การหาค่า kVp และ mAs ที่เหมาะสมในการเอกซเรย์ยาเสพติดชนิดแอมเฟตามิน

Determination of Kilovoltage Peak (KVp) and The Amount of X-Ray Incident (mAs) Of X-Ray. (Amphetamine)

ยงยุทธ พูลเพิ่ม[1] สุพันธ์ ตั้งจิตกุศลมั่น[2]

[1]สาขาวิศวกรรมป้องกันประเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail : 55613965@kmitl.ac.th

[2]ภาควิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail : ktsupan@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การเอกซเรย์ เป็นวิธีการที่ใช้ในทางการแพทย์และความมั่นคงทางทหาร เพื่อใช้ตรวจสอบวัตถุต้องสงสัยยาเสพติดชนิดแอมแฟตามินให้สามารถแสดงให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน โดยการกำหนดค่าที่ใช้ควบคุมพลังงานของรังสีเอกซเรย์เพื่อที่จะหาปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของวัตถุซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่ดีและสามารถนำไปวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง

งานวิจัยฉบับนี้กล่าวถึงการออกแบบและสร้างวิธีการหาคำนวณหาค่าที่เหมาะสมที่ใช้ควบคุมพลังงานของรังสีเอกซเรย์กับยาเสพติดชนิดแอมเฟตามิน โดยใช้หลักการคำนวณทางรังสีเทคนิคหาค่าความต่างศักย์ที่สูงที่สุดของหลอดเอกซเรย์ (KVp) และปริมาณของรังสีเอกซเรย์ที่เกิดขึ้น (mAs.) ที่เหมาะสมกับวัตถุ โดยงานวิจัยนี้สนใจศึกษาวัตถุต้องสงสัยชนิดแอมเฟตามินเป็นหลัก เนื่องจากมีการเก็บสถิติของเจ้าหน้าที่พบว่ามีการลักลอบขนส่งปืนจำนวนมากที่สุด ผลการจากวิจัยจะช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วและวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : เอกซเรย์, รังสีเทคนิค, ยาเสพติด, แอมเฟตามิน, kVp, mAs

Abstracts

The X-ray is the means used in the medical and military security. In order to examine suspicious objects drug amphetamine type. To be able to show a picture clearly. The configuration used control the power of X-ray. In order to find the right amount with the size of the object, which will make the good condition and can be used to diagnose correctly.

This thesis is discussed. The design method for calculating reasonable values used to control the power of X-ray radiation with drug Amphetamine type. By using the principle of computational techniques for radiation values of voltage at the highest of the X-ray tube (KVp). And the amount of X-ray radiation occurs (mAs). Suitable for Object. This study investigates the suspected type of amphetamine. Because of the statistics were found to be smuggling is the highest. Results from research to help the staff can work easily, quickly and accurately.

Keywords: X-Ray, Technical radiation, Narcotic, Amphetamine, kVp, mAs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.บทนำรังสี

ในปัจจุบันการลักลอบขนยาเสพติด, การก่อการร้าย และรวมถึงการลักลอบค้ามนุษย์นั้นมักใช้ยานพาหนะในการขนส่งโดยจะซุกซ่อนสิ่งผิดกฎหมายเหล่านี้มาในยานพาหนะต่างโดยมีการปิดดัดแปลงยานพาหนะเพื่อตบตาเจ้าหน้าที่ได้อย่างแนบเนียนมากขึ้น ซึ่งการตรวจค้นพาหนะต้องสงสัยด้วยตาเปล่านั้นอาจจะทำให้การตรวจค้นนั้นไม่ละเอียดเท่าที่ควร ทางผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหานี้และได้คิดถึงวิธีการประยุกต์ใช้ระบบเอกซเรย์มาเพื่อช่วยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ให้มีประสิทธิภาพในการตรวจค้นยิ่งขึ้นโดยผู้วิจัย จะทำการกำหนดค่า kVp และ mAs ของเครื่องเอกซเรย์ที่เหมาะสมในการเอกซเรย์วัตถุต้องสงสัย เพื่อที่จะทำให้ได้ภาพเอกซเรย์ที่มี Resolution ,Contrast และคุณภาพของภาพที่ดี สามารถเห็นรายละเอียดของภาพเอกซเรย์ได้ดีเห็นวัตถุต้องสงสัยได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทำให้การวินิจฉัยมีความถูกต้องมากขึ้น

โดยในการวัดความหนาของวัตถุต้องสงสัยจะต้องใช้อุปกรณ์วัดความหนา และต้องใช้เวลาในการวัดช่วงหนึ่ง ซึ่งทำให้เสียเวลา ที่อาจเกิดข้อผิดพลาดของแต่ละบุคคล ดังนั้นในการกำหนดค่า kVp และmAs จึงยังอาศัยการคาดคะเนขนาดของวัตถุต้องสงสัยโดยสายตาแล้วกำหนดค่า kVp และ mAs โดยนักรังสี ทำให้เกิดความผิดพลาดในการกำหนดค่า kVp และ mAs ที่เหมาะสม ภาพที่ได้จึงมีคุณภาพด้อยลงจากความเป็นจริง ทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาด ในการวินิจฉัยได้ดังนั้นเพื่อให้มีการกำหนดค่า kVp และ mAs ที่ถูกต้องจึงต้องมีการวัดขนาดความหนาของวัตถุต้องสงสัยเพื่อให้ได้ภาพเอกซเรย์ที่มีคุณภาพ ซึ่งวิธีการวัดนั้นจะต้องมีความถูกต้องและรวดเร็วเพื่อให้สามารถปฏิบัติหน้าอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รังสีเอกซเรย์ (x-ray) เป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งคลื่น และอนุภาค เช่นเดียวกับรังสีแกมมา แต่มีช่วงความยาวคลื่นต่ำกว่ารังสีแกมมา คือ ประมาณ 0.1 – 100 อังสตอม (Å) หรือ 0.01 – 10 นาโนเมตร (nm) แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ รังสีเอกซเรย์ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 1 อังสตอม (Å) และรังสีเอกซเรย์ที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 1 อังสตอม (Å)ในแง่ของอนุภาค รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจะต้องมีพลังงานกำกับไปด้วยค่าหนึ่งเสมอ โดยสมการที่รวมคุณสมบัติของความเป็นคลื่น และอนุภาคเข้าไว้ด้วยกัน และสามารถคำนวณเพื่อเปลี่ยนค่าเฉพาะของคุณสมบัติแต่ละประเภทไปมาได้แสดงในสมการด้านล่าง

$$E = h\nu \qquad E = \frac{hc}{\lambda} = 1.986^{-24}/\lambda \qquad (1)$$

ซึ่ง E หน่วยเป็นจูล(J) λ มีหน่วยเป็นเมตร(m) ทำการแปลงหน่วยอังสตอมและอิเล็กทรอนิกส์โวลต์ ($1eV=1.602x10^{-19}$)

$$E(\text{ev}) = 12.396/\lambda(\text{Å}) \qquad (2)$$

E = พลังงานของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (J)

h = ค่าคงที่ของพลังค์ 6.626×10^{-34}(J·s)

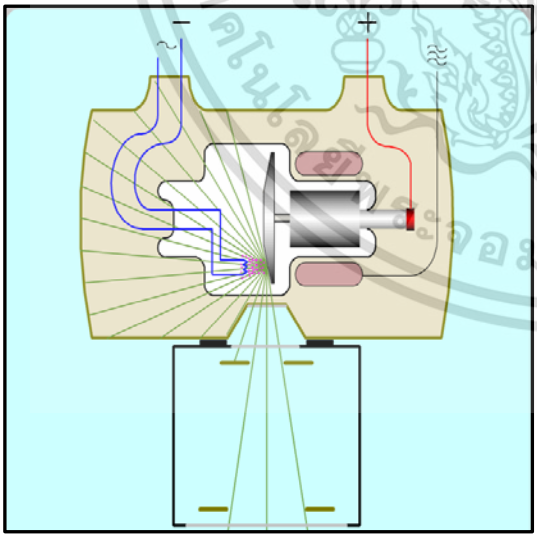
c = ความเร็วแสง 2.997×10^{8}(m/s)

λ = ความยาวคลื่น (m) รังสีเอกซเรย์

เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสภาวะของระดับพลังงานของอะตอมจากระดับพลังงานสูงไปสู่ระดับพลังงานต่ำซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี (Radioisotope) และที่มนุษย์ผลิตขึ้นจากกลไกทางอิเล็กทรอนิกส์ เมื่ออะตอมได้รับการกระตุ้น (excite) จะทำให้บริเวณวงโคจรอิเล็กตรอนของอะตอมนอกนิวเคลียสได้รับผลกระตุ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนจากสภาวะปกติ (ground state) ไปสู่สภาวะกระตุ้น (excited state) และจะลดระดับพลังงานกลับมาสู่สภาวะ

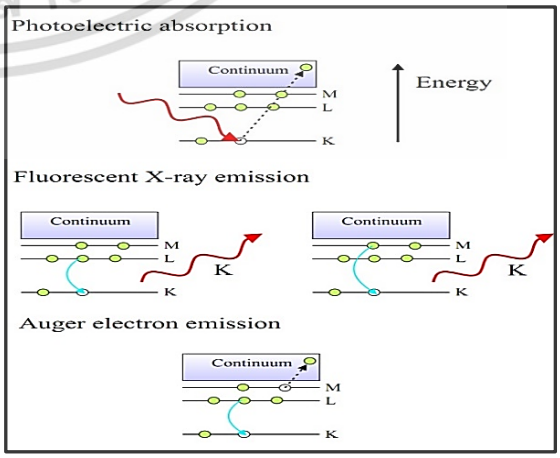
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติในกระบวนการกลับเข้าสู่สภาวะปกตินั้นจะเกิดการแทนที่ในที่ว่างจากชั้นอิเล็กตรอนวงนอกซึ่งมีพลังงานสูงเข้าแทนที่อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นให้หลุดออกไปจากวงโคจร การแทนที่นี้ก่อให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโฟตอน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าปลดปล่อยออกมานี้เรียกว่า “รังสีเรย์ฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent x-ray)” เครื่องกำเนิดรังสีเอกซเรย์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ หลอดรังสีเอกซเรย์ (X-ray tube) ซึ่งเป็นหลอดแก้วสูญญากาศภายในมีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว คือ ขั้วลบ (แคโทด) หรือไส้หลอด (filament) และขั้วบวก (แอโนด) หรือ เป้า (target) ขั้วทั้ง 2 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในไส้หลอดซึ่งทำจากทังสเตน (tungsten) แล้วจะเกิดความร้อนจนเพิ่มอุณหภูมิสูงประมาณ 2,000 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากไส้หลอด และถูกเร่งให้เคลื่อนที่ไปกระทบกับเป้า ซึ่งทำจากโลหะผสมระหว่างทังสเตนกับวัสดุอื่นเช่น โมลิบดินัม (molybdenum) หรือรูเนียม (rhenium)



รูปที่ 1 : โครงสร้างหลอดเอกซเรย์

เนื่องจากทังสเทนมีเลขเชิงอะตอมสูง จุดหลอมเหลวสูง และส่งผ่านความร้อนได้ดี เมื่ออิเล็กตรอนความเร็วสูงกระทบกับเป้า จะสูญเสียพลังงานไปเป็นความร้อน (≥99%) และส่วนพลังงานที่เหลือจะเปลี่ยนเป็นรังสีเอกซเรย์ กระบวนการเกิดรังสีเอกซเรย์ เมื่ออิเล็กตรอนความเร็วสูงจากไส้หลอดกระทบเป้า รังสีเอกซเรย์จะเกิดขึ้นจากกระบวนการที่สำคัญคือเมื่ออิเล็กตรอนจากไส้หลอดชนกับอิเล็กตรอนในวงโคจรอะตอมของเป้า และสามารถทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน ด้วยการผลักอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอม เมื่ออิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรอื่นที่ห่างออกไปเข้ามาแทนที่ว่าง ก่อนจะปลดปล่อยพลังงานออกในรูปรังสีเอกซเรย์ ซึ่งเรียกว่ารังสีเอกซเรย์เฉพาะตัว (Characteristic X-ray) จากภาพด้านล่าง อิเล็กตรอนจากวง L เข้ามาแทนที่ว่างในวง K รังสีเอกซเรย์ที่เกิดขึ้นเรียกว่า รังสีเอกซเรย์เฉพาะตัวเค (K-Characteristic X-ray) หากเป็นการแทนที่ว่างในวง L หรือ M ก็จะเรียกว่ารังสีเอกซเรย์เฉพาะตัวแอล (L-Characteristic X-ray) และรังสีเอกซเรย์เฉพาะตัวเอ็ม (M-Characteristic X-ray) พลังงานของรังสีเอกซเรย์ชนิดนี้มีค่าเฉพาะเท่ากับผลต่างของพลังงานยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนในวงโคจรเริ่มต้นกับวงโคจรสุดท้าย ซึ่งอะตอมของเป้าแต่ละชนิดจะมีการเรียงลำดับของอิเล็กตรอนแตกต่างกัน ดังนั้น พลังงานของรังสีเอกซเรย์จะเปลี่ยนไปเมื่อชนิดของเป้าเปลี่ยนไป กล่าวคือ พลังงานของรังสีเอกซเรย์เฉพาะตัวเคจากทังสเทนมีค่าแตกต่างจากตะกั่ว รังสีเอกซเรย์ชนิดนี้มีชื่อว่าแคแรกเทอริสติกซึ่งหมายถึงมีลักษณะเฉพาะตัวตามชนิดของเป้านั่นเอง



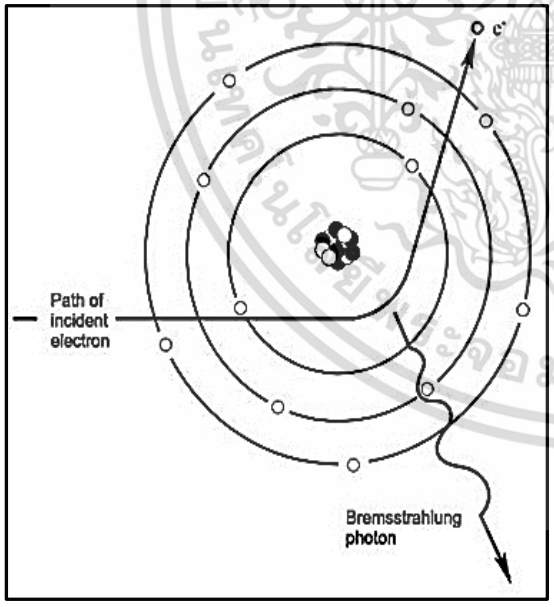
รูปที่ 2 : กระบวนการเกิดรังสีเอกซเรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออิเล็กตรอนจากไส้หลอดวิ่งเข้าใกล้นิวเคลียสของเป้า เมื่อนั้นอิเล็กตรอนจะเกิดการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เพราะแรงจากประจุบวกของนิวเคลียส และอิเล็กตรอนเองมีพลังงานลดลง โดยการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซเรย์ ที่มีชื่อเรียกว่า เบรมส์ชตราลุง (bremsstrahlung) ซึ่งมีพลังงาน (E) เท่ากับผลต่างของพลังงานอิเล็กตรอนก่อนผ่านเข้าอะตอม(Eni) และหลังจากออกจากอะตอม (Enf) ดังสมการด้านล่าง

$$E = Eni - Enf \qquad (3)$$

ดังนั้นเบรมส์ชตราลุงจึงมีพลังงานได้หลายค่า ขึ้นอยู่กับว่าอิเล็กตรอนที่วิ่งเข้าชนสามารถเข้าใกล้นิวเคลียสได้มากเพียงใด และมีการสูญเสียพลังงานเพียงใด แต่จะมีค่าพลังงานสูงสุดเท่าพลังงานของอิเล็กตรอนเช่น อิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์ 70 keV เมื่อทำให้เกิดเบรมส์ชตราลุง ก็จะมีพลังงานตั้งแต่ 0 จนถึง 70 keV ไม่เกินกว่านี้

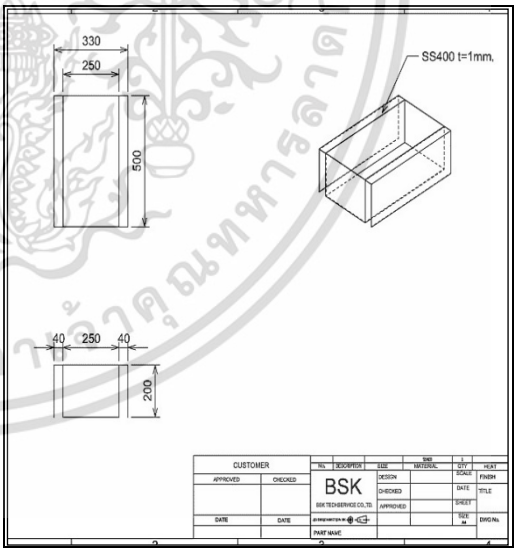


รูปที่:3โครงสร้างอิเล็กตรอน

ทฤษฎีของ(DR)ดิจิตอลและเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีเอกซเรย์ดิจิตอลและเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อีกหนึ่งเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับแพทย์และพัฒนาไปตามกาลที่ผ่านไปการถ่ายภาพด้วยรังสีหรือเอกซเรย์จำเป็นต่อการวินิจฉัยโรคของแพทย์มาก ซึ่งอาศัยการถ่ายภาพเอกซเรย์โดยให้รังสีเอกซเรย์ผ่านตัวผู้ป่วยไปยังแผ่นฟิล์มแล้วล้างฟิล์มเพื่อให้แพทย์ได้วินิจฉัยโรค ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีใหม่โดยการประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์ร่วมกันกับดีเทกเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Detector) เพื่อสร้างภาพได้อย่างรวดเร็วในทันทีที่ฉายรังสี ซึ่งช่วยลดเวลาในการตรวจและรอฟังผล

3. การทดลอง

ในการวิจัยนี้มีการออกแบบและสร้างวิธีการคำนวณหาค่าที่เหมาะสมกับวัตถุต้องสงสัยชนิดต่างๆ โดยใช้หลักการคำนวณทางรังสีเทคนิคหาค่า กิโลโวลท์เตจสูงสุด(KVp) และปริมาณของรังสีเอ็กซ์ที่เกิดขึ้นจะกำหนดโดยค่าผลคูณของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดกับเวลาที่ปล่อยรังสี(mAs) ที่เหมาะกับกับวัตถุต้องสังสัยชนิดต่างๆ



รูปที่5: แบบชุดจำลองโครงสร้างรถยนต์

โดยงานวิจัยนี้สนใจจะตรวจสอบวัตถุต้องสงสัยคือยาเสพติดชนิดแอมเฟตามิน เนื่องจากมีการลักลอบขนส่งเพื่อจำหน่าย การจากวิจัยจะช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วและวินิจฉัยได้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้องโดยมีการออกแบบชุดจำลองตัวถังรถยนต์ที่ความหนา 1มม. เท่ากับความหนาของรถยนต์ปกติทั่วไปเพื่อศึกษาค่าความทะลุทะลวงของรังสีเอกซเรย์

รูปที่6: รูปชุดจำลองโครงสร้างรถยนต์

เมื่อได้ชุดจำลองโครงสร้างรถยนต์แล้วทำการทดลองนำยาเสพติดจำลองขนาน0.7 มม.บรรจุ 200 เม็ดต่อ1ถุง นำไปซุกซ่อนไว้ชุดจำลองโครงสร้างรถยนต์ตั้งแล้วคำนวณหาค่ารังสีเทคนิคโดยใช้สมการ

$$EI = 1000 \text{ X } \log\left[\left[\frac{E}{E0}\right]\right] + C \qquad (4)$$

เมื่อ EI = คือค่าดัชนีปริมาณรังสี

E = คือปริมาณรังสีที่อิมเมจจิงเพลต(milli-Roentgen;mR) E0 =คือปริมาณรังสีที่อิมเมจเพลตเท่ากับ 1 มิลลิเรินต์เกน

C = คือค่าคงที่สำหรับคุณลักษณะลำรังสีโดยทีค่าความต่างศักย์หลอด 80 กิโลโวลต์ ร่วมกับแผ่นกรองรังสีความหนา 0.5 มิลลิเมตรทองแดง (millimeter of copper; mm Cu) และ 1.0 มิลลิเมตรอลูมิเนียม (millimeter of aluminum;mmAl) จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการบันทึกในตารางและนำไปทดสอบจริงกับเครื่องX-Rayยิงรังสีตามค่าเทคนิคดังกล่าว โดยใช้เครื่องX-Ray ยี่ห้อToshiba รุ่น KXO-80S และตั้งระยะห่างของหลอดที่ 40 cm.

4. ผลการทดลอง

พบว่าเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในทางการแพทย์นั้นสามารถแสดงภาพยาเสพติดจำลองได้อย่างชัดเจนทั้งแบบซุกซ่อน1ชั้น และ2ชั้น โดยที่ยังไม่ได้ใช้งานในค่าเทคนิคสูงสุดคือ 150KVp โดยการทดสอบพบว่าการซุกซ่อนแบบ1ชั้นนั้นใช้ค่ารังสีเทคนิคอยู่ที่ 75 KVp 5 mAs

ตารางที่ 1 : ตารางค่ารังสีเทคนิคที่ใช้ในการยิงแบบ 1 ชั้น

ครั้ง	ยาเสพติด		
	kVp	mAs	Seconds
1	70	5	200
2	71	5	200
3	72	5	200
4	73	5	200
5	74	5	200
6	75	5	200
7	76	5	200
8	77	5	200
9	78	5	200
10	79	5	200
11	80	5	200

โดยการทดสอบพบว่าการซุกซ่อนแบบ1ชั้นใช้ค่าเทคนิค 75 KVp 5 mAs ได้ภาพชัดเจนที่สุด

ตารางที่ 2 : ตารางค่ารังสีเทคนิคที่ใช้ในการยิงแบบ2ชั้น

ครั้ง	ยาเสพติด		
	kVp	mAs	Seconds
1	70	5	200
2	71	5	200
3	72	5	200
4	73	5	200
5	74	5	200
6	75	5	200
7	76	5	200
8	77	5	200
9	78	5	200
10	79	5	200
11	80	5	200

ส่วนการซุกซ่อนแบบ2ชั้นใช้ค่าเทคนิคที่ 80 KVp 5 mA ได้ภาพชัดเจนที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้ แสดงถึง การตรวจหาวัตถุต้องสงสัยที่ซุกซ่อนมาในยานพาหนะต่างๆ โดยประยุกต์ใช้ระบบx-ray ทางการแพทย์ โดยงานวิจัยฉบับนี้เน้นในการนำเสนอเกี่ยวกับการปรับตั้งค่าความทะลุทะลวงของวัตถุหรือที่เรียกว่า Kilo Voltage Peak (kVp) และ ค่าความเข้มของภาพ หรือที่เรียกว่า Milliamp Sec (mAs) ซึ่งเป็นค่าเทคนิคของระบบX-ray ที่เหมาะสมกับวัตุและวัสดุต่างๆ ซึ่งจากงานวิจัยจะพบว่าสามารถทำการตรวจพบวัตถุต้องสงสัยได้เมื่อตั้งค่าเทคนิคที่เหมาะสม โดยมีย่านการตรวจวัดเริ่มต้นตั้งแต่ 40 kVp / 2 mAs จนถึง 150 kVp / 560 mAs ซึ่งข้อดีของการตรวจวัดโดยการประยุกต์ใช้ของเครื่อง X-ray ทางการแพทย์นั้นจะได้ภาพที่มีความคมชัดมากกว่า ทำให้สามารถมองเห็นวัตถุต้องสงสัยที่มีขนาดเล็ก ตัวอย่างเช่นยาเสพติด เป็นต้น และสามารถนำไปติดตั้งตามจุดสกัดต่างๆเพื่อตรวจค้นยานพาหนะต้องสงสัยได้ง่าย ซึ่งแตกต่างจากเครื่องเอกซเรย์ระบบสายพาน ที่ใช้ตามสนามบิน,เรือนจำ ซึ่งมีความละเอียดต่ำและไม่สามารถใช้ในการตรวจหาบนวัตถุต้องสงสัยที่มีขนาดใหญ่มากได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น และ ผศ. พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาต่างๆแก่งานวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพา,มหาวิทยาลัยมหิดลที่ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ในการจัดทำงานวิจัยฉบับนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Sartrawut Thammakittipan, “Determination of kVp and mAs in chest x-ray using Least Square technique”, King Mongkut’s University North Bangkok Journal, 2013, pp.72-79

[2] Rujaporn Chanachai, Laongthip Chanachai, “Basic Physics in Nuclear Medicine”, Ramkhamhang University Vol.2, 2011, pp.145-151

[3] Thunyarat Chusin, “Application of detectors in computed radiography systems for radiation dosimetry”, Naresuan University Journals, 2015, pp.112-117

[4] Craft B.Y., “Single –Photon Emission Computed Tomography”, Year Book Medical Publisher, Inc. Chicago, 1986, pp.121-129

[5] Robert de Nero, “Protocol for The Radiation Safety Surveys of Diagnostic Radiological Equipment”, American Association of Physics in Medicine (AAPM Report) No. 25, 1998, pp.112-119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้