บทที่ 4

วัสดุอุปกรณ์การวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัย

4.1 วัสดุและอุปกรณ์

4.1.1 ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน อเมริเซียม-241/เบริลเลียม (Americium-241/Beryllium, ^{241}Am/Be) ความแรง 1.11 กิกะเบคเคอเรล(Bg) หรือ 30 มิลลิคูรี จำนวน 3 ตัว ซึ่งรวมเป็นความแรงทั้งหมดเท่ากับ 3.33 กิกะเบคเคอเรล หรือ 90 มิลลิคูรี

4.1.2 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา ซีเซียม-137 (Cecium-137) ความแรง 10 มิลลิคูรี ($3.7x10^8$ เบคเคอเรล)

4.1.3 หัววัดนิวตรอนแบบแก้วเรืองรังสีชนิด NE-905 (Li-Glass Scintillation Detector) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร

4.1.4 อุปกรณ์นับรังสี ประกอบด้วย

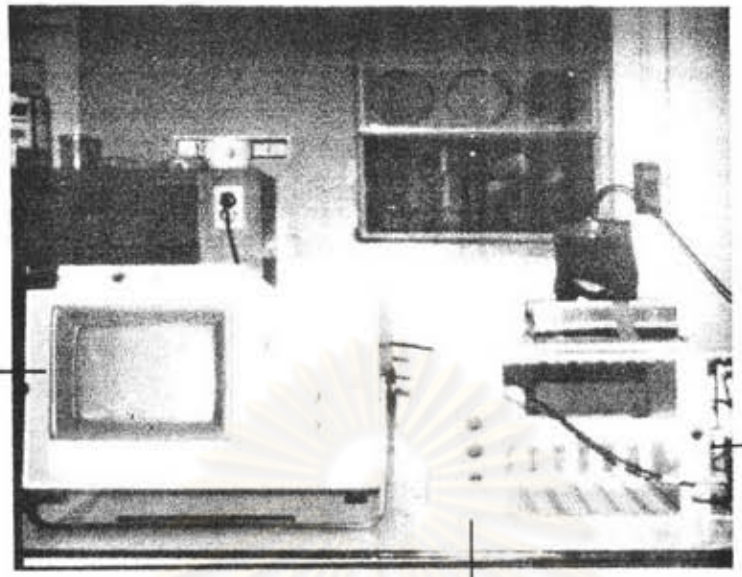
4.1.4.1 NT 1003A NIM BIN Power Supply

4.1.4.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power Supply) ORTEC 450

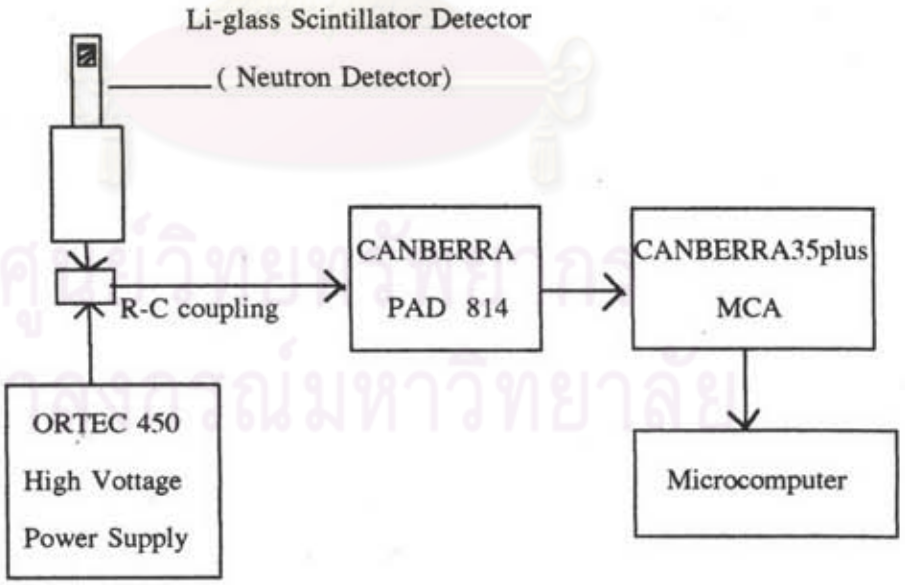
4.1.4.3 อุปกรณ์ขยายส่วนหน้า ขยายสัญญาณหลักและตัดสัญญาณรบกวน (Preamplifier Amplifier Discriminator) CANBERRA PAD 814

4.1.4.4 เครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่อง (Multichannel Analyzer, MCA) CANBERRA Model 35 plus

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



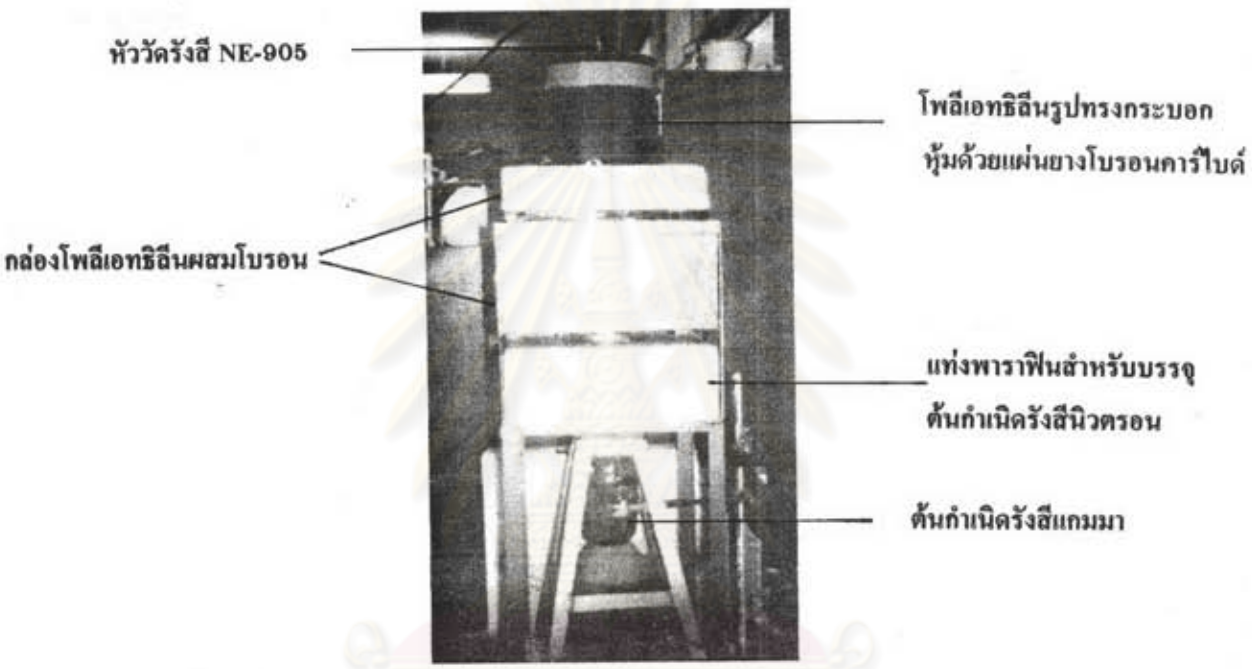
รูปที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์นับรังสี



รูปที่ 4.2 แผนผังการจัดอุปกรณ์นับรังสี

4.1.5 แผ่นแคดเมียม (Cadmium, Cd) ขนาด 30 ซม. x 30 ซม. x 0.05 ซม. สำหรับดูดจับนิวตรอนช้า

4.1.6 แผ่นยางผสมโบรอนคาร์ไบด์ (Boron carbide, B_4c) ขนาด 30 ซม. x 30 ซม. x 0.35 ซม. สำหรับดูดจับนิวตรอนช้า



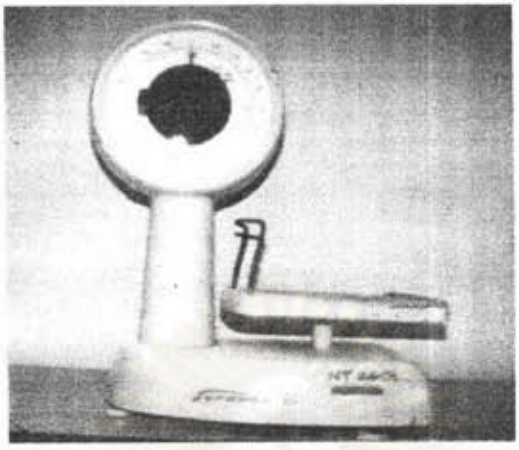
รูปที่ 4.3 แสดงระบบวัดรังสีส่วนหน้า

4.1.7 แท่งพาราฟินตันขนาด 30 ซม. x 30 ซม. x 14 ซม. สำหรับบรรจุต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน

4.1.8 กล่องโพลีเอทธิลีนผสมโบรอนสำหรับกำบังรังสีนิวตรอน ขนาด 30 ซม. x 30 ซม. x 10 ซม. สำหรับบรรจุตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังและบรรจุโพลิเอทธิลีนรูปทรงกระบอก

4.1.9 โพลีเอทธิลีนรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 ซม. สูง 15 ซม. มีช่องเจาะเป็นรูปทรงกระบอกตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. ลึก 11 ซม. สำหรับบรรจุหัววัดรังสีนิวตรอนชนิดแก้วเรืองรังสี

4.1.10 เครื่องชั่งน้ำหนัก Teraoka NT 24-01 สำหรับชั่งน้ำหนักในการหาปริมาณความชื้นของแป้งมันสำปะหลัง



รูปที่ 4.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

4.1.11 ตู้อบไฟฟ้า สำหรับอบไล่ความชื้นของแป้งมันสำปะหลัง

รูปที่ 4.4 ตู้อบไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีนิวตรอนเร็วในการหาปริมาณความชื้นในแป้งมันสำปะหลัง การวิจัยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 การศึกษาการวัดรังสีนิวตรอนและแกมมาโดยใช้หัววัดแก้วเรืองรังสี ชนิด NE-905

4.2.1.1 ศึกษาการปรับเทียบมาตรฐานหัววัดรังสี NE-905 โดยใช้สารรังสีแกมมามาตรฐาน

ได้ทำการปรับเทียบหัววัดรังสีชนิด NE-905 โดยใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน คือ โซเดียม-22 (Na-22) ซีเซียม-137 (Cs-137) และ แมงกานีส-54 (Mn-54) ซึ่งทราบค่าพลังงาน ผลการปรับเทียบวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.1

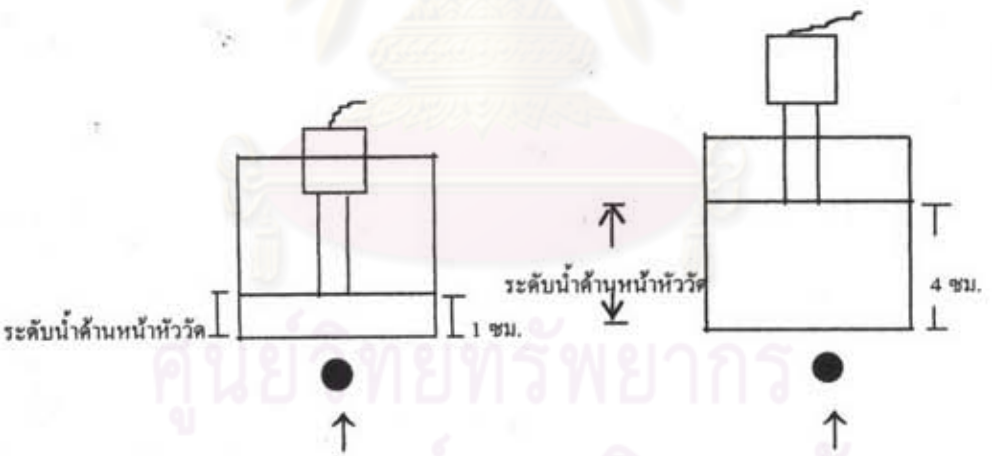
4.2.1.2 การศึกษาสเปกตรัมที่ได้จากการวัดรังสีแกมมาและนิวตรอน

การวิจัยนี้ได้ทำการวัดรังสีนิวตรอนและแกมมาจากต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ได้แก่ อเมริเซียม-241 / เบริลเลียม (Americium-241/ Beryllium) และต้นกำเนิดรังสีแกมมา ได้แก่ ซีเซียม-137 (Cecium-137) เพื่อศึกษาตำแหน่งของพีค (peak) ที่ได้จากนิวตรอนและช่วงพลังงานต่อเนื่องของคอมพ์ตัน (Compton Continuum) ผลการวิจัยแสดงไว้ในรูปที่ 5.2 , 5.3 และ5.4

4.2.2 การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการวัดรังสีนิวตรอนเร็วด้วยหัววัดรังสี NE-905

4.2.2.1 ศึกษาผลของระดับน้ำด้านหน้าหัววัดรังสีต่อการวัดนิวตรอนเร็ว

การวิจัยนี้ได้ทำการวัดรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดจากนิวตรอนเร็วชนกับน้ำที่อยู่ด้านหน้าหัววัด โดยเพิ่มระดับของน้ำในภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างที่อยู่ระหว่างหัววัดรังสีกับต้นกำเนิดนิวตรอนโดยเพิ่มระดับตั้งแต่ 0,1,2,3...,9 เซนติเมตร ดูจำนวนนับรังสีนิวตรอนที่แต่ละระดับ ผลการวิจัยอยู่ในตารางที่ 5.2 และแสดงในรูปที่ 5.5

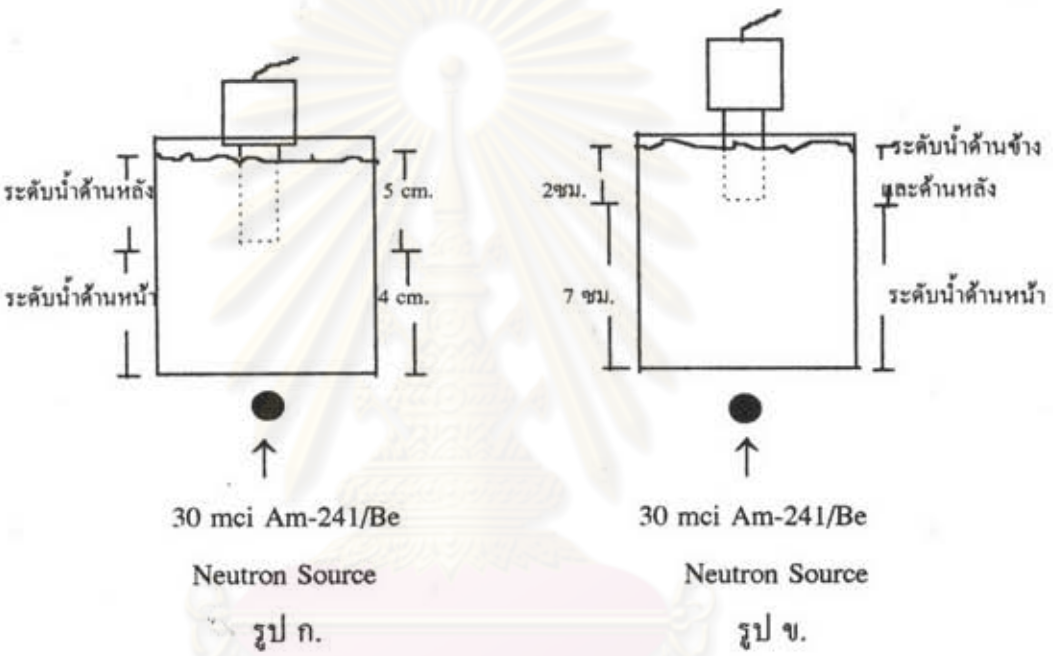


รูป ก. รูป ข.

รูปที่ 4.5 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ในการศึกษาผลของระดับน้ำด้านหน้าหัววัดรังสีต่อการวัดนิวตรอนเร็วด้วยหัววัดรังสี NE-905

4.2.2.2 การทดลองหาระยะของน้ำด้านข้างและด้านหลังที่เหมาะสม ในการวัดรังสีนิวตรอนด้วยหัววัด NE-905

ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 4.2.2.1 แต่เพิ่มน้ำด้านหลังหัววัดรังสีให้คงที่เพื่อหาระยะที่ให้ค่าการวัดรังสีนิวตรอนด้วยหัววัดรังสี NE-905 ได้ค่าที่ให้ผลดีที่สุด ผลการวิจัยอยู่ในตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.6

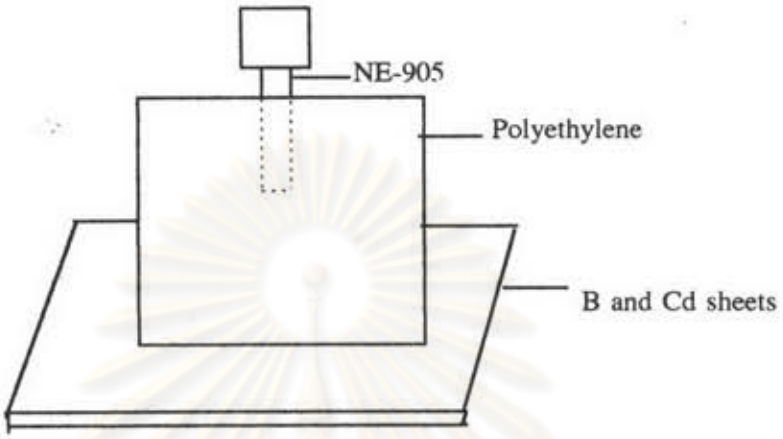


รูปที่ 4.6 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ในการศึกษาผลของระดับน้ำด้านข้างและด้านหลังต่อการวัดนิวตรอนเร็วด้วยหัววัดรังสี NE-905

4.2.3 การหาสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของรังสีนิวตรอนเร็วและแกมมากับปริมาณของแป้งมันสำปะหลังแห้ง

ทำการทดลองโดยใช้หัววัดรังสี NE-905 ซึ่งอยู่ในโพลีเอทธิลีนรูปทรงกระบอกวัดรังสีนิวตรอนเร็วและแกมมาที่ทะลุผ่านตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังแห้งปริมาณต่าง ๆ กัน แต่เนื่องจากหัววัดรังสี NE-905 เหมาะสำหรับการวัดนิวตรอนช้า โดยอาศัยปฏิกิริยา $^{6}Li(n,\alpha)^{3}H$ ซึ่งมีค่าภาคตัดขวางนิวตรอนสูงเมื่อพลังงานของนิวตรอนต่ำ ดังนั้นในการใช้หัววัดรังสี NE-905 วัดนิวตรอนเร็ว จะต้องมีตัวหน่วงนิวตรอน (ในที่นี้ใช้โพลีเอทธิลีนรูปทรงกระบอก) ล้อมรอบหัววัด

รังสี NE-905 ไว้ก่อน นอกจากนี้เพื่อป้องกันมิให้นิวตรอนช้าจากภายนอกเข้าไปสู่ระบบวัดนิวตรอนเร็ว จึงได้ใช้แผ่นแคดเมียมและโบรอนหุ้มรอบโพลีเอทธิลีนรูปทรงกระบอกไว้ก่อน



รูปที่ 4.7 แผนภาพการจัดหัววัดรังสี NE-905 สำหรับการวัดนิวตรอนเร็ว

4.2.4 การปรับเทียบ (Calibrate) การวัดความชื้นในแป้งมันสำปะหลังชนิดผง โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีนิวตรอนเร็วและรังสีแกมมา

การวิจัยที่ผ่านมาได้ผลการตอบสนอง ของการวัดนิวตรอนและแกมมากับปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง การทำการทดลองวัดความชื้นของแป้งมันสำปะหลังและปริมาณของแป้งมันสำปะหลังที่ต่าง ๆ กัน เพื่อนำมาสร้างกราฟปรับเทียบ โดยนำแป้งมันสำปะหลังในปริมาณต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 300-700 กรัม ซึ่งมีความชื้นต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 0-15% มาวัดรังสีนิวตรอนเร็วและแกมมาที่ทะลุผ่านด้วยหัววัดรังสี NE-905 ข้อมูลจำนวนนับรังสีและความชื้นของแป้งมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 5.7 กับ 5.8 และรูปที่ 5.9 กับ 5.10

4.2.5 การปรับเทียบการวัดความชื้นในแป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ด โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีนิวตรอนเร็ว และรังสีแกมมา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

-นำแป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ดน้ำหนัก 700 กรัม ซึ่งมีความชื้นอยู่ระหว่าง 0-15% มาทำการวัดรังสีนิวตรอนเร็วและแกมมาที่ทะลุผ่านด้วยหัววัดรังสี NE-905 ข้อมูลจำนวนนับรังสีและความชื้นของแป้งมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 5.9และ5.10 และ รูปที่ 5.11 และ5.12

I17012132

4.2.6 การทดลองวัดความชื้นในแป้งมันสำปะหลังชนิดผงและชนิดเม็ด

นำตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังชนิดผงและชนิดเม็ดน้ำหนักประมาณ 700 กรัม ที่มีความชื้นแตกต่างกัน 5 และ 3 ตัวอย่างตามลำดับ ไปทำการวัดความชื้นโดยการส่งผ่านรังสีนิวตรอนและแกมมา เพื่อหาปริมาณความชื้นเทียบกับค่าที่ถูกต้อง การหาปริมาณความชื้นได้ทดลอง 2 วิธี คือ

ก. วิธีใช้ค่า log (I/Io) ของรังสีนิวตรอนจากตัวอย่าง ไปอ่านจากกราฟในรูปที่ 5.11 ที่น้ำหนักตัวอย่าง 700 กรัม เพื่อหาค่าปริมาณความชื้น ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีน้ำหนักประมาณ 700 กรัม

ข. วิธีใช้ค่า log (I/Io) ของรังสีนิวตรอนประกอบกับการแก้ผลจากน้ำหนักที่แตกต่างกัน

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า (I/I_o) ของนิวตรอนกับความหนาของแป้งมันสำปะหลังในรูปที่ 5.11 (ข) ที่ความชื้นต่าง ๆ กัน ได้ความสัมพันธ์ดังนี้

ที่ความชื้น 0%, Y = -0.0839X+0.9767

ที่ความชื้น 5% Y = -0.0886X+0.9747

ที่ความชื้น 10% Y = -0.0928X+0.9681

ที่ความชื้น 15% Y = -0.0961X+0.9541

เมื่อ y คือค่า (I/I_o) ของนิวตรอน และ X คือ ความหนาของแป้งมันสำปะหลังเป็น g/m^2

ที่ความชื้น 15%, ถ้า X = 3.5, Y = 0.61775, X = 3.4, Y = 0.62736

จากกราฟในรูปที่ 5.11 (ก) ความสัมพันธ์ระหว่าง (I/I_o) ของนิวตรอนกับปริมาณความชื้นเป็นดังนี้ Y = -0.0048X+0.6864

เมื่อ Y = (I/I_o) ของนิวตรอน และ X = ความชื้น

ซึ่งแทนค่า Y = 0.61775 และ 0.62736 ในสมการนี้

จะได้ X = 14.3 และ 12.3 ตามลำดับ

ดังนั้นถ้าความหนาเปลี่ยนไป 0.1 g/cm^2 ค่าความชื้นจะเปลี่ยนไป 14.3-12.3 = 2.0 %

ที่ความชื้น 0%, 5 และ 10% จะได้ค่าใกล้เคียงกันคือ = 2.0% ต่อการเปลี่ยนแปลงความหนา 0.1 g/cm^2 หรือ 20% ต่อ 1 g/cm^2

ในการปรับแก้ค่าผลการวัดความชื้นที่ได้ จะใช้ค่า 20 (t-3.5) ไปบวกแก้ค่าความชื้นที่ได้จากการอ่านจากค่า (I/I_o) ของนิวตรอนจากกราฟ 5.11 (ก) โดยตรง (ตามวิธีที่ 1)

ตัวอย่างเช่น ตัวอย่างที่ 4 ได้ค่าความชื้นจากตามวิธีที่ 1 เท่ากับ 6.44% ค่าความชื้นที่ปรับแก้ความหนาแล้วจะเป็น 6.44+20(3.4-3.5) = 4.44%