

ชื่อเรื่อง การศึกษาอันตรกิริยาของโฟตอนต่ออัลลอยเพื่อประยุกต์ใช้ในการเป็น
วัสดุป้องกันรังสี

ผู้วิจัย นายฐนสพล ปรีชาญาณ และ นางสาวณัฐกฤตา จันทิมา

สาขาวิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอันตรกิริยาของโฟตอนต่ออัลลอยคือ เหริยญาปณ์
อมัลกัม แหวนเงินและแหวนทองเหลือง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์ธาตุ
ด้วยการเรืองแสงรังสีเอ็กซ์แบบ EDS จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างอัลลอย พบว่ามี
ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ทองแดง และนิกเกิล ยกเว้น อมัลกัมที่มีปรอทเป็นธาตุหลัก
การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลโดยใช้โปรแกรม WinXCom ด้วยวิธีการคำนวณทาง
ทฤษฎีในช่วงพลังงาน 1 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ถึง 100 จิกะอิเล็กตรอนโวลต์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์
การลดทอนเชิงมวลที่ได้ประกอบด้วยอันตรกิริยาย่อยที่สอดคล้องกับพลังงาน 3 ช่วง คือ ช่วง
พลังงานต่ำ 1 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ถึง 1 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
ช่วงกลางพลังงาน 1 ถึง 100 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ เกิดการกระเจิงแบบคอมป์ตัน ช่วงพลังงานสูง
100 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ถึง 100 จิกะอิเล็กตรอนโวลต์ เกิดกระบวนการผลิตคู่ ในช่วงพลังงานต่ำ
ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของตัวอย่างอัลลอยโลหะผสมมีความไม่ต่อเนื่องของการ
เปลี่ยนแปลงค่าในแต่ละพลังงานของโฟตอนเกิดขึ้นแตกต่างกันไป เป็นผลมาจากปรากฏการณ์โฟ
โตอิเล็กตริกรอบๆ ขอบการดูดกลืนพลังงานชั้น K, L และ M ของธาตุที่แตกต่างกันในอัลลอยโลหะ
ผสมแต่ละชนิด ตัวอย่างอัลลอยโลหะผสมมีค่าทางสมบัติการป้องกันรังสีมากกว่าคอนกรีต
มาตรฐานในช่วงพลังงาน 3 – 5 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ 13 – 300 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ และ 5 เมกะ
อิเล็กตรอนโวลต์ – 100 จิกะอิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : อันตรกิริยาของโฟตอน/ เหริยญาปณ์/ อมัลกัม/ แหวนเงิน/ แหวนทองเหลือง

Research Title	Photon Interaction Study on Alloys for Radiation Shielding Materials Application
Researcher	Mr. Tanasapon Preechayan and Ms. Natthakridta Chanthima
Program	Physics
Academic Year	2015

Abstract

In this research the photon interaction of alloys had been studied. Coin, amalgam, silver ring and brass ring were used as the sample materials. The composition of alloy was analyzed by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer (EDXRF). It was found that the main composition of alloy is copper and nickel except for the amalgam; it has mercury as main composition. The mass attenuation coefficient of the alloy had been calculated by theoretical approach using WinXCom program for the photon energy band from 1 keV to 100 GeV. It was observed that there are three energy ranges relative to the partial processes photoelectric absorption at low energies (1 keV – 1 MeV) Compton scattering at intermediate energies (1 – 100 MeV) and pair production at high energies (100 MeV – 100 GeV). The discontinuous jump of radiation parameters illustrate that it arise from photoelectric effect around K-, L- and M-absorption edge of sample element compositions at low photon energies. The sample of alloy was shown the higher value of radiation shielding properties than all of standard shielding concretes at the photon energy range above 3 – 5 keV, 13 – 300 keV and 5 MeV – 100 GeV, respectively.

Keywords : Photon interaction / Coin/ Amalgam/ Silver ring/ Brass ring

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาอันตรกิริยาของโฟตอนต่ออัลลอยเพื่อประยุกต์ใช้ในการเป็นวัสดุป้องกันรังสี (Photon Interaction Study on Alloys for Radiation Shielding Materials Application) มีวัตถุประสงค์หลักคือการศึกษาวิเคราะห์เชิงทฤษฎีและการทดลอง เกี่ยวกับอันตรกิริยาของโฟตอนต่ออัลลอยประเภทต่างๆ สำหรับการประยุกต์ใช้งานเป็นวัสดุกำบังรังสี โดยเฉพาะวัสดุกำบังรังสีแกมมา งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานงบประมาณ พ.ศ. 2558 และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือหลายฝ่าย ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และทรัพยากรสำหรับการทำวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานงบประมาณ ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ฐนสพล ปรีชาญาณ

ณัฐกฤตา จันทิมา

วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช

บทที่

1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ผลงานวิจัยที่ผ่านมา	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2 หลักการ/ทฤษฎี	8
การกระทำของรังสีกับวัตถุ	8
อันตรกิริยาของรังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมา	9
กระบวนการดูดกลืนของรังสีแกมมา	12
สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล	16
อัมัลกัม	17
เงิน	18
ทองแดง	19
ดีบุก	19

บทที่

3 วิธีดำเนินการวิจัยและทดลอง	21
วิธีการดำเนินงานวิจัย	21
วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	22
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	22
เครื่องอิเล็กทรอนิกส์พลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์แบบกระจายพลังงาน	22
โปรแกรม WinXCom	23
แผนผังแสดงการทดลอง	25
4 ผลการวิจัยและทดลอง	26
ผลการวิจัยและทดลอง	26
ปัญหาและอุปสรรค	42
5 สรุปผลการวิจัยและทดลอง	43
สรุปผลการวิจัยและทดลอง	43
ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	52
ประวัติผู้วิจัย	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ส่วนประกอบของธาตุสำหรับอัลลอยโลหะผสมที่ใช้ในงานวิจัย	26

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
2.1 การลดลงของรังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมา	9
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของพลังงาน โฟโตอิเล็กทริก และพลังงานโฟตอน	13
2.3 การเกิดกระบวนการการผลิตคู่	14
2.4 การชนแบบคอมป์ตันเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นระหว่างโฟตอนและอิเล็กตรอน	15
2.5 ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงต่างๆ แสดงถึงโอกาสของการเกิดการกระเจิงแบบคอมป์ตัน	15
2.6 โอกาสในการเกิดกระบวนการโฟโตอิเล็กทริก การกระเจิงแบบคอมป์ตันและกระบวนการผลิตคู่ในตัวกลาง	16
3.1 ตัวอย่างอัลลอยโลหะผสมที่ใช้ในงานวิจัย	22
3.2 เครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์แบบกระจายพลังงาน	23
3.3 หน้าแรกของโปรแกรม WinXCom	24
3.4 รูปแบบของโปรแกรม WinXCom	24
4.1 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของตัวอย่างอัลลอยโลหะผสมในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 100 GeV	28
4.2 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอัลลอยโลหะผสมในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 1 MeV	29
4.3 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอัลลอยโลหะผสมในช่วงพลังงาน 1 ถึง 100 MeV	29
4.4 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอัลลอยโลหะผสมในช่วงพลังงาน 100 MeV ถึง 100 GeV	30
4.5 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและอันตรกิริยาอ่อนของเหรียญกษาปณ์	31
4.6 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและอันตรกิริยาอ่อนของอมัลกัม	31
4.7 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและอันตรกิริยาอ่อนของแหวนเงิน	32
4.8 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและอันตรกิริยาอ่อนของแหวนทองเหลือง	32
4.9 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของเหรียญกษาปณ์กับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 100 GeV	33

ภาพประกอบที่	หน้า
4.10 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของเหรียญกษาปณ์กับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 1 MeV	34
4.11 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของเหรียญกษาปณ์กับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 MeV ถึง 100 MeV	34
4.12 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของเหรียญกษาปณ์กับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 100 MeV ถึง 100 GeV	34
4.13 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอมัลกัมกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 100 GeV	35
4.14 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอมัลกัมกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 1 MeV	35
4.15 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอมัลกัมกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 MeV ถึง 100 MeV	36
4.16 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของอมัลกัมกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 100 MeV ถึง 100 GeV	36
4.17 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนเงินกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 100 GeV	37
4.18 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนเงินกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 1 MeV	37
4.19 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนเงินกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 MeV ถึง 100 MeV	38
4.20 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนเงินกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 100 MeV ถึง 100 GeV	38
4.21 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนทองเหลืองกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 100 GeV	39
4.22 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนทองเหลืองกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 keV ถึง 1 MeV	39

ภาพประกอบที่

หน้า

4.23 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนทองเหลืองกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 1 MeV ถึง 100 MeV	40
4.24 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแหวนทองเหลืองกับคอนกรีตมาตรฐานในช่วงพลังงาน 100 MeV ถึง 100 GeV	40