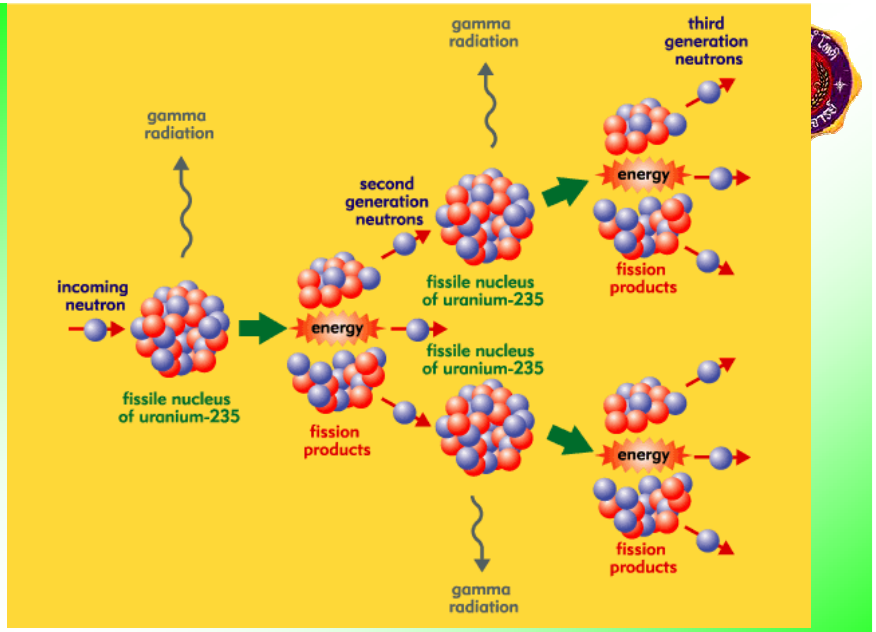
ฟิสิกส์นิวเคลียร์

นิวเคลียส

การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

พลังงานนิวเคลียร์

รูปภาพส่วนใหญ่นำมาจาก http://www.particleadventure.org/

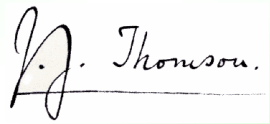


www.cea.fr/gb/publications/Clefs45/ clefs45gb/clefs4503a.htm

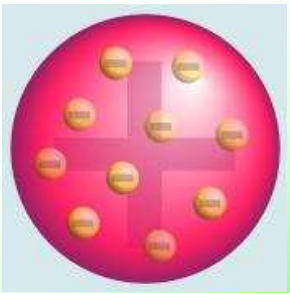
1. การค้นพบนิวเคลียส
2. สมบัติของนิวเคลียส

1. การค้นพบนิวเคลียส

J.J.Thomson

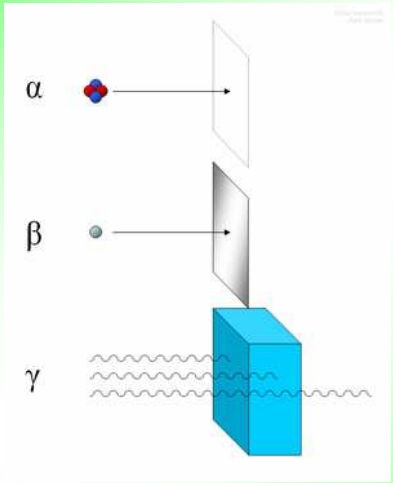


Thomson's Model



http://en.wikipedia.org/wiki/Plum_pudding_model

ความสามารถในการทะลุทะลวงของรังสีต่างๆ



กระดาษ

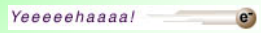
แผ่นอะลูมิเนียม

ตะกั่ว

http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive_decay

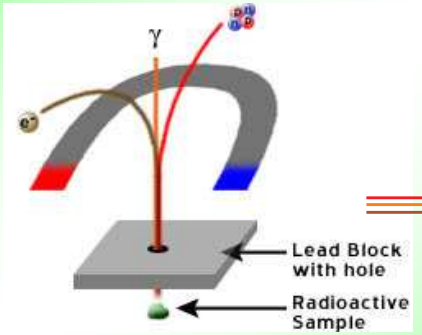
รังสี α

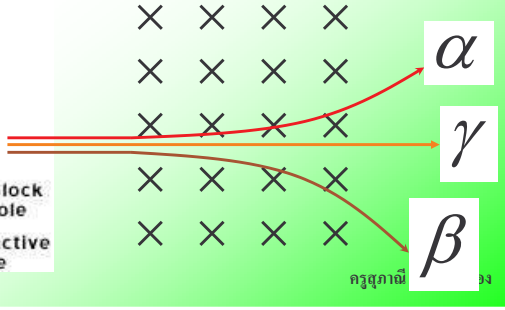
นิวเคลียสของ ฮีเลี่

รังสี β 

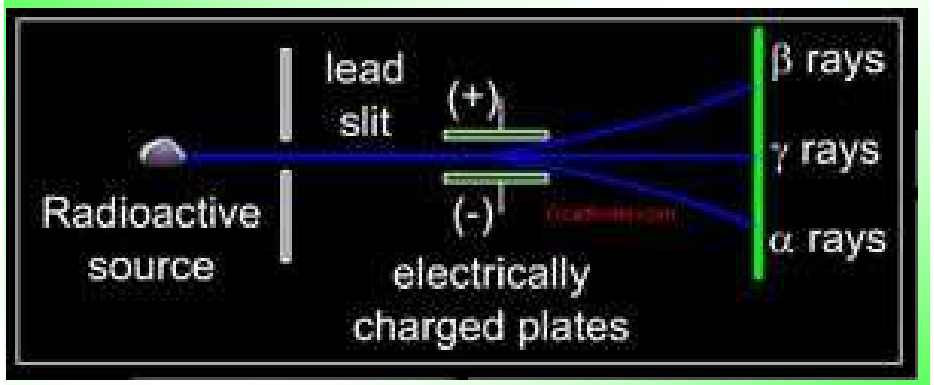
อิเล็กตรอน พลังงานสูง

รังสี γ
โฟตอน พลังงานสูง

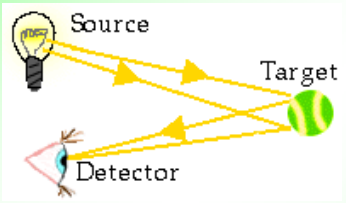


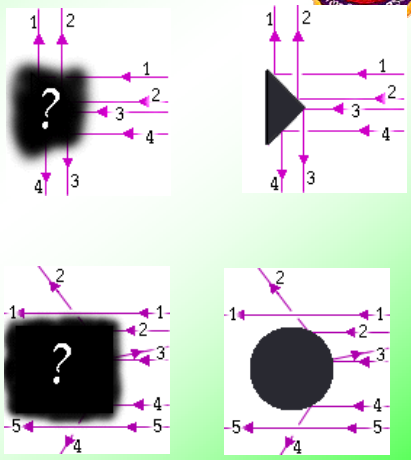


การเคลื่อนที่ของ รังสีเบตา รังสีแกมมา และรังสีอัลฟา ภายใต้สน

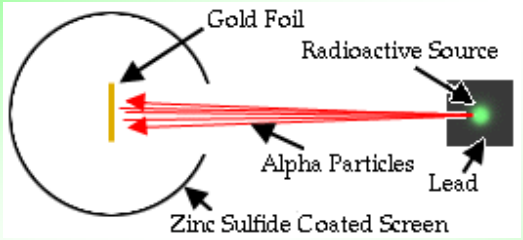


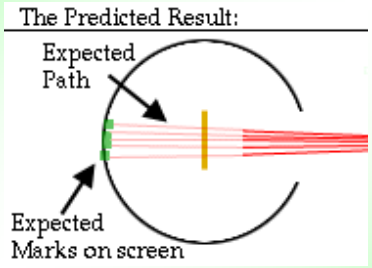
การมองเห็นของมนุษย์

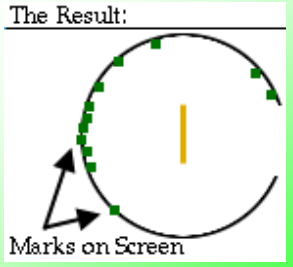


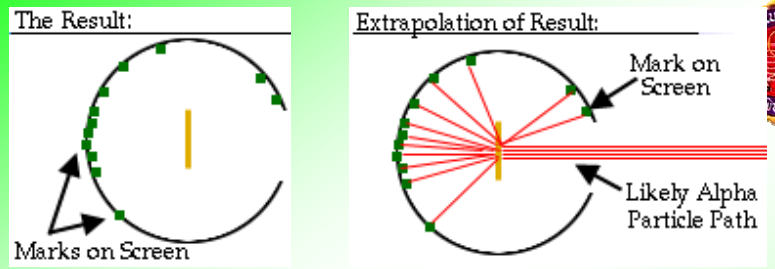


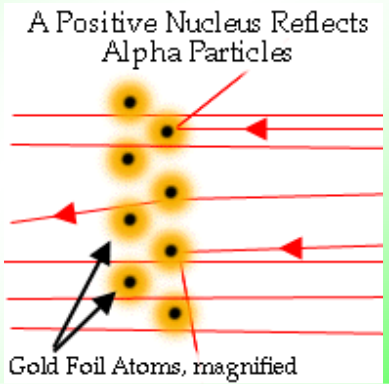
การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

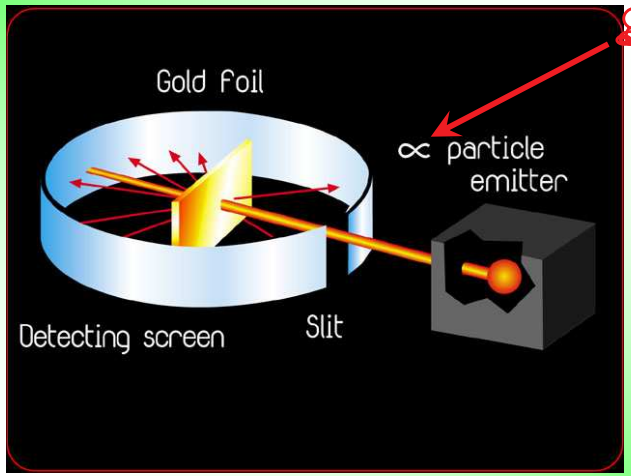




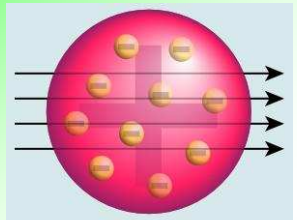




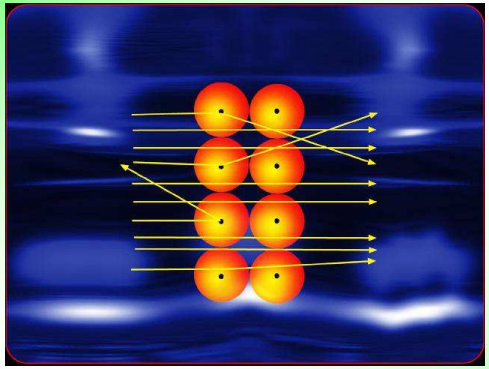




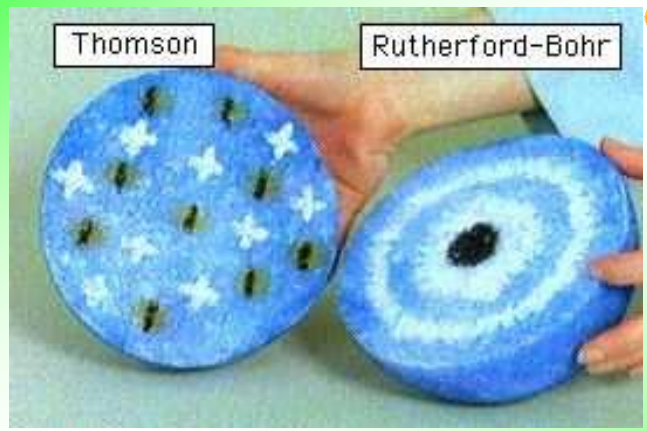
http://www.chemsoc.org/timeline/pages/1911.html



http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Rutherford_gold_foil_experiment_results.svg

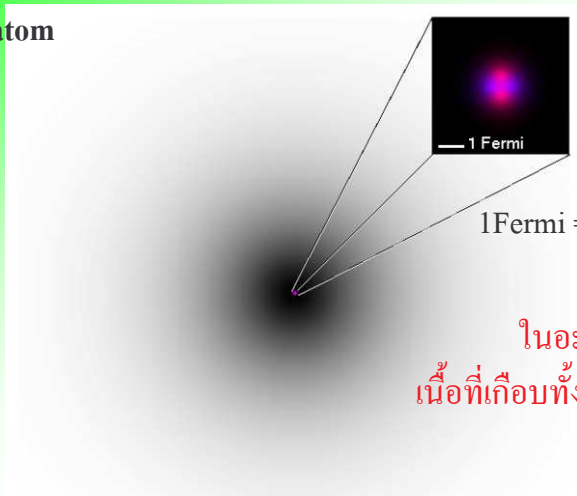


http://www.chemsoc.org/timeline/pages/1911.html



http://chemmovies.unl.edu/Chemistry/dochem/DoChemJPGs/DC034Labelled.jpg

helium atom



1Fermi $=10^{-15}$ เมตร

ในอะตอม
เนื้อที่เกือบทั้งหมดคือที่ว่าง

นิวเคลียสซึ่งมีประจุบวกจะอยู่ตรงกลางของอะตอม
และมีขนาดเล็กกว่าอะตอมประมาณ 10^4 เท่า

http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_nucleus

2. สมบัติของนิวเคลียส

นิวเคลียส

นิวคลีออน
- p โปรตอน
- n นิวตรอน

เพื่อความสะดวกในการอธิบายสมบัติของนิวเคลียส ⇨ $^{A}_{Z}X$

Z เลขอะตอม จำนวน โปรตอน ในนิวเคลียส

A เลขมวล จำนวน นิวคลีออน ในนิวเคลียส

A=Z+N

N เลขนิวตรอน จำนวน นิวตรอน ในนิวเคลียส

สมบัติของนิวเคลียส

นิวไคลด์
⇩
ไอโซโทป
⇩
ประจุและมวล
⇩
ขนาดของนิวเคลียส
⇩
เสถียรภาพ
⇩
พลังงานยึดเหนี่ยว
⇩
ระดับพลังงานของนิวเคลียส

นิวไคลด์

ใช้คำว่านิว ไคลด์ (nuclide) เพื่อแทนนิวเคลียสชนิดต่างๆ

$^{A}_{Z}X$

- A — เลขมวล
- X — สัญลักษณ์ทางเคมีของธาตุ
- Z — เลขอะตอม

<u>ตัวอย่าง</u>

ธาตุเหล็ก ซึ่งมีเลขมวลเป็น 56 และเลขอะตอมเป็น 26

$^{A}_{Z}X \Rightarrow {}^{56}_{26}Fe$

มีโปรตอน 26 ตัว

มีนิวตรอน 30 ตัว

ไอโซโทป

นิวเคลียสของอะตอมที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากันแต่มีจำนวนนิวตรอน

เป็นไอโซโทป (isotope) ซึ่งกันและกัน

ผลิตขึ้นได้ในห้องทดลอง

เช่น $^{11}_{6}C$ $^{14}_{6}C$

พบในธรรมชาติ $^{12}_{6}C$ 98.9% $^{13}_{6}C$ 1.1%

ประจุและมวล

โปรตอนมีประจุเป็นบวก และมีขนาด $1.6\times10^{-19}C$

นิวตรอนไม่มีประจุ (เป็นกลางทางไฟฟ้า)

มวลของอิเล็กตรอน	=	0.000549 u	$m_p \approx 1836 m_e$
มวลของโปรตอน	=	1.007276 u	โปรตอน และ นิวตรอน
มวลของนิวตรอน	=	1.007276 u	มีมวลเกือบเท่ากัน

มวล $1\,u = \frac{1}{12}$ เท่าของมวลของ $^{12}_{6}C$

หรือเท่ากับ 1.660559×10^{-27} kg

หรือ $1\,u = 932.5$ MeV

ขนาดของนิวเคลียส

นิวเคลียสมีลักษณะเป็นทรงกลมที่มีรัศมีเฉลี่ย r มีค่า

$$r = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$r_0 = 1.2 \times 10^{-15}\text{m} = 1.2 \text{ fm}$ $\quad (1 \text{ fm} = 10^{-15}\text{m})$

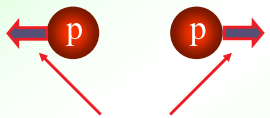
A คือเลขมวล

ครูสุภาณี ช่วยประคอง

เสถียรภาพ

นิวเคลียส

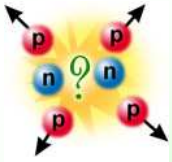
ทำไมยังยึดติดกันได้



เป็นแรงผลักกันทางไฟฟ้า

เช่น

$^{197}_{79}\text{Au}$ มีโปรตอน 79 ตัว



ต้องมีแรงดึงดูดที่มีขนาดแรงกว่าแรงทางไฟฟ้า(แรงคูลอมป์)

เป็นแรงดึงดูดที่เกิดขึ้นระหว่างนิวคลีออน

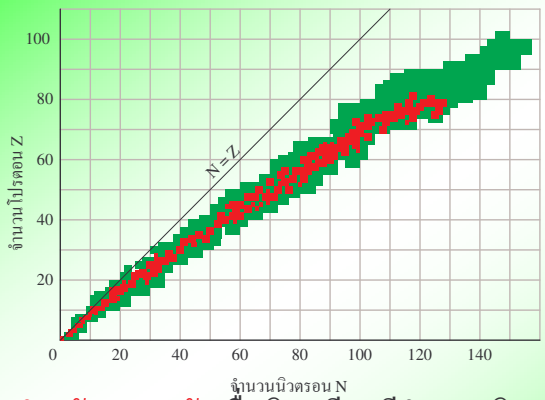
มีผลเฉพาะนิวคลีออนอยู่ใกล้กันเท่านั้น

นั่นคือมีระยะของแรงสั้นมาก

ครูสุภาณี ช่วยประคอง

นิวเคลียสจะมีเสถียรภาพหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงทั้งสองนี้

นิวเคลียสซึ่งไม่เสถียรจะสลายตัวโดยปลดปล่อยรังสีออกมา



ธาตุที่มีขนาดเบา

นิวเคลียสที่มีเสถียรภาพจะอยู่บนเส้นที่มี N = Z

สำหรับธาตุหนักเมื่อนิวเคลียสมีจำนวนนิวตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน นิวเคลียสของธาตุนั้นก็จะมีเสถียรภาพเช่นเดียวกัน เช่น $^{197}_{79}\text{Au}$

ครูสุภาณี ช่วยประคอง

พลังงานยึดเหนี่ยว

คือพลังงานที่ยึดองค์ประกอบของนิวเคลียสไว้ด้วยกัน

หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานของไอน์สไตน์

$$E = \Delta m c^2$$

Δm คือมวลพร่อง (mass difference)

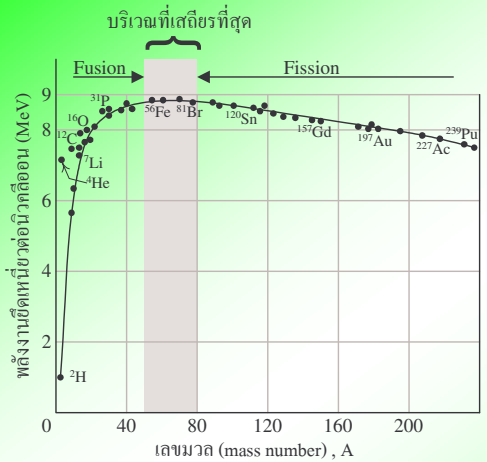
c คือความเร็วของแสง

มวลของนิวเคลียสจะน้อยกว่ามวลรวมขององค์ประกอบของมัน

จึงเกิดมวลพร่องหรือมวลแตกต่าง

พลังงานยึดเหนี่ยว จะมีค่าเท่ากับพลังงานที่ต้องการแยกองค์ประกอบของนิวเคลียสออกจากกัน

ครูสุภาณี ช่วยประคอง



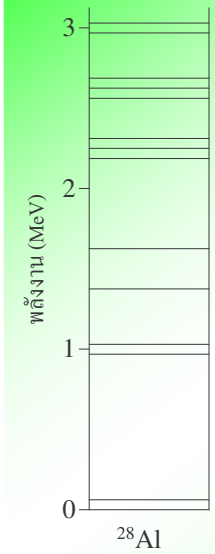
กราฟของพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน
ของนิวเคลียสชนิดต่างๆ

พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน
จะเพิ่มขึ้นเมื่อเลขมวลสูงขึ้น

มีค่าสูงสุดเมื่อเลขมวลมีค่า
ประมาณเท่ากับ 60

พลังงานยึดเหนี่ยว
ต่อนิวคลีออนจะลดลง
เมื่อเลขมวลสูงขึ้น

ระดับพลังงานของนิวเคลียส



ระดับพลังงานของนิวเคลียสมีลักษณะคล้ายกับ
ระดับพลังงานของอะตอมคือห่างกันเป็นช่วงๆ

แต่จะมีขนาดสูงกว่ามากอยู่ในระดับล้านอิเล็กตรอนโวลต์

เมื่อนิวเคลียสเปลี่ยนระดับพลังงานจากระดับสูงสู่
ระดับต่ำกว่านิวเคลียสจะปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ที่มีพลังงานสูงมาก **เรียกว่ารังสีแกมมา**