

การสำรวจตัวแทนแนวคิดเรื่อง ลักษณะอะตอม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Exploring Grade 9 Students' Representation About Characteristics of Atom

อนุสิทธิ์ เกื้อกูล และ ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง

Anusit Kueakool and Pattamaporn Pimthong

ABSTRACT

The purpose of this research was to explore grade 9 students' representation about characteristics of atom in a special large school in Khon Kaen. A survey was conducted with 270 students using 10 opened concept survey and interview form. The concepts in these instruments included atom definition, atomic structure, characteristics of atom, constituents of atom and electrons surrounding. This paper presents only students' representation about characteristic of atom. The data from concept survey and interview were analyzed and categorized with the classification criterion adapted from Tytler and Peterson (2000). The result showed that most students (67.40%) explained the arrangement of particles of substances (particle model) when they were asked to show characteristic of atom in each state. The students did not identify which part of that model is atom. Moreover, some students showed Thomson and Bohr atomic model but their explanations related on only on arrangement of the arrangement of particles of substances.

Keywords: representation, alternative concept, science conception

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแทนแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะอะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ทำการสำรวจนักเรียนจำนวน 270 คนโดยใช้แบบสำรวจแนวคิดเรื่องอะตอม จำนวน 10 ข้อ มีลักษณะเป็นอัตนัยและแบบสัมภาษณ์กึ่ง

โครงสร้าง ซึ่งครอบคลุมแนวคิดเรื่องอะตอม ได้แก่ ความหมายของอะตอม การศึกษาโครงสร้างอะตอม ลักษณะของอะตอม องค์ประกอบของอะตอม และการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน การศึกษานี้ขอเสนอตัวแทนแนวคิดเรื่อง ลักษณะของอะตอมที่นักเรียนจากผลการสำรวจจะถูกจัดกลุ่มตามวิธีการจัดกลุ่มแนวคิดของ Tytler and Peterson (2000) ผลจากการสำรวจพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (67.40%)

แสดงการจัดเรียงอนุภาคของสารเมื่อให้แสดงลักษณะอะตอมในสถานะต่างๆ โดยไม่สามารถระบุได้ว่าแบบจำลองอนุภาคของสารนั้น ส่วนใดคืออะตอมและอธิบายความแตกต่างของอะตอมทั้งสามสถานะในประเด็นการจัดเรียงอนุภาคของสาร แม้ว่านักเรียนบางคนแสดงลักษณะอะตอมที่คล้ายกับแบบจำลองอะตอมของทอมสันหรือโบร์ก็ยังคำนึงถึงการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ

คำสำคัญ: ตัวแทนแนวคิด แนวคิดที่คลาดเคลื่อน แนวคิดวิทยาศาสตร์

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่พัฒนาและสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ อย่างไรก็ตามผู้เรียนแต่ละคนล้วนแต่มีความรู้เดิม (Prior knowledge) มาก่อนที่จะมาในชั้นเรียน (Schnotz *et al.*, 1999; Yürük *et al.*, 2003) โดยความรู้เดิมของนักเรียนได้มาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การอ่านหนังสือ การดูโทรทัศน์ และสื่อต่างๆ ก่อนที่จะได้รับการสอนจากครู (Gilbert, 1982 อ้างถึงใน สำเร็จ, 2540; Taber, 2001) โดยความรู้เดิมนั้นมักจะไม่สามารถคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์หรือความรู้ที่สอนในโรงเรียน ซึ่งความรู้เดิมดังกล่าว เรียกว่า **แนวคิดที่คลาดเคลื่อน** (Alternative conception) (Schnotz *et al.*, 1999; Yürük *et al.*, 2003) เมื่อใดก็ตามที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลกระทบต่อเรียนรู้ของนักเรียนและยากที่จะเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ครูควรค้นหาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนหรือทราบบางส่วน จะทำให้ครูสามารถช่วยแนะนำนักเรียนได้เรียนรู้เป็นลำดับขั้น ซึ่งเป็นจุดสำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอน (Bilgin and Geban, 2006)

แนวคิดเรื่องอะตอมเป็นแนวคิดสำคัญพื้นฐาน

และแนวคิดเริ่มต้นก่อนที่จะเรียนวิชาเคมีในระดับสูงต่อไป (Taber, 2001) ในหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กำหนดตัวชี้วัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำรวจและอธิบายองค์ประกอบสมบัติของธาตุและสารประกอบ และกำหนดตัวชี้วัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอธิบายโครงสร้างอะตอมได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดให้โรงเรียนทั่วประเทศสอนเรื่อง โครงสร้างอะตอมเป็นเรื่องแรกสำหรับนักเรียนสายวิทยาศาสตร์และที่ไม่ใช่สายวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องอะตอมเป็นจำนวนมาก (Papaphotis and Tsapalis, 2008) เช่น เข้าใจว่าอิเล็กตรอนไม่ได้เคลื่อนที่และอิเล็กตรอนอยู่ห่างจากนิวเคลียสจึงเป็นการยากที่จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมและนักเรียนบางส่วนใช้กลศาสตร์อธิบายว่าเพราะเหตุใดอิเล็กตรอนไม่ตกลงไปในนิวเคลียส (Bethge and Niedderer, 1996) นักเรียนบางกลุ่มอธิบายโครงสร้างอะตอมโดยมีอิเล็กตรอนโคจรเป็นวงกลมรอบนิวเคลียสเหมือนกับดาวเคราะห์เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์ (Unal and Zollman, 2000; Tsapalis and Papaphotis, 2001) และอะตอมของสารในสถานะแก๊สและสถานะของแข็งมีสมบัติต่างกัน (Ben-zvi *et al.*, 1986) โดยอะตอมจะมีลักษณะแข็งหรืออ่อนจะขึ้นอยู่กับสถานะของสาร เช่น อะตอมในโลหะจะมีลักษณะแข็ง แต่อะตอมในสถานะของเหลวมีลักษณะอ่อน (Harrison and Treagust, 1996) เป็นต้น จากรายงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าเป็นการศึกษาในบริบทของต่างประเทศ ส่วนในประเทศไทยได้มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของอนุภาคของสาร (วราภรณ์, 2547; ปัทมาภรณ์ และนฤมล, 2548; กฤษดา และ สุมาลี, 2549) พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของอนุภาคของสาร และพบว่านักเรียนมีแนวคิดทางเลือกเรื่องธรรมชาติและลักษณะของอนุภาคเช่นอะตอมเป็นสิ่งมีชีวิตเพราะ

สามารถเคลื่อนที่ได้ อะตอมของธาตุทุกชนิดมีน้ำหนักเท่ากัน เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้นำขึ้นถึงการสำรวจตัวแทนแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะอะตอม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยตัวแทนแนวคิด (Representations) คือสิ่งที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจหรืออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบที่หลากหลาย (Tytler *et al.*, 2007) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีตัวแทนแนวคิด เรื่อง ลักษณะอะตอม เป็นอย่างไร เพื่อนำไปสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอนในเรื่องอะตอม ให้เหมาะสมกับนักเรียนได้มากขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยศึกษาแบบเจาะจงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งใน จังหวัดขอนแก่น จำนวน 270 คน โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางและมีความประสงค์จะเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และมาจากครอบครัวที่มีฐานะปานกลาง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจแนวคิดเรื่องอะตอม จำนวน 10 ข้อ มีลักษณะเป็นอัตนัยและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งครอบคลุมแนวคิดเรื่องอะตอม ได้แก่ ความหมายของอะตอม การศึกษาโครงสร้างอะตอม ลักษณะของอะตอม องค์ประกอบของอะตอม และการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน โดยแบบสำรวจแนวคิดและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างนี้ได้นำไปตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาความเหมาะสมของภาษา ภาพ และการสื่อความหมายโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงมาก่อน ระยะ

เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นช่วงเวลาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนเรื่องอะตอม โดยให้นักเรียนได้ทำแบบสำรวจแนวคิดประมาณ 40 นาทีและสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคำตอบไม่ชัดเจนหรือมีประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมคนละ 15 นาที จำนวน 12 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคำตอบจากแบบสำรวจแนวคิดและการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์จัดกลุ่มคำตอบที่ได้ เพื่อความถูกต้องในการตีความหมายและจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์และจัดกลุ่มแนวคิดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. อ่านคำตอบและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนทุกคนในแต่ละข้อคำถามเพื่อดูภาพรวมของคำตอบ
2. สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคำตอบไม่ชัดเจนหรือมีประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติม
3. จำแนกคำตอบและคำอธิบายของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนให้คำอธิบาย (Tytler and Peterson, 2000) ดังนี้

3.1 Particle Model (P) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงแบบจำลองอนุภาคของสาร

3.2 Bohr Model (B) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงแบบจำลองอะตอมของโบร์

3.3 Bohr Model + Particle Model (B+P) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงแบบจำลองอะตอมของโบร์ร่วมกับแบบจำลองอนุภาค

3.4 Thomson (T) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

3.5 Thomson + Particle Model (T+P) หมายถึง คำตอบที่แสดงแบบจำลองอะตอมของทอมสันร่วมกับแบบจำลองอนุภาค

ผลการวิจัยและการอภิปราย

ข้อมูลพื้นฐาน

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางจนถึงระดับต่ำ ซึ่งนักเรียนทุกคนที่ทำการศึกษามีความประสงค์จะเข้าศึกษาต่อในโรงเรียนเดิมแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ผลการสำรวจตัวแทนแนวคิด

ในการนำเสนอครั้งนี้นำเสนอผลการวิจัยในประเด็นลักษณะของอะตอม โดยผู้วิจัยใช้คำถามว่า “ให้นักเรียนวาดรูปและอธิบายลักษณะอะตอมของธาตุเหล็กในสถานะของแข็ง ของเหลวและแก๊ส พร้อมบอกความแตกต่างของอะตอมของธาตุเหล็กในแต่ละสถานะ” ซึ่งนำเสนอผลการวิจัยซึ่งแบ่งตามกลุ่มคำตอบของนักเรียน (ตารางที่ 1)

จะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ (67.40 %) มีแนวคิด P (Particle Model) โดยยังคงจัดจําการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะของแข็งของเหลว และแก๊ส ดังภาพที่ 1

เมื่อทำการสัมภาษณ์โดยให้นักเรียนอธิบายลักษณะของอะตอมตามภาพที่นักเรียนวาด นักเรียนไม่สามารถชี้บอกว่าส่วนใดคืออะตอม โดยบอกได้แต่เพียงว่าเคยเรียนมาแบบนี้และกล่าวว่าทั้งหมดที่วาดคืออะตอม ดังบทสนทนาดังนี้

ครู : ภาพที่นักเรียนวาดส่วนใดคืออะตอม

สมศรี : ทั้งหมดนี้แหละค่ะ

ครู : ตรงไหน

สมศรี : (ชี้ทั้งหมดโดยไม่ระบุอย่างชัดเจน)

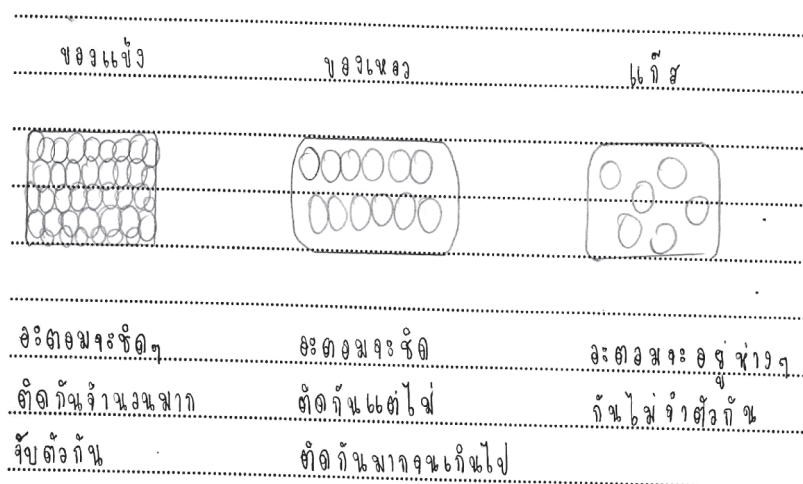
ครู : แล้วอะตอมของธาตุเหล็กในทั้ง 3 สถานะนี้ต่างกันอย่างไร

สมศรี : สถานะของแข็งมันจะอยู่ชิดกัน สถานะของเหลวจะอยู่ห่างกันมากขึ้น ส่วนสถานะแก๊สจะอยู่

ตารางที่ 1 ความถี่ของตัวแทนแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของอะตอม

Category	P	B	B+P	T	T+P	No*
จำนวนนักเรียน	182	3	1	3	1	82
ร้อยละ	67.40	1.11	0.37	1.11	0.37	30.37

*no response/ not understanding



ภาพที่ 1 คำตอบของนักเรียน (แนวคิด P)

กันอย่างหลวมๆ

ครู : วาดรูปอะตอมเพียง 1 อะตอมให้ครูดู
หน่อย

สมศรี : (นักเรียนวาดรูปกลมๆ เล็กๆ)

จากคำตอบและการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่า
นักเรียนจดจำมาจากการเรียนเรื่อง การจัดเรียง
อนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยในการ
เรียนเรื่องอนุภาคของสารในแต่ละสถานะจะมีการนำ
เสนอแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะโดย
ไม่มีการอธิบายถึงลักษณะของอนุภาค ทำให้นักเรียน
เข้าใจว่าสิ่งที่นำเสนอ นั่นคือลักษณะของอะตอมใน
แต่ละสถานะ ซึ่งถือเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจาก
แนวคิดวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 1.11 มีแนวคิด B (Bohr Model)
วาดวงกลมอยู่ตรงกลางและอิเล็กตรอนวิ่งๆ รอบเป็น
วงรีเช่นเดียวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์และเขียน
เพียงรูปเดียวแทนทั้ง 3 สถานะ ดังภาพที่ 2

เมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมดังนี้

ครู : รูปที่วาดคืออะไร

อารีย์ : อะตอมค่ะ

ครู : เส้นวงรีคืออะไร

อารีย์ : เส้นที่อิเล็กตรอนวิ่งค่ะ

ครู : ตรงกลางล่ะ

อารีย์ : มีโปรตอนและนิวตรอนอยู่ค่ะ

ครู : แล้วอะตอมของธาตุเหล็กในแต่ละ
สถานะต่างกันอย่างไร

อารีย์ : ไม่รู้ค่ะ หนูคิดว่าจะไม่ต่างกัน

ครู : แล้วรูปอะตอมที่เราวาดแสดงอะตอม
ของธาตุเหล็กสถานะอะไร

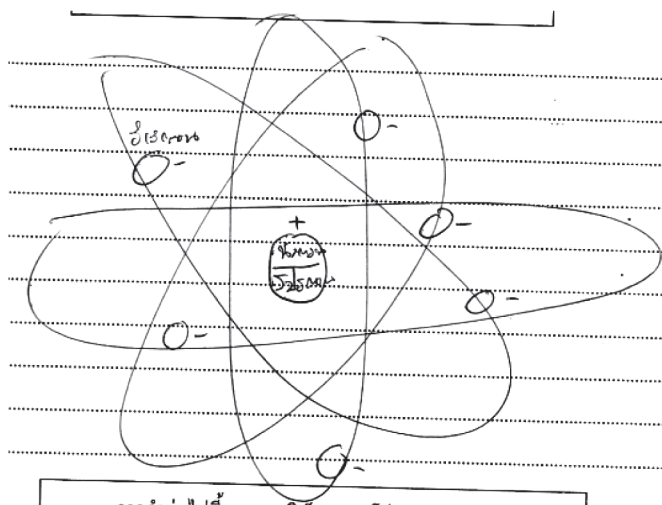
อารีย์ : ไม่รู้สิคะ น่าจะสถานะไหนก็ได้มั้งคะ

ครู : แล้วรู้ได้อย่างไรว่าอะตอมเป็นเหมือนอย่าง
ที่เราวาด

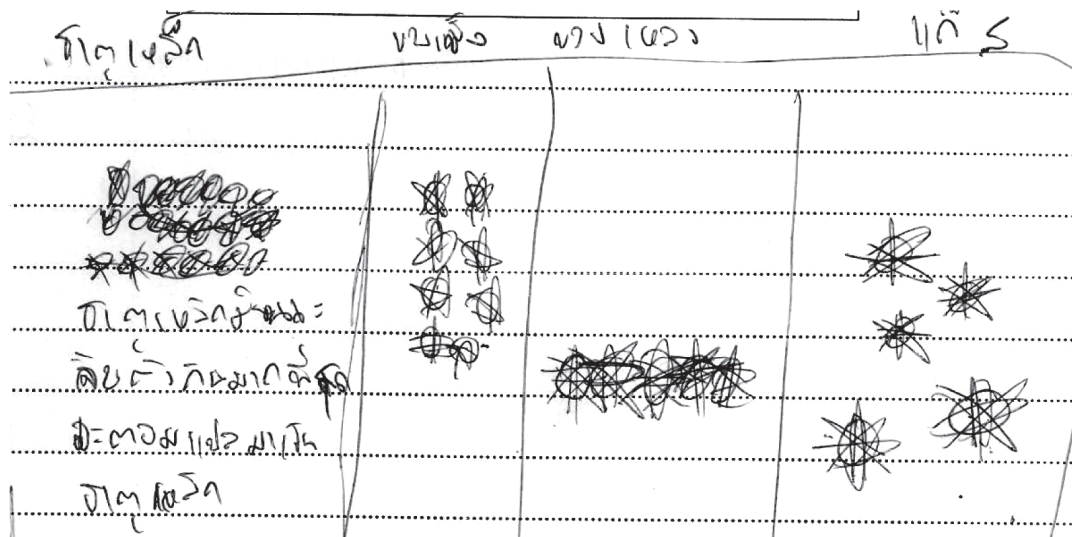
อารีย์ : เคยเห็นในหนังสือเรียนค่ะ จำได้ว่าครู
ก็เคยสอนจากคำตอบที่นักเรียนและการสัมภาษณ์แสดง
ให้เห็นว่านักเรียนจดจำรูปร่างของอะตอมมาจาก
หนังสือเรียนและการสอนของครู

นักเรียนร้อยละ 0.37 มีแนวคิด B+P (Bohr
Model + Particle Model) วาดภาพอะตอมโดยมี
วงกลมอยู่ตรงกลางและเขียนเส้นเป็นวงรีรอบๆ
วงกลมนั้นโดยเขียน 3 ลักษณะในสถานะของแข็งรูป
นั้นจะเรียงชิดติดกัน ของเหลวรูปที่วาดจะอยู่ห่างกัน
ส่วนแก๊สรูปที่วาดจะอยู่อย่างกระจัดกระจาย ดังภาพที่ 3

จากภาพแสดงให้เห็นว่านักเรียนเขียนแสดงการ
เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนตามเส้นที่เป็นวงรีและให้



ภาพที่ 2 คำตอบของนักเรียน (แนวคิด B)



ภาพที่ 3 คำตอบของนักเรียน (แนวคิด B+P)

วงกลมแทนนิวเคลียสโดยที่นักเรียนยังคงวาดอะตอม โดยคำนึงถึงการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ โดยไม่ได้ให้รายละเอียดเรื่องรูปร่าง โครงสร้าง ของ อะตอม

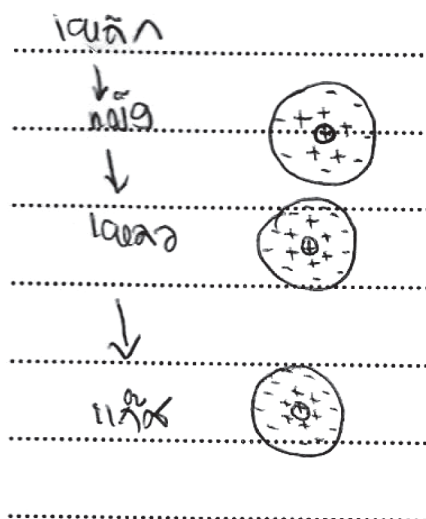
นักเรียนร้อยละ 1.11 มีแนวคิด T (Thomson Model) โดยวาดรูปวงกลมและด้านในมีอิเล็กตรอนซึ่งมี ประจุเป็นบวก และโปรตอนซึ่งมีประจุเป็นลบ กระจายในวงกลมเช่นเดียวกันกับแบบจำลองอะตอม ของทอมสันและแทนอะตอมในสถานะต่างๆ ดังภาพ ที่ 4

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมนักเรียนให้เหตุผลว่า “อะตอมของธาตุทั้ง 3 สถานะมีลักษณะเหมือนกันและมี ลักษณะอะตอมที่มีประจุบวกและประจุลบกระจายทั่ว ทั้งอะตอม”

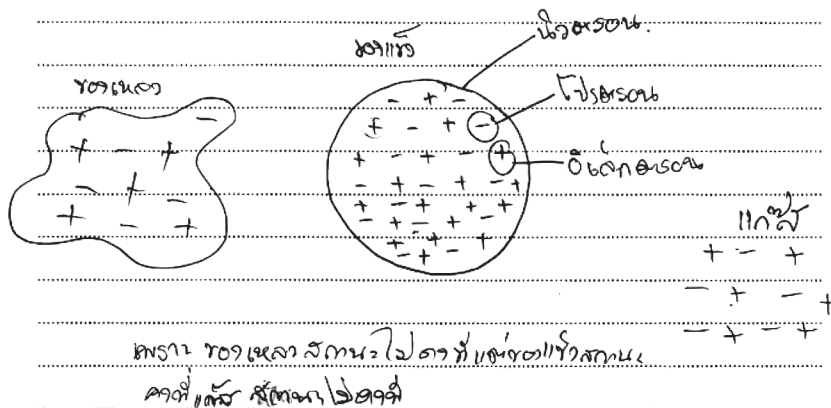
นักเรียนร้อยละ 0.37 มีแนวคิด T+P (Thomson + Particle Model) แสดงให้เห็นว่าอะตอมของ นักเรียนนั้นมีลักษณะคล้ายแบบจำลองอะตอมของ ทอมสันที่แสดงประจุบวกและประจุลบกระจายกัน ทั่วทั้งอะตอม โดยนักเรียนยังคงแสดงลักษณะการจัด เรียงอนุภาคในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่แนวคิดของนักเรียนคลาดเคลื่อนในเรื่องของ ประจุไฟฟ้าโดยให้ประจุบวกเป็นอิเล็กตรอนและประจุ

ลบเป็นโปรตอน

จะเห็นได้ว่าเมื่อให้นักเรียนได้วาดรูปและ อธิบายลักษณะอะตอมของธาตุหลักในสถานะของแข็ง ของเหลว และสถานะแก๊ส นักเรียนส่วนใหญ่ก็นึกถึง แบบจำลองอนุภาคของสาร ซึ่งถือเป็นแนวคิดที่คลาด เคลื่อนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แทนการแสดง แบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4 คำตอบของนักเรียน (แนวคิด T)



ภาพที่ 5 คำตอบของนักเรียน (แนวคิด T+P)

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยแสดงตัวแทนแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะอะตอมในแต่ละสถานะพบว่าตัวแทนแนวคิดของนักเรียนส่วนใหญ่ คือ แบบจำลองอนุภาค ที่มีลักษณะเป็นทรงกลม โดยนักเรียนได้วาดภาพรูปทรงกลมกระจัดกระจาย แทนอะตอมในสถานะแก๊ส รูปทรงกลมอยู่กันอย่างหลวมๆ แทนอะตอมในสถานะของเหลว และรูปทรงกลมอยู่ชิดกันแทนอะตอมในสถานะของแข็ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cokelez and Dumon (2005) ที่ได้ศึกษาตัวแทนแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับอะตอมและโมเลกุลของนักเรียนเกรด 9-12 โดยนักเรียนเกรด 10 วาดรูปอะตอมของไฮโดรเจน ส่วนนักเรียนเกรด 11-12 วาดรูปอะตอมของออกซิเจนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงลักษณะอะตอมเป็นทรงกลมโดยไม่สามารถอธิบายโครงสร้างภายในของอะตอมได้ อย่างไรก็ตาม ตัวแทนแนวคิดไม่ใช่สิ่งที่แสดงแนวคิดของนักเรียนได้ทั้งหมด เป็นเพียงแนวคิดบางส่วนที่นักเรียนนำเสนอ (Cokelez and Dumon, 2005)

สรุป และข้อเสนอแนะ

จากผลการสำรวจตัวแทนแนวคิดก่อนเรียน

พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่ยังคงแสดงการจัดเรียงอนุภาคของสารเมื่อให้แสดงลักษณะอะตอมในสถานะต่างๆ โดยไม่สามารถระบุได้ว่าแบบจำลองอนุภาคของสารนั้นส่วนใดคืออะตอม และอธิบายความแตกต่างของอะตอมทั้งสามสถานะในประเด็นการจัดเรียงอนุภาคของสาร แม้ว่านักเรียนบางคนแสดงลักษณะอะตอมที่คล้ายกับแบบจำลองอะตอมของทอมสันก็ยังคงคำนึงถึงการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนของครูในเรื่องลักษณะอะตอมจึงควรมีการสำรวจแนวคิดเดิมของผู้เรียนก่อนว่าอยู่ในรูปแบบใด เช่น หากนักเรียนมีความเชื่อว่าลักษณะของอะตอมแต่ละสถานะคือแบบจำลองอนุภาคของสาร ครูควรหยิบยกแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะอะตอมในแต่ละสถานะมารวบรวมอภิปรายในชั้นเรียนและส่งเสริมให้เห็นความแตกต่างของลักษณะของอะตอมในสถานะที่แตกต่างกันและแบบจำลองอนุภาคของสาร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การสำรวจแนวคิดนั้นควรใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบ แผนผังผังความคิด การวาดภาพ การสัมภาษณ์ เป็นต้น เพื่อให้ทราบตัวแทนแนวคิดของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น (White and Gunstone, 1992)

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา สงวนสิน และ สุมาลี กาญจนชาติ. 2549. แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 21(2): 97–103.
- สำเร็จ สระขาว. 2540. แนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่องการแพร่และออสโมซิสของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส. กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ศึกษาสาตร์-การสอน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และ นฤมล ยุตาคม. 2548. แนวคิดเรื่องสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยาการเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์, 26(2): 146–154.
- วราภรณ์ อธิศิริ. 2547. การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bilgin, I. and Ö Geban. 2006. “The Effect of Cooperative Learning Approach Based on Conceptual Change Condition on Students’ Understanding of Chemical Equilibrium Concepts.” *Journal of Science Education and Technology*, 15(1): 31–46.
- Ben-zvi, R., B. Eylon and J. Silberstein. 1986. “Is an Atom of Copper Malleable?” *Journal of Chemical Education*, 63: 64–66.
- Bethge, T. and H. Niedderer. 1996. *Students’ Conception in Quantum Physics*. Retrieved December 18, 2009 from <http://didaktik.physik.uni-bremen.de/niedderer/download/15ajptbh.pdf>
- Cokelez, A. and A. Dumon. 2005. “Atom and Molecule: Upper Secondary School French Students’ Representations in Longterm Memory.” *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3): 119–135.
- Harrison, A. G. and D. F. Treagust. 1996. “Secondary Students’ Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry.” *Science Education*, 80(5): 509–534.
- Papaphotis, G. and G. Tsaparlis. 2008. “Conceptual Versus Algorithmic Learning in High School Chemistry: Part 2 Students’ Common Errors, Misconceptions and Difficulties in Understanding.” *Chemistry Education Research and Practice*, 9: 332–340.
- Schnotz, W., S. Vosniadou and M. Carretero. 1999. *New Perspective on Conceptual Change*. Amsterdam: ergamon.
- Taber, K. S. 2001. “The Atom in Chemistry Curriculum: Fundamental Concept, Teaching Model or Epistemological Obstacle?” *Foundation Chemistry*, 5: 43–84.
- Tsaparlis, G. and G. Papaphotis. 2001. “Quantum-Chemical Concepts: Are They Suitable for Secondary Students?” *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 3(2): 129–144.
- Tytler, R. and S. Peterson. 2000. “Deconstructing Learning in Science-Young Children’s Responses to a Classroom Sequence on Evaporation.” *Research in Science Education*, 30(4): 339–355.
- Tytler, R., S. Peterson and V. Prain. 2007. “Representational Issue in Students Learning About Evaporation.” *Research in Science Education*, 37: 313–331.
- Unal, R. and D. Zollman. 2000. *Students’ Description of an Atom: A Phenomenographic Analysis*. Retrieved December 12, 2009 from <http://www.phys.ksu.edu/perg/papers>.
- White, R. and R. Gunstone. 1992. *Probing Understanding*. London: Falmer.
- Yürük, N. 2003. “A Case Study of One Student’s Metaconceptual Process and the Change in Her Alternative Conceptions of Force and Motion.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4): 305–325.