การศึกษาแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4

A Study of Tenth Grade Students' Conceptions on Motions

วศิน คล้ายบรรเลง[1*] ชาตรี ฝ่ายคำตา[2] และ อภิชาติ พัฒนโภควัฒนา[3]

Wasin Khlaybanleng[1*] Chatree Faikhamta[2] and Apichart Pattanaporkratana[3]

[1]*นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

[2]*อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

[3]*อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

[1]*Graduate student in Master of Education of Education Faculty, Kasetsart University, 50 Ngam Wong Wan Rd, Lat Yao Chatuchak Bangkok 10900*

[2]*Lecturer in Education Faculty, Kasetsart University, 50 Ngam Wong Wan Rd, Lat Yao Chatuchak Bangkok 10900*

[3]*Lecturer in Science Faculty, Kasetsart University, 50 Ngam Wong Wan Rd, Lat Yao Chatuchak Bangkok 10900*

[*]*Corresponding author, E mail:quantumpak@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยประกอบด้วยการเคลื่อนที่ 3 แบบ คือ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัวและการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆจำนวน 15 ข้อ และได้จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามการจัดกลุ่มแนวคิดของ Haidar (1997) จากผลการวิจัยพบว่า แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องความเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งต่างๆของการเคลื่อนที่ ส่วนในแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องอัตราเร็วเชิงมุมมากที่สุด ในขณะเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนหลายเรื่องทั้งในเรื่องลักษณะการเคลื่อนที่ และความสัมพันธ์ของคาบ ความถี่กับปริมาณต่างๆ โดยผลการวิจัยนี้นำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับแนวคิดของนักเรียน

คำสำคัญ: *แนวคิด, การเคลื่อนที่*

Abstract

This research study aimed to explore tenth grade students' conceptions on motions. Three types of motion were studied which were projectile motion, circular motion with constant speed and simple harmonic motion. Data were collected using a scientific concept of motions, comprised of 15 questions. The data were analyzed by categorizing into five themes as described by Haidar (1997). The study revealed that with projectile motion concept, most students have partial understanding in velocity of object in different positions. In circular motion with constant velocity concept, students have the most misconceptions in angular speed. While with simple harmonic motion, students have many misconceptions both in characteristic of motion and relation between period, frequency and various quantity. This result was applied in designing learning activities to be consistent and appropriate for the students.

Keywords: *Concepts, Motions*

1. บทนำ

ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายถึงของการรู้วิทยาศาสตร์ โดยจะเห็นได้จากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับชาติและนานาชาติให้ได้ความสำคัญกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Bilgin and Geban, 2006) ดังนั้นในการจัดกาเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครูจึงต้องพยายามจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรวมทั้งใช้ในการตัดสินใจเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสังคม ทั้งนี้การเรียนรู้แนวคิดตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ซึ่งเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยจะให้ความสำคัญกับบทบาทของผู้เรียนในการสร้างความเข้าใจและสร้างความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้มากกว่าการส่งผ่านความรู้จากความจริง (Lowenthel and Muth, 2008) การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกล่าวว่านักเรียนเป็นผู้ปรับโครงสร้างของแนวคิดใหม่ให้สอดคล้องกับแนวคิดเดิม มากกว่าการดูดซึมแนวคิดใหม่ๆ และเป็นผู้สร้างความหมายของแนวคิดจากประสบการณ์ที่ตนเองต้องพบเจอ หรือนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ที่ได้รับการเรียนรู้จึงเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากงานที่นักเรียนได้ลงมือทำเพื่อสร้างความรู้ภายใต้บริบททางสังคมและแนวคิดที่เหมาะสม ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการสร้างความหมายจากการที่ลงมือปฏิบัติ (Wheatley, 1991)

จากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่านักเรียนมีแนวคิดทางเลือกหรือแนวคิดคลาดเคลื่อนจำนวนมาก โดยเฉพาะแนวคิดในวิชาฟิสิกส์ เช่น แนวคิดในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้เรียนจำนวนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าความโน้มถ่วงไม่มีจริง เพราะวัตถุตกลงสู่พื้นโลกด้วยธรรมชาติของมันเอง หรือความโน้มถ่วงเป็นแรงขับดันภายในของวัตถุที่ตกลงสู่พื้นโลก หรือความโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุด้วยแรงขนาดคงที่ แต่ไม่ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกด้วยความเร่งคงที่ หรือน้ำหนักของวัตถุจะเพิ่มขึ้นขณะวัตถุตกลงสู่พื้นโลก ในขณะที่ความโน้มถ่วงคงที่เสมอ (Halloun and Hestenes , 1985: 1065) แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ เป็นแนวคิดหนึ่งที่ยากสำหรับ

นักเรียน แนวคิดดังกล่าวประกอบด้วยการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ในแนวโค้งพาราโบลา ประกอบด้วยแนวคิดย่อยเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับ ส่วนแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว ประกอบด้วยแนวคิดย่อยเรื่องความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง การเคลื่อนที่บนทางโค้ง อัตราเร็วเชิงมุม และการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ประกอบด้วยแนวคิดย่อยเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย ซึ่งแนวคิดในเรื่องนี้เป็นแนวคิดสำคัญทางฟิสิกส์ที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจ เพื่อใช้อธิบายการเคลื่อนที่ต่างๆที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน โดยแนวคิดดังกล่าวอยู่ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ตามคู่มือการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), 2554)

จากงานวิจัยของ Prescott และ Mitchermore ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อยิงวัตถุออกไปในแนวระดับ แล้วให้นักเรียนเลือกเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อถูกยิงออกมาในแนวระดับ ถึงแม้ว่านักเรียนประมาณ 85% ตอบถูกว่ามีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งพาราโบลา แต่ก็ยังมีอีกหลายคำถามที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่ เช่น เมื่อให้นักเรียนคาดการณ์การเคลื่อนที่ของลูกบอล 2 ลูก โดยลูกแรกให้กลิ้งตกลงที่ยอดหน้าผาและในช่วงเวลาเดียวกันก็ปล่อยลูกบอลลูกที่สองให้ตกลงที่ความสูงเท่ากันกับลูกบอลลูกแรก นักเรียนส่วนใหญ่ (40%) ตอบว่าลูกบอลลูกที่สูงที่ถูกปล่อยจะเคลื่อนที่ในเส้นทางที่สั้นกว่าทำให้ตกลงถึงพื้นก่อน และเมื่อให้เปรียบเทียบการยิงกระสุนปืนในแนวระดับด้วยอัตราเร็วต่างกัน คำตอบที่ผิดส่วนใหญ่ (38%) บอกว่ากระสุนที่เคลื่อนที่เร็วกว่าจะอยู่ในอากาศได้นานกว่า ซึ่งนักเรียนบางคนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าถ้าวัตถุเคลื่อนที่ช้า แรงโน้มถ่วงออกแรงกระทำต่อวัตถุได้เร็วกว่าวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วกว่า ซึ่งสาเหตุเกิดจากนักเรียนส่วนมากจะลองจินตนาการว่าจะเกิดอะไรขึ้นในแต่ละปัญหาในสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะมองหารูปแบบ ลักษณะในแต่ละบริบทที่สามารถแก้ไขปัญหาได้มากกว่าที่จะใช้หลักการหรือกฎต่างๆที่สามารถใช้ได้ทุกสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถแยกแยะได้ว่าสิ่งใดบ้างที่เหมือนหรือแตกต่างกันในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในสถานการณ์ที่ต่างกันจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูจำเป็นต้องเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนเพื่อนำแนวคิดของนักเรียนไปวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับประเทศไทยยังมีงานวิจัยและข้อค้นพบเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะการศึกษาแนวคิดของนักเรียนในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับครูและผู้วิจัยอื่นนำข้อค้นพบไปใช้ในการวางแผนจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดของนักเรียนและปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนให้ถูกต้องต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยในการวิจัยระยะแรกนั้นผู้วิจัยต้องการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดเดิมหรือแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยระยะต่อๆไป ดังนั้นบทความวิจัยนี้จะนำเสนอผลการศึกษาแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน เป็นชาย 15 คน และหญิง 31 คน นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องนี้มีผลการเรียนปานกลาง โดยนักเรียนในห้องนี้มีความสามารถพิเศษหลายด้าน เช่น ด้านภาษา ด้านกีฬา ด้านคนตรีและด้านศิลปะ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ จำนวน 15 ข้อ มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบและคำถามปลายเปิด ครอบคลุมแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ได้แก่ แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 5 ข้อ แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว 5 ข้อ และแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย 5 ข้อ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดแนวคิดโดยดัดแปลงมาจากแบบวัดแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของ Presscott และ Mitchelmore (2005) และใช้กรอบแนวคิดตามคู่มือการจัดการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1 เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ และตรวจสอบความตรงของแบบวัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางฟิสิกส์ 1 ท่าน และครูพี่เลี้ยง 1 ท่านที่มีประสบการณ์สอนในวิชาฟิสิกส์มานานกว่า 20 ปีตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของคำถาม ภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องของคำถามกับแนวคิดต้องการวัด

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำแบบวัดก่อนเรียนในเดือนพฤศจิกายน ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาทำประมาณ 60 นาที จากนั้นได้นำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Haidar (1997) คือ 1. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดที่ถูกต้อง (scientific understanding : SU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป 2. แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนหรือแนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding : PU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลบางส่วนได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีคำอธิบายที่ผิดไปจากแนววิทยาศาสตร์ 3. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding and misconception : PU & MU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน แต่มีคำอธิบายบางส่วนที่ผิดไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ 4. แนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง (misconception , specific misconception : SM) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลที่ไม่ถูกต้องตาม

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 5. ไม่มีแนวคิดหรือไม่ตอบคำถาม (without answer , no conception , no understanding : NU) หมายถึง ไม่ได้ตอบคำถาม ตอบว่าไม่เข้าใจคำถาม ทวนคำถามหรือไม่ได้อธิบายเหตุผล

4. ผลการวิจัย

ผลการสำรวจแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 เรื่องตามลักษณะการเคลื่อนที่ โดยในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนทั้งในเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวระดับและวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัวนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องความเร็วในการเคลื่อนที่ที่ตำแหน่งต่างๆ และในการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องลักษณะการเคลื่อนที่และความสัมพันธ์ระหว่างคาบความถี่ กับปริมาณต่างๆ โดยแนวคิดในเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สามารถแบ่งเป็นแนวคิดย่อยได้ดังนี้

4.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ประกอบด้วยแนวคิดย่อย คือ การเคลื่อนที่ในแนวระดับและวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระดับผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของระเบิดที่ปล่อยให้ตกจากเครื่องบินที่กำลังเคลื่อนที่ (คำถามข้อที่ 2) พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) ในเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวระดับร้อยละ 30 (ตารางที่ 1) แต่ยังมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน (PU) ถึงร้อยละ 43 โดยนักเรียนกลุ่มนี้จะอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ได้ไม่ครบถ้วน นักเรียนบางคนยังอธิบายการเคลื่อนที่ในแนวเดียว คือ อธิบายการเคลื่อนที่ในแนวระดับหรือการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งอย่างเดียว ซึ่งยังอธิบายได้ไม่สมบูรณ์ เช่น ระเบิดมีทิศทางเดียวกับแนวทางการบิน , จรวดมีความเร็วเท่ากับเครื่องบิน , การที่เครื่องบินปล่อยระเบิดลงมาก็เหมือนกับการโยนก้อนหินจากหน้าผา เป็นต้น ส่วนในแนวคิดเรื่องวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนบอกความเร็วในแนวระดับที่ตำแหน่งต่างๆของวัตถุว่าที่ตำแหน่งใดบ้างมีค่าเท่ากัน (คำถามข้อที่ 4.2) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 54 ซึ่งส่วนใหญ่จะบอกความเร็วในแนวระดับที่เท่ากันที่ตำแหน่งต่างๆได้ไม่ครบ เช่น ตำแหน่งที่เริ่มต้นกับตำแหน่งสุดท้ายนักเรียนตอบว่ามีความเร็วในแนวระดับเท่ากัน แต่ที่จุดสูงสุดซึ่งมีความเร็วในแนวระดับเท่ากันด้วย นักเรียนไม่ได้ตอบมาด้วย

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

แนวคิดย่อย	ข้อ	SU	PU	PU & SM	SM	NU
1. การเคลื่อนที่ในแนวระดับ	1	15 (35)	20 (57)	5 (11)	0 (0)	0 (0)
	2	14 (30)	19 (43)	7 (15)	6 (13)	0 (0)
	3	1 (2)	37 (80)	7 (15)	1 (2)	0 (0)
2. วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ	4.1	5 (11)	23 (50)	0 (0)	18 (39)	0 (0)
	4.2	13 (28)	25 (54)	0 (0)	1 (2)	7 (15)
	5	18 (39)	6 (13)	15 (33)	7 (15)	0 (0)

4.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

ประกอบด้วยแนวคิดย่อย คือ ความเร่งสู่ศูนย์กลาง การเคลื่อนที่บนทางโค้ง อัตราเร็วเชิงมุม และการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ในแนวคิดย่อยเรื่องความเร่งสู่ศูนย์กลางผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายว่าที่ตำแหน่งต่างๆในการเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุมีความเร็วเท่ากันหรือไม่ (คำถามข้อที่ 6.2) พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) ร้อยละ 13 (ตารางที่ 2) แต่ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) อยู่ถึงร้อยละ 70 ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากความเข้าใจผิดคลาดเคลื่อนว่าถ้าอัตราเร็วคงตัวแล้วความเร็วจะคงตัวด้วย ซึ่งเกิดจากแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการใช้คำศัพท์ต่างๆ เพื่ออธิบายแรงและการเคลื่อนที่ โดยไม่สามารถจำแนกความแตกต่างๆระหว่างศัพท์เหล่านั้นได้ (Halloun and Hestenes, 1985) ในแนวคิดย่อยเรื่องการเคลื่อนที่บนทางโค้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายว่าในการออกแบบถนนบริเวณทางโค้งจะถูกออกแบบให้เอียงเข้าหาศูนย์กลางของความโค้งเพื่อประโยชน์ใด (คำถามข้อที่ 8) พบว่านักเรียนร้อยละ 76 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยส่วนใหญ่อธิบายคำตอบมาในด้านความปลอดภัยซึ่งยังไม่ตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น กันไม่ให้รถพลิกคว่ำ , เพื่อป้องกันรถไถลออกนอกเส้นทาง , เพื่อไม่ให้รถแหกโค้งเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น ในแนวคิดย่อยเรื่องอัตราเร็วเชิงมุม ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายว่าถ้าเพิ่มความยาวของเข็มนาฬิกาเป็น 2 เท่า นาฬิกามีอัตราเร็วเชิงมุมเท่าใด (คำถามข้อที่ 9) นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 52 คือนักเรียนจะตอบว่ามีอัตราเร็วเชิงมุมเพิ่มขึ้น 2 เท่า หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมลดลงเหลือครึ่งเดียว ซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง คือ เข็มนาฬิกาจะมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่าเดิม เช่น 2 เท่าเพราะเข็มยาวขึ้น , ครึ่งเดียว เพราะถ้าความยาวมาก อัตราเร็วน้อยลง , ครึ่งเดียว เพราะมีความยาวเป็น 2 เท่าจากเดิม เป็นต้น และในแนวคิดย่อยเรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ครูให้นักเรียนอธิบายว่าทำไมเมื่อสังเกตดาวเทียมสื่อสารจากพื้นโลกจะเห็นดาวเทียมสื่อสารอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา (คำถามข้อที่ 10) พบว่านักเรียนร้อยละ 41 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เช่น โลกหมุนรอบตัวเองและดาวเทียมหมุนตามพร้อมกับโลก , ดาวเทียมเคลื่อนที่แบบวงกลมและโลกหมุนรอบตนเอง เป็นต้น และมีนักเรียนร้อยละ 37 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ซึ่งนักเรียนตอบมาในแนวว่าดาวเทียมโคจรรอบโลกด้วยความเร็วหรืออัตราเร็วเท่ากัน เช่น ดาวเทียมโคจรด้วยความเร็วเท่ากับโลก , เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน , ดาวเทียมโคจรรอบโลกด้วยอัตราเร็วที่เท่ากับโลกโคจรรอบตัว เป็นต้น

ตารางที่ 2 ผลการสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว

แนวคิดย่อย	ข้อ	SU	PU	PU & SM	SM	NU
1. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง	6.1	20 (44)	3 (7)	4 (9)	4 (9)	15 (33)
	6.2	13 (28)	0 (0)	1 (2)	32 (70)	0 (0)
2. การเคลื่อนที่บนทางโค้ง	7	5 (11)	15 (33)	13 (28)	12 (26)	1 (2)
	8	3 (7)	39 (76)	2 (4)	2 (4)	0 (0)
3. อัตราเร็วเชิงมุม	9	8 (17)	7 (15)	4 (9)	24 (52)	3 (7)
4. การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	10	9 (20)	19 (41)	1 (2)	17 (37)	0 (0)

4.3 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ประกอบด้วยแนวคิดย่อย คือ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย สำหรับแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง ผู้วิจัยถามนักเรียนว่าปริมาณใดต่อไปนี้มีผลต่อความถี่ของการเคลื่อนที่ของรถทดลองติดปลายสปริง (คำถามข้อที่ 13) โดยปริมาณที่เกี่ยวข้อง คือ มวลของรถทดลองและค่าคงที่สปริง พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนร้อยละ 94 (ตารางที่ 3) ส่วนใหญ่ยังอธิบายแอมพลิจูดการเคลื่อนที่ของรถทดลองมีผลต่อความถี่ ทั้งนี้เพราะนักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายในชีวิตประจำวันได้และนักเรียนยังไม่มีความรู้ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างคาบ ความถี่กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และในแนวคิดย่อยเรื่องการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายผู้วิจัยให้นักเรียนบอกว่าในการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย ต้องทำอย่างไรจึงทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มเพิ่มขึ้น (คำถามข้อที่ 15) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 52 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยจะบอกแค่ว่าการเพิ่มความยาวเชือกของลูกตุ้มหรือการนำลูกตุ้มไปแกว่งในบริเวณที่มีค่าความเร่งโน้มถ่วงน้อยกว่าเดิมอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ในขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจะตอบว่าการเพิ่มมวลของลูกตุ้ม ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีอยู่ทั้งในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) และแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)

ตารางที่ 3 ผลการสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

แนวคิดย่อย	ข้อ	SU	PU	PU & SM	SM	NU
1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง	11	11 (24)	1 (2)	7 (15)	27 (59)	0 (0)
	12.1	6 (13)	0 (0)	0 (0)	34 (74)	6 (13)
	12.2	2 (4)	0 (0)	0 (0)	38 (83)	6 (13)
	13	1 (2)	0 (0)	0 (0)	43 (94)	2 (4)
2. การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย	14.1	22 (49)	4 (9)	3 (7)	14 (30)	3 (7)
	14.2	0 (0)	3 (7)	1 (2)	40 (87)	2 (4)
	15	7 (15)	24 (52)	8 (17)	6 (13)	1 (2)

5. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวระดับนักเรียนจะบอกลักษณะการเคลื่อนที่ได้ไม่ครบ แต่จะบอกมาอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น บอกมาเฉพาะการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งหรือการเคลื่อนที่ในแนวราบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prescott และ Mitchelmore (2004) ที่พบว่านักเรียนยังมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งถ้าพิจารณาถึงสาเหตุของแนวคิดคลาดเคลื่อนแล้วอาจเกิดขึ้นจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แนวคิดในเรื่องแรงยังมีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่เพราะในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะแบ่งการ

เคลื่อนที่ออกเป็นการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและในแนวระดับ โดยนักเรียนหลายคนรู้สึกว่าแนวคิดเรื่องแรงนั้นง่ายต่อการเข้าใจ (Schecker & Niedderor, 1996) แต่อย่างไรก็ตามก็พบว่ามีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่มีแนวคิดถูกต้อง ในขณะที่แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ พบว่านักเรียนยังมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเป็นส่วนมาก สาเหตุอาจเกิดขึ้นจากความเชื่ออันเป็นผลจากการได้รับประสบการณ์ตรงจากการบอกเล่าจากผู้ใหญ่หรือการปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน โดยประสบการณ์เหล่านั้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ส่วนในแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ในลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริงและการแกว่งของลูกตุ้ม โดยแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นเกิดขึ้นจากการที่นักเรียนมีความคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพราะเป็นผลมาจากการที่การสอนเน้นการบรรยายเป็นหลัก ทำให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์และคณะ, 2550) ซึ่งก่อนหน้านั้นนักเรียนในห้องเรียนนี้ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบท่องจำและบรรยายมาก่อน แต่ไม่ได้เน้นทำการทดลองทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่ได้ปรับเปลี่ยนเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

6. บทสรุป

จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ โดยในเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด โดยแนวคิดคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเหล่านี้ สามารถนำไปใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพราะแนวคิดในเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆมีพื้นฐานมาจากแนวคิดเรื่องแรง ซึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก มีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นจึงควรใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่ง Posner (1982) ได้ออกแบบโมเดลการปรับเปลี่ยนแนวคิด (conceptual change model) ผู้สอนควรรู้ว่าผู้เรียนมีแนวคิดเดิมเรื่องที่จะสอนอย่างไรและมีแนวคิดใดบ้างที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความไม่พอใจ ต่อแนวคิดคลาดเคลื่อนเหล่านั้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นแนวคิดที่ทำให้เกิดความรู้ที่ถูกต้อง มีความเป็นจริงสมเหตุสมผล และมีประโยชน์ในการแก้ปัญหาและสามารถที่จะประยุกต์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ จากงานวิจัยของอนุศิษย์ เกื้อกูล (2554) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

8. เอกสารอ้างอิง

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ซิงห์และวรรณทิพา รอดการค้า. (2550). การสำรวจแนวคิดของนักศึกษาครูวิชาฟิสิกส์ชั้นปีที่ 3 เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่. *วารสารสงขลานครินทร์*

ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ 11 (ฉบับพิเศษ: ม.อ.วิชาการ), 45-69.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2554. *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

อนุสิษฐ์ เกื้อกูล. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมสาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนมติ. วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย หาวิทยาลัยขอนแก่น.

Bilgin and 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.

Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related conceptions. *Journal of Research in Science Teaching, 34*, 181-197.

Halloun, I.A. and Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics, 53(11),* 1056-1065.

Lowenthal, P., & Muth, R. (2008). Constructivism. In E. F. Provenzo, Jr. (Ed.), *Encyclopedia of the social and cultural foundations of education.* Thousand Oaks, CA: Sage.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*, 211–227.

Prescott, A. E., and Mitchelmore, M. C. (2005). Teaching projectile motion to eliminate misconceptions. *Paper accepted for presentation at the 28th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Melbourne*.

Lowenthal, P., & Muth, R. (2008). Constructivism. In E. F. Provenzo, Jr. (Ed.), *Encyclopedia of the social and cultural foundations of education*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Schecker, H., and Niedderer, H. (1996). Contrastive teaching: A strategy to promote qualitative conceptualunderstanding of science. In D. F. Treagust, R. Duit, & B. J. Fraser (Eds.), *Improving teaching andlearning in science and mathematics* (pp. 141-151). New York: Teachers College Press.

Wheatley, G. (1991). Constructivist Perspectives on Mathematics and Science Learning. *Science Education*, 75, 9-21.