

Índice de contenidos

Índice de contenidos	v
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xv
Índice de símbolos	xvii
Resumen	xxiii
Abstract	xxv
Agradecimientos	xxvii
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Microestructura	2
1.2.1. Caracterización de la microestructura	4
1.3. Transmisión de neutrones	5
1.3.1. Efectos de la microestructura sobre la transmisión de neutrones	6
1.4. Objetivos de la Tesis	9
1.5. Organización de la Tesis	9
I Conceptos básicos	11
2. Teoría de transmisión de neutrones	13
2.1. Técnica de transmisión de neutrones	13
2.2. Coeficientes de atenuación	15
2.2.1. Coeficiente de atenuación debido a la absorción	16
2.2.2. Coeficiente de atenuación debido a los procesos de dispersión . .	16
2.3. Validez de la teoría cinemática de la dispersión	18
2.3.1. Efectos de extinción	19

3. Experimentos de transmisión de neutrones	21
3.1. Aplicación de la técnica de transmisión de neutrones	21
3.2. Características generales de los neutrones	23
3.3. Producción y moderación de neutrones	24
3.4. Detección de neutrones	26
3.5. Técnica de tiempo de vuelo	28
3.6. Instrumentos	29
3.6.1. ENGIN-X	29
3.6.2. LINAC	32
II Transmisión de neutrones a través de materiales mono-	35
cristalinos	
4. Transmisión de neutrones a través de cristales mosaico	37
4.1. Dispersión elástica coherente en cristales perfectos	37
4.1.1. Ley de Bragg	39
4.2. Cristales mosaico	40
4.2.1. Modelo de cristal mosaico	40
4.2.2. Cristales mosaico usados como monocromadores	42
4.3. Experimento de transmisión en muestras mosaico	43
4.3.1. Espectro de transmisión de neutrones en cristales mosaico	44
4.4. Componente $R(\lambda)$	46
4.4.1. Forma del pico	47
4.4.2. Posición de los picos	48
4.4.3. Ancho de los picos	48
4.5. Componente $R(\lambda)$ para un monocromador de cobre	50
5. Caracterización de muestras mosaico por transmisión de neutrones	53
5.1. Modelo paramétrico de refinamiento de patrón completo	53
5.2. Experimentos	55
5.2.1. Monocromador de cobre	56
5.2.2. Meteorito de FeNi	61
5.2.3. Pirita	64
5.3. Discusión	70
5.3.1. Intervalo de longitud de onda óptimo	71
5.3.2. Precisión en el parámetro de red	72
5.3.3. Factores de extinción refinados	73

6. Caracterización de oligocristales por transmisión de neutrones	75
6.1. Modelo de oligocristales	75
6.2. Superaleaciones de Ni	76
6.3. Descripción fenomenológica de los factores de extinción	77
6.4. Correlación entre y_{hkl} y \mathcal{V} en el modelo de patrón completo	81
6.5. Caracterización cuantitativa de fases en oligocristales	83
7. Conclusiones PARTE II	85
III Transmisión de neutrones a través de materiales policris-	87
talinos	
8. Transmisión de neutrones a través de polvos	89
8.1. Dispersión elástica coherente	89
8.2. Experimento de transmisión de neutrones a través de polvos	92
8.3. Componente de dispersión a ángulo pequeño	94
9. Transmisión de neutrones a través de materiales porosos	97
9.1. Sólidos porosos	97
9.1.1. Grafitos empleados en la industria nuclear	98
9.1.2. Técnicas de caracterización de la porosidad	99
9.2. Experimentos de transmisión en grafitos porosos	100
9.2.1. Muestras de grafito estudiadas	101
9.2.2. Experimentos	103
9.3. Sección eficaz total de grafitos	104
9.4. Sección eficaz de dispersión a ángulos pequeños	105
9.4.1. Modelo de poros esféricos para grafitos de interés nuclear	106
9.5. Caracterización de grafitos porosos por transmisión de neutrones	108
9.5.1. Ajuste de la sección eficaz total	109
9.6. Discusión	110
9.7. Conclusiones	110
10. Transmisión de neutrones a través de materiales metálicos	113
10.1. Materiales texturados	113
10.1.1. Técnicas de caracterización de la textura cristalográfica	115
10.2. Experimento de transmisión de neutrones a través de materiales texturados	116
10.3. Sección eficaz total de materiales texturados	119
10.4. Ejemplos de aplicación en materiales de interés nuclear	121
10.4.1. Aleaciones de aluminio de alta resistencia	124
10.4.2. Aceros de embutido profundo	127

10.4.3. Aleaciones de circonio	136
10.5. Discusión	142
10.5.1. Efecto de la variación espacial de la textura cristalográfica . . .	142
10.5.2. Altura de los bordes de Bragg	143
10.5.3. σ_{el}^{coh} entre bordes de Bragg	143
11. Caracterización de la textura cristalográfica por difracción de neutrones	145
11.1. Introducción	145
11.1.1. Escáner de neutrones	146
11.2. Metodología para el análisis de la textura	147
11.2.1. Subdivisión de bancos y cobertura angular	148
11.2.2. Figuras de polos directas e inversas	149
11.2.3. Espectro de transmisión de neutrones	151
11.3. NyRTex	152
11.4. Experimentos	154
11.4.1. Réplica de bronce antiguo	154
11.4.2. Pernos de cobre de buques de guerra de la era Napoleónica . .	157
11.4.3. Aceros de embutido profundo	161
11.4.4. Aleaciones de aluminio de alta resistencia	164
11.4.5. Chapas de aluminio soldadas	166
11.4.6. Tubos de presión Zr-2,5 %Nb	169
11.5. Discusión	174
11.5.1. Función de transparencia	175
11.5.2. Esquema de grillado de detectores virtuales	176
11.5.3. Resolución angular de la ODF	176
11.5.4. Número de orientaciones necesarias	177
11.5.5. Número de figuras de polos	177
11.5.6. Tiempos de contaje	178
11.6. Conclusiones	178
12. Caracterización de la textura cristalográfica por transmisión de neutrones	181
12.1. Bordes de Bragg	181
12.2. Metodología de análisis de textura empleando la altura de los bordes de Bragg	181
12.2.1. Forma de los bordes de Bragg	182
12.2.2. Ajuste de los bordes de Bragg	183
12.2.3. Aplicación del modelo en NyRTex	184

12.2.4. Experimentos	185
12.2.5. Discusión	187
12.3. Metodología de análisis de textura empleando la forma de σ_{el}^{coh} entre bordes de Bragg	188
12.3.1. Componentes de textura unimodales	188
12.3.2. Modelo de sección eficaz elástica coherente con componentes unimodales mosaico	189
12.3.3. Discusión	193
12.4. Conclusiones	193
13. Conclusiones PARTE III	195
IV Conclusiones	199
14. Conclusiones generales y comentarios finales	201
Bibliografía	207
A. Teoría cinemática de dispersión de neutrones	219
A.1. Experimentos de dispersión de neutrones	219
A.2. Sección eficaz doble diferencial	220
A.3. Longitud de dispersión	221
A.4. Dispersión por un sistema de núcleos	222
A.5. Dispersión coherente e incoherente	223
A.5.1. Leyes de dispersión	225
A.6. Sección eficaz de dispersión	226
B. Expresiones teóricas	227
B.1. Factor de estructura	227
B.2. Coeficiente de atenuación debida a la dispersión	227
C. Textura cristalográfica	231
C.1. Descripción cuantitativa	231
C.2. Descripción cuantitativa	232
C.3. Función de distribución de las orientaciones	234
C.4. Figuras de polos directas e inversas	234
C.5. Representación de la textura cristalográfica	237
D. Publicaciones asociadas a esta Tesis	239