สนใจติดต่อ “บริการห้องสมุด” : info@dss.go.th

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 โครงสร้างอะตอมและสมบัติทั่วไป	1
1.1 ชื่อและที่มาของชื่อ	3
1.2 ออร์บิทัล f	8
1.3 ระดับพลังงานของออร์บิทัล f	11
1.4 การเรียงอิเล็กตรอนในธาตุกลุ่มแลนทาไนด์	18
1.5 การเรียงอิเล็กตรอนในธาตุกลุ่มแอกทิไนด์	22
1.6 สถานะออกซิเดชัน	23
1.7 ขนาดอะตอมและไอออนของธาตุกลุ่มแลนทาไนด์	25
1.7.1 ผลจากขนาด	28
1.7.2 การเปลี่ยนแปลงขนาดตามเลขอะตอม	28
1.8 ขนาดไอออนของธาตุกลุ่มแอกทิไนด์	30
1.9 ธาตุกลุ่มแทรนส์ยูเรเนียม	31
บทที่ 2 กลุ่มธาตุแลนทาไนด์	33
2.1 ประวัติการค้นพบ	33
2.2 ปัญหา Ceria กับ Yttria	35
2.3 ขั้นตอนการศึกษา	38
2.4 ความสับสนในการตั้งชื่อ	38
2.5 ธาตุที่มีเลขอะตอม 61	40
2.6 แหล่งกำเนิดในธรรมชาติ	41
2.7 กระบวนการแยกออกจากแร่	43
2.7.1 กระบวนการย่อยแร่และแยก	43
2.7.2 การแยกแลนทาไนด์	45
2.7.2.1 การตกผลึกแยกลำดับส่วน	46
2.7.2.2 การตกตะกอนแยกลำดับส่วน	47
2.7.2.3 การแลกเปลี่ยนไอออน	48

2.7.2.4 การสกัดด้วยตัวทำละลาย 57

บทที่ 3 กลุ่มธาตุแอกทิไนด์ **63**

3.1 จุดเริ่มต้น 63

3.2 สมมุติฐานแอกทิไนด์ 64

3.3 กลุ่มธาตุ Ac-U 66

3.4 กลุ่มธาตุแทรนส์ยูเรเนียม 68

3.4.1 ธาตุที่ 93 เนปทูเนียม (Np) 69

3.4.2 ธาตุที่ 94 พลูโทเนียม (Pu) 71

3.4.3 ธาตุที่ 95 อะเมริเซียม (Am) และธาตุที่ 96 คูเรียม (Cm) 74

3.4.4 ธาตุที่ 97 เบอร์คีเลียม (Bk) และธาตุที่ 98 แคลิฟอร์เนียม (Cf) 75

3.4.5 ธาตุที่ 99 ไอน์สไตเนียม (Es) และธาตุที่ 100 เฟอร์เมียม (Fm) 77

3.4.6 ธาตุที่ 101 เมนเดเลเวียม (Md) 79

3.4.7 ธาตุที่ 102 โนเบเลียม (No) 82

3.4.8 ธาตุที่ 103 ลอว์เรนเซียม (Lr) 84

3.5 วิธีการทดลองและเทคนิคพิเศษ 86

3.5.1 อุปกรณ์สำหรับใช้กับสารกัมมันตรังสี 86

3.5.2 เทคนิคอัลตราไมโครเคมี 87

3.6 การผลิตพลูโทเนียม 88

3.6.1 เสถียรภาพของสถานะออกซิเดชัน 90

3.6.2 การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 90

3.6.3 การตกตะกอนร่วม 91

3.6.4 เทคนิคการแลกเปลี่ยนไอออน 91

3.6.5 วิธีการแยก 92

3.6.5.1 วิธีแยกโดยใช้ Hexone หรือ Methyl isobutyl ketone 92

3.6.5.2 วิธีแยกโดยใช้ TBP (Tributyl phosphate) 92

3.6.5.3 วิธีแยกโดยใช้ Bismuth phosphate-Lanthanum fluoride 94

3.7 เทคนิคการแลกเปลี่ยนไอออน 96

บทที่ 4 สารประกอบต่าง ๆ **101**
4.1 สารประกอบออกไซด์ 102
4.2 การละลาย 106
4.3 สารประกอบเชิงซ้อน 108
4.3.1 เลขโคออร์ดิเนชันและโครงสร้าง 108
4.3.2 ลิแกนด์ชนิดเป็นวงคีเลต 113
4.4 สารประกอบออร์แกโนเมแทลลิกของธาตุกลุ่มเอฟ 119

บทที่ 5 สมบัติทางสเปกโทรสโกปี **125**
5.1 สีและการดูดกลืนแสงของธาตุแลนทาไนด์ 125
5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความกว้าง-แคบของสเปกตรัมการดูดกลืนแสง 129
5.3 ระดับพลังงาน (เทอมและสเตต) และสเปกตรัมการดูดกลืน 132
5.4 การดูดกลืนแสงของธาตุแอกทิไนด์ 134
5.5 การเปล่งแสง 136
5.5.1 การหาจำนวนโมเลกุลของน้ำที่เข้ามาเกิดพันธะกับโลหะไอออน 141
5.5.2 การใช้เป็นตัวตรวจจับทางเคมีและตัวตรวจวัดทางชีวภาพด้วยภาพ 144
5.5.3 การวัดปริมาณยูเรเนียมในน้ำ 145

บทที่ 6 สมบัติทางแม่เหล็ก **147**
6.1 สมบัติทางแม่เหล็กของธาตุแลนทาไนด์ 147
6.2 สมบัติทางแม่เหล็กของธาตุแอกทิไนด์ 155
6.3 ประโยชน์จากสมบัติทางแม่เหล็กของธาตุแลนทาไนด์ 156
6.3.1 ชิฟต์รีเอเจนต์สำหรับ ^{1}H-NMR 156
6.3.2 สารเพิ่มความคมชัดของภาพสำหรับเอ็มอาร์ไอ 162

บทที่ 7 การใช้ประโยชน์ธาตุแรร์เอิร์ท **169**
7.1 อุตสาหกรรมที่ต้องใช้ความบริสุทธิ์สูง 176
7.1.1 สารเรืองแสง 176
7.1.2 เลเซอร์ 176
7.1.3 เส้นใยนำแสง 178

7.1.4 ทางด้านการแพทย์ 179
7.2 อุตสาหกรรมที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความบริสุทธิ์สูงมากนัก 179
7.2.1 โลหะผสม 179
7.2.2 แม่เหล็กและอิเล็กทรอนิกส์ 182
7.2.3 เซรามิกและสารตัวนำยิ่งยวด 183
7.2.4 แคทาลิสต์และอื่นๆ 185
ภาคผนวก 1 สัญลักษณ์แสดงเทอมและสเตตของอะตอม 191
ภาคผนวก 2 การหาเทอมที่เกิดจากชั้นย่อยที่มี N อิเล็กตรอน (N > 1) 207
บรรณานุกรม 211
ดัชนี 215

ซื้อ
16 พ.ค. 55

สัมพันธ์ วงศ์นาวา
ธาตุกลุ่มเอฟ : แลนทาไนด์และแอกทิไนด์ / สัมพันธ์ วงศ์นาวา.
1. ธาตุหายาก. 2. แอกติไนด์
546.41
ISBN 978-974-03-2920-6
สพจ. 1598

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110013635

เลขหมู่ 546.41 ส 612 2555
เลขทะเบียน 19032
วันที่ 16 พ.ค. 2555
113910

สรรคุณค่าวิชาการ สู่สังคม
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2555
การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้น
ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดจำหน่าย **ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา **ศาลาพระเกี้ยว** โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441
สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881-2 โทรสาร 0-2254-9495
ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165
ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135
ม.บูรพา จ.ชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239
โรงเรียนนายร้อย จปร. จ.นครนายก โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023
จัตุรัสจามจุรี (CHAMCHURI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5301-2 โทรสาร 0-2160-5304
รัตนาธิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405
Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433 http://www.chulabook.com

เครือข่าย **ศูนย์หนังสือ ม.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย** โทร. 0-5391-7020-4 โทรสาร 0-5391-7025
ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-7567-3652
ร้านหนังสือบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) รามคำแหง 43/1 โทร. 0-2538-2573 โทรสาร 0-2539-7091
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเชียงราย จ.เชียงราย โทร. 0-5377-6000
ศูนย์หนังสือ ม.อุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี โทร. 0-4535-3140, 0-4528-8400-3 ต่อ 1803 โทรสาร 0-4535-3145
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี โทร. 0-7735-5466, 0-7791-3333 โทรสาร 0-7735-5468
ศูนย์หนังสือโรงเรียนเทคโนโลยีไออาร์พีซี จ.ระยอง โทร. 0-3889-9130-2 ต่อ 331 โทรสาร 0-3889-9130 ต่อ 301
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี โทร. 0-3642-7485-93

ร้านค้า, หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อแผนกขายส่ง สาขารัตนาธิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405
กองบรรณาธิการ : จุฑามาศ ตั้งจิตทวีชัย
พิสูจน์อักษร : รวิวรรณ จันทรแม้น
ออกแบบปก : หจก. ขอบและทำ โทร. 0-2447-2464, 08-1642-0419
ออกแบบรูปเล่ม : ดิษฐนันท์ ชาเสน
พิมพ์ที่ : บริษัทแอคทีฟพริ้นท์ จำกัด โทร. 0-2215-7698 โทรสาร 0-2214-0038

12
สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สนใจติดต่อ "บริการห้องสมุด" : info@dss.go.th

ดัชนี

ก

กฎการเลือก 127
กฎของฮุนด์ 149, 206
กรณีอิเล็กตรอนต่างกัน 197
กรณีอิเล็กตรอนเสมอเหมือนกัน 198
กระจกลดแสงรบกวน 173
กระบวนการผ่อนคลาย 162
กระแสเอ็ดดี 183
กลุ่มซีเรียม 41, 107
กลุ่มดี 1
กลุ่มแลนทาไนด์ 1
กลุ่มอิตเทรียม 41, 107
กลุ่มเอฟ 1
กลุ่มแอกทิไนด์ 1, 65
กังหันลม 175, 183
การควบคู่แบบ jj 132, 194
การควบคู่แบบ LS 132, 193
การควบคู่แบบ Russell-Saunders 193
การควบคู่สปิน-ออร์บิท 132, 191
การตกตะกอนแยกลำดับส่วน 45, 47
การตกตะกอนร่วม 76, 91
การตกผลึกแยกลำดับส่วน 45, 46
ส่วนหัว 47
ส่วนหาง 47
การถ่ายโอนต้องห้ามลาพอร์ต 128, 140
การถ่ายโอนแบบ d-d 128
การถ่ายโอนแบบ f-f 127
การ์เนต 183
การบัง 154
การเปล่งแสง 136
การเปล่งแสงเชิงแสง 137
การย่อยแร่โมนาไซต์ 44
การยับยั้ง 146
การแยกธาตุแลนทาไนด์ 45
การแยกลำดับส่วน 38
การเรียงอิเล็กตรอน 18, 22, 40, 191
การลดทอน 178
การแลกเปลี่ยนไอออน 40, 45, 48, 50, 54, 76, 91, 96
การสกัดด้วยตัวทำละลาย 45, 57, 66
การหดตัว
แลนทาไนด์ 26
แอกทิไนด์ 30
เกลือสองเชิง
ซัลเฟต 107
แมกนีเซียมไนเทรต 107
แกโดลิเนียม 4, 174
แก้วเชิงแสง 184
แก้วไดดิเมียม 129
แก้วฟลูออไรด์ 178

ค

ความเป็นแม่เหล็กตามขวาง 164
ความเป็นแม่เหล็กที่สถานะคงที่ 164

ค่าคงที่การเกิด 114
ค่าคงที่การยืดเหนี่ยว 142
ค่าคงที่การสลายตัวเอกซ์โพเนนเชียล 140
ค่าคงที่เสถียร 114
คิวบิกเซอร์โคเนีย 185
คีเลต 52, 114, 115
คู่แผ่ดสีเขียว 6
คู่แผ่ดใหม่ 6
คูเรียม 5, 74
แคตไอออนเอกซ์เชนเจอร์ 96
แคทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ 169
แคลิฟอร์เนียม 5, 75
โครงการแมนฮัตตัน 2
โครงหลัก 176

ช
ช่วงชีวิตการเปล่งแสง 145
ช่วงชีวิตสถานะกระตุ้น 140, 146
ชั้นย่อย 8
เติมครึ่งเต็ม 19
เติมเต็ม 19
ชิฟต์รีเอเจนต์ 156
ชุดคิวบิก 8
ชุดทั่วไป 8

ซ
ซับสเตรต 159
ซาแมเรียม 4, 173
ซีเรียม 3, 171
เซลล์เชื้อเพลิง 171
ไซโคลทรอน 7, 70
ไซโคลเพนทะไดอีน 119

ด
ดีสโพรเซียม 4, 174

ต
ตัวตรวจจับทางเคมี 144
ตัวตรวจวัดทางชีวภาพด้วยภาพ 145
ตัวพยุง 169
ตารางไมโครสเตต 199
ตำแหน่งที่ยึดเหนี่ยว 142

ถ
ถุงลมนิรภัย 173
ถูกยับยั้ง 148, 155

ท
ทอเรียม 4
ทูเลียม 4, 175
เทคนิคการติดตาม 70, 86
เทคนิคการรีดอยล์ 80
เทคนิคทวีคูณความถี่ 177
เทคนิคอัลตราไมโครเคมี 87
เทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลแบบ
แมกนีโตออปติก 174
เทคโนโลยีการอำพราง 173
เทคโนโลยีสีเขียว 182

เทอม 132, 191
เทอร์เบียม 4, 174

ธ
ธาตุแทรนส์คูเลียม 96
ธาตุแทรนส์ยูเรเนียม 31, 63, 68, 87, 96, 99
ธาตุแม่ 84
ธาตุลูก 83
ธาตุสีเขียว 183

น
นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ 162
นิวเคลียร์สปิน 163
นิวตรอนพลังงานต่ำ 63
นีโอดิเมียม 3, 172
เนปทูเนียม 5, 69
โนเบเลียม 6, 82

บ
บีตาไดคีโทน 156
เบอร์คีเลียม 5, 75

ป
ปฏิกิริยาการจับนิวตรอน 68
ปฏิกิริยาการเปิดวง 185
ปฏิกิริยาซาแมเรียม-บาร์เบียร์ 185
ปฏิกิริยาต้านพอลิเมอไรเซชัน 187
ปฏิกิริยาเติมไฮโดรเจน 182
ปรากฏการณ์ทางสัมพัทธภาพ 17

ผ
ผลจากการห่อหุ้ม 22
ผลรวมเชิงเส้น 8
แผ่นจับ 80, 84
แผนภาพโกรเตรียน 133

พ
พลังงานโครงผลึก 24
พลังงานไอโอไนเซชัน 24
พลังงานไฮเดรชัน 24
พลูโทเนียม 5, 71
พารามิเตอร์แลตทิซ 103
เพชรรัสเซีย 185
เพรซีโอดิเมียม 3, 172
โพรแทกทิเนียม 4
โพรโทแอกทิเนียม 4
โพรมีเทียม 3
โพสิตรอนอิมิสชันโทโมกราฟี 175

ฟ
ฟลูออเรสเซนซ์เซนซิไทเซอร์ 178
ฟังก์ชันคลื่นเชิงมุม 8
ฟังก์ชันคลื่นเชิงรัศมี 8, 16
เฟร์ริแมกเนติก 183
เฟอร์เมียม 5, 77
แฟกเตอร์การแยก 46, 55, 58, 59

ม
มิชเมทัล 101, 172, 179

เมนเดเลเวียม 6, 79
แมกเนติกเรโซแนนซ์อิมเมจจิง 162
แม่เหล็กถาวร 172
โมเมนต์แม่เหล็ก 147
โมเมนตัมเชิงมุมของออร์บิทัล 132, 153, 191
โมเมนตัมเชิงมุมรวม 191, 193
โมเมนตัมเชิงมุมรวมของออร์บิทัล 132
โมเมนตัมเชิงมุมสปิน 191
โมลาร์ซัสเซปทิบิลิตี 147
ไมโครสเตต 191

ย

ยูเรเนียม 4
ยูเรเพล็กซ์ 146
ยูโรเพียม 4, 174

ร

รีเทนนิ่งไอออน 54, 55, 56
รีแล็กซิวิตี 164
แร่
- กาโดลิไนต์ 42
- คาร์โนไทต์ 66
- ซามาร์สไกต์ 7
- ซีโนไทม์ 42, 43
- ซีไรต์ 42
- บาสต์เนไซต์ 42, 43
- พิตช์เบลนด์ 66
- โมนาไซต์ 42, 43
- ยูซีไนต์ 42, 43

แรร์เอิร์ท 2, 38

ล

ลอว์เรนเซียม 6, 84
ลอส อลามอส 3
ลูทีเชียม 4, 175
เลขโคออร์ดิเนชัน 108, 118
เลเซอร์ 176
แลนทานัม 2, 3, 171
แลนทาไนด์เบา 107, 118
แลนทาไนด์หนัก 107, 118
โลหะผสม 101

ว

วัสดุกรองแสง 129
เวลาการผ่อนคลาย 162
เวลาการผ่อนคลายตามขวาง 163
เวลาการผ่อนคลายตามยาว 163
เวลาการผ่อนคลายตามยาวของอิเล็กตรอนสปิน 165
เวลาการผ่อนคลายสปิน-แลตทิซ 163
เวลาการผ่อนคลายสปิน-สปิน 163
เวลาสหสัมพันธ์ 165
แวดวงโคออร์ดิเนชัน 146

ส

สแกนเดียม 2, 3, 170
สเตต 132, 191
สถานะออกซิเดชันผสม 105

สปิน 132
สปินโมเมนต์ 148
สปินรวม 132
สเปกโทรสโกปี
ดูดกลืนแสง 38
เปล่งแสง 38
สัดส่วนโมล 141
สัมประสิทธิ์การแจกแจง 51, 52, 58
สัมประสิทธิ์เอกซ์ทิงชัน 127, 140
สารกระตุ้น 174
สารตัวนำยิ่งยวด 183
สารเกิดคอมเพล็กซ์ 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 146
สารเกิดคีเลต 52, 57
สารเพิ่มความคมชัดของภาพ 156, 162
สารสี 67, 172
เส้นใยนำแสง 175, 178
เสาอากาศ 138

ห
หลอดภาพซีอาร์ที 173
หลอดให้แสงสว่างด้วยคาร์บอนอาร์ก 171
หลักการกีดกันของเพาลี 200
แหล่งเก็บไฮโดรเจน 180
โหนด 10
โหลบ 10

อ
อนุกรม
แลนทาไนด์ 1
แอกทิไนด์ 1
ออร์บิทัล f 8
ออร์บิทัล g 65
ออร์บิทัลโมเมนต์ 148
อะเมริเซียม 5, 74
อัตราการผ่อนคลาย 164
อันตรกิริยาแบบขั้วคู่ 162
อัลคิลไอโซไซยาเนต 187
อิตเทรียม 2, 3, 171
อิตเทอร์เบียม 4, 175
อุปกรณ์ควบคุมระดับไมโคร 87
อุปกรณ์ตรวจจับออกซิเจน 185
อุปกรณ์วัดความเค้น 175
เอ็มอาร์ไอ 162
เออร์เบียม 4, 175
แอกทิเนียม 2, 4
แอนไอออนเอกซ์เชนเจอร์ 96
ไอน์สไตเนียม 5, 77
ไอออนกระตุ้น 177

ฮ
โฮลเมียม 4, 175

A

Abelson, P.H. 69
absorption peak 127
AC Thin Film EL 176
actinide series 1
actinides 1
actinium 2, 4, 7
activator 174
activator ion 177
air bag 173
aktinos 7
alloy 101
americium 5, 7
aminepolycarboxylic acid 114
Angular wave function 8
antenna 138
anti-glare mirror 173
Arrhenius, K.A. 33
Atomic Energy Research Establishment 82
attenuation 178

B

Bastnaesite 42
Bastnäs 34
Berkeley 7
berkelium 5, 7
Berzelius, J.J. 34
bicapped-trigonal bipyramid 111
binding constant 142
binding site 142
bioimaging probe 145
Bohr magneton 154
Boyd, G.E. 49
Brauner, B. 40
Browne, C.I. 78

C

abrera, B. 148
$CaCu_5$ 180
California 7
californium 5, 7
capped-octahedral 110
capped-trigonal prism 110
caprolactone 185
carbon arc lamp 171
Carnotite 66
catalytic converter 169
catcher foil 80
Cathode Ray Tube 173
$CeCo_5$ 180
Ceres 6, 34
ceria 34
cerite 34, 42
cerium 3, 6
cerium group 42, 107
chelate 52
chelating agent 52
chemosensor 144

Choppin, G.R. 82
coloring pigment 172
complexing agent 49
contact shift 159
contraction
  actinide 30
  lanthanide 26, 27, 29, 30
contrast agent 156, 162
coordination number 108
coordination sphere 146
coprecipitation 76
correlation time 165
Coryell, C.D. 40, 50
Cronstedt, A.F. 34
cross-section 73, 79, 189
CRT 173
Crystal Field Stabilization Energy 118
cube 110
Cubic set 8
cubic zirconia 185
Cunningham, B.B. 75, 77, 79, 87
Curie, M. 7, 75
curium 5, 7
cyclopentadiene 119
cyclotron 7, 70

D

daughter element 83
d-block 1
DCTA 118
d-d transition 128
de Boisbaudran 36
de Marignac 36
depolymerization 187
dfhd 158
Diamond, H. 78
didymia 35
didymium glass 129
didymos 6
dipolar interaction 162
distribution coefficient 51
dodecahedral 110, 111
DOTA 166, 167
Dowex-50 81, 97
dpm 157
DTPA 118, 166, 167
Durant, B. 153
Durant, P.J. 153
dysprositos 7
dysprosium 4, 7

E

earth 33, 38
eddy current 183
EDTA 118
Einstein, A. 7
einsteinium 5, 7
Ekeberg, A.G. 33

Electroluminescent display 176
electron configuration 18, 191
energy
  hydration 24
  ionization 24
  lattice 24
enhancing agent 162
equivalent electrons 197, 207
erbia 35
Erbia 35
erbium 4, 7
$Eu(dfhd)_3$ 157
$Eu(dpm)_3$ 157, 160
$Eu(facam)_3$ 157
$Eu(fod)_3$ 157
$Eu(hfbc)_3$ 157
$Eu(thd)_3$ 157
europium 4, 7
Euxenite 42
exchanger
  anion 96
  cation 96
excited-state lifetime 140, 146
exponential decay constant 140
extinction coefficient 127

F

f-type transition elements 38
facam 158
f-block 1
Fermi, E. 7, 63
fermium 5, 7
Fernandes, L. 40
ferrimagnetic substance 183
ferrocene 119
f-f transition 127
Fields, P.R. 78
filled 19
Fischer, W. 57
Flerov, G.N. 82
florentium 40
Fluorescence sensitizer 178
fluoride glass 178
fod 156, 159
Formation constant 114
fractionational separation 38
frequency doubling technique 177
Fried, S.M. 78
fuel cell 171

G

Gadolin, J. 7, 33, 75
gadolinite 33, 42
gadolinium 4, 7, 36
Gadolinium break 118
Gadolinium Gallium Garnet 178
Gadolinium Scandium Gallium Garnet 177
garnet 183

Gatti, R.C. 79
$Gd(DTPA)(H_2O)^{2-}$ 166, 167
$Gd(DTPA)^{2-}$ 166
$Gd(fod)_3$ 157
General set 8
gerade 11
GGG 178
Ghiorso, A. 74, 75, 76, 78, 82, 84
Glendenin, L.E. 40, 50
green element 183
green technology 182
green twin 6
Grotrian diagram 133
GSGG 177

H

Hahn, O. 64
half-filled 19
Harris, J.A. 40
Harvey, B.G. 82
HDEP 61
Heavy Ion Linear Accelerator 83
heavy lanthanides 107, 118
Hexone 92
hfbc 158
Higgins, G.H. 78
Highest Occupied Molecular Orbital 119
HILAC 83
Hirsch, A. 78
Hisinger, W. 34
hole formalism 205
holmium 4, 7
HOMO 119
Hopkins, B.S. 40
Huizenga, J.R. 78
Hund, F. 148
Hund's Rule 206
hydrogen storage 180
hydrogenation reaction 182

I

illinium 40
image enhancer 162
ion-exchange 40

J

James, C. 36
James, R.A. 74
jj coupling 132, 194

K

Kennedy, J.W. 71
kerosene 92
Klaproth, M.H. 34

L

La Chappelle, T.J. 71
$LaCo_5$ 180

$LaNi_5$ 180, 181
$LaNi_5H_6$ 181
lanthana 35
lanthanein 6
lanthanide
elements 38
series 1
lanthanides 1, 38
lanthanons 38
lanthanum 2, 3, 6
Laporte forbidden transition 128
Larsh, A.E. 84
Latimer, R.M. 84
lattice parameter 103
Lawrence, E.O. 7, 85
lawrencium 6, 7
light filter 129
light lanthanides 107, 118
linear combination 8
$Ln(Fe_{12})_xM_x$ 182
lobe 10
longitudinal electron spin relaxation time 165
longitudinal relaxation time 163
LS coupling 132, 193
luminescence 136
luminescent lifetime 145
Lutetia 7
lutetium 4, 7, 36

M

magnetic moment 147
Magnetic Resonance Imaging 156, 162
magneto-optic recording technology 174
Magnusson, L.B. 71
Manhatton Project 3
Manning, W.M. 78
Marinsky, J.A. 40, 50
McMillan, E.M. 69, 71
Mech, J.F. 78
Mendeleev, D. 7
mendelevium 6, 7
micromanipulator 87
microstate 191
microstates table 199
mischmetal 101
mixed-valence compounds 105
molar susceptibility 147
mole fraction 141
Monazite 42
Morgan, L.O. 74
Mosander, C.G. 35
MRI 156, 162, 173

N

National Laboratory
Argonne 57, 82
Los Alamos 3
Oak Ridge 40, 57

Nd:YAG 176
$Nd_2Fe_{14}B$ 182
NdFeB 172, 182
neodymium 3, 6
neos 6
neptunium 5
neutron capture 68
New Erbia 35
New Terbia 35
new twin 6
NMR 162
Nobel Institute for Physics 82
nobelium 6
node 10
non-equivalent electrons 197
nuclear fission 40
Nuclear Magnetic Resonance 162

O

octahedral 110
Old Erbia 35
Old Terbia 35
optical glass 184
orbital angular momentum 132, 191
overtone 136
oxygen sensor 185

P

parent element 84
Pauli's Exclusion Principle 200
Pearce, D.W. 49
pentagonal bipyramid 110
Peppard, D.F. 57, 58
Perlman, I. 75
permanent magnet 172
PET 175
Phillips, L. 79
photoluminescence 137
pigments 67
Pitchblende 66
plutonium 5
polycrase 42
Positron Emission Tomography 175
Powell, J.E. 54
$Pr(dfhd)_3$ 157
$Pr(dpm)_3$ 160
praseodymium 3, 6
prasios 6
Prometheus 6
promethium 3, 6, 40
protactinium 4, 7
protoactinium 4
protos 7
pseudocontact shift 160
Pyle, G.L. 78
pyrophoric 101, 180

Q
quenched 148, 155
quenching 146
R
Radial wave function 8
Rare Earth 2, 38
recoil
energy 84
technique 80
Relativistic effect 17
relaxation
process 162
rate 164
time 162
relaxivity 164
retaining ion 54
ring opening reaction 185
Rolla, L. 40
ruby laser 177
Russell-Saunders coupling 193
Russell, R.G. 49
S
samarium 4, 7
Samarium-Barbier reaction 185
Samarski, C.M. 7
samarskite 7
scandium 2, 3, 7
scandium triflate 186
Seaborg, G.T. 65, 71, 74, 75, 76, 78
second-order Zeeman effect 152
selection rule 127
separation factor 46
shielding 154
shift reagent 156
Sikkeland, T. 84
slow neutron 63
Sm_2Co_{17} 182
SmCo 173, 182
$SmCo_5$ 182
SmI_2 185
Smith, H.L. 78
solid support 169
solvent extraction 66
spectroscopy 38
absorption 38
emission 38
Spedding, F.H. 54
Spence, R.W. 78
spin 132
spin angular momentum 191
spin-lattice relaxation time 163
spin-only formula 148
spin-orbit coupling 132, 191
spin-spin relaxation time 163
square antiprism 110, 111
Stability constant 114

state 132, 191
steady-state magnetization 164
Stealth technology 173
Stockholm 7
Strassmann, F. 64
Street, Jr., K. 76
Streiweiser, A. 119
stress guage 175
Studier, M.H. 78
subshell 8
  filled 19
  half-filled 19
substrate 159
superconductor 183

T

TBP 57, 58, 61, 90, 92
temperature independent paramagnetism 152
Terbia 35
terbium 4, 7
term 132, 191
TETA 166, 167
thd 156
Thompson, S.G. 75, 76, 77, 78, 82
Thor 7
thorium 4, 7
Thule 7
thulium 4, 7
TIP 152
Tompkins, E.R. 49
total angular momentum 191, 193
total angular momentum quantum number 193
total orbital quantum number 193
total spin quantum number 193
tracer technique 70, 86
transuranium elements 31
transverse magnetization 164
transverse relaxation time 163
tricapped-trigonal prism 111
trigonal prism 110
tri-n-butyl phosphate 57

U

ungerade 11
uranium 4
uranocene 119
uraplex 146
Urbain, G. 36

V

Van Vleck, J.H. 151
von Welsbach, C.A. 36

W

Wahl, A.C. 71
Wallmann, J.C. 77, 79, 87

Warf, J.C. 57
Weaver, B. 57
Werner, L.B. 75, 87
X
xenon flash-lamp 177
Xenotime 42
Y
$Y_2Ba_4Cu_8O_{16}$ 184
YAG 176
$Yb(dfhd)_3$ 157
$YBa_2Cu_3O_7$ 184
YBCO 184
yig 183
Yntema, L.F. 40
YSGG 178
ytterbium 4, 7
Ytterby 7, 33
yttria 34
yttrium 2, 3, 7
Yttrium Aluminium Garnet 176
yttrium earth 28
yttrium group 42, 107
Yttrium Scandium Gadolinium Garnet 178
Z
ZBLAN 178
β
β-diketone 156

ซื้อ
16 พ.ค. 55

สัมพันธ์ วงศ์นาวา
ธาตุกลุ่มเอฟ : แลนทาไนด์และแอกทิไนด์ / สัมพันธ์ วงศ์นาวา.
1. ธาตุหายาก. 2. แอกติไนด์
546.41
ISBN 978-974-03-2920-6
สพจ. 1598

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110013635

เลขหมู่ 546.41 ส 612 2555
เลขทะเบียน 19032
วันที่ 16 พ.ค. 2555
113910

สรรคุณค่าวิชาการ สู่สังคม
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2555
การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้น
ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดจำหน่าย **ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา **ศาลาพระเกี้ยว** โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441
สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881-2 โทรสาร 0-2254-9495
ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165
ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135
ม.บูรพา จ.ชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239
โรงเรียนนายร้อย จปร. จ.นครนายก โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023
จัตุรัสจามจุรี (CHAMCHURI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5301-2 โทรสาร 0-2160-5304
รัตนาธิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405
Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433 http://www.chulabook.com

เครือข่าย **ศูนย์หนังสือ ม.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย** โทร. 0-5391-7020-4 โทรสาร 0-5391-7025
ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-7567-3652
ร้านหนังสือบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) รามคำแหง 43/1 โทร. 0-2538-2573 โทรสาร 0-2539-7091
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเชียงราย จ.เชียงราย โทร. 0-5377-6000
ศูนย์หนังสือ ม.อุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี โทร. 0-4535-3140, 0-4528-8400-3 ต่อ 1803 โทรสาร 0-4535-3145
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี โทร. 0-7735-5466, 0-7791-3333 โทรสาร 0-7735-5468
ศูนย์หนังสือโรงเรียนเทคโนโลยีไออาร์พีซี จ.ระยอง โทร. 0-3889-9130-2 ต่อ 331 โทรสาร 0-3889-9130 ต่อ 301
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี โทร. 0-3642-7485-93

ร้านค้า, หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อแผนกขายส่ง สาขารัตนาธิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405
กองบรรณาธิการ : จุฑามาศ ตั้งจิตทวีชัย
พิสูจน์อักษร : รวิวรรณ จันทรแม้น
ออกแบบปก : หจก. ขอบและทำ โทร. 0-2447-2464, 08-1642-0419
ออกแบบรูปเล่ม : ดิษฐนันท์ ชาเสน
พิมพ์ที่ : บริษัทแอคทีฟพริ้นท์ จำกัด โทร. 0-2215-7698 โทรสาร 0-2214-0038

12
สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี