บทที่ ๔.

การทดลองหาปริมาณของธาตุต่างๆในนิ่ว

เหตุที่เลือกทำการวิเคราะห์นิ่วก็เพราะว่าในเมืองไทยยังไม่ค่อยมีคนทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนิ่วมากนัก และคิดว่าผลของการวิเคราะห์ครั้งนี้อาจจะเป็นประโยชน์บ้างในอนาคต ในขณะนี้ทางสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติกำลังทำการวิจัยเกี่ยวกับนิ่วอยู่เหมือนกัน แต่ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ได้เลือกวิเคราะห์เฉพาะที่จะทำได้โดยไม่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมี

นิ่วที่ทำการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ เป็นนิ่วที่ได้มาจากจังหวัดขอนแก่น

๔.๑. <u>การหาปริมาณของฟอสฟอรัสในนิ่ว</u>.

เมื่อเอานิ่วไปอาบรังสีเป็นเวลาสั้นๆ นิ่วจะกลายเป็นสารกัมมันตรังสี ปล่อยรังสีแกมม่าพลังงาน ๑.๗๘ Mev. ออกมา ซึ่งเป็นรังสีที่เกิดจากการสลายตัวของ Al^{28} Al^{28}ที่เกิดขึ้นนี้อาจจะเกิดจากปฏิกริยา

ก. $P^{31}(n,\alpha)\ Al^{28}$

ข. $Si^{28}(n,p)\ Al^{28}$

ค. $Al^{27}(n,\gamma)\ Al^{28}$

ปฏิกริยา ก.และ ข. เป็นปฏิกริยาที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว (Fast neutron) ส่วนปฏิกริยาค. เกิดจากนิวตรอนช้า (Thermal neutron) ถ้าเอานิ่วเข้าไปอาบรังสีโดยไม่เอาแคดเมียมหุ้ม จะเกิดปฏิกริยาทั้งนิวตรอนเร็ว และนิวตรอนช้า แต่ถ้าเอาแคดเมียมหุ้มจะเกิดปฏิกริยาแต่นิวตรอนเร็วเท่านั้น จากการทดลองพบว่า เมื่อเอาแคดเมียมหุ้มและไม่หุ้ม ปรากฏว่าค่าที่นับได้ ไม่ต่างกันมากนัก แสดงว่า เกิดปฏิกริยาเฉพาะนิวตรอนเร็วเท่านั้น คือเกิดจากปฏิกริยา ก. และ ข. โดยการตรวจดูว่า เกิดจาก ก. หรือ ข.แน่ ดูจากความแตกต่างระหว่างปฏิกริยาของ P^{31}และ Si^{28}

P^{31}ทำปฏิกริยาได้ทั้งนิวตรอนเร็วและนิวตรอนช้า เมื่อทำปฏิกริยากับนิวตรอนเร็วจะเกิดปฏิกริยา P^{31} (n, α) Al^{28}และถ้าทำปฏิกริยากับนิวตรอนช้า จะเกิดปฏิกริยา

$P^{31}(n,\gamma)P^{32}$ ได้ P^{32} ซึ่งจะสลายตัวให้รังสีเบต้า โดยมี half-life ๑๔ วัน

Si ทำปฏิกริยาได้ทั้งนิวตรอนเร็วและนิวตรอนช้า ถ้าทำปฏิกริยากับนิวตรอนเร็ว เกิดปฏิกริยา $Si^{28}(n,p)Al^{28}$ ทำปฏิกริยากับนิวตรอนช้า เกิดปฏิกริยา $Si^{30}(n,\gamma)Si^{31}$ ซึ่งให้ทั้งรังสีแกมม่า และเบต้า half-life ๒.๖๒ ชั่วโมง โดยการอาศัยดูความแตกต่างระหว่างปฏิกริยาของ P และ Si กับนิวตรอนช้า เราสามารถจะบอกได้ว่าเป็น P หรือ Si

เพราะฉนั้นโดยการเอานิ่วไปอาบรังสีโดยไม่เอาแคดเมียมหุ้ม คือให้ทำปฏิกริยาทั้งนิวตรอนเร็วและนิวตรอนช้า เอาออกมาทิ้งไว้หลายๆวัน เพื่อให้ Al^{28} ที่เกิดจากปฏิกริยานิวตรอนเร็วสลายตัวไป เอานิ่วที่ยังมีรังสีอยู่นี้ไปวัดรังสีเบต้าจากเครื่องไกเกอร์ (Geiger counter) โดยการตรวจดู half-life พบว่า เป็นรังสีเบต้าที่เกิดจาก P^{32} ซึ่งมี half-life ๑๔ วัน แต่ P^{32} ที่ได้นี้อาจจะเกิดจาก P หรือ S ก็ได้ คืออาจจะเกิดปฏิกริยา $P^{31}(n,\gamma)P^{32}$ หรือ $S^{32}(n,p)P^{32}$ ก็ได้ ฉนั้นโดยการเอาสารประกอบของ P และสารประกอบของ S เป็นสารมาตรฐาน เอาเข้าไปอาบรังสีพร้อมกับนิ่ว โดยใช้เวลาเท่ากัน เอาออกมาทิ้งไว้นานเท่ากัน แล้วนับรังสีที่ออกมา โดยการเอาค่าต่างๆที่นับได้จากนิ่ว, P และ S มาเขียนกราฟ เพื่อตรวจ half-life ปรากฏว่ากราฟที่ได้จากนิ่ว และจาก P นั้น มี half-life เท่ากัน ส่วนที่ได้จาก S นั้นแตกต่างกันออกไป คือลักษณะความชันไม่เหมือนกัน

ในการทดลองหาปริมาณของ P ในนิ่ว ได้ทำสองวิธี คือหาจากปฏิกริยา (n,α) และปฏิกริยา (n,γ) เพื่อเปรียบเทียบกัน

๔.๑.๑ <u>โดยอาศัยปฏิกริยา (n, α)</u>

ปฏิกริยา $P^{31}(n,\alpha)Al^{28}$ เป็นปฏิกริยาระหว่าง P กับนิวตรอนเร็ว Al^{28} ที่เกิดขึ้นจะสลายตัวให้รังสีแกมม่า พลังงาน ๑.๗๘ Mev. half-life ๒.๓ นาที ในการทดลองได้เอา Single channel pulse height analyser วางใกล้ๆกับ pneumatic tube เมื่อเอานิ่วก้อนต่างๆที่ได้จากจังหวัดขอนแก่นมาแกะออกเป็นชิ้นๆ แล้วป่นให้เป็นผง ชั่งหาน้ำหนัก ใส่ในขวด polyethylene นำไปอาบรังสีโดย pneumatic tube เป็นเวลาครึ่งนาที โดยไม่ใช้แคดเมียมหุ้ม เอาออกมารอครึ่งนาที แล้วนับโดยเครื่อง Single channel ครึ่งนาที คอยครึ่งนาที นับครึ่งนาที ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนค่าที่นับได้คงที่ เอาฟอสฟอรัสมาตรฐาน (ใช้ $NH_4H_2PO_4$) ชั่งหาน้ำหนักและทำการทดลองแบบเดียวกันกับ

นิ่ว เอา count rate ที่นับได้ทั้งของนิ่ว และของฟอสฟอรัสมาเขียนกราฟบนกระดาษ semi-log เอา count rate ที่ได้จากกราฟมาคำนวนเทียบหาปริมาณของฟอสฟอรัสในนิ่วแต่ละก้อนได้

$$\text{ปริมาณของฟอสฟอรัสในนิ่ว} = \frac{\text{น้ำหนักของฟอสฟอรัสมาตรฐาน} \times \text{count rate ของนิ่ว}}{\text{count rate ของสารมาตรฐาน} \times \text{น้ำหนักของนิ่ว}} \times ๑๐๐\%$$

๔.๑.๒. โดยอาศัยปฏิกริยา (n,γ)

ปฏิกริยา $P^{31}(n,\gamma)P^{32}$ เป็นปฏิกริยาระหว่างฟอสฟอรัสกับนิวตรอนช้า P^{32} ที่เกิดขึ้นจะสลายตัวให้รังสีเบต้า ซึ่งมี half life ๑๔ วัน ในการทดลองได้เอานิ่วมาทดเช่นเดียวกับที่ทำการทดลองในข้อ ก. ชั่งหาน้ำหนักพร้อมทั้งสารมาตรฐาน (KH_2PO_4) เอาไปอาบรังสีโดยไม่เอาแคดเมียมหุ้มทาง pneumatic system เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง เอาออกมาทิ้งไว้ ๑ สัปดาห์ เพื่อให้ Na^{24} ที่เกิดจากปฏิกริยานิวตรอนเร็วสลายตัวไปเสีย เหลือแต่ P^{32} ซึ่งจะสลายตัวให้รังสีเบต้า เอานิ่วและสารมาตรฐานมานับรังสีเบต้าจากเครื่องไกเกอร์ทุกๆวัน ประมาณ ๑๐ วัน เอา count rate ที่นับได้มาเขียนกราฟบนกระดาษ semi-log จาก count rate ทั้งของนิ่วและสารมาตรฐาน นำมาคำนวนหาปริมาณของฟอสฟอรัสในนิ่วได้

$$\text{ปริมาณของฟอสฟอรัสในนิ่ว} = \frac{\text{น้ำหนักสารมาตรฐาน} \times \text{count rate ของนิ่ว}}{\text{count rate ของสารมาตรฐาน} \times \text{น้ำหนักของนิ่ว}} \times ๑๐๐ \%$$

ผลของการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ ๔.๑ ปริมาณของฟอสฟอรัสในนิ่ว (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)

หมายเลข		วิธี (n,γ)	วิธี (n,α)
ก้อนที่ ๑	ชั้นที่ ๑	๑๑.๔๘	๑๓.๔๑
	ชั้นที่ ๒	๘.๗๖	๙.๗๒
	ชั้นที่ ๓	๕.๖๓	๖.๕๐
ก้อนที่ ๒	ชั้นที่ ๑	๑๔.๘๐	๑๖.๐๙
	ชั้นที่ ๒	๙.๖๐	๙.๘๐
	ชั้นที่ ๓	๙.๐๔	๙.๑๙

ตารางที่ ๔.๑ (ต่อ)

หมายเลข	วิธี(n,γ)	วิธี(n,α)
ก้อนที่ ๓ ชั้น ๑	๔.๓๙	๔.๕๗
ก้อนที่ ๓ ชั้น ๒	๑.๗๙	๑.๔๑
ก้อนที่ ๔ ชั้น ๑	๑๑.๖๖	๑๒.๓๕
ก้อนที่ ๔ ชั้น ๒	๓.๗๙	๔.๑๒

๔.๒. ศึกษาธาตุที่มี half-life สั้นมากๆในนิ่ว [๖,๘,๙]

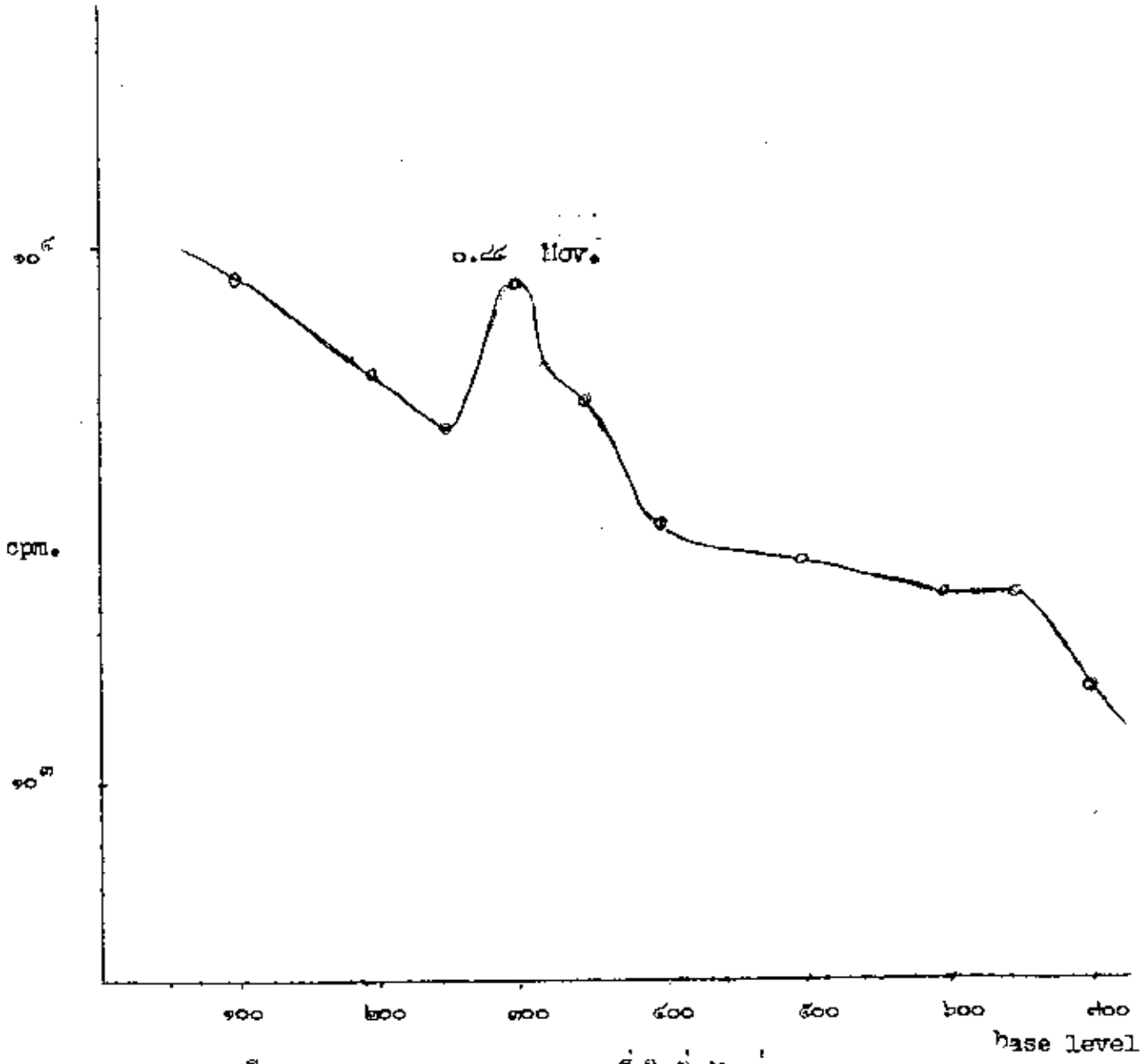
ได้ลองศึกษาธาตุที่มี half-life สั้นมากๆในนิ่ว โดยเอานิ่วก้อนต่างๆไปอาบรังสีทั้งที่มีแคดเมียมหุ้ม และไม่หุ้ม โดยใช้เวลาสั้นๆประมาณ ๑๐ วินาที เอาออกมารอ ๑๕ วินาที แล้วนับโดยใช้เครื่อง single channel analyser ตรวจดู spectrum ผลการทดลองพบ spectrum ของธาตุหนึ่ง ให้รังสีแกมม่า มีพลังงานประมาณ๑.๘๕ Mev. half-life ประมาณ ๖๐ วินาที spectrum เห็นชัดมาก แต่ไม่สามารถจะหาได้ว่า เป็นธาตุอะไร และพบว่าในนิ่วจากจังหวัดขอนแก่น ๗ ก้อนจะมี spectrum อันนี้อยู่ ๕ ก้อน

๔.๓. ศึกษาธาตุที่มี half-life ยาวมากๆในนิ่ว [๖,๘,๙]

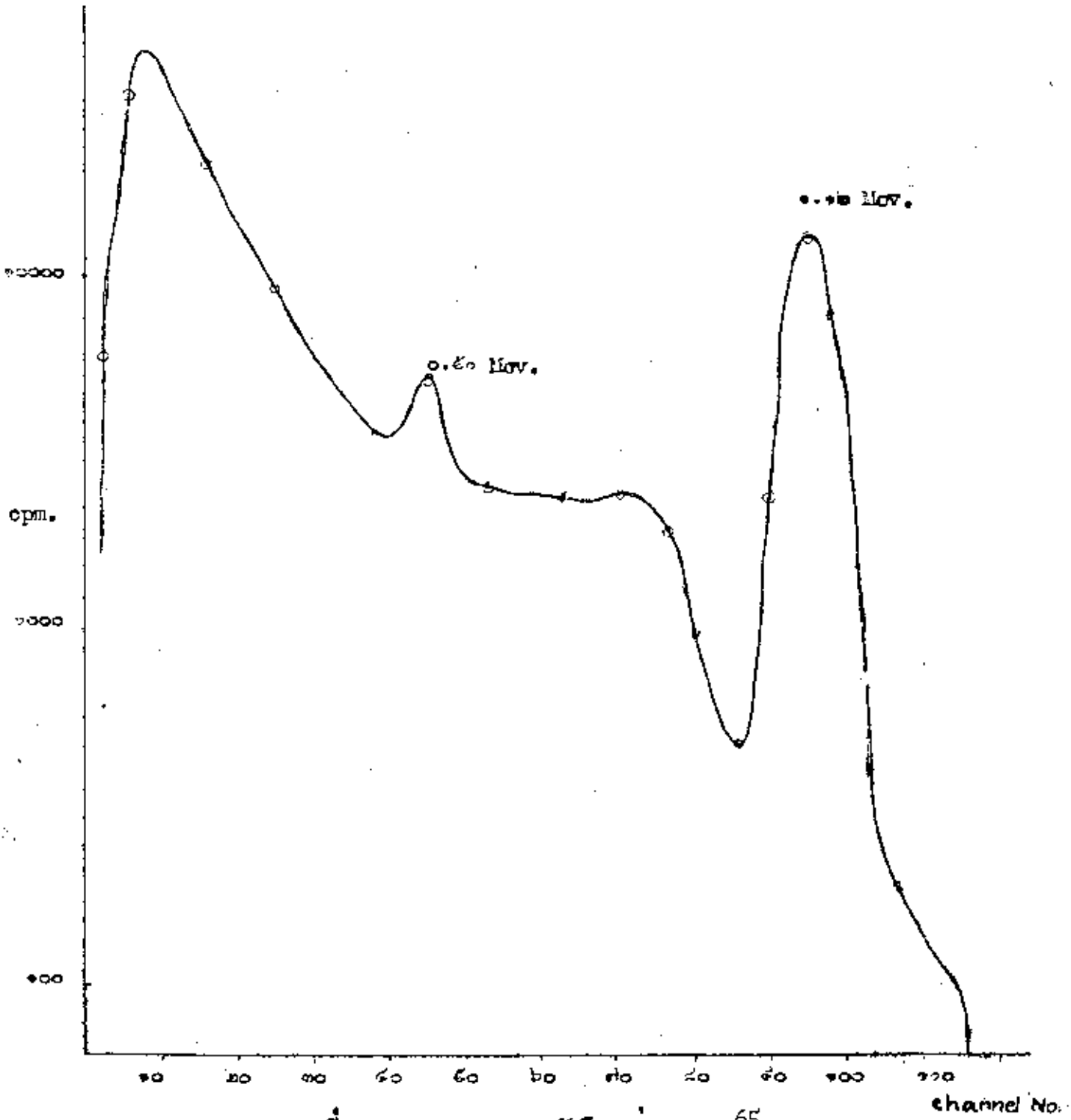
เพื่อศึกษาธาตุที่มี half-life ยาวมากๆ ได้เอานิ่วก้อนต่างๆใส่ใน beam tube นานๆ เป็นเวลาประมาณ ๖ เดือน ผลของการอาบรังสีนานๆเมื่อเอาออกมาตรวจดูspectrum โดยใช้เครื่อง Multichannel pulse height analyser พบว่า นิ่วทุกก้อนมี spectrum ของธาตุ Zn^{65} ซึ่งมีพลังงาน ๐.๕๑และ ๑.๑๖ Mev. half-life ๒๔๕ วัน นอกนั้นไม่เห็น spectrum ของธาตุอื่นอีก

สรุป

ในการศึกษาเกี่ยวกับนิ่ว โดยการทดลองแบบไม่อาศัยปฏิกริยาเคมีช่วย พบธาตุที่น่าสนใจต่างๆ เช่น Zn, P^{31} ถ้าต้องการจะศึกษาเกี่ยวกับฟอสฟอรัส ก็สามารถจะทำได้โดยใช้เวลาไม่นานนัก จะทำโดยปฏิกริยานิวตรอนเร็ว หรือช้า ก็จะได้ผลเกือบเท่ากัน



รูปที่ ๔.๑. Spectrum ของธาตุหนึ่งในนิ่วตัวอย่าง



รูปที่ ๔.๒ spectrum ของรังสีแกมม่าของ Zn^{65}

ต้องการจะศึกษาเกี่ยวกับ P ทำได้โดยการเอานิ่วไปอาบรังสีเป็นเวลานานๆโดยใส่ใน beam tube พร้อมทั้งสารสังกะสีมาตรฐาน เป็นเวลาประมาณ ๖ เดือน แล้วเอาออกมานับทั้งนิ่ว และสารมาตรฐานจากเครื่อง Multichannel pulse height analyser จากค่าที่นับได้ และจากน้ำหนักของนิ่ว และสารมาตรฐาน สามารถจะคำนวนหาปริมาณของ Zn ในนิ่วได้