

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม
ในวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอม

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.อภิวัฒน์ อีรุดมกุลรัตน์ | คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. อาจารย์ ดร. ภควรรณ หนองขุ่นสาร | คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 3. อาจารย์กมล ชูสมัย | โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร |
| 4. อาจารย์กวรรณิการ์กาญจน์ สัมมา | โรงเรียนวัดโนนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ |
| 5. อาจารย์ประยูร สุพรรณทัศน์ | โรงเรียนหางดงรัฐราษฎร์อุปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ |
| 6. อาจารย์อาภรณ์ ศรีบรรเทา | โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ จังหวัดนครสวรรค์ |
| 7. อาจารย์อรพินท์ คันธาวะ | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 8. อาจารย์นาฏญา ใจมหา | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 9. อาจารย์บุญจิรา แทนนิกร | โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนนทบุรี |
| 10. อาจารย์พรทิพย์ วงษ์นาป่า | โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนนทบุรี |

**รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม
ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. อาจารย์กมล ชูสมัย | โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร |
| 2. อาจารย์กรรณิการ์กาญจน์ สัมมา | โรงเรียนวัดโนนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ |
| 3. อาจารย์ประยูร สุพรรณทัศน์ | โรงเรียนหางดงรัฐราษฎร์อุปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ |
| 4. อาจารย์อาภรณ์ ศรีบรรเทา | โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ จังหวัดนครสวรรค์ |
| 5. อาจารย์อรพินท์ คันธาวะ | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 6. อาจารย์นาฏญา ใจมหา | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 7. อาจารย์บุญเลิศ จิมเพชร | โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ |
| 8. อาจารย์บุษบา พงษ์ธา | โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ |
| 9. อาจารย์สาคร แสงผึ้ง | ศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 8 |

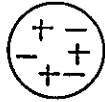
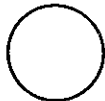
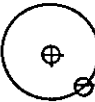
**รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม**

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กวี ศรีโกคาภิรมย์ | สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ | สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประทีป พฤษพานิล | สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำราญ พงษ์โอภาส | สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| 5. อาจารย์ ดร.วิไล ทองแผ่ | สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| 6. อาจารย์ชนะ ปรีชา | สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| 7. อาจารย์อรพินท์ คันธาวะ | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 8. อาจารย์นาฏญา ไจมา | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอม
ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ใช้เวลาในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 60 นาที

- | | |
|---|--|
| <p>1. นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมมาโดยวิธีการใด</p> <ol style="list-style-type: none"> ก. สร้างแบบจำลองก่อนทำการทดลอง ข. ทำการทดลองก่อนการสร้างแบบจำลอง ค. ทำทั้งการทดลองและสร้างแบบจำลองพร้อม ๆ กัน ง. ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่อง เพื่อศึกษารายละเอียดของอะตอมที่แท้จริงก่อน จึงนำมาอธิบาย <p>2. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันน่าจะมีรูปร่างเหมือนสิ่งใดมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> ก. ลูกปิงปอง ข. ลูกบอลใหญ่ ค. ลูกเหล็กกลมตันขนาดเล็กมากๆ ง. วัสดุทุกชนิดที่มีรูปร่างทรงกลมเล็กมากๆ | <p>3. ข้อใดแสดงแบบจำลองอะตอมได้ตามลำดับของการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>D</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>E</p> </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> ก. B D C A E ข. C E B A D ค. C B E A D ง. C B D E A <p>4. การทดลองใดที่พิสูจน์ว่าอะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอน</p> <ol style="list-style-type: none"> ก. ใช้หลอดรังสีแคโทด ข. ใช้อุปกรณ์ตรวจการนำไฟฟ้า ค. ยิงอนุภาคแอลฟาผ่านแผ่นทองคำ ง. ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน |
|---|--|

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5 – 6

1. อนุภาคแอลฟา
 2. หลอดรังสีแคโทด
 3. ฉากร่องแสง
 4. การเบี่ยงเบนไปจากฉากที่คาดไว้
 5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าศักย์สูง
 6. แผ่นโลหะทองคำบาง ๆ
5. ในการทดลองเพื่อสรุปว่า “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง...” ใช้ข้อมูลจากหมายเลขใดบ้าง
- ก. 1 5 6
 - ข. 2 3 4 5
 - ค. 1 3 4 5
 - ง. 1 3 4 6
6. ในการทดลองของโกลด์สไตน์เป็นการทดลองที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหมายเลขใดบ้าง
- ก. 2 3 4 5
 - ข. 2 3 4 6
 - ค. 1 3 4 6
 - ง. 1 2 3 4 5
7. ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของทอมสัน และแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดคือข้อใด
- ก. ชนิดของอนุภาคในอะตอม
 - ข. ขนาดของอนุภาคในอะตอม
 - ค. จำนวนอนุภาคที่อยู่ในอะตอม
 - ง. ตำแหน่งของอนุภาคในอะตอม

8. ข้อใดต่อไปนี้มีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง
- ก. อะตอม
 - ข. โปรตอน
 - ค. นิวเคลียส
 - ง. อนุภาคแอลฟา
9. ข้อใดแสดงถึงจำนวนของเลขอะตอม
- ก. มวล
 - ข. จำนวนนิวตรอน
 - ค. จำนวนโปรตอน
 - ง. ตำแหน่งในตารางธาตุ
10. ข้อใดแสดงถึงความเป็นกลางของอนุภาคนิวตรอน
- ก. เลขมวล
 - ข. จำนวนโปรตอน
 - ค. จำนวนนิวตรอน
 - ง. จำนวนอิเล็กตรอน
11. สิ่งที่แสดงว่าอะตอมของธาตุหนึ่งแตกต่างจากอะตอมอีกธาตุหนึ่งคือข้อใด
- ก. เป็นอนุภาคที่ไม่เคลื่อนไหว
 - ข. เป็นอนุภาคที่เล็กมากเหลือเกิน
 - ค. เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุทางไฟฟ้า
 - ง. เป็นอนุภาคที่มีประจุบวกและลบเท่ากัน

12. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริงที่สุด

- ก. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีมวลเท่ากัน
- ข. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีเลขมวลเท่ากัน
- ค. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีเลขอะตอมเท่ากัน
- ง. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน

13. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริงที่สุด

- ก. นิวเคลียสของ $^{17}_{17}\text{Cl}^-$ มีประจุลบ
- ข. $^{36}_{16}\text{S}$ กับ $^{38}_{17}\text{Ar}^-$ มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน
- ค. $^{37}_{17}\text{Cl}$ มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า $^{36}_{16}\text{S}$ หนึ่งอิเล็กตรอน
- ง. $^{23}_{11}\text{Na}^+$ มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า $^{16}_8\text{O}^{2-}$ สามอิเล็กตรอน

14. P และ Q เป็นธาตุไอโซโทปกัน ถ้า P มีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ b ส่วน Q ที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ a และเลขมวลเท่ากับ c ดังนั้นธาตุ P จะมีเลขมวลเท่ากับเท่าใด

- ก. $a + b$
- ข. $a - b$
- ค. $c - a$
- ง. $b - c$

15. จากข้อ 14 ธาตุ Q จะมีจำนวนนิวตรอนเท่ากับเท่าใด

- ก. $a + b$
- ข. $a - b$
- ค. $c - a$
- ง. $b - c$

16. $^{52}_{24}\text{Cr}^{3+}$ ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนอย่างละเท่าใดตามลำดับ

- ก. 24 24 21
- ข. 24 28 27
- ค. 21 52 27
- ง. 24 28 21

17. จากการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาสเปกตรัมของธาตุ
2. การให้อนุภาคแอลฟายิงอะตอม
3. การศึกษาด้วยหลอดรังสีแคโทด
4. การศึกษาค่าพลังงานไอออไนเซชัน

ข้อใดที่ทำให้ทราบว่า "อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน"

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 1 และ 4
- ค. ข้อ 3 และ 4
- ง. ทั้ง 4 ข้อ

18. ในการทดลองเผาสารประกอบไฮเดียมเพื่อศึกษาสเปกตรัม พลังงานจากเปลวไฟทำให้น้ำที่ในข้อใด

- ก. ทำให้แถบสีแยกออกเป็นเส้นที่มีความถี่ต่าง ๆ กันบนเส้นสเปกตรัม
- ข. ทำให้เกิดแถบสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ติดต่อกัน
- ค. ทำให้อิเล็กตรอนในระดับพลังงานสูง ๆ คายพลังงาน ดังปรากฏเป็นเส้นสเปกตรัม
- ง. ทำให้อิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่ำ ๆ ของไฮเดียมจะตอมมีระดับพลังงานสูงขึ้น

19. เพราะเหตุใดเมื่อนำคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ มาเผาจนร้อนจัดจะได้เปลวไฟสีเขียว

- ก. โมเลกุลของแก๊สนี้หลอมเหลว และถูกติดไฟ
- ข. โปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสเกิดการสั่นสะเทือนและคายพลังงานออกมาในรูปแสง
- ค. อิเล็กตรอนในอะตอมของทองแดงได้รับพลังงานสูงขึ้นจึงพยายามคายพลังงานออกมาในรูปแสง
- ง. อิเล็กตรอนในอะตอมทองแดงเคลื่อนที่จากชั้นหนึ่งกลับไปกลับมา และบางครั้งก็หลุดออกมากลายเป็นพลังงานในรูปของแสง

20. จากการศึกษาเปลวไฟจากการเผาสารประกอบบางชนิดได้ผลดังตาราง

สาร	สีของเปลวไฟ	สีของสเปกตรัม	การละลายน้ำ
ก.	สีเหลือง	สีเหลืองเข้ม	ละลายได้ดี
ข.	สีเหลือง	สีเหลืองเข้ม	ไม่ละลาย
ค.	สีแดงอิฐ	สีแดงเข้ม	ละลายได้ดี

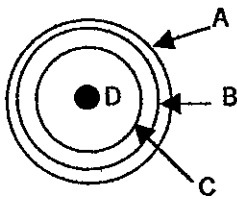
จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. สาร ค. เป็นเกลือของโลหะที่มีสีแดง
- ข. สาร ก. และ ข. เป็นสารประกอบเดียวกัน
- ค. สาร ก. และ ข. เป็นสารประกอบโลหะเดียวกัน
- ง. สาร ก. และ ค. เป็นสารประกอบที่มีไอออนลบต่างกัน

21. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับการเกิดสเปกตรัมของธาตุ

- ก. อะตอมของธาตุรับพลังงานเพื่อทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม
- ข. อะตอมของธาตุรับพลังงานเพื่อทำให้อิเล็กตรอนย้ายไปสู่ระดับพลังงานที่สูงกว่า
- ค. อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุปล่อยพลังงานออกมาเพื่อย้ายระดับพลังงานที่สูงไปสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า
- ง. อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุปล่อยพลังงานออกมาเพื่อย้ายระดับพลังงานต่ำไปสู่ระดับพลังงานที่สูงกว่า

คำชี้แจง พิจารณาแบบจำลองอะตอมของโบร์แล้ว
ตอบคำถามข้อ 22 - 23



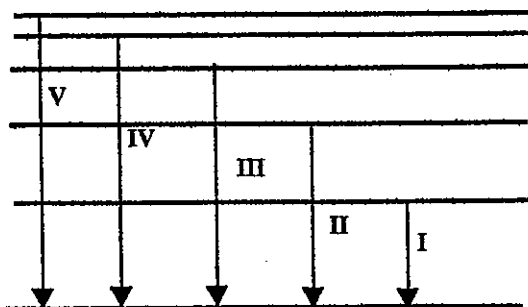
22. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนตามแผนภาพ ข้อใดให้พลังงานออกมาในรูปสเปกตรัม

- ก. จาก B $\rightarrow$ A
- ข. จาก C $\rightarrow$ B
- ค. จาก C $\rightarrow$ D
- ง. จาก B $\rightarrow$ C

23. อิเล็กตรอนบริเวณใดที่มีพลังงานสูงสุด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

24. ถ้าแผนผังการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุหนึ่งเป็นดังแสดง และถ้าเส้นสเปกตรัมสีแดงเกิดจากเส้นที่ II เส้นสีม่วงจะเกิดจากเส้นสเปกตรัมเส้นใด



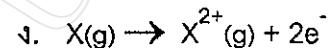
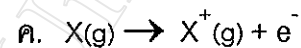
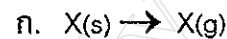
ก. I

ข. V

ค. III IV และ V

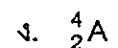
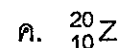
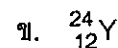
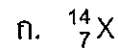
ง. III IV หรือ V

25. ข้อใดแสดงสมการการเกิดพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 2 ของก๊าซ X 1 โมล



คำชี้แจง จากตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ

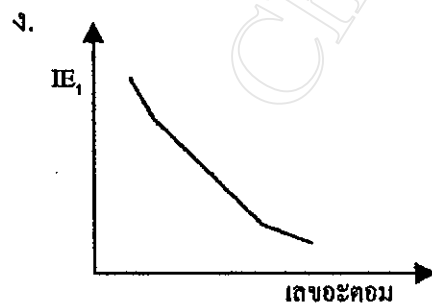
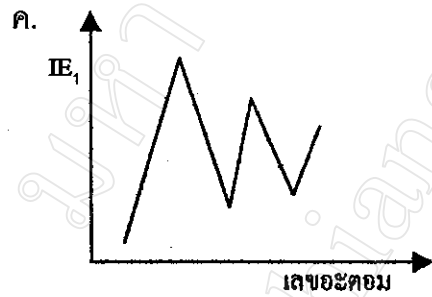
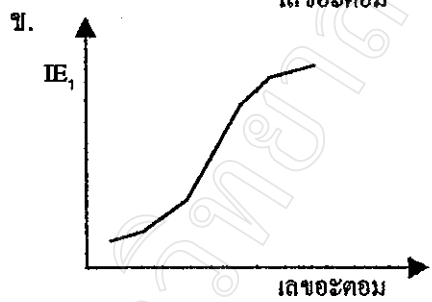
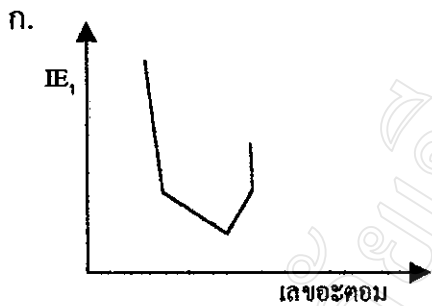
26 - 27



26. ธาตุใดต่อไปนี้มีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 น้อยที่สุด

27. ธาตุใดต่อไปนี้มีค่าผลต่างระหว่างไอออไนเซชันลำดับที่ 2 กับลำดับที่ 3 ($IE_2 - IE_3$) มากที่สุด

28. กราฟในข้อใดต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 กับเลขอะตอมของธาตุในหมู่ 8 ได้ใกล้เคียงที่สุด



คำชี้แจง จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 29-30

ธาตุ	เลขมวล	จำนวนนิวตรอน
A	24	11
B	7	4
C	40	21
D	32	18

29. ธาตุใดที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ต่ำที่สุด

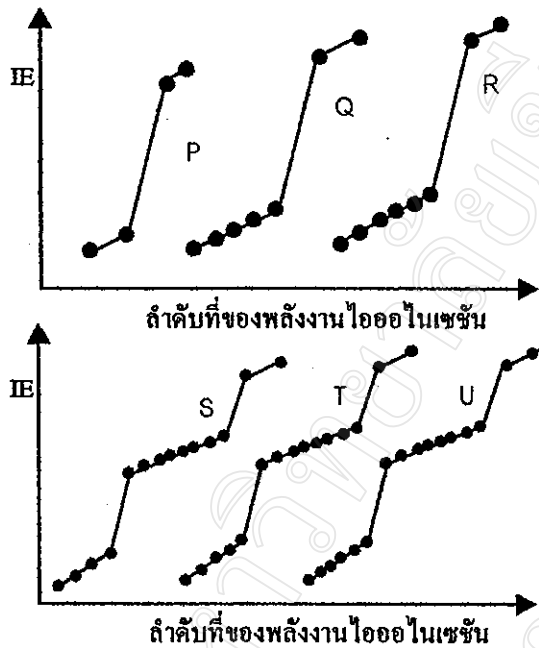
- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

30. จากข้อความต่อไปนี้ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ธาตุ A จัดเป็นธาตุหมู่ 3 คาบที่ 2
- ข. ธาตุ C จัดเป็นธาตุหมู่ 4 คาบที่ 1
- ค. ธาตุ C จัดเป็นธาตุที่มีค่าไอออไนเซชันลำดับที่ 2 สูงที่สุด
- ง. ธาตุ A และ D เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันคือ คาบที่ 3

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 31–33

กราฟแสดงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงพลังงานไอออไนเซชันของธาตุต่าง ๆ ตั้งแต่ลำดับต่ำสุด ถึงลำดับสูงสุดของธาตุปรากฏดังนี้



31. ธาตุคาร์บอนมีเลขอะตอมเท่ากับ 6 ควรมีกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานไอออไนเซชันของอิเล็กตรอนวงนอกสุดเหมือนธาตุใด

- ก. P
- ข. Q
- ค. R
- ง. S

32. ธาตุใดบ้างที่จัดว่ามีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน

- ก. Q และ R
- ข. S และ T
- ค. Q และ T
- ง. ทุกธาตุเท่ากันหมด

33. ธาตุ ^{15}Z ควรมีรูปกราฟเหมือนธาตุใด

- ก. Q
- ข. R
- ค. S
- ง. T

34. พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของ Li Na และ K มีค่าเป็น 0.526 0.502 และ 0.425 เมกาจูลต่อโมลตามลำดับ จากข้อมูลสนับสนุนข้อความใด

- ก. Na มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า K
- ข. Li มีขนาดใหญ่กว่า Na
- ค. ไอออน K^+ เสถียรกว่า Na^+ และ Li^+ ตามลำดับ
- ง. เวเลนซ์อิเล็กตรอนของ K อยู่ห่างจากนิวเคลียสมากกว่าของ Li

35. จากค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ถึง 4 ของธาตุ 4 ธาตุ ธาตุใดน่าจะเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ 2 ของตารางธาตุ

ธาตุ	IE_1	IE_2	IE_3	IE_4
A	100	733	1050	1398
B	118	1090	1660	2280
C	141	274	1175	1545
D	400	787	1064	1348

- ก. ธาตุ A
- ข. ธาตุ B
- ค. ธาตุ C
- ง. ธาตุ D

คำชี้แจง ตารางด้านล่างนี้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการตอบคำถามข้อ 36 – 38

ลำดับที่ IE	พลังงานไอออไนเซชัน (MJ/mol) ของธาตุ				
	ธาตุ P	ธาตุ Q	ธาตุ R	ธาตุ S	ธาตุ T
1	0.906	1.407	2.057	0.744	0.548
2	1.763	2.862	3.959	1.457	1.823
3	14.855	4.585	6.128	7.739	2.751
4	21.013	7.482	9.376	10.547	11.584
5		9.452	12.184	13.636	14.837
6		53.274	15.245	18.001	18.384
7		64.368	20.006	21.710	23.302
8			23.076	25.663	27.446
9			115.389	31.650	31.905
10			131.442	35.469	38.464
11				170.003	42.661
12				189.379	201.283
13					222.327

36. ธาตุใดไม่อยู่ในคาบเดียวกันในตารางธาตุ

- ก. P กับ Q
- ข. Q กับ R
- ค. S กับ T
- ง. R กับ T

37. ธาตุใดอยู่ในหมู่เดียวกันในตารางธาตุ

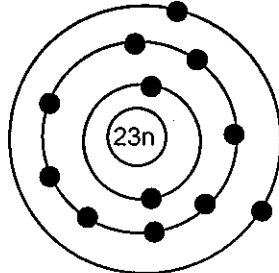
- ก. P กับ Q
- ข. Q กับ R
- ค. S กับ P
- ง. R กับ S

38. ธาตุใดเป็นธาตุเฉื่อย (ธาตุหมู่ 8)

- ก. ธาตุ Q
- ข. ธาตุ R
- ค. ธาตุ S
- ง. ธาตุ T

คำชี้แจง พิจารณารูปแบบจำลองอะตอม แล้ว

ตอบคำถามข้อ 39 – 40



(n หมายถึง นิวตรอน)

39. ภายนิวเคลียสของอะตอมนี้มีโปรตอน

จำนวนเท่าใด

- ก. 11
- ข. 12
- ค. 23
- ง. 35

40. ถ้าให้ X แทนสัญลักษณ์ของธาตุ สัญลักษณ์

นิวเคลียร์ของธาตุนี้ควรเป็นอย่างไร

- ก. $^{23}_{11}\text{X}$
- ข. $^{23}_{12}\text{X}$
- ค. $^{35}_{12}\text{X}$
- ง. $^{35}_{11}\text{X}$

คำชี้แจง จากข้อมูลต่อไปนี้ให้ประกอบการ

ตอบคำถามข้อ 41 – 43

ธาตุ	จำนวนระดับพลังงาน	เวเลนซ์อิเล็กตรอน	เลขมวล
A	2	1	7
D	2	7	19
E	3	1	23

41. ธาตุ D มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไร

- ก. 2, 5
- ข. 2, 7
- ค. 2, 8, 7
- ง. 2, 8, 8, 1

42. ธาตุ A อยู่ในหมู่ และคาบที่เท่าใดในตาราง

ธาตุเรียงตามลำดับ

- ก. 2, 1
- ข. 2, 7
- ค. 1, 2
- ง. 1, 7

43. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ E ข้อใดถูกต้อง

- ก. $^{23}_{11}\text{E}$
- ข. $^{12}_{11}\text{E}$
- ค. $^{11}_{23}\text{E}$
- ง. $^{11}_{12}\text{E}$

44. ธาตุ X อยู่ในหมู่ที่ 2 คาบที่ 4 ในตารางธาตุ

ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. ธาตุ X มีอิเล็กตรอนทั้งหมด 20
- ข. ธาตุ X มีเลขอะตอม 2 และเลขมวล 4
- ค. ธาตุ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 4
- ง. ธาตุ X มีเลขอะตอม 22 เวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 4

45. ธาตุ ${}_8X$ และ ${}_{11}Y$ เมื่อเทียบค่าเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุ X : Y จะมีค่าเป็นเท่าใด

- ก. 1 : 1
- ข. 1 : 6
- ค. 6 : 1
- ง. 2 : 3

คำชี้แจง จากข้อมูลในตารางต่อไปนี้ใช้

ประกอบการตอบคำถามข้อ 46 – 47

ธาตุ	อะตอมมิกนัมเบอร์	การจัดอิเล็กตรอน
A	16	-
B	20	-
C	-	2, 8, 18, 2
D	-	2, 8, 18, 6

46. ธาตุในข้อใดที่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับธาตุ B

- ก. A
- ข. C
- ค. D
- ง. ทั้ง A C และ D

47. ธาตุในข้อใดบ้างที่จัดอิเล็กตรอนเป็นกลุ่มแล้วมีจำนวนคาบเท่ากัน

- ก. A B และ D
- ข. B C และ D
- ค. B กับ C เท่านั้น
- ง. C กับ D เท่านั้น

48. ธาตุ ${}_{14}^{28}W$ ${}_{15}^{31}X$ ${}_{16}^{32}Y$ และ ${}_{17}^{35}Z$ ธาตุที่มีสมบัติทางเคมีคล้ายกับธาตุ ${}_{14}^{14}N$ มากที่สุดคือข้อใด

- ก. W
- ข. X
- ค. Y
- ง. Z

49. อะตอมของธาตุใดที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากที่สุดจากธาตุที่มีเลขอะตอมต่อไปนี้

- ก. 4
- ข. 7
- ค. 11
- ง. 12

50. ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องมากที่สุด

- ก. รัทเทอร์ฟอร์ดเป็นผู้ทำการทดลองหาอัตราส่วนระหว่างประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน
- ข. เจ เจ ทอมสัน ได้สรุปผลการทดลองต่างๆ ของเขาว่า อะตอมของธาตุต่างๆ ประกอบด้วยอิเล็กตรอน
- ค. ดอลตันสมมติให้แบบจำลองอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม ที่มีประจุบวกและลบกระจายอยู่ทั่วไปในทรงกลมนั้น
- ง. นีล โบร์ สมมติให้แบบจำลองอะตอมมีลักษณะที่มีประจุบวกรวมกันอยู่เป็นนิวเคลียสเล็กๆ และอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส

ภาคผนวก ค

ตาราง 4 ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอม

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)
1	.35	.68	26	.29	.45
2	.33	.64	27	.36	.41
3	.66	.85*	28	.23	.31
4	.51	.70	29	.66	.24
5	.45	.67	30	.57	.34
6	.49	.71	31	.44	.26
7	.40	.39	32	.38	.50
8	.45	.67	33	.24	.28
9	.35	.16*	34	.27	.33
10	.32	.54	35	.36	.41
11	.26	.36	36	.39	.34
12	.46	.49	37	.24	.28
13	.46	.43	38	.38	.23
14	.40	.61	39	.55	.52
15	.25	.32	40	.65	.42
16	.50	.40	41	.55	.48
17	.62	.88*	42	.24	.42
18	.27	.13*	43	.59	.64
19	.29	.38	44	.38	.47
20	.26	.36	45	.61	.48
21	.30	.34	46	.44	.50
22	.47	.38	47	.39	.43
23	.25	.46	48	.42	.25
24	.36	.37	49	.61	.69
25	.30	.34	50	.31	.26

* เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายน้อยกว่า .20 หรือมากกว่า .80 แต่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี
แต่ต้องพิจารณาเลือกไว้เพื่อให้ได้ข้อสอบที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

ภาคผนวก ง

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอมในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
คำชี้แจง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่อยู่ทางขวามือของตาราง ที่ตรงกับความคิดเห็น
 ของนักเรียนที่สุด เพียงข้อละ 1 ช่องเท่านั้น

หลังจากที่นักเรียนจบบทเรียนเรื่อง "โครงสร้างอะตอม" โดยเรียนจากโปรแกรม
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนรู้สึก

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. มีความสุขกับการเรียน.....					
2. เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น.....					
3. ชอบเรียนด้วยวิธีนี้.....					
4. เป็นวิธีเรียนที่น่าสนใจ.....					
5. เหมือนถูกบังคับให้เรียน.....					
6. เหมือนถูกทอดทิ้ง.....					
7. ไม่คุ้มค่ากับเวลาที่เสียไป.....					
8. สบายใจที่ได้เรียนไปตามความ สามารถของตนเอง.....					
9. สบายใจกว่าการเรียนด้วยวิธี การเรียนปกติ.....					
10. ขาดความเป็นตัวของตัวเอง.....					
11. โปรแกรมสร้างความสนใจได้ดี.....					
12. ไม่สบายที่ต้องนั่งหน้าจอ เครื่องคอมพิวเตอร์นาน ๆ					
13. เป็นวิธีการเรียนที่มีประโยชน์.....					
14. เนื้อหาน้อยไม่เพียงพอ.....					
15. การเรียนมีคุณค่ามากขึ้น.....					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
16. อยากเรียนแบบนี้กับวิชาอื่นบ้าง.....					
17. เป็นวิธีที่จะทำให้คนเรียนอ่อนเรียน ได้เนื้อหาเท่า ๆ กับคนที่เรียนเก่ง....					
18. จดจำเนื้อหาได้นาน และแม่นยำ....					
19. ประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ดี ยิ่งขึ้น.....					
20. คนเก่งเท่านั้นที่จะเรียนวิธีนี้ได้.....					
21. ทำให้เกิดความเข้าใจที่ผิด ๆ ได้ง่าย					
22. อยากเรียนด้วยวิธีนี้เป็นการเรียน เพื่อเสริมความรู้.....					
23. เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ได้ดี.....					
24. อึดอัด ไม่มีความชัดเจนในเนื้อหา...					
25. มีความมั่นใจในตัวเองมากยิ่งขึ้น....					

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบรายหน่วยการเรียนรู้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่องโครงสร้างอะตอม ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของดอลตัน และแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

1. ข้อมูลใดไม่ได้จากการทดลองโดยตรงของ ทอมสันเกี่ยวกับหลอดรังสีแคโทด

ก. อิเล็กตรอนแต่ละตัวมีประจุเท่ากับ 1.60×10^{-19} คูลอมป์

ข. อัตราส่วนของประจุต่อมวลของ อิเล็กตรอนเท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมป์ต่อกรัม

ค. รังสีแคโทด คือรังสีที่เกิดจากกลุ่ม ของอิเล็กตรอนทั้งจากโลหะที่เป็นขั้วไฟฟ้า และ จากก๊าซในหลอดรังสีแคโทด

ง. อะตอมเป็นทรงกลมที่ประกอบด้วย อนุภาคที่มีประจุบวก (โปรตอน) และอนุภาคที่มีประจุลบ (อิเล็กตรอน) จำนวนเท่ากันกระจาย อยู่ทั่วไปในอะตอม

2. การนำไฟฟ้าของก๊าซจะดีที่สุดเมื่ออยู่ใน สภาวะใดต่อไปนี้

	ความดัน (atm)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (Volt)
ก.	1.00	10,000
ข.	0.01	10,000
ค.	0.01	200
ง.	10.00	100,000

3. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หมายถึงสิ่งใด

ก. สิ่งที่ไม่มีตัวตน

ข. สิ่งที่มีขนาดเล็ก

ค. สิ่งที่ยังไม่ทราบข้อมูลทั้งหมดแต่ จินตนาการภายใต้หลักเกณฑ์ที่เป็นไปได้

ง. สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจาก ความคิดเห็นของตนเองเป็นหลักเกณฑ์

4. ในธาตุ x มีจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมด 1.5×10^{20} มวลอิเล็กตรอนของธาตุ x คิดเป็นกี่กรัม

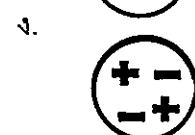
ก. 2.40×10^{-4}

ข. 2.40×10^{-6}

ค. 1.37×10^{-7}

ง. 1.37×10^{-10}

คำชี้แจง จากตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5-6



5. รูปใดแสดงแบบจำลองอะตอมของดอลตัน
6. รูปใดแสดงแบบจำลองอะตอมของทอมสัน
7. การเสนอแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์อย่างไร

- ก. สรุปผลการทดลอง
- ข. พิสูจน์ความจริงทางวิทยาศาสตร์
- ค. สร้างทฤษฎีใหม่ล้มล้างทฤษฎีเก่า
- ง. อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่าง

กว้างขวาง

8. ข้อความต่อไปนี้ใช้อธิบายแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้ ยกเว้นข้อใด

- ก. รังสีแคโทดเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวก
- ข. รังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า
- ค. อนุภาคที่มีประจุลบเป็นองค์ประกอบ

ของทุกอะตอม

- ง. อนุภาคบวกจะอยู่ร่วมกันโดยมีอนุภาคลบวิ่งอยู่รอบๆ

9. ข้อใดเป็นข้อสรุปจากการทดลองของโกลด์สไตน์

ก. ในอะตอมนอกจากมีอิเล็กตรอนแล้วยังมีโปรตอนด้วย

ข. อะตอมที่ใหญ่เท่านั้นจึงจะมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอยู่รวมกัน

ค. อะตอมจะมีโปรตอน หรืออิเล็กตรอนอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

ง. อะตอมของแต่ละธาตุจะมีจำนวนอนุภาคบวกที่เรียกว่า นิวตรอน เท่ากับอิเล็กตรอน

10. เหตุใดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงมีการเปลี่ยนแปลงได้

ก. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

ข. เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป

ค. การค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองเดิม

ง. นักวิทยาศาสตร์มีความสามารถมากขึ้น จึงสร้างแบบจำลองใหม่ ๆ ตามความสามารถ

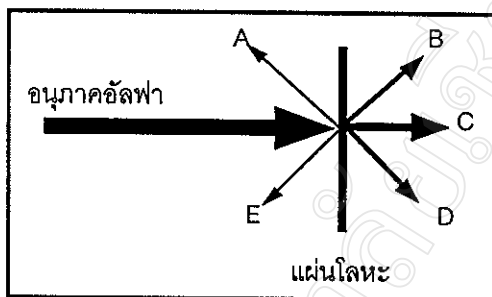
แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

- | | |
|---|--|
| <p>1. ข้อใดที่แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด <u>ไม่สามารถอธิบายได้</u></p> <p>ก. โปรตอนรวมอยู่ในนิวเคลียสโดยรวมอยู่กับนิวตรอน</p> <p>ข. โปรตอนรวมอยู่ได้ในนิวเคลียสโดยมีประจุเหมือนกัน</p> <p>ค. อนุภาคอัลฟาเมื่อกระทบแผ่นทองคำสามารถทะลุผ่านได้</p> <p>ง. อนุภาคอัลฟาเมื่อกระทบแผ่นทองคำสามารถสะท้อนกลับได้</p> <p>2. อนุภาคใดต่อไปนี้มีมวลน้อยที่สุด</p> <p>ก. นิวตรอน</p> <p>ข. โปรตอน</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. อิเล็กตรอน</p> <p>3. อนุภาคมูลฐานที่อยู่กึ่งกลางอะตอมคืออะไร</p> <p>ก. นิวตรอนและโปรตอน</p> <p>ข. นิวตรอนและนิวเคลียส</p> <p>ค. อิเล็กตรอนและโปรตอน</p> <p>ง. อิเล็กตรอนและนิวตรอน</p> | <p>4. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. อะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุดไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก</p> <p>ข. นิวเคลียสมีทั้งอนุภาคบวกและลบ ทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า</p> <p>ค. มวลส่วนใหญ่ของอะตอมอยู่ที่นิวเคลียสซึ่งมีอนุภาคบวกและอนุภาคที่เป็นกลาง</p> <p>ง. นิวเคลียสมีเฉพาะอนุภาคบวกเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่วนอนุภาคลบวิ่งอยู่รอบๆ ผิวของนิวเคลียส</p> |
|---|--|

คำชี้แจง จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 7

จากการทดลองยิงแผ่นโลหะบางมาก ชนิดหนึ่งด้วยอนุภาคอัลฟา พบว่ามีอนุภาค เคลื่อนที่ ตามทิศทาง A, B, C, D และ E ดังภาพ



ปรากฏผลปรากฏดังนี้

- อนุภาคส่วนใหญ่ทะลุเป็นเส้นตรง C
- อนุภาคบางส่วนเบี่ยงเบนตามทาง B, D
- อนุภาคส่วนน้อยสะท้อนกลับทาง A, E

5. เหตุใดอนุภาคส่วนน้อยจึงสะท้อนกลับตามทิศ A และ E

- ก. อนุภาคอัลฟามีขนาดเล็กกว่าอะตอม
- ข. อนุภาคอัลฟาชนนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กและมวลมาก
- ค. อนุภาคอัลฟาชนอิเล็กตรอนที่มีขนาดเล็กและมีประจุไฟฟ้า
- ง. อนุภาคถูกยิงหลุดออกจากอะตอม แล้วถูกดึงดูดเข้าหาอนุภาคอัลฟา

6. ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

- ก. โปรตอนและอิเล็กตรอนรวมกันอยู่เป็นทรงกลม
- ข. โปรตอนอยู่ในนิวเคลียส อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงาน
- ค. โปรตอนและอิเล็กตรอนกระจายกันอยู่อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งอะตอม
- ง. โปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลางขนาดเล็กมากและมีอิเล็กตรอนอยู่รอบๆ บริเวณส่วนใหญ่

7. เหตุใดอนุภาคส่วนใหญ่จึงเคลื่อนที่ตามทิศทาง C

- ก. ภายในอะตอมของแผ่นโลหะมีที่ว่าง
- ข. อนุภาคอัลฟายิงอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม
- ค. แผ่นโลหะเป็นตัวนำไฟฟ้าจึงยอมให้อนุภาคอัลฟาผ่านไปได้
- ง. อนุภาคภายในนิวเคลียสมีขนาดเล็กและเบากว่าอนุภาคอัลฟา

8. ธาตุสมมติ B มีจำนวนโปรตอน 6 จำนวนนิวตรอน 7 และจำนวนอิเล็กตรอน 6 ธาตุ B มีเลขอะตอมและเลขมวลเท่าใดตามลำดับ

- ก. 6, 12
- ข. 6, 13
- ค. 7, 12
- ง. 7, 13

9. คำกล่าวใดถูกต้องที่สุด

- ก. เลขมวลเป็นค่าคงที่ของอะตอมแต่ละชนิด
- ข. เลขมวลของธาตุชนิดเดียวกันอาจมีได้หลายค่า
- ค. เลขอะตอมของธาตุต่างชนิดกันอาจมีค่าเท่ากันได้
- ง. เลขอะตอมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนนิวตรอน

10. อุปกรณ์ในข้อต่อไปนี้

1. กล้องตะกั่วและแผ่นตะกั่ว
2. แหล่งกำเนิดอนุภาคอัลฟา
3. กล้องไมโครสโคป
4. ฉากรังสีฟิล์ม (ฉากเรืองแสง)
5. แผ่นโลหะทองคำ
6. ขวดฟอสฟอรัส
7. กล้องโทรทรรศน์
8. เครื่องฉายรังสีเอกซ์
9. หลอดสุญญากาศ

อุปกรณ์ใดต่อไปนี้ที่ใช้ในการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

- ก. 2 4 และ 5
- ข. 1 3 และ 4
- ค. 1 3 4 6 และ 8
- ง. 2 4 6 7 และ 9

11. ธาตุที่มีเลขมวล 13 เลขอะตอม 9 มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็นอย่างไร

- ก. ${}^{13}_9\text{F}$
- ข. ${}^9_{13}\text{F}$
- ค. ${}^{22}_9\text{Al}$
- ง. ${}^9_{13}\text{Al}$

12. ข้อใดระบุอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้ถูกต้อง

- ก. อิเล็กตรอน โปรตอน
- ข. นิวเคลียส โปรตอน นิวตรอน
- ค. โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน
- ง. นิวตรอน นิวเคลียส อิเล็กตรอน

13. อนุภาคใดต่อไปนี้ไม่มีประจุไฟฟ้า

- ก. นิวตรอน
- ข. โปรตอน
- ค. นิวเคลียส
- ง. อิเล็กตรอน

14. อนุภาคใดต่อไปนี้ที่เบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวกของสนามไฟฟ้า

- ก. นิวตรอน
- ข. โปรตอน
- ค. นิวเคลียส
- ง. อิเล็กตรอน

15. ธาตุผสมติ A มีจำนวนโปรตอน 8 จำนวนนิวตรอน 9 และจำนวนอิเล็กตรอน 10 ธาตุ A มีเลขมวลเป็นเท่าใด

- ก. 8
- ข. 9
- ค. 17
- ง. 18

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3

เรื่อง สเปกตรัมและแบบจำลองของโบร์ ตอนที่ 1

1. สเปกตรัมของแสงสีม่วงมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 380 - 420 นาโนเมตร สเปกตรัมนี้จะมี ความถี่ของคลื่นเป็นกี่เฮิรตซ์

ก. $1.14 \times 10^{11} - 1.25 \times 10^{11}$

ข. $1.14 \times 10^{20} - 1.20 \times 10^{20}$

ค. $7.14 \times 10^5 - 7.89 \times 10^5$

ง. $7.14 \times 10^{14} - 7.89 \times 10^{14}$

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ 5×10^{14} เฮิรตซ์ จะมีเส้นสเปกตรัมเป็นสีใด

ก. ส้ม มีความยาวคลื่นในช่วง 590 - 650 นาโนเมตร

ข. ม่วง มีความยาวคลื่นในช่วง 380 - 420 นาโนเมตร

ค. เหลือง มีความยาวคลื่นในช่วง 580 - 590 นาโนเมตร

ง. น้ำเงิน มีความยาวคลื่นในช่วง 460 - 580 นาโนเมตร

3. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของแสงขาว

ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประสาทตาจับได้

ข. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่มากกว่า คลื่นอัลตราไวโอเล็ต

ค. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีการหักเหได้ต่างๆ กันตามความยาวคลื่น

ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น และความถี่อยู่ระหว่างคลื่นอัลตราไวโอเล็ตกับคลื่น อินฟราเรด

4. จากข้อมูลต่อไปนี้

สีสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)
X	410
Y	434
Z	486
W	656

แสงใดมีความถี่สูงสุด

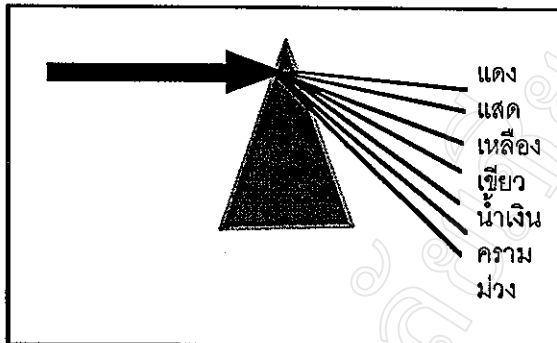
ก. X

ข. Y

ค. Z

ง. W

5. เมื่อให้แสงสีขาวผ่านเข้าไปยังปริซึมดังภาพจะเกิดการกระจายแสงออกมาเป็นสีต่างๆ 7 สี เราเรียกสีทั้ง 7 นี้ว่าอะไร



- ก. สี 7 สี
 ข. สเปกตรัมต่อเนื่อง
 ค. สเปกตรัมของแสงขาว
 ง. สเปกตรัมของแสงอาทิตย์
6. ข้อใดไม่ใช่สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง
 ก. แสงสีขาว
 ข. แสงอาทิตย์
 ค. สเปกตรัมของฮีเลียม
 ง. รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
7. ข้อใดคือคำอธิบายเกี่ยวกับสเปกตรัมได้ดีที่สุด
 ก. สเปกตรัม คือการเกิดรุ้งกินน้ำซึ่งเป็นสเปกตรัมแบบต่อเนื่อง
 ข. สเปกตรัม คือแถบสีที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน
 ค. สเปกตรัม คือเส้นที่ได้จากการผ่านรังสีเข้าไปในเครื่องมือที่แยกสีได้ตามความถี่
 ง. สเปกตรัม คืออนุกรมของแถบสีหรือเส้นที่ได้จากการผ่านพลังงานรังสีเข้าไปในสเปกโตรสโคป

8. ถ้ากำหนดให้ ค่าคงที่ของพลังค์ = 6.625×10^{-34} จูลวินาที ความเร็วของแสง = 3.0×10^{10} เซนติเมตรต่อวินาที จงคำนวณหาพลังงานของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนที่ 410 นาโนเมตร และ 656 นาโนเมตรตามลำดับ

- ก. 4.84×10^{-22} และ 3.02×10^{-22} กิโลจูล
 ข. 4.08×10^{-22} และ 3.02×10^{-22} กิโลจูล
 ค. 4.84×10^{-22} และ 4.57×10^{-22} กิโลจูล
 ง. 4.57×10^{-22} และ 4.08×10^{-22} กิโลจูล
9. คลื่นความถี่ 5×10^{14} เฮิร์ต จะมีพลังงานกี่จูล
 ก. 15.000×10^{22}
 ข. 19.875×10^8
 ค. 33.125×10^{-20}
 ง. 39.750×10^{-45}
10. พลังงานของแสงชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง
 ก. ความถี่ของคลื่นแสง
 ข. ความยาวของคลื่นแสง
 ค. ระยะทางที่แสงเดินทางจากแหล่งกำเนิด
 ง. ถูกทั้ง ก. และ ข.

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 4

เรื่อง สเปกตรัมและแบบจำลองอะตอมของโบร์ ตอนที่ 2

1. แบบจำลองอะตอมของโบร์และรัทเทอร์ฟอร์ด ต่างกันด้านใด
 - ก. การจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส
 - ข. การจัดเรียงอนุภาคโปรตอน และอิเล็กตรอน
 - ค. ระยะห่างระหว่างระดับพลังงานของอิเล็กตรอน
 - ง. ระยะห่างระหว่างระดับพลังงานของอิเล็กตรอนกับโปรตอน
2. ข้อใดอธิบายลักษณะของระดับพลังงานของอิเล็กตรอนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ได้ถูกต้อง
 - ก. ผลต่างระหว่างระดับพลังงานคู่ที่อยู่ติดกันทุกคู่จะเท่ากัน
 - ข. อิเล็กตรอนจะอยู่ในระดับพลังงานต่ำสุด ซึ่งอยู่ใกล้นิวเคลียสเท่านั้น
 - ค. ผลต่างระหว่างระดับพลังงานคู่ที่อยู่ติดกันจะลดลงเมื่อระดับพลังงานต่ำลง
 - ง. ผลต่างระหว่างระดับพลังงานคู่ที่อยู่ติดกันจะลดลงเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น
3. จากระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ ถ้ากำหนดให้

ΔE_1 คือ ผลต่างของระดับพลังงาน $n=1$ และ $n=2$

ΔE_2 คือ ผลต่างของระดับพลังงาน $n=3$ และ $n=4$

ΔE_3 คือ ผลต่างของระดับพลังงาน $n=2$ และ $n=3$

พลังงาน ΔE ที่เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยตรงกับข้อใด

 - ก. $\Delta E_1, \Delta E_2, \Delta E_3$
 - ข. $\Delta E_1, \Delta E_3, \Delta E_2$
 - ค. $\Delta E_3, \Delta E_2, \Delta E_1$
 - ง. $\Delta E_3, \Delta E_1, \Delta E_2$
4. ข้อใดอธิบายการเกิดเส้นสเปกตรัมของธาตุออกซิเจน
 - ก. อิเล็กตรอนดูดพลังงานเข้าไปใช้ในการเปลี่ยนระดับพลังงานปกติไปยังระดับสูง
 - ข. อิเล็กตรอนใช้พลังงานในการเปลี่ยนระดับพลังงานแล้วคายส่วนที่เหลือในรูปของพลังงานแสง
 - ค. อิเล็กตรอนคายพลังงานแสงเมื่อมีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากภาวะถูกกระตุ้นมายังระดับพลังงานพื้น
 - ง. ถูกทุกข้อ

5. การทดลองในข้อใดที่ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนภายในอะตอมมีการแบ่งเป็นชั้นๆ รอบนิวเคลียส

- ก. การทดลองของพลังค์
- ข. การทดลองของทอมสัน
- ค. การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด
- ง. การทดลองเกี่ยวกับสเปกตรัม

6. การที่สารชนิดหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนแล้วคายพลังงานออกมาในรูปแสงซึ่งมีสีต่างๆ กันนั้นข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด

- ก. ในอะตอมของสารต้องมีอิเล็กตรอนจำนวนมาก พลังงานไม่เท่ากัน
- ข. ในอะตอมของสารต้องมีอิเล็กตรอนที่ดูดและคายพลังงานออกมาได้หลายระดับ
- ค. แสงที่สารปล่อยมามีพลังงานไม่เท่ากันเนื่องจากพลังงานสัมพันธ์กับความถี่ของแสงตามกฎของพลังค์
- ง. ถูกทุกข้อ

7. ถ้ากำหนดให้

แสง A มีความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

แสง B มีความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร

แสง C มีความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร

การเรียงลำดับพลังงานของแสงจากมากไปหาน้อยในข้อใดถูกต้อง

ก. $A > B > C$

ข. $C > B > A$

ค. $B > A > C$

ง. ยังหาข้อสรุปไม่ได้

8. ปรากฏการณ์ใดทำให้เกิดแนวความคิดในการเสนอแบบจำลองอะตอมของโบร์

- ก. การเกิดรังสีแคโทด
- ข. การยิงอนุภาคแอลฟาผ่านแผ่นทองคำ
- ค. การเกิดสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจน

4 เส้น

ง. การเกิดแถบสเปกตรัมของแสงขาวเป็นแถบสีรุ้ง

9. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

ก. สเปกตรัมเป็นสมบัติทั่วไปของธาตุทุกชนิดซึ่งบางธาตุก็มีสเปกตรัมเหมือนกัน

ข. สเปกตรัมของโลหะที่เป็นธาตุบริสุทธิ์เท่านั้นจึงจะเหมือนกัน

ค. สเปกตรัมของโลหะชนิดเดียวกันไม่ว่าจะเป็นธาตุหรือสารประกอบจะมีลักษณะเหมือนกัน

ง. สเปกตรัมของโลหะ 2 ชนิดถ้ามีสีของเส้นสเปกตรัมบางเส้นเหมือนกันสรุปได้ว่าโลหะทั้ง 2 ชนิดนั้นเป็นชนิดเดียวกัน

10. ในการศึกษาสเปกตรัมของธาตุที่ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุนั้นๆ ตามระดับพลังงาน กำหนดเป็นชั้น K, L, M, N, ... ตามลำดับข้อใดเป็นคำกล่าว ที่ถูกต้องที่สุด

- ก. อิเล็กตรอนในชั้น K ถูกนิวเคลียสดึงดูดน้อยที่สุด
- ข. อิเล็กตรอนในชั้นนอกสุดจะถูกนิวเคลียสดึงดูดมากที่สุด
- ค. อิเล็กตรอนทุกชั้นมีพลังงานต่างๆ กัน แต่ถูกนิวเคลียสดึงดูดเท่ากันทั้งหมด
- ง. อิเล็กตรอนในชั้น K มีพลังงานที่ต่ำที่สุด เพราะอยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุด แต่ถูกนิวเคลียสดึงดูดมากที่สุด

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 5

เรื่อง พลังงานไอออไนเซชัน

1. จากสมการ $\text{Be(g)} \rightarrow \text{Be}^+(\text{g}) + \text{e}^-$: พลังงานเท่ากับ $0.906 \text{ MJ mol}^{-1}$ พลังงานนี้หมายถึงข้อใด

- ก. พลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยานี้
- ข. พลังงานที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยานี้
- ค. พลังงานที่ใช้ในการทำให้อิเล็กตรอน

รวมกับอะตอม Be ในสถานะก๊าซ

- ง. พลังงานที่ใช้ในการทำให้อิเล็กตรอน

ตัวแรกสุดหลุดจากอะตอม Be ในสถานะก๊าซ

2. ข้อใดสรุปถูกต้องที่สุดธาตุสมมติ Z มีค่า IE ดังตาราง

พลังงานไอออไนเซชัน ลำดับที่	พลังงาน (MJ/mol)
1	0.7440
2	1.4750
3	7.7390
4	10.5470
5	13.6360
6	18.0010
7	21.7100
8	25.6630
9	31.6500
10	35.4690
11	170.0063
12	189.3790

ก. แม้ว่าค่า IE_1 และ IE_2 ต่างกันมากแต่มีแรงดึงดูดจากนิวเคลียสเท่ากัน

ข. ค่า IE_1 และ IE_2 ใกล้เคียงกัน แสดงว่าอิเล็กตรอน กลุ่มนี้อยู่ใกล้นิวเคลียสมาก

ค. ค่า IE_1 ต่ำที่สุดแสดงว่า การดึงอิเล็กตรอน ออกจากอะตอมง่ายที่สุด เพราะนิวเคลียสดึงดูดอิเล็กตรอนตัวนี้มากที่สุด

ง. ค่า IE_{12} สูงสุด นั่นคือการดึงอิเล็กตรอนตัวที่ 12 ออกจากอะตอมทำได้ยากที่สุดเพราะอยู่ใกล้นิวเคลียสมากจึงดึงดูดกับนิวเคลียสดี

3. ถ้าจะจัดกลุ่มอิเล็กตรอนของ Z ที่มีค่า IE ดังตารางในข้อ 2 จะสามารถจัดลำดับพลังงานของอิเล็กตรอนได้กี่ระดับ

ก. 2 ระดับคือ 2, 10

ข. 2 ระดับคือ 10, 2

ค. 3 ระดับคือ 1, 9, 2

ง. 3 ระดับคือ 2, 8, 2

4. นักเรียนจะจัดกลุ่มอิเล็กตรอนของธาตุ X ได้อย่างไรหากธาตุ X มีพลังงานไอออไนเซชัน ดังนี้ 1.687, 3.381, 6.057, 8.414, 11.029, 15.171, 17.874, 92.047, 106.443 MJ/mol

ก. จัดเป็น 2 กลุ่ม คือ 2, 7

ข. จัดเป็น 2 กลุ่ม คือ 1, 8

ค. จัดเป็น 3 กลุ่ม คือ 3, 3, 3

ง. จัดเป็น 3 กลุ่ม คือ 2, 6, 1

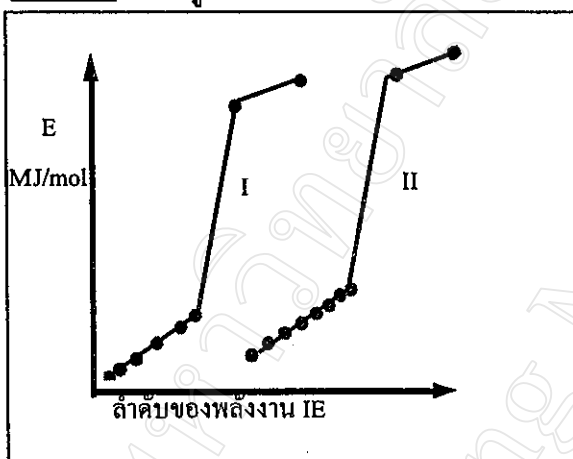
5. ค่าพลังงานไอออไนเซชันแต่ละลำดับช่วยทำให้เราทราบข้อมูลอะไร

- ก. การจัดอิเล็กตรอนตามแรงดึงดูด
- ข. การจัดอิเล็กตรอนตามระดับพลังงาน
- ค. อิเล็กตรอนแต่ละตัวมีระดับพลังงาน

ไม่เท่ากัน และอยู่ห่างจากนิวเคลียสเป็นกลุ่มๆ

- ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

คำชี้แจง กราฟรูปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6



6. จากกราฟ แสดงค่าพลังงานไอออไนเซชันกับลำดับที่ของพลังงานไอออไนเซชันข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด

- ก. ธาตุ I และ II มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน
- ข. การจัดเรียงตัวอิเล็กตรอนของ I และ II มีจำนวนของระดับพลังงานเท่ากัน
- ค. การจัดเรียงตัวอิเล็กตรอนของ I มี 2 ระดับพลังงาน และ II มี 3 ระดับ

ง. การจัดเรียงตัวอิเล็กตรอนของ I มี 3 ระดับพลังงาน และ II มี 2 ระดับ

7. ธาตุ X มีค่าพลังงานไอออไนเซชันดังนี้ 1.687, 3.381, 6.057, 8.414, 11.029, 15.171, 17.874, 92.047, 106.443 MJ/mol ดังนั้นธาตุ X มีอิเล็กตรอนทั้งหมดกี่ตัว

- ก. 7
- ข. 8
- ค. 9
- ง. 10

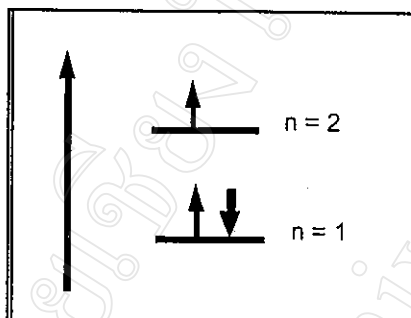
8. ธาตุ X มีค่าพลังงานไอออไนเซชันดังนี้ 1.687, 3.381, 6.057, 8.414, 11.029, 15.171, 17.874, 92.047, 106.443 MJ/mol ดังนั้น X มีเลขอะตอมเป็นเท่าไร

- ก. 8
- ข. 9
- ค. 10
- ง. 11

9. แมกนีเซียมมีอิเล็กตรอนทั้งหมด 12 ตัว ดังนั้นควรมีพลังงานไอออไนเซชันกี่ลำดับ

- ก. 10
- ข. 12
- ค. 13
- ง. 14

10. กำหนดให้พลังงาน IE ของ Li มีค่าดังนี้ $IE_1 = 0.526 \text{ MJ/mol}$ $IE_2 = 7.305 \text{ MJ/mol}$ $IE_3 = 11.822 \text{ MJ/mol}$ ถ้าอิเล็กตรอนทั้ง 3 ของ Li อยู่ในระดับพลังงานดังภาพ



การที่จะทำให้อิเล็กตรอนตัวแรกหลุดออกจากอะตอม Li ข้อความใดสรุปได้ถูกต้องที่สุด

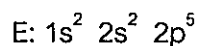
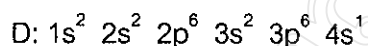
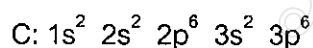
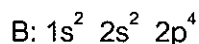
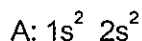
- ก. อิเล็กตรอนหลุดจากระดับ $n = 2$ ใช้พลังงาน $= IE_1$
- ข. อิเล็กตรอนหลุดจากระดับ $n = 1$ ใช้พลังงาน $= IE_2$
- ค. อิเล็กตรอนหลุดจากระดับ $n = 2$ ใช้พลังงาน $= IE_3$
- ง. อิเล็กตรอนหลุดจากระดับ $n = 1$ ใช้พลังงาน $= IE_1$

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 6

เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนและแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

คำชี้แจง ข้อมูลด้านล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3

ธาตุ A, B, C, D และ E มีสภาพเป็นกลาง และมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสดังนี้



1. ธาตุใดมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากที่สุด

ก. A

ข. C

ค. D

ง. E

2. ธาตุใดจะต้องใช้พลังงานในการทำให้อิเล็กตรอนตัวแรกหลุดออกจากอะตอมของธาตุน้อยที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

3. ธาตุใดเมื่อจัดตำแหน่งในตารางธาตุจะอยู่ในคาบที่ 2 หมู่ที่ 7

ก. A

ข. B

ค. C

ง. E

4. ปรากฏการณ์ใดอธิบายด้วยแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ก. สมบัติการนำไฟฟ้าของธาตุ

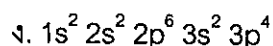
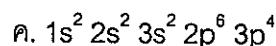
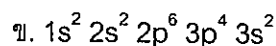
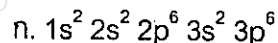
ข. เส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน

ค. โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส

ง. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหลอดรังสี

แคโทด

5. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ ^{16}S จากพลังงานน้อยที่สุดไปสู่สูงสุดข้อใดถูกต้อง



6. จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ $^{35}_{17}\text{Cl}$ ข้อใดเป็นการจัดอิเล็กตรอนของ Cl ที่ถูกต้องที่สุด

ก. 2, 9, 6

ข. 8, 2, 7

ค. 2, 8, 7

ง. 2, 7, 8

7. ธาตุ P, Q และ R มีการจัดอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ ดังนี้

$$P = 2, 8, 5$$

$$Q = 2, 8, 8, 2$$

$$R = 2, 8, 18, 7$$

ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับเลขอะตอม และจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

	เลขอะตอม			เวเลนซ์อิเล็กตรอน		
	P	Q	R	P	Q	R
ก.	10	18	28	5	2	7
ข.	10	18	28	5	10	7
ค.	15	20	35	5	2	7
ง.	15	20	35	6	2	7

8. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอธิบายบริเวณที่มีหมอกที่มากที่สุดอย่างไร

ก. เป็นขอบเขตที่แน่นอนของอะตอม

ข. เป็นบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากที่สุด

ค. เป็นบริเวณที่มีระดับพลังงานของอิเล็กตรอนสูงที่สุด

ง. เป็นบริเวณที่มีอิเล็กตรอนอยู่มากที่สุดในระดับพลังงานที่ 1

9. ข้อใดอธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ถูกต้องที่สุด

ก. อะตอมรูปคล้ายทรงกลม ขอบเขตไม่แน่นอนแต่มีบริเวณหนึ่งที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนทั้งหมดได้

ข. อะตอมมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ตลอดเวลาทั่วอะตอม โดยมีขอบเขตแน่นอนในบริเวณที่มีหมอกที่บ

ค. อะตอมต้องเป็นรูปทรงกลมมีขอบเขตแน่นอน เป็นโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่างๆ รอบนิวเคลียส

ง. อะตอมมีรูปร่างไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน แต่โอกาสโดยมากจะพบเป็นกลุ่มคล้ายทรงกลม

10. ธาตุคลอรีนมีเลขอะตอมเท่ากับ 17 ธาตุคลอรีนควรจัดอยู่ในคาบและหมู่ใดตามลำดับ

ก. 3, 7

ข. 2, 7

ค. 7, 8

ง. 8, 7

ภาคผนวก จ
บทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม
ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



Presentation Window

...

สวัสดีครับนักเรียน ยินดีอย่างยิ่งที่จะได้ร่วมเดินทางกับการศึกษาในวิชาเคมีไปพร้อม ๆ กับนักเรียน ก่อนอื่นขอทราบข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียนก่อนนะครับ กรุณาตอบคำถามเกี่ยวกับตัวนักเรียนให้ตรงตามความเป็นจริงด้วยนะครับ

ชื่อ Robert

นามสกุล Boyle

ชื่อเล่น Boy

วันเดือนปีเกิด 19 March 1977

เลขที่ 19 ชั้น 4/1

รบกวนคลิกที่ปุ่มในวงรี

คลิกที่ปุ่ม (ปุ่ม) ปุ่มถัดไป ปุ่มก่อนหน้า

สวัสดี (ชื่อเล่นของนักเรียน) อีกครั้งครับ ต่อไปนี้ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่การศึกษาตามบทเรียน ขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมได้จัดแบ่งออกเป็น 6 หน่วย ดังแสดงในกรอบแรกของโปรแกรม
2. การศึกษาบทเรียนนักเรียนจะต้องศึกษาเรียงลำดับตั้งแต่หน่วยที่ 1 - 6 โดยเมื่อ ศึกษาในแต่ละบทเรียนแล้วนักเรียนจะได้รหัสผ่านเพื่อใช้ผ่านไปยังเรียนยังหน่วยต่อไป
3. การเรียนบทเรียนแต่ละหน่วยนักเรียนจะต้องเรียนรู้ไปตามกรอบต่าง ๆ เป็นลำดับ และอาจมีการทำแบบฝึกหัดในใบงาน หรือมีการตอบคำถามเป็นระยะ
4. ในบทเรียนแต่ละหน่วยจะมีการทดสอบ 3 ครั้งด้วยกัน คือ ทดสอบก่อนเรียน ทดสอบขณะเรียนและทดสอบหลังจากเรียนจบ (นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบโดยมี คะแนนผ่าน คิดเป็นร้อยละ 85 ของแบบทดสอบทั้งหมดในแต่ละหน่วย)

หน่วยที่ 1

เรื่อง

แบบจำลองอะตอมของดอลตัน และแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของแบบจำลองได้
2. อธิบายวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สร้างแบบจำลองได้
3. บอกเหตุผลที่ทำให้แบบจำลองเปลี่ยนแปลงได้
4. อธิบายลักษณะแบบจำลองของดอลตันได้
5. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดรังสีแคโทด เมื่อเพิ่มสนามไฟฟ้า หรือเปลี่ยนชนิดของโลหะหรือก๊าซในหลอดได้
6. บอกลักษณะแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้
7. คำนวณประจุและมวลของอิเล็กตรอนจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

ก่อนที่ (ชื่อเล่นของนักเรียน) จะเริ่มเข้าสู่การศึกษาในวิชาเคมี
เรื่อง

โครงสร้างอะตอม ในหน่วยที่ 1 เรื่อง

แบบจำลองอะตอมของดอลตัน และแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

เรามาทดสอบความรู้พื้นฐานกันก่อนนิดหน่อยนะคะ

พยายามคิดให้สุดความสามารถของตัวเองจริง ๆ ตอบได้หรือไม่ ไม่ต้องกังวลนะคะ

แต่ขอให้พยายามให้ดีที่สุดเท่านั้นค่ะ

ไปทำแบบทดสอบประจำบท ก่อนเรียน

บทเรียนที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

บทเรียนที่ 2 จำนวน 15 ข้อ

บทเรียนที่ 3 จำนวน 10 ข้อ

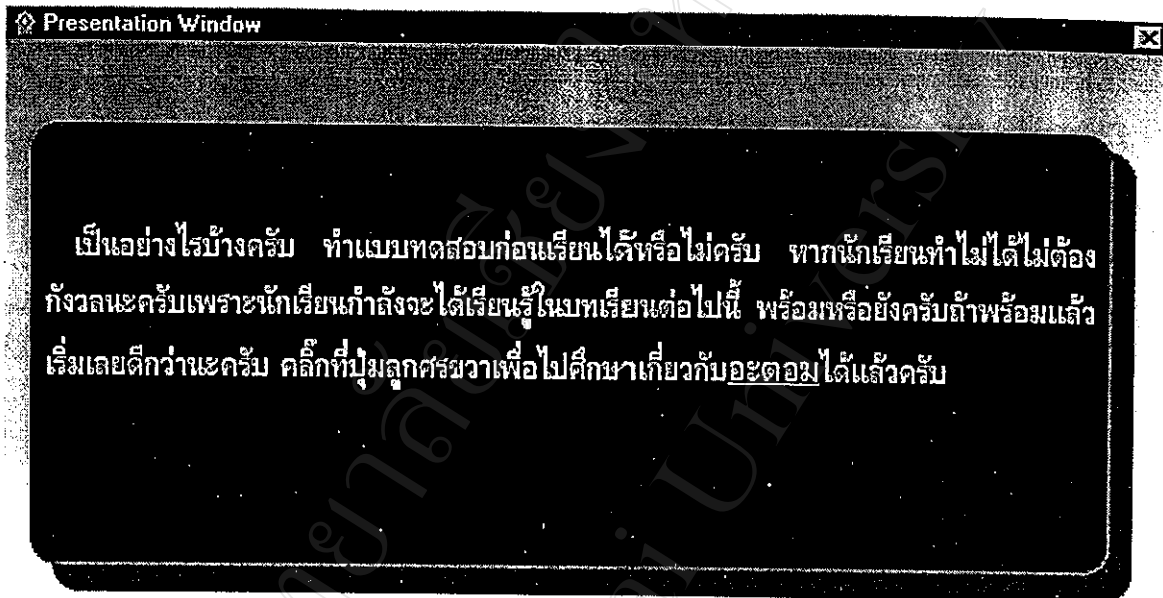
บทเรียนที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

บทเรียนที่ 5 จำนวน 10 ข้อ

บทเรียนที่ 6 จำนวน 10 ข้อ

(ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ, หน้า 82)

บทเรียนในหน่วยที่ 1



(แสดงรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์)

กรอบที่ 2 การศึกษาสมบัติของสารต่างๆ ในเชิงเคมีนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษารายละเอียด และองค์ประกอบภายในของสารต่างๆ จากที่นักเรียนศึกษามาแล้วสารแต่ละประเภทจะอยู่ในรูปของโมเลกุล ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าขนาดค่อนข้างเล็กมาก แต่ในโมเลกุลก็ยังประกอบไปด้วยอะตอม ซึ่งอะตอมนั้นนับเป็นส่วนที่เล็กที่สุดที่แบ่งแยกอีกไม่ได้แล้วจริงหรือไม่ และนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอะตอมกันอย่างไรบ้าง เราจะมาลองศึกษากัน ในบทเรียนนี้

กรอบที่ 3 อะตอม (Atom) มาจากภาษากรีกที่ว่า Atomos แปลว่า แยกแยกไม่ได้ซึ่งดีโมคริตัส ได้กล่าวไว้ว่า หากแบ่งสารให้มีขนาดเล็กลง ในที่สุดจะได้หน่วยที่เล็กที่แยกไม่ได้อีกเรียกว่า "อะตอม" ที่มีขนาดเล็กมาก แม้กระทั่งในปัจจุบันจะพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนิกส์ที่ขยายภาพได้ถึง 750,000 เท่าจนสามารถถ่ายภาพที่เชื่อกันว่าเป็นภาพของ อะตอมแต่ก็ยังไม่สามารถบอกรายละเอียดภายในอะตอมได้

กรอบที่ 4 เมื่อไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดภายในอะตอมได้ ดังนั้นการศึกษารายละเอียดภายในอะตอมจึงจำเป็นที่จะต้องใช้การสันนิษฐานจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสร้างเป็น มโนภาพหรือที่เรียกว่า แบบจำลอง

เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างมโนภาพให้นักเรียน ลองศึกษาจากกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง กล้องปริศนา กับแบบจำลอง ตั้งใจทำกิจกรรมให้ดี ๆ นะครับ

กรอบที่ 5 กิจกรรมการทดลอง 2.1 กล้องปริศนา กับแบบจำลอง

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาวิธีการสร้างแบบจำลองได้

2. บอกความหมายของแบบจำลองและบอกเหตุผลที่ทำให้แบบจำลองต้องเปลี่ยนแปลงไปได้

คำสั่ง ให้นักเรียนศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองของสิ่งที่อยู่ในกล่อง โดยห้ามเปิดกล่องดู หรือทำให้กล่องบุบสลาย

1. ให้นักเรียนวาดภาพตามจินตนาการ เพื่อแสดงถึงลักษณะของสิ่งที่อยู่ในกล่อง ลงในใบงานข้อที่ 1 (นักเรียนสามารถเขย่ากล่อง หรือพลิกกล่องไปมาได้)

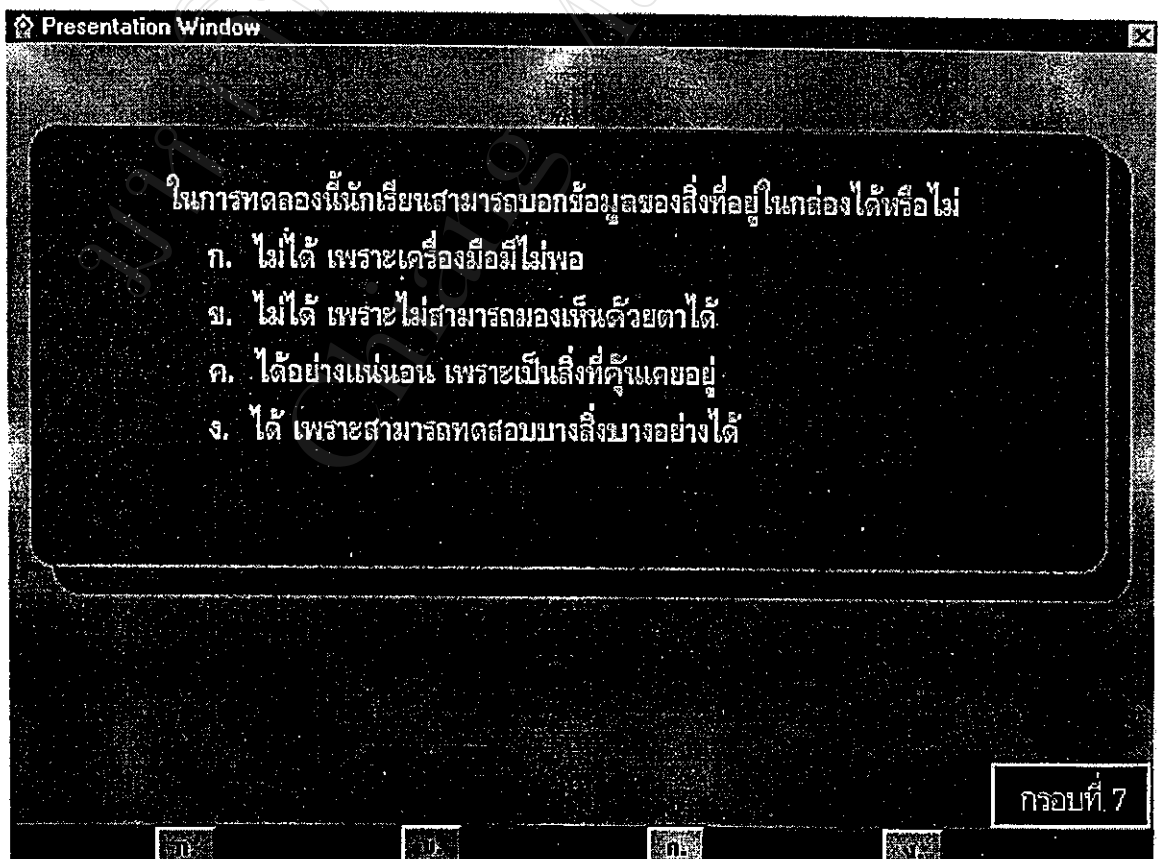
2. ให้นักเรียนใช้ลวดช่วยในการศึกษาสิ่งที่อยู่ในกล่อง แล้ววาดภาพตามจินตนาการ เพื่อแสดงถึงลักษณะของสิ่งที่อยู่ในกล่องลงในใบงานอีกครั้งหนึ่ง

กรอบที่ 6 เมื่อเสร็จการทดลองทั้ง 2 ข้อแล้วให้นักเรียนลองตอบคำถามต่อไปนี้ โดยให้เขียนตอบลงในใบงานข้อที่ 2

1. แบบจำลองที่วาดได้ก่อนและหลังใช้ลวดเหมือนกันหรือไม่
2. แบบจำลองในข้อ 1 หรือ 2 น่าจะใกล้เคียงความจริงมากกว่ากัน เพราะเหตุใด
3. หากในการทดลองนี้มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือให้มากกว่านี้นักเรียนคิดว่าแบบจำลองน่าจะเปลี่ยนแปลงไปได้อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในใบงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับ สิ่งที่นักเรียนได้จากการทดลอง ให้นักเรียนตอบคำถามโดยให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดตามความคิดของ นักเรียนถ้าพร้อมแล้วให้คลิกต่อไปได้เลยครับ

กรอบที่ 7



เลือกตอบข้อ ก.

นักเรียนตอบยังไม่ถูกนะครับ แสดงว่ายังเข้าใจอะไรผิดสักอย่าง โดยในการทดลอง นี้จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถหาข้อมูลบางอย่างของสิ่งที่อยู่ในกล่องได้ เช่น พบว่ามี ของแข็งที่สามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อเขย่ากล่อง เป็นต้น ไม่ถึงกับว่าไม่สามารถหาข้อมูลได้เลย เห็นไหมครับถึงแม้ว่าจะมีเครื่องมือไม่เพียงพอก็สามารถหาข้อมูลบางอย่างได้ แต่ก็ไม่ถึง กับว่าจะทราบข้อมูลทั้งหมดใช่หรือไม่ครับ ลองพิจารณาข้อใหม่ให้ดีขึ้นอีกทีนะครับ แล้วลอง ตอบใหม่อีกทีนะจ๊ะ

เลือกตอบข้อ ข.

นักเรียนตอบยังไม่ถูกนะครับ แสดงว่ายังเข้าใจอะไรผิดสักอย่าง โดยในการทดลอง นี้จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถหาข้อมูลบางอย่างของสิ่งที่อยู่ในกล่องได้ เช่น พบว่ามี ของแข็งที่สามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อเขย่ากล่อง เป็นต้น ไม่ถึงกับว่าไม่สามารถหาข้อมูลได้เลย เห็นไหมครับถึงแม้ว่าจะมองไม่เห็นด้วยตาก็สามารถหาข้อมูลบางอย่างได้ ลองพิจารณา ข้อใหม่ให้ดีขึ้นอีกทีนะครับ แล้วลองตอบใหม่อีกทีนะจ๊ะ

เลือกตอบข้อ ค.

นักเรียนตอบยังไม่ถูกนะครับ แสดงว่ายังเข้าใจอะไรผิดสักอย่าง โดยในการทดลอง นี้จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถหาข้อมูลบางอย่างของสิ่งที่อยู่ในกล่องได้ เช่น พบว่ามี ของแข็งที่สามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อเขย่ากล่อง เป็นต้น แต่ก็ไม่ถึงกับว่าจะทราบข้อมูล ทั้งหมดใช่หรือไม่ครับ ลองพิจารณาข้อใหม่ให้ดีขึ้นอีกทีนะครับ แล้วลอง ตอบใหม่อีกทีนะจ๊ะ

เลือกตอบข้อ ง.

ดีมากครับ นักเรียนตอบได้ถูกต้องแล้ว ในการหาข้อมูลของสิ่งหนึ่งสิ่งใดถึงแม้ไม่มี เครื่องมือที่ดีพอ หรือไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเราก็สามารถหาข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้นได้บ้างไม่มากก็น้อยใช่ไหมครับ ลองตอบคำถามอีกข้อหนึ่งดีกว่า นะครับ

กรอบที่ 8 ในการทดลองหาข้อมูลของสิ่งที่มองไม่เห็น ถ้าเพิ่มอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในการหา ข้อมูลลักษณะของแบบจำลองควรเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับแบบจำลองที่ได้มาจากการทดลองเดิม

- ก. เปลี่ยนแปลงโดยไม่เหมือนเดิม
- ข. เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบ้างเป็นบางส่วน
- ค. รูปร่างเหมือนเดิมทุกประการไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. ยังไม่ทราบแน่นอนอาจจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ก็ได้

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

การที่เราสามารถศึกษาสิ่งที่มองไม่เห็นโดยมีอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่สามารถช่วยหา ข้อมูลเพิ่มเติมได้ย่อมทำให้แบบจำลองนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไปได้บ้างเป็นบางส่วนไม่มาก ก็น้อย อย่างน้อยที่สุดก็จะทำให้สามารถบอกได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น ลองตอบอีกครั้งดีกว่าครับ

เลือกตอบข้อ ข.

ถูกต้องครับ แสดงว่านักเรียนเข้าใจถึงการสร้างแบบจำลองแล้วใช่หรือไม่ครับ นักเรียน พอจะให้คำจำกัดความได้หรือไม่เกี่ยวกับคำว่า แบบจำลอง และถ้าเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จะหมายถึงอะไร ให้นักเรียนตอบลงในใบงาน ข้อที่ 3

กรอบที่ 9 จากการที่นักเรียนได้ศึกษาในกิจกรรมการทดลอง 2.1 และการลองตอบในใบงาน นักเรียนตรวจสอบดูซิว่าถูกต้องหรือไม่

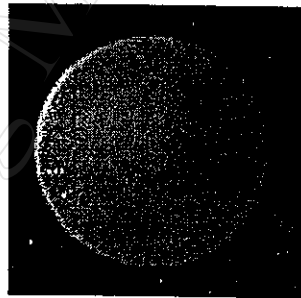
แบบจำลอง หมายถึง มโนภาพที่สร้างขึ้นโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วใช้จินตนาการสร้างขึ้น

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง มโนภาพที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ของสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นโดยอาศัยข้อมูลบางส่วนที่ได้จากการทดลองหรือการสังเกต ซึ่งแบบจำลองนั้นสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่าหรือเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น

กรอบที่ 10 ดังเช่นในปี พ.ศ. 2346 (ค.ศ. 1803) จอห์น ดอลตัน ได้เสนอแนวคิดที่เกี่ยวกับอะตอม และกำหนดเป็นทฤษฎีอะตอมของดอลตันซึ่งมีใจความดังนี้ :-

1. สารประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก เรียกว่า อะตอม ที่แบ่งแยกไม่ได้และสร้างขึ้นหรือทำลายให้สูญหายไปไม่ได้
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีมวลเท่ากัน มีสมบัติเหมือนกันแต่จะแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น ๆ
3. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของอะตอมของธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปและมีอัตราส่วนการรวมตัวเป็นเลขอย่างง่าย ๆ
4. อะตอมของธาตุสองชนิดอาจรวมตัวกันด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน เกิดเป็นสารประกอบได้หลายชนิด

กรอบที่ 11 จากทฤษฎีอะตอมของดอลตันทำให้เขาสงสัยแบบจำลองอะตอม ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมตัน ขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก ดังภาพด้านล่างนี้



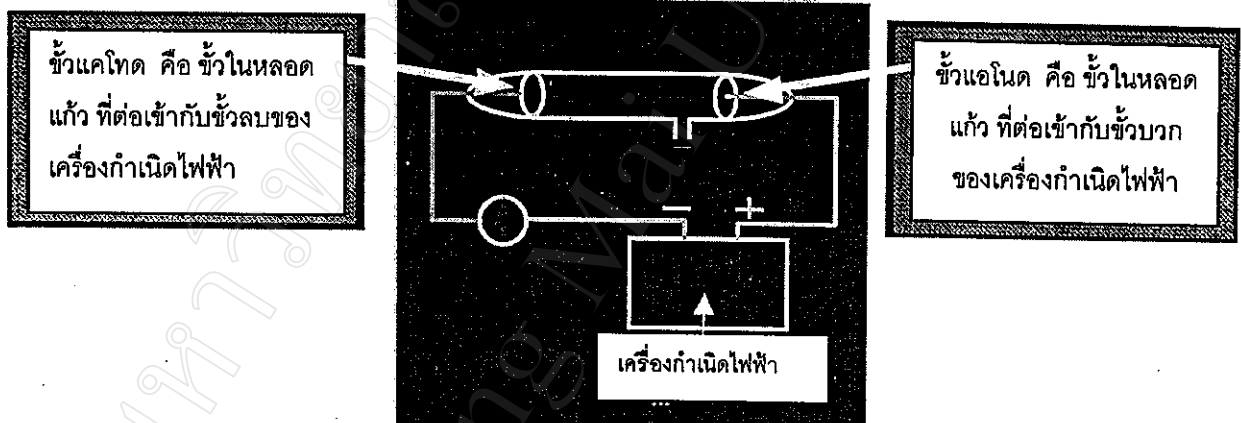
กรอบที่ 12 จากแบบจำลองอะตอมของดอลตันสามารถอธิบายเหตุการณ์บางประการได้ เช่น น้ำเป็นสารประกอบที่ประกอบไปด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วนของอะตอมเป็น 2 ต่อ 1 เสมอดังนั้นจึงมีการยอมรับแบบจำลองดังกล่าวในสมัยนั้น ต่อมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมเพิ่มขึ้น และค้นพบข้อมูลบางประการที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของดอลตัน เช่น พบว่าอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันอาจมีมวลแตกต่างกันได้ และอะตอมสามารถแบ่งแยกได้ ลองศึกษาต่อไปนะครับ

กรอบที่ 13 ดังนั้นต่อมาจึงมีการศึกษาถึงลักษณะของอะตอม เพื่ออธิบายในสิ่งที่แบบจำลองอะตอม ของดอลตันไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนลองศึกษาจากการทดลองต่อไปนี้

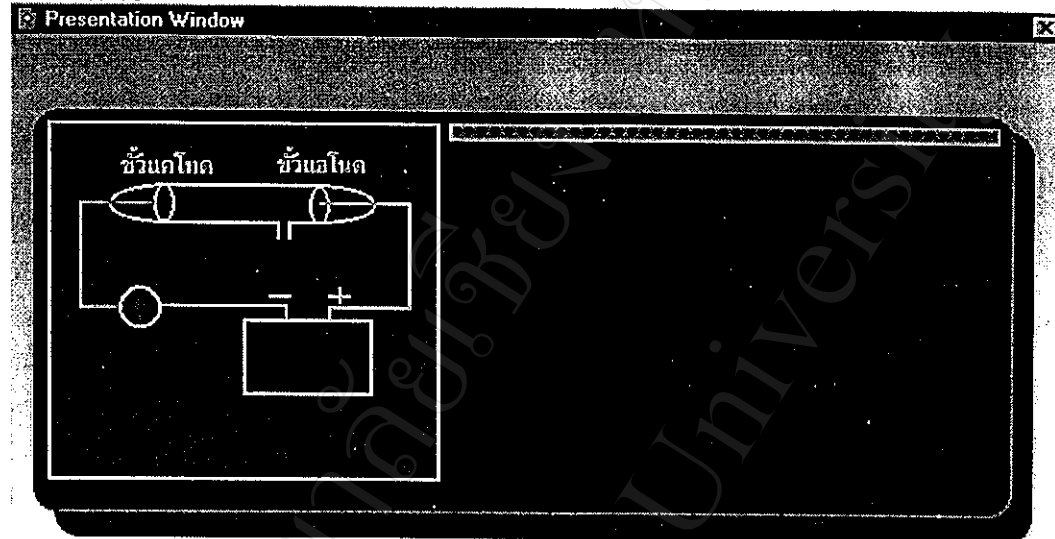
กรอบที่ 14 เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในสภาวะความดันปกติ กับไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อน 220 โวลต์ ก๊าซไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ เช่น การศึกษาของ เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน ที่ศึกษา การนำไฟฟ้าของ ก๊าซ โดยใช้หลอดรังสีแคโทด

นักเรียนคิดว่าสารที่อยู่ในสถานะก๊าซจะสามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ และถ้าสามารถนำไฟฟ้าได้จะต้อง ทำอย่างไรจึงจะทำให้ก๊าซสามารถนำไฟฟ้าได้ ลองพิจารณาจากการทดลอง ต่อไปนี้ดูนะครับ

กรอบที่ 15 ก่อนที่จะศึกษาการทดลอง เรามารู้จักกับหลอดรังสีแคโทดสักชนิดหนึ่งนะครับ ซึ่งหลอด รังสีแคโทดเป็นหลอดทำจากแก้วโดยจะมีลักษณะดังภาพ



กรอบที่ 16



จากหลอดรังสีแคโทด นักเรียนคิดว่าการทดลองใดที่สามารถทำให้ก๊าซนำไฟฟ้าได้
ลองเลือกดูซิครับว่าเป็นการทดลองที่ 1 หรือ 2 กันแน่

ทดลอง 1 เมื่อใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ และความดันอากาศในหลอดแก้วเป็นความดันปกติ

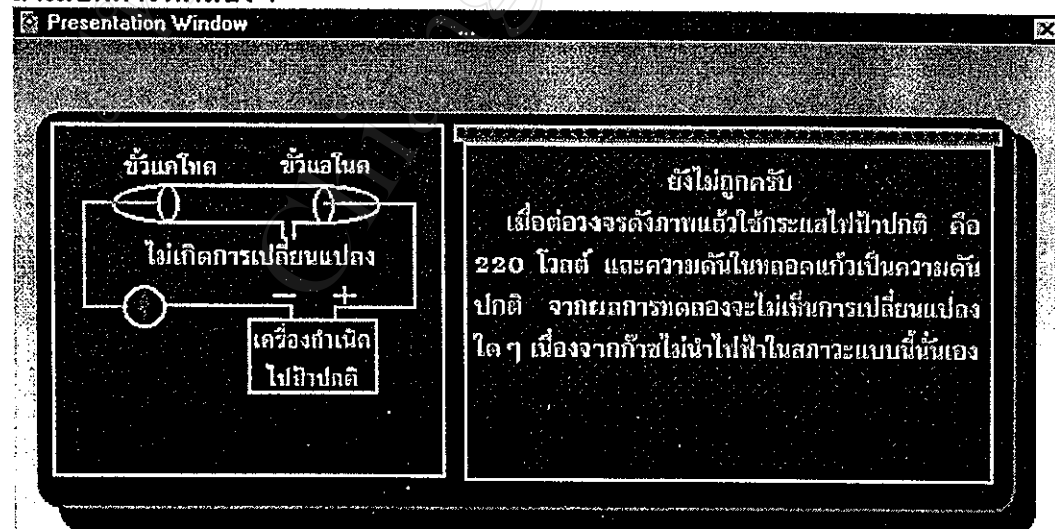
ทดลอง 2 เมื่อใช้ไฟฟ้า 10,000 โวลต์ และความดันอากาศในหลอดแก้วเกือบเป็นสุญญากาศ

กลับไปที่หน้าจอ

กรอบที่ 16

ไปหน้าต่อไป

ถ้าเลือกการทดลอง 1



ยังไม่ถูกครับ

เมื่อต่อวงจรดังภาพแล้วใช้กระแสไฟฟ้าปกติ คือ 220 โวลต์ และความดันในหลอดแก้วเป็นความดันปกติ จากผลการทดลองจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงใดๆ เนื่องจากก๊าซได้นำไฟฟ้าในสภาวะแบบนี้เอง

จากหลอดรังสีแคโทด นักเรียนคิดว่าการทดลองใดที่สามารถทำให้ก๊าซนำไฟฟ้าได้
ลองเลือกดูซิครับว่าเป็นการทดลองที่ 1 หรือ 2 กันแน่

ทดลอง 1 เมื่อใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ และความดันอากาศในหลอดแก้วเป็นความดันปกติ

ทดลอง 2 เมื่อใช้ไฟฟ้า 10,000 โวลต์ และความดันอากาศในหลอดแก้วเกือบเป็นสุญญากาศ

กลับไปที่หน้าจอ

กรอบที่ 16

ไปหน้าต่อไป

ถ้าเลือกการทดลอง 2

Presentation Window

ถูกต้องแล้วครับ

เมื่อต่อวงจรดังภาพแล้วใช้กระแสไฟฟ้าที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ประมาณ 10,000 โวลต์ และมีการสูบลมอากาศออกจากหลอดแก้ว ทำให้มีความดันต่ำมาก ๆ จากผลการทดลองจะเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เนื่องจากก๊าซสามารถนำไฟฟ้าได้ในสถานะแบบนี้นั่นเอง

จากหลอดรังสีแคโทด นักเรียนคิดว่าการทดลองใดที่สามารถทำให้ก๊าซนำไฟฟ้าได้ ลองเลือกดูซิครับว่าเป็นการทดลองที่ 1 หรือ 2 กันแน่

ทดลอง 1 เมื่อใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ และความดันอากาศในหลอดแก้วเป็นความดันปกติ

ทดลอง 2 เมื่อใช้ไฟฟ้า 10,000 โวลต์ และความดันอากาศในหลอดแก้วเกือบเป็นสุญญากาศ

กลับไปหน้าก่อน ... กรอบที่ 16 ไปหน้าต่อไป

กรอบที่ 17 จากการทดลองนั้นนักเรียนจะเห็นได้ว่า เราสามารถทำให้ก๊าซนำไฟฟ้าได้เมื่ออยู่ในสถานะที่เหมาะสม นั่นก็คือ ในสถานะที่ความดันของก๊าซต่ำมาก ๆ และไฟฟ้ามีความต่างศักย์ สูงมาก คือมีความต่างศักย์สูงประมาณ 10,000 โวลต์เลยทีเดียว นักเรียนเข้าใจแล้วนะครับ ถ้าอย่างนั้นลองไปทดสอบความเข้าใจสักนิดหน่อยนะครับ

กรอบที่ 18 จากการศึกษาก๊าซสามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ ในสถานะใด

ก. ไม่ได้ ในทุกสถานะ

ข. ได้ ที่ความดันสูง และความต่างศักย์สูงมากๆ

ค. ได้ ที่ความดันต่ำ และความต่างศักย์สูงมากๆ

ง. ได้ ที่ความดันต่ำ และความต่างศักย์ต่ำมากๆ

เลือกตอบ ก. ข. และ ง.

จากการทดลองนักเรียนจะเห็นได้ว่า ก๊าซสามารถนำไฟฟ้าได้ในสภาวะที่เหมาะสมเท่า นั้น กล่าวคือ ที่ความดันต่ำ และมีความต่างศักย์สูงมาก ๆ ซึ่งยืนยันได้จากเมื่อทดลองใน ครั้งที่ 2 จะเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าทำให้ภายในหลอดเกิดแสงสว่างขึ้น แสดงถึงว่ามีการเปลี่ยนแปลง หลอดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้เราเรียกว่า หลอดรังสีแคโทด

เข้าใจแล้วนะครับ ลองศึกษาต่อไปเลยครับ

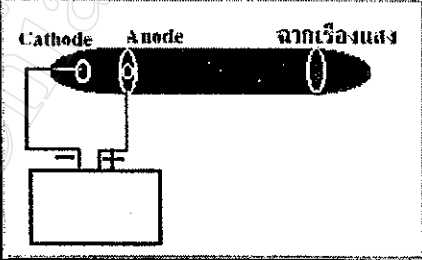
เลือกตอบข้อ ค.

ดีมากครับ แสดงว่านักเรียนได้ข้อสรุปแล้วใช่ไหมว่า สารที่อยู่ในสถานะก๊าซก็สามารถ นำไฟฟ้าได้เมื่อความดันต่ำและมีความต่างศักย์สูงมาก ๆ ซึ่งหลอดที่ทำให้เกิดสภาวะ ดังกล่าว และทำให้ก๊าซสามารถนำไฟฟ้าได้จนเกิดการเรืองแสงในหลอด เราเรียกว่า หลอดรังสีแคโทด

กรอบที่ 19

Presentation Window

จากการค้นพบหลอดรังสีแคโทด ทำให้ เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน สนใจและนำมาศึกษาเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของก๊าซเพิ่มเติม โดยได้ปรับปรุงหลอดรังสีแคโทดดังนี้



นักเรียนลองเลือกดูการศึกษาของทอมสัน ทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

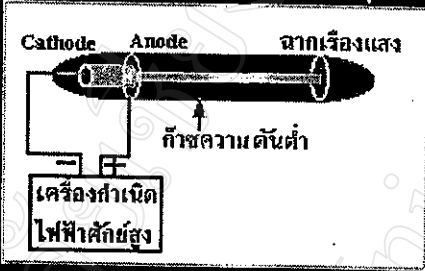
การทดลอง 1 การทดลอง 2

กลับไปหน้าก่อน กรอบที่ 19 ไปหน้าต่อไป

เมื่อเลือกการทดลองที่ 1

Presentation Window

จากการค้นพบหลอดรังสีแคโทด ทำให้ เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน สนใจและนำมาศึกษาเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของก๊าซเพิ่มเติม โดยได้ปรับปรุงหลอดรังสีแคโทดดังนี้



นักเรียนลองเลือกดูการศึกษาของทอมสัน ทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

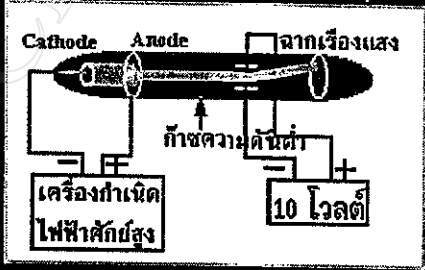
ใช้หลอดรังสีแคโทดแต่เพิ่มจากเครื่องแสงไปทางด้านหลังขั้วแอโนด และเจาะรูไว้ที่ขั้วแอโนดปรากฏผลว่ามีรังสีเกิดขึ้นและวิ่งเป็นแนวเส้นตรงไปกระทบกับฉากเครื่องแสงเห็นเป็นจุดสว่างบนฉากเครื่องแสง เรียกรังสีที่เกิดขึ้นจากขั้วแคโทดว่า รังสีแคโทด (Cathode Rays)

← กลับไปหน้าก่อน กรอบที่ 19 ไปหน้าต่อไป

เมื่อเลือกการทดลองที่ 2

Presentation Window

จากการค้นพบหลอดรังสีแคโทด ทำให้ เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน สนใจและนำมาศึกษาเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของก๊าซเพิ่มเติม โดยได้ปรับปรุงหลอดรังสีแคโทดดังนี้



นักเรียนลองเลือกดูการศึกษาของทอมสัน ทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ใช้หลอดรังสีแคโทดเหมือนกับการทดลองที่ 1 แต่เพื่อทดสอบอนุภาคภายในรังสีแคโทดว่ามีประจุไฟฟ้าเป็นอย่างไรจึงได้ทดลองโดยเพิ่มสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำวางตั้งฉากกับรังสีแคโทดเข้าไป ดังภาพ ปรากฏว่ารังสีแคโทดเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำ

← กลับไปหน้าก่อน กรอบที่ 19 ไปหน้าต่อไป

กรอบที่ 20 จากการทดลองที่นักเรียนได้ศึกษานั้น ในการทดลองที่ 2 นักเรียนคิดว่ารังสีแคโทด ที่เกิดขึ้นมีประจุบวกหรือลบ เพราะเหตุใด

- ก. ลบ เพราะผลลัพท์กับขั้วบวกของสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำที่ตั้งฉากกับแนวของรังสี
- ข. บวก เพราะผลลัพท์กับขั้วบวกของสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำที่ตั้งฉากกับแนวของรังสี
- ค. ลบ เพราะเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำที่ตั้งฉากกับแนวของรังสี
- ง. บวก เพราะเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำที่ตั้งฉากกับแนวของรังสี

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกนะครับ

จากการทดลองนักเรียนจะเห็นได้ว่า รังสีแคโทดที่เกิดขึ้นเบี่ยงเบนเข้าหาขั้วบวก ของสนามไฟฟ้าศักย์ต่ำที่ตั้งฉากกับแนวของรังสี ดังนั้นรังสีแคโทดจึงควรจะมีประจุไฟฟ้า เป็นลบ เพราะโดยปกติแล้วประจุไฟฟ้าที่เหมือนกันจะผลักรัน และประจุที่ต่างกันจะดูดกัน

ลองกลับไปตอบอีกครั้งดีกว่านะครับ

เลือกตอบข้อ ค.

ถูกต้องครับ ดีมาก

นอกจากนี้ ทอมสัน ยังได้ลองเปลี่ยนชนิดของก๊าซ และโลหะที่ใช้เป็นขั้วแคโทด เขาพบว่า ไม่ว่าจะเปลี่ยนก๊าซ และโลหะเป็นอย่างไรก็ตามยังคงให้ผลคือมีรังสีเกิดขึ้นเหมือนเดิมและเมื่อ คำนวณ

หาอัตราส่วนระหว่างประจุต่อมวล (e/m) ของอนุภาค ก็จะได้ค่าคงที่ทุกครั้ง คือ

$$1.76 \times 10^8 \text{ คูลอมบ์ต่อกรัม}$$

ดังนั้น ทอมสัน จึงสรุปว่า อะตอมทุกชนิดมีอนุภาคที่มีประจุลบเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า

อิเล็กตรอน (Electron)

กรอบที่ 21 ในสภาวะปกติอะตอมนั้นจะเป็นกลางทางไฟฟ้า แต่ทอมสันพบว่าในอะตอมนั้นมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบอยู่ในอะตอม ดังนั้นในอะตอมน่าจะมีอนุภาคหรือองค์ประกอบอื่น ที่มีประจุเป็นอะไร เพื่อทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้าได้

ก. ลบ

ค. กลาง

ข. บวก

ง. ถูกทั้ง ข. และ ค.

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

นั่นไง นักเรียนแกลังลืมซะแล้ว ประจุลบนั้นจะมีประจุตรงกันข้ามกับประจุบวก นั่นคือ หากมีประจุลบ 1 ตัว ก็ต้องมีประจุบวก 1 ตัว เพื่อให้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 0 หรือถ้าเป็น ทางไฟฟ้าเราก็เรียกว่าเป็นกลางทางไฟฟ้า ใช่มั้ยครับ กลับไปตอบใหม่ดีกว่านะครับ

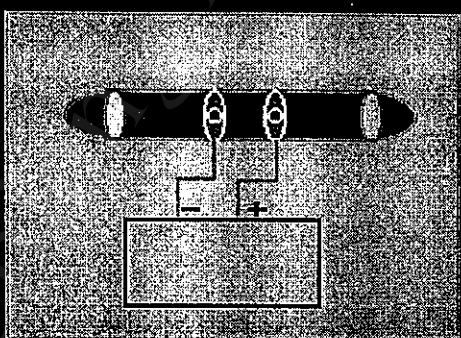
เลือกตอบข้อ ข.

ถูกต้องครับ ประจุลบ หรือที่เรียกว่า อิเล็กตรอน ต้องถูกลบล้างประจุด้วยอนุภาคที่มี ประจุบวก เราลองศึกษากันต่อไปดีกว่านะครับว่าใครเป็นผู้ค้นพบอนุภาคดังกล่าวนี้ และ ค้นพบได้อย่างไร

กรอบที่ 22

Presentation Window

การทดลองของ ออยเกน โกลด์สไตน์ ในการค้นพบประจุบวกในอะตอม ได้ศึกษาดังนี้



ออยเกน โกลด์สไตน์ ได้ทำการดัดแปลงหลอดรังสีแคโทดโดยเพิ่มฉากเรืองแสงไว้ทั้งด้านหลังขั้วแคโทด และขั้วแอโนดในหลอดรังสีแคโทดแล้วทำการทดลองได้ผลอย่างไร นักเรียนศึกษาดูได้เลยครับ

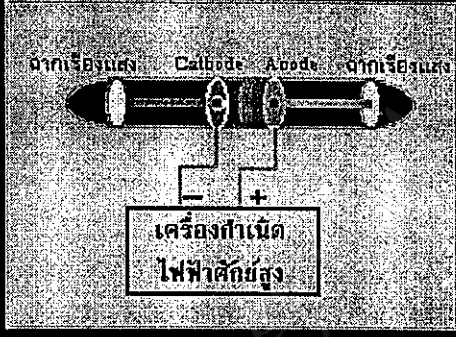
ผลการทดลอง

กลับไปหน้าก่อน กรอบที่ 22 ไปหน้าต่อไป

เมื่อคลิกเพื่อดูผลการทดลอง

Presentation Window

การทดลองของ ออยเกน โกลด์สไตน์ ในการค้นพบประจุบวกในอะตอม ได้ศึกษาดังนี้



- เกิดจุดสว่างบนฉากเรืองแสงทั้งสองด้าน
- เมื่อเปลี่ยนก๊าซ และโลหะที่เป็นขั้วแคโทดพบว่าเมื่อเปลี่ยนก๊าซประจุต่อมวล (e/m) ไม่คงที่แสดงว่าอนุภาคบวกที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซ
- ถ้าใช้ก๊าซไฮโดรเจน จะได้อนุภาคที่มีประจุเท่ากับอิเล็กตรอน เรียกว่า โปรตอน (Proton)

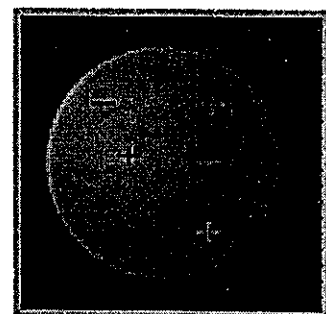
ออยเกน โกลด์สไตน์ ได้ทำการดัดแปลงหลอดรังสีแคโทดโดยเพิ่มฉากเรืองแสงไว้ทั้งด้านหลังขั้วแคโทด และขั้วแอโนดในหลอดรังสีแคโทดแล้วทำการทดลองได้ผลอย่างไร นักเรียนศึกษาดูได้เลยครับ

กลับไปที่หน้าก่อน กรอบที่ 22 ไปหน้าต่อไป

กรอบที่ 23 จากผลการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ทำให้ทอมสัน ได้ใช้ข้อมูลเหล่านั้นนำเสนอ แบบจำลองอะตอมใหม่นี้

- อะตอมมีขนาดเล็กมาก รูปร่างเป็นทรงกลม
- ภายในอะตอมประกอบไปด้วย อนุภาคที่มีประจุลบ เรียก อิเล็กตรอน และอนุภาคที่มีประจุบวก เรียก โปรตอน กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ
- โปรตอน และอิเล็กตรอนภายในอะตอมจะมีจำนวนเท่า ๆ กัน จึงทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า

ทำให้ได้แบบจำลองอะตอมดังภาพนี้



กรอบที่ 24 จากแบบจำลองอะตอมของทอมสันใช้อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

เมื่ออะตอมของโลหะที่เป็นแคโทดได้รับพลังงานไฟฟ้าที่มีศักย์สูง จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมของโลหะ และวิ่งไปชนกับอะตอมของก๊าซที่อยู่ภายในหลอดอย่างต่อเนื่อง ทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมก๊าซหลุดออกไปและได้อนุภาคที่มีประจุบวกเกิดขึ้น อิเล็กตรอนทั้งหมดซึ่งมีประจุลบจะวิ่งไปยังแอโนดซึ่งเป็นขั้วบวก ดังนั้นรังสีแคโทดจึงเป็นกระแสอิเล็กตรอน จึงทำให้ประจุต่อมวล (e/m) มีค่าคงที่คือ 1.76×10^8 C/g

ส่วนอนุภาคที่มีประจุบวกเกิดจากอะตอมของก๊าซจะวิ่งไปยังแคโทดซึ่งเป็นขั้วลบ เนื่องจากอะตอมของก๊าซ แต่ละชนิดมีมวลไม่เท่ากัน จึงทำให้ค่าประจุต่อมวล (e/m) ของอนุภาคบวกของก๊าซแต่ละชนิด มีค่าแตกต่างกัน

กรอบที่ 25 ต่อมา รอเบิร์ต แอนดรูส์ มิลลิแกน ได้ทดลองหาค่าประจุของอิเล็กตรอนโดยใช้การวัดประจุบนหยดน้ำมัน เรียกกันว่า การทดลองหยดน้ำมัน (Oil Drop Experiment) จะได้ว่า อิเล็กตรอน 1 ตัว มีประจุ เท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมป์ การทดลองของมิลลิแกน ทำให้รู้ประจุของอิเล็กตรอนประกอบกับการทดลองของทอมสัน ที่ทำให้ทราบค่าประจุต่อมวล ของอิเล็กตรอนคือเท่ากัน 1.76×10^8 คูลอมป์ต่อกรัม ดังนั้นจากการทดลองของทอมสัน และมิลลิแกน ทำให้สามารถหามวลของอิเล็กตรอนได้ดังนี้

อิเล็กตรอนประจุ 1.76×10^8 คูลอมป์มีมวลเท่ากับ	1	กรัม
อิเล็กตรอนประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมป์มีมวลเท่ากับ	$\frac{1.6 \times 10^{-19}}{1.76 \times 10^8}$	กรัม
ดังนั้นอิเล็กตรอน 1 ตัวจะมีมวลเท่ากับ	9.11×10^{-28}	กรัม

กรอบที่ 26 เพื่อทดสอบความเข้าใจนักเรียนลองคำนวณดูนะครับว่า อิเล็กตรอน ที่มีมวล 1 กรัม จะมีประจุกี่คูลอมป์

- ก. 1.60×10^{-19}
- ข. 1.76×10^{-19}
- ค. 1.76×10^8
- ง. 9.11×10^{-28}

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกครับ จำได้หรือไม่ จากการทดลองของทอมสันสรุปได้ว่า อิเล็กตรอนนั้นมีค่าประจุต่อมวล 1.76×10^8 คูลอมป์ต่อกรัม หรืออาจกล่าวได้ว่า อิเล็กตรอนมวล 1 กรัมจะมีประจุเท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมป์ และหลังจากนั้น จากการทดลอง ของมิลลิแกนยังทำให้ทราบอีกว่าอิเล็กตรอนมีประจุเท่ากับ 1.60×10^{-19} คูลอมป์ จึงสามารถเทียบเป็นมวลของอิเล็กตรอน ได้เท่ากับ 9.11×10^{-28} กรัม

เลือกตอบข้อ ค.

ถูกต้องแล้วครับ เก่งมาก นักเรียนคงได้ข้อสรุปแล้วว่าจากการทดลอง ของทอมสันสรุปได้ว่า อิเล็กตรอนนั้นมีค่าประจุต่อมวล 1.76×10^8 คูลอมป์ต่อกรัม หรืออาจกล่าวได้ว่า อิเล็กตรอนมวล 1 กรัมจะมีประจุเท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมป์ และหลังจากนั้นจากการทดลองของมิลลิแกนยังทำให้ทราบอีกว่าอิเล็กตรอนมีประจุเท่ากับ 1.60×10^{-19} คูลอมป์ จึงสามารถเทียบเป็นมวลของอิเล็กตรอน ได้เท่ากับ

$$9.11 \times 10^{-28} \text{ กรัม}$$

กรอบที่ 27 อิเล็กตรอนที่มีประจุ 3.20×10^{-15} คูลอมป์จะมีอิเล็กตรอนกี่ตัว

ก. 1.60×10^4

ข. 2.00×10^4

ค. 1.60×10^5

ง. 2.00×10^5

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกครับ จำได้หรือไม่ จากการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอน 1 ตัวมีประจุเท่ากับ 1.60×10^{-19} คูลอมป์

เลือกตอบข้อ ข.

ถูกต้องครับ ทราบแล้วใช่ไหมครับว่า มิลลิแกนใช้การทดลองที่เรียกว่า การทดลองหยดน้ำมัน (Oil Drop Experiment) ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอน 1 ตัวมีประจุเท่ากับ 1.60×10^{-19} คูลอมป์

กรอบที่ 28 อิเล็กตรอนที่มีมวล 1 กรัมจะมีอิเล็กตรอนจำนวนเท่าใด

ก. 1.10×10^{27}

ข. 1.19×10^{27}

ค. 1.60×10^{27}

ง. 2.00×10^{27}

เลือกตอบ ข. ค. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกครับ

นักเรียนทราบแล้วว่าการทดลองของทอมสันและการทดลองของมิลลิแกนทำให้ ทราบว่า

อิเล็กตรอน 9.11×10^{-28} กรัม จะมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ตัว

ดังนั้นอิเล็กตรอน 1 กรัม จะมีจำนวนเท่ากับ

นักเรียนคิดออกหรือยังจะกลับไปตอบใหม่อีกทีนะครับ

เลือกตอบ ก.

มาถึงตรงนี้แล้วนักเรียนคงพอจะเข้าใจถึงแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอม ซึ่งเป็นสิ่งที่ศึกษาได้ยากเพราะเราไม่สามารถมองเห็นได้จึงต้องมีการใช้จินตนาการร่วมกับข้อมูล ที่ได้จากการทดลองมาสร้างเป็นแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของอะตอมขึ้นมา ต่อไปก่อนที่จะ นักเรียนจะจบ บทเรียนหน่วยที่ 1 นี้เราจะมีการทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนก่อนโดย ให้นักเรียนทำแบบ ทดสอบอย่างตั้งใจ เพราะหากทำคะแนนได้ไม่ถึง 85% นักเรียน ต้องกลับมาเริ่มเรียนในหน่วยนี้ใหม่ ขอให้ตั้งใจนะครับ

ไปทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ

หน่วยที่ 2

เรื่อง

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด พร้อมทั้งแปลความหมายของผลการทดลองได้
2. บอกลักษณะแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้
3. ระบุข้ออนุภาคมูลฐานที่สำคัญของอะตอมพร้อมทั้งสมบัติบางประการได้
4. บอกความหมายของเลขอะตอม เลขมวลและไอโซโทปได้
5. เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้
6. คำนวณมวลเฉลี่ยของธาตุที่กำหนดอนุภาคมูลฐานของแต่ละไอโซโทปมาได้

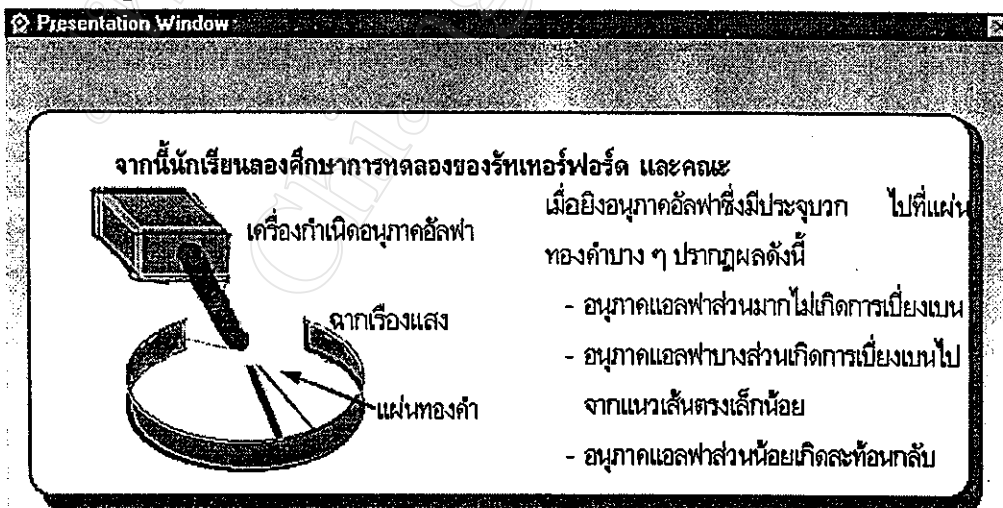
กรอบที่ 1 จากบทเรียนที่ผ่านมา นักเรียนคงเห็นแล้วว่าแบบจำลองอะตอมนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพิ่มเติมนักเรียนคิดว่านอกจากแบบจำลองอะตอมของดอลตันและแบบจำลองอะตอมทอมสันแล้วจะมีนักวิทยาศาสตร์เสนอแบบจำลองอะตอมอีกหรือไม่ลองศึกษากันต่อไปนะคะ

กรอบที่ 2 ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด ฮันส์ไกเกอร์ และเออร์เนสต์ มาร์สเดน เป็นนักวิทยาศาสตร์ 3 ท่านที่ได้ทำการศึกษา การทดลองที่เขาทั้ง 3 ได้ร่วมกันศึกษา ดังที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้ พร้อมหรือยังครับถ้าพร้อมแล้วคลิกต่อไปเลยครับ

กรอบที่ 3

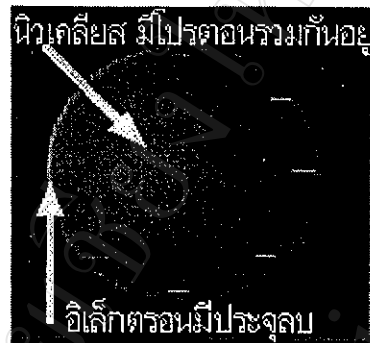


เมื่อคลิกที่ดูผลการทดลอง



อนุภาคแอลฟา คือ อนุภาคที่มีประจุเป็นบวก โดยมีประจุเป็น 2 เท่าของอิเล็กตรอน ซึ่งอนุภาคนี้ได้มาจากธาตุฮีเลียม

กรอบที่ 4 จากผลการทดลองดังกล่าว ทำให้รัทเทอร์ฟอร์ด ได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ ดังภาพ



กรอบที่ 5 ตามแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด นักเรียนจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่แล้วเมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกเข้าไป เพราะเหตุใดอนุภาคส่วนใหญ่จึงวิ่งเป็นเส้นตรงนักเรียนคิดแล้วลองพิจารณาเลือกตอบข้อ ก. หรือ ข. ว่าข้อใดเป็นเหตุผลที่ใช้อธิบายผลการทดลองดังกล่าว

- ก. เพราะโปรตอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกในอะตอมรวมอยู่ตรงกลางอะตอม และมีขนาดใหญ่
- ข. เพราะโปรตอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกในอะตอมรวมอยู่ตรงกลางอะตอม และมีขนาดเล็ก

เลือกตอบข้อ ก. นักเรียนเลือกข้อ ก. เหตุผลยังไม่ถูกต้องนะครับลองพิจารณาข้อความข้างล่างนี้

ในการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปที่แผ่นทองคำ อนุภาคส่วนใหญ่วิ่งเป็นเส้นตรงเนื่องจากอนุภาคแอลฟาไม่ได้ปะทะกับโปรตอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกของอะตอม แสดงว่า ภายในอะตอมจะต้องมีช่องว่างอยู่พอสมควร ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าโปรตอนจะรวมกันอยู่ตรงกลางของอะตอมเรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งจะมีความเล็กมาก เพราะฉะนั้นคำตอบที่ถูกต้องจึงเป็นเพราะโปรตอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกในอะตอมรวมกันอยู่ตรงกลางของ อะตอม และมีความเล็กมากเป็น

นิวเคลียส (Nucleus) มีขนาดเล็กมากแต่กลับมีมวลสูงมากเมื่อเทียบกับมวลของ อิเล็กตรอน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า มวลส่วนใหญ่ของอะตอมคือมวลของนิวเคลียสนั่นเอง

เลือกตอบข้อ ข. ถูกต้องแล้วครับ

ในการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปที่แผ่นทองคำ อนุภาคส่วนใหญ่วิ่งเป็นเส้นตรงเนื่องจากอนุภาคแอลฟาไม่ได้ปะทะกับโปรตอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกของอะตอม แสดงว่า ภายในอะตอมจะต้องมีช่องว่างอยู่พอสมควร ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าโปรตอนจะรวมกันอยู่ ตรงกลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งจะมีขนาดเล็กมาก เพราะฉะนั้นคำตอบ ที่ถูกต้องจึงเป็นเพราะโปรตอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกในอะตอมรวมกันอยู่ตรงกลางของ อะตอม และมีขนาดเล็กมากเป็น นิวเคลียส (Nucleus) มีขนาดเล็กมากแต่กลับมีมวลสูงมากเมื่อเทียบกับมวลของ อิเล็กตรอน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า มวลส่วนใหญ่ของอะตอมคือมวลของนิวเคลียสนั่นเอง

กรอบที่ 6 จากที่นักเรียนได้ศึกษาการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด ทำให้ทราบว่าในอะตอมนั้นมีช่องว่าง ค่อนข้างมากโดยทราบได้จากการที่อนุภาคแอลฟาส่วนมากวิ่งเป็นเส้นตรง นอกจากนั้นยังมีสิ่งที่ สามารถอธิบายเพื่อสนับสนุนแบบจำลองอะตอมที่รัทเทอร์ฟอร์ดได้เสนอขึ้นมานดังนี้

1. การที่อนุภาคแอลฟาบางส่วนมีการเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรงเล็กน้อย แสดงว่า อนุภาคแอลฟานั้นมีแนวการเคลื่อนที่เข้าไปเฉียดกับนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กของอะตอม
2. การที่อนุภาคแอลฟาส่วนน้อยเกิดการสะท้อนกลับ แสดงว่าอนุภาคแอลฟานั้นมีแนวการเคลื่อนที่ชนกับนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กและมีมวลมากของอะตอม

กรอบที่ 7 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

สรุปได้ว่า อะตอมมีลักษณะทรงกลม ภายในอะตอม ส่วนใหญ่เป็นที่ว่าง โดยมีนิวเคลียสซึ่งประกอบด้วย โปรตอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกอยู่รวมกันตรง กลางของอะตอม ทั้งนี้นิวเคลียสมีขนาดเล็ก แต่มีมวล มาก ส่วนอิเล็กตรอนที่มีประจุเป็นลบจะวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ดังแสดงในภาพ



กรอบที่ 8 อนุภาคมูลฐานของอะตอม

นักเรียนทราบมาแล้วว่าในอะตอมนั้นจะประกอบไปด้วยโปรตอน และอิเล็กตรอน โดยโปรตอนจะรวมกันอยู่กึ่งกลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งเป็นมวลส่วนใหญ่ของ อะตอม และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ ทางด้านนอก แต่เมื่อมีการศึกษาทดลองทำให้พบ ว่า ธาตุต่าง ๆ จะมีมวลของอะตอมมากกว่ามวลของโปรตอนในอะตอมรวมกันอยู่ประมาณ สองเท่า หรือมากกว่าสองเท่า เช่น ธาตุคาร์บอนมีมวลของโปรตอนรวมกันอยู่ 6 หน่วย แต่ มวลของอะตอมมีค่า 12 หน่วย

กรอบที่ 9 จากการศึกษาให้นักเรียนคิดว่าน่าจะมีอนุภาคอื่นใดที่นอกเหนือจากโปรตอน และอิเล็กตรอนหรือไม่ และถ้ามีควรมีประจุเป็นอย่างไร

- ก. มี และไม่ควรมีประจุเพราะจะทำให้อะตอมไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า
- ข. มี และมีประจุบวกเพราะจะทำให้มีมวลสอดคล้องกับการศึกษาที่ได้
- ค. มี และมีประจุลบเพราะจะเป็นตัวดึงดูดให้โปรตอนรวมกันเป็นนิวเคลียส
- ง. ไม่มี แต่มวลของโปรตอนที่ทดลองน่าจะผิด ในความเป็นจริงมวลของโปรตอน อาจจะเป็นสองเท่าของที่ทำการทดลองได้จริง

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกต้องนะครับ แต่จากที่นักเรียนตอบแสดงว่านักเรียนเข้าใจว่า ยังมีอนุภาคอื่นนอกเหนือจากโปรตอน และอิเล็กตรอนในอะตอมอีก เพียงแต่ว่าหากอนุภาคนั้นมี ประจุเป็นบวก ก็น่าจะเป็นโปรตอนซะใหม่ครับ หรือหากเป็นอนุภาคที่มีประจุลบ ก็น่าจะ หมายถึงอิเล็กตรอนซะใหม่หรือไม่ครับ นักเรียนคงพอจะนึกคำตอบออกแล้วนะครับ ลองกลับไป ตอบอีกครั้งหนึ่งดีกว่าครับ

เลือกตอบข้อ ก.

เก่งมากครับ จากการศึกษาดังกล่าวทำให้เราทราบว่า มีอนุภาคอีกชนิดหนึ่งอยู่ในอะตอม และอยู่ในบริเวณนิวเคลียสของอะตอมซึ่งมีมวลใกล้เคียงกันกับโปรตอน แต่ไม่มีประจุกล่าว คือ เป็นกลางทางไฟฟ้า โดยต่อมาในปี 2475 เซอร์เจมส์ แชดวิก ได้ทำการทดลองยิงอนุภาค แอลฟา และทดสอบด้วยเครื่องมือที่มีความละเอียดมากขึ้น ทำให้ทราบว่าในนิวเคลียสมี อนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่จริงและเรียกชื่อว่า "นิวตรอน"

กรอบที่ 10

Presentation Window

อนุภาคทั้ง 3 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอะตอมนั้น เราเรียกว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอม ซึ่งจากการศึกษาอนุภาคทั้ง 3 ชนิดทำให้ทราบสมบัติดังนี้

อนุภาค	สัญลักษณ์	มวล (kg)	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุไฟฟ้า	มวลเปรียบเทียบกับอิเล็กตรอน
โปรตอน	p	1.672×10^{-27}	1.602×10^{-19}	+1	1,836
นิวตรอน	n	1.674×10^{-27}	0	0	1,839
อิเล็กตรอน	e	9.109×10^{-31}	1.602×10^{-19}	-1	1

จากข้อมูลในตารางจะเห็นได้ว่า

1. มวลของโปรตอนและนิวตรอนใกล้เคียงกันมาก
2. มวลของโปรตอน และนิวตรอน มีค่ามากกว่า มวลของอิเล็กตรอน ค่อนข้างมาก

กรอบที่ 11 จากข้อมูลในตาราง มวลของอะตอมนั้นน่าจะขึ้นอยู่กับอนุภาคชนิดใดบ้าง

- ก. โปรตอน และนิวตรอน
- ข. โปรตอน และอิเล็กตรอน
- ค. นิวตรอน และอิเล็กตรอน
- ง. ทั้งโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกต้องครับ นักเรียนลองศึกษาข้อมูลจากตารางอีกครั้งหนึ่งดีไหมครับ แล้วลองกลับไปตอบคำถามอีกครั้งนะครับ

อนุภาค	สัญลักษณ์	มวล (Kg)	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุไฟฟ้า
โปรตอน	p	1.672×10^{-27}	1.602×10^{-19}	+1
นิวตรอน	n	1.674×10^{-27}	0	0
อิเล็กตรอน	e	9.109×10^{-31}	1.602×10^{-19}	-1

จะเห็นได้ว่า อิเล็กตรอนมีมวลน้อยกว่าโปรตอนและนิวตรอนประมาณ 1,800 เท่า ดังนั้นมวลของอะตอมคงไม่ใช่มวลของอิเล็กตรอน

เลือกตอบข้อ ก.

ยอดเยี่ยมครับ ซึ่งนักเรียนคงเห็นแล้วว่า มวลของโปรตอน และนิวตรอนนั้นจะใกล้เคียง กันมาก และมีค่ามากกว่ามวลของอิเล็กตรอนประมาณ 1,800 เท่า คงพอเข้าใจบ้างนะครับ นักเรียนศึกษาต่อไปเลยดีกว่านะครับ

กรอบที่ 12 นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังพบอีกว่าธาตุแต่ละชนิดจะแสดงความเป็นธาตุที่แตกต่างกัน ซึ่งนับเป็นสมบัติเฉพาะของธาตุโดยจะมีจำนวนของโปรตอนที่ไม่ซ้ำกัน ทั้งนี้เราเรียกตัวเลขที่แสดงจำนวนของโปรตอนในอะตอมของธาตุว่า เลขอะตอม (Atomic Number)

กรอบที่ 13 ดังนั้นเลขอะตอมหมายถึงสิ่งใด

- ก. ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอมของธาตุ
- ข. ตัวเลขที่แสดงจำนวนนิวตรอนในอะตอมของธาตุ
- ค. ตัวเลขที่แสดงจำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ
- ง. ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในอะตอมของธาตุ

เลือกตอบ ข. ค. และ ง.

ยังไม่ถูกต้องครับ ลองดูอีกทีนะครับ พยายามศึกษาดูให้ดี ๆ เลขอะตอม เป็นตัวเลขที่ได้มาจากค่าที่ใช้แสดงสมบัติเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด ซึ่งจะมีจำนวนโปรตอนที่แตกต่างกัน ในกรณีที่เป็นธาตุคนละชนิดกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าจำนวนโปรตอนในอะตอมของธาตุมี เท่ากันจัดเป็นธาตุชนิดเดียวกัน แต่หากมีโปรตอนต่างกันจะเป็นธาตุคนละชนิดกัน พอจะนึก ออกหรือยัง กลับไปตอบอีกครั้งครับ

เลือกตอบ ก.

ถูกต้องแล้วครับ นักเรียนลองศึกษาต่อไปนะครับ

กรอบที่ 14

เมื่อนักเรียนรู้จักเลขอะตอมแล้ว ลองมาตอบคำถามง่าย ๆ ลักซ์อะครับ ออกซิเจนมี จำนวนโปรตอน 8 เพราะฉะนั้นเลขอะตอมของออกซิเจนจึงมีค่าเท่ากับ



เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

(คำตอบคือ 8)

ถ้าตอบถูก จะแสดงเครื่องหมายถูก แต่ถ้าตอบผิดจะแสดงบอกว่า "ไม่ถูกต้อง" แล้วให้เติมใหม่จนกว่าจะถูก

กรอบที่ 15 นอกจากนี้นักเรียนทราบมาแล้วว่า มวลของอะตอมส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับมวลของนิวเคลียส ซึ่งเป็นมวลที่เกิดจากมวลของโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น จึงเรียกตัวเลขที่แสดงจำนวนของโปรตอนรวมกับจำนวนของนิวตรอนว่า "เลขมวล" (Mass Number)

กรอบที่ 16 ดังนั้น เลขมวลหมายถึงสิ่งใด

- ก. ตัวเลขที่แสดงจำนวนของโปรตอน และนิวตรอน
- ข. ตัวเลขที่แสดงจำนวนของนิวตรอน และอิเล็กตรอน
- ค. ตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอน
- ง. ตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอน

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

ผิดแล้วครับ นักเรียนลองศึกษาดูอีกครั้งดังนี้ครับ เนื่องจากว่ามวลของอะตอมส่วนใหญ่ จะขึ้นอยู่กับมวลของโปรตอน และนิวตรอน เพราะมีมวลมากกว่าอิเล็กตรอนมากถึง 1800 เท่า ดังนั้นเราจึงเรียกตัวเลขที่แสดงจำนวนของโปรตอนรวมกับจำนวนของนิวตรอน ว่า เลขมวล (Mass Number)

เลือกตอบข้อ ค.

เก่งมาก ลองทดสอบดูนิดหน่อยนะครับว่าเข้าใจดีแล้วหรือไม่ พร้อมแล้วคลิก ดูต่อไป ต่อไปได้เลยครับ

กรอบที่ 17 เมื่อนักเรียนรู้จักเลขอะตอมและเลขมวลแล้ว ลองมาตอบคำถามง่าย ๆ สักข้อนะครับ ออกซิเจนมี จำนวนโปรตอน 8 และนิวตรอน 8 เพราะฉะนั้นออกซิเจนจึงมี

เลขอะตอมเท่ากับ

เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

เลขมวลเท่ากับ

เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

(คำตอบคือ 8 และ 16 ตามลำดับ)

ตอบถูก แสดงข้อความหรือเครื่องหมายเพื่อบอกว่าถูกต้อง และถ้าตอบผิดก็จะแสดงเครื่องหมาย หรือ บ่งบอกว่าผิดแล้วให้เติมใหม่จนกว่าจะถูกต้อง

กรอบที่ 18 ลองตอบคำถามอีกสักข้อนะครับ

เบริลเลียมมี จำนวนโปรตอน 4 และนิวตรอน 5 เพราะฉะนั้นเบริลเลียมจึงมี

เลขอะตอมเท่ากับ

เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

เลขมวลเท่ากับ

เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

(คำตอบคือ 4 และ 9 ตามลำดับ)

ตอบถูก แสดงข้อความหรือเครื่องหมายเพื่อบอกว่าถูกต้อง และถ้าตอบผิดก็จะแสดงเครื่องหมาย หรือ บ่งบอกว่าผิดแล้วให้เติมใหม่จนกว่าจะถูกต้อง

กรอบที่ 19 มาทดสอบอีกข้อหนึ่งนะครับ ข้อสุดท้ายครับ

ฟลูออรีนมี เลขอะตอมเป็น 9 และเลขมวลเป็น 19 เพราะฉะนั้นฟลูออรีนจึงมี

จำนวนโปรตอนเท่ากับ

เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

จำนวนนิวตรอนเท่ากับ

เติมค่าที่ต้องการแล้วกด Enter ได้เลยครับ

(คำตอบคือ 9 และ 10 ตามลำดับ)

ตอบถูก แสดงข้อความหรือเครื่องหมายเพื่อบอกว่าถูกต้อง และถ้าตอบผิดก็จะแสดงเครื่องหมาย หรือ บ่งบอกว่าผิดแล้วให้เติมใหม่จนกว่าจะถูกต้อง

กรอบที่ 20 ไม่ยากเลยใช่ไหมครับ นักเรียนตอบได้สบายมากอยู่แล้วนะครับ ที่นี้เรามาศึกษาเรื่องราว กันต่อไปเลยดีกว่านะครับ

กรอบที่ 21 ในการทดลองครั้งหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองหาจำนวนโปรตอนและเลขมวลของ ก๊าซ ที่อยู่ในอากาศ พบว่า มีก๊าซในอากาศ 3 ชนิดซึ่งมีจำนวนโปรตอนเท่ากันคือ 1 และมีเลข มวลเป็น 1 2 และ 3 ตามลำดับ นักเรียนคิดว่าก๊าซที่ได้จากการทดลองนี้เป็นก๊าซชนิด เดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก. ไม่เป็น เพราะมีเลขมวลไม่เท่ากัน
- ข. เป็น เพราะมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน
- ค. ไม่เป็น เพราะจำนวนนิวตรอนไม่เท่ากัน
- ง. เป็น เพราะมีจำนวนโปรตอนหรือมีเลขอะตอมเท่ากัน

เลือกตอบ ก. ข. และ ค.

นักเรียนตอบยังไม่ถูกครับ สงสัยจะลืมหรือเปล่า ธาตุแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะตัว ของธาตุอยู่ที่จำนวนโปรตอน หรือเลขอะตอม หากมีเลขอะตอมเท่ากันแสดงว่าธาตุนั้นเป็น ธาตุชนิดเดียวกันนั่นเอง ดังนั้นในการทดลองนี้นักเรียนคงได้คำตอบแล้วนะครับ กลับไป ตอบใหม่ให้ถูกต้องดีกว่านะครับ

เลือกตอบข้อ ง.

ถูกต้องครับ ดีมาก ก๊าซที่พบนั้นเป็นก๊าซชนิดเดียวกัน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นธาตุชนิดเดียวกันนั่นเอง เพราะมีเลขอะตอมหรือจำนวนโปรตอนเท่ากัน

กรอบที่ 22 จากการทดลองนั้นธาตุที่กล่าวถึงก็คือ ธาตุไฮโดรเจนดังนั้นธาตุไฮโดรเจนที่พบมีเลขมวล 3 ค่าด้วยกัน คือ 1 2 และ 3 แสดงว่า ธาตุไฮโดรเจนที่พบทั้งสามมีส่วนใดที่แตกต่างกัน

ก. จำนวนโปรตอน

ข. จำนวนนิวตรอน

ค. จำนวนอิเล็กตรอน

ง. อนุภาคมูลฐานทุกชนิด

เลือกตอบ ก. ค. และ ง.

ไม่ถูกต้องครับ นักเรียนลองพิจารณาให้ดี ๗ นะครับ ว่าค่าอะไรกันแน่ที่แตกต่างกัน ในเมื่อเลขอะตอมเท่ากัน แต่เลขมวลแตกต่างกัน ลองคิดให้ดี ๗ และรอบคอบอีกสักนิด และนักเรียนน่าจะตอบได้ครับ

เลือกตอบ ข.

ใช่แล้วครับ ในกรณีนี้สิ่งที่แตกต่างกันคือ เลขมวล หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งก็คือ มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เพราะธาตุเป็นธาตุชนิดเดียวกันย่อมต้องมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน และเลขมวลเป็นตัวเลขที่แสดงผลรวมระหว่างจำนวนโปรตอนกับจำนวนนิวตรอน เข้าใจ นะครับ ซึ่งปรากฏการณ์นี้พบได้ในธรรมชาติจริง ๆ โดยเราเรียกธาตุชนิดเดียวกันที่มี เลขมวลต่างกัน หรือมีจำนวนนิวตรอนไม่เท่ากันว่า "ไอโซโทป" (Isotope) ซึ่งผู้ที่ตั้งชื่อไอโซโทป คือ เฟรเดอริก ซอดดี (Frederic Soddy)

ดังนั้น ก๊าซไฮโดรเจนมี 3 ไอโซโทป ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้

ไอโซโทปที่มีเลขมวล	ชื่อ	สัญลักษณ์	% ที่พบในธรรมชาติ
1	โปรเทียม	H	99.99
2	ดิวทีเรียม	D	0.01
3	ทริเทียม	T	0.00

กรอบที่ 23 เรามาลองตอบคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับธาตุไอโซโทปกัมมันตรังสีกันสักหน่อยนะ ครับ ธาตุ X มีจำนวนโปรตอน 5 และจำนวนนิวตรอน 5 ธาตุใดต่อไปนี้ เป็นไอโซโทปกับธาตุ X

- ก. โบรอนมีเลขอะตอม 5 มีเลขมวล 11
- ข. เบริลเลียมมีเลขอะตอม 4 มีเลขมวล 9
- ค. โบรอนมีเลขอะตอม 5 และมีเลขมวล 10
- ง. ถูกทั้ง ก. และ ค.

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

ยังไม่ถูกครับ พิจารณาให้ดี ๆ นะครับ ทบทวนความรู้กันสักนิดนะครับ

ธาตุที่เป็นไอโซโทปกัน คือ ธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากันแต่มีเลขมวลแตกต่างกัน หรือ กล่าวได้ว่า ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนแต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน พอนี้ก็ออกบ้างหรือยังครับ ตอบใหม่ให้ ถูกต้อง นะครับ

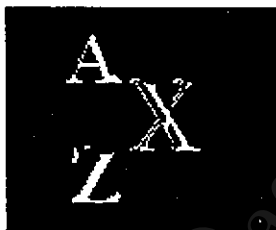
เลือกตอบข้อ ก.

เก่งครับ คงพอเข้าใจแล้วสินะ เพราะมีเลขอะตอมเท่ากันแต่เลขมวลไม่เท่ากัน เหนื่อยหรือยัง ครับ...คงจะยังแน่นอนเลย เรามาศึกษา กันต่อไปเลยดีกว่านะครับ

กรอบที่ 24 จากที่ได้ศึกษาเรื่องราวมานักเรียนจะเห็นได้ว่าการที่จะแสดงถึงธาตุใดธาตุหนึ่งนั้นเราจะใช้ เขียนเป็นลักษณะบรรยาย ซึ่งจะเห็นได้ว่าไม่สะดวกในการนำเสนอเพราะดูแล้วยืดยาว ดังนั้นเพื่อให้ง่ายแก่นักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดวิธีการเขียนเพื่อแสดงรายละเอียดของธาตุว่าประกอบไปด้วยอนุภาคมูลฐานอย่างไรบ้าง และธาตุนั้นมีสัญลักษณ์อย่างไร โดยกำหนดขึ้นมาเป็น รูปแบบที่ดูง่ายเรียกว่า "สัญลักษณ์นิวเคลียร์"

กรอบที่ 25 การเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ของธาตุเขียนได้โดยใช้รูปแบบดังนี้

เมื่อ



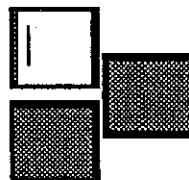
A คือ เลขมวล (จำนวนโปรตอน+จำนวนนิวตรอน)

X คือ สัญลักษณ์ของธาตุ

Z คือ เลขอะตอม (จำนวนโปรตอน)

เช่น ธาตุออกซิเจน มีเลขอะตอม 8 และเลขมวล 16 ดังนั้น สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุจึงเป็น $^{16}_8\text{O}$

กรอบที่ 26 จากนี้เรามาลองเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนนะครับ จงเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุคาร์บอน (C) ซึ่งมีจำนวนโปรตอน 6 และจำนวน นิวตรอน 7



(ให้เติมค่าที่ต้องการ แล้วกด ENTER)

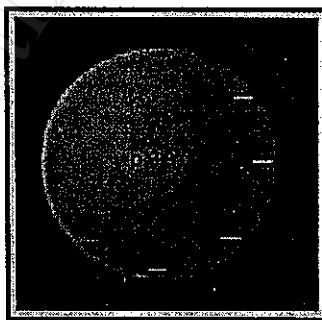
กรอบที่ 27 จงเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุโซเดียม (Na) ซึ่งมีจำนวนโปรตอน 11 และเลขมวล 23

(ให้เติมค่าที่ต้องการ แล้วกด ENTER)

กรอบที่ 28 จงเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุฮีเลียม (He) ซึ่งมีเลขอะตอม 2 และจำนวนนิวตรอน 2

(ให้เติมค่าที่ต้องการ แล้วกด ENTER)

กรอบที่ 29 เก่งมากครับ จากการศึกษาทำให้ทราบรายละเอียดในอะตอมมากยิ่งขึ้นและสรุปได้ว่า ภายในอะตอมมีอนุภาค 3 อนุภาคซึ่งจัดเป็นอนุภาคมูลฐาน ได้แก่ โปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน โดยโปรตอน (p) และนิวตรอน (n) จะอยู่รวมกันเป็นนิวเคลียส ส่วน อิเล็กตรอนจะวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียสเป็นวงกว้าง ดังภาพ



กรอบที่ 38 ขอแสดงความยินดีด้วยครับ ตอนนี้นักเรียนได้จบบทเรียนในหน่วยที่ 2 แล้วนะครับ ตามธรรมเนียมครับ คือ นักเรียนต้องไปทำแบบทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจในบทเรียน ที่เรียนผ่านมามา ต้องตั้งใจทำให้ดี ๆ นะครับ เพราะถ้าไม่ผ่านเราคงต้องกลับมาเรียนรู้อีกไหม้อีกกรอบหนึ่ง ขอให้โชคดีครับ

ไปทำแบบทดสอบจำนวน 15 ข้อ

หน่วยที่ 3

เรื่อง

แบบจำลองอะตอมของโบร์ ตอนที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของความยาวคลื่น ความถี่ของคลื่น แสงที่มองเห็น และแสงขาวได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับความยาวหรือความถี่ของคลื่น และคำนวณหาค่าพลังงาน ความยาวคลื่น และความถี่ของคลื่นได้
3. อธิบายการเกิดและลักษณะสเปกตรัมของแสงขาวได้

กรอบที่ 1 เมื่อนักเรียนได้เรียนมาจนถึงตรงนี้แล้ว แสดงว่านักเรียนคงทราบมาแล้ว มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่พยายามจะศึกษา และอธิบายลักษณะภายในของอะตอม หรือที่เรียกว่า โครงสร้างอะตอม นั่นเองจากตรงนี้จะลองมาทบทวนแบบจำลองอะตอม ที่ผ่านมาในบทเรียนกันสักนิดนะครับ

กรอบที่ 2

Presentation Window

จากภาพแบบจำลองอะตอมให้นักเรียนจับคู่ระหว่าง แบบจำลองอะตอมกับ
นักวิทยาศาสตร์ที่เป็นผู้สร้างแบบจำลองอะตอมนั้นมา

J.J. Thomson	John Dalton	Rutherford

ลากป้ายชื่อไปใส่ในช่องให้ตรงกับแบบจำลองอะตอมที่เขาสร้างขึ้น

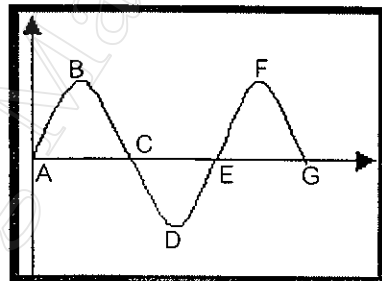
กลับไปที่ข้อก่อน กรอบที่ 2 ไปข้อต่อไป

กรอบที่ 3 จากการศึกษาของรัทเทอร์ฟอร์ด ทำให้พบนิวเคลียสของอะตอมซึ่งมีโปรตอน และ นิวตรอนอยู่รวมกันโดยมีขนาดเล็กอยู่ตรงกลาง อิเล็กตรอนจะอยู่รอบๆ นิวเคลียสโดยมีจำนวนเท่ากับ จำนวนโปรตอน ทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับการจัดเรียงตัวของ อิเล็กตรอนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสว่าอยู่ในลักษณะใด นักเรียนศึกษาต่อไปนะคะ

กรอบที่ 4 ก่อนที่จะไปถึงการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมต่อไป ตอนนี้เรามาทบทวน ความรู้เดิมของนักเรียนกันสักหน่อยนะคะ หวังว่านักเรียนคงตอบคำถามในเรื่องที่ เกี่ยวกับคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าได้นะคะ ถ้าพร้อมแล้วคลิกที่ ➡ เพื่อไปตอบคำถาม กันเลยนะคะ

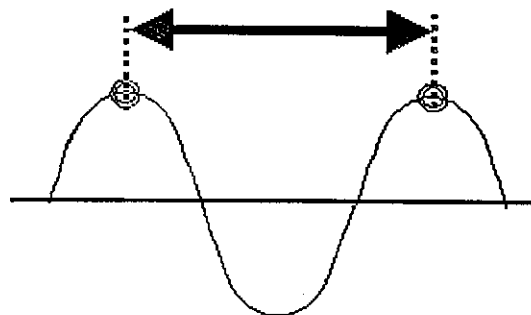
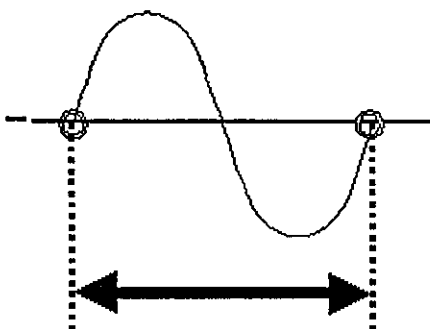
กรอบที่ 5 นักเรียนเคยรู้จักคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาแล้วในชั้น ม. 3 ลักษณะที่สำคัญของคลื่นอย่าง หนึ่งคือ ความยาวคลื่น คือระยะที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ จากรูปความยาวคลื่น 1 รอบ คือระยะใด ลองพิจารณาแล้วเลือกคำตอบนะคะ

- ก. ระยะจาก A ถึง B
- ข. ระยะจาก A ถึง G
- ค. ระยะจาก A ถึง E
- ง. ระยะจาก A ถึง C



เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกต้องนะคะ การวัดความยาวคลื่นนั้น เราสามารถวัดได้จากระยะ ทางที่ คลื่นเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ ดังภาพ



พอจะนึกภาพออกแล้วใช่ไหมครับ

ลองตอบคำถามอีกครั้งหนึ่งนะคะ

เลือกตอบข้อ ค.

ถูกต้องครับ นอกจากวัดระยะความยาวคลื่นได้จากจุด A ถึง E แล้วเรายังสามารถวัดความยาวคลื่นได้จากจุด B ถึง F ได้อีกด้วย ทั้งนี้โดยมากแล้วเรานิยมบอกค่าความยาวคลื่นเป็น เมตร หรือ นาโนเมตร (10^{-9} เมตร) โดยใช้ λ (แลมบ์ดา) เป็นสัญลักษณ์

กรอบที่ 6 นอกจากความยาวคลื่นแล้ว ลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งของคลื่น คือ ความถี่ของคลื่น นักเรียนคิดว่าข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายของความถี่ของคลื่น และหน่วยที่ใช้ในการวัด ค่าความถี่ของคลื่นได้ถูกต้อง

- ก. จำนวนรอบที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดหนึ่ง ๆ ใน 1 นาที หน่วยเป็นจำนวนรอบต่อนาที
- ข. จำนวนรอบที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดหนึ่ง ๆ ใน 1 วินาที หน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที
- ค. จำนวนรอบที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดหนึ่ง ๆ ใน 1 วินาที หน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที
- ง. จำนวนรอบที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณหนึ่ง ๆ ใน 1 นาที หน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

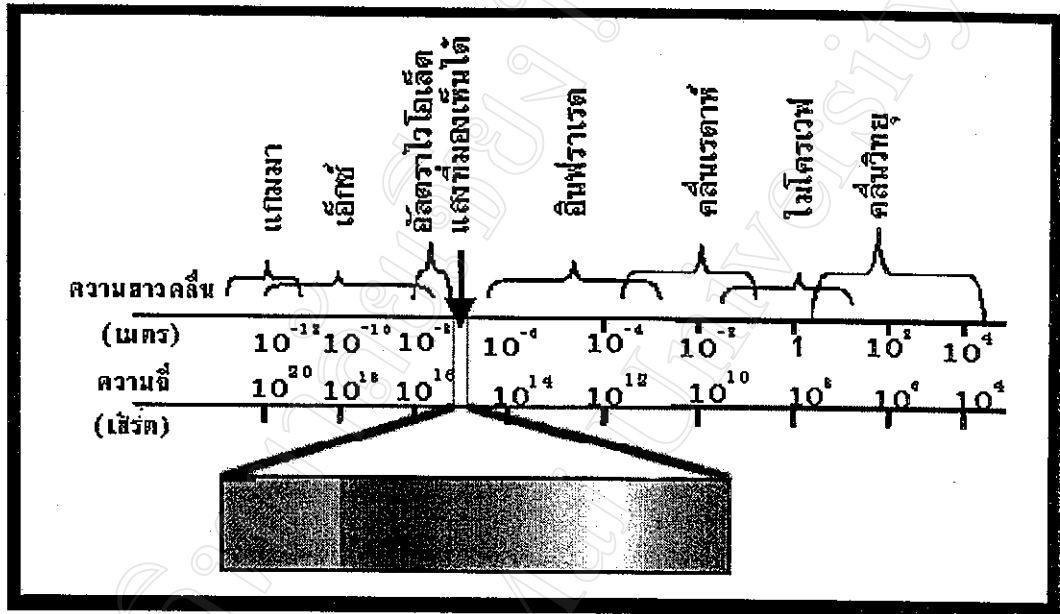
ยังไม่ถูกต้องครับ คำว่า ความถี่ หมายถึง จำนวนครั้งในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น นักเรียน แปร่งฟันวันละ 2 ครั้ง ก็คือ นักเรียนมีความถี่ของการแปร่งฟันเป็น 2 ครั้งต่อ 1 วัน แต่เนื่อง จากคลื่นนั้นเป็นสิ่งที่มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก ๆ ดังนั้นความถี่ของคลื่นจึงนิยมวัด ได้จาก จำนวนรอบที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่งในเวลา 1 วินาที หน่วยที่ใช้บอกค่าความถี่ จึงเป็น จำนวนรอบต่อวินาทีหรือที่เรียกว่า เฮิรต (Hz).

พอจะเข้าใจแล้วหรือยังครับ... ลองตอบอีกครั้งดีกว่านะครับ

เลือกตอบข้อ ค.

ดีมากครับ ความถี่ของคลื่น ก็คือ จำนวนรอบที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที วัดค่าโดยนับเป็น จำนวนรอบต่อวินาที หรือที่เรียกว่า เฮิรต (Hz) ทั้งนี้ใช้เครื่องหมาย ν เป็น สัญลักษณ์แทนความถี่ของคลื่น อ่านว่า นิว

กรอบที่ 7 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะประกอบด้วยคลื่นที่มีความถี่ และความยาวคลื่น ต่าง ๆ กัน เป็นช่วงกว้างดังรูป



กรอบที่ 8 จากภาพนักเรียนจะเห็นได้ว่า แสงจัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งคำว่า "แสง ที่มองเห็นได้ (Visible light)" นักเรียนคิดว่าแสงที่มองเห็นได้นี้มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. แสงที่เราสามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทางตา
- ข. แสงที่ตาเรามองเห็นได้ โดยจะต้องใช้เครื่องมือเข้าช่วยในการมอง
- ค. แสงที่มีต้นกำเนิดของแสงมาจากดวงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น
- ง. แสงที่เรามองด้วยตาเปล่าได้ และไม่เป็นอันตรายต่อการทำงานของดวงตา

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

ไม่ถูกต้องครับ นักเรียนอ่านชื่อแล้วลองนึกภาพดูนะครับ แสงที่มองเห็นได้ ก็คือ แสงที่เราสามารถสัมผัสหรือมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ใด ๆ มาช่วย ไม่เป็นไรครับ อย่าเพิ่งห่อหุ้มลองตอบใหม่อีกครั้งนะครับ

เลือกตอบข้อ ก.

ถูกต้องแล้วครับ แสงที่มองเห็นด้วยประสาทสัมผัสทางตาได้นี้จะมีช่วงความยาวคลื่น ตั้งแต่ 400 - 700 นาโนเมตร นอกจากนี้แสงที่มองเห็นได้ที่เกิดมาจากดวงอาทิตย์เป็นแสง ที่เราไม่สามารถมองเห็นสีของแสงได้ จึงตั้งชื่อและเรียกกันอีกอย่างว่า

แสงขาว (White light)

กรอบที่ 9 แสงขาวเป็นแสงที่มองเห็นได้ ซึ่งแท้จริงแล้ว แสงขาวที่เราเห็นนั้น เป็นแสงสีเดียว หรือ มี หลายสี และมีลักษณะเป็นอย่างไร นักเรียนลองคิดแล้วเลือกตอบจากข้อต่อไปนี้ครับ

- ก. สีเดียว คือ สีขาว
- ข. หลายสี คือ สีรุ้ง
- ค. สีเดียว คือ ไม่มีสี
- ง. หลายสี คือ สีแดง สีเขียวและสีเหลือง

ตอบข้อ ก. ค. และ ง.

เรื่องนี้ นับเป็นความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนคงจะลืมไปแล้วนะครับ แสงขาวเป็น แสงที่เกิดจากการรวมกันของแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 400 - 700 นาโนเมตร ดังนั้นใน แสงขาวที่เราเห็น นั้นก็จะมีสีอยู่หลายสีปนกัน โดยปรากฏการณ์ที่เป็นการยืนยันอย่างเห็นได้ชัด คือ หลังฝนตกใหม่ ๆ จะมีรุ้งกินน้ำเกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นเป็นช่วงสีที่ต่าง ๆ กันถึง 7 สีด้วยกัน ทั้งนี้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นเพราะเหตุใด ลองคิดดูนะครับ ตอนนี้ลองกลับไปตอบคำถาม เมื่อสักครู่นี้อีกครั้งนะครับ เอาให้ถูกต้องนะ

ตอบข้อ ข.

ดีมากครับถูกต้องครับ

กรอบที่ 10 จากการศึกษาในแสงขาวจากดวงอาทิตย์มีแสงที่มีสีต่างกัน และความยาวคลื่นดังนี้

สีของแสงขาว	ความยาวคลื่น (nanometre)
ม่วง	400 - 420
น้ำเงิน	420 - 490
เขียว	490 - 580
เหลือง	580 - 590
ส้ม	590 - 650
แดง	650 - 700

สรุปได้ว่า แสงขาวจากดวงอาทิตย์นั้นมีหลายสีและมีความยาวคลื่นต่อเนื่องกัน
ตั้งแต่ 400 - 700 นาโนเมตร

กรอบที่ 11 จากกรอบที่ 9 และ 10 นักเรียนทราบมาแล้วว่า แสงขาวจากดวงอาทิตย์ ประกอบไปด้วยแสงสีต่าง ๆ กัน และมีความยาวคลื่นต่างกัน ถ้าให้แสงขาวผ่าน ตัวกลางต่างกันแสงขาวจะเกิดการหักเหได้ตามความยาวคลื่น โดยแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นจะหักเหได้มาก เช่น ให้แสงขาวเดินทางจากอากาศผ่านปริซึม แสงที่มีความยาวคลื่นต่างกันจะหักเหผ่านปริซึมได้ไม่เท่ากัน เรียกว่า สเปกตรัม
สเปกตรัม (Spectrum) หมายถึง แถบสีหรือเส้นสีที่เกิดจากการหักเห ของแสงขาวผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน

กรอบที่ 12 นักเรียนจะมีวิธีการศึกษาง่าย ๆ ได้อย่างไรว่า แสงขาวนั้นประกอบไปด้วยสีหลาย ๆ สีรวมกัน

- ศึกษาได้จากการดูท้องฟ้าหลังฝนตก
- ศึกษาได้จากการใช้วิธีการทางโครมาโตรกราฟี
- ศึกษาได้โดยผ่านแสงขาวเข้าไปในตัวกลางที่ต่างกัน
- ศึกษาได้จากการนำแสงที่มีสีหลาย ๆ สีมาผสมกันแล้วได้เป็นแสงขาว

ตอบข้อ ก. ข. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกนะครับ ลองดูวิธีการศึกษาได้ดี ๆ ครับทำไมหลังฝนตกจึงมีรุ้งกินน้ำ เกิดขึ้น ทำไมในเวลาปกติจึงไม่มี แสดงว่าในอากาศที่แสงขาวเดินทางผ่านนั้นมีอะไรเกิดขึ้น หรือไม่ถ้านักเรียนอยากเห็นรุ้งกินน้ำจะมีวิธีการอย่างไรจึงจะเห็นโดยไม่จำเป็นต้องรอเวลาฝนตกทุกครั้งคิดออกหรือยังจะ ตอบอีกทีให้ถูกต้องนะครับ

ตอบข้อ ค.

เข้าใจถูกต้องแล้วครับ เนื่องจากแสงขาวประกอบด้วยแสงที่มีสีต่าง ๆ กัน โดยที่สีที่แตก ต่างกันนั้นเกิดจากความยาวของคลื่นที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น เมื่อผ่านแสงขาวจากอากาศไปในตัวกลางชนิดหนึ่ง และเป็นตัวกลางที่สามารถทำให้เกิดการหักเหของคลื่นแสงได้ก็จะทำให้เกิด แสงสีต่างกัน

กรอบที่ 13 จากการศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่ง ชื่อ มักซ์ พลังค์ (Max Plank) ได้ทำการศึกษาถึงพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เขาได้ข้อสรุปว่า

"พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่นนั้น"

หรือ $E \propto \nu$

ซึ่งจากการศึกษาเราสามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E = h\nu$$

เมื่อ E คือ พลังงานของคลื่น หน่วยเป็น จูล

h คือ ค่าคงที่ของพลังค์ เท่ากับ 6.625×10^{-34} (จูล วินาที)

ν คือ ความถี่ของคลื่น หน่วยเป็น เฮิรตซ์

กรอบที่ 14 เนื่องจากความถี่ของคลื่นเป็นค่าที่ไม่สามารถวัดโดยตรงได้ แต่ความถี่ของคลื่นยังมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นดังนี้ ความถี่ของคลื่นจะหาค่าได้จาก ความเร็วของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศหารด้วยความยาวของคลื่น หรือแสดงด้วยสมการดังนี้

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

เมื่อ c คือความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ

$$= 2.997 \times 10^8 \text{ m/s หรือ ประมาณ } 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

λ คือ ความยาวของคลื่น วัดเป็น นาโนเมตร (nm)

ดังนั้น นักเรียนต้องเปลี่ยนหน่วยเป็นเมตรก่อนด้วย

ν คือ ความถี่ของคลื่น (s^{-1} หรือ เฮิรตซ์)

กรอบที่ 15 ดังนั้นจากความสัมพันธ์ที่กล่าวมาจึงสรุปเกี่ยวกับพลังงาน ความถี่ และความยาวคลื่น ได้ดังนี้ จาก $E = h\nu$ และ $\nu = \frac{c}{\lambda}$

เพราะฉะนั้น

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

เมื่อ	E	คือ	พลังงานของคลื่น หน่วยเป็น จูล
	h	คือ	ค่าคงที่ของพลังค์ เท่ากับ 6.625×10^{-34} (จูล วินาที)
	ν	คือ	ความถี่ของคลื่น หน่วยเป็น เฮิรตซ์
	c	คือ	ความเร็วของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ
	λ	คือ	ความยาวของคลื่น

กรอบที่ 16 ตัวอย่าง แสงสีแดงมีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร พลังงานของคลื่นแสงนี้มีค่าเท่าใด

จาก
$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

เพราะฉะนั้น
$$E = 6.625 \times 10^{-34} \text{ Js} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{700 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 2.839 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ดังนั้น แสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร จะมีพลังงานเท่ากับ 2.839×10^{-19} จูล

กรอบที่ 17 เข้าใจหรือไม่ครับ เรามาลองทดสอบความรู้กันสักนิดนะครับ จากข้อมูลต่อไปนี้ให้นักเรียน หาความถี่ และพลังงานของคลื่นที่มีความยาวคลื่นตามที่กำหนดให้ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง โดยเติมคำตอบในรูปแบบ ### หมายถึง จำนวนเต็ม 1 หลัก และมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทั้งนี้ไม่ต้องปิดเศษ

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	ความถี่คลื่น ($\times 10^{14}$ Hz)	พลังงาน ($\times 10^{-19}$ J)
ม่วง	400	_____ (7.50)	_____ (4.96)
น้ำเงิน	430	_____ (6.97)	_____ (4.62)
เขียว	510	_____ (5.88)	_____ (3.89)
ส้ม	620	_____ (4.83)	_____ (3.20)

เครื่องคิดเลข

กรอบที่ 18 จากที่ทดสอบมานั้น นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานของคลื่น ความถี่ของคลื่น ความยาวของคลื่นและการหักเหแสงควรเป็นอย่างไร

- ก. พลังงานมาก ความถี่น้อย ความยาวมาก การหักเหมาก
- ข. พลังงานมาก ความถี่มาก ความยาวน้อย การหักเหมาก
- ค. พลังงานน้อย ความถี่มาก ความยาวน้อย การหักเหน้อย
- ง. พลังงานน้อย ความถี่มาก ความยาวมาก การหักเหน้อย

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

ยังไม่ถูกต้องครับ นักเรียนลองนึกให้ดี ๆ นะครับ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของคลื่นกับความถี่ของคลื่นจะแปรผันตรงต่อกัน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นนั้นจะแปรผกผันกับความถี่ของคลื่นดังสมการที่ แสดงได้คือ

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

เลือกตอบข้อ ข.

ถูกต้องครับ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับความถี่ของคลื่นเป็นไปในลักษณะแปรผัน ตรงต่อกัน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับความยาวของคลื่นเป็นไปในลักษณะแปรผกผันต่อกัน ซึ่งทำได้ข้อสรุปดังนี้คือ

พลังงานมาก ความถี่มาก ความยาวคลื่นจะน้อย หรือ พลังงานน้อย ความถี่น้อย ความยาวคลื่นจะมาก และจากการที่ศึกษาทำให้ได้สมการในการคำนวณดังที่เห็น

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

สำหรับการหักเหของแสงสัมพันธ์กับความยาวคลื่น คือ แสงที่มีความยาวคลื่นสั้น จะหักเหมาก รอบที่ 19 ถ้ามีแสงสีม่วง มีความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร และแสงสีเหลือง มีความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ของความถี่และพลังงานของแสงสีม่วงและแสงสีเหลืองได้ตามข้อใด

ข้อ	แสงสีม่วง		แสงสีเหลือง	
	ความถี่	พลังงาน	ความถี่	พลังงาน
ก.	มาก	มาก	น้อย	น้อย
ข.	มาก	น้อย	น้อย	มาก
ค.	น้อย	มาก	มาก	น้อย
ง.	น้อย	น้อย	มาก	มาก

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกนะครับ ลองศึกษาความสัมพันธ์ของความยาวคลื่น ความถี่คลื่น และพลังงานได้จากตารางด้านล่างนี้ดูอีกครั้งครับ

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	ความถี่คลื่น ($\times 10^{14}$ Hz)	พลังงาน ($\times 10^{-19}$ J)
ม่วง	400	7.50	4.96
น้ำเงิน	430	6.97	4.62
เขียว	510	5.88	3.89
ส้ม	620	4.83	3.20

เลือกตอบข้อ ก.

นักเรียนตอบได้ถูกต้องแล้วครับ แสงสีม่วง ความยาวคลื่นสั้นกว่าแสงสีเหลือง ดังนั้น พลังงานและความถี่มาก แสงสีม่วงจึงมีพลังงานและความถี่มากกว่าแสงสีเหลือง

กรอบที่ 20 การทดลองที่ 2.2 การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมของธาตุในสารประกอบบางชนิดได้
2. ระบุได้ว่าสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมเกิดจากองค์ประกอบส่วนใดของสารประกอบ
3. บอกความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ และเส้นสเปกตรัมของธาตุได้

(ให้นักเรียนศึกษาการทดลองต่อไปนี้พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในใบงานด้วยนะครับ)

กรอบที่ 21 วิธีทำการทดลอง ตอนที่ 1

นำลวดนิโครมที่สะอาดจุ่มในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น แล้วนำไปแตะสารประกอบ ที่ต้องการ (ทำให้เป็นผงละเอียด) แล้วนำไปเผาในเปลวไฟโดยตรงแล้วสังเกตสีของเปลวไฟ ซึ่งจากการทดลองได้ผลการทดลองดังนี้

ชื่อสารประกอบ	สีของเปลวไฟ
โซเดียมคลอไรด์	สีเหลือง
โซเดียมซัลเฟต	สีเหลือง
แบเรียมคลอไรด์	สีเขียวอมเหลือง
แบเรียมไนเตรต	สีเขียวอมเหลือง
แคลเซียมคลอไรด์	สีแดงอิฐ
แคลเซียมซัลเฟต	สีแดงอิฐ

กรอบที่ 22

ชื่อสารประกอบ	สีของเปลวไฟ
โซเดียมคลอไรด์	สีเหลือง
โซเดียมซัลเฟต	สีเหลือง
แบเรียมคลอไรด์	สีเขียวอมเหลือง
แบเรียมไนเตรต	สีเขียวอมเหลือง
แคลเซียมคลอไรด์	สีแดงอิฐ
แคลเซียมซัลเฟต	สีแดงอิฐ

จากตาราง สรุปได้ว่าสีของเปลวไฟ และเส้นสเปกตรัมที่เกิดจากเผาสารประกอบ เกิดจากส่วนที่เป็นไอออนของโลหะ หรือไอออนบวก ทั้งนี้เพราะสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกันจะให้สีเปลวไฟเหมือนกัน

กรอบที่ 23 วิธีทำการทดลอง ตอนที่ 2

ใช้แผ่นเกรตติงซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการหักเหของแสงได้ นำมาส่องดูที่หลอด บรรจุก๊าซ ไฮโดรเจน ก๊าซนีออน และไอปรอทที่กำลังเรืองแสงแล้วสังเกตเส้นสเปกตรัมที่ปรากฏ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง

หลอดบรรจุก๊าซ	ลักษณะเส้นสเปกตรัมที่เห็น
ไฮโดรเจน	เกิดเส้นสเปกตรัม 3 เส้น สีม่วง เขียวและส้มตามลำดับ
นีออน	เกิดเส้นสเปกตรัม 3 เส้น สีแดง ส้มและเหลืองตามลำดับ
ไอปรอท	เกิดเส้นสเปกตรัม 2 เส้น สีเขียว และม่วงตามลำดับ

กรอบที่ 24

หลอดบรรจุก๊าซ	ลักษณะเส้นสเปกตรัมที่เห็น
ไฮโดรเจน	เกิดเส้นสเปกตรัม 3 เส้น สีม่วง เขียวและส้มตามลำดับ
นีออน	เกิดเส้นสเปกตรัม 3 เส้น สีแดง ส้มและเหลืองตามลำดับ
ไอปรอท	เกิดเส้นสเปกตรัม 2 เส้น สีเขียว และม่วงตามลำดับ

จากตารางสรุปได้ว่าธาตุแต่ละธาตุมีชุดของเส้นสเปกตรัมไม่ซ้ำกัน ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวประการหนึ่งจึงสามารถนำไปใช้ตรวจหาธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารตัวอย่างได้ โดยเปรียบเทียบกับเส้นสเปกตรัมของธาตุต่าง ๆ ที่รู้จักแล้ว

กรอบที่ 25 ในบทเรียนนี้จบแล้วครับ ทั้งนี้จากที่ผ่านมาในบทเรียนได้กล่าวเกี่ยวกับเรื่องของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นความรู้ที่นำมาใช้ในการศึกษาแบบจำลองอะตอมของ นักวิทยาศาสตร์ท่านต่อไป หวังว่านักเรียนคงจะยังจำและเข้าใจเรื่องราวที่กล่าวไปแล้วได้นะครับ ต่อไปเราคงจะต้องไปทดสอบกันสักหน่อยถึงความเข้าใจในบทเรียนตั้งใจท่านะครับ เพราะหากทำไม่ผ่านนักเรียนต้องกลับมาเรียนอีกครั้ง...ครับ

หน่วยที่ 4

เรื่อง

แบบจำลองอะตอมโบร์ ตอนที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดสเปกตรัมของธาตุต่างๆ ได้
2. เปรียบเทียบค่าพลังงานของสเปกตรัมที่ปรากฏในช่วงคลื่นของแสงที่มองเห็นได้
3. อธิบายแบบจำลองอะตอมของโบร์ และลักษณะของความแตกต่างของระดับพลังงานของอิเล็กตรอนได้

กรอบที่ 1 จากหน่วยที่ 3 นักเรียนคงจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับสเปกตรัมบ้างแล้วใช่ไหมหรือไม่ครับ ถ้าไม่แน่ใจอย่างนั้นเรามาทดสอบความรู้เกี่ยวกับสเปกตรัมเล็กๆ น้อยๆ นะครับ นักเรียนลองทำดูนะครับ

กรอบที่ 2 คำสั่ง ให้นักเรียนจับคู่ข้อความต่อไปนี้

- | | |
|---|--|
| ___ 1. ลักษณะสเปกตรัมของแสงขาว | ก) สีของสเปกตรัมเหมือนกัน |
| ___ 2. ลักษณะสเปกตรัมของธาตุ | ข) แถบสเปกตรัมที่ต่อเนื่องกัน ม่วง-แดง |
| ___ 3. ในสารประกอบธาตุที่กำหนดสีของสเปกตรัม | ค) สเปกตรัมที่เป็นเส้น |
| ___ 4. สเปกโตรสโคป แผ่นเกรตติง | ง) อุปกรณ์ที่ใช้ดูเส้นสเปกตรัม |
| ___ 5. สารประกอบของโลหะชนิดเดียวกัน | จ) หลอดแก้วที่มีความดันของก๊าซต่ำ |
| ___ 6. อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาสเปกตรัมของก๊าซ | ฉ) ส่วนที่เป็นโลหะของสารประกอบ |
| | ช) ส่วนที่เป็นอโลหะของสารประกอบ |

(เฉลยคำตอบ ข. ค. ฉ. ง. ก. และ จ.)

กรอบที่ 3 มาถึงตรงนี้นักเรียนคงพอเข้าใจ สเปกตรัม และลักษณะของสเปกตรัมพอสมควร แล้วนะครับซึ่งพอจะสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

- สเปกตรัมของแสงขาวที่ได้จากดวงอาทิตย์มีแสงสีต่อเนื่องกันเป็นแถบสเปกตรัม
 - ธาตุทั้งโลหะและอโลหะแต่ละชนิดจะให้สเปกตรัมเป็นเส้น ที่มีแสงสีต่างกัน โดยธาตุชนิดเดียวกันจะมีสี จำนวนเส้นและตำแหน่งของสเปกตรัมเฉพาะตัว
 - เมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกันจะเห็นสีเปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีเดียวกัน จำนวน และตำแหน่งของสเปกตรัมเหมือนกันเสมอ
- ดังนั้นสเปกตรัมที่ได้เป็นสเปกตรัมของโลหะ

แต่นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สเปกตรัมนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร หากใช้แบบจำลองอะตอม ของรัทเทอร์ฟอร์ดจะสามารถอธิบายได้หรือไม่ เราลองศึกษากันดูต่อไปครับ

กรอบที่ 4 จากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ในภาวะปกตินักเรียนคิดว่าภายในอะตอมมี พลังงานเกิดขึ้นหรือไม่ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อ ก. หรือ ข.

ก. มี อย่างแน่นอน

ข. ไม่มี อย่างแน่นอน

เลือกตอบข้อ ก.

นักเรียนตอบว่า มีพลังงานภายในอะตอมใช่ไหมครับ แสดงว่านักเรียนพอจะนึกอะไรออกเกี่ยวกับภายในอะตอม จึงทำให้นักเรียนคิดว่ามีพลังงานเกิดขึ้นใช่หรือไม่ครับถ้าอย่างนั้น เราลองไปดูกันต่อไปนะครับ

เลือกตอบข้อ ข.

นักเรียนตอบว่า ไม่มีพลังงานภายในอะตอมใช่ไหมครับ ซึ่งหากเราพิจารณาถึงภายใน แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดจะเห็นได้ว่าอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โดยมีได้อยู่ หนึ่งๆ แต่จะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาทั้งนี้การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนนี้จะทำให้เกิดพลังงานภายในอะตอมขึ้น

นอกจากนี้ยังมีพลังงานที่เกิดจากการที่อิเล็กตรอนและโปรตอนในนิวเคลียสออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกันอีก ดังนั้นนักเรียนคงนึกออกนะครับว่า ภายในอะตอมนั้นมีพลังงานเกิดขึ้นหรือไม่ และเกิดขึ้นได้อย่างไร ลองศึกษาต่อไปครับ

กรอบที่ 5

พลังงานภายในอะตอมมี 2 ชนิดดังนี้

พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส เรียกว่า

พลังงานจลน์ (Kinetic Energy)

พลังงานที่เกิดจากการดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับโปรตอนในนิวเคลียส เรียกว่า

พลังงานศักย์ (Potential Energy)

ในสถานะพื้น (Ground State) ผลรวมของพลังงานทั้งสองจะมีค่าน้อยที่สุด

กรอบที่ 6 ในภาวะที่อะตอมมีพลังงานในระดับต่ำที่สุดที่ทำให้อะตอมเสถียรนั้น เรียกว่า สถานะพื้น (Ground State) กล่าวคือ มีผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ต่ำที่สุด ดังนั้นการที่เราให้ความร้อน หรือพลังงานไฟฟ้าแก่อะตอมของธาตุจะทำให้อะตอมของธาตุนั้นเป็นอย่างไร นักเรียนลองพิจารณาคำตอบแล้วเลือกข้อใดข้อหนึ่งนะครับ

- ก. มีพลังงานเพิ่มขึ้น อะตอมเสถียรมากขึ้น
- ข. มีพลังงานเพิ่มขึ้น อะตอมเสถียรน้อยลง
- ค. มีพลังงานลดลง อะตอมเสถียรมากขึ้น
- ง. มีพลังงานลดลง อะตอมเสถียรน้อยลง

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

การที่อะตอมอยู่ในสถานะพื้น (Ground State) นับได้ว่ามีพลังงานต่ำที่สุดซึ่งจะทำให้ อะตอมมีความเสถียรมากที่สุด แต่เมื่อได้รับความร้อนในการเผา หรือให้กระแสไฟฟ้า เข้าไปนั้นจะทำให้พลังงานภายในอะตอมนั้นสูงขึ้น และจะยังผลให้ความเสถียรลดน้อยลงไป เพราะอะตอมถูกรบกวนด้วยพลังงานจากภายนอก

เลือกตอบ ข.

เก่งมากครับ ลองศึกษากันดูต่อไปนะครับ

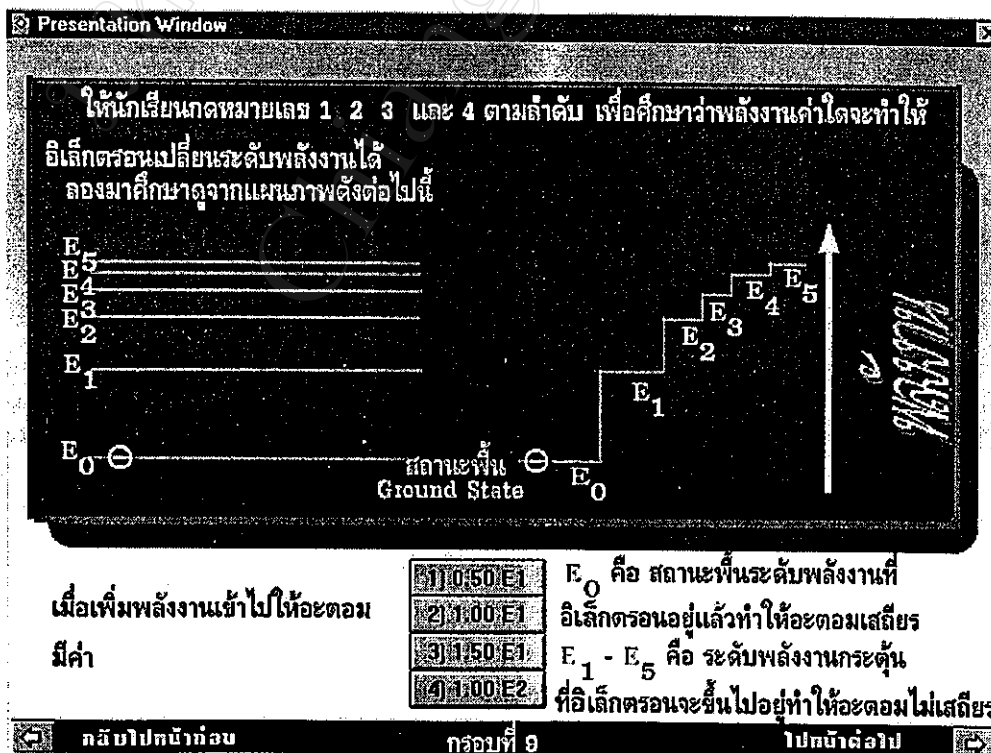
กรอบที่ 7 เรามาลองดูกัน เมื่ออะตอมของธาตุได้รับพลังงานเข้าไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน กล่าวคือ อะตอมของธาตุมีพลังงานสูงขึ้นหรือเพิ่มขึ้น การที่มีพลังงานสูงขึ้นนี้ อิเล็กตรอนจะเป็นตัวที่ได้รับพลังงาน ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น เรียกว่า สถานะกระตุ้น (Excited State) ดังนั้นจะไม่เสถียร ทั้งนี้อะตอมจึง ต้องพยายามปรับตัวให้เกิดเสถียรภาพเพื่อสามารถอยู่เป็นอะตอมได้ดังเดิม โดยอิเล็กตรอน จะคายพลังงานที่เกินออกมา ซึ่งส่วนใหญ่จะปรากฏในรูปของพลังงานแสงเป็นสเปกตรัม

กรอบที่ 8 หลักการการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอน ระหว่างสถานะพื้นกับสถานะกระตุ้น พอจะสรุปได้ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนจะต้องเปลี่ยนไปอยู่ในชั้นใดชั้นหนึ่งของระดับพลังงานจะอยู่ระหว่างชั้นไม่ได้ ดังนั้นอิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานที่เหมาะสมจะ เคลื่อนที่ไปในระดับพลังงานที่สูงขึ้นในระดับพลังงานใดระดับพลังงานหนึ่ง

- ผลต่างของพลังงานแต่ละระดับชั้นจะไม่เท่ากัน ยิ่งสูงขึ้นไปความแตกต่างของพลังงานยิ่งลดลง

กรอบที่ 9



กรอบที่ 10 จากการศึกษาเส้นสเปกตรัมของธาตุ นักวิทยาศาสตร์ชื่อ บัลเมอร์ ได้ทำการทดลองศึกษาเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน ซึ่งมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว ปรากฏว่า พบเส้นสเปกตรัมในช่วงแสงขาวมี 4 สี คือ ม่วง น้ำเงิน น้ำทะเล และแดง โดยความยาวคลื่น 410 434 486 และ 656 นาโนเมตร เรียงตามลำดับ ทั้งที่ไฮโดรเจนมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียวเท่านั้น เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ก. เพราะ มีระดับพลังงานที่อิเล็กตรอนอยู่ได้ถึง 4 ระดับ
- ข. เพราะ มีระดับพลังงานกระตุ้นที่อิเล็กตรอนอยู่ได้ 4 ระดับ และสถานะพื้น 4 ระดับ
- ค. เพราะ มีระดับพลังงานกระตุ้นที่อิเล็กตรอนอยู่ได้ 4 ระดับ และสถานะพื้น 1 ระดับ
- ง. เพราะ มีระดับพลังงานกระตุ้นที่อิเล็กตรอนอยู่ได้ 1 ระดับ และสถานะพื้น 4 ระดับ

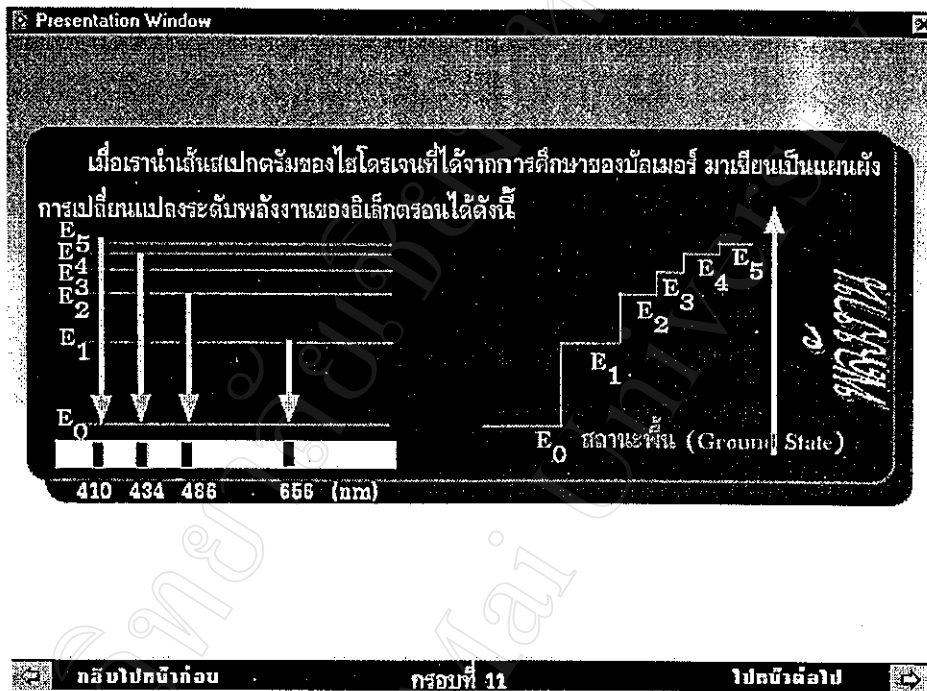
เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

ที่นักเรียนตอบมานั้นยังไม่ถูกต้องนะครับ การเกิดสเปกตรัมนั้นนักเรียนทราบมาแล้วว่า เกิดจากการที่อิเล็กตรอนในอะตอมนั้นได้รับพลังงานที่เหมาะสมที่จะทำให้เคลื่อนที่ขึ้นไปอยู่ในระดับ พลังงานที่สูงขึ้นซึ่งเรียกว่า สถานะกระตุ้น (Excited State) ซึ่งทำให้อะตอมมีความเสถียรลดน้อยลงไป อิเล็กตรอนจึงต้องปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือพลังงานแสง หรือสเปกตรัมนั่นเอง ทั้งนี้เพื่อที่อิเล็กตรอนจะได้กลับลงมาอยู่ในระดับพลังงานที่ต่ำกว่าทำให้อะตอมนั้นอยู่ในภาวะที่มีความเสถียรมากกว่า เข้าใจหรือยังครับ ลองไปเลือกคำตอบใหม่นะครับ

เลือกตอบข้อ ค.

ดีครับ การที่แสงที่ถูกปล่อยออกมาเป็นเส้นสเปกตรัมมีความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน แสดงว่าพลังงานที่ปล่อยออกมาก็แตกต่างกันด้วย นักเรียนคำนวณค่าพลังงานของเส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจนได้หรือไม่ และสามารถคำนวณได้อย่างไร คงยังจำได้อยู่ครับ

กรอบที่ 11



กรอบที่ 12 จากแผนภาพนักเรียนจะเห็นได้ว่าความแตกต่างของระดับพลังงาน จะมีลักษณะอย่างไร

- ก. ระดับพลังงานสูงขึ้น ความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานลดลง
- ข. ระดับพลังงานสูงขึ้น ความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานเพิ่มขึ้น
- ค. ระดับพลังงานสูงขึ้น ความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานเท่าเดิม
- ง. ระดับพลังงานสูงขึ้น ความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานอาจลดลงหรือเพิ่มก็ได้

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

จากแผนภาพนักเรียนสังเกตให้ดีจะเห็นได้ว่า ในระดับพลังงานที่สูงขึ้น แต่ละระดับ พลังงานจะยิ่งอยู่ชิดกันมากขึ้น นั่นคือ ความแตกต่างของระดับพลังงานของเส้นสเปกตรัม ที่อยู่ถัดกันในระดับพลังงานที่สูงขึ้นไปมีค่าลดลง ลองดูได้จากตาราง

เส้นสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	พลังงาน (kJ)	ผลต่างระหว่างพลังงานของเส้นสเปกตรัม (kJ)
ม่วง	410	4.84	
น้ำเงิน	434	4.37	
น้ำทะเล	486	4.08	
แดง	656	3.02	

เลือกตอบข้อ ก.

เก่งมากครับ จากที่นักเรียนศึกษามาทำให้ทราบได้ว่า

- เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานในปริมาณที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะขึ้นไปอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับพลังงานเดิมที่อยู่ซึ่งอาจจะ 1 ชั้น หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานที่ได้รับ แต่จะทำให้อิเล็กตรอนไม่เสถียรอิเล็กตรอนจึงต้องกลับมาอยู่ในระดับพลังงานที่ต่ำกว่า พร้อมกับคายพลังงานออกมาซึ่งส่วนใหญ่จะปรากฏในรูปของพลังงานแสงเป็นเส้นสเปกตรัม
- การเปลี่ยนพลังงานไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนระหว่างพลังงานที่อยู่ติดกันอาจเปลี่ยนข้ามชั้นได้ แต่ไม่สามารถขึ้นไปอยู่ระหว่างระดับพลังงานได้
- ระดับพลังงานต่ำจะมีความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานมากกว่าระดับพลังงานสูง หรืออาจกล่าวได้ว่าระดับพลังงานสูงขึ้นไปความแตกต่างของพลังงานจะลดลง ดังตาราง

เส้นสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	พลังงาน (kJ)	ผลต่างระหว่างพลังงานของเส้นสเปกตรัม (kJ)
ม่วง	410	4.84	
น้ำเงิน	434	4.37	
น้ำทะเล	486	4.08	
แดง	656	3.02	

กรอบที่ 13 จากความรู้เกี่ยวกับสเปกตรัมทำให้ นีลส์ โบร์ (Niels Bohr) ได้สร้างแบบจำลองอะตอม ขึ้นดังภาพ



กรอบที่ 14 แบบจำลองอะตอมของโบร์ แตกต่างจากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดที่จุดใด ให้นักเรียนลองเลือกข้อครับ คือข้อใด

- ก. มีเส้นสเปกตรัมมากกว่า
- ข. อนุภาคมูลฐานในอะตอม
- ค. การจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส
- ง. ระยะห่างของอิเล็กตรอนกับนิวเคลียส

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

จากแบบจำลองอะตอมของโบร์นักเรียนจะเห็นได้ว่า ในอะตอมนั้นได้เพิ่มลักษณะของ การจัดเรียงอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส กล่าวคือ แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด นั้นอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียสเป็นวงเดียว แต่ในแบบจำลองอะตอมของโบร์อิเล็กตรอน อยู่รอบนิวเคลียสโดยแบ่งได้เป็นหลาย ๆ วง หรือระดับพลังงาน เข้าใจหรือไม่ครับถ้ายังไม่ ลองไปเลือกคำตอบใหม่อีกครั้งหนึ่งนะครับ เลือกตอบข้อ ค.

ถูกต้องครับ โดยโบร์ได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสซึ่งจะอยู่ เป็นวงรอบนิวเคลียสตามระดับพลังงานเฉพาะ คล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ซึ่งเรียกวงโคจรจากชั้นในสุดและเรียงลำดับมาเรื่อย ๆ เป็น K L M N O P ... ทั้งนี้ใน ปัจจุบันเปลี่ยนมาให้เป็นระดับพลังงานที่ 1 2 3 4 5 ... หรือ $n = 1$ $n = 2$...

กรอบที่ 15 ตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ นักเรียนคิดว่าในระดับพลังงานใดมีพลังงานต่ำที่สุด นักเรียนคิดแล้วลองพิจารณาเลือกตอบดูซิครับข้อใดถูกต้อง

ก. ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุด

ข. ระดับพลังงานที่อยู่ไกลนิวเคลียสมากที่สุด

เลือกตอบ ก.

ใช่แล้วครับ ระดับพลังงานที่ต่ำที่สุดจะอยู่ใกล้กับนิวเคลียสมากที่สุด ซึ่งในที่นี้ก็คือ ระดับพลังงานในชั้น K หรือ $n = 1$ ส่วนในระดับพลังงานถัดไปจะเป็น ระดับที่มีพลังงานสูง ขึ้นไปเรื่อย ๆ และก็มีชื่อเรียกเป็นชั้น L M N O P ... หรือ $n = 2 3 4 5 6 \dots$ ทั้งนี้ยังอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้นก็จะมีช่วงของความแตกต่าง ระหว่างพลังงานน้อยลงไปเรื่อย ๆ หรือระดับ พลังงานอยู่ใกล้ชิดกันมากขึ้นเรื่อย ๆ นั่นเอง

เลือกตอบ ข.

นักเรียนตอบว่าระดับพลังงานที่อยู่ไกลนิวเคลียสมากที่สุด จะเป็นระดับพลังงานที่มี พลังงานต่ำที่สุดในแบบจำลองอะตอมของโบร์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วหากอิเล็กตรอนอยู่ ห่างจากนิวเคลียสมาก ๆ จะทำให้อะตอมไม่เสถียร เพราะอิเล็กตรอนจะสามารถหลุดออกไป จากอะตอมได้ง่ายกว่า ดังนั้นในระดับพลังงานที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมาก ๆ นับเป็นระดับ พลังงานที่มีพลังงานสูงกว่าระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากกว่า ดังนั้นนักเรียนคงพอจะ นิภาพออกนะครับ กลับไปเลือกคำตอบใหม่อีกครั้งนะครับ

กรอบที่ 16 มาถึงตรงนี้นักเรียนคงเห็นถึงพัฒนาการของแบบจำลองอะตอมที่มีการเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ มา ซึ่งเกิดจากการทดลองที่ได้ข้อมูลจนทำให้แบบจำลองอะตอมเกิดการ เปลี่ยนแปลง โดยแบบ จำลองอะตอมของโบร์ก็เป็นแบบจำลองอะตอมที่ยอมรับ และใช้กันนานมากถึง 12 ปี จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงอีกซึ่งจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร คงต้องศึกษาต่อไปนะครับ

กรอบที่ 17 ตอนนี้อยู่บทเรียนที่ 4 จบลงแล้วนะครับ จากนั้นนักเรียนคงจะต้องไปทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไปจากบทเรียนนี้ อย่าลืมตั้งใจทำนะครับ เพราะหากทำข้อสอบไม่ผ่านนักเรียนต้อง กลับมาเรียนใหม่ทั้งหมด ตั้งใจนะครับ

หน่วยที่ 5

เรื่อง

พลังงานไอออนในเซชัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของพลังงานไอออนในเซชันได้
2. บอกจำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนของธาตุได้ เมื่อกำหนดพลังงานไอออนในเซชันทุกค่าให้
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไอออนในเซชันของธาตุกับลำดับที่ของพลังงานของพลังงานไอออนในเซชันได้
4. เขียนแผนผังแสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอม โดยใช้ความแตกต่างของค่าพลังงานไอออนในเซชันเฉลี่ยได้

กรอบที่ 1 นักเรียนทราบมาแล้วว่า ในอะตอมประกอบไปด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 อย่างด้วยกัน คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน ซึ่งปกติอะตอมนั้นจะเป็นกลางทางไฟฟ้า นั่นคือ มีจำนวนโปรตอนกับอิเล็กตรอนเท่ากัน แต่ในบางสภาวะอะตอมนั้นอาจจะกลายเป็นอนุภาค ที่ไม่เป็นกลางทางไฟฟ้าได้เช่นกัน เช่น อะตอมมีสภาวะเป็นไอออนบวกคือมีจำนวนโปรตอน มากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน

กรอบที่ 2 การที่อะตอมเกิดเป็นไอออนลบนั้น แสดงว่าอะตอมนั้นมีลักษณะตามข้อใด

- ก. มีอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน
- ข. มีโปรตอนมากกว่าอิเล็กตรอน
- ค. มีอิเล็กตรอนกับโปรตอนไม่เท่ากัน
- ง. ถูกทั้ง ก. และ ค.

เลือกตอบข้อ ข. ค. และ ง.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกนะครับ ลองศึกษาจากข้อความด้านล่างนี้

การที่อะตอมมีประจุแสดงว่าอะตอมนั้นไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า นั่นหมายความว่า อะตอมมีโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ หากอะตอมมีอิเล็กตรอน มากกว่าโปรตอน แสดงว่า อะตอมจะมีประจุเป็นลบ เรียกว่า ไอออนลบ และหากอะตอม มีอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตอน

แสดงว่า อะตอมจะมีประจุเป็นบวก เรียกว่า ไอออนบวก เข้าใจแล้วใช่ไหมครับอย่างนั้นเราตอบคำถามต่อไปนะครับ

เลือกตอบข้อ ก.

นักเรียนตอบถูกแล้ว ลองพิจารณาข้อความด้านล่างนี้อีกครั้ง

การที่อะตอมมีประจุแสดงว่าอะตอมนั้นไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า นั้นหมายความว่า อะตอมมีโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ หากอะตอมมีอิเล็กตรอน มากกว่าโปรตอน แสดงว่า อะตอมจะมีประจุเป็นลบ เรียกว่า ไอออนลบ และหากอะตอม มีอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตอน แสดงว่า อะตอมจะมีประจุเป็นบวก เรียกว่า ไอออนบวก เข้าใจแล้วใช่ไหมครับอย่างนั้นเราตอบคำถามต่อไปนะครับ

กรอบที่ 3 การที่อะตอมจะเป็นไอออนบวกได้นั้นแสดงว่า อะตอมต้องเกิดการสูญเสียอิเล็กตรอนออกไปจากอะตอม นักเรียนคิดว่าเราจะทำให้อะตอมสูญเสียอิเล็กตรอนไปได้อย่างไร ลองคิดแล้วพิจารณาเลือกข้อที่ถูกต้องนะครับ

- ก. ทำให้อะตอมมีอุณหภูมิลดลง
- ข. ทำให้อะตอมได้รับพลังงานน้อยๆ
- ค. ทำให้อะตอมได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น
- ง. ทำให้อะตอมสูญเสียพลังงานจำนวนหนึ่ง

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ง.

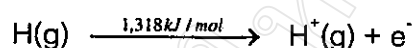
จากที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วว่าอิเล็กตรอนในอะตอม เมื่อได้รับพลังงานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนระดับพลังงานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ซึ่งหากเราให้พลังงานจนถึงระดับที่มากเกินไปก็จะ ทำให้อิเล็กตรอนสามารถหลุดออกจากอะตอมได้นะครับ ลองตอบอีกครั้งหนึ่งจะดีกว่านะ

เลือกตอบข้อ ค.

ดีมากครับ พลังงานที่อะตอมหรือธาตุได้รับเข้าไปนั้นจะทำให้สถานะของธาตุเปลี่ยนแปลง ไปจนกลายเป็นก๊าซในที่สุด และเมื่อธาตุอยู่ในสถานะก๊าซแล้วเรายังให้พลังงานเข้าไปเรื่อยๆ จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมของธาตุได้ โดยที่

พลังงานที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมของธาตุหรือไอออนของธาตุในสถานะก๊าซได้นั้น เราเรียกว่า พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy ; IE)

กรอบที่ 4 จากสมการต่อไปนี้จะแสดงการสูญเสียอิเล็กตรอนของอะตอมของไฮโดรเจน

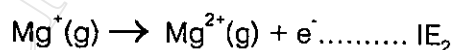
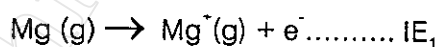


ไฮโดรเจนอะตอมในสถานะก๊าซกลายเป็นไฮโดรเจนไอออนในสถานะก๊าซ ต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุด 1,318 กิโลจูลต่อโมล ดังนั้นพลังงานไอออไนเซชันของไฮโดรเจนอะตอมมีค่าเท่ากับ 1,318 kJ/mol

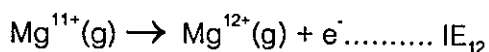
กรอบที่ 5 จากนิยามที่ว่า พลังงานไอออไนเซชัน คือ พลังงานที่น้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมหรือไอออนของธาตุในสถานะก๊าซ ดังนั้น ธาตุที่มีอิเล็กตรอนหลายตัวจึงมีค่า พลังงานไอออไนเซชันหลายค่าตามไปด้วย ดังเช่น ธาตุแมกนีเซียมมี 12 อิเล็กตรอน ดังนั้น ธาตุแมกนีเซียมจึงมีค่าพลังงานไอออไนเซชันอยู่ 12 ค่า

(พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย IE)

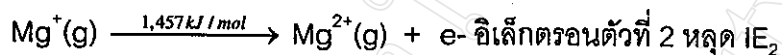
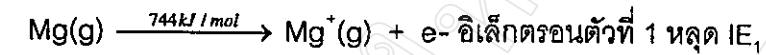
กรอบที่ 6 เมื่อธาตุที่มีหลายอิเล็กตรอนจะมีพลังงานไอออไนเซชันหลาย ๆ ค่า ดังนั้นจึงต้องมีการระบุลำดับของพลังงานไอออไนเซชัน โดยพลังงานไอออไนเซชันที่ทำให้อิเล็กตรอนตัว แรกหลุดออกจากอะตอม เรียกว่า พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่หนึ่ง เขียนแทนด้วย IE_1 ดังนั้นธาตุแมกนีเซียม (Mg) จึงมีค่าพลังงานไอออไนเซชัน 12 ลำดับ คือ IE_1 - IE_{12} ดังนี้



...



กรอบที่ 7 นักเรียนลองเปรียบเทียบค่าพลังงานไอออไนเซชันของธาตุแมกนีเซียมต่อไปนี้



จากสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงของอะตอม Mg และ ไอออน Mg^+ ที่สูญเสีย อิเล็กตรอน โดยให้พลังงานเข้าไป จะเห็นได้ว่า พลังงานไอออไนเซชันที่ทำให้อิเล็กตรอน ของ Mg ตัวแรกหลุด (IE_1) และตัวที่สองหลุด (IE_2) มีค่า 744 kJ/mol และ 1,457 kJ/mol ตามลำดับ ดังนั้นพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 3 น่าจะมีค่ามากกว่าลำดับที่ 2

กรอบที่ 8 ตารางแสดงพลังงานไอออไนเซชันของธาตุ 6 ธาตุแรก เรียงตามเลขอะตอม

ธาตุ	IE (kJ/mol)					
	1	2	3	4	5	6
H	1,318					
He	2,379	5,257				
Li	526	7,305	11,822			
Be	906	1,763	14,855	21,013		
B	807	2,433	3,665	25,033	32,834	
C	1,093	2,359	4,627	6,229	37,838	47,285

จากตารางสรุปได้ว่า พลังงานไอออไนเซชันแต่ละระดับของธาตุเดียวกันมีค่าไม่เท่ากัน โดย $\text{IE}_1 < \text{IE}_2 < \dots$ และพลังงานไอออไนเซชันลำดับเดียวกันของธาตุต่างชนิดกันมีค่าไม่เท่ากัน

กรอบที่ 9 นักเรียนจะสังเกตเห็นได้ว่าค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุต่าง ๆ นั้นจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับพลังงานไอออไนเซชันลำดับอื่น ๆ ในธาตุเดียวกัน นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด เลือกข้อที่นักเรียนคิดว่าเป็นคำตอบนะครับ

ก. อิเล็กตรอนตัวแรกที่หลุดออกมา เป็นตัวที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุด

ข. อิเล็กตรอนตัวแรกที่หลุดออกมา เป็นตัวที่อยู่ไกลนิวเคลียสมากที่สุด

เลือกตอบข้อ ก.

นักเรียนลืมไปแล้วหรือครับว่าอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดย่อมจะถูกนิวเคลียสดึงดูดมาก เพราะนิวเคลียสมีโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบจึงเกิดแรงดึงดูดกัน ดังนั้นค่าพลังงานที่จะทำให้อิเล็กตรอนตัวที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดหลุดออกจากอะตอมคือ พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 จะเป็นพลังงาน ที่มีค่าน้อยใช้หรือไม่ครับ ลองกลับไปเลือกคำตอบใหม่อีกครั้งหนึ่งนะครับ

เลือกตอบข้อ ข.

ดีครับ การที่อิเล็กตรอนอยู่ห่างจากนิวเคลียสมาก ๆ ยิ่งจะทำให้อิเล็กตรอนถูกนิวเคลียส ออกแรงดึงดูดได้ได้น้อย ดังนั้นพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ซึ่งเป็นพลังงานไอออไนเซชัน ที่มีค่าน้อยที่สุด ก็จะเป็นพลังงานที่ทำให้อะตอมของธาตุสูญเสียอิเล็กตรอนตัวแรกที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสของอะตอมมากที่สุด

กรอบที่ 10 ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอะตอมของธาตุออกซิเจนต่อไปนี้

ธาตุออกซิเจน มีเลขอะตอม = 8 ดังนั้นในอะตอมของออกซิเจนจึงมีจำนวนอิเล็กตรอน เป็น 8 อิเล็กตรอนซึ่งเมื่อพิจารณาค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับต่างได้ดังนี้

ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (kJ/mol)							
IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5	IE_6	IE_7	IE_8
1.320	3.395	5.307	7.476	10.996	13.333	71.343	84.806

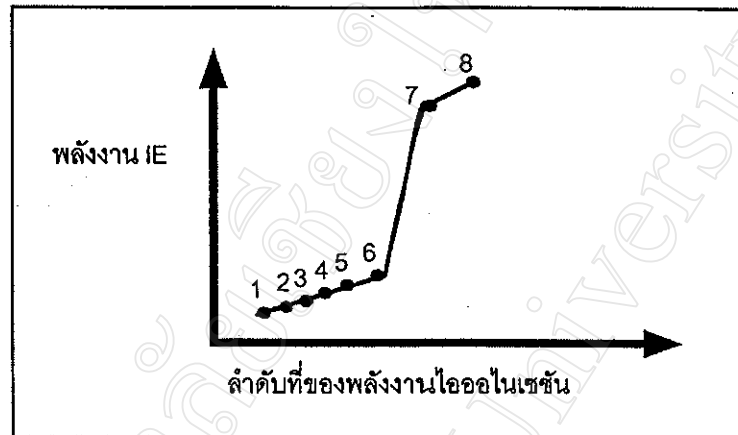
- ค่าพลังงานไอออไนเซชันแต่ละลำดับมีค่าไม่เท่ากัน
- ค่าพลังงานไอออไนเซชันที่ติดกันบางลำดับมีค่าแตกต่างกันน้อย เช่น $IE_1 - IE_2$
- ส่วนบางลำดับที่ติดกันมีค่าแตกต่างกันมาก เช่น IE_6 กับ IE_7

กรอบที่ 11 จากข้อสรุปในกรอบที่ผ่านมาทำให้เราสามารถจัดกลุ่มของอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส ของออกซิเจนได้เป็น 2 กลุ่ม โดยดูจากค่าพลังงานไอออไนเซชันที่ใกล้เคียงกัน หรือแตกต่างกันน้อยดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ IE_1 IE_2 IE_3 IE_4 IE_5 และ IE_6

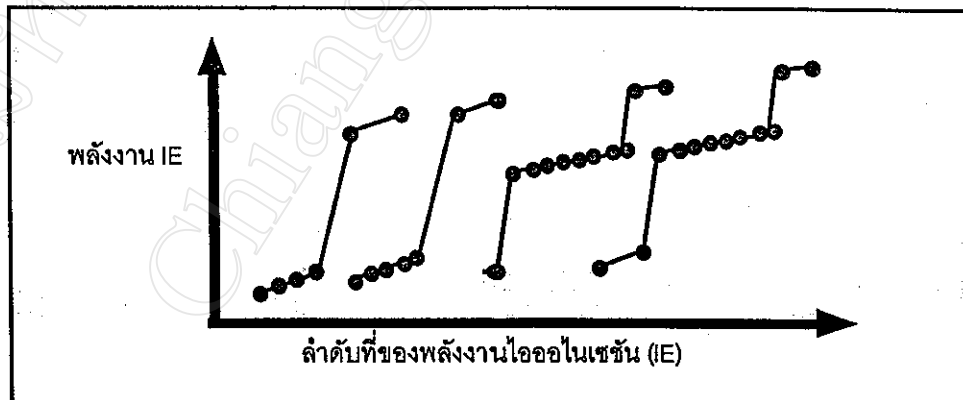
กลุ่มที่ 2 คือ IE_7 และ IE_8

ซึ่งสามารถแสดงเป็นกราฟได้ดังนี้

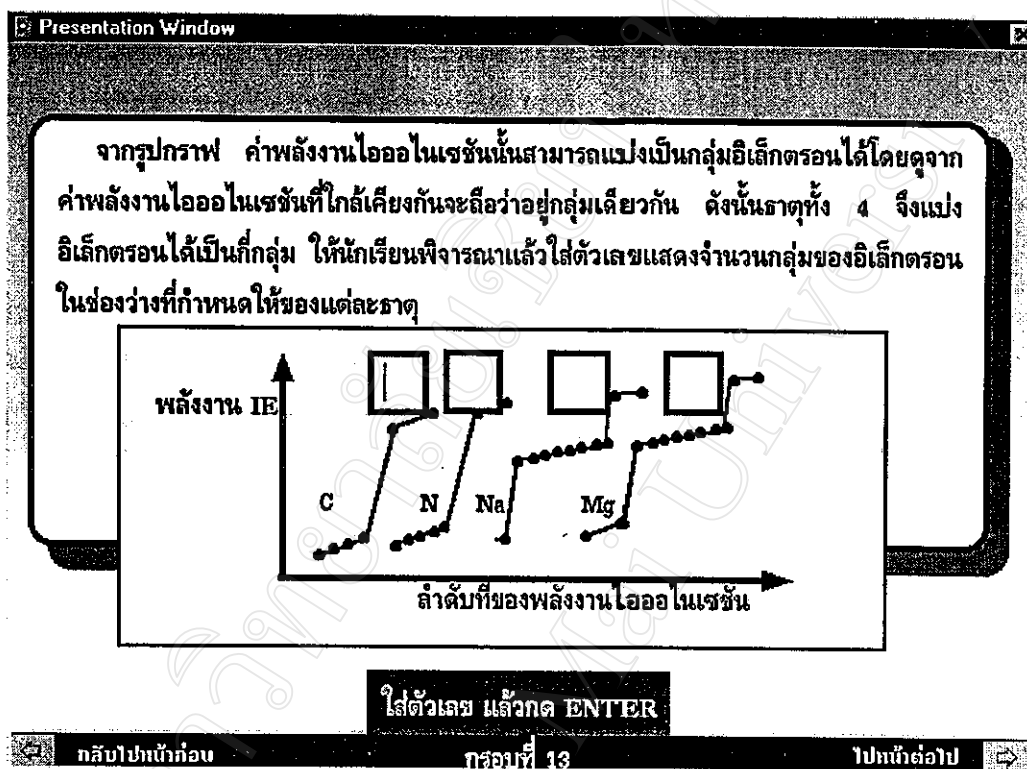


กรอบที่ 12 นักเรียนลองศึกษารูปกราฟต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ในกรอบที่ 13

กราฟแสดงลำดับที่ของพลังงานไอออไนเซชันกับค่าพลังงานไอออไนเซชันของธาตุ ${}_{6}\text{C}$ ${}_{7}\text{N}$ ${}_{11}\text{Na}$ ${}_{12}\text{Mg}$ ตามลำดับ



กรอบที่ 13

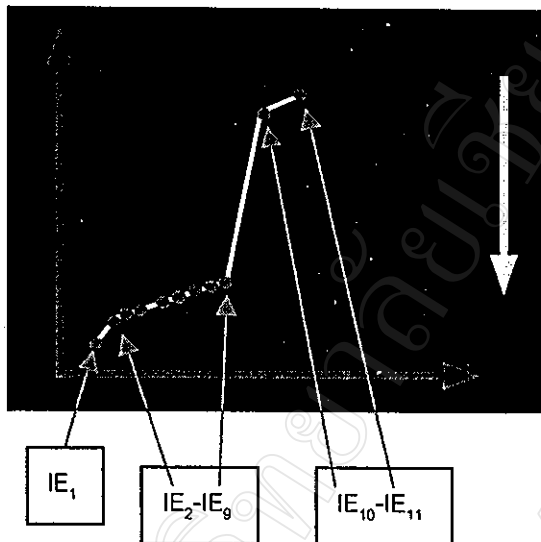


กรอบที่ 14 $^{23}_{11}\text{Na}$ สามารถจัดกลุ่มของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสตามค่าพลังงานไอออไนเซชันได้กี่กลุ่ม และแต่ละกลุ่มมีกี่อิเล็กตรอน โดยดูจากอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสไปหาอิเล็กตรอนที่อยู่ไกลนิวเคลียส

- ก. 2 กลุ่มคือ 2, 9
- ข. 3 กลุ่มคือ 2, 7, 2
- ค. 3 กลุ่มคือ 1, 8, 2
- ง. 3 กลุ่มคือ 2, 8, 1

เลือกตอบข้อ ก. ข. และ ค.

นักเรียนยังตอบไม่ถูกนะครับ ลองดูจากรูปกราฟนะครับ จะเห็นได้ว่าจากระดับพลังงานไอออน-เซชันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้



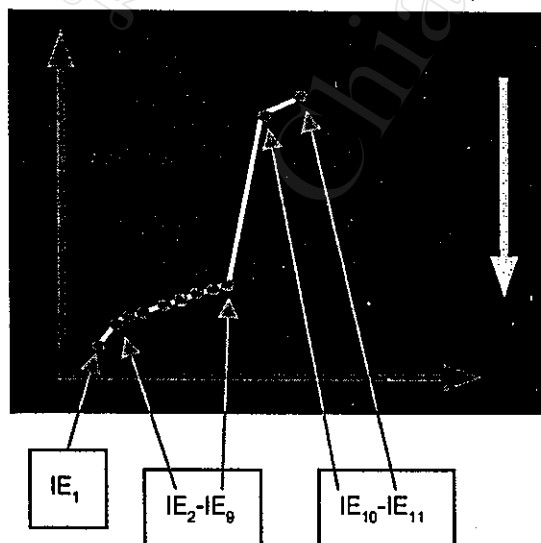
- กลุ่มที่ 1 วงนอกสุด 1 อิเล็กตรอน IE_1
 กลุ่มที่ 2 วงถัดเข้ามา 8 อิเล็กตรอน $IE_2 - IE_9$
 กลุ่มที่ 3 วงในสุด 2 อิเล็กตรอน $IE_{10} - IE_{11}$

เข้าใจหรือไม่ครับงั้นลองตอบอีกครั้งหนึ่ง

ใกล้นี้วิเคราะห์มากกว่าใช้พลังงานมากกว่า เพราะแรงดึงดูดมากกว่า

เลือกตอบข้อ ง.

นักเรียนเข้าใจถูกต้องแล้วครับ ลองดูจากรูปกราฟนะครับ จะเห็นได้ว่าจากระดับพลังงานไอออน-เซชันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

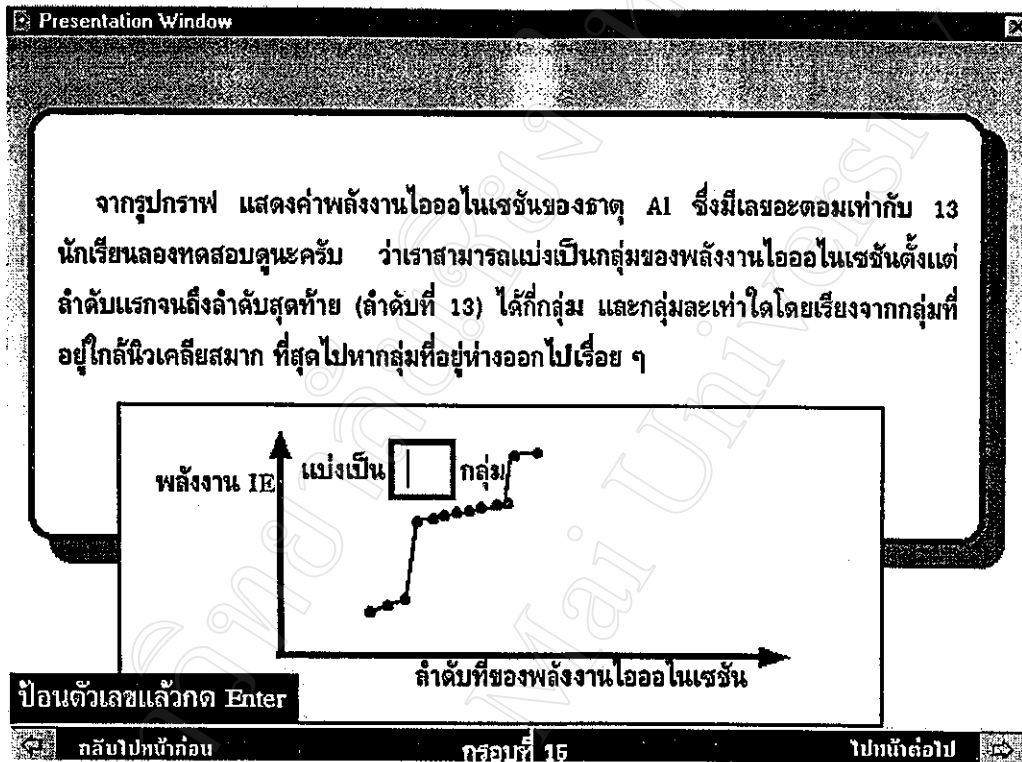


- กลุ่มที่ 1 วงนอกสุด 1 อิเล็กตรอน IE_1
 กลุ่มที่ 2 วงถัดเข้ามา 8 อิเล็กตรอน $IE_2 - IE_9$
 กลุ่มที่ 3 วงในสุด 2 อิเล็กตรอน $IE_{10} - IE_{11}$

เข้าใจหรือไม่ครับงั้นลองตอบอีกครั้งหนึ่ง

ใกล้นี้วิเคราะห์มากกว่าใช้พลังงานมากกว่า เพราะแรงดึงดูดมากกว่า

กรอบที่ 15



กรอบที่ 17

Presentation Window

ยอดเยี่ยมเลยครับ นักเรียนคงจะพอเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของพลังงานไอออนไนเซชันบ้างแล้วนะครับ นักเรียนได้ข้อสรุปดังนี้หรือไม่ครับ

1. พลังงานไอออนไนเซชัน คือ พลังงานที่ต่ำที่สุด ที่สามารถทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมหรือไอออนของธาตุในสถานะก๊าซ
2. ธาตุที่มีอิเล็กตรอนหลายตัวจะมีพลังงานไอออนไนเซชันได้หลายลำดับ และพลังงานไอออนไนเซชันแต่ละลำดับจะมีค่าไม่เท่ากัน อิเล็กตรอนที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีพลังงานต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้น
 - พลังงานไอออนไนเซชันที่ติดกัน มีพลังงานต่างกันไม่มาก สรุปได้ว่าอิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน
 - พลังงานไอออนไนเซชันที่ติดกัน มีพลังงานต่างกันมาก สรุปได้ว่าอิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานต่างกัน
3. อิเล็กตรอนที่อยู่ห่างนิวเคลียสมากจะได้รับแรงดึงดูดจากนิวเคลียสน้อย ดังนั้น อิเล็กตรอนที่อยู่ห่างนิวเคลียสมากจะทำให้พลังงานไอออนไนเซชันมีค่าน้อย
4. อิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดมีได้ไม่เกิน 2 ตัว และในกลุ่มที่อยู่ในวงต่อ มามีได้ไม่เกิน 8 ตัว ซึ่งดูได้จากค่าพลังงานไอออนไนเซชันใกล้เคียงกัน

กลับไปหน้าก่อน กรอบที่ 16 ไปหน้าต่อไป

กรอบที่ 18 จากค่าพลังงานไอออไนเซชันของธาตุ A ซึ่งเป็นธาตุสมมติ มีค่าตามลำดับดังนี้ 0.425, 3.058, 4.418, 5.883, 7.982, 9.660, 11.349, 14.948, 16.971, 48.583, 54.439, 60.707, 68.902, 75.956, 83.158, 93.40, 99.80, 444.92, 476.08 MJ/mol ธาตุ A ควรมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสเป็นกี่กลุ่ม และมีอิเล็กตรอนกลุ่มละกี่ตัว โดยเรียงจากกลุ่มที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด นักเรียนลองพิจารณาแล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างนะครับ

อิเล็กตรอนแบ่งได้เป็น _____ กลุ่ม แบ่งเป็นจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ _____

ใส่ตัวเลขแล้วกด Enter

กรอบที่ 19

Presentation Window

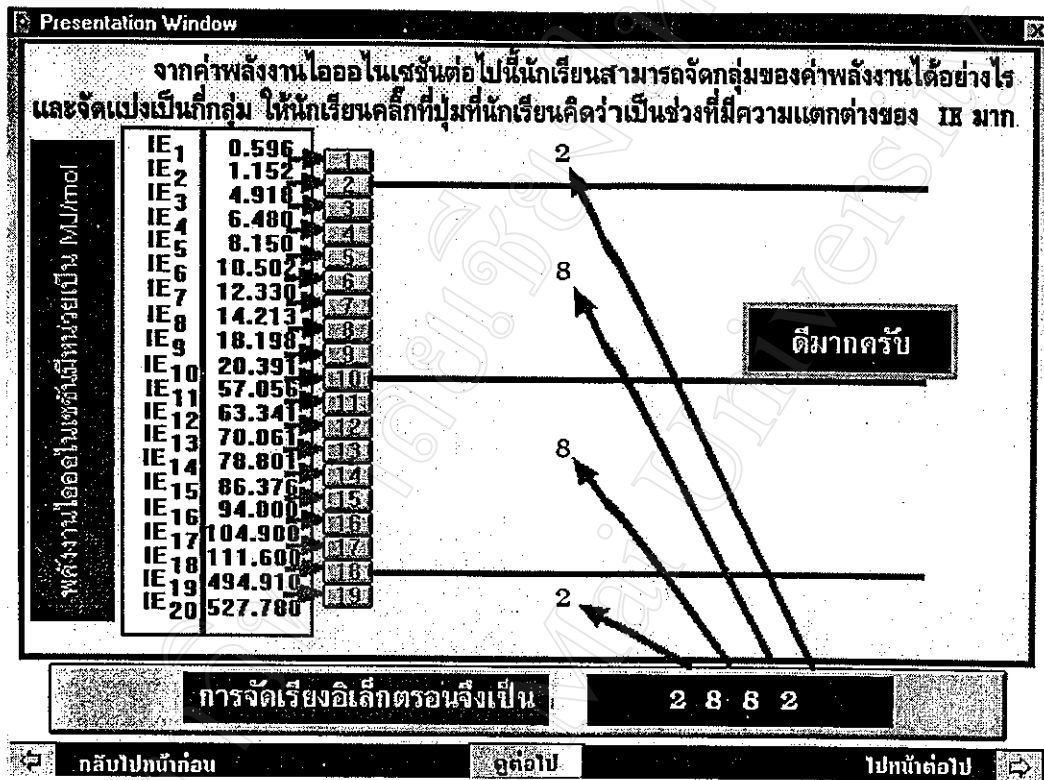
จากค่าพลังงานไอออไนเซชันต่อไปนี้ให้นักเรียนสามารถจัดกลุ่มของค่าพลังงานได้อย่างไร และจัดแบ่งเป็นกี่กลุ่ม ให้นักเรียนคลิกที่ปุ่มที่นักเรียนคิดว่าเป็นช่วงที่มีความแตกต่างของ IE มาก

พลังงานไอออไนเซชันในหน่วยเป็น MJ/mol	IE
0.596	1
1.152	2
4.918	3
6.480	4
8.150	5
10.502	6
12.330	7
14.213	8
18.196	9
20.391	10
57.056	11
63.341	12
70.061	13
78.801	14
86.376	15
94.000	16
104.900	17
111.600	18
494.910	19
527.780	20

คลิก

กลับไปหน้าก่อน ไปหน้าต่อไป

ถ้าตอบถูกจะได้



กรอบที่ 20 ยินดีด้วยครับตอนนี้เราจบบทเรียนที่ 5 แล้วนะครับ เพราะฉะนั้นก็ตามธรรมเนียมครับ เราจะลองทดสอบความรู้กันนิดหน่อยนะครับ ตั้งใจทำนะครับ โชคดี

หน่วยที่ 6

เรื่อง

การจัดเรียงอิเล็กทรอนิกส์ และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกจำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้มากที่สุดในแต่ละระดับพลังงานได้
2. เขียนแสดงจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ ของธาตุที่กำหนดให้ได้ เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุนั้น
3. ระบุจำนวนระดับพลังงานและเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุที่กำหนดให้ได้ เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุนั้น
4. อธิบายแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้

กรอบที่ 1 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

จากการศึกษาลักษณะของอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสในอะตอมของโบร์ ทำให้นักเรียนทราบว่าอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสนั้นไม่ได้อยู่ในระดับพลังงานเดียวกันทั้งหมด ทำให้มีข้อสงสัยต่อไปอีกว่า อิเล็กตรอนนั้นอยู่อย่างไรรอบๆ นิวเคลียส แต่ก่อนที่จะศึกษาการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสลองทบทวนความรู้เดิมก่อนดีกว่า นะครับ

กรอบที่ 2 จากแบบจำลองอะตอมของโบร์ ข้อมูลที่ศึกษาการจัดอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส มีอยู่ 2 ชนิด นักเรียนยังจำได้หรือไม่ครับ มีอะไรบ้าง ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องที่กำหนด แล้วกด Enter เพื่อตรวจคำตอบ

จากการศึกษา _____ (สเปกตรัมของธาตุ)

จากการศึกษา _____ (พลังงานไอออไนเซชัน)

(เมื่อตอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อแล้ว แสดงข้อความดังนี้)

เข้าใจแล้วนะครับ การศึกษาสเปกตรัมของธาตุ และพลังงานไอออไนเซชันทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสจะอยู่ในระดับพลังงานที่ต่างกัน และมีจำนวนอิเล็กตรอนแตกต่างกัน เช่น ระดับพลังงานที่ใกล้นิวเคลียสที่สุด มีอิเล็กตรอน 2 อิเล็กตรอน จากนั้นนักเรียนลองศึกษาต่อไปถึงลักษณะของการจัดอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสว่าจะมีการจัดเรียงเป็นอย่างไรแน่ พร้อมแล้วไปดูกันต่อเลยครับ

กรอบที่ 3 จากบทเรียนเกี่ยวกับพลังงานไอออนในเซชันทำให้นักเรียนทราบแล้วว่า เราสามารถแบ่งแยกอิเล็กตรอนตามค่าพลังงานไอออนในเซชันออกเป็นกลุ่มๆ ได้ โดยดูได้จากสิ่งใดบ้างจำได้หรือไม่ ให้นักเรียนเลือกข้อที่ต้องการโดยคลิกที่ตัวเลือก แล้วคลิกที่ปุ่ม ดูต่อไป

ก. ค่าพลังงานไอออนในเซชันลำดับที่ติดกันใกล้เคียงกัน
ข. ความแตกต่างของพลังงานไอออนในเซชันลำดับที่ติดกัน
ค. จำนวนของอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสในอะตอมของธาตุแต่ละชนิด

ดูต่อไป

เมื่อตอบถูกต้อง คือ ข้อ ก. และ ข.

นักเรียนตอบถูกต้องแล้วครับการแบ่งกลุ่มอิเล็กตรอนตามค่าพลังงานไอออนในเซชัน ดูได้จากค่าพลังงานไอออนในเซชัน โดยอิเล็กตรอนที่มีค่าพลังงานไอออนในเซชันในลำดับที่ติดกันมีค่าใกล้เคียงกันจะจัดอยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน ส่วนอิเล็กตรอนที่มีค่าพลังงานไอออนในเซชันในลำดับที่ติดกันมีค่าแตกต่างกันมากจะจัดอยู่ในระดับพลังงานที่ต่างกัน เราจึงสามารถจัดอิเล็กตรอนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามค่าพลังงานไอออนในเซชันได้

กรอบที่ 4 จากตารางแสดงค่าพลังงานไอออนในเซชันของธาตุซิลิคอนนักเรียนสามารถจัดกลุ่มได้อย่างไร

IE ลำดับที่	พลังงาน (MJ mol ⁻¹)
1	0.793
2	1.583
3	3.238
4	4.362
5	16.093
6	19.791
7	23.793
8	29.520
9	33.884
10	38.740
11	45.041
12	50.519
13	235.218
14	257.932

สามารถจัดได้เป็น

กลุ่ม แบ่งเป็น

ป้อนตัวเลขแล้วกด Enter

เมื่อตอบถูกต้องในกรอบที่ 4

IE ลำดับที่	พลังงาน (MJ mol ⁻¹)	จากข้อมูลจะเห็นได้ว่า
1	0.793	- IE ลำดับที่ 1 - 4 ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจัดอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันมี 4 อิเล็กตรอน
2	1.563	
3	3.238	
4	4.362	
5	16.098	- IE ลำดับที่ 5 - 12 ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจัดอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันมี 8 อิเล็กตรอน
6	19.791	
7	23.793	
8	29.529	
9	33.884	
10	38.740	
11	45.041	
12	50.519	
13	235.218	- IE ลำดับที่ 13 - 14 ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจัดอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันมี 2 อิเล็กตรอน
14	257.932	

เราจึงสามารถจัดแบ่งกลุ่มอิเล็กตรอนของซีลีคองได้ 3 กลุ่ม แบ่งเป็น 2, 8, 4

กรอบที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้งนะครับ ธาตุแคลเซียมมีค่าพลังงานไอออไนเซชันเป็น 0.596, 1.152, 4.918, 6.480, 8.150, 10.502, 12.330, 14.213, 18.198, 20.391, 57.056, 63.341, 70.061, 78.801, 86.376, 94.000, 104.900, 111.600, 494.910 และ 527.780 MJ mol⁻¹ ดังนั้นแคลเซียมควรมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนแบ่งเป็นกี่กลุ่ม และแต่ละกลุ่มมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่าใด

- ก. 4 กลุ่ม แบ่งเป็น 2, 2, 8, 8
- ข. 4 กลุ่ม แบ่งเป็น 2, 8, 8, 2
- ค. 5 กลุ่ม แบ่งเป็น 2, 8, 7, 2, 1
- ง. 5 กลุ่ม แบ่งเป็น 1, 8, 8, 2, 1

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

นักเรียนตอบไม่ถูกต้องครับ ลองพิจารณาดูให้ถี่้นะครับการที่เราจะจัดกลุ่มของ อิเล็กตรอนโดยใช้ค่าพลังงานไอออไนเซชัน หรือกลุ่มของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสใน ระดับพลังงานต่าง ๆ สามารถสังเกตได้จาก

1. หากพลังงานไอออไนเซชันในลำดับที่ติดกันใกล้เคียงกันแสดงว่าเป็นกลุ่มเดียวกัน
2. หากพลังงานไอออไนเซชันในลำดับที่อยู่ติดกันต่างกันมาก แสดงว่า เป็นอิเล็กตรอนคนละกลุ่มกัน เพราะฉะนั้นลองพิจารณาให้ดี ๆ อีกครั้งนะครับ... พยายามหน่อยนะ

เลือกตอบข้อ ข.

ดีมาก... เก่งจริง ๆ ครับ จากที่นักเรียนได้จัดกลุ่มของ อิเล็กตรอนโดยใช้ค่าพลังงานไอออไนเซชัน หรือกลุ่มของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสใน ระดับพลังงานต่าง ๆ สามารถสังเกตได้จาก

1. หากพลังงานไอออไนเซชันในลำดับที่ติดกันใกล้เคียงกันแสดงว่าเป็นกลุ่มเดียวกัน
2. หากพลังงานไอออไนเซชันในลำดับที่อยู่ติดกันต่างกันมาก แสดงว่าเป็นอิเล็กตรอนคนละกลุ่มกัน

เข้าใจแล้วนะครับไปดูกันต่อไปเลยนะครับ

กรอบที่ 6 พลังงานไอออไนเซชันในลำดับแรก ๆ นั้นเป็นพลังงานไอออไนเซชันที่มีค่าน้อย แสดงว่าเป็นกลุ่มที่อิเล็กตรอนอยู่ห่างจากนิวเคลียส ____ (1) ดังนั้นพลังงานไอออไนเซชัน ในลำดับท้าย ๆ ซึ่งเป็นพลังงานที่มีค่ามากขึ้นแสดงว่าเป็นกลุ่มที่อิเล็กตรอนอยู่ห่างจาก นิวเคลียส ____ (2)

ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้นักเรียนลองเติมให้เต็มดูนะครับ โดยเลือกจากตัวเลือกด้านล่างนี้

1. น้อย

2. น้อย

มาก

มาก

(คำตอบคือ 1.มาก 2.น้อย)

กรอบที่ 7 จากการศึกษาค่าพลังงานไอออไนเซชัน ทำให้เราสามารถจัดกลุ่มของอิเล็กตรอนได้ เช่น ธาตุแมกนีเซียม (Mg) มีพลังงานไอออไนเซชัน 12 อันดับ ซึ่งจัดกลุ่มได้ดังนี้

- กลุ่มที่มี IE สูงสุด คือ $IE_{11}-IE_{12}$ มี 2 อิเล็กตรอนอยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดหรืออยู่ในระดับพลังงาน $n=1$

- กลุ่มที่ 2 คือ IE_9-IE_{10} มี 8 อิเล็กตรอนเป็นกลุ่มที่อยู่ถัดไปหรืออยู่ในระดับพลังงาน $n=2$

- กลุ่มที่ 3 คือ IE_1-IE_2 มี 2 อิเล็กตรอนอยู่ห่างนิวเคลียสมากที่สุดหรืออยู่ในระดับพลังงาน $n=3$

จากการจัดค่าพลังงานออกเป็นระดับพลังงานจะเห็นได้ว่าแมกนีเซียมจัดได้เป็น 3 ระดับพลังงาน โดยพลังงานในแต่ละระดับนั้นสามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของพลังงานไอออไนเซชันทุกค่าที่อยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน ดังนั้นเราจะได้ค่าพลังงานของระดับพลังงานของแมกนีเซียมเป็นเท่าใด

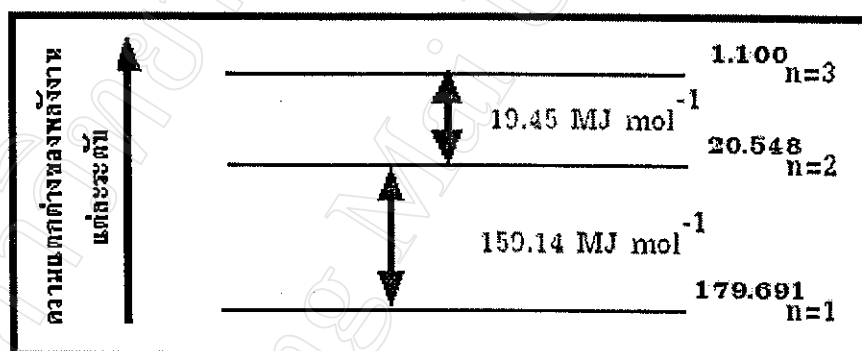
กรอบที่ 8 จากการศึกษาค่าพลังงานไอออไนเซชัน ทำให้เราสามารถจัดกลุ่มของอิเล็กตรอนได้ เช่น ธาตุแมกนีเซียม (Mg) มีพลังงานไอออไนเซชัน 12 อันดับ ซึ่งจัดกลุ่มได้ดังนี้

- กลุ่มที่มี IE สูงสุด คือ IE_{11} - IE_{12} มี 2 อิเล็กตรอนอยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดหรืออยู่ในระดับพลังงาน $n=1$ 179.691 kJ/mol

- กลุ่มที่ 2 คือ IE_3 - IE_{10} มี 8 อิเล็กตรอนเป็นกลุ่มที่อยู่ถัดไปหรืออยู่ในระดับพลังงาน $n=2$ 20.548 kJ/mol

- กลุ่มที่ 3 คือ IE_1 - IE_2 มี 2 อิเล็กตรอนอยู่ห่างนิวเคลียสมากที่สุดหรืออยู่ในระดับพลังงาน $n=3$ 1.100 kJ/mol

เมื่อแสดงเป็นแผนผังแสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมของแมกนีเซียมจึงได้ดังนี้



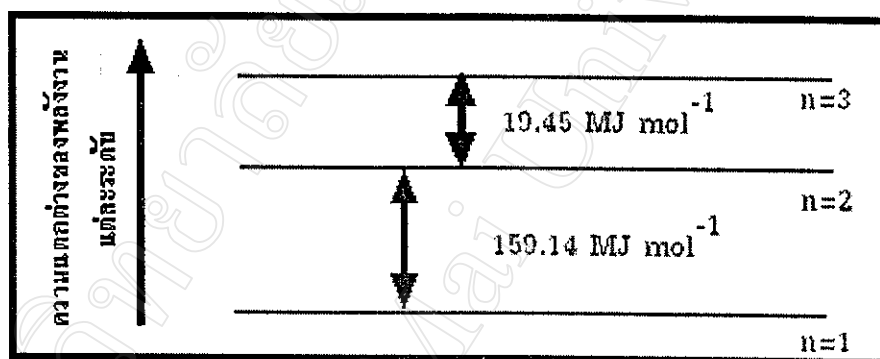
กรอบที่ 9 จากการศึกษาผลต่างระหว่างพลังงานไอออไนเซชันเฉลี่ยของระดับพลังงาน 2 ระดับที่ใกล้เคียงกันทำให้เราสามารถสรุปได้ตามข้อใด

- ระดับพลังงานยิ่งสูงขึ้นจะทำให้ผลต่างระหว่างพลังงานเฉลี่ยต่างกันมากขึ้น
- ระดับพลังงานยิ่งสูงขึ้นจะทำให้ผลต่างระหว่างพลังงานเฉลี่ยต่างกันน้อยลง
- ระดับพลังงานยิ่งต่ำลงจะทำให้ผลต่างระหว่างพลังงานเฉลี่ยต่างกันน้อยลง
- ระดับพลังงานจะต่ำหรือสูงก็จะมีช่วงผลต่างของพลังงานเฉลี่ยห่างเท่า ๆ กันเสมอ

เลือกตอบข้อ ก. ค. และ ง.

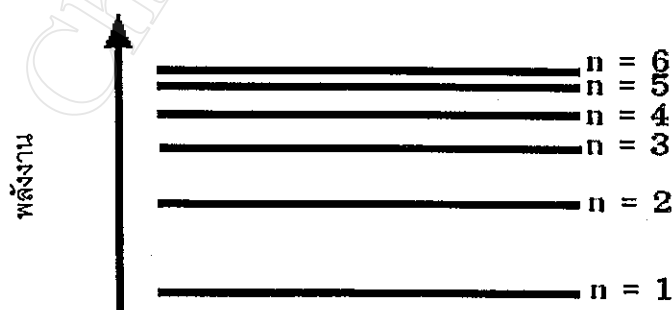
นักเรียนยังตอบไม่ถูกต้องนะครับลองดูดี ๆ อีกครั้งนะครับ

จากการศึกษาค่าพลังงานในระดับชั้นของพลังงานที่ต่างกันของแมกนีเซียม นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ ในการคำนวณจากค่าเฉลี่ยของพลังงานไอออไนเซชันทุกค่าในระดับพลังงานเดียวกันได้ ดังแผนผังด้านล่าง เมื่อนักเรียนศึกษาดูจะเห็นได้ว่าเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น ความแตกต่างของพลังงานจะลดน้อยลง นั่นคือ ผลต่างระหว่าง $n = 1$ และ $n = 2$ จะมากกว่า $n = 2$ และ $n = 3$



เลือกตอบข้อ ข.

ถูกต้องแล้วครับ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า "พลังงานไอออไนเซชันเฉลี่ยของอิเล็กตรอนในระดับพลังงานเดียวกันจะแตกต่างกันมาก ในระดับพลังงานต่ำ ๆ แต่จะแตกต่างกันน้อยลง ในระดับพลังงานที่สูงขึ้นตามลำดับ" ดังแผนผังด้านล่างนี้



กรอบที่ 10 นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังได้ศึกษารายละเอียดของธาตุต่าง ๆ อีกหลายธาตุและได้ ข้อมูลเพิ่มเติมจำนวนมากจนสรุปได้ว่า จำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้มากที่สุดในแต่ละระดับพลังงาน จะมีเท่ากับ $2n^2$ เมื่อ n คือตัวเลขที่แสดงระดับพลังงาน ดังเช่น

ธาตุ	จำนวนอิเล็กตรอนในกลุ่ม		
	กลุ่มที่ 1 ($n = 1$)	กลุ่มที่ 2 ($n = 2$)	กลุ่มที่ 3 ($n = 3$)
Al	2	8	3
Si	2	8	4
P	2	8	5
Ar	2	8	8

หรืออิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุดนี้จะเรียกว่า วาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) โดยจากการศึกษาพบว่า วาเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุทุกชนิดมีได้ไม่เกิน 8 อิเล็กตรอน

กรอบที่ 11 เมื่อพิจารณาธาตุที่มีจำนวนอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น เช่น Br มีจำนวนอิเล็กตรอน 35 อิเล็กตรอน ซึ่งจะจัดอิเล็กตรอนแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 2, 8, 18, 7 จะเห็นได้ว่า เป็นไปตามสูตรที่ว่า จำนวนอิเล็กตรอนที่มากที่สุดในแต่ละระดับพลังงานมีได้เท่ากับ $2n^2$ และ เวเลนซ์อิเล็กตรอนมีได้ไม่เกิน 8 อิเล็กตรอนนั้นคือ

เมื่อ $n = 1$ มีจำนวนอิเล็กตรอน $= 2(1)^2 = 2$

$n = 2$ มีจำนวนอิเล็กตรอน $= 2(2)^2 = 8$

$n = 3$ มีจำนวนอิเล็กตรอน $= 2(3)^2 = 18$

$n = 4$ มีจำนวนอิเล็กตรอน $= 7$

จำนวนวาเลนซ์อิเล็กตรอนของโบรมีน

กรอบที่ 12 นอกจากนี้อาจมีข้อควรพิจารณาในการจัดอิเล็กตรอนอีกนิดหน่อยนะครับ นักเรียนลองพิจารณาดูต่อไปครับ จากที่ศึกษามาหากเราจัดอิเล็กตรอนตามกฎที่ว่าอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ จะมีจำนวนอิเล็กตรอนได้มากที่สุดเท่ากับ $2n^2$ เมื่อนำมาจัดอิเล็กตรอนของโพแทสเซียม ซึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับ 19 ดังนั้นจึงจัดอิเล็กตรอนได้ 3 กลุ่มแบ่งเป็น 2, 8, 9 แต่เมื่อศึกษาจากค่าพลังงานไอออไนเซชันปรากฏว่าโพแทสเซียมมีการจัดอิเล็กตรอนรอบ นิวเคลียสเป็น 4 กลุ่มคือ 2, 8, 8, 1 และในอีกหลายๆ ธาตุก็เช่นกัน จึงได้ข้อสรุปเพิ่มเติมว่า ค่าเวเลนซ์อิเล็กตรอนนั้นจะมีค่าไม่เกิน 8

กรอบที่ 13 ดังนั้นจากความรู้ดังกล่าวนี้ นักเรียนจะสามารถจะจัดเรียงอิเล็กตรอนในธาตุได้โดยไม่จำเป็น ต้องทราบค่าพลังงานไอออไนเซชัน เพียงแต่ทราบจำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมเท่านั้นนะครับ ลองทดสอบดูดีกว่านะครับ

1. Ne มีเลขอะตอม = 10 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น กลุ่ม
ได้แก่
2. Na มีเลขอะตอม = 11 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น กลุ่ม
ได้แก่
3. S มีเลขอะตอม = 16 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น กลุ่ม
ได้แก่

กรอบที่ 14 ในการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมนั้นนักเรียนคงจะทราบแล้วว่า อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานสูงสุดจะเป็นอิเล็กตรอนวง _____ สุดของอะตอม เช่น ธาตุ Na มีเลข อะตอมเป็น 11 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 1 นั่นคือที่ระดับพลังงานที่ 3 มี อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 อิเล็กตรอน หรืออาจกล่าวได้ว่าในอะตอมของธาตุโซเดียม อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานวงนอกสุดจะมีอิเล็กตรอน 1 ตัว เราเรียกอิเล็กตรอนกลุ่มนี้ ว่าเป็น "เวเลนซ์อิเล็กตรอน"

ให้นักเรียนเลือกข้อ 1 หรือ 2 เพื่อเติมลงในช่องว่างให้ได้ข้อความที่สมบูรณ์ ถูกต้อง

1. ใน

2. นอก

กรอบที่ 15 นั้นแสดงว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุต่อไปนี้มีค่าเป็นเท่าใด

1. $_{18}\text{Ar} =$
2. $_{7}\text{N} =$
3. $_{35}\text{Br} =$
4. $_{38}\text{Sr} =$

(หากตอบคำถามในกรอบนี้ถูกต้องไม่หมดทุกข้อจะต้องกลับไปเรียนในกรอบที่ 10 ใหม่)

(หากตอบถูกต้องทั้งหมดจะแสดงข้อความว่า ดีมากครับ...ถูกต้องทั้งหมดเลย นักเรียนเข้าใจแล้วนะครับ มีความรู้เพิ่มเติมเล็กน้อยนะครับนอกจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนจะบอกจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดในอะตอมแล้ว ยังเป็นตัวเลข ที่บอกหมู่ของธาตุในตารางธาตุอีกด้วยครับ เช่น Ar จะอยู่หมู่ที่ 8 ในตารางธาตุครับ ดังนั้น N อยู่ในหมู่ที่เท่าใดในตารางธาตุบอกได้หรือไม่ครับ...เข้าใจนะครับดูต่อดีกว่านะ)

กรอบที่ 16 ดังนั้นนักเรียนลองจัดอิเล็กตรอนของธาตุต่อไปนี้ ลองดูนิดหน่อยนะครับ

1. Ca มีเลขอะตอม = 20

ดังนั้นมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น กลุ่ม คือ

2. Rb มีเลขอะตอม = 37

ดังนั้นมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น กลุ่ม คือ

เติมคำตอบแล้วกด Enter เพื่อตรวจคำตอบได้เลยครับ

ถ้าตอบถูกต้องทั้งหมด ถูกต้องครับ...นอกจากนี้การจัดอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส ออกเป็นกลุ่ม ๆ นั้น ทำให้เราสามารถบอกตำแหน่งของคาบของธาตุในตารางธาตุได้อีกด้วย เช่น Ca จะอยู่ในคาบที่ 4 ของตารางธาตุ ดังนั้น Rb อยู่ในคาบที่เท่าใด... ไปศึกษากัน ต่อไปดีกว่านะครับ

ถ้าตอบผิด 1 ข้อ กลับไปเรียนที่กรอบที่ 10 อีกครั้งหนึ่ง

กรอบที่ 17 จากการศึกษาการจัดอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าในแต่ละระดับพลังงานนั้นมีอิเล็กตรอนอยู่รวมกันมากกว่า 1 อิเล็กตรอน ซึ่งก่อให้เกิดข้อสงสัยว่า "อิเล็กตรอนเหล่านั้นอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันได้อย่างไร ทำไมจึงไม่ผลักกัน"

ดังนั้นจึงมีการศึกษา เพื่อหาคำตอบต่อข้อสงสัยดังกล่าว และได้พบข้อมูลที่ทำให้เชื่อได้ว่า ในระดับพลังงานหนึ่งๆ ที่อิเล็กตรอนอยู่นั้นมีระดับพลังงานย่อยๆ ซึ่งเกิดจากการโคจรของอิเล็กตรอนในรูปแบบที่แตกต่างกัน เรามาดูกันดีกว่าว่ามีแบบใด และเป็นอย่างไรบ้างนะครับ

กรอบที่ 18 การศึกษาในเรื่องของระดับพลังงานย่อยของอิเล็กตรอน (Energy Sublevel) พบว่าการที่อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันนั้นอิเล็กตรอนจะมีระดับพลังงานย่อยที่แตกต่าง กันโดยมีรูปแบบการโคจรของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสไม่เหมือนกัน ซึ่งเราเรียกรูปแบบ การโคจรของอิเล็กตรอนนี้ว่า ออร์บิทัล (Orbital) ทั้งนี้จากการที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่า ในออร์บิทัล 1 ออร์บิทัล จะมีอิเล็กตรอนอยู่ได้ออร์บิทัลละ 2 อิเล็กตรอนเสมอ

กรอบที่ 19 รูปแบบของออร์บิทัล มีทั้งหมด 4 แบบ ดังนี้

1. s - orbital รูปร่างเป็นวงกลมในแต่ละระดับพลังงานจะรูปแบบการโคจร 1 แบบ โดยเริ่มมีออร์บิทัลนี้ที่ระดับพลังงานที่ 1 เป็นต้นไป

2. p - orbital รูปร่างเป็นดัมเบลในแต่ละระดับพลังงานจะรูปแบบการโคจร 3 แบบ โดยเริ่มมีออร์บิทัลนี้ที่ระดับพลังงานที่ 2 เป็นต้นไป

3. d - orbital รูปร่างซับซ้อนในแต่ละระดับพลังงานจะรูปแบบการโคจร 5 แบบ โดยเริ่มมีออร์บิทัลนี้ที่ระดับพลังงานที่ 3 เป็นต้นไป

4. f - orbital รูปร่างซับซ้อนมากในแต่ละระดับพลังงานจะรูปแบบการโคจร 7 แบบ โดยเริ่มมีออร์บิทัลนี้ที่ระดับพลังงานที่ 4 เป็นต้นไป

กรอบที่ 20 ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ได้ข้อความที่สมบูรณ์และถูกต้อง

จากข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับพลังงานย่อย (Energy Sublevel) ทำให้ทราบว่ามีรูปแบบของการโคจรของอิเล็กตรอนรอบๆ นิวเคลียสแตกต่างกัน เราเรียก รูปแบบการโคจรว่า _____ โดยในรูปแบบการโคจรหนึ่งๆ จะมีจำนวนอิเล็กตรอน อยู่รูปแบบละ _____ อิเล็กตรอน

กรอบที่ 21 การโคจรของอิเล็กตรอนแบบ p-orbital จะมีลักษณะการโคจร 3 ลักษณะด้วยกัน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าในระดับพลังงานที่มี p-orbital จะมี p-orbital 3 orbitals ดังนั้น จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดที่สามารถอยู่ใน p-orbital ในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวน อิเล็กตรอนเท่ากับ _____ อิเล็กตรอน

(เมื่อตอบถูกต้อง)

ดีมากครับนักเรียนคงพอเข้าใจแล้วนะครับ ดังนั้นเราจะได้ข้อสรุปเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในออร์บิทัลแต่ละชนิดดังนี้

- s-orbital มีออร์บิทัล 1 ออร์บิทัล ดังนั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุด 2 อิเล็กตรอน
- p-orbital มีออร์บิทัล 3 ออร์บิทัล ดังนั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุด 6 อิเล็กตรอน
- d-orbital มีออร์บิทัล 5 ออร์บิทัล ดังนั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุด 10 อิเล็กตรอน
- f-orbital มีออร์บิทัล 7 ออร์บิทัล ดังนั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุด 14 อิเล็กตรอน

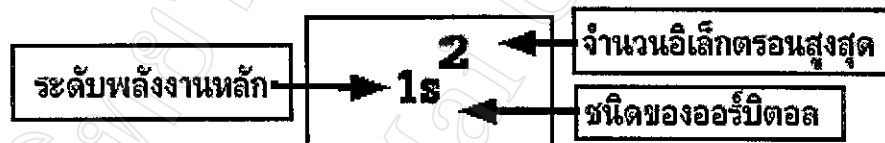
กรอบที่ 22 นักเรียนคงพอจะเข้าใจเกี่ยวกับระดับพลังงานย่อยบ้างแล้วนะครับ ดังนั้นนักเรียนลองพิจารณาข้อมูลในตารางต่อไปนี้ดูนะครับ

ระดับพลังงานหลัก n	ระดับพลังงานย่อย				จำนวนอิเล็กตรอน
	s-orbital	p-orbital	d-orbital	f-orbital	
1	1s	-	-	-	2
2	2s	2p	-	-	8
3	3s	3p	3d	-	18
4	4s	4p	4d	4f	32
5	5s	5p	5d	5f	32
6	6s	6p	6d	6f	32
7	7s	7p	7d	7f	32

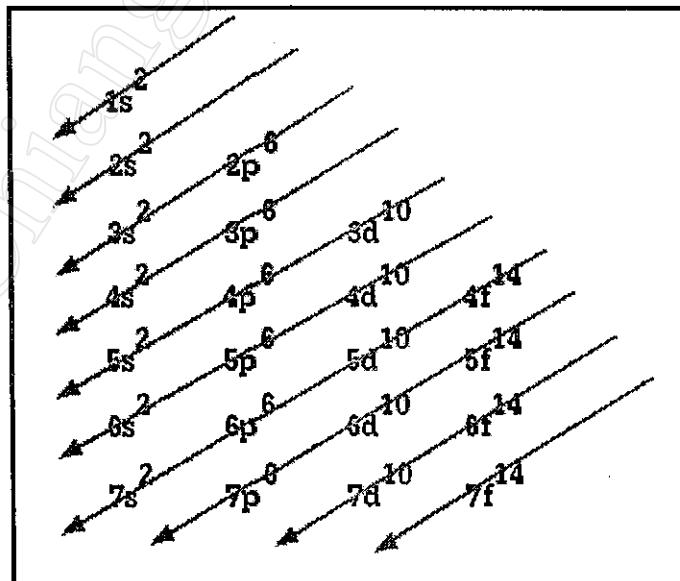
จากตารางจะเห็นได้ว่าในระดับพลังงานหลักที่ 1 - 4 มีจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดเป็นไปตามกฎ $2n^2$ แต่ในระดับพลังงานที่ 5 เป็นต้นไปจะมีจำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดไม่เกิน 32 อิเล็กตรอน ทำให้เราได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสอีกประการหนึ่ง คือ จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดตั้งแต่ระดับพลังงานที่ 4 ขึ้นไปมีจำนวน 32 อิเล็กตรอน

กรอบที่ 23 เมื่อพิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับระดับพลังงานย่อยทำให้เราสามารถอธิบายลักษณะของการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในอะตอมของ ธาตุได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้การพิจารณาลักษณะการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสสามารถทำได้ โดยพิจารณาให้อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานย่อยในระดับพลังงานที่มีค่าพลังงานต่ำไปยังระดับพลังงานที่มีค่าพลังงานสูง โดยจากการศึกษาสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^{10}$	$4p^6$	$5s^2$	$4d^{10}$	$5p^6$	$6s^2$	$4f^{14}$	$5d^{10}$	$6p^6$
$7s^2$	$5f^{14}$	$6d^{10}$	$7p^6$	$6f^{14}$	$7d^{10}$	$7f^{14}$								



กรอบที่ 24 ภาพต่อไปนี้แสดงลำดับของระดับพลังงานย่อยจากระดับพลังงานต่ำไประดับพลังงานสูง ทั้งนี้ เพื่อช่วยในการจดจำ



กรอบที่ 25 ตัวอย่าง ธาตุซีเซียม (Cs) มีอิเล็กตรอน 55 อิเล็กตรอน เมื่อพิจารณาจากการศึกษา

2	2	6	2	6	2	10	6	2	10	6	1	= 55
1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d	4p	5s	4d	5p	6s	

ระดับพลังงานย่อยจะสามารถจัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้

ดังนั้นการจัดเรียง

อิเล็กตรอนของ

ซีเซียมจึงเป็น

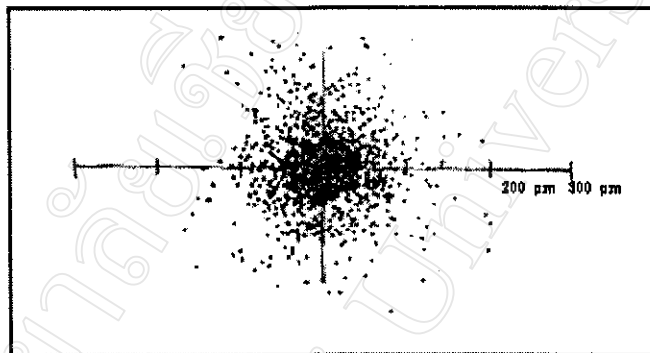
2 8 18 18 8 1

ระดับพลังงานที่ 1 มี	$1s^2$	รวม	2 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงานที่ 2 มี	$2s^2 2p^6$	รวม	8 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงานที่ 3 มี	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	รวม	18 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงานที่ 4 มี	$4s^2 4p^6 4d^{10}$	รวม	18 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงานที่ 5 มี	$5s^2 5p^6$	รวม	8 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงานที่ 6 มี	$6s^1$	รวม	1 อิเล็กตรอน

กรอบที่ 26 จากความรู้ที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่า แบบจำลองอะตอมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ เพราะมีการทดลองแล้วได้ข้อมูลเพิ่มเติมทำให้ต้องเปลี่ยนรูปร่างของแบบจำลองอะตอมไปตามข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองแทบทั้งสิ้น ซึ่งแบบจำลองอะตอมของโบร์เป็นแบบจำลองอะตอมที่ยอมรับกันอยู่นานถึง 12 ปี แต่ก็ยังปรากฏมีข้อบกพร่องตรงที่แบบจำลอง อะตอมของโบร์ไม่สามารถอธิบายอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอนได้ (อธิบายได้แต่เฉพาะอะตอม ที่มีอิเล็กตรอนตัวเดียวคืออะตอมของไฮโดรเจน) แล้วแบบจำลองอะตอมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เป็นอย่างไรกันแน่นะ

กรอบที่ 27 จากการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นการยืนยันได้ว่า อิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสไม่ได้เคลื่อนที่เป็นวงดังที่ โบร์ได้เสนอไว้ ทั้งนี้อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไปรอบ ๆ นิวเคลียสเป็นรูปทรงกลมหรือรูปอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับพลังงาน ของอิเล็กตรอน และยังได้ใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมสร้างสมการ ขึ้นเพื่อคำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ โดยแบบจำลองอะตอมนี้ สามารถอธิบายเส้นสเปกตรัมของธาตุได้อย่างกว้างขวางกว่าแบบจำลองอะตอมของโบร์

กรอบที่ 28 แบบจำลองอะตอมที่กล่าวมานี้ เราเรียกว่า แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งอธิบายได้ว่า บริเวณใดที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนได้มากก็จะเป็นบริเวณที่มีหมอกหนาที่บ ส่วนบริเวณที่มีโอกาสในการพบอิเล็กตรอนได้น้อยก็จะมีลักษณะเป็นกลุ่มหมอกที่จางดังภาพ แสดงแบบจำลองอะตอมของ ไฮโดรเจนอะตอม



รูปกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนอะตอม

กรอบที่ 29 ในปัจจุบันนี้โครงสร้างอะตอมตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก สามารถนำไปใช้อธิบายสมบัติต่าง ๆ ของอะตอมได้มาก แต่ทั้งนี้ไม่ใช่ข้อยุติในการศึกษาทดลอง เพราะเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่านักวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดไป ดังนั้นในอนาคตจึงอาจมีแบบจำลองอะตอมแบบใหม่ที่ใช้อธิบายโครงสร้างอะตอมได้เหมาะสมและดีกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันก็ได้

ตอนนี้จบบทเรียนในหน่วยที่ 6 แล้วนะครั้นต่อไปจะเป็นการทดสอบความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนในบทเรียนครั้นตั้งใจและพยายามทำให้ดีครับเพราะถ้าไม่ผ่านนักเรียนต้องกลับมาเรียนบทเรียนในหน่วยที่ 6 นี้ใหม่อีกครั้งนะครั้น... โชคดีครับ

ภาคผนวก ข
แสดงประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องโครงสร้างอะตอม
ที่ลองใช้กับนักเรียนจำนวน 10 คน

ตาราง 5 แสดงค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม หน่วยที่ 1-6 และประสิทธิภาพเฉลี่ยของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 6 หน่วย โดยได้จากการลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก จำนวน 10 คน

หน่วยที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ
	ระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ	หลังเรียน คิดเป็นร้อยละ
1	91.00	91.00
2	90.67	89.33
3	92.00	91.00
4	92.00	90.00
5	93.00	93.00
6	94.00	92.00
คะแนนเฉลี่ย	92.11	91.05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	นายศักดิ์นันท์ นิมตระกูล
วัน เดือน ปีเกิด	21 เมษายน 2515
ที่อยู่ปัจจุบัน	132 หมู่ 1 (บ้านฟ้าม่วย) ต.หนองจ่อม อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50210
วุฒิการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกการสอนวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2536