เคมีทั่วไป

General Chemistry

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด

Asst. Prof. Thanyapan Hobanthad

1

1

Outline

ก่อนกลางภาค

- สสารและการเปลี่ยนแปลง
- โครงสร้างอะตอม
- ตารางพิริออดิก
- พันธะเคมี
- ปริมาณสัมพันธ์

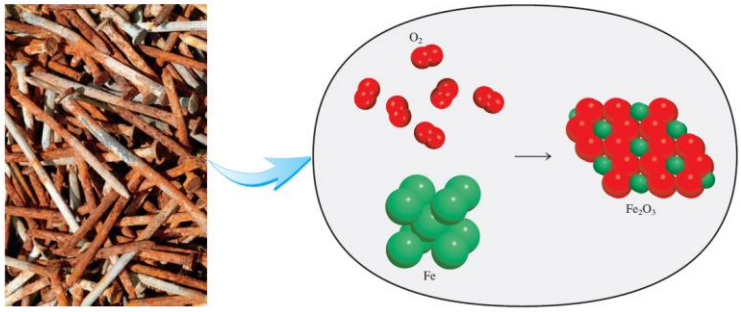
หลังกลางภาค

- สารละลาย
- สมดุลเคมี
- สมดุลกรด-เบส
- และแก๊ส

2

2

บทที่ 1
สสาร และการเปลี่ยนแปลง



ที่มา : Chang, R. (2010 : 41)

3

3

สมบัติของสสาร

สาร (substance) คือ สิ่งที่มีรูปร่าง มีมวล ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้

สมบัติของสาร หมายถึง ลักษณะของสารนั้นๆซึ่งจะทำให้บอกได้ว่าเป็นสารใด สมบัติของสาร ได้แก่ เนื้อสาร องค์ประกอบ สถานะ การนำไฟฟ้า ฯลฯ

สมบัติของสารแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. สมบัติทางกายภาพ คือ สมบัติที่สังเกตเห็นได้หรือทดลองด้วยวิธีง่ายๆได้ เช่น สี กลิ่น รส จุดเดือด จุดหลอมเหลว สถานะ การนำไฟฟ้า ความแข็ง เป็นต้น

2. สมบัติทางเคมี คือ สมบัติที่ทราบได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือ สมบัติเฉพาะตัวของสารที่เกี่ยวข้องกับ การเกิดปฏิกิริยาเคมีนั่นเอง เช่น ความเป็นกรด-เบส การลุกติดไฟ การสลายตัวให้สารใหม่ เป็นต้น

4

4

สมบัติของสสาร

การเปลี่ยนแปลงของสาร

ถ้าเรานำสมบัติของสารมาเป็นเกณฑ์ ก็จะสามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงของสารได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้สมบัติทางกายภาพของสารเปลี่ยนไป เช่น การเปลี่ยนสถานะ การเปลี่ยนขนาด ซึ่งองค์ประกอบภายในจะยังคงเหมือนเดิม เช่น การละลายของน้ำแข็ง การระเหยของแอลกอฮอล์ การระเหิดของน้ำแข็งแห้ง

2.การเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้สมบัติทางเคมีของสารเปลี่ยนไป หรือ การเปลี่ยนไปเป็นสารใหม่นั่นเอง เช่น การเกิดสนิมเหล็ก การเผาไหม้ของน้ำมัน

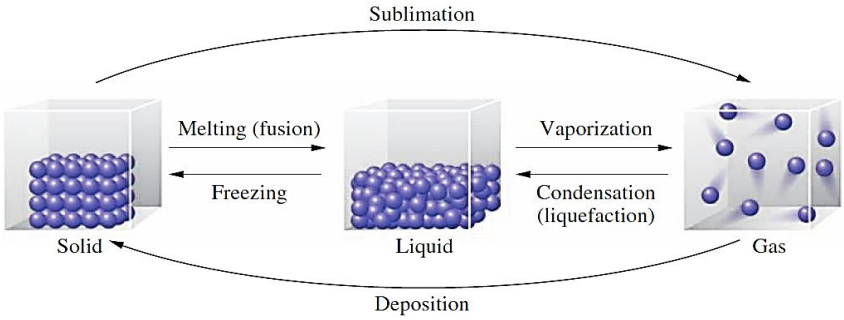
*สิ่งที่บ่งบอกว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ได้แก่ การเปลี่ยนสี การเกิดตะกอน การเกิดควัน มีแสงสว่าง

ที่มา : Chang, R. (2010 : 41, 35)

5

สมบัติของสสาร

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น **การเปลี่ยนสถานะ**



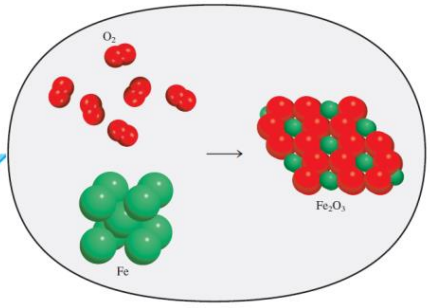
ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D. (2007 : 422)

ที่มา : Key, J.A and David Bal, D. W. (2014 : 20).

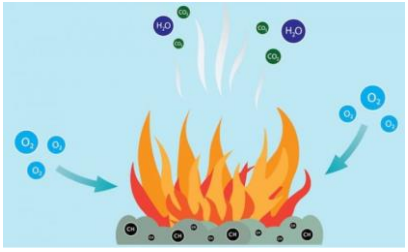
6

สมบัติของสสาร

2.การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเกิดสนิมเหล็ก การเผาไหม้



ที่มา : Chang, R. (2010 : 41)



ที่มา : https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/conectandoima/2020/01/24/211/

7

7

การจัดจำแนกของสาร

สารในทางเคมี จำแนกหมวดหมู่ได้เป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้หลักเกณฑ์ใดมาเป็นแนวทางในการพิจารณา เช่น

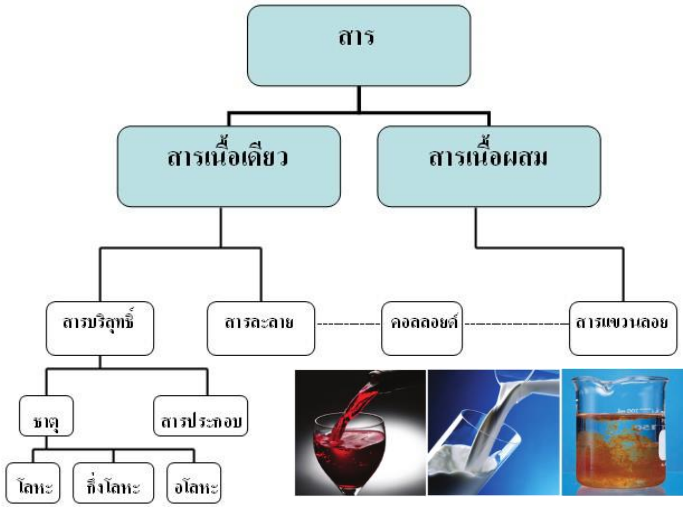
- แบ่งตามเนื้อของสาร
- แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี
- แบ่งตามสถานะ

8

8

การจัดจำแนกของสาร

การจัดจำแนกของสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์



9

ที่มา: McMurry, J., et al. (2010: 256) ; Zumdahl, S. S. and Zumdahl, S. A. (2007 : 145)

9

การจัดจำแนกของสาร

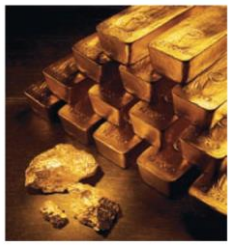
สารเนื้อเดียว

1. สารเนื้อเดียว (Homogeneous substance)

สารที่มีองค์ประกอบภายในเหมือนกัน มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน แบ่งออกได้เป็น

- สารบริสุทธิ์ (Pure Substances) หมายถึง สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบอย่างเดียวกัน น้ำกลั่น เหล็ก ทองคำ ทองแดง สังกะสี แก๊สออกซิเจน และแก๊สไนโตรเจน เป็นต้น

- สารละลาย หมายถึง สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบที่ประกอบด้วยตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ตัวอย่างเช่น น้ำเกลือ น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม เป็นต้น



Gold

10

ที่มา: Bauer, R. C., Birk. J. P. and Marks, P.S.. (2013 :25, 36)

10

สารเนื้อผสม

2. สารเนื้อผสม (Heterogenous substance) หรือของผสมเนื้อผสม

หมายถึง สารที่ประกอบด้วย 2 สารขึ้นไปมาผสมกัน มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่บริสุทธิ์ ทุกๆ ส่วนมีสมบัติที่ไม่เหมือนกัน โดยแต่ละส่วนนั้นยังมีสมบัติของสารเดิมเหลืออยู่ ตัวอย่างเช่น พริกผสมเกลือ ดิน คอนกรีต เป็นต้น

ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D. (2007 : 53)

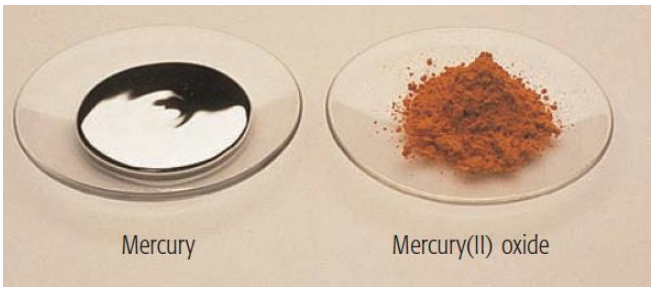
11

11

สารบริสุทธิ์

สารบริสุทธิ์

หมายถึง สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเพียงสารชนิดเดียว อาจเป็น ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ก็ได้ ซึ่งยังแบ่งย่อยได้เป็น**ธาตุ** และ**สารประกอบ** ตัวอย่างสารบริสุทธิ์ เช่น เหล็ก ทองแดง น้ำ น้ำตาล



ที่มา: Bauer, R. C., Birk. J. P. and Marks, P.S.. (2013 :48)

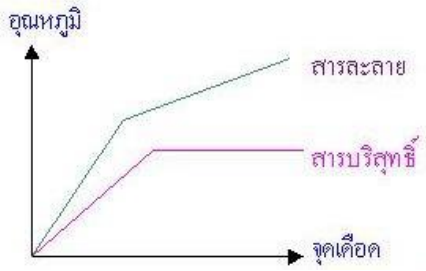
12

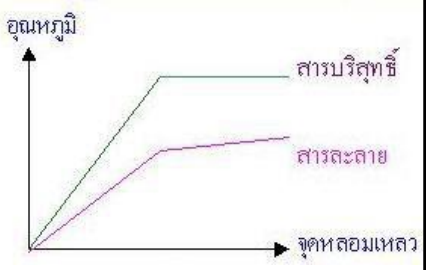
12

การจัดจำแนกของสาร

สมบัติของสารบริสุทธิ์

จุดเดือด จุดหลอมเหลว คงที่



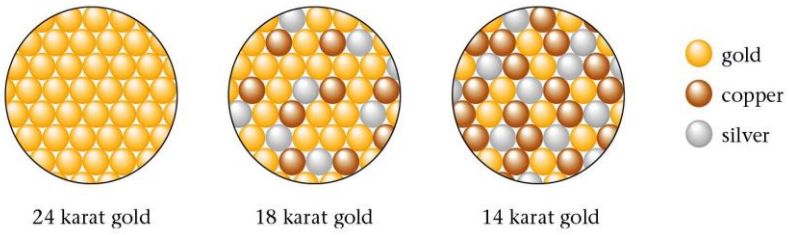


13

การจัดจำแนกของสาร

สารละลาย

สารผสมเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกัน ที่มี**ตัวถูกละลาย**และ**ตัวทำละลาย**

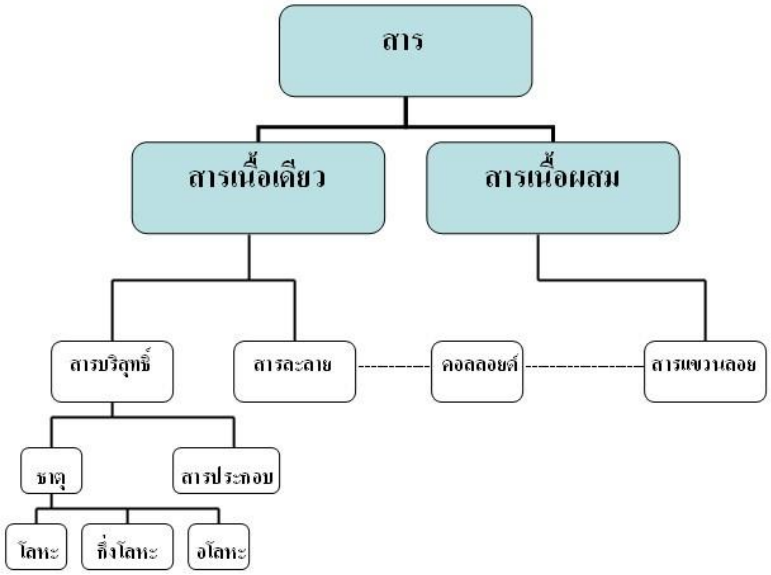


ทอง 24 K เป็นธาตุ ทอง 18 K และ 14 K เป็นสารละลาย

14

14

การจัดจำแนกของสาร



15

15

การจัดจำแนกของสาร

Which of the following pictures represent pure substances?

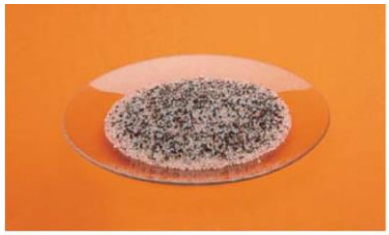
16

ที่มา: Bauer, R. C., Birk. J. P. and Marks, P.S.. (2013 :29)

16

การจัดจำแนกของสาร

Which of the following pictures represent pure substances?



Gold bars.

Mercury.

17

ที่มา: Chang, R. (2010 :8, 11, 19)

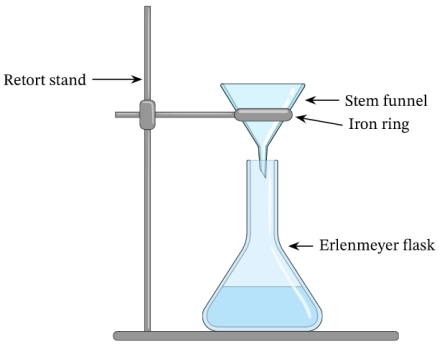
17

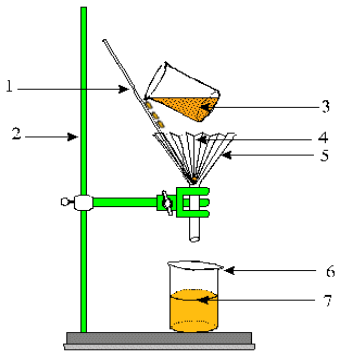
การแยกสาร

การแยกสาร

เป็นวิธีทำให้สารบริสุทธิ์ แต่ละวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสารที่มาผสมกัน

1. การกรอง : ของแข็ง – ของเหลว เช่น สารแขวนลอยต่าง ๆ





18

https://www.nagwa.com/en/explainers/429179270853/

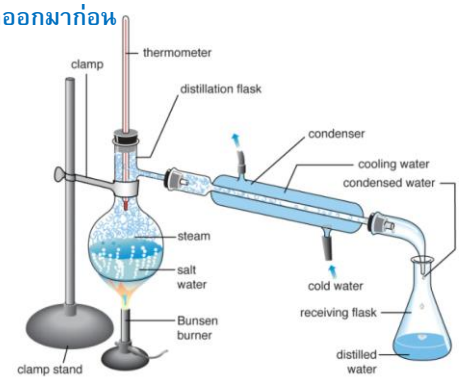
18

การแยกสาร

2. การกลั่น (Distillation)

เป็นการทำของเหลวให้บริสุทธิ์ ใช้แยกของเหลวหรือของแข็งกับของเหลวที่ผสมกันเป็นสารละลายเนื้อเดียวออกจากกัน

โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือด ให้ของเหลวได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ แล้วทำให้ควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีก ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำจะกลายเป็นไอแยกออกมาก่อน



https://www.britannica.com/summary/distillation

19

19

การแยกสาร

การกลั่นแบบธรรมดา หรือการกลั่นอย่างง่าย ใช้แยกของเหลวทที่มีจุดเดือดต่างกันมาก ๆ ออกจากกัน หรือเป็นวิธีการที่ใช้กลั่นแยกสารที่ระเหยง่ายซึ่งปนอยู่กับสารที่ระเหยยาก การกลั่นธรรมดานี้จะใช้แยกสารของตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีจุดเดือดต่างกันตั้งแต่ 80 องศาเซลเซียส ขึ้นไป

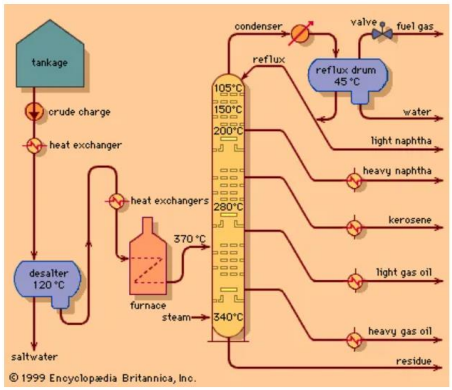
ที่มา : https://www.thoughtco.com/what-is-distillation-601964

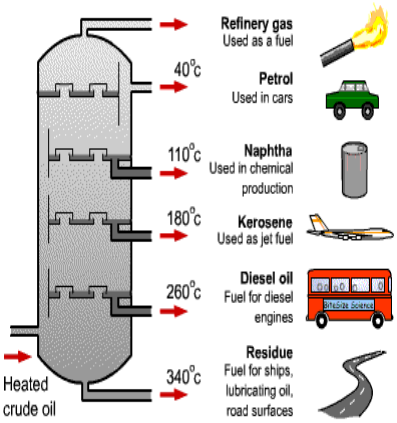
20

20

การแยกสาร

การกลั่นลำดับส่วน เป็นวิธีการแยกของเหลวที่สามารถระเหยได้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันหรือของเหลวผสมของตัวทำละลายและตัวถูกละลายเป็นสารระเหยง่ายเหมือนกัน





21

https://www.britannica.com/summary/distillation

21

การแยกสาร

3. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Extraction)

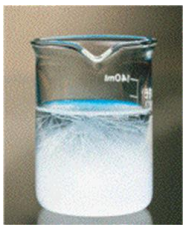
ใช้ตัวทำละลายไปทำละลายสารตัวอย่างที่ต้องการออกมา

- ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
- ละลายสารที่ต้องการได้ดี
- ไม่ทำละลายสิ่งเจือปนอื่น ๆ
- ต้องแยกจากสารละลายได้ง่ายเพื่อนำไปใช้ใหม่

22

4. การตกผลึก

ใช้แยกสารเนื้อเดียวที่เป็นของแข็ง โดยอาศัยหลักการละลายที่ต่างกัน โดยสารที่ต้องการแยกและไม่ต้องการแยกจะต้องละลายได้ในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่ต้องมีความสามารถในการละลายต่างกัน โดยสารที่ละลายได้น้อยกว่าจะตกผลึกออกมาก่อน เช่นเกลือแกงกับแนฟทาลีน



23

5. โครมาโตกราฟี (chromatography)

หลักการของโครมาโตกราฟีคืออาศัยความสามารถในการดูดซับของสารกับตัวดูดซับที่เป็นเฟสคงที่ (stationary phase) กับความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่(mobile phase) ซึ่งเราเรียกว่าตัวชะ (eluent) ได้ต่างกัน

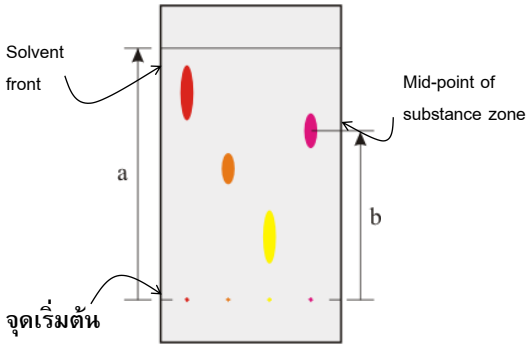
ใช้แยกสารเนื้อเดียวได้ทุกชนิด ที่มีความเป็นขั้วแตกต่างกัน โครมาโตกราฟสามารถใช้เป็นทั้งเครื่องมือตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารอินทรีย์ เบื้องต้นโดยเปรียบเทียบค่า Rf ซึ่งเป็นค่าเฉพาะตัวของสาร หรือใช้ในการแยกสาร เพื่อทำให้สารบริสุทธิ์

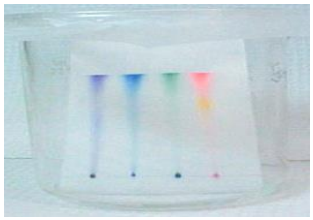
ค่า R_f (Retardation factor) = ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ / ระยะทางที่ตัวชะเคลื่อนที่

24

การแยกสาร

R_f (Retardation factor)





$$R_f = \frac{b}{a}$$

ค่า R_f (Retardation factor) = ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ / ระยะทางที่ตัวชะเคลื่อนที่

25

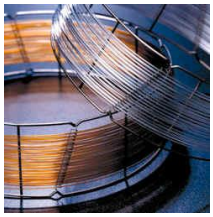
การแยกสาร

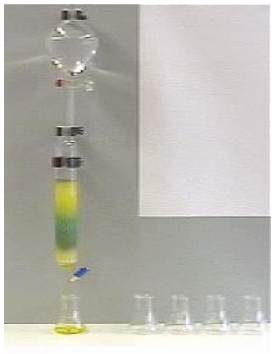
5. โครมาโตกราฟี (chromatography)

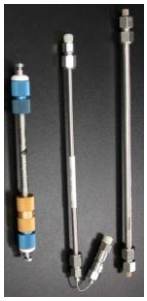
26

26

คอลัมน์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในโครมาโทกราฟี







แสดงคอลัมโครมาโทกราฟีชนิดต่าง ๆ

27

แบบฝึกหัด การแยกสาร

นำเทคนิคการแยกสาร ดังต่อไปนี้ ตอบข้อ 1-10

การกลั่น การกรอง การตกผลึก การสกัดด้วยตัวทำละลาย โครมาโทกราฟี

1. การแยกสารสีเหลืองออกจากขมิ้น ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
2. การแยกสารเจือปนที่เป็นของแข็งติดอยู่ในของแข็งออกมาได้ง่ายที่สุด (เกลือผสมในก้อนกรวด) ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
3. การแยกเกลือออกจากน้ำทะเล ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
4. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากมะกรูด ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
5. การแยกน้ำทะเลให้ได้น้ำจืด ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
6. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากยูคาลิปตัส ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
7. การแยกน้ำจากน้ำคลอง ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
8. การแยกแนฟทาลีน (ลูกเหม็น) และน้ำออกจากกัน ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
9. การแยกสีผสมในลูกกวาด ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....
10. การแยกน้ำมันดิบ ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....

28

28

เฉลยแบบฝึกหัด

การแยกสาร

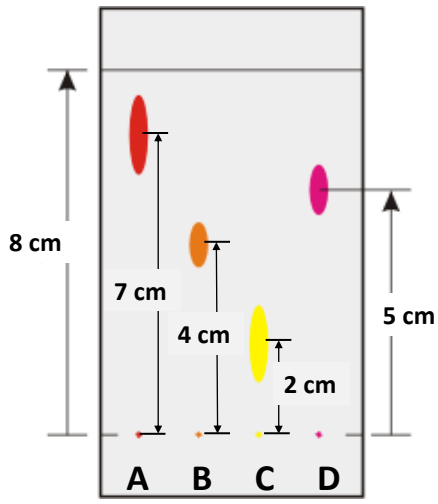
นำเทคนิคการแยกสาร ดังต่อไปนี้ ตอบข้อ 3-5

การกลั่น การกรอง การตกผลึก การสกัดด้วยตัวทำละลาย โครมาโทกราฟี

1. การแยกสารสีเหลืองออกจากขมิ้น ควรใช้เทคนิคใดในการแยก..... การสกัดด้วยตัวทำละลาย .....
2. การแยกสารเจือปนที่เป็นของแข็งติดอยู่ในของแข็งออกมาได้ง่ายที่สุด (เกลือผสมในก้อนกรวด) ควรใช้เทคนิคใดในการแยก .....การกรอง.....
3. การแยกเกลือออกจากน้ำทะเล ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....การตกผลึก.....
4. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากมะกรูด ควรใช้เทคนิคใดในการแยก..... การสกัดด้วยตัวทำละลาย .....
5. การแยกน้ำทะเลให้ได้น้ำจืด ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....การกลั่น.....
6. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากยูคาลิปตัส ควรใช้เทคนิคใดในการแยก..... การสกัดด้วยตัวทำละลาย .....
7. การแยกน้ำจากน้ำคลอง ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....การกรอง.....
8. การแยกแนฟทาลีน (ลูกเหม็น) และน้ำออกจากกัน ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....การกรอง.....
9. การแยกสีผสมในลูกกวาด ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....โครมาโทกราฟี.....
10. การแยกน้ำมันดิบ ควรใช้เทคนิคใดในการแยก.....การกลั่น.....

29

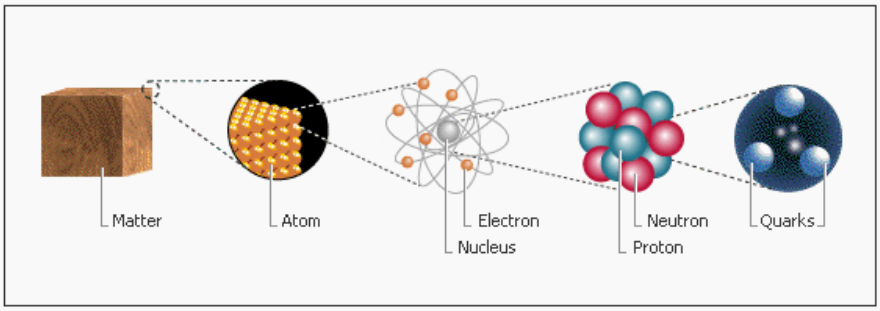
29



30

30

บทที่2
โครงสร้างอะตอม



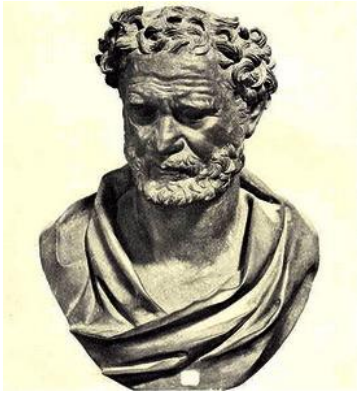
31

เนื้อหา (Outline)

1. ทฤษฎีอะตอม
2. โครงสร้างของอะตอม
   - ดอลตัน (John Dalton)
   - ทอมสัน (Joseph John Thomson)
   - รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford)
3. อนุภาคในอะตอม
4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์
5. แบบจำลองอะตอมของตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม
6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม
   โครงแบบอิเล็กตรอน (Electron configuration)

32

1.ทฤษฎีอะตอม



"สสารทั้งหมดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กมากไม่สามารถแบ่งแยกออกไปได้อีกซึ่งเขาเรียกว่า **อะตอม (atom)** แปลว่าไม่สามารถตัดหรือแบ่งแยกต่อไปได้อีก"

แม้ว่านักปราชญ์ในยุคนั้นหลายคน จะไม่ยอมรับ แต่ความคิดของเดโมคริตุสก็ยังคงแพร่หลายตลอดหลายศตวรรษ

ที่มา : https://chadchavan8045.wordpress.com/

33

2.โครงสร้างของอะตอม

ดอลตัน (John Dalton)

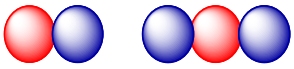
จอห์น ดอลตัน (1766-1844)

1) ธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กมากเรียกว่า **อะตอม**

2) อะตอมทุกอะตอมของธาตุหนึ่ง ๆ มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ

3) ปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวข้องกับการแยก การรวม หรือการจัดอะตอมใหม่เท่านั้น ไม่มีการสร้างหรือทำลายอะตอม

4) สารประกอบ ประกอบด้วยอะตอมของธาตุโดยอัตราส่วนจำนวนอะตอมของธาตุ จะเป็นเลขจำนวนลงตัวน้อยๆ



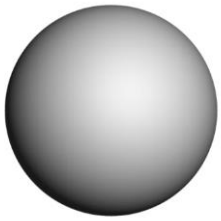
$\frac{N}{O} = \frac{1}{1}$ $\frac{N}{O} = \frac{1}{2}$

ที่มา: Kotz, J. C., Treiche, P. M.I and Townsend, J. R. (2010 : 340)

34

2.โครงสร้างของอะตอม

ดอลตัน (John Dalton)



และดอลตันมองภาพว่าอะตอมเป็นอนุภาค ที่เป็นของแข็งทรงกลม คล้ายกับลูกสนุกเกอร์

แต่จากการทดลองที่เริ่มในช่วงปี ค.ศ. 1850 ต่อมาจนถึงศตวรรษที่ 20 ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า อะตอมยังมีโครงสร้างภายในอีก นั่นคือ อะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กลงไปอีก

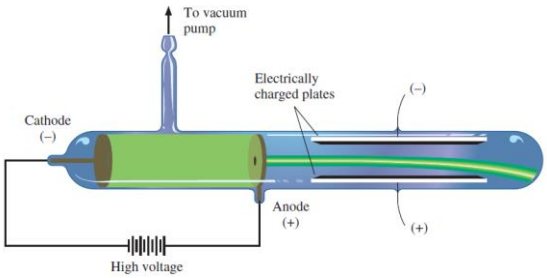
ที่มา: Kotz, J. C., Treiche, P. M.I and Townsend, J. R. (2010 : 340)

35

2.โครงสร้างของอะตอม

ทอมสัน (Joseph John Thomson)

โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (1856-1940)



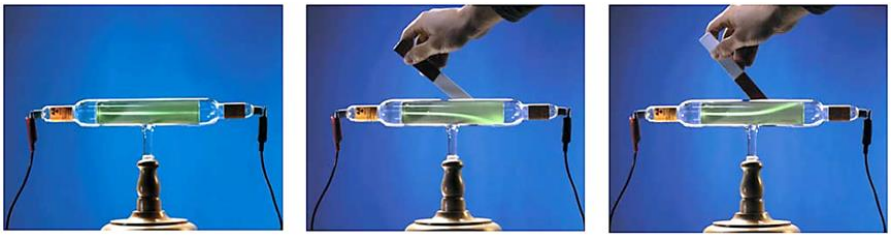
ทอมสันพบว่ามีรังสีชนิดหนึ่งพุ่งเป็นเส้นตรงจากขั้วแคโทด (ขั้วลบ) ไปยังขั้วแอโนด (ขั้วบวก) เรียกรังสีนี้ว่า *รังสีแคโทด*

ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D. (2007 : 45)

36

2.โครงสร้างของอะตอม

ทอมสัน (Joseph John Thomson)



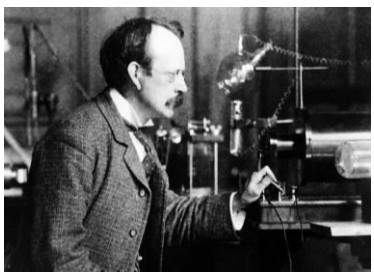
จากทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าบอกเราว่า วัตถุที่มีประจุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีสมบัติเหมือนแม่เหล็ก เมื่อรังสีแคโทดถูกดูดโดยแผ่นที่มีประจุบวกและผลักโดยแผ่นที่มีประจุลบ นั้นจึงน่าจะประกอบด้วย **อนุภาคที่มีประจุลบ**

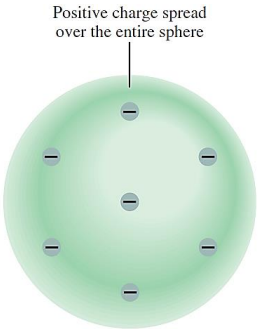
ที่มา : Chang, R. (2010 : 45)

37

2.โครงสร้างของอะตอม

ทอมสัน (Joseph John Thomson)





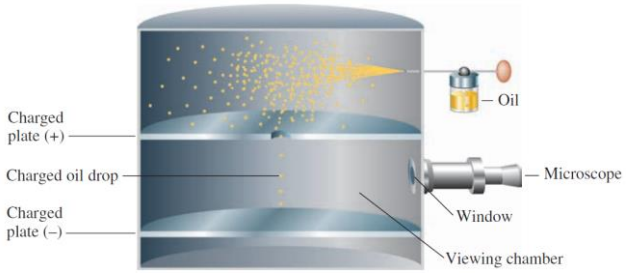
อะตอมเป็นทรงกลมประกอบด้วยอนุภาคประจุบวก แล้วมีอิเล็กตรอนฝังอยู่ตามที่ต่าง ๆ เต็มไปหมดเพื่อให้สมบัติทางไฟฟ้าเป็นกลาง หรือที่เรียกว่า **Thomson's plum pudding model** โดยเปรียบ ว่ากลุ่มประจุบวกเป็นเนื้อพุดดิ้ง และลูกพลัมในเนื้อพุดดิ้งคือ อิเล็กตรอน

ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D. (2007 : 45) และ Chang, R. (2010 : 46)

38

2.โครงสร้างของอะตอม

ทอมสัน (Joseph John Thomson)



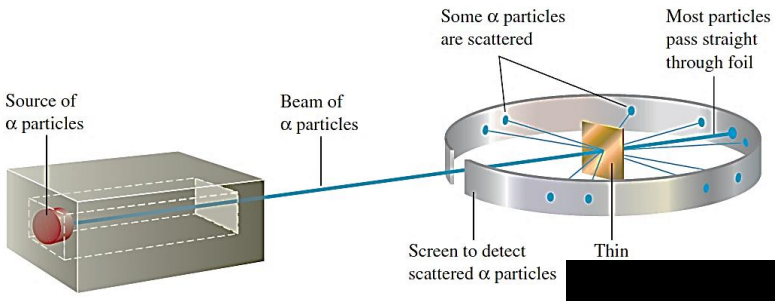
ในปี ค.ศ. 1909 อาร์ เอ มิลลิแกน (R.A. Millikan) สามารถหาค่าประจุของอิเล็กตรอนได้ มีค่า -1.60×10^{-19} คูลอมบ์ และจากอัตราส่วนประจุต่อมวล เราจึงสามารถคำนวณน้ำหนักของอิเล็กตรอนได้ 9.11 x 10-31 กิโลกรัม ซึ่งปรากฏว่าเบากว่าอะตอมที่เล็กที่สุดคือ ไฮโดรเจนอะตอม ถึง 1/2000 เท่า

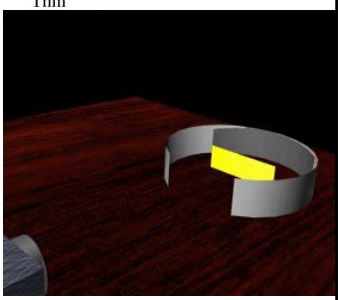
ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D. (2007 : 46)

39

2.โครงสร้างของอะตอม

รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford)





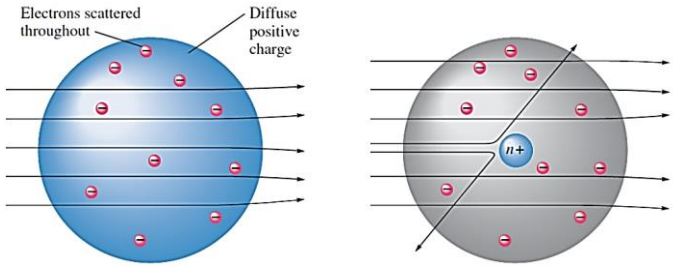
การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด อนุภาคส่วนใหญ่จะทะลุผ่านแผ่นโลหะโดยไม่เบี่ยงเบนเลย เพียงเล็กน้อยนาน ๆ จึงมีอนุภาคที่เบี่ยงทำมุมกว้าง บางครั้งมีอนุภาคที่สะท้อนกลับทางเดิมด้วยซ้ำ

ที่มา : Zumdahl, S. S. and Zumdahl, S. A. (2007 : 49)

40

2.โครงสร้างของอะตอม

รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford)



เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด กับแบบจำลองอะตอมของทอมสัน พบว่าหากอะตอมเป็นไปตามแบบจำลองอะตอมของทอมสันจริง

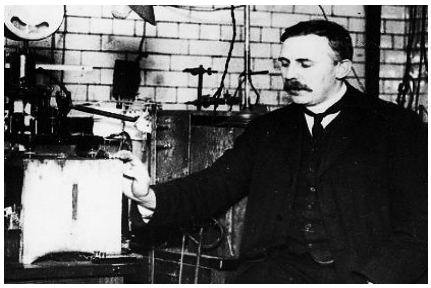
ผลการทดลองที่ควรจะเป็นคืออนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกควรทะลุผ่านอะตอมได้ทั้งหมดโดยไม่เบี่ยงเบน

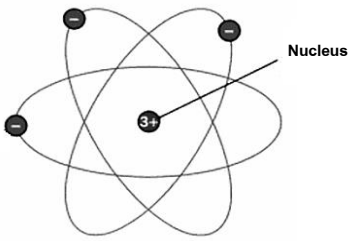
ที่มา : Zumdahl, S. S. and Zumdahl, S. A. (2007 : 49)

41

2.โครงสร้างของอะตอม

รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford)





รัทเทอร์ฟอร์ดจึงเสนอแบบจำลองใหม่ว่า ประจุบวกของอะตอมทั้งหมดรวมกันอยู่แน่นที่ใจกลางอะตอม ซึ่งเขาเรียกว่า นิวเคลียส (nucleus) ส่วนอิเล็กตรอนที่มีประจุลบจะโคจรรอบนิวเคลียสด้วยความเร็วสูง

ที่มา : Zumdahl, S. S. and Zumdahl, S. A. (2007 : 48) และ Ryan, L. (2000 : 9)

42

3. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

เจม แชดวิค ในปี ค.ศ.1932 เมื่อแชดวิคยิงอนุภาคแอลฟา ไปที่แผ่นบางของเบริลเลียม โลหะจะปล่อยรังสีพลังงานสูงคล้ายรังสีแกมมา การทดลองต่อมาแสดงว่า รังสีนั้นประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มีมวลมากกว่ามวลโปรตอนเล็กน้อยแชดวิคตั้งชื่ออนุภาคนั้นว่า **นิวตรอน (neutron)**

อนุภาค	สัญลักษณ์	มวล (g)	ประจุ	ชนิดของประจุ
โปรตอน	p	1.673×10^{-24}	1.602×10^{-19}	+1
นิวตรอน	n	1.675×10^{-24}	-	0
อิเล็กตรอน	e	9.110×10^{-28}	1.602×10^{-19}	-1

43

3. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

สัญลักษณ์นิวเคลียร์

จำนวนโปรตอน + นิวตรอน

เลขมวล → A

X ← สัญลักษณ์อะตอม

เลขอะตอม → Z

จำนวนโปรตอน

= จำนวนอิเล็กตรอน (ในภาวะเป็นกลาง)

❒ สัญลักษณ์นิวเคลียร์

$^{23}_{11}Na$

Na มีเลขมวล (จำนวนโปรตอนรวมกับนิวตรอน) = 23

มีจำนวนโปรตอน = 11

มีจำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตอน = 11

มีจำนวนนิวตรอน = 23 – 11 = 12

44

3. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

$^{16}_{8}O$

O มีเลขมวล =
มีจำนวนโปรตอน =
มีจำนวนอิเล็กตรอน =
มีจำนวนนิวตรอน =

O^{2-}

O^{2-} มีเลขมวล =
มีจำนวนโปรตอน =
มีจำนวนอิเล็กตรอน =
มีจำนวนนิวตรอน =

Na^{+}

Na^{+} มีเลขมวล =
มีจำนวนโปรตอน =
มีจำนวนอิเล็กตรอน =
มีจำนวนนิวตรอน =

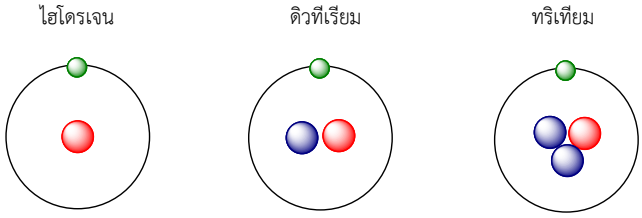
ทำไมอิเล็กตรอนจึงหายไป ทำไมจึงมีโปรตอนเพิ่มแทนไม่ได้?

45

3. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

ไอโซโทป (isotope)

คือ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน



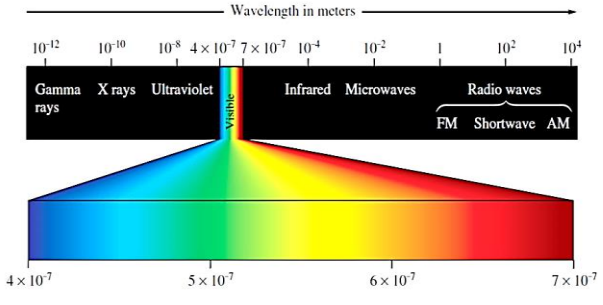
โปรตรอน	1	1	1
นิวตรอน	0	1	2
สัญลักษณ์	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$

ที่มา : วาดโดยธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด ดัดแปลงจาก Ryan, L. and Norris, R. (2014 : 29)

46

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์

สเปกตรัมการเปล่งแสง



คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีสมบัติเป็นอนุภาคได้ และเรียกอนุภาคนั้นว่า "โฟตอน"

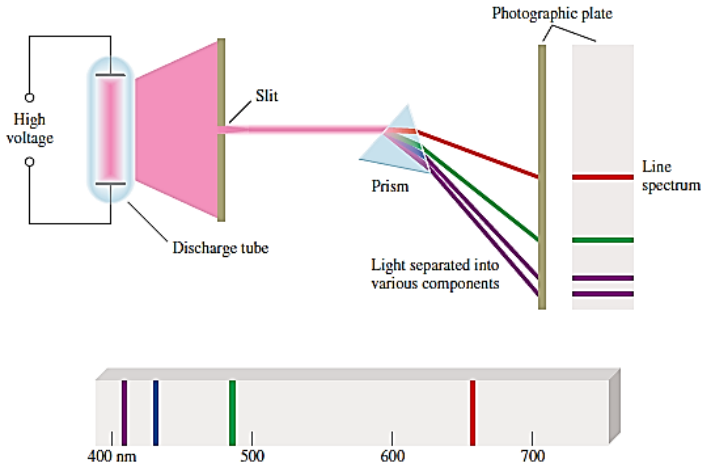
มักซ์ พลังค์ (Max Planck) ได้ศึกษาพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
"พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่นนั้น"

ที่มา : Zumdahl, S. S. and Zumdahl, S. A (2007, 276)

47

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์

สเปกตรัมการเปล่งแสงของไฮโดรเจนอะตอม



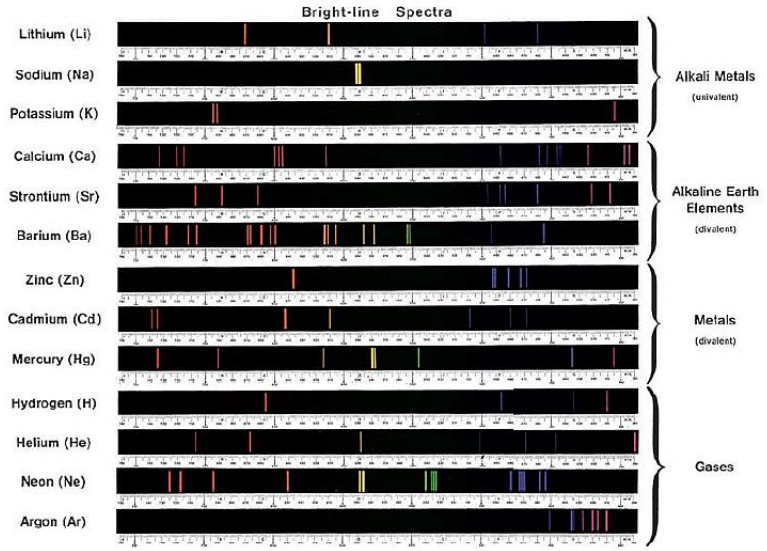
นักวิทยาศาสตร์ใช้ธาตุไฮโดรเจนซึ่งมีเพียงอิเล็กตรอนเดียวเป็นตัวอย่างในการศึกษาการเปล่งแสง

ที่มา : Chang, R. (2010 : 283)

48

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์

สเปกตรัมการเปล่งแสง



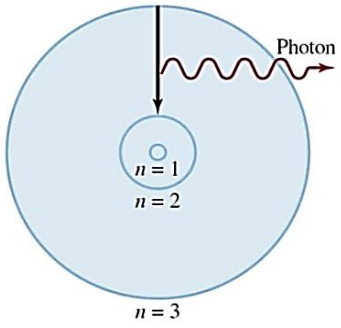
ที่มา : Chang, R. (2010 : 282)

49

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์

สเปกตรัมการเปล่งแสงของไฮโดรเจนอะตอม

นีล โบร์ เสนอว่าอิเล็กตรอนต่าง ๆ ในอะตอมจะมีค่าพลังงานที่คงที่แน่นอนค่าหนึ่ง เมื่อถูกกระตุ้น อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือกระโดดไปอยู่ในชั้นที่มีระดับพลังงานสูงกว่าเดิม และจะตกลงมาพร้อมกับปล่อยพลังงานออกมาซึ่งมีค่าเท่ากับผลต่างของระดับพลังงานทั้งสอง

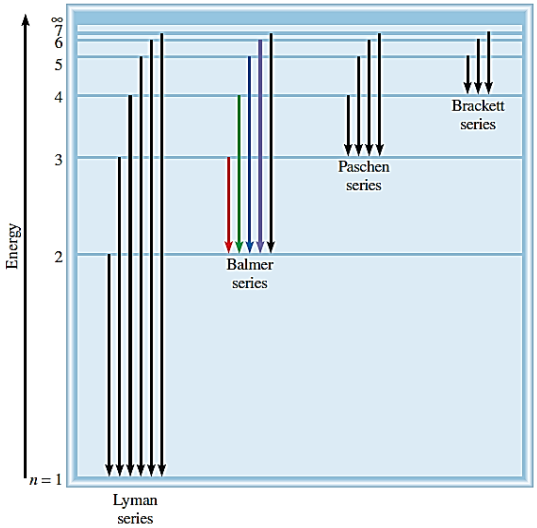


ที่มา : Chang, R. (2010 : 283)

50

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์

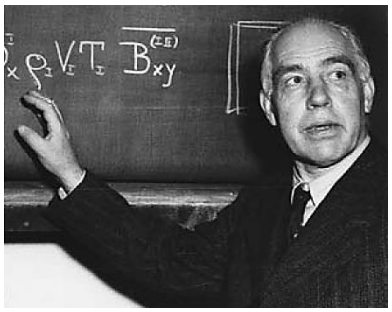
สเปกตรัมการเปล่งแสงของไฮโดรเจนอะตอม



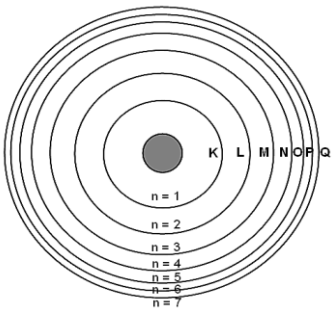
ที่มา : Chang, R. (2010 : 286)

51

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์



นีล โบร์ (1885–1962)



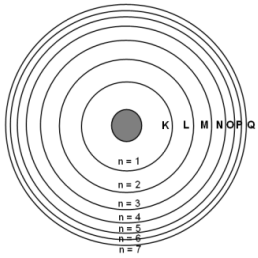
จากสเปกตรัมการเปล่งแสงของไฮโดรเจนอะตอม ดังนั้นในปี ค.ศ. 1931 แบบจำลองอะตอมใหม่ของโบร์จึงเกิดขึ้น โดยโบร์เสนอว่าอิเล็กตรอนจะโคจรอยู่ในระดับพลังงานของมันเองที่มีค่าที่แน่นอน

เรียกว่า เชลล์ หรือระดับชั้น (shell)

ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D.. (2007: 271)

52

4. แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของโบร์



1. อิเล็กตรอนจะอยู่เป็นชั้นๆ แต่ละชั้นเรียกว่า ระดับพลังงาน
2. แต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอน = $2n^2$ (n=1-4)
   - ระดับพลังงาน K (n = 1) 2 e^-
   - ระดับพลังงาน L (n = 2) 8 e^-
   - ระดับพลังงาน M (n = 3) 18 e^-
   - ระดับพลังงาน N (n = 4) 32 e^-
3. อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน
4. อิเล็กตรอนที่อยู่วงในใกล้นิวเคลียสจะเสถียรมาก เพราะประจุบวกจากนิวเคลียสดึงดูดไว้ได้ดี ส่วนอิเล็กตรอนวงนอกถัดมา ความเสถียรจะลดลง เพระนิวเคลียสส่งแรงดึงดูดไปได้น้อย
5. ความห่างของระดับพลังงานจะค่อยๆ ลดลงจากด้านออกมาด้านนอก
6. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนในระดับที่ติดกัน อาจเปลี่ยนข้ามระดับได้

53

5. แบบจำลองอะตอมของตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

- สมมติฐานของเดอบรอยล์ สสารทุกชนิดรวมทั้งอิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งอนุภาคและคลื่น

สมการคลื่น (wave equation) ⇩

- หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก เราไม่สามารถคำนวณหาตำแหน่งและโมเมนตัม ของอิเล็กตรอนได้ถูกต้องทั้งสองค่าในเวลาเดียวกัน

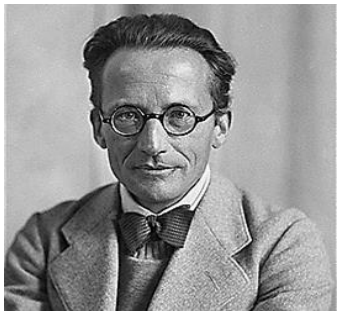
เราจึงวัดได้เพียงโอกาสหรือความน่าจะเป็น (ความหนาแน่นอิเล็กตรอน)

⇩

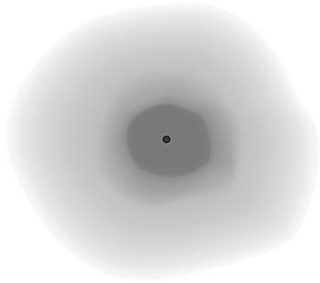
54

5. แบบจำลองอะตอมของตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

อิเล็กตรอนว่ามีการเคลื่อนที่ในบริเวณหนึ่ง ๆ ซึ่งมีรูปร่างต่าง ๆกันในสามมิติรอบนิวเคลียส บริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเรียกว่า
ออร์บิทัล (orbital)



Erwin Shroedinger
(1887 - 1961)

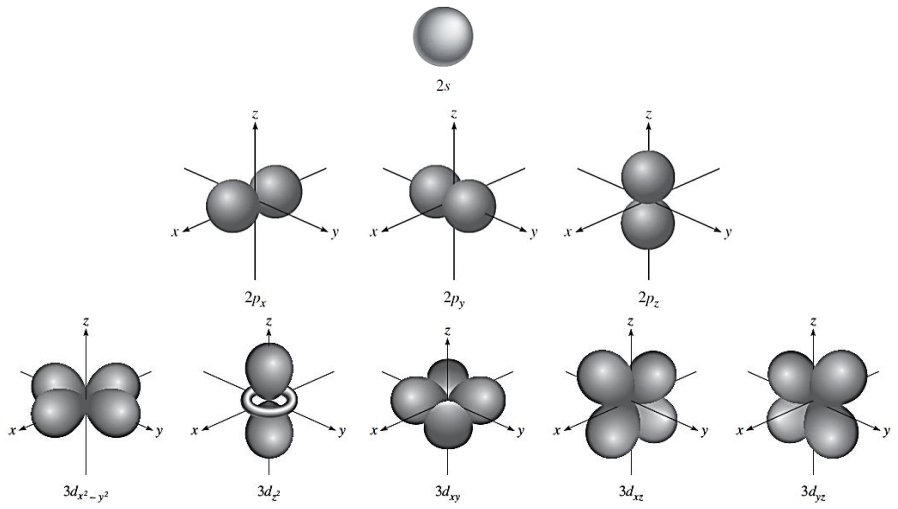


แบบจำลองอะตอม
แบบกลุ่มหมอก

ที่มา : Ebbing, D. D. and Gammon, S. D.. (2007: 271) และ Chang, R. (2010 : 294)

55

5. แบบจำลองอะตอมของตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม



ที่มา : ดัดแปลงจาก Chang, R. (2010 : 298-299)

56

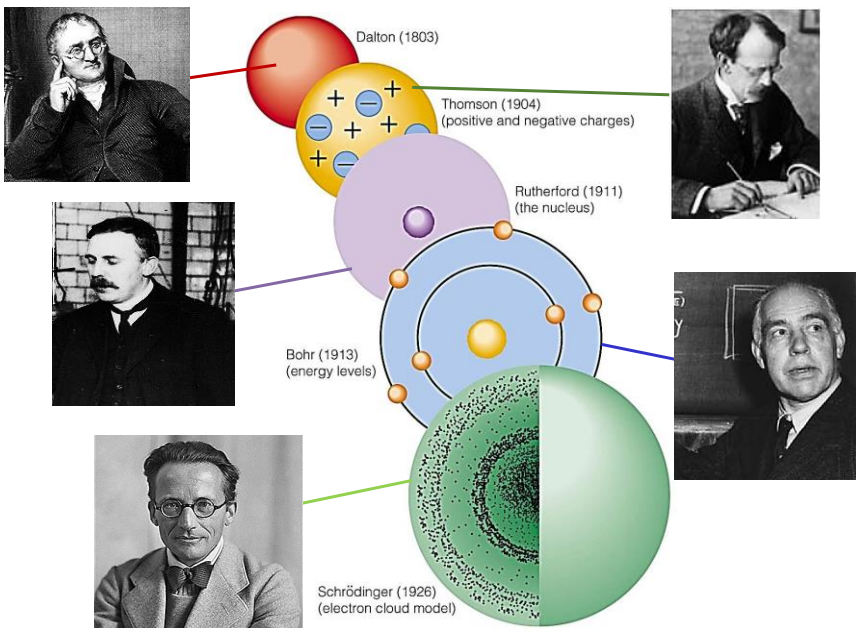
5. แบบจำลองอะตอมของตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

เลขควอนตัม

ระดับพลังงานหลัก (n)	ระดับพลังงานย่อย (ชนิดของออร์บิทัล)	จำนวนอิเล็กตรอน	
1	1s	2 ตัว	2 ตัว
2	2s	2 ตัว	8 ตัว
	2p	6 ตัว	
3	3s	2 ตัว	18 ตัว
	3p	6 ตัว	
	3d	10 ตัว	
4	4s	2 ตัว	32 ตัว
	4p	6 ตัว	
	4d	10 ตัว	
	4f	14 ตัว	

57

สรุปโครงสร้างอะตอม



58

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

การจัดเรียงอิเล็กตรอนของอะตอมบอกถึงการกระจายตัวของอิเล็กตรอนใน ออร์บิทัลอะตอมต่าง ๆ กฎเกณฑ์เบื้องต้นในการจัดเรียงอิเล็กตรอนคือ

อะตอมที่เป็นกลางจำนวนอิเล็กตรอนจะเท่ากับเลขอะตอมเสมอ

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก

$_{7}N$

$_{11}Na$

$_{34}Se$

$_{49}In$

$_{53}I$

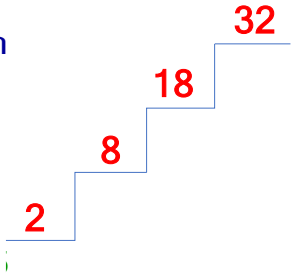
$_{20}Ca$

$_{17}Cl$

$_{33}As$

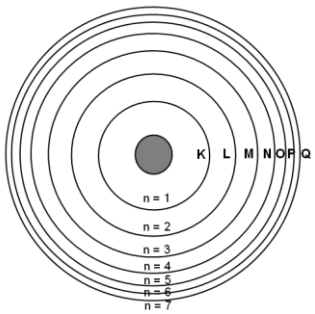
$_{56}Ba$

$_{83}Bi$

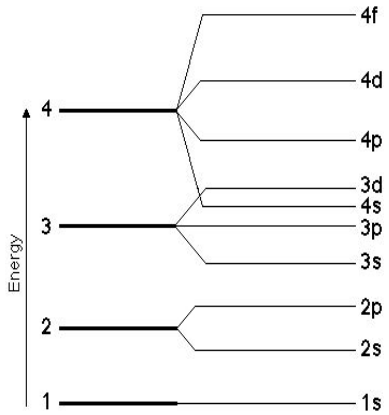


59

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม



ระดับพลังงาน	Shell	Subshell
n = 1	K	s
n = 2	L	s p
n = 3	M	s p d
n = 4	N	s p d f
n = 5	O	s p d f
n = 6	P	s p d f
n = 7	Q	s p d f



ระดับพลังงานหลัก ระดับพลังงานย่อย

60

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

แสดงจำนวนอิเล็กตรอนในออร์บิทัล

$1s^1$

แสดงเลขควอนตัมหลัก n แสดงเลขควอนตัมโมเมนตัมเชิงมุม l

ในแต่ละออร์บิทัลจะมีอิเล็กตรอนได้เพียง 2 อิเล็กตรอนเท่านั้น

ออร์บิทัล s มี 1 ออร์บิทัล บรรจุอิเล็กตรอนได้ 2 อิเล็กตรอน

ออร์บิทัล p มี 3 ออร์บิทัล บรรจุอิเล็กตรอนได้ 6 อิเล็กตรอน

ออร์บิทัล d มี 5 ออร์บิทัล บรรจุอิเล็กตรอนได้ 10 อิเล็กตรอน

ออร์บิทัล f มี 7 ออร์บิทัล บรรจุอิเล็กตรอนได้ 14 อิเล็กตรอน

61

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

การเขียนแสดงอิเล็กตรอนในออร์บิทัล เขียนได้ 2 แบบ

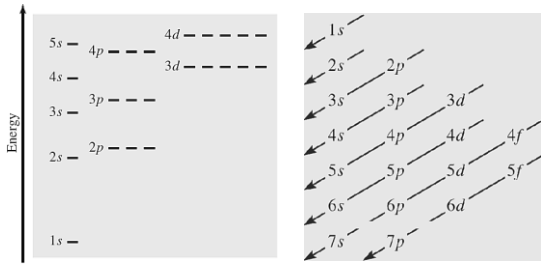
แบบที่ 1 $1s^2$ หมายความว่า มี 2 อิเล็กตรอน ในออร์บิทัล 1s

$3p^4$ หมายความว่า มี 4 อิเล็กตรอน ในออร์บิทัล 3p

แบบที่ 2 เขียนออร์บิทัลเป็นรูป ☐ หรือ ○ หรือ ___

เขียนอิเล็กตรอนเป็นลูกศร ↑ หรือ ↿ หมุนขึ้น

เขียนอิเล็กตรอนเป็นลูกศร ↓ หรือ ⇂ = หมุนลง



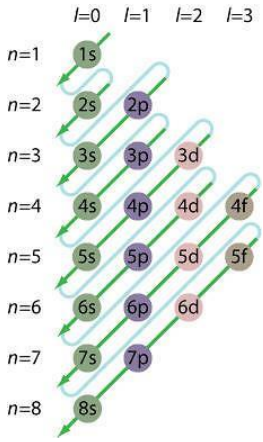
ที่มา : Chang, R. (2010 : 328)

62

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

1. **หลักของเอาฟ์บาว** (Aufbau principle) การบรรจุอิเล็กตรอนจะต้องบรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานต่ำจนเต็มออร์บิทัลก่อน แล้วจึงบรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานสูงขึ้นไป



ตัวอย่าง จงเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนของ $_{3}Li$, $_{7}N$, $_{19}K$

63

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

2. **หลักการกีดกันของเพาลี** (Pauli exclusion principle)
อิเล็กตรอนคู่หนึ่งคู่ใดในออร์บิทัลเดียวกันต้องมีสมบัติไม่เหมือนกัน ถ้าตัวหนึ่งหมุนขึ้น อีกตัวหนึ่งต้องหมุนลง ถ้ามีอิเล็กตรอน 1 ตัว ให้บรรจุในลักษณะหมุนขึ้น (เพราะ.....)

พลังงานต่ำกว่า

ดังนั้นอะตอมของฮีเลียม จึงมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนดังนี้

$^{4}_{2}He$ He $\boxed{\uparrow\downarrow}$ $1s^2$

$1s^2$ อ่านว่า หนึ่งเอสสอง ไม่ใช่ หนึ่งเอสยกกำลังสอง

64

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

3. กฎของฮุนด์

กฎของฮุนด์ (Hund's rule) ซึ่งกล่าวว่า การจัดเรียงอิเล็กตรอนในออร์บิทัลแบบที่เสถียรที่สุดคือแบบที่มีอิเล็กตรอนสปินขนานกันมากที่สุด

เช่น การบรรจุอิเล็กตรอนในออร์บิทัล p

$_{6}C$ $1s^2$ $2s^2$ $2p^2$ ___ ↑ ↑ ___ ไม่ใช่ ___ ↑↓ ___

$_{8}O$ $1s^2$ $2s^2$ $2p^4$ ___ ↑↓ ↑ ___ ไม่ใช่ ___ ↑↓ ↑↓

$_{10}Ne$ $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ ↑↓ ↑↓ ↑↓

การบรรจุอิเล็กตรอนตามกฎของฮุนด์นี้จะให้ระดับพลังงานต่ำสุด

65

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

4. พิจารณาการบรรจุเต็ม (filled configuration) และการบรรจุครึ่ง (half - filled configuration)

$_{15}P$ [Ne] $3s^2$ $3p^3$ ↑ ↑ ↑ เรียกว่า การบรรจุครึ่ง

$_{18}Ar$ [Ne] $3s^2$ $3p^6$ ↑↓ ↑↓ ↑↓ เรียกว่า การบรรจุเต็ม

โครงแบบอิเล็กตรอนแบบบรรจุเต็มจะเสถียรกว่าบรรจุครึ่ง และแบบบรรจุครึ่งจะเสถียรกว่าการจัดแบบอื่นๆ

การเรียงลำดับความเสถียร $p^6 > p^3 > p^1, p^2, p^4, p^5$

$d^{10} > d^5 > d^1, d^2, d^3, d^4, d^6, d^7, d^8, d^9$

66

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

$_{20}Ca$ Ca : 2 8 8 2 Ca : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

$_{33}As$

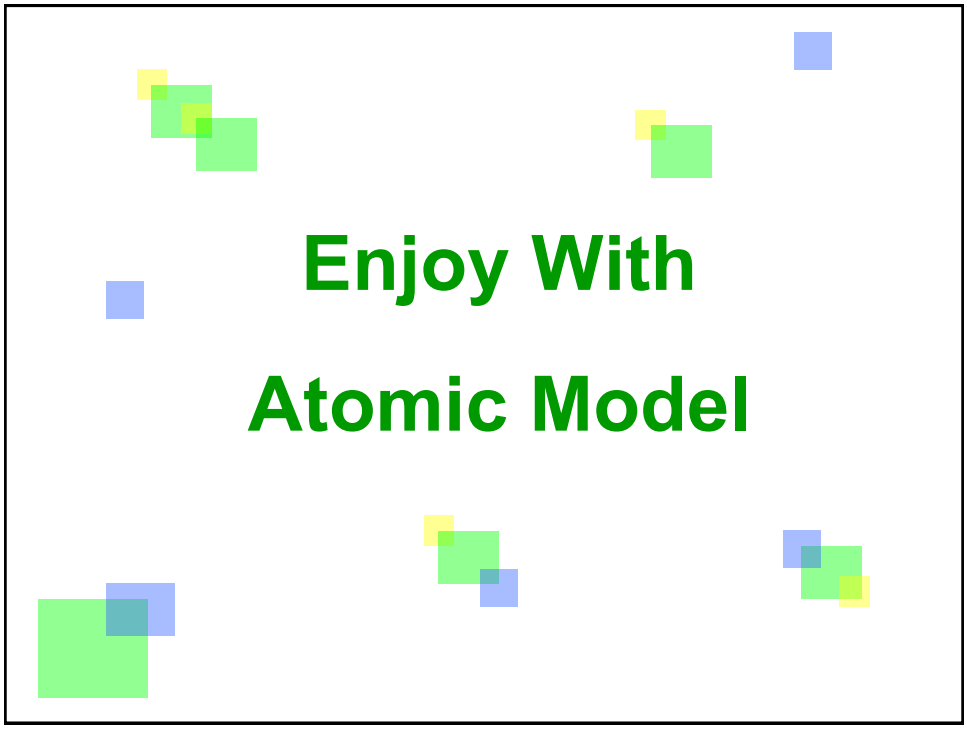
$_{15}P$ P : 2 8 5 P : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

$_{34}Se$

67

6. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

68



69