สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ค
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
บทที่ 2 ทฤษฎี และ หลักการวิเคราะห์ 3
2.1 ทฤษฎี 3
2.2 หลักการวิเคราะห์ 10
2.2.1 ธาตุเหล็ก(Fe) 10
2.2.2 ธาตุโครเมียม(Cr) 10
2.2.3 ธาตุอลูมิเนียม(Al) 12
2.2.4 การแทรกสอด 13
บทที่ 3 การทดลอง 15
3.1 อุปกรณ์การทดลอง 15
3.1.1 เครื่องกำเนิดรังสีนิวตรอน 15
3.1.2 สารกัมมันตรังสีมาตรฐาน 16
3.1.3 ระบบของเครื่องวัดสเปกตรัมรังสีแกมมา
(Gamma-ray Spectroscopy) 16
3.1.3.1 หัววัดรังสีแกมมา (Detector;HP-Ge) 17
3.1.3.2 แหล่งจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูง
(HighVoltagePower Supply; HV) 18
3.1.3.3 ภาคขยายส่วนหน้า (Pre-Amplifier;Pre-Amp) 18

3.1.3.4 ภาคขยายหลัก (Amplifire - Amp) 18
3.1.3.5 เครื่องวิเคราะห์ความสูงของสัญญาน
(PulseHeight Analyzer) 18
3.1.3.6 ส่วนแสดงผล (Display Unit) 19
3.1.3.7 ส่วนประกอบอื่นๆ ของการทดลอง 19
3.2 การทดลอง 20
3.2.1 การสอบเทียบพลังงานของเครื่องวัดรังสีแกมมา 20
3.2.2 การหาค่าประสิทธิภาพ (photopeak efficiency)
ของระบบหัววัดสเปกตรัมรังสีแกมมา 20
3.2.3 การอาบรังสีนิวตรอน 21
3.2.4 การหาขอบเขต (Detection Limit) การตรวจวัดธาตุเหล็ก
และโครเมียมโดยวิธีแบบ FNAA 22
3.2.5 การวัดกัมมันตรังสี 22
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 23
4.1 การวิเคราะห์ความหนาแน่นฟลักซ์ของนิวตรอน 23
4.2 การวิเคราะห์สเปกตรัมของรังสีแกมมา 23
4.2.1 การวิเคราะห์สเปกตรัมของเหล็กในไพลิน 24
4.2.2 การวิเคราะห์สเปกตรัมของโครเมียมในทับทิม 27
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 29
5.1 ผลการวิเคราะห์ทับทิม 29
5.2 ผลการวิเคราะห์ไพลิน 29
เอกสารอ้างอิง 31

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การหาค่าต่างๆ ของระบบเครื่องวัดรังสีแกมมา
แบบ (HP-Ge)Spectrometer 32
ภาคผนว ก.1 การสอบเทียบพลังงานของเครื่องวัดรังสีแกมมา
แบบ(HP-Ge) Spectrometer 32
ภาคผนวก ก.2 การหาประสิทธิภาพ(photopeak efficiency;ε)
ของระบบหัววัด 35
ภาคผนวก ก.3 การหาขอบเขต(Detection Limit) การตรวจวัดธาตุเหล็ก
และโครเมียมโดยวิธี FNAA 39
ภาคผนวก ข การคำนวณหาฟลักซ์ของนิวตรอนและปริมาณของธาตุเหล็ก
และโครเมียมในทับทิมและไพลิน 45
ภาคผนวก ข.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยของ photopeak area 45
ภาคผนวก ข.2 การคำนวณหาความหนาแน่นพลักซ์ของนิวตรอน 48
ภาคผนวก ข.3 การคำนวณหาปริมาณของเหล็กและ
โครเมียมในทับทิมและไพลิน 52
โปรแกรมการคำนวณ Irradiation Time 59
โปรแกรมการคำนวณ Neutron flux 60
โปรแกรมการคำนวณ Mass of Elements 61
ภาคผนวก ค แสดงแผ่นภาพการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีขนิดต่างๆ 62
ภาคผนวก ค.1 แผ่นภาพการสลายตัวของ $^{24}_{11}Na$ ในปฏิกิริยานิวเคลียร์
$^{27}_{13}Al(n,\alpha)^{24}_{11}Na$ 62
ภาคผนวก ค.2 แผ่นภาพการสลายตัวของ $^{56}_{25}Mn$ ในปฏิกิริยานิวเคลียร์
$^{56}_{26}Fe(n,p)^{56}_{25}Mn$ 63
ภาคผนวก ค.3 แผ่นภาพการสลายตัวของ $^{52}_{23}V$ ในปฏิกิริยานิวเคลียร์
$^{52}_{24}Cr(n,p)^{52}_{23}V$ 65

ภาคผนวก ง อันตรกิริยาของรังสีแกมมากับมวลสาร
(Interaction of Gamma Rays with Matter) 68
ภาคผนวก ง.1 การดูดกลืนโฟโตอิเล็กตริก (Photoelectric absorption) 68
ภาคผนวก ง.2 การกระเจิงแบบคอมป์ตัน (Compton Scattering) 68
ภาคผนวก ง.3 การผลิตคู่ (Pair Production) 69
ประวัติการศึกษา 70

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณของธาตุเจือปนในทับทิมจากแหล่งต่างๆ 1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างนิวตรอนพลังงาน 14 MeV กับธาตุเหล็ก 11

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างนิวตรอนพลังงาน 14 MeV กับธาตุโครเมียม 11

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างนิวตรอนพลังงาน 14 MeV กับธาตุอลูมิเนียม 12

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลที่อาจจะเกิดการแทรกสอดต่อปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างนิวตรอนพลังงาน 14 MeV กับเหล็กโครเมียมและอลูมิเนียม 14

ตารางที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆในระบบเครื่องวัดสเปกตรัมของรังสีแกมมา 17

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความหนาแน่นฟลักซ์ของนิวตรอนที่ใช้อาบทับทิมและไพลิน 23

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า photopeak area ของรังสีแกมมาจากธาตุเหล็กในไพลินเบอร์(SAS 001) 24

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า photopeak area ของรังสีแกมมาจากธาตุเหล็กในไพลินเบอร์(SAS 002) 24

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า photopeak area ของรังสีแกมมาจากธาตุโครเมียมในทับทิมเบอร์(RAS001) 27

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก และโครเมียมโดยวิธีแบบ FNAA และโดยวิธีแบบ X-ray fluorescence 30

ตารางที่ ผ.ก.1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน (E_γ) กับ photopeak position (channel) 33

ตารางที่ ผ.ก.2 แสดงข้อมูลของสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน(gamma Source)
ที่นำมาวัดเมื่อครั้งวันที 9-11-1998 35

ตารางที่ ผ.ก.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน(E_γ)กับประสิทธิภาพ(ε)
ของหัววัดแบบ (HP-Ge)Spectrometer ที่ระยะติดกับหัววัด ... 37

ตารางที่ ผ.ก.4 แสดงค่าความหนาแน่นฟลักซ์ของนิวตรอน
สำหรับ Fe_2O_3 40

ตารางที่ ผ.ก.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวล
ของ Fe_2O_3 กับ ค่า C_o/Flux 40

ตารางที่ ผ.ก.6 แสดงค่าความหนาแน่นฟลักซ์ของนิวตรอน
สำหรับ Cr_2O_3 43

ตารางที่ ผ.ก.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวล
ของ Cr_2O_3 กับค่า C_o/Flux 43

ตารางที่ ผ.ข.1 แสดงค่า photopeak area ของรังสีแกมมาที่พลังงาน 1433 keV
ณ เวลาหยุดอาบรังสีนิวตรอน (t_d=0) สำหรับทับทิม 46

ตารางที่ ผ.ข.2 แสดงค่า photopeak area ของรังสีแกมมาที่ พลังงาน 846 keV
ณ เวลาหยุดอาบรังสีนิวตรอน (t_d= 0) สำหรับไะลิน 47

ตารางที่ ผ.ค.1 แสดงความแตกต่างระหว่าง branching ratio (β^-)
และ gamma fraction ในการสลายตัวของ $^{24}_{11}Na$ 63

ตารางที่ ผ.ค.2 แสดงความแตกต่างระหว่าง branching ratio (β^-)
และ gamma fraction ในการสลายตัวของ $^{56}_{25}Mn$ 65

ตารางที่ ผ.ค.3 แสดงความแตกต่างระหว่าง branching ratio (β^-)
และ gamma fraction ในการสลายตัวของ $^{52}_{23}V$ 67

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงกัมมันตรภาพรังสีของนิวเคลียสใดๆเมื่อถูกอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลานาน (t_a) มี decay time (t_d) และ counting time (t_c) 7

รูปที่ 3.1 เครื่องกำเนิดรังสีนิวตรอน รุ่น J-25 ขนาด 150 kV 1.5 mA 15

รูปที่ 3.2 แสดงระบบของเครื่องวัดสเปกตรัมรังสีแกมมา 16

รูปที่ 3.3 แสดงวิธีการอาบสารตัวอย่าง และ ฟลักซ์มอนิเตอร์ ด้วยรังสีนิวตรอนพลังงานสูง (14 Me) 21

รูปที่ 4.1 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง photopeak area ของรังสีแกมมาจากเหล็กในไพลินเบอร์(SAS 001) ที่พลังงาน 846 keV กับ decay time (t_d) ซึ่งมี ครึ่งชีวิต $T_{1/2}$ = 2.7 ชั่วโมง 25

รูปที่ 4.2 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง photopeak area ของรังสีแกมมาจากเหล็กในไพลินเบอร์(SAS 002)ที่พลังงาน 846 keV กับ decay time (t_d) ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิต $T_{1/2}$ = 2.8 ชั่วโมง 26

รูปที่ 4.3 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง photopeak area ของรังสีแกมมาจากโครเมียมในทับทิมเบอร์(RAS 001)ที่พลังงาน 1433 keV กับ decay time (t_d)ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิต$T_{1/2}$ = 3.86 นาที 28

รูปที่ ผ.ก.1 เส้นกราฟสอบเทียบพลังงานของระบบเครื่องวัดรังสีแกมมา แบบ(HP-Ge)spectrometer 34

รูปที่ ผ.ก.2 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง photopeak กับพลังงาน (E_γ) ของหัววัดแบบ(HP-Ge)spectrometer ที่ระยะติดกับหัววัด 38

รูปที่ ผ.ก.3 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวล ของ Fe_2O_3กับค่า C_o/Flux 41

รูปที่ ผ.ก.4 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวล
ของ Cr_2O_3 กับค่า C_o/Flux 44
รูปที่ ผ.ข.1 Spectrum ของไพลินเบอร์ (SAS001) 56
รูปที่ ผ.ข.2 Spectrum ของไพลิน เบอร์(SAS002) 57
รูปที่ ผ.ข.3 Spectrum ของทับทิมเบอร์(RAS001) 58
รูปที่ ผ.ง.1 แสดงภาพการกระเจิงแบบคอมป์ตันของโฟตอน 69

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University