ฟิสิกส์โกเอก

ฟิสิกส์

ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1

บทที่17 ของไหล

บทที่18 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

โดย ครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

คำนำ

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการเรียนในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์ของครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์) ครูโกเอกได้จัดเรียงเนื้อหาและโจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปยาก ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจวิชาฟิสิกส์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำข้อสอบได้

ครูโกเอกได้จัดทำสารบัญเพื่อให้นักเรียนสามารถจัดเวลาในการเรียนได้สะดวกขึ้น โดยระบุว่าแต่ละคอร์สมีวีดีโอกี่ครั้ง และแต่ละครั้งมีจำนวนชั่วโมงเรียนเท่าใด ซึ่งได้ระบุหน้าของเอกสารการเรียนต่อท้ายไว้ด้วย นักเรียนควรทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่เรียน เพื่อเป็นการเสริมประสบการณ์ในการทำโจทย์และทำให้เข้าใจมากขึ้น หากมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเนื้อหาวิชา สามารถถามได้ที่ facebook/ฟิสิกส์โกเอก

ครูโกเอกหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคอร์สเรียนและเอกสารการเรียนที่จัดทำขึ้นนี้จะให้ประโยชน์กับนักเรียนและขอให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนและการสอบเข้าทุกระดับ

ครูโกเอก
(นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1

บทที่ 17. ของไหล

สารบัญ บทที่ 17. ของไหล

VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	0:36	1. ความดันในของเหลว	131 – 132
VDO ครั้งที่ 2	2:17	1. ความดันในของเหลว	133 – 139
VDO ครั้งที่ 3	1:06	1. ความดันในของเหลว 2. แรงดันจากของเหลวและกฎของพาสคาล	140 – 143
VDO ครั้งที่ 4	2:02	2. แรงดันจากของเหลวและกฎของพาสคาล 3. หลักของอาร์คีมีดีสและแรงลอยตัว	144 – 150
VDO ครั้งที่ 5	1:07	3. หลักของอาร์คีมีดีสและแรงลอยตัว	151 – 155
VDO ครั้งที่ 6	2:06	3. หลักของอาร์คีมีดีสและแรงลอยตัว 4. ความตึงผิว 5. ความหนืด	156 – 165
VDO ครั้งที่ 7	0:56	5. ความหนืด 6. พลศาสตร์ของไหล	165 – 168
VDO ครั้งที่ 8	2:26	6. พลศาสตร์ของไหล	169 – 179

17. ของไหล

1. ความดันในของเหลว

<u>1. **ความหนาแน่น (density)**</u> หรือ ความหนาแน่นมวล (mass density, ρ) คือ ปริมาณมวลสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (kg/m^3)

m คือ มวลของวัตถุ (kg)

V คือ ปริมาตรของวัตถุ (m^3)

<u>2. **ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density)**</u> หรือ ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity, S) คือ อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารนั้น กับความหนาแน่นของสารอ้างอิง (ใช้น้ำบริสุทธิ์ที่ 4 ^{O}C, $\rho_{น้ำ}$ = 1,000 kg/m^3)

เมื่อ S คือ ความถ่วงจำเพาะของวัตถุ

ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (kg/m^3)

ρ_w คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

<u>Ex</u> จงหาความหนาแน่นของวัตถุต่อไปนี้ ในหน่วยกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1. ปรอทมีความหนาแน่น 13.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร .....

2. น้ำมันเบนซินมีความหนาแน่น 0.88 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร .....

3. เหล็กมีความหนาแน่นสัมพัทธ์ 7.86 .....

4. อากาศมีความถ่วงจำเพาะ 1.29×10^{-3} .....

3. ความดัน (pressure, P) ขนาดของแรงที่กระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย (N/m^2)

1 Pascal = 1 N/m^2

1 Bar = 10^5 N/m^2

1 บรรยากาศ = 1.013×10^5 N/m^2

เมื่อ P คือ ความดัน (N/m^2)

F คือ แรงที่กระทำบนพื้นที่ (N)

A คือ พื้นที่รับแรง (m^2)

4. ความดันบรรยากาศ (atmosphere pressure, P_a) คือ ความดันเนื่องจากน้ำหนักโมเลกุลอากาศที่กดลงพื้นโลก

ความดันบรรยากาศที่ผิวโลก = 1 atm (บรรยากาศ)

= 1.013×10^5 N/m^2, Pa

= 760 mmHg

= 1.013 Bar

5. ความดันเกจ (gauge pressure, P_g) คือ ความดันที่ไม่ใช่ความดันบรรยากาศ

ความดันเกจเนื่องจากความลึกของของเหลว

สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับความดันในของเหลว

1. ความดันในของเหลวขึ้นกับชนิดของเหลวและความลึกเท่านั้น
2. ความดันในของเหลวไม่ขึ้นกับรูปร่างภาชนะหรือปริมาตร
3. ที่ความลึกเดียวกัน ความดันของเหลวมีทุกทิศทาง ขนาดเท่ากัน
4. ความดันและแรงดันเนื่องจากของเหลวที่กระทำกับผนังภาชนะตั้งฉากกับผนังภาชนะ

6. ความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure, P) คือ ผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ

<u>Ex1</u> จงแปลงความดันต่อไปนี้ให้อยู่ในหน่วยนิวตันต่อตารางเมตรหรือปาสคาล (หน่วย SI)

1. ความดัน 2.5 บาร์ .....

2. ความดัน 3.0 บรรยากาศ .....

3. แบรอมิเตอร์ปรอทวัดความดันบรรยากาศได้ 760 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) .....
(กำหนดให้ ความหนาแน่นของปรอทเท่ากับ 13.6×10^3 kg/m^3 และ g = 10.0 m/s^2)

4. แมนอมิเตอร์ปรอทวัดความดันเกจของของเหลวได้ 100 มิลลิเมตรปรอท .....

<u>Ex2</u> จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ (Ent33)

ก. ความดันในของเหลวขึ้นกับความลึกของของเหลว

ข. ความดันของของเหลวที่ผิวภาชนะมีทิศตั้งฉากกับผิวภาชนะ

ค. ความดันของของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว

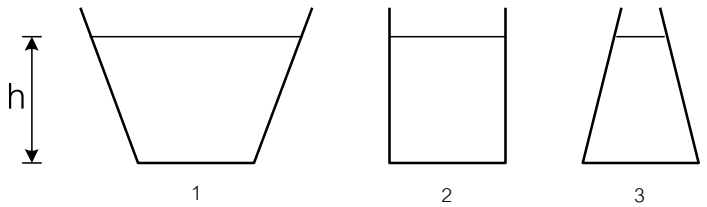
ง. ความดันของของเหลวไม่ขึ้นกับรูปร่างของภาชนะ แต่ขึ้นกับปริมาตร

จ. ความดันเกจของของเหลวที่จุดๆ หนึ่ง ขึ้นกับความดันบรรยากาศ

ข้อความที่ปรากฏข้างบนนี้ มีข้อใดบ้างที่ถูกต้อง

1. ก, ข และ ค 2. ก และ ค 3. จ เท่านั้น 4. คำตอบเป็นแบบอื่น

<u>Ex3</u> พิจารณาภาชนะ 3 อัน ซึ่งมีพื้นที่ฐานเท่ากัน และบรรจุของเหลวชนิดเดียวกันสูงจากก้นภาชนะ h เท่ากัน



1. ความดันที่ของเหลวกดก้นภาชนะ.....
2. แรงดันที่ของเหลวกดก้นภาชนะ.....
3. แรงดันที่ภาชนะกดพื้น.....
4. ความดันที่ภาชนะกดพื้น.....
5. น้ำหนักของของเหลวในแต่ละภาชนะ.....

<u>Ex4</u> จุดที่อยู่ใต้ผิวน้ำลึก 5 เมตร มีความดันสัมบูรณ์เท่าไร เมื่อความดันบรรยากาศมีค่าเท่ากับความดันเนื่องจากน้ำลึก 10 เมตร และความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

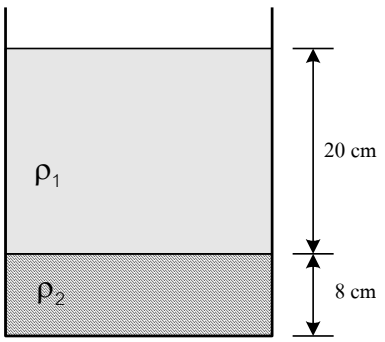
<u>Ex5</u> เรือดำน้ำลำหนึ่งถูกออกแบบให้ทนความดันของน้ำได้ไม่เกิน 10^6 พาสคัล เรือดำน้ำลำนี้จะสามารถดำลึกจากผิวน้ำทะเลได้มากที่สุดเท่าใด (กำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1.0×10^3 kg/m^3 และ g = 10.0 m/s^2)

<u>Ex6</u> เทของเหลว 2 ชนิด ซึ่งไม่ผสมกันลงในภาชนะทรงกระบอกในปริมาณและความสูง ดังนี้

<u>ชนิดที่ 1</u> ความหนาแน่น 0.8 กรัม/ลบ.ซม. สูง 20 ซม.

<u>ชนิดที่ 2</u> ความหนาแน่น 1.25 กรัม/ลบ.ซม. สูง 8 ซม.

จงหาความดันเกจที่รอยต่อของของเหลวทั้งสอง และความดันเกจที่ก้นภาชนะ



ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1

บทที่ 18. ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

สารบัญ บทที่ 18. ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

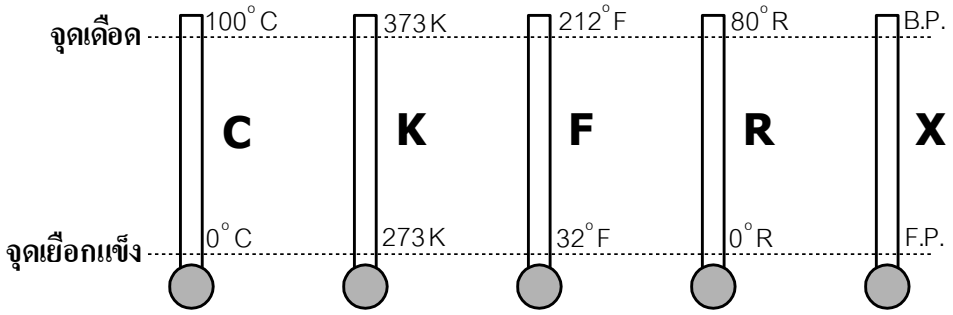
VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	2:09	1. ความร้อน	1 – 8
VDO ครั้งที่ 2	2:09	1. ความร้อน 2. สมบัติของแก๊ส	9 – 20
VDO ครั้งที่ 3	2:01	2. สมบัติของแก๊ส 3. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	21 – 30
VDO ครั้งที่ 4	1:54	3. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	31 – 37
VDO ครั้งที่ 5	2:11	4. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	43 – 53

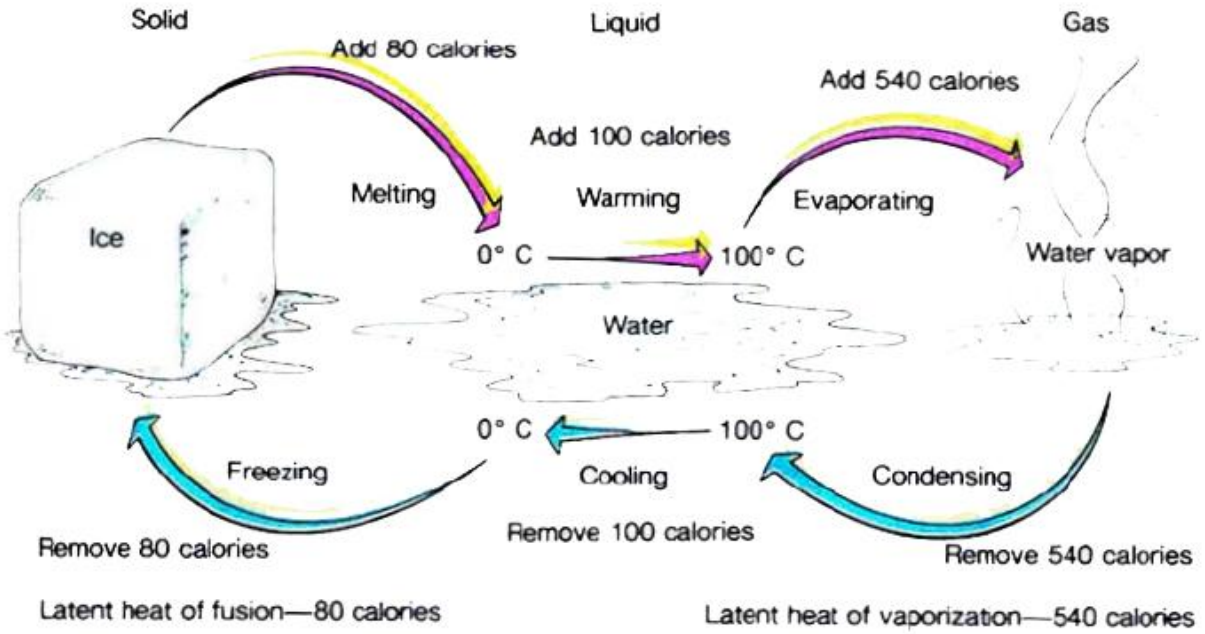
18. ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

1. ความร้อน

1. **อุณหภูมิ** ปริมาณที่บอกว่าวัตถุมีพลังงานความร้อน, ระดับความร้อน มากน้อยเพียงไร

การเปรียบเทียบอุณหภูมิ





2. ความจุความร้อน (heat capacity) และความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity)

2.1 ความจุความร้อน (heat capacity, C) คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้สารนั้น**ทั้งก้อน อุณหภูมิสูงขึ้น** 1 ^{o}C

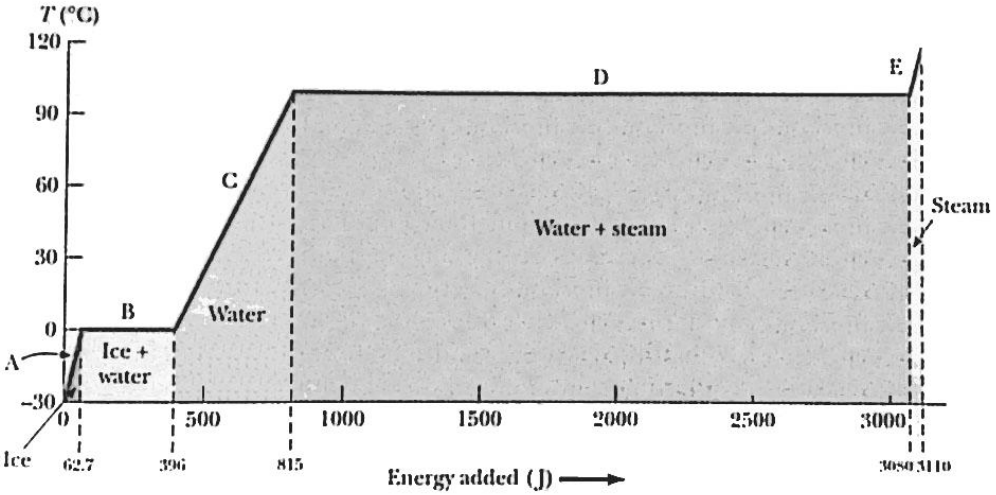
2.2 ความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity, c) คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้สารนั้น**มวล 1 หน่วย อุณหภูมิสูงขึ้น** 1 ^{o}C (K)

3. ความร้อนแฝง (latent heat, L) คือ ความร้อนที่ทำให้สารมวล **1 กิโลกรัม เปลี่ยนสถานะ**

3.1 ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (L_m) พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว

3.2 ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (L_v) พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

4. กราฟระหว่างอุณหภูมิ (T) กับพลังงานความร้อนที่สารได้รับ (Energy added)



พิจารณาพลังงานความร้อนที่ใช้ในการแปลงน้ำแข็ง 1 g ที่ -30 ^{O}C เป็นไอน้ำทั้งหมดที่ 120 ^{O}C

Part A น้ำแข็งเปลี่ยนอุณหภูมิจาก -30.0 ^{O}C เป็น 0.0 ^{O}C (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำแข็งเท่ากับ 2,090 J/kg.^{O}C)

พลังงานความร้อนที่ได้รับ = ...

Part B น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำที่ 0.0 ^{O}C (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 333×10^{3} J/kg)

พลังงานความร้อนที่ได้รับ = ...

Part C น้ำเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 0.0 ^{O}C เป็น 100.0 ^{O}C (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4,190 J/kg.^{O}C)

พลังงานความร้อนที่ได้รับ = ...

Part D น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำที่ 100.0 ^{O}C (ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำของน้ำเท่ากับ $2,260 \times 10^{3}$ J/kg)

พลังงานความร้อนที่ได้รับ = ...

Part E ไอน้ำเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 100.0 ^{O}C เป็น 120.0 ^{O}C (ความจุความร้อนจำเพาะของไอน้ำเท่ากับ 2,010 J/kg.^{O}C)

พลังงานความร้อนที่ได้รับ = ...

<u>Ex1</u> อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นกี่องศาฟาเรนไฮซ์ เป็นกี่เคลวิน

<u>Ex2</u> ถ้าต้องการทำให้น้ำแข็งมวล 1 kg อุณหภูมิ -10^{0}C กลายเป็นไอน้ำอุณหภูมิ 100^{0}C ทั้งหมดจงหาว่าต้องใช้พลังงานเท่าใด (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำแข็ง = 2.10 kJ/kg.K, ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = 4.18 kJ/kg.K, ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 333 kJ/kg, ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ = 2256 kJ/kg)

<u>Ex3</u> จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส กลายเป็นน้ำมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส กำหนดให้ ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4200 จูลต่อกิโลกรัมเคลวิน และความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 333 กิโลจูลต่อกิโลกรัม (ตุลา 44)

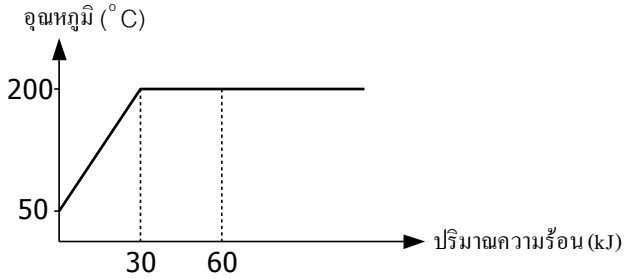
1. 33.7 kJ
2. 37.5 kJ
3. 75.3 kJ
4. 4233 kJ

<u>Ex4</u> ให้พลังงานความร้อน 30,000 จูลแก่น้ำแข็ง 50 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร ถ้ากำหนดให้ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 333 จูลต่อกรัม และความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 จูลต่อกรัม.องศาเซลเซียส (Anet49)

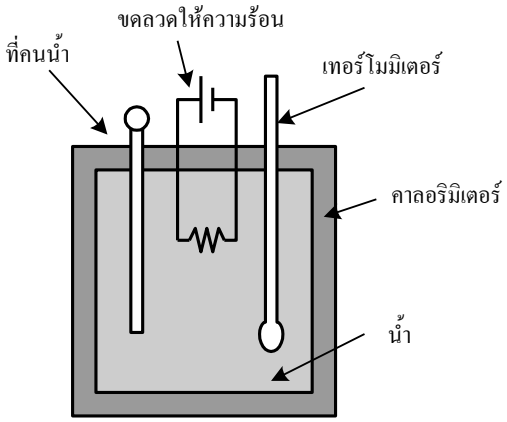
1. ได้น้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
2. ได้น้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
3. ได้น้ำเย็นอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
4. ได้น้ำเย็นผสมน้ำแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

<u>Ex5</u> ให้ความร้อนแก่ของเหลว A และของเหลว B เท่ากัน ทำให้ของเหลว A มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 ^{0}C และของเหลว B มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 20 ^{0}C ถ้าของเหลว B มีมวลเป็น 3 เท่าของของเหลว A จงหาว่าค่าความจุความร้อนจำเพาะของ A เป็นกี่เท่าของ B

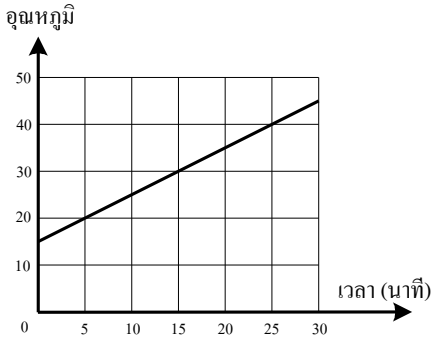
<u>Ex6</u> เมื่อให้ความร้อนด้วยอัตราคงที่แก่สารชนิดหนึ่ง ซึ่งมีมวล 1 กิโลกรัม ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ให้แก่สารเป็นไปดังรูป ความจุความร้อนจำเพาะของสารนี้มีค่าเป็นเท่าใด



<u>Ex7</u> จากการทดลองวัดค่าความจุความร้อนของระบบที่ประกอบด้วยคาลอริมิเตอร์ บรรจุน้ำที่มีเทอร์โมมิเตอร์และแท่งแก้วคนอยู่มีมวลรวม 0.5 กิโลกรัม ให้ความร้อนแก่ระบบโดยผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปขดลวดต้านทานดังรูป ก. เมื่อวัดและเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิของระบบกับเวลาได้กราฟดังรูป ข. ถ้าขดลวดให้ความร้อน 50 วัตต์ ระบบมีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับเท่าไร (Ent39)



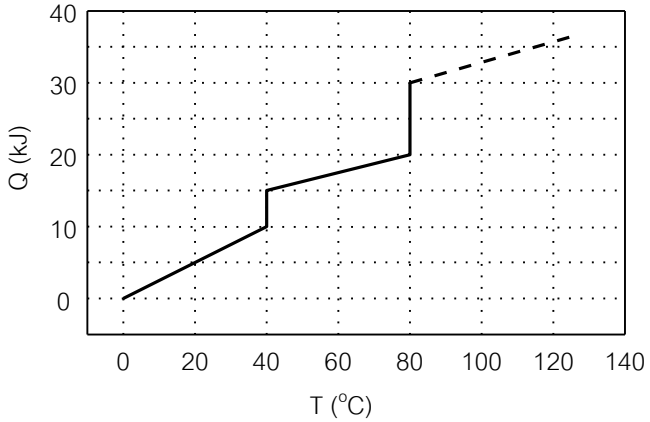
รูป ก.



รูป ข.

1. 9×10^{2} J/(kg.K)
2. 3×10^{3} J/(kg.K)
3. 6×10^{3} J/(kg.K)
4. 9×10^{3} J/(kg.K)

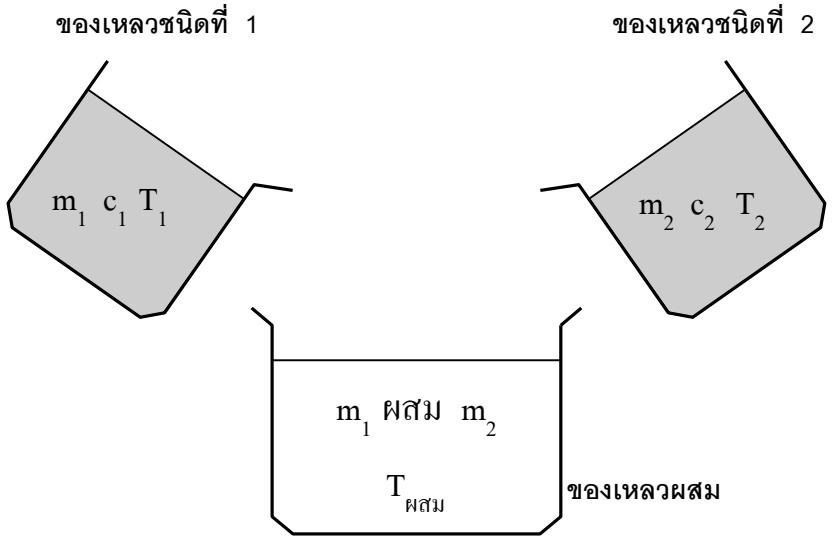
<u>Ex8</u> ก้อนสารมีมวล 0.5 กิโลกรัม เมื่อนำเข้าตู้ปรับอุณหภูมิ ปริมาณความร้อนที่สารดูดกลืนไว้ Q สัมพันธ์กับอุณหภูมิ T ดังรูป จงหาว่าสารมีค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลว L เป็นกี่กิโลจูลต่อกิโลกรัม และค่าความจุความร้อนจำเพาะของสารในสถานะของเหลว c เป็นกี่กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส (PSU 52)



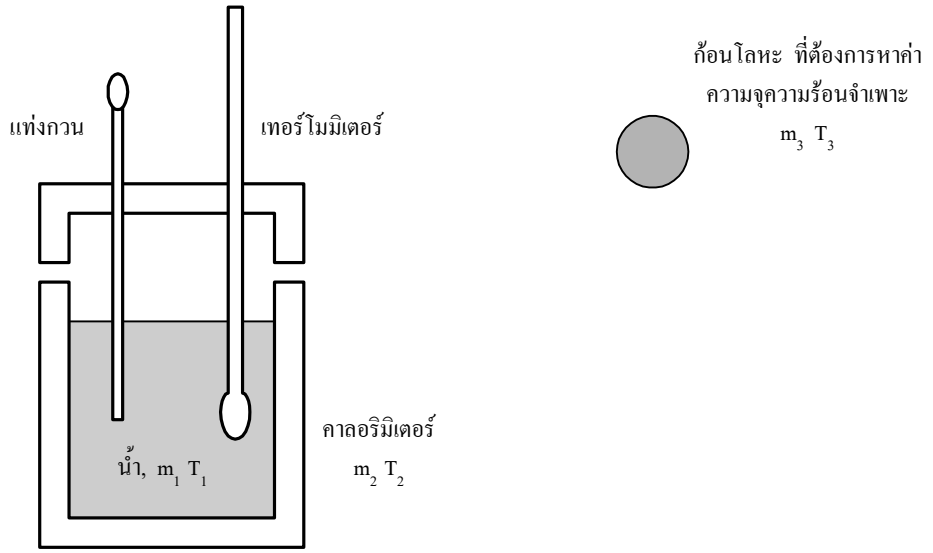
1. 10 และ 0.25
2. 15 และ 0.35
3. 20 และ 0.50
4. 30 และ 0.70

5. การหาอุณหภูมิผสม

5.1 การหาอุณหภูมิผสม กรณีไม่มีการเปลี่ยนสถานะ



5.2 คาลอรี่มิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หาค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ



<u>Ex1</u> น้ำเย็น 7 ลิตร อุณหภูมิ 15 ^{O}C ผสมกับน้ำร้อน 3 ลิตร อุณหภูมิ 90 ^{O}C จงหาอุณหภูมิผสมของน้ำ

<u>Ex2</u> ถ้าใส่ก้อนทองแดงมวล 2 กิโลกรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ลงในน้ำ 5 กิโลกรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีอุณหภูมิผสมเป็นเท่าใด (ความจุความร้อนจำเพาะของทองแดง = 0.1 Cal/ g.^{o}C, ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = 1 Cal/g.^{o}C)

<u>Ex3</u> ลูกเหล็กมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ถูกหย่อนลงในน้ำมวล 100 กรัม ซึ่งบรรจุอยู่ในกระป๋องมวล 70 กรัม และมีโฟมหุ้มกระป๋องอยู่ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 6 องศาเซลเซียส ไปเป็น 20 องศาเซลเซียส จงหาความจุความร้อนจำเพาะของกระป๋อง (กำหนด ความจุความร้อนจำเพาะของเหล็กเท่ากับ 0.45 กิโลจูล/กิโลกรัม เคลวิน ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.20 กิโลจูล/กิโลกรัม เคลวิน) (มีนา 46)

1. 0.13 kJ/kg K
2. 0.23 kJ/kg K
3. 0.43 kJ/kg K
4. 0.70 kJ/kg K

<u>Ex4</u> ใส่น้ำแข็ง 50 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ลงน้ำใน 200 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะได้อุณหภูมิสุดท้ายเท่าใด (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 80 แคลอรี่ต่อกรัม และความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี่ต่อกรัม.เคลวิน) (Ent40)

1. 0 องศาเซลเซียส
2. 4 องศาเซลเซียส
3. 8 องศาเซลเซียส
4. 10 องศาเซลเซียส

ฟิสิกส์โกเอก

ฟิสิกส์

ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 2

บทที่19 ฟิสิกส์อะตอม

บทที่20 ฟิสิกส์นิวเคลียร์

โดย ครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

คำนำ

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการเรียนในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์ของครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์) ครูโกเอกได้จัดเรียงเนื้อหาและโจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปยาก ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจวิชาฟิสิกส์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำข้อสอบได้

ครูโกเอกได้จัดทำสารบัญเพื่อให้นักเรียนสามารถจัดเวลาในการเรียนได้สะดวกขึ้น โดยระบุว่าแต่ละคอร์สมีวีดีโอกี่ครั้ง และแต่ละครั้งมีจำนวนชั่วโมงเรียนเท่าใด ซึ่งได้ระบุหน้าของเอกสารการเรียนต่อท้ายไว้ด้วย นักเรียนควรทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่เรียน เพื่อเป็นการเสริมประสบการณ์ในการทำโจทย์และทำให้เข้าใจมากขึ้น หากมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเนื้อหาวิชา สามารถถามได้ที่ facebook/ฟิสิกส์โกเอก

ครูโกเอกหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคอร์สเรียนและเอกสารการเรียนที่จัดทำขึ้นนี้จะให้ประโยชน์กับนักเรียนและขอให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนและการสอบเข้าทุกระดับ

ครูโกเอก
(นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 2

บทที่ 19. ฟิสิกส์อะตอม

สารบัญ บทที่ 19. ฟิสิกส์อะตอม

VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	1:24	1. การค้นพบอิเล็กตรอน 2. การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด	209 – 217
VDO ครั้งที่ 2	1:02	3. การทดลองด้านสเปกตรัม	218 – 221
VDO ครั้งที่ 3	2:00	4. การแผ่รังสีของวัตถุดำ 5. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	222 – 229
VDO ครั้งที่ 4	0:57	5. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	230 – 233
VDO ครั้งที่ 5	1:55	6. แบบจำลองอะตอมไฮโดรเจนตามทฤษฎีอะตอมของโบร์	234 – 241
VDO ครั้งที่ 6	1:04	7. การทดลองของฟรังค์ และเฮิรตซ์	242-247
VDO ครั้งที่ 7	1:51	8. รังสีเอ็กซ์ 9. ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค	248-255
VDO ครั้งที่ 8	1:02	9. ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค	256-260
VDO ครั้งที่ 9	0:31	10. กลศาสตร์ควอนตัม	261-263

19. ฟิสิกส์อะตอม

1. การค้นพบอิเล็กตรอน

1. การค้นพบอิเล็กตรอนของทอมสัน (Sir Joseph John Thomson, 1856-1940, Nobel Prize 1906)

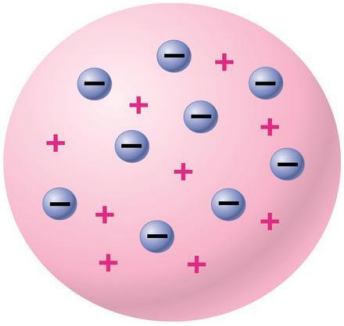
เจ เจ ทอมสัน ทดลองโดยใช้หลอดรังสีแคโทด (หลอดบรรจุแก๊สความดันต่ำ) ศึกษาสมบัติของรังสีแคโทดโดยมีผลการทดลองและข้อสรุปดังนี้

1. **วิเคราะห์รังสีแคโทดโดยใช้สนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็ก**
   สรุปว่า "รังสีแคโทดมีประจุไฟฟ้าชนิดลบ ซึ่งก็คืออิเล็กตรอน"

2. **ขั้วไฟฟ้าลบที่ทำจากโลหะทุกชนิดสามารถให้อิเล็กตรอน (รังสีแคโทด) ได้ทั้งสิ้น**
   สรุปว่า "อิเล็กตรอนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของอะตอมทุกชนิด

3. ทอมสันคำนวณอัตราส่วนประจุต่อมวลของรังสีแคโทดได้ $\frac{q}{m} = 1.76\times10^{11}\ C/kg$

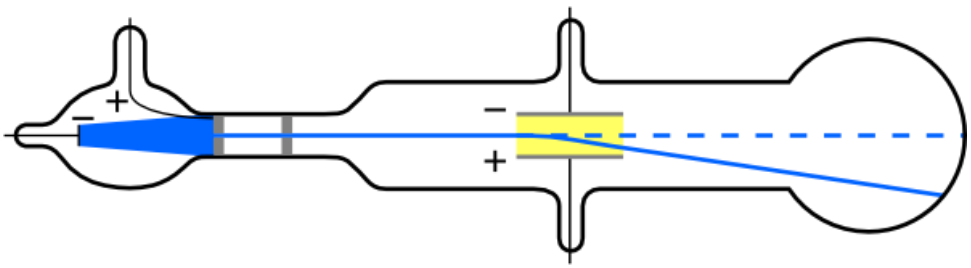
4. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน "อะตอมมีรูปทรงกลม ประกอบด้วยเนื้ออะตอมที่มีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าลบกระจายอย่างสม่ำเสมอ

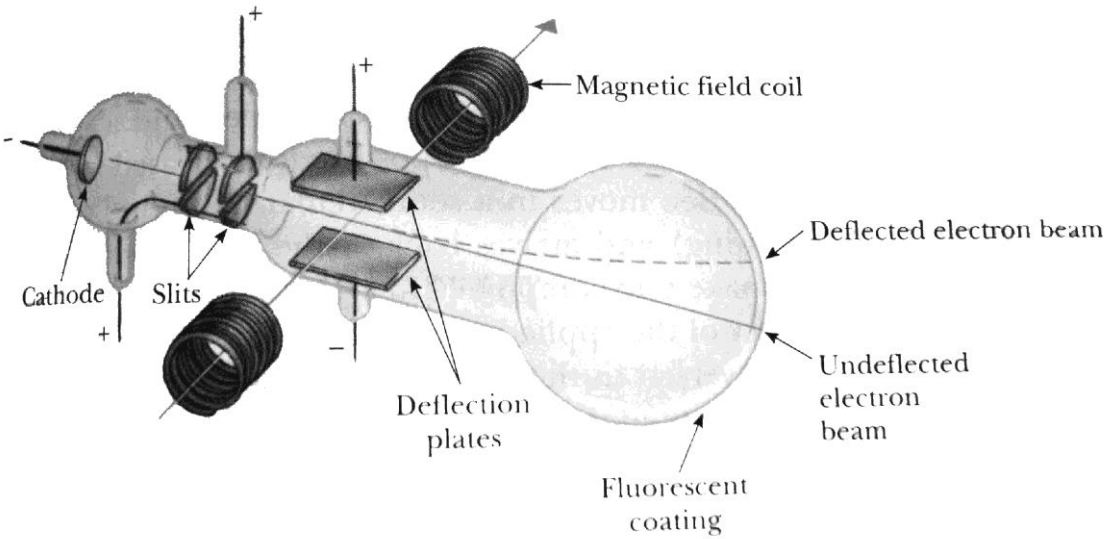


1.1 หลอดรังสีแคโทด ประกอบด้วย

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงศักย์สูง
2. หลอดแก้วบรรจุแก๊สที่มีความดันต่ำ
   ขั้วหลอดบรรจุแก๊สที่ต่อกับขั้วลบของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า เรียก แคโทด (C)
   ขั้วหลอดบรรจุแก๊สที่ต่อกับขั้วบวกของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า เรียก แอโทด (A)

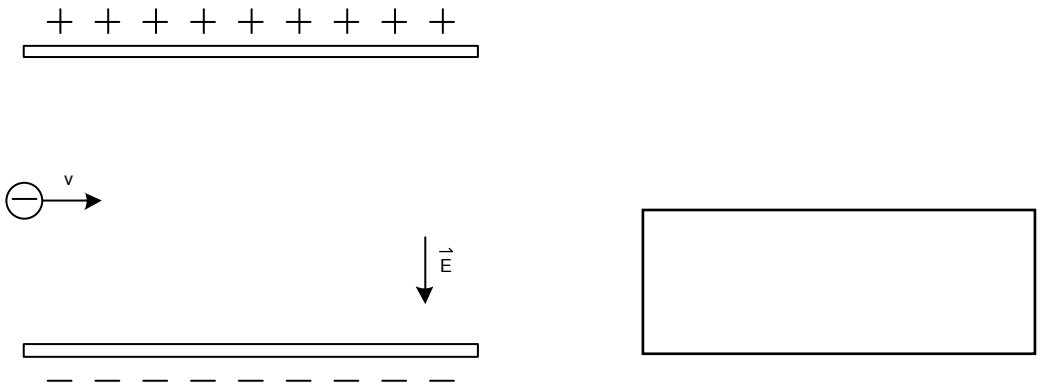
เมื่อใช้ความต่างศักย์สูงประมาณ 10,000 โวลต์ จะเกิดการนำไฟฟ้าขึ้น และมีแสงสีเขียวพุ่งออกมาจากขั้วแคโทด เรียกว่า รังสีแคโทด



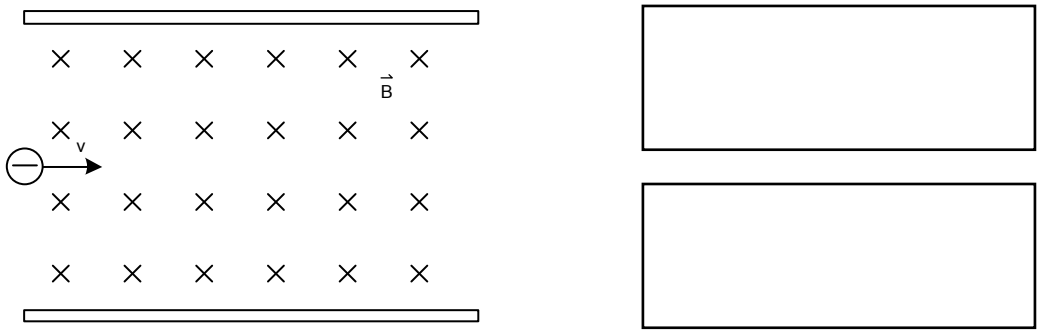


<u>1.2 การเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามไฟฟ้า และในสนามแม่เหล็ก</u>

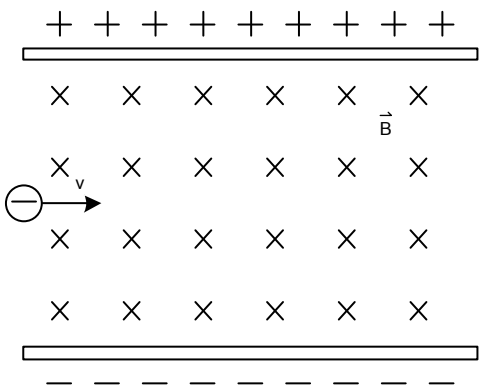
1. **รังสีแคโทดในสนามไฟฟ้า**



2. **รังสีแคโทดในสนามแม่เหล็ก**

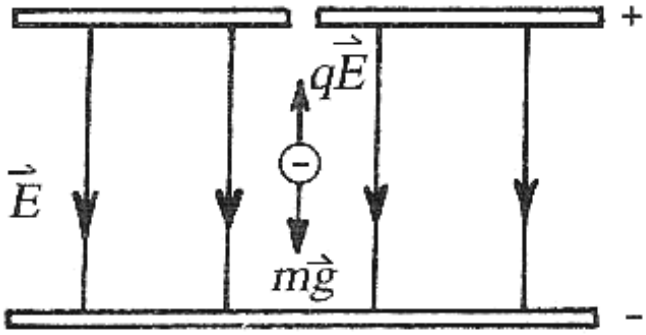


3. **รังสีแคโทดในสนามไฟฟ้า และในสนามแม่เหล็ก**



2. **<u>การทดลองของมิลลิแกน</u>** <u>(Robert Andrew Millikan, 1868-1953, Nobel Prize 1923)</u>

ทำการทดลอง โดยการพ่นหยดน้ำมันเล็ก ๆ ที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้าไปในสนามไฟฟ้า และปรับขนาดสนามไฟฟ้าจนกระทั่งหยดน้ำมันลอยนิ่งได้ สรุปได้ดังนี้



1. **หาขนาดของประจุลบ ได้เป็นจำนวนเท่าของ** 1.6×10^{-19} C **เสมอ**

2. **หามวลของอิเล็กตรอนได้จากอัตราส่วนประจุต่อมวลของทอมสัน**

<u>Ex1</u> ในการทดลองของทอมสัน สามารถหาค่าอัตราเร็วของรังสีขั้วลบได้โดยวิธีใด

1. หาค่าความต่างศักย์ที่ทำให้รังสีหยุดวิ่งได้ในสนามไฟฟ้า
2. คำนวณความเร็วจากงานที่ได้จากความต่างศักย์
3. คำนวณจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่ทำให้รังสีวิ่งเป็นเส้นตรง
4. ถูกทั้งสามวิธีข้างต้น

<u>Ex2</u> สิ่งใดที่ทำให้ เจ เจ ทอมสัน สรุปว่าอะตอมซึ่งเดิมเข้าใจว่าแบ่งแยกไม่ได้นั้นความจริงสามารถแบ่งย่อยได้อีก

1. หาค่าประจุต่อมวลได้ 1.76×10^{11} C/kg
2. ขั้วไฟฟ้าลบทุกชนิด สามารถให้อิเล็กตรอนได้ทั้งสิ้น
3. รังสีคาโทดออกจากขั้วไฟฟ้าลบ
4. มวลไอออนของไฮโดรเจนมากกว่ามวลของอิเล็กตรอน 1800 เท่า

<u>Ex3</u> ในการทดลองวัดอัตราส่วนประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน โดยวิธีของทอมสัน โดยครั้งแรกให้รังสีแคโทดเกิดการเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก แต่เมื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไปเพื่อหักล้างการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทด กลับปรากฏว่ารังสีแคโทดกลับเบี่ยงเบนมากยิ่งขึ้น ผู้กระทำการทดลองควรจะทำอย่างไร

1. ลดความเข้มของสนามแม่เหล็ก
2. ลดความเข้มของสนามไฟฟ้า
3. เพิ่มความเข้มของสนามไฟฟ้า
4. กลับทิศทางของสนามไฟฟ้า

<u>Ex4</u> ในการวัดความเร็วของอนุภาครังสีแคโทด จากการทดลองของทอมสันเพื่อหาอัตราส่วน q/m นั้น พบว่าถ้าใช้สนามแม่เหล็กซึ่งมีความเข้ม 3×10^{-3} เทสลา และสนามไฟฟ้าในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ซึ่งเกิดจากการต่อแผ่นโลหะขนานกันสองแผ่นโดยมีระยะห่างกัน 1 cm เข้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า 600 V แล้วอนุภาครังสีแคโทดสามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวเส้นตรง ความเร็วของอนุภาคดังกล่าวนี้จะมีค่า

1. 0.5×10^{-7} m/s
2. 0.5×10^{-5} m/s
3. 2×10^{5} m/s
4. 2×10^{7} m/s

<u>Ex5</u> ในการทดลองหลอดรังสีแคโทด พบว่าความเร็วของอนุภาครังสีแคโทดมีค่าเท่ากับ 9×10^{7} เมตร/วินาที เมื่อนำขดลวดโซลินอยด์ที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก 0.1 เทสลา ครอบลงบนหลอดรังสีแคโทด จงหาว่ารังสีแคโทดจะวิ่งเป็นโค้งด้วยรัศมีความโค้งเท่าไร (กำหนดค่า $e/m = 1.8\times10^{11}$ C/kg)

1. 0.05 cm
2. 0.5 cm
3. 2.5 cm
4. 5 cm

<u>Ex6</u> ในการทดลองวัดอัตราส่วนประจุไฟฟ้าต่อมวล q/m แบบทอมสัน ระยะระหว่างแผ่นโลหะที่ใช้เท่ากับ 0.008 เมตร และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองเท่ากับ 300 โวลต์ พบว่าถ้าใช้สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 0.002 เทสลา ตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นแนวตรงระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง และเมื่อตัดสนามไฟฟ้าออก อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งของวงกลมรัศมีเท่ากับ 6.0 เซนติเมตร ถ้าโลหะแผ่นบนมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก จงแสดงทิศของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก และคำนวณ

1. อัตราเร็วของอิเล็กตรอน ……..
2. อัตราส่วนประจุไฟฟ้าต่อมวลของอิเล็กตรอน ……..

<u>Ex7</u> ในการทดลองวัดอัตราส่วนประจุต่อมวล (q/m) ของอนุภาครังสีแคโทด โดยวิธีของทอมสัน พบว่าเมื่อใช้สนามแม่เหล็กซึ่งมีความเข้ม B รังสีแคโทดจะเบี่ยงเบนไปเป็นทางโค้งซึ่งมีรัศมี R ต่อมาเมื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไป โดยทำให้เกิดความต่างศักย์ V ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งว่างห่างกันเป็นระยะ d รังสีแคโทดจะเดินทางเป็นเส้นตรงโดยไม่เกิดการเบี่ยงเบน อัตราส่วนของประจุต่อมวลของอนุภาครังสีแคโทดจะมีค่าเป็นเท่าไร

1. $\frac{V}{BdR}$
2. $\frac{V}{B^2dR}$
3. $\frac{BdR}{V}$
4. $\frac{B^2dR}{V}$

<u>Ex8</u> อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าหลายอนุภาควิ่งผ่านบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก โดยทิศที่วิ่งตั้งฉากกับสนามทั้งสอง อนุภาคที่วิ่งไปโดยไม่เบนออกจากแนวเดิม จะมีปริมาณใดเท่ากัน (มีนา 43)

1. ประจุ
2. ความเร็ว
3. มวล
4. อัตราส่วนประจุต่อมวล

<u>Ex9</u> ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกนพบว่า ถ้าต้องการให้หยดน้ำมันซึ่งมีมวล m และมีอิเล็กตรอนเกาะติดอยู่ n ตัว ลอยนิ่งอยู่ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งขนานห่างกันเป็นระยะทาง d และมีความต่างศักย์เป็น V ประจุของอิเล็กตรอนที่คำนวณได้จากการทดลองนี้จะมีค่าเป็นเท่าไร

1. $\frac{mgd}{nV}$
2. $\frac{mgV}{nd}$
3. $\frac{nmgd}{V}$
4. $\frac{nmgV}{d}$

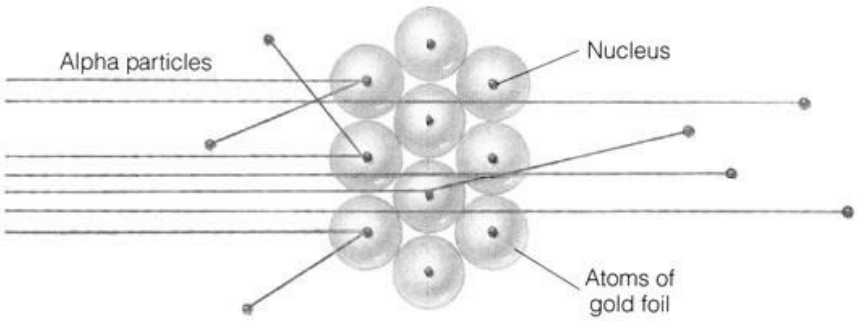
<u>Ex10</u> ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน ถ้าใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ หยดน้ำมันมีมวล 8×10^{-16} กิโลกรัม ระยะระหว่างขั้วโลหะเท่ากับ 0.8 เซนติเมตร ทำให้หยดน้ำมันอยู่นิ่ง หยดน้ำมันได้รับอิเล็กตรอนกี่ตัว

1. 1 ตัว
2. 2 ตัว
3. 4 ตัว
4. 8 ตัว

2. การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด (Sir Ernest Rutherford)

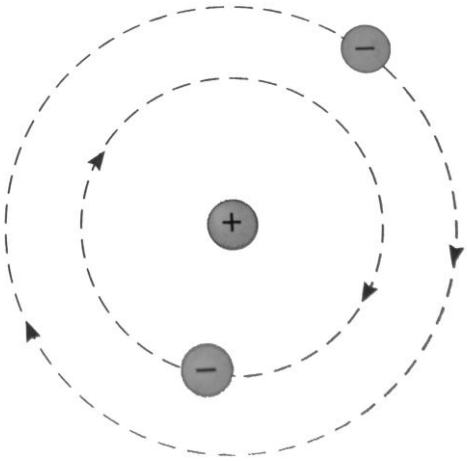
<u>การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด</u> <u>(Sir Ernest Rutherford, 1871-1937, Nobel Prize 1908)</u>

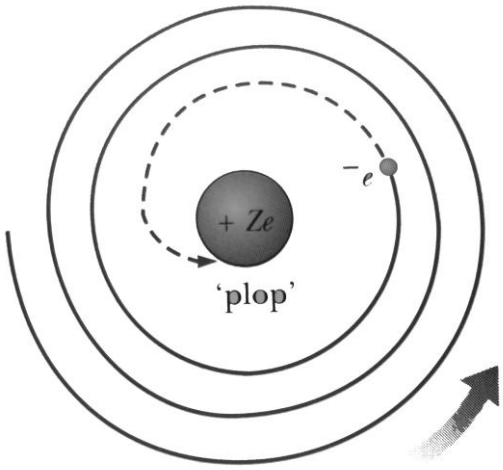
รัทเทอร์ฟอร์ดทดลองยิงอนุภาคแอลฟา ไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ได้ผลการทดลองดังนี้



1. **อนุภาคแอลฟาเกือบทั้งหมดทะลุผ่านแผ่นทองคำเปลว โดยมีการเบี่ยงเบนน้อยมาก**
   สรุปว่า "ในอะตอมส่วนใหญ่เป็นที่ว่าง"
2. **อนุภาคแอลฟาจำนวนน้อยเบนไปจากเดิมเป็นมุมโต หรือย้อนกลับ** (90° **หรือมากกว่า** 90°)
   สรุปว่า "นิวเคลียสในอะตอมมีขนาดเล็กมาก มีมวลมากและมีประจุบวก"
3. **แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด**

รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า ภายในอะตอมส่วนใหญ่เป็นที่ว่าง มวลส่วนใหญ่ของอะตอมรวมอยู่ที่ศูนย์กลางอะตอม โดยส่วนนี้เป็นประจุบวกเรียกว่านิวเคลียส มีอิเล็กตรอนวิ่งวนรอบนิวเคลียสเป็นระยะห่าง





<u>สิ่งที่แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดอธิบายไม่ได้</u> คือ เนื่องจากอิเล็กตรอนวิ่งวนรอบนิวเคลียสเป็นวงกลมจึงมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง เมื่อมีความเร่งอิเล็กตรอนต้องปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาและสูญเสียพลังงานจนกระทั่งเข้าไปรวมกับนิวเคลียส แต่อะตอมของธาตุจริงนั้น อิเล็กตรอนไม่ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และอิเล็กตรอนไม่สูญเสียพลังงาน

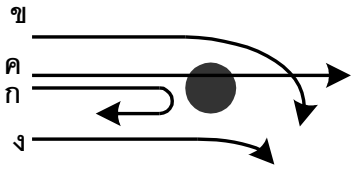
<u>Ex1</u> การที่รัทเธอร์ฟอร์ด ทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง แล้วพบว่าโครงสร้างของอะตอมไม่เป็นไปตามแบบของทอมสัน เนื่องจากรัทเธอร์ฟอร์ดพบว่า (Ent36)

1. อนุภาคแอลฟาเกือบทั้งหมดเบนไปจากแนวเดิมเป็นมุมใด ๆ และบางทีมีการสะท้อนกลับ
2. อนุภาคแอลฟาเบนไปจากแนวเดิมทุกทิศทางเท่า ๆ กัน
3. อนุภาคแอลฟาทั้งหมดวิ่งทะลุผ่านแผ่นทองไปแนวเกือบเป็นเส้นตรง
4. อนุภาคแอลฟาบางส่วนเบนไปจากแนวเดิมเป็นมุมใด ๆ ทั้งที่ส่วนใหญ่ผ่านไปในแนวตรง

<u>Ex2</u> ในการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาผ่านแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ด ข้อใดที่แสดงว่านิวเคลียสของอะตอมมีขนาดเล็กและมีประจุบวกทั้งหมดรวมกันอยู่

1. อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ผ่านไปตรง ๆ
2. อนุภาคแอลฟาบางตัวเบนไปถึง 90° หรือมากกว่า
3. จำนวนอนุภาคที่เบนเป็นมุมโตมีไม่น้อย
4. จำนวนอนุภาคที่ย้อมกลับมีมาก

<u>Ex3</u> ถ้ายิงอนุภาคแอลฟาเข้าไปในนิวเคลียสของโลหะ ทางเดินของอนุภาคแอลฟาที่เป็นไปได้คือ (มีนา 42)



1. ก และ ง เท่านั้น
2. ข และ ค เท่านั้น
3. ก, ค และ ง เท่านั้น
4. ก, ข, ค และ ง

<u>Ex4</u> อนุภาคพลังงานจลน์เท่ากันในข้อใดที่วิ่งเข้าใกล้นิวเคลียสของยูเรเนียมแล้วมีโอกาสเบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมน้อยที่สุด (ตุลา 41)

1. โปรตอน
2. แอลฟา
3. อิเล็กตรอน
4. นิวตรอน

<u>Ex5</u> รังสีแอลฟาเคลื่อนที่เฉียดนิวเคลียสของทองคำ พลังงานจลน์ของรังสีแอลฟา ณ ตำแหน่งที่เข้าใกล้นิวเคลียสของทองคำมากที่สุด มีค่า (Ent39)

1. ศูนย์
2. มากที่สุด
3. เท่าเดิม
4. น้อยที่สุด

ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 2

บทที่ 20. ฟิสิกส์นิวเคลียร์

สารบัญ บทที่ 20. ฟิสิกส์นิวเคลียร์

VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	1:19	1. กัมมันตภาพรังสี 2. การสลายกัมมันตรังสี 3. อัตราการสลายของธาตุกัมมันตรังสี	273-283
VDO ครั้งที่ 2	1:14	3. อัตราการสลายของธาตุกัมมันตรังสี	284-288
VDO ครั้งที่ 3	2:03	3. อัตราการสลายของธาตุกัมมันตรังสี 4. ไอโซโทป	289-299
VDO ครั้งที่ 4	2:09	5. เสถียรภาพของนิวเคลียส 6. ปฏิกิริยานิวเคลียร์	300-313

20. ฟิสิกส์นิวเคลียร์

1. กัมมันตภาพรังสี

1. การค้นพบกัมมันตภาพรังสี

แบ็กเกอเรล (Becquerel, Antoine Henri) ได้ทดลอง การแผ่รังสีชนิดหนึ่งของสารประกอบของยูเรเนียม โดยการนำสารนั้นและซองดำบรรจุฟิล์มใส่ไว้ในลิ้นชักหลายวัน พบว่าปรากฏรอยดำบนฟิล์ม แบ็กเกอเรลสรุปว่า สารประกอบยูเรเนียมปล่อยรังสีชนิดหนึ่งออกมาตลอดเวลา

ปีแอร์ กูรี (Pierre Curie) **และ มารี กูรี** (Marie Curie) ได้ทำการทดลองกับธาตุบางชนิด พบว่ามีการแผ่รังสีเช่นเดียวกับสารประกอบยูเรเนียม

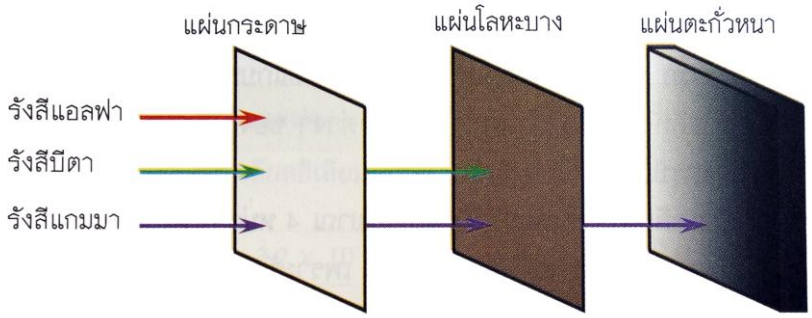
กัมมันตภาพรังสี (radioactivity) คือ ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง

ธาตุกัมมันตรังสี (radioactive element) คือ ธาตุที่สามารถแผ่รังสีได้เอง

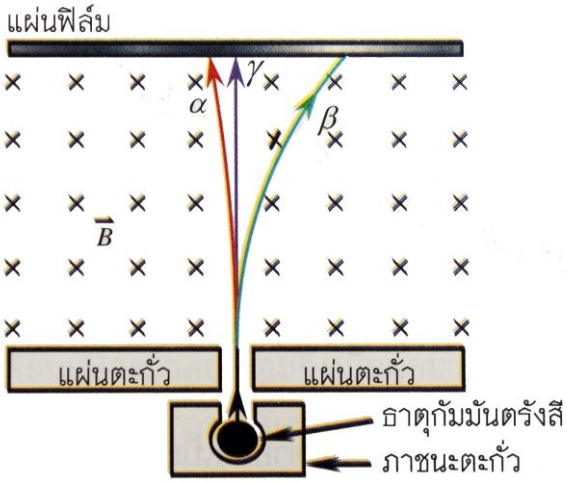
2. ชนิดของกัมมันตภาพรังสี

รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตภาพรังสีมีอยู่ 3 ชนิด ซึ่งแสดงความแตกต่างกันได้อย่างชัดเจน คือ

1. สมบัติการทะลุผ่าน



2. ทิศทางการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก



ลักษณะเฉพาะของรังสีแอลฟา, บีตา และแกมมา

1. รังสีแอลฟา (alpha ray)

เป็นนิวเคลียสของฮีเลียม มีมวลประมาณ 4.00u มีประจุไฟฟ้า +2e สามารถทำให้เนื้อสารที่รังสีผ่านแตกตัวเป็นไอออนได้ดีจึงมีอำนาจทะลุทะลวงน้อย (ใช้กระดาษกั้นได้)

2. รังสีบีตา (beta ray)

เป็นอิเล็กตรอนความเร็วสูง มีมวลประมาณ 0.0005u มีประจุไฟฟ้า -e อำนาจทะลุทะลวงปานกลาง (ใช้ไม้, พลาสติก หรืออลูมิเนียมกั้นได้) ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้ปานกลาง

มี 2 ชนิด คือ บีตาลบ (β^-, ${}^{0}_{-1}e$, เนกาตรอน) และ บีตาบวก (β^+, ${}^{0}_{+1}e$, โพสิตรอน)

3. รังสีแกมมา (gamma ray)

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ไม่มีมวลและไม่มีประจุ อำนาจทะลุทะลวงสูง สามารถทะลุผ่านแผ่นอลูมิเนียมที่หนาหลายเซนติเมตรได้ (ต้องใช้ตะกั่วหรือคอนกรีตกั้นได้) ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้ไม่ดี

ตารางเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะของรังสีแอลฟา, บีตา, แกมมา

ลักษณะเฉพาะ	แอลฟา	บีตา	แกมมา
องค์ประกอบ	นิวเคลียสของฮีเลียม	อิเล็กตรอนความเร็วสูง	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง
ประจุไฟฟ้า	+2e	-1e	0
มวล	4.0015 u	0.0005 u	0
พลังงาน	4 – 10 MeV	0.025 – 3.5 MeV	0.04 – 3.2 MeV
ความเร็ว	$\approx$ 0.05 c	$\approx$ 0.3 – 0.9 c	c
ความสามารถในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน	2500	100	1
อำนาจทะลุผ่าน (ในอากาศ)	3 – 5 cm	1 – 3 m	มากกว่าแอลฟาและบีตา
การเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก	เบี่ยงเบนเล็กน้อย	เบี่ยงเบนมากกว่า และไปในทิศตรงข้ามกับ α	ไม่เบี่ยงเบนเลย

3. องค์ประกอบของนิวเคลียส

1. สมมติฐานโปรตอน - นิวตรอน

นิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและอนุภาคนิวตรอน เราเรียกอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของนิวเคลียสรวมกันว่า "**นิวคลีออน** "

2. สัญลักษณ์ของนิวเคลียส

เลขมวล (mass number "A") คือ ผลรวมของจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนที่อยู่ภายในนิวเคลียส (เป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่าใกล้เคียงกับมวลอะตอมของธาตุนั้นมากที่สุด)

เลขอะตอม (atomic number "Z") คือ จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส (เป็นตัวเลขที่บอกถึงประจุไฟฟ้าของนิวเคลียสอีกด้วย)

สัญลักษณ์ของอนุภาคบางตัว

อนุภาค	สัญลักษณ์	ตัวย่อ
โปรตอน	${}^{1}_{1}H$	
ดิวเทอรอน	${}^{2}_{1}H$	
ทริทอน	${}^{3}_{1}H$	
แอลฟา	${}^{4}_{2}He$	
บีตา (ลบ), เนกาตรอน	${}^{0}_{-1}e$	
บีตา (บวก), โพสิตรอน	${}^{0}_{+1}e$	
นิวตรอน	${}^{1}_{0}n$	
แกมมา	γ	

2. การสลายกัมมันตรังสี (Radioactive decay)

1. การสลายตัวให้อนุภาคแอลฟา

เกิดจากการที่นิวเคลียสของธาตุเดิม สลายตัวให้นิวเคลียสของธาตุใหม่ที่มีเลขมวลลดลง 4 และเลขอะตอมลดลง 2

$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He}$$

เช่น ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$, ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

2. การสลายตัวให้อนุภาคบีตา

บีตาลบ

เกิดจากการที่นิวตรอน 1 ตัวภายในนิวเคลียส เปลี่ยนสภาพกลายเป็นโปรตอน 1 ตัว ทำให้นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ มีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 แต่มีเลขมวลเท่าเดิม พร้อมกับให้อิเล็กตรอนออกมา

$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e}$$

เช่น ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$, ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$

บีตาบวก

เกิดจากการที่โปรตอน 1 ตัวภายในนิวเคลียส เปลี่ยนสภาพกลายเป็นนิวตรอน 1 ตัว ทำให้นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ มีเลขอะตอมลดลง 1 แต่มีเลขมวลเท่าเดิม พร้อมกับให้อนุภาค positron ออกมา

$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e}$$

เช่น ${}^{14}_{8}O \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{+1}e$

3. การสลายตัวให้รังสีแกมมา

ในการสลายกัมมันตรังสี มักจะมีรังสีแกมมาออกมาด้วยอยู่แล้ว เพราะนิวเคลียสจะมีการเปลี่ยนระดับพลังงานมาสู่ระดับที่ต่ำกว่า จึงทำให้มีการแผ่รังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเลขมวลหรือเลขอะตอมแต่อย่างใด

$$\boxed{{}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma}$$

เช่น ${}^{212}_{83}Bi \rightarrow {}^{208}_{81}Tl^{*} + {}^{4}_{2}He$, ${}^{208}_{81}Tl^{*} \rightarrow {}^{208}_{81}Tl + \gamma$

<u>Ex1</u> การจะตรวจหาว่ารังสีนิวเคลียร์เป็นแบบแอลฟา หรือบีตา หรือแกมมา จะต้องใช้อุปกรณ์แบบใดร่วมกับเครื่องตรวจจับกัมมันตรังสี (Anet51)

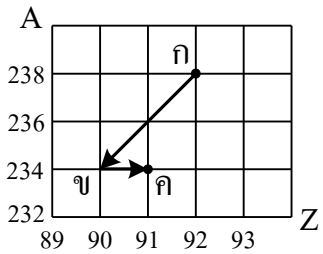
1. เครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์
2. แผ่นโพลารอยด์สองแผ่น
3. เกรตติงชนิด 500 เส้นต่อมิลลิเมตรขึ้นไป
4. แผ่นตะกั่ว แผ่นอลูมิเนียม และแผ่นกระดาษ

<u>Ex2</u> ธาตุ A สลายเป็น B โดยปล่อยรังสีเบตาลบออกมา ธาตุทั้งสองจะมีจำนวนใดเท่ากัน (Ent39)

1. นิวตรอน
2. โปรตอน
3. ผลรวมของนิวตรอนและโปรตอน
4. ผลต่างของนิวตรอนและโปรตอน

<u>Ex3</u> จากรูปเป็นแผนภาพแสดงบางส่วนของอนุกรมการสลายของนิวเคลียสธาตุหนัก ในที่นี้นิวเคลียส ก สลายเป็นนิวเคลียส ข และนิวเคลียส ข สลายเป็นนิวเคลียส ค ในระหว่างการสลายตัวจากนิวเคลียส ก $\rightarrow$ ข $\rightarrow$ ค จะปล่อยอนุภาคเรียงลำดับได้ดังนี้ (มีนา 44)

1. อนุภาคแอลฟา และอนุภาคบีตาบวก
2. อนุภาคบีตาลบ และอนุภาคแอลฟา
3. อนุภาคบีตาบวก และอนุภาคแอลฟา
4. อนุภาคแอลฟา และอนุภาคบีตาลบ

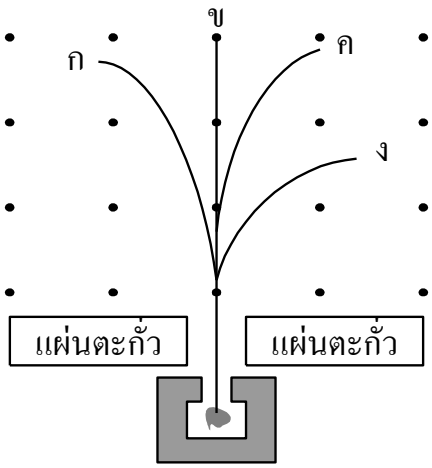


<u>Ex4</u> ในการสลายตัวต่อ ๆ กันของธาตุกัมมันตรังสี โดยเริ่มจาก $^{238}_{92}U$ เมื่อสลายให้อนุภาคทั้งหมดเป็น 2α , 2β และ 2γ จะทำให้ได้นิวเคลียสใหม่ มีจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนเท่าใด (มีนา 43)

1. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 140
2. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 140
3. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 142
4. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 142

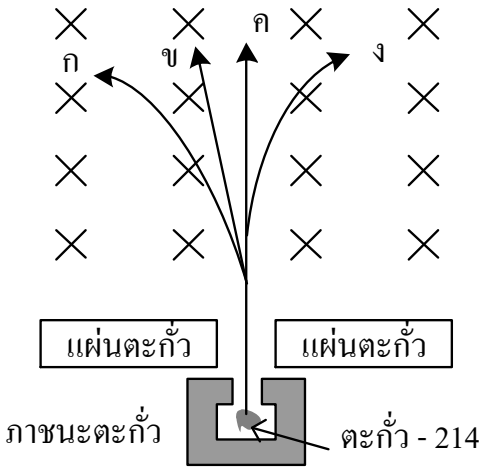
<u>Ex5</u> ธาตุ ${}_{82}Pb^{214}$ สลายตัวเป็น ${}_{83}Bi^{214}$ แล้วเปล่งรังสี A และรังสี B เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก ดังรูป รังสี A และรังสี B อาจมีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นดังข้อใด (สัญลักษณ์ • แสดงทิศสนามแม่เหล็กพุ่งออกจากกระดาษ) (PSU 51)

1. ก. และ ข.
2. ก. และ ค.
3. ข. และ ค.
4. ค. และ ง.



<u>Ex6</u> ตะกั่ว-214 สลายตัวพร้อมกับปล่อยอนุภาค X ดังสมการ ${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{214}_{83}Bi + X + \gamma$ เมื่ออนุภาค X พุ่งเข้าไปในสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ ดังรูป ถามว่าอนุภาค X จะเคลื่อนที่ลักษณะใด (PSU 53)

1. ก
2. ข
3. ค
4. ง



<u>Ex7</u> คนไข้คนหนึ่งต้องการได้รับรังสีแกมมาจากโคบอลต์ -60 แต่ปริมาณรังสีแกมมาที่ใช้มีมากเกินไปจึงนำแผ่นตะกั่วมากั้น จะต้องใช้แผ่นตะกั่ว 3 แผ่นมากั้น จึงจะได้ปริมาณรังสีแกมมาที่พอดี ถ้าตะกั่ว 1 แผ่น สามารถกั้นรังสีแกมมาไม่ให้ผ่านมาได้ 90% อยากทราบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่ออกมาได้พอดีจะคิดเป็นกี่เปอร์เซนต์ของปริมาณเดิม (Ent38)

1. 0.01%
2. 0.1 %
3. 3 %
4. 30 %

<u>Ex8</u> ตะกั่วหนา 1 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีแกมมาได้ 90% ถ้าใช้ตะกั่วหนา 3 มิลลิเมตร รังสีแกมมาจะทะลุออกไปได้กี่เปอร์เซ็นต์ (Ent32)

1. 30
2. 3.3
3. 3.0
4. 0.1

3. อัตราการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

1. สมมติฐานของรัทเทอร์ฟอร์ดและซอดดี

รัทเทอร์ฟอร์ดและซอดดีได้ตั้งสมมติฐานเพื่อใช้อธิบายการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีไว้ดังนี้

1. ธาตุกัมมันตรังสีจะสลายเป็นธาตุใหม่โดยการปล่อยรังสีแอลฟา, บีตา หรือแกมมา ธาตุใหม่ที่ได้จะมีสมบัติทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปจากธาตุเดิม และธาตุใหม่จะเป็นธาตุกัมมันตรังสีหรือไม่ก็ได้

2. การสลายของธาตุกัมมันตรังสี ไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมภายนอกนิวเคลียส เช่น อุณหภูมิ, ความดัน แต่การสลายจะขึ้นกับ

2.1 **โอกาสที่แต่ละนิวเคลียสจะสลาย (λ) ซึ่งเป็นหลักการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็น**

2.2 **จำนวนนิวเคลียสขณะนั้น** (N)

2. ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี ($T_{1/2}$)

ครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวไปครึ่งหนึ่งของธาตุเมื่อตอนเริ่มต้น

โดยที่ $n = \dfrac{t}{T_{1/2}}$ = เวลาที่ผ่านไปเป็นจำนวนเท่าของครึ่งชีวิต

Ex1 จากการสลายของธาตุกัมมันตรังสี จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ว่าข้อใดถูกต้อง

1. ธาตุกัมมันตรังสีเมื่อสลายเป็นธาตุใหม่ ธาตุใหม่นี้อาจเป็นธาตุกัมมันตรังสีหรือธาตุเสถียรก็ได้
2. ขณะที่มีการสลาย อนุภาคแอลฟา บีตา และรังสีแกมมาจะถูกปล่อยมาพร้อมกัน
3. อนุภาคและรังสีที่ปล่อยออกมาทุกชนิด จะเบนในสนามแม่เหล็ก
4. ธาตุที่เกิดหลังจากการสลายจะมีเลขอะตอมลดลง

Ex2 การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีขึ้นกับสิ่งใดต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ
2. สถานะ
3. องค์ประกอบทางเคมี
4. ความดัน
5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

<u>Ex3</u> อัตราการสลายตัวของกลุ่มนิวเคลียสกัมมันตรังสี A ขึ้นกับอะไร (Onet51)

1. อุณหภูมิ
2. ความดัน
3. ปริมาตร
4. จำนวนนิวเคลียส A ที่มีอยู่

<u>Ex4</u> หลังจากเวลาผ่านไป n เท่าของเวลาครึ่งชีวิต จำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีจะเหลืออยู่เป็นเท่าใดของจำนวนตั้งต้น (Anet51)

1. $\left(\frac{1}{2}\right)^n$
2. $\left(\frac{1}{n}\right)^2$
3. $\frac{1}{2n}$
4. $\frac{1}{n}$

<u>Ex5</u> สารกัมมันตรังสีเรเดียม-266 สลายตัวให้อนุภาคแอลฟาและแกมมาโดยมีครึ่งชีวิต 1,620 ปี ถ้าเริ่มต้นมีเรเดียมนี้อยู่ 200 ไมโครกรัม ถามว่าเมื่อเวลาผ่านไป 4,860 ปี จะเหลือเรเดียม-266 นี้อยู่กี่ไมโครกรัม (Anet49)

1. 67 μg
2. 50 μg
3. 25 μg
4. 20 μg

<u>Ex6</u> สารกัมมันตรังสีโคบอลต์ -60 สลายตัวให้รังสีเบตาและรังสีแกมมา โดยมีครึ่งชีวิต 5.30 ปี จงหาเปอร์เซ็นต์ของสารกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป 15.9 ปี (ตุลา 43)

1. 6.25 %
2. 12.5 %
3. 18.75 %
4. 25 %

<u>Ex7</u> ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นเท่ากับ N_0 เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งของครึ่งชีวิต จะมีจำนวนนิวเคลียสเหลืออยู่เท่าใด (PAT2 มี.ค.52)

1. $\frac{N_0}{4}$
2. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}$
3. $\frac{3N_0}{4}$
4. $\frac{7N_0}{8}$

<u>Ex8</u> สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นเท่ากับ N_O มีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ $T_{1/2}$ เมื่อเวลาผ่านไปนานเท่าใดสารนี้จึงจะสลายตัวไป $\frac{3N_O}{4}$ (PAT2 ก.ค.52)

1. $\frac{T_{1/2}}{4}$
2. $\frac{3T_{1/2}}{4}$
3. $2T_{1/2}$
4. $\frac{T_{1/2}\ln 3/4}{\ln 2}$

<u>Ex9</u> จำนวนอนุภาค N ของธาตุกัมมันตรังสีที่มีจำนวนเริ่มต้น N_0 และมีครึ่งชีวิต $T_{1/2}$ ที่เวลา t ใดๆ สามารถเขียนได้เป็น $N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$ ถ้าเรานิยามปริมาณ $T_{1/8}$ ว่าเป็นเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีใช่ในการสลายตัวจากจำนวนเริ่มต้น จนเหลือ $\frac{1}{8}$ ของจำนวนเริ่มต้น จงหาค่าของ $\frac{T_{1/8}}{T_{1/2}}$ (7วิชา56)

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5

<u>Ex10</u> ธาตุโพโลเนียม-210 สลายตัวด้วยเวลาครึ่งชีวิต 138 วัน ให้ตะกั่วและอนุภาคแอลฟาซึ่งเสถียรดังสมการ

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$$

ถ้าเดิมมีธาตุโพโลเนียมอยู่ $8x10^{-4}$ โมล เมื่อทิ้งไว้นาน 276 วัน จะเกิดแก๊สฮีเลียมขึ้นกี่มิลลิกรัม (Anet50)

1. 1.2 mg
2. 1.6 mg
3. 2.4 mg
4. 4.8 mg

<u>Ex11</u> ต้องใช้เวลานานเท่าใด ธาตุกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 30 ปี จึงจะมีปริมาณเหลือเพียงร้อยละ 10 ของของเดิม (มีนา 45)

1. 80 ปี
2. 100 ปี
3. 120 ปี
4. 240 ปี