). Les paramètres de réseau deviennent a = 3.06 Å ; b = 12.51 Å ; c = 3.87 Å.

Les atomes indépendants sont : Fe (0 ; 0.325 ; ¼) O1 (0 ; 0.706 ; ¼) O2 (0 ; 0.925 ; ¼)

1 – Donnez le motif et le nombre de motifs par maille du composé. *1 pt*

2 – Calculez (donnez le détail) la masse volumique cristallographique (en g/cm^3) et la compacité de cette phase cristalline. *2 pts*

C) Analyse par diffraction des rayons X

On étudie un échantillon inconnu d'oxyhydroxyde de fer(III). Un premier pic de diffraction est observé à 2θ = 17.9° (longueur d'onde λ(Cu) = 1.5406 Å). L'étude des conditions de diffraction indique qu'il s'agit de la famille de plans pour lesquels h k l valent 2 0 0.

1 – D'après l'angle, calculez la distance inter-réticulaire correspondante. *1 pt*

2 – De quelle phase s'agit-il ? Démontrez-le. *2 pts*

Si vous ne connaissez pas la loi de Bragg (…), un indice : l'autre phase avec les mêmes h k l aurait donné un angle plus grand.

Exercice 3 : oxydes de fer

Soient 2 oxydes de fer, la wustite et la magnétite. Les deux phases sont cubiques,

a = 4.311 Å (n° 225, Fm-3m) pour la première avec Fe en (0 0 0) et O en (½ ½ ½)
(qui n'ont des équivalents que par le mode de réseau)

et a = 8.395 Å (n° 227) pour la seconde avec Fe1 (1/8 1/8 1/8)
Fe2 (½ ½ ½)
O (0.2546 0.2546 0.2546).

1 – A quelle structure type correspond la wustite ? *1 pt*
2 – Donnez le motif et le nombre de motifs par maille des 2 composés. *2 pts*
3 – Expliquez comment la magnétite peut être électriquement neutre. *1 pt*
4 – Quelle taille maximale aurait un ion inséré dans les sites tétraédriques de la wustite ? Démontrez-le. *3 pts*

Données

$N_A = 6.022\ 10^{23}\ mol^{-1}$; $e = 1.602\ 10^{-19}$ C
Rayons ioniques : $r(Fe^{II}) = 0.076$ nm ; $r(Fe^{III}) = 0.064$ nm ; $r(O^{-II}) = 0.140$ nm

Pour le système triclinique : $V = \sqrt{a^2b^2c^2(1-\cos^2\alpha-\cos^2\beta-\cos^2\gamma+2\cos\alpha\cos\beta\cos\gamma)}$

Pour le système monoclinique : $d = \sin\beta / \sqrt{\left(\frac{h^2}{a^2}+\frac{l^2}{c^2}+\frac{k^2}{b^2}\sin^2\beta-2hl\frac{\cos\beta}{ac}\right)}$

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Masse atomique → 55.845 ; Numéro atomique (nombre de protons dans le noyau) → 26 ; Symbole chimique → Fe ; Nom → fer

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1.00794 1 H hydrogène															
2	6.941 3 Li lithium	9.012182 4 Be béryllium											10.811 5 B bore	12.0107 6 C carbone	14.0067 7 N azote	15.9994 8 O oxygène
3	22.98976 11 Na sodium	24.3050 12 Mg magnésium											26.98153 13 Al aluminium	28.0855 14 Si silicium	30.97696 15 P phosphore	32.065 16 S soufre
4	39.0983 19 K potassium	40.078 20 Ca calcium	44.95591 21 Sc scandium	47.867 22 Ti titane	50.9415 23 V vanadium	51.9962 24 Cr chrome	54.93804 25 Mn manganèse	55.845 26 Fe fer	58.93319 27 Co cobalt	58.6934 28 Ni nickel	63.546 29 Cu cuivre	65.38 30 Zn zinc	69.723 31 Ga gallium	72.64 32 Ge germanium	74.92160 33 As arsenic	78.96 34 Se sélénium
5	85.4678 37 Rb rubidium	87.62 38 Sr strontium	88.90585 39 Y yttrium	91.224 40 Zr zirconium	92.90638 41 Nb niobium	95.96 42 Mo molybdène	98 43 Tc technétium	101.07 44 Ru ruthénium	102.9055 45 Rh rhodium	106.42 46 Pd palladium	107.8682 47 Ag argent	112.441 48 Cd cadmium	114.818 49 In indium	118.710 50 Sn étain	121.760 51 Sb antimoine	127.60 52 Te tellure
6	132.9054 55 Cs césium	137.327 56 Ba barium	lanthanides 57-71	178.49 72 Hf hafnium	180.9478 73 Ta tantale	183.84 74 W tungstène	186.207 75 Re rhénium	190.23 76 Os osmium	192.217 77 Ir iridium	195.084 78 Pt platine	196.9665 79 Au or	200.59 80 Hg mercure	204.3833 81 Tl thallium	207.2 82 Pb plomb	208.9804 83 Bi bismuth	210 84 Po polonium
7	223 87 Fr francium	226 88 Ra radium	actinides 89-103	261 104 Rf rutherfordium	262 105 Db dubnium	266 106 Sg seaborgium	264 107 Bh bohrium	277 108 Hs hassium	268 109 Mt meitnérium	271 110 Ds darmstadium	272 111 Rg roentgenium	285 112 Cn copernicium	284 113 Nh nihonium	289 114 Fl flérovium	288 115 Mc moscovium	292 116 Lv livermorium

138.9054 57 La lanthane	140.116 58 Ce cérium	140.9076 59 Pr praséodyme	144.242 60 Nd néodyme	145 61 Pm prométhium	150.36 62 Sm samarium	151.964 63 Eu europium	157.25 64 Gd gadolinium	158.9253 65 Tb terbium	162.500 66 Dy dysprosium	164.9303 67 Ho holmium	167.259 68 Er erbium	168.9342 69 Tm thulium
227 89 Ac actinium	232.0380 90 Th thorium	231.0358 91 Pa protactinium	238.0289 92 U uranium	237 93 Np neptunium	244 94 Pu plutonium	243 95 Am américium	247 96 Cm curium	247 97 Bk berkélium	251 98 Cf californium	252 99 Es einsteinium	257 100 Fm fermium	258 101 Md mendélévium

- métaux alcalins
- alcalino-terreux
- métaux pauvres
- métaux de transition
- métalloïdes
- non-métaux
- halogènes
- gaz rares

Sources : IUPAC, Wikimedia Commons

$Pnma$ D_{2h}^{16} mmm Orthorhombic

No. 62 $P\ 2_1/n\ 2_1/m\ 2_1/a$ Patterson symmetry $Pmmm$

Origin at $\bar{1}$ on $12_1 1$

Generators selected (1); $t(1,0,0)$; $t(0,1,0)$; $t(0,0,1)$; (2); (3); (5)

Positions

Multiplicity, Wyckoff letter, Site symmetry			Coordinates				Reflection conditions
							General:
8	*d*	1	(1) x,y,z (5) $\bar{x},\bar{y},\bar{z}$	(2) $\bar{x}+\frac{1}{2},\bar{y},z+\frac{1}{2}$ (6) $x+\frac{1}{2},y,\bar{z}+\frac{1}{2}$	(3) $\bar{x},y+\frac{1}{2},\bar{z}$ (7) $x,\bar{y}+\frac{1}{2},z$	(4) $x+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{1}{2}$ (8) $\bar{x}+\frac{1}{2},y+\frac{1}{2},z+\frac{1}{2}$	$0kl$: $k+l=2n$ $hk0$: $h=2n$ $h00$: $h=2n$ $0k0$: $k=2n$ $00l$: $l=2n$
							Special: as above, plus
4	*c*	$.m.$	$x,\frac{1}{4},z$	$\bar{x}+\frac{1}{2},\frac{3}{4},z+\frac{1}{2}$	$\bar{x},\frac{3}{4},\bar{z}$	$x+\frac{1}{2},\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{1}{2}$	no extra conditions
4	*b*	$\bar{1}$	$0,0,\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2},0,0$	$0,\frac{1}{2},\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2},\frac{1}{2},0$	hkl : $h+l,k=2n$
4	*a*	$\bar{1}$	$0,0,0$	$\frac{1}{2},0,\frac{1}{2}$	$0,\frac{1}{2},0$	$\frac{1}{2},\frac{1}{2},\frac{1}{2}$	hkl : $h+l,k=2n$

Symmetry of special projections

Along [001] $p2gm$
$\mathbf{a}'=\frac{1}{2}\mathbf{a}$ $\mathbf{b}'=\mathbf{b}$
Origin at $0,0,z$

Along [100] $c2mm$
$\mathbf{a}'=\mathbf{b}$ $\mathbf{b}'=\mathbf{c}$
Origin at $x,\frac{1}{4},\frac{1}{4}$

Along [010] $p2gg$
$\mathbf{a}'=\mathbf{c}$ $\mathbf{b}'=\mathbf{a}$
Origin at $0,y,0$

Maximal non-isomorphic subgroups

I	[2] $Pn2_1a$ ($Pna2_1$, 33)	1; 3; 6; 8
	[2] $Pnm2_1$ ($Pmn2_1$, 31)	1; 2; 7; 8
	[2] $P2_1ma$ ($Pmc2_1$, 26)	1; 4; 6; 7
	[2] $P2_12_12_1$ (19)	1; 2; 3; 4
	[2] $P112_1/a$ ($P2_1/c$, 14)	1; 2; 5; 6
	[2] $P2_1/n11$ ($P2_1/c$, 14)	1; 4; 5; 8
	[2] $P12_1/m1$ ($P2_1/m$, 11)	1; 3; 5; 7
IIa	none	
IIb	none	

$Cmcm$ D_{2h}^{17} mmm Orthorhombic

No. 63 $C\ 2/m\ 2/c\ 2_1/m$ Patterson symmetry $Cmmm$

Origin at centre ($2/m$) at $2/mc2_1$

Generators selected (1); $t(1,0,0)$; $t(0,1,0)$; $t(0,0,1)$; $t(\frac{1}{2},\frac{1}{2},0)$; (2); (3); (5)

Positions

Multiplicity, Wyckoff letter, Site symmetry			Coordinates $(0,0,0)+$ $(\frac{1}{2},\frac{1}{2},0)+$				Reflection conditions
							General:
16	*h*	1	(1) x,y,z (5) $\bar{x},\bar{y},\bar{z}$	(2) $\bar{x},\bar{y},z+\frac{1}{2}$ (6) $x,y,\bar{z}+\frac{1}{2}$	(3) $\bar{x},y,\bar{z}+\frac{1}{2}$ (7) $x,\bar{y},z+\frac{1}{2}$	(4) $x,\bar{y},\bar{z}$ (8) $\bar{x},y,z$	hkl : $h+k=2n$ $0kl$: $k=2n$ $h0l$: $h,l=2n$ $hk0$: $h+k=2n$ $h00$: $h=2n$ $0k0$: $k=2n$ $00l$: $l=2n$
							Special: as above, plus
8	*g*	$..m$	$x,y,\frac{1}{4}$	$\bar{x},\bar{y},\frac{3}{4}$	$\bar{x},y,\frac{1}{4}$	$x,\bar{y},\frac{3}{4}$	no extra conditions
8	*f*	$m..$	$0,y,z$	$0,\bar{y},z+\frac{1}{2}$	$0,y,\bar{z}+\frac{1}{2}$	$0,\bar{y},\bar{z}$	no extra conditions
8	*e*	$2..$	$x,0,0$	$\bar{x},0,\frac{1}{2}$	$\bar{x},0,0$	$x,0,\frac{1}{2}$	hkl : $l=2n$
8	*d*	$\bar{1}$	$\frac{1}{4},\frac{1}{4},0$	$\frac{3}{4},\frac{3}{4},\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4},\frac{1}{4},\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4},\frac{3}{4},0$	hkl : $k,l=2n$
4	*c*	$m2m$	$0,y,\frac{1}{4}$	$0,\bar{y},\frac{3}{4}$			no extra conditions
4	*b*	$2/m..$	$0,\frac{1}{2},0$	$0,\frac{1}{2},\frac{1}{2}$			hkl : $l=2n$
4	*a*	$2/m..$	$0,0,0$	$0,0,\frac{1}{2}$			hkl : $l=2n$

Symmetry of special projections

Along [001] $c2mm$
$\mathbf{a}'=\mathbf{a}$ $\mathbf{b}'=\mathbf{b}$
Origin at $0,0,z$

Along [100] $p2gm$
$\mathbf{a}'=\frac{1}{2}\mathbf{b}$ $\mathbf{b}'=\mathbf{c}$
Origin at $x,0,0$

Along [010] $p2mm$
$\mathbf{a}'=\frac{1}{2}\mathbf{c}$ $\mathbf{b}'=\frac{1}{2}\mathbf{a}$
Origin at $0,y,0$

$Fd\bar{3}m$ $\quad O_h^7$ $\quad m\bar{3}m$ $\quad$ Cubic

No. 227 $\quad F\,4_1/d\,\bar{3}\,2/m$ $\quad$ Patterson symmetry $Fm\bar{3}m$

Origin at centre ($\bar{3}m$), at $\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}$ from $\bar{4}3m$

Positions

Multiplicity, Wyckoff letter, Site symmetry

Coordinates: $(0,0,0)+\quad (0,\frac{1}{2},\frac{1}{2})+\quad (\frac{1}{2},0,\frac{1}{2})+\quad (\frac{1}{2},\frac{1}{2},0)+$

Reflection conditions: h,k,l permutable

General:

192 $\quad i \quad 1$

(1) x,y,z	(2) $\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{4},z+\frac{1}{2}$	(3) $\bar{x}+\frac{1}{4},y+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{3}{4}$	(4) $x+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{3}{4},\bar{z}+\frac{1}{4}$
(5) z,x,y	(6) $z+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{4}$	(7) $\bar{z}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4},y+\frac{1}{2}$	(8) $\bar{z}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{3}{4}$
(9) y,z,x	(10) $\bar{y}+\frac{1}{4},z+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4}$	(11) $y+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4}$	(12) $\bar{y}+\frac{3}{4},\bar{z}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2}$
(13) $y+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{1}{2}$	(14) $\bar{y},\bar{x},\bar{z}$	(15) $y+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2},z+\frac{3}{4}$	(16) $\bar{y}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4},z+\frac{1}{4}$
(17) $x+\frac{3}{4},z+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{1}{2}$	(18) $\bar{x}+\frac{1}{2},z+\frac{3}{4},y+\frac{1}{4}$	(19) $\bar{x},\bar{z},\bar{y}$	(20) $x+\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{1}{2},y+\frac{3}{4}$
(21) $z+\frac{3}{4},y+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2}$	(22) $z+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4}$	(23) $\bar{z}+\frac{1}{2},y+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4}$	(24) $\bar{z},\bar{y},\bar{x}$
(25) $\bar{x},\bar{y},\bar{z}$	(26) $x+\frac{1}{4},y+\frac{3}{4},\bar{z}+\frac{1}{2}$	(27) $x+\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{2},z+\frac{1}{4}$	(28) $\bar{x}+\frac{1}{2},y+\frac{1}{4},z+\frac{3}{4}$
(29) $\bar{z},\bar{x},\bar{y}$	(30) $\bar{z}+\frac{1}{2},x+\frac{1}{4},y+\frac{3}{4}$	(31) $z+\frac{1}{4},x+\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{2}$	(32) $z+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{2},y+\frac{1}{4}$
(33) $\bar{y},\bar{z},\bar{x}$	(34) $y+\frac{3}{4},\bar{z}+\frac{1}{2},x+\frac{1}{4}$	(35) $\bar{y}+\frac{1}{2},z+\frac{1}{4},x+\frac{3}{4}$	(36) $y+\frac{1}{4},z+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{2}$
(37) $\bar{y}+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{3}{4},z+\frac{1}{2}$	(38) y,x,z	(39) $\bar{y}+\frac{3}{4},x+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{1}{4}$	(40) $y+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{3}{4}$
(41) $\bar{x}+\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{3}{4},y+\frac{1}{2}$	(42) $x+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{3}{4}$	(43) x,z,y	(44) $\bar{x}+\frac{3}{4},z+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{1}{4}$
(45) $\bar{z}+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{3}{4},x+\frac{1}{2}$	(46) $\bar{z}+\frac{3}{4},y+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{1}{4}$	(47) $z+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{3}{4}$	(48) z,y,x

Reflection conditions (general):
$hkl:\ h+k=2n$ and $h+l,k+l=2n$
$0kl:\ k+l=4n$ and $k,l=2n$
$hhl:\ h+l=2n$
$h00:\ h=4n$

Special: as above, plus

96 $\quad h \quad ..2$ $\quad$ no extra conditions

$0,y,\bar{y}$	$\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4},y+\frac{1}{2},y+\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{3}{4},y+\frac{1}{4}$
$\bar{y},0,y$	$\bar{y}+\frac{1}{2},\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{4}$	$y+\frac{3}{4},\frac{1}{4},y+\frac{1}{2}$	$y+\frac{1}{4},\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{3}{4}$
$y,\bar{y},0$	$\bar{y}+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{1}{2},\frac{3}{4}$	$y+\frac{1}{2},y+\frac{3}{4},\frac{1}{4}$	$\bar{y}+\frac{3}{4},y+\frac{1}{4},\frac{1}{2}$
$0,\bar{y},y$	$\frac{1}{4},y+\frac{3}{4},y+\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2},y+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{3}{4}$
$y,0,\bar{y}$	$y+\frac{1}{2},\frac{1}{4},y+\frac{3}{4}$	$\bar{y}+\frac{1}{4},\frac{3}{4},\bar{y}+\frac{1}{2}$	$\bar{y}+\frac{3}{4},\frac{1}{2},y+\frac{1}{4}$
$\bar{y},y,0$	$y+\frac{3}{4},y+\frac{1}{2},\frac{1}{4}$	$\bar{y}+\frac{1}{2},\bar{y}+\frac{1}{4},\frac{3}{4}$	$y+\frac{1}{4},\bar{y}+\frac{3}{4},\frac{1}{2}$

96 $\quad g \quad ..m$ $\quad$ no extra conditions

x,x,z	$\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4},z+\frac{1}{2}$	$\bar{x}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{3}{4}$	$x+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{z}+\frac{1}{4}$
z,x,x	$z+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4}$	$\bar{z}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2}$	$\bar{z}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4}$
x,z,x	$\bar{x}+\frac{1}{4},z+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4}$	$x+\frac{1}{2},\bar{z}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4}$	$\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{z}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2}$
$x+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{1}{2}$	$\bar{x},\bar{x},\bar{z}$	$x+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2},z+\frac{3}{4}$	$\bar{x}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4},z+\frac{1}{4}$
$x+\frac{3}{4},z+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2}$	$\bar{x}+\frac{1}{2},z+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4}$	$\bar{x},\bar{z},\bar{x}$	$x+\frac{1}{4},\bar{z}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4}$
$z+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2}$	$z+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4}$	$\bar{z}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4}$	$\bar{z},\bar{x},\bar{x}$

48 $\quad f \quad 2.mm$ $\quad$ $hkl:\ h=2n+1$ or $h+k+l=4n$

$x,\frac{1}{8},\frac{1}{8}$	$\bar{x}+\frac{3}{4},\frac{1}{8},\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8},x,\frac{1}{8}$	$\frac{5}{8},\bar{x}+\frac{3}{4},\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8},\frac{1}{8},x$	$\frac{1}{8},\frac{5}{8},\bar{x}+\frac{3}{4}$
$\frac{7}{8},x+\frac{1}{4},\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8},\bar{x},\frac{7}{8}$	$x+\frac{3}{4},\frac{3}{8},\frac{3}{8}$	$\bar{x}+\frac{1}{2},\frac{7}{8},\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8},\frac{3}{8},\bar{x}+\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8},\frac{3}{8},x+\frac{3}{4}$

32 $\quad e \quad .3m$ $\quad$ no extra conditions

x,x,x	$\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2}$
$\bar{x}+\frac{1}{4},x+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4}$	$x+\frac{1}{2},\bar{x}+\frac{3}{4},\bar{x}+\frac{1}{4}$
$x+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2}$	$\bar{x},\bar{x},\bar{x}$
$x+\frac{1}{4},\bar{x}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4}$	$\bar{x}+\frac{1}{2},x+\frac{3}{4},x+\frac{1}{4}$

16 $\quad d \quad .\bar{3}m$ $\quad$ $\frac{1}{2},\frac{1}{2},\frac{1}{2}\quad \frac{1}{4},\frac{3}{4},0\quad \frac{3}{4},0,\frac{1}{4}\quad 0,\frac{1}{4},\frac{3}{4}$

16 $\quad c \quad .\bar{3}m$ $\quad$ $0,0,0\quad \frac{3}{4},\frac{1}{4},\frac{1}{2}\quad \frac{1}{4},\frac{1}{2},\frac{3}{4}\quad \frac{1}{2},\frac{3}{4},\frac{1}{4}$

$hkl:\ h=2n+1$ or $h,k,l=4n+2$ or $h,k,l=4n$

8 $\quad b \quad \bar{4}3m$ $\quad$ $\frac{3}{8},\frac{3}{8},\frac{3}{8}\quad \frac{1}{8},\frac{5}{8},\frac{1}{8}$

8 $\quad a \quad \bar{4}3m$ $\quad$ $\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\quad \frac{7}{8},\frac{3}{8},\frac{3}{8}$

$hkl:\ h=2n+1$ or $h+k+l=4n$

Symmetry of special projections

Along [001] $p4mm$
$\mathbf{a}'=\frac{1}{4}(\mathbf{a}-\mathbf{b})\quad \mathbf{b}'=\frac{1}{4}(\mathbf{a}+\mathbf{b})$
Origin at $\frac{1}{8},\frac{3}{8},z$

Along [111] $p6mm$
$\mathbf{a}'=\frac{1}{6}(2\mathbf{a}-\mathbf{b}-\mathbf{c})\quad \mathbf{b}'=\frac{1}{6}(-\mathbf{a}+2\mathbf{b}-\mathbf{c})$
Origin at x,x,x

Along [110] $c2mm$
$\mathbf{a}'=\frac{1}{2}(-\mathbf{a}+\mathbf{b})\quad \mathbf{b}'=\mathbf{c}$
Origin at $x,x,0$