

การศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมและมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์
STUDY ON RESTITUTION COEFFICIENT OF THE SPHERICAL PELLETS
AND VIEWS OF NATURE OF PHYSICS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2562

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมและมุมมองในธรรมชาติ
ของฟิลิกส์

ผู้วิจัย กรวรรณ จินาเดช

สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มวิชา ฟิลิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ ผดุงธิดา)

..... กรรมการ
(ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมและมุมมอง
ในธรรมชาติของฟิสิกส์

ชื่อผู้วิจัย : กรวรรณ จินาเดช

สาขาวิชา : การสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มวิชา : ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

: อาจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐชัย เครืออินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม และ วัสดุมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ เมื่อปล่อยวัสดุเม็ดกลมที่มีความหนาแน่น 0.1 – 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร ลงบนวัสดุพื้น 2 ชนิด (พื้นไม้และพื้นเซรามิก) ที่มีความหนาแน่น 0.7 และ 2.6 กรัมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการวิจัย พบว่า 1) วัสดุเม็ดกลมที่ตกกระทบพื้นเซรามิก มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากกว่าพื้นไม้ เนื่องจากพื้นเซรามิกมีความยืดหยุ่นน้อย วัสดุเม็ด กระดอนขึ้นมาก 2) เมื่อเพิ่มระดับความสูงในการปล่อยวัสดุเม็ดค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่า ลดลง โดยที่ระดับความสูง 8 เซนติเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากที่สุด ที่ระดับความสูง 14 เซนติเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนน้อยที่สุด 3) เมื่อเพิ่มขนาดของวัสดุเม็ดมีความแตกต่างกัน 6 8 10 และ 12 มิลลิเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าแตกต่างกันน้อยมากหรือไม่แตกต่างกันเลย เมื่ออัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจะมีค่า ลดลงในทุก ๆ ขนาด โดยพื้นไม้มีค่าน้อยกว่าพื้นเซรามิก 4) เมื่อเพิ่มจำนวนชั้นของวัสดุเม็ดพื้น ชั้นที่ 1 – ชั้นที่ 4 พบว่า ชั้นที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากกว่าชั้นที่ 4 เนื่องจากชั้นที่ 1 ยืดหยุ่นน้อย วัสดุเม็ดกระทบกับวัสดุเม็ดพื้นกระดอนได้สูง ส่วนชั้นที่ 4 ยืดหยุ่นมาก วัสดุเม็ด กระทบกับวัสดุเม็ดพื้นกระดอนน้อย และ 5) เมื่อศึกษามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ โดยแบบวัด มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ที่ปรับปรุงจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS – C จากแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนในข้อคำถาม 10 ข้อตามแบบ VNOS – C ที่ปรับปรุง ข้อคำถามจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นำรูปแบบการทดลองมาอธิบายพร้อมกับ

การสอดแทรกเนื้อหาทางฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแม่ทาวิทยาคม จังหวัดลำพูน จำนวน 20 คน วิเคราะห์คำร้อยละ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ มุมมองที่สอดคล้องกับ มติประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองปรับเปลี่ยนระยะ มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคม วิทยาศาสตร์และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ ด้านมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด จึงสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี และยังมีบางส่วนที่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคม วิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: สัมประสิทธิ์การกระดอน วัสดุเหนียว มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์



The title : Study on Restitution Coefficient of the Spherical Pellets and Views of Nature of Physics

The Author : Korawan Jinadech

Program : Master of Science Program in Science Teaching

Department : Physics

Thesis Advisors : Dr.Panupat Chaiworn Chairman
: Assistant Professor Dr.Chatchai Krueain Member

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate restitution coefficient of spherical pellets and to measure the views of nature of physics when the spherical pellets with the density of 0.1 to 0.9 grams per cubic centimeters fell on wooden and ceramic floors with the density of 0.7 and 2.6 grams per cubic centimeters respectively. The research findings are as follows. Firstly, the coefficient of the pellets falling on the ceramic floor was higher because ceramic floor was less elastic, making the pellets rebound higher. Secondly, when the height of releasing the pellets was raised, the restitution coefficient decreased, with 8–cm height having the highest coefficient and 14–cm height having the lowest coefficient. Thirdly, when the size of the pellets was different at 6, 8, 10 and 12 millimeters, the coefficient was little or no different. When the density ratios of the pellets with floor materials increased, the coefficient dropped in all sizes with wooden floor having lower coefficient than ceramic floor. Fourthly, when the layers of the floor materials increased from one to four, it was revealed that the coefficient of the first layer was higher than that of the fourth layer which is more elastic, making the rebound lower. Finally, the views of nature of physics were explored from the improvement of VNOS–C science from the revised ten items of the pre- and post-questionnaire in the VNOS–C format. The experimental approach was elaborated in class with the integration of physics contents for 20 Mathayom 5 students at Maethawithayakhom School, Lamphun Province. The data were analyzed for percentage. The views were categorized into four aspects: those being in line with scientific community

resolutions, those against scientific community resolutions, those of duration change, and those not in any group. It was revealed that the students' views were mostly congruent with those in line with scientific community resolutions, which could be better developed in them. Nonetheless, there were some of their views that were against scientific community resolutions.

Keywords: Restitution Coefficient, Spherical Pellets, Views of Nature of Physics



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอดจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์ ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนแม่ทาวิทยาคมที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประโยชน์อันพึงได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ขอให้เป็นกตเวทิตาแด่บิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถทำให้วิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี และเป็นตัวอย่างการศึกษาสำหรับผู้สนใจต่อไป

กรวรรณ จินาเดช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	๗
ABSTRACT.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
สารบัญ.....	๑๐
สารบัญตาราง.....	๑๑
สารบัญภาพ.....	๑๒
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
วัสดุเม็ค.....	7
โมเมนตัมและการชน.....	10
ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน.....	18
พลังงาน.....	20
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	23
มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	30
การวัดความเข้าใจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	32
วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์.....	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	45
สถานที่ดำเนินการ.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
ตอนที่ 1 การศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม....	55
ตอนที่ 2 การศึกษามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์.....	66
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	69
สรุปผลการวิจัย.....	69
อภิปรายผล.....	70
ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ประวัติผู้วิจัย.....	77
ภาคผนวก.....	78
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการ Tracker.....	79
ภาคผนวก ข แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์.....	81
ภาคผนวก ค ตารางการวิเคราะห์แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์.....	85

ณ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความแตกต่างของงานวิจัยทางฟิสิกส์.....	36
2.2	สรุปการศึกษาทางฟิสิกส์.....	37



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 วัสดุเม็คเป็นวัสดุที่แพร่หลายในชีวิตประจำวัน.....	7
2.2 การจำแนกขนาดสารด้วยเกณฑ์ขนาด.....	8
2.3 พฤติกรรมของวัสดุเม็คเป็นเหมือนของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยขึ้นอยู่กับสภาวะ.....	9
2.4 การชนระหว่างวัตถุ A และวัตถุ B.....	13
2.5 การชนแบบยืดหยุ่นใน 1 มิติ.....	15
2.6 การชนแบบยืดหยุ่นใน 2 มิติ.....	16
2.7 การชนแบบไม่ยืดหยุ่น.....	17
2.8 ค่าสัมประสิทธิ์โดยการเพิ่มความเร็วในการกระแทก.....	19
2.9 ความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นระหว่างทฤษฎีและกฎ.....	28
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	47
3.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็คทรงกลม.....	48
3.3 ขั้นตอนการทดลองพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็คกลม...	48
3.4 ขั้นตอนการทดลองชนิดวัสดุเม็คกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน.....	49
3.5 ขั้นตอนการทดลองความสูงมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของ วัสดุเม็คกลม.....	50
3.6 การติดตั้งอุปกรณ์ ก.วางวัสดุเม็คพื้น 1 เม็ค, ข.วางวัสดุเม็คพื้น 2 เม็ค, ค.วางวัสดุเม็คพื้น 3 เม็ค.....	51
3.7 ขั้นตอนการทดลองวัสดุเม็คพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ค	52
3.8 ขั้นตอนการวัดมุมองศาของฟิสิกส์.....	53
3.9 ผังงานการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน และวัดมุมองศาของ ของฟิสิกส์.....	54
4.1 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็คต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์ การกระดอนของวัสดุเม็คกลม โดยคำนวณความสูงของการกระดอน บนวัสดุพื้นไม้และพื้นเซรามิก.....	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนบนวัสดุพื้นไม้และพื้นเซรามิก.....	57
4.3 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมโดยคำนวณความสูงของการกระดอนจากพื้นต่างกัน 4.3ก) พื้นไม้ และ 4.3ข) พื้นเซรามิก.....	58
4.4 ก) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนจากพื้นไม้.....	60
4.4 ข) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนจากพื้นเซรามิก.....	60
4.5 ก) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมโดยคำนวณความสูงของการกระดอนจากพื้นไม้.....	62
4.5 ข) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมโดยคำนวณความสูงของการกระดอนจากพื้นเซรามิก.....	62
4.6 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอนโดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนจากพื้นที่ต่างกัน 4.6 ก) พื้นไม้ และ 4.6 ข) พื้นเซรามิก.....	63
4.7 วัสดุเม็ดพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดโดยคำนวณความสูงของการกระดอน.....	64
4.8 วัสดุเม็ดพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอนวัสดุเม็ดโดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอน.....	65
4.9 ค่าร้อยละมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ก่อนเรียน.....	66
4.10 ค่าร้อยละมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์หลังเรียน.....	67

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วัสดุเม็ดเป็นวัสดุที่เป็นของแข็งรวมตัวกันเป็นกลุ่มมีช่องว่างระหว่างวัสดุที่ถูกแทรกด้วยของไหล ไม่ว่าจะเป็นน้ำหรืออากาศ อนุภาคจะมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค แรงยึดหยุ่น แรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน แล้วทำให้อนุภาคนั้นมีการจัดเรียงตัวใหม่ (Cambou, Jean & Radjaï, 2009) ในการศึกษาวัสดุเม็ดนั้นมีการศึกษามายาวนานและได้พัฒนาจากทฤษฎีในทางธรณีฟิสิกส์ จนมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น เมื่อปล่อยวัสดุเม็ดให้เกิดการเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ สองมิติ เกิดการชนเป็นแบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนกันของวัตถุ ทำให้รูปร่างมีการเปลี่ยนแปลง นักฟิสิกส์นิยมนำเสนอการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยใช้พารามิเตอร์ เรียกว่า สัมประสิทธิ์การกระดอน (Coefficient of Restitution)

สัมประสิทธิ์การกระดอน (ε) สำหรับการชนในค่าหนึ่งมิติถูกนิยามเป็น “อัตราส่วนของอัตราเร็วหลังการชนกับอัตราเร็วก่อนชน” ซึ่งอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ($0 < \varepsilon < 1$) โดยที่ $\varepsilon = 0$ หมายถึง การชนกันแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ $\varepsilon = 1$ หมายถึง การชนกันเป็นแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ มีความยืดหยุ่นที่ดีที่สุด (Aryaei, Hashemnia, & Jafarpur, 2010) ในการชนแบบไม่ยืดหยุ่นนั้น จากผลงานวิจัยการศึกษาทางวิชาฟิสิกส์ พบว่า สัมประสิทธิ์การกระดอนมีความสำคัญกับการศึกษา โดยเฉพาะการศึกษาระบบหลายวัตถุ และมีประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมและด้านการศึกษา ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ในการเรียนเกี่ยวกับการชนในหนึ่งมิติ สองมิติ และการตกอย่างอิสระในทางฟิสิกส์ได้

ในทางธรรมชาติของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ เป็นการผสมผสานระหว่าง การศึกษากับการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ทั้งประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมทางวิทยาศาสตร์ และหลักจิตวิทยาทางวิทยาศาสตร์ มีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็น พื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ในทางสร้างสรรค์สังคม และสิ่งแวดล้อม (Mccomas, 2000) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ผ่านการทดลองเพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยผู้เรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบาย ปรากฏการณ์ จากการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์งานและ มีการพัฒนาศักยภาพของตนเองรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในการเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนวิทยาศาสตร์

ฟิสิกส์จัดว่าเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยส่วนมากอธิบายเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ปรากฏการณ์คลื่น งานและพลังงาน ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก เป็นต้น ความเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของ การศึกษาวิชาฟิสิกส์ และพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาฟิสิกส์ให้ดีขึ้น ซึ่งการที่นักเรียน จะเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์ได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้น และยังพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนผ่านกระบวนการ การทดลอง และเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำการทดลองจะสามารถพัฒนาเจตคติต่อการ เรียนวิชาฟิสิกส์อีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะวัดค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม ร่วมกับการวัดความเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์ โดยการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน ของวัสดุเม็ดกลมศึกษาความสูงของการปล่อยวัสดุเม็ดกลมและความเร็วของวัสดุเม็ดกลม เพื่อหา ความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน จากนั้นทำการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับหัวข้อการตก อย่างอิสระ โม่เมนต์การชนและทำแบบทดสอบเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ด้วยแบบวัด มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS – C ของเลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002) โดยทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบสอบถาม และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าร้อยละจำแนกตามมุมมอง 4 ด้าน คือ มุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน มุมมอง ที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์และไม่สามารถจัดกลุ่มได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม
2. เพื่อวัดมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ได้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกระดอนของเม็ดกลม
2. ได้ทราบถึงสัมประสิทธิ์ของการกระดอนบนผนังที่ต่างกัน
3. ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม โดยวัสดุเม็ดกลมที่ใช้มีความหนาแน่นต่างกัน มีรูปร่างเป็นทรงกลม เช่น เม็ดไม้ เม็ดโลหะ เม็ดคริสตัล เม็ดพลาสติก เป็นต้น และวัสดุพื้นที่ใช้ในการทดลองมีความหนาแน่น และความแข็งที่ต่างกัน เช่น วัสดุพื้นไม้ พื้นยาง พื้นเซรามิก เป็นต้น

1.1 ศึกษาวัสดุพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

- ตัวแปรต้น : วัสดุพื้น
- ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม
- ตัวแปรควบคุม : วัสดุเม็ดทรงกลม และความสูงของระยะที่ปล่อย (10 เซนติเมตร)

1.2 ศึกษาความสูงการปล่อยวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

- ตัวแปรต้น : ความสูงของระยะที่ปล่อย (เริ่มต้นที่ 14 เซนติเมตร 12 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรควบคุม : วัสดุพื้น และวัสดุเม็ดกลม

1.3 ศึกษาขนาดวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน

ตัวแปรต้น : ขนาดวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรควบคุม : วัสดุพื้น และความสูงของระยะที่ปล่อย (10 เซนติเมตร)

1.4 วัสดุเม็ดพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ด

ตัวแปรต้น : การเรียงชั้นวัสดุเม็ดพื้น

ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรควบคุม : ความสูงที่ปล่อย วัสดุพื้น และวัสดุเม็ดกลม

2. วัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

2.1 ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยเกี่ยวกับแบบวัดมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแม่ทาวิทยาคม จังหวัดลำพูน กลุ่มตัวอย่างห้องเรียนแผน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 20 คน

2.2 แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ปรับปรุงมาจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก VNOS – C ของเลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002)

ตัวแปรต้น : แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ตัวแปรตาม : มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ของนักเรียน

ตัวแปรควบคุม : จำนวนนักเรียน แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

งานวิจัยนี้ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบวัด มุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอร์ม C (Views of Nature of Science Questionnaire Form C: VNOS – Form C) เป็นรูปแบบที่จะนำมาปรับปรุง และวัดความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ เนื่องจาก VNOS – C เป็นคำถามที่มีมุมมองในการตอบแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้เขียนในสิ่งที่ นักเรียนเข้าใจ และผู้วิจัยนำความคิดเห็นของนักเรียนมาวิเคราะห์มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม (Coefficients of Pellets) หมายถึง อัตราส่วนของค่ารากที่ 2 ของความสูงหลังการกระดอน (h_2) กับความสูงก่อนการกระดอน (h_1)

วัสดุเม็ดกลม หมายถึง อนุภาคของแข็งที่มีช่องว่างระหว่างอนุภาคสามารถแทรกระหว่าง อนุภาคด้วยของไหลและอากาศ เป็นอนุภาคที่กลม มีผิวเรียบ เช่น เม็ดไม้ เม็ดโลหะ เม็ดคริสตัล เม็ดพลาสติก เป็นต้น

วัสดุพื้น หมายถึง พื้นที่มีความหนาแน่น ความแข็งต่างกัน เป็นวัสดุที่รองรับการตกของ วัสดุเม็ดกลม มีลักษณะเป็นพื้นเรียบ เช่น พื้นไม้ (Wood) พื้นเซรามิก (Ceramic) เป็นต้น

วัสดุเม็ดพื้น (Tower Number) หมายถึง วัสดุเม็ดที่มีลักษณะกลม ผิวเรียบ เป็นวัสดุ ที่รองรับการตกของวัสดุเม็ดกลมที่วางเรียงกันเป็นชั้น ๆ

ความสูงของวัสดุเม็ดพื้น (H) หมายถึง จำนวนของวัสดุเม็ดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของวัสดุเม็ดเรียงตัวกันเป็นชั้น ๆ

ค่าพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) หมายถึง ค่าพลังงานจลน์การกระแทกของวัสดุเม็ดบนวัสดุพื้นจากค่าความเร็วหลังการกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุพื้นกับวัสดุเม็ด (Density Ratio) หมายถึง ค่าความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อค่าความหนาแน่นของวัสดุพื้น

มุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์ หมายถึง ความเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์ และความคิดเห็นของนักเรียนในการอธิบายเกี่ยวกับประเด็นของฟิสิกส์ ได้แก่ ความรู้ทางฟิสิกส์ การสังเกตและลงข้อสรุป วัดได้จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ (View of Nature of Physics) หมายถึง เครื่องมือที่ความเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์ที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาปรับปรุงมาจาก VNOS – C ของเลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002) โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคม มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับประชามติและไม่สามารถจัดกลุ่มได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม และมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วัสดุเม็ด
 - 1.1 นิยามของวัสดุเม็ด
 - 1.2 สมบัติของวัสดุเม็ด
 - 1.3 ทฤษฎีและการสร้างแบบจำลองของวัสดุเม็ด
2. โมเมนตัมและการชน
3. ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน (Coefficient of Restitution: COR)
4. พลังงาน
5. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 5.3 บทบาทและลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของวิทยาศาสตร์การศึกษา
6. มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 6.1 มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม
 - 6.2 มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย
7. การวัดความเข้าใจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 7.1 มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอร์ม A (Views of Nature of Science Questionnaire Form A: VNOS – Form A)
 - 7.2 มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอร์ม B (Views of Nature of Science Questionnaire Form B: VNOS – Form B)

7.3 มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอร์ม C (Views of Nature of Science Questionnaire Form C: VNOS – Form C)

7.4 มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอร์ม D (Views of Nature of Science Questionnaire Form D: VNOS – Form D)

7.5 มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอร์ม E (Views of Nature of Science Questionnaire Form E: VNOS – Form E) มุมมองแบบสอบถาม

8. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

วัสดุเม็ด

วัสดุเม็ดเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาคของแข็ง อนุภาคขนาดใหญ่ที่มีการสูญเสียพลังงานองค์ประกอบของวัสดุเม็ดจะต้องมีขนาดใหญ่และละเอียด ซีดจำกัดของวัสดุเม็ดจะมีขนาดประมาณ 1 ไมโครเมตร เราสามารถพบได้ทั้งในธรรมชาติและอุตสาหกรรม ตัวอย่างวัสดุเม็ดจากธรรมชาติ เช่น ทราย หิมะ วงแหวนของดาวเสาร์ และแถบดาวเคราะห์น้อย เป็นต้น ตัวอย่างวัสดุเม็ดจากอุตสาหกรรม เช่น เม็ดพลาสติก เม็ดยา เม็ดโลหะ เม็ดแก้ว เป็นต้น ดังภาพที่ 2.1 วัสดุเม็ดเป็นวัสดุที่แพร่หลายในชีวิตประจำวัน

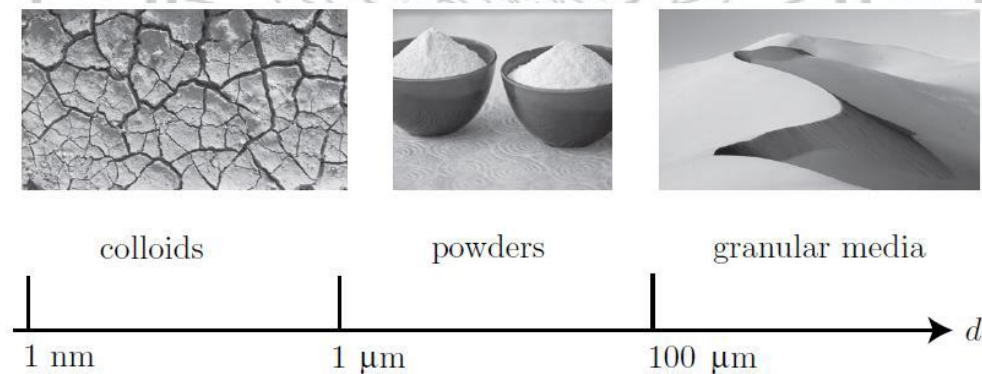


ภาพที่ 2.1 วัสดุเม็ดเป็นวัสดุที่แพร่หลายในชีวิตประจำวัน น้ำตาล ข้าว กาแฟ หรือมุสลี ซึ่งเป็นเพียงตัวอย่างจากในห้องครัวเท่านั้น
(มุสลี คือ อาหารผสม ประกอบด้วย กล้วย ข้าว ถั่วและผลไม้แห้ง)

ส่วนมากวัสดุเม็ดมีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรมและถูกนำมาใช้ในหลายสาขา ไม่ว่าจะเป็นด้านเกษตรกรรม เกษตรกรรม วิศวกรรมเคมี เหมืองแร่ และการผลิตพลังงาน สำหรับ นิยามและสมบัติของวัสดุเม็ดที่สำคัญ มีดังนี้

นิยามของวัสดุเม็ด

จากนิยามของเคมโบ เจน และเรทเจีย (Cambou, Jean & Radjaï, 2009) นิยามว่า วัสดุเม็ด เป็นวัสดุที่ประกอบไปด้วยกลุ่มอนุภาคของแข็งที่รวมตัวกันสามารถถูกแทรกด้วยของไหล (น้ำ หรืออากาศ) จะมีแรงที่เกิดการสัมผัสของอนุภาค เช่น แรงยึดหยุ่น แรงเสียดทาน แรงยึดเหนี่ยว ภายในอนุภาค และแรงสัมผัสอื่น ๆ ที่มากระทำ สามารถทำให้อนุภาคเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ เมื่อพิจารณาจากขนาดของวัสดุเม็ด โดยทั่วไปแล้ว วัสดุเม็ดจะมีขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน เป็นกลุ่มของอนุภาคขนาดกลางที่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ราว และ โนทท์ (Rao & Nott, 2008) มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1 – 100 ไมครอน ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างอนุภาค เช่น แรงแวนเดอร์วาลส์ ความชื้น และแรงต้านอากาศ ในอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน ได้แก่ คอลลอยด์ ที่เมื่อได้รับการกระตุ้นจากความร้อน จะมีผลอย่างมาก



ภาพที่ 2.2 การจำแนกขนาดสารด้วยเกณฑ์ขนาด ทำให้แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ คอลลอยด์ (โคลน) ผง (แป้ง) และวัสดุเม็ด (กองทราย)

ที่มา : Andreotti, Forterre & Pouliquen, 2013

สมบัติของวัสดุเม็ด

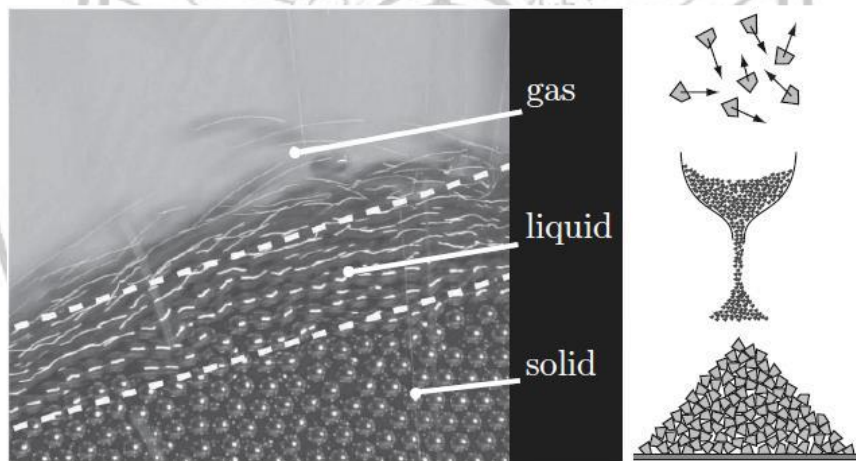
1. วัสดุเม็ดประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมาก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 100 ไมโครเมตร
2. มีระบบของอุณหภูมิตั้งที่ พลังงานความร้อนคงที่

3. มีการแยกขนาดที่ไม่ชัดเจน ขนาดของวัสดุเป็นระดับจุลภาค แต่มีการไหลระดับมหภาค เช่น เมื่อทรายไหลลงบนกองความหนาแน่นของการไหลประมาณ 10 – 20 อนุภาค การแยกขนาดในการไหลของวัสดุเม็ดยังคงไม่มีเกณฑ์ในการแยกขนาด

4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคมีความซับซ้อน คือ มีการดัดขัดระหว่างอนุภาคของแข็ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ไม่เป็นเส้นตรง เช่น แรงเสียดทาน ความไม่ยืดหยุ่น เมื่ออยู่ในของไหลที่มีความหนืด เนื่องจากแรงที่เกิดจากการไหล

5. วัสดุเม็ดช่วยลดพลังงานในการกระจายตัว เช่น เมื่อโยนลูกโบว์ลิ่งตกลงไปในกล่อง ไม่เกิดการกระดอนขึ้น แต่พลังงานจลน์ทั้งหมดจะกระจายอยู่ในรูปของการชน การกระจายตัวเหล่านี้เกิดในระดับจุลภาค ทำให้จำเป็นต้องศึกษาฟิสิกส์สถิติจากฟิสิกส์ยุคเก่า

6. วัสดุเม็ดสามารถแสดงสถานะต่าง ๆ ที่หลากหลายของสสารได้ ขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานของสสารเมื่อได้รับแรงภายนอก ดังภาพที่ 2.3 เมื่อเม็ดทรายเทกองอยู่บนพื้นจะมีการรวมกันกองบนพื้นแบบหนึ่ง เมื่อปล่อยทรายในรูปของนาฬิกาทราย จะเกิดการไหลที่มีพฤติกรรมเหมือนของไหล และเมื่อแรงภายนอกมากกระทำมาก ๆ ก็จะทำให้ทรายนั้นเกิดการฟุ้งกระจายไปรอบ ๆ มีพฤติกรรมเหมือนแก๊ส



ภาพที่ 2.3 พฤติกรรมของวัสดุเม็ดเป็นเหมือนของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยขึ้นอยู่กับสภาวะ

ที่มา : Andreotti, Forterre, & Pouliquen, 2013

การแสดงพฤติกรรมพื้นฐานของวัสดุเมื่อดำเนินงานในสถานะของแข็งและของเหลวที่เป็นลักษณะเฉพาะของวัสดุเมื่อดำเนินงานแล้ว วัสดุเมื่อยังมีพฤติกรรมร่วมกับวัสดุอื่น วัสดุจะเกิดการติดกันและพฤติกรรมเหมือนของไหล หรือความหนาแน่น ในที่นี้เราจะศึกษาพฤติกรรมของวัสดุเมื่อดำเนินงานการปล่อยตกภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกพร้อมกับหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อดำเนินงาน

ทฤษฎีและการสร้างแบบจำลองของวัสดุเมื่อดำเนินงาน

วัสดุเมื่อดำเนินงานเป็นวัสดุที่พบมากทั่วไปประกอบด้วยวัสดุทางธรณีฟิสิกส์ (ทรายดินกรวดดิน) วัสดุดิบอุตสาหกรรมอาหารและยา เป็นวัสดุที่มีการจัดการมากที่สุดในอุตสาหกรรมทั่วโลก วัสดุนี้ไม่ได้เป็นมาตรฐานของแข็งที่ยืดหยุ่นได้ ไม่ได้มีความต่อเนื่อง จึงทำการศึกษาวัสดุเมื่อดำเนินงานภายใต้การจำลองแบบอนุภาค โดยมีความสัมพันธ์ของแรงภายนอก ได้แก่ แรงเสียดทาน

เนื่องจากวัสดุเมื่อดำเนินงานสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมจากของแข็งไปสู่ของเหลว และไปเป็นก๊าซสำหรับความถี่ในการจำลองวัสดุแบบเมื่อดำเนินงาน จะต้องมีการรวมเครื่องมือจากกลศาสตร์ของแข็ง กลศาสตร์ของไหลและฟิสิกส์สถิติ ใช้วิธีการจากทุกสาขาวิชาเหล่านี้ในความพยายามที่จะค้นหาความสัมพันธ์ทางกายภาพพื้นฐานที่ควบคุมวัสดุเมื่อดำเนินงานสร้างลำดับชั้นของโมเดลอย่างต่อเนื่องสำหรับการไหลของวัสดุที่จับภาพพฤติกรรมที่แปลกลหลายอย่างของวัสดุเหล่านี้ และสามารถคาดการณ์การเคลื่อนที่ของวัสดุได้ บางครั้งเราใช้แบบจำลองแบบแยกส่วนเป็น ซึ่งการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจหลักการ และตรวจสอบความสัมพันธ์ของโมเดลวัสดุเมื่อดำเนินงาน นอกจากนี้ ยังสามารถพัฒนารูปแบบอะตอมของระบบวัสดุเมื่อดำเนินงานแบบหนาแน่นที่สมจริงซึ่งพบได้ในการอธิบายเชิงกลเกี่ยวกับการลดความซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับความผันแปรภายในรูปแบบต่อเนื่องแบบเสถียรของเมื่อดำเนินงานพลาสติก ด้วยคำอธิบายในภาพทางกลที่เพิ่มเติมรายละเอียดว่าทำไมของเหลวชนิดนี้ไม่ได้เป็นที่แข็ง นอกจากนี้ ยังช่วยให้สามารถคาดเดาวัสดุใหม่ ๆ ที่ควรจะมี ตัวอย่างเช่น เราพบว่าชั้นของวัสดุเหนียว เช่น โคลนและเจล ควรปฏิบัติตามกฎความต้านทาน

จากการศึกษาทฤษฎีและการสร้างแบบจำลองของวัสดุเมื่อดำเนินงาน ทำให้พบว่าวัสดุเมื่อดำเนินงานมีพฤติกรรมที่สามารถเปลี่ยนเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ ตามแรงกระทำภายนอก

โมเมนตัมและการชน

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เราทราบว่าแรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ถ้าสังเกตการชนของวัตถุสองสิ่งจะเห็นว่าวัตถุที่เข้าชน และวัตถุที่ถูกชนจะมีการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แสดงว่าการชนของวัตถุต้องมีแรงเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย และนอกจากนี้ ยังมีปริมาณอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

จากการศึกษาเรื่องพลังงาน พบว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีพลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น ในการทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หยุด ต้องใช้แรงด้านการเคลื่อนที่ ถ้าวัตถุใดมีพลังงานจลน์มากหรืออาจกล่าวว่าวัตถุมีมวลหรือความเร็วมาก แรงด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุต้องมีค่ามากด้วย แต่วัตถุที่มีพลังงานจลน์น้อย ๆ หรือกล่าวว่าวัตถุนั้นมีมวลหรือความเร็วน้อย แรงด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุก็จะมีค่าน้อยด้วย ดังนั้น มวลและความเร็วนอกจากจะบอกถึงปริมาณพลังงานจลน์ แล้วยังช่วยบอกถึงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุที่จะเคลื่อนตัวไปทางข้างหน้าในทิศทางของความเร็ว ซึ่งเรียกว่า โมเมนตัม (Momentum) “ $\vec{p}$ ” (นิรันดร์ สุวรรินทร์, 2554)

โมเมนตัม หมายถึง ปริมาณที่บอกสภาพของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งพยายามทำให้วัตถุพุ่งตัวไปข้างหน้าในทิศทางของความเร็ว เป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศตามทิศของความเร็ว ปริมาณโมเมนตัม หาได้จากผลคูณของมวลกับความเร็ว

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2.1)$$

เนื่องจากความเร็ว $\vec{v}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้น โมเมนตัม $\vec{p}$ จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ด้วย โดยทิศของโมเมนตัมจะเป็นทิศเดียวกับทิศของความเร็ว ส่วนขนาดของโมเมนตัมหาได้จาก $p = mv$ ในระบบเอสไอ โมเมนตัม มีหน่วยเป็น $kg.m/s$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน เรียกว่า กฎของความเฉื่อย ซึ่งอาจเขียนในรูปของโมเมนตัมได้ว่าในกรณีที่วัตถุมีความเร็วคงตัว โมเมนตัมของวัตถุคงตัวเสมอ

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ เป็นเพียงกรณีหนึ่งของรูปแบบดั้งเดิมที่นิวตันได้เสนอไว้ในรูปแบบของโมเมนตัม กล่าวคือ กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันในรูปแบบโมเมนตัมเป็นกฎที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ ดังนี้ “อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุเท่ากับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ” ถ้ากล่าวข้างต้นสามารถเขียนในรูปสมการได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \vec{F} &= m\vec{a} \\ \text{และ} \quad \vec{a} &= \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t} \\ \text{ดังนั้น} \quad \vec{F} &= \frac{m(\vec{v} - \vec{u})}{\Delta t} \\ \vec{F} &= \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} \end{aligned} \quad (2.2)$$

โดยที่ $\vec{F}$ คือแรงลัพธ์คงตัวที่กระทำต่อวัตถุมวล m และ $m\vec{v} - m\vec{u}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลา Δt หรืออาจเขียนย่อๆ ว่า $\Delta\vec{p}$ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \quad (2.3)$$

ทฤษฎีการคลและโมเมนตัม

การเปลี่ยนโมเมนตัม หมายถึง ความเร็วของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งย่อมหมายถึงมีความเร่งด้วย และเนื่องจากความเร่งที่เกิดขึ้นมีผลจากแรง ดังนั้น ยังมีแรงกระทำมากเท่าใด ความเร็วก็ยิ่งเปลี่ยนมากขึ้น และย่อมมีผลให้โมเมนตัมเปลี่ยนไปด้วย แต่ในบางกรณีการเปลี่ยนโมเมนตัมก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นนอกเหนือจากแรงที่มากกระทำ สิ่งนั้นคือ ระยะเวลาที่แรงกระทำ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุย่อมได้รับผล ทั้งแรงและระยะเวลาที่แรงกระทำ จากการพิจารณาข้างต้น จึงกำหนดให้มีปริมาณหนึ่งซึ่งมีความหมายเดียวกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม โดยให้เรียกว่า การคล (Impulse) และให้แทนสัญลักษณ์ด้วย $\vec{I}$

การคลกับแรงมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุย่อมเกิดการคลบนวัตถุด้วย แต่ปริมาณทั้งสองมีความแตกต่างกัน แรงทำให้เกิดความเร่งแต่การคลทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนแปลงในการวิเคราะห์ จึงควรแยกความแตกต่างของปริมาณทั้งสองให้ชัดเจน

ความสัมพันธ์ระหว่างการคลและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมสร้างได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน โดยกำหนดให้ $\vec{F}$ เริ่มกระทำวัตถุตั้งแต่ช่วงเวลา t_1 จนถึงเวลา t_2 และ โมเมนตัมมีการเปลี่ยนแปลงจาก p_1 เป็น p_2 จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันในรูป $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ นำไปหาปริพันธ์เทียบกับเวลา t ในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2 ดังนี้

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta\vec{p} \quad (2.4)$$

เมื่อ $\vec{F}$ คือแรงคล และ $\vec{F} \cdot \Delta t$ เรียกว่าการคล (Impulse, $\vec{I}$) ดังนั้น จะได้สมการของการคลดังนี้

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$\vec{I} = \Delta\vec{p}$$

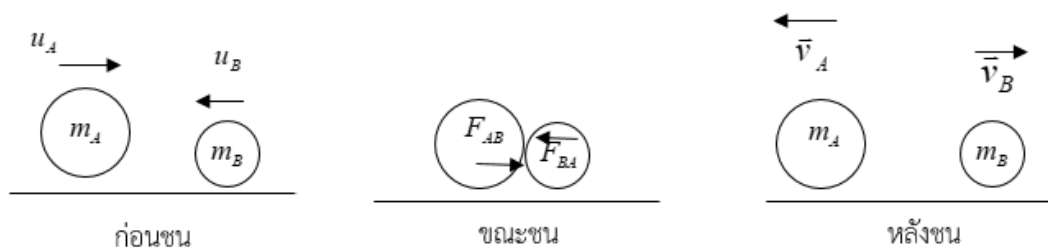
$$\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{u}$$

บางครั้งแรงลัพธ์ที่ทำให้เกิดการคล เรียกว่า แรงคล (Impulsive Force) และเรียกแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการคลเป็นปริมาณที่เท่ากันว่า แรงคลเฉลี่ย

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

จากการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ พบว่า ถ้ามีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ จะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งเป็นการศึกษาตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวไปตลอด หรือกล่าวว่าวัตถุนั้นมีโมเมนตัมคงตัวตลอดการเคลื่อนที่

พิจารณาภาพต่อไปนี้ ขณะวัตถุ A และวัตถุ B ชนกัน ไม่มีแรงภายนอกใด ๆ กระทำ จะได้ว่าขณะวัตถุทั้งสองชนกัน จะมีแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุทั้งสองเกิดขึ้น โดยมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงข้ามกัน ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การชนระหว่างวัตถุ A และวัตถุ B

ให้	F_{AB}	แทน	แรงที่วัตถุ A กระทำต่อวัตถุ B
	F_{BA}	แทน	แรงที่วัตถุ B กระทำต่อวัตถุ A
	Δt	แทน	ช่วงเวลาที่วัตถุ A ชนกับวัตถุ B

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้ว่า

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

และจาก

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} \quad (2.5)$$

พิจารณาที่วัตถุ A และ B จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\vec{F}_{BA} = \frac{m_A \vec{v}_A - m_A \vec{u}_A}{\Delta t}$$

$$\vec{F}_{AB} = \frac{m_B \vec{v}_B - m_B \vec{u}_B}{\Delta t}$$

ดังนั้น สมการเขียนใหม่ได้ว่า

$$\frac{m_B \vec{v}_B - m_B \vec{u}_B}{\Delta t} = - \frac{m_A \vec{v}_A - m_A \vec{u}_A}{\Delta t}$$

$$m_B \vec{v}_B - m_B \vec{u}_B = m_A \vec{v}_A - m_A \vec{u}_A$$

$$m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B = m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B$$

ถ้ามีระบบประกอบด้วยวัตถุจำนวนมาก เคลื่อนที่โดยไม่มีแรงภายนอกกระทำ โมเมนตัมของระบบจะมีค่าคงตัว เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}} \quad (2.6)$$

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมกับการชน

การชนของวัตถุเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้เสมอในชีวิตประจำวัน การชนมีได้หลายรูปแบบ วัตถุที่มีขนาดใหญ่จะพบและสังเกตได้ง่าย เช่น รถชนกัน การเตะลูกบอล และการตอกตะปู เป็นต้น ในระดับอะตอมการชนกันมีรูปแบบแตกต่างกันออกไป อะตอมมักไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง แต่แรงที่อะตอมทำต่อกันมีค่ามากและกระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ จนทำให้ระบุสภาวะก่อนชนและหลังชนได้อย่างชัดเจน

โดยพื้นฐานแล้วการชนเป็นการกระทำระหว่างวัตถุที่แรงในการชนเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีขนาดใหญ่การชนส่วนใหญ่ จึงมักไม่ทราบแรงเปลี่ยนแปลงเวลาอย่างไร ทำให้วิเคราะห์การชนโดยตรงด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันได้ยากหรือ

แทบเป็นไปได้เลย หากใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมกับระบบที่ประกอบไปด้วยวัตถุที่ชนกันแล้ว จะสามารถวิเคราะห์การชนได้โดยไม่ต้องทราบรายละเอียดของแรงที่เกิดขึ้น

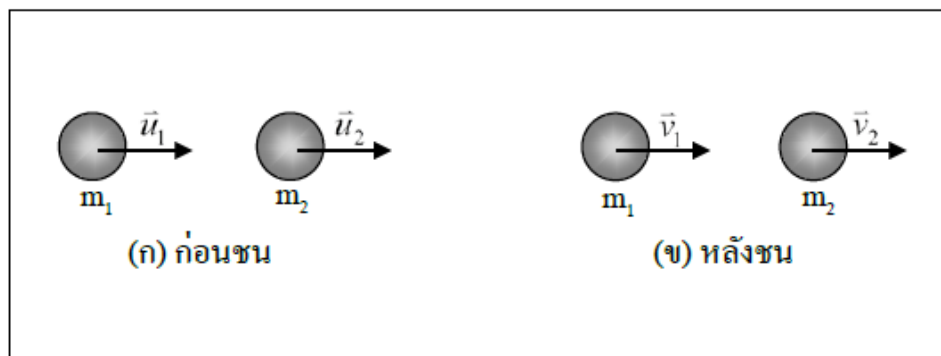
ระบบที่ใช้วิเคราะห์การชนจะประกอบด้วยวัตถุที่ชนกันอาจจะเป็นการชนในแนวเส้นตรงหรือการชนแบบแฉลบก็ได้ แรงภายนอกที่กระทำต่อระบบซึ่งพบได้เสมอ คือ น้ำหนักของวัตถุ หากวัตถุชนกันบนพื้นแรงตั้งฉากจากพื้นจะรองรับน้ำหนักของวัตถุไว้ ทำให้มีแรงลัพธ์ในแนวดิ่งเท่ากับศูนย์ แม้จะมีแรงเสียดทานและแรงภายนอกอื่น ๆ แต่มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับแรงที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่ชนกันในช่วงเวลาสั้น ๆ กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า หากแรงลัพธ์จากภายนอกมีค่าน้อยกว่าแรงภายในระบบที่เกิดขึ้นระหว่างการชนมากแล้ว การเปลี่ยนโมเมนตัมของระบบจะน้อยมาก เมื่อเทียบกับการถ่ายโอนโมเมนตัมของวัตถุภายในระบบจน โมเมนตัม รวมมีค่าคงตัว นั่นคือโมเมนตัมรวมก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมรวมหลังชน

นอกจากการใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ในการวิเคราะห์การชนแล้วจะพิจารณาพลังงานในการชนด้วย โดยจะใช้หลักเกณฑ์ด้านพลังงานนี้จำแนกประเภทการชน ได้แก่

1) การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) เป็นการชนที่พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์รวมของระบบหลังชน นั่นคือ พลังงานจลน์รวมก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์รวมหลังชน

2) การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Collision) เป็นการชนที่พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนชนไม่เท่ากับพลังงานจลน์รวมหลังชน โดยหลังชนวัตถุเคลื่อนที่ติดกันไป เรียกว่าการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision)

ข้อสรุปที่ได้จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่นคือ การชนประเภทนี้วิเคราะห์ได้ด้วยสมการกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถใช้พลังงานจลน์รวมคงตัวได้ (พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ, 2555)



ภาพที่ 2.5 การชนแบบยืดหยุ่นใน 1 มิติ
ที่มา : สุนันทา เอี่ยมประเสริฐ, 2559

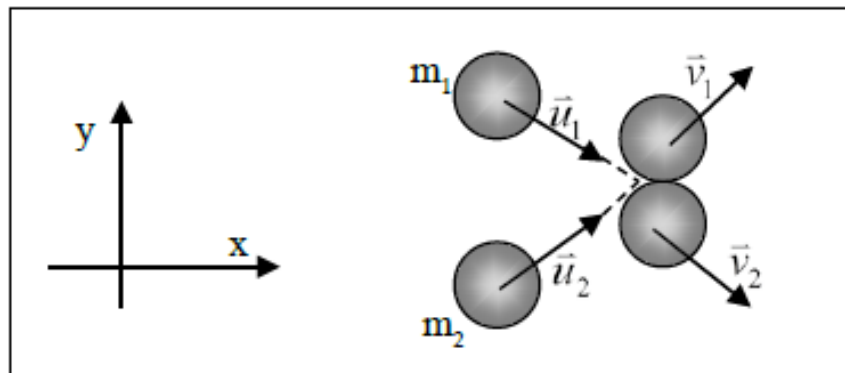
การชนแบบยืดหยุ่นใน 1 มิติ การชนเช่นนี้จะเกิดจากวัตถุเข้าชนในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล ทำให้การเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองก่อนชนและหลังชนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เนื่องจากการชนแบบยืดหยุ่น ดังนั้น จึงวิเคราะห์ได้ด้วยสมการกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และสมการพลังงานจลน์รวมคงตัว ดังนี้

โมเมนตัมรวมก่อนชน = โมเมนตัมรวมหลังชน

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \quad (2.7)$$

พลังงานจลน์รวมก่อนชน = พลังงานจลน์รวมหลังชน

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (2.8)$$



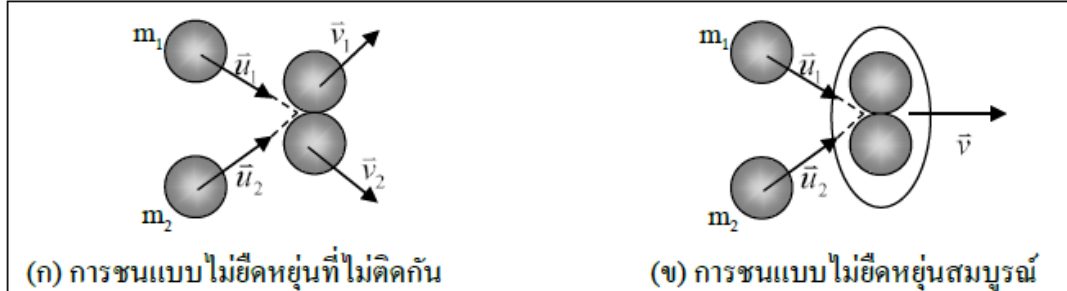
ภาพที่ 2.6 การชนแบบยืดหยุ่นใน 2 มิติ
ที่มา : สุนันทา เอี่ยมประเสริฐ, 2559

กรณีที่เป็นการชนแบบยืดหยุ่นใน 2 มิติ หมายถึง วัตถุเคลื่อนที่บนระนาบดังภาพที่ 2.6 จะยังคงวิเคราะห์ได้ด้วยสมการกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และสมการพลังงานจลน์รวมคงตัว แต่เนื่องจากโมเมนตัมเป็นเวกเตอร์ จึงสามารถแยกสมการกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมออกเป็นสมการตามแนวแกน x และ แกน y ได้ ส่วนพลังงานจลน์เป็นปริมาณสเกลาร์ ดังนั้น สมการพลังงานจลน์รวมคงตัวจึงมีเพียง 1 สมการเช่นเดิม ดังนี้

$$m_1 \vec{u}_{1x} + m_2 \vec{u}_{2x} = m_1 \vec{v}_{1x} + m_2 \vec{v}_{2x} \quad (2.9)$$

$$m_1 \vec{u}_{1y} + m_2 \vec{u}_{2y} = m_1 \vec{v}_{1y} + m_2 \vec{v}_{2y} \quad (2.10)$$

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (2.11)$$



ภาพที่ 2.7 การชนแบบไม่ยืดหยุ่น
ที่มา : สุนันทา เอี่ยมประเสริฐ, 2559

สำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่น วิเคราะห์ได้ด้วยสมการอนุรักษ์โมเมนตัมเพียงสมการเดียว ในกรณีที่เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นซึ่งหลังชนวัตถุไม่ได้เคลื่อนที่ติดกันไป ดังภาพที่ 2.7 (ก) จะเขียนสมการดังกล่าวได้ดังนี้

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

หากเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ ดังภาพที่ 2.7 (ข) ภายหลังการชนวัตถุเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว $\vec{v}$ เท่ากัน ดังนั้น สมการอนุรักษ์โมเมนตัมใช้ได้เพียงสมการเดียว จึงเขียนได้ดังนี้

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

ในกรณีเป็นการชนไม่ยืดหยุ่นใน 2 มิติ สมการกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ทั้งสองสมการที่ผ่านมาสามารถแยกเป็นสมการตามแนวแกน x และแกน y ได้เช่นเดียวกับการชนแบบยืดหยุ่นใน 2 มิติ

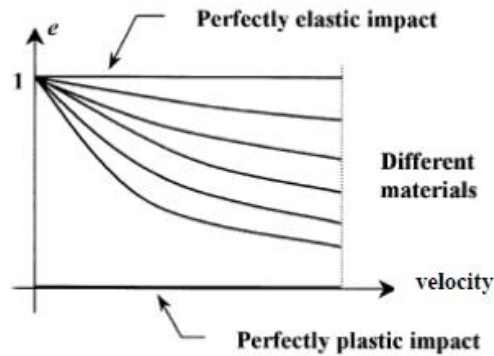
ปริมาณที่นิยมใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความไม่ยืดหยุ่นของการชนนั้น เราเรียกว่า สัมประสิทธิ์การกระดอน (Coefficient of Restitution) ใช้สัญลักษณ์ ε ดังนั้น สำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ε จึงมีค่า $0 < \varepsilon < 1$ และ $\varepsilon = 0$ สำหรับการชนกันแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ แต่ในกรณีที่ $\varepsilon = 1$ พอดี การชนกันเป็นแบบยืดหยุ่น

ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน (Coefficient of Restitution: COR)

ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน คือ อัตราส่วนระหว่างขนาดของความเร็วเริ่มต้นกับขนาดของความเร็วสุดท้ายของวัตถุหลังจากชนกัน โดยปกติจะมีช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยที่ 1 จะมีความยืดหยุ่นที่ดีที่สุดในการชนกัน และ 0 เป็นการยืดหยุ่นแบบไม่สมบูรณ์วัดได้จากการทดสอบความแข็งแรงกระด้าง ซึ่งแสดงเป็น 1,000 เท่าของค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน สำหรับวัตถุที่ผ่านการทดสอบค่านี้เกือบจะน้อยกว่าหนึ่ง อันเนื่องมาจากพลังงานจลน์ที่เกิดจากการแปลครั้งแรก ซึ่งสูญหายไปจากพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนรูปพลาสติกและความร้อน อาจมีค่ามากกว่า 1 หากมีการรับพลังงานระหว่างการชนจากปฏิกิริยาทางเคมีการลดพลังงานหมุนเวียนหรือการลดพลังงานภายในก่อให้เกิดความเร็วภายหลังการชนกัน

การชนถูกกำหนดให้เป็นอัตราส่วนของอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ระหว่างอัตราเร็วในการกระแทกหลังการชนกับอัตราเร็วก่อนการชน ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนเป็นตัวแปรทั่วไปและเป็นที่ยอมรับโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการชน โดยไม่ต้องเสียดิสหรือไม่เกิดแรงเสียดทาน และโดยปกติใช้เป็นค่าคงที่ระหว่าง 0 กับ 1 โดยจะแสดงจากค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน (ε) และยังเป็นที่ยอมรับในการอ้างถึงการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเคลื่อนที่ในทิศทางปกติ เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของพลังงานโดยมีหลักการที่กำหนดเงื่อนไขไว้คือ $0 < \varepsilon < 1$ ซึ่งจะถูกนำมาใช้กับเงื่อนไขสุดท้ายที่สอดคล้องกับการยืดหยุ่นที่สมบูรณ์แบบซึ่งโดยที่ $\varepsilon = 0$ เป็นค่าของความยืดหยุ่นที่ไม่สมบูรณ์และ $\varepsilon = 1$ เป็นค่าของความยืดหยุ่นแบบสมบูรณ์โดยมีความยืดหยุ่นที่ดีที่สุด ในทางทฤษฎีกรณีที่ไม่มีการสูญเสียพลังงาน และในทางกลับกันนอกจากนี้การเปลี่ยนรูปความยืดหยุ่นมักเกิดขึ้นในการชนกันมากที่สุดซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการกระจายพลังงานเช่นกัน ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ ไม่เป็นศูนย์หรือหนึ่ง ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น รูปเรขาคณิต ความเร็วในการสัมผัส สมบัติของวัสดุ ระยะเวลาในการสัมผัสและอาจเกิดแรงเสียดทานในรูปแบบของกฎนิวตัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระดอนจะถูกกำหนดเป็นอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วสุดท้ายกับอัตราเร็วเริ่มต้น (Aryaei, Hashemnia & Jafarpur, 2010)

ในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีพื้นฐานของการชดใช้ความเสียหายหรือค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนให้ใช้การยืนยันเชิงทดลอง เช่น กิลาร์ดี ชาร์ฟ (Gilardi & Sharf, 2002) กล่าวว่า ความเร็วสุดท้าย (Post – impact) ถูกคำนวณ โดยใช้ค่าเริ่มต้น อัตราเร็วกระแทกและการเคลื่อนที่ที่วัดได้ และใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระดอนผลกระทบ โดยตรงจากศูนย์กลางของทรงกลมสองแบบ ความสัมพันธ์เชิงคุณภาพสำหรับพารามิเตอร์ทั้งสองจะปรากฏขึ้น



ภาพที่ 2.8 ค่าสัมประสิทธิ์โดยการเพิ่มความเร็วในการกระแทก
ที่มา : Gilardi & Sharf, 2002

นอกจากนี้ ยังใช้ข้อมูลการทดลองเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การชนและอัตราเร็วในการชนเริ่มต้น รวมทั้งการตรวจสอบขอบเขตของผลกระทบที่ทราบค่าผลลัพธ์ที่ได้สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของการกระดอนแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าขึ้นอยู่กับค่าสถิติเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตและวัสดุที่ส่งผลกระทบเช่นเดียวกับรูปทรงผลกระทบเริ่มต้น และอัตราเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจะลดลงเมื่อเพิ่มอัตราเร็วของการกระแทกและวัสดุส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กกว่า แม้จะมีผลกระทบน้อยมากก็ตาม แทนภาพรวมทางทฤษฎีเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การกระดอนที่กล่าวข้างต้นการทำให้เข้าใจง่ายขึ้นเนื่องจากบางค่าประมาณในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ จะมีการใช้งานจริงในกรณีกว้างมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การศึกษาทดลองที่ง่ายที่สุดเกี่ยวกับผลกระทบของค่าสัมประสิทธิ์ สำหรับการกระแทกระหว่างลูกทรงกลมกับพื้นผิวระนาบ ใช้วิธีการทดสอบการตกแบบปกติในกรณีนี้เราพิจารณาว่าลูกบอลตกลงมาเหนือพื้นผิว จากความสูงเริ่มต้นหรือขาเข้าของ h_1 และจะกลับสู่ความสูงของ h_2 นอกจากนี้ ตามที่อ้างถึงก่อนหน้านี้

ค่าสัมประสิทธิ์การชนในหนึ่งมิติถูกกำหนดให้เป็นอัตราส่วนของอัตราเร็วก่อนชน v_1 และหลังชน v_2 สำหรับการกระแทกระหว่างลูกกลมกับพื้นผิว โดยพิจารณาความสูง h_1 และ h_2 ตามเงื่อนไขของค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนที่กำหนด ดังนี้

$$\varepsilon = \frac{v_2}{v_1} \quad (2.12)$$

v_1 และ v_2 คือ อัตราเร็วขาเข้าและขาออกตามลำดับ ดังนั้น หากลูกบอลตกลงไปในแนวตั้ง ด้วยอัตราเร็ว v_1 ที่ส่งผลกระทบต่อพื้นผิวระนาบที่ตั้งอยู่ในการกำหนดค่าผลกระทบปกติ กลับคืนมาด้วยอัตราเร็วของ v_2 การใช้หลักการด้านพลังงานอัตราเร็วขาเข้าและการตอบสนองสัมพันธ์กับระดับความสูงที่ลดลงและสามารถหาได้ ดังต่อไปนี้

$$v_1 = (2gh_1)^{\frac{1}{2}} \quad (2.13)$$

$$v_2 = (2gh_2)^{\frac{1}{2}} \quad (2.14)$$

ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของพลังงานศักย์ ΔE จะได้รับเป็น

$$\Delta E = mg(h_2 - h_1) \quad (2.15)$$

การใช้สมการ (2.13), (2.14) และ (2.15) COR อาจสัมพันธ์กับความสูงได้ ดังนี้

$$\mathcal{E} = \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.16)$$

เมื่อ $\mathcal{E}$ คือ ความสัมพันธ์การกระดอนของวัตถุเมื่อ v_1 และ v_2 คือ อัตราเร็วขาเข้าและขาออกตามลำดับ h_1 และ h_2 คือ ความสูงที่ปล่อยวัตถุเมื่อตกลงมา ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำสมการที่ (2.16) มาคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของเม็ดกลม

พลังงาน

พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นหรือจับต้องได้ พลังงานมีหลายรูปแบบและเราสามารถสัมผัสพลังงานนั้นได้ เช่น เมื่อเรารู้สึกร้อน เมื่อเราได้รับความร้อนไม่ว่าจะเป็นแสงแดดจากดวงอาทิตย์ หรือได้รับความร้อนจากการจับวัตถุที่นำความร้อน หรือเรามองเห็นหลอดไฟสว่างจากพลังงานแสง พลังงานมีหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นพลังงานกล พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานได้พิภพ เป็นต้น และพลังงานที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงสถานะสภาพการเคลื่อนที่ และเป็นพลังงานอื่นได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) พลังงานแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ตามลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่

1. พลังงานเคมี (Chemical Energy)
2. พลังงานความร้อน (Thermal Energy)
3. พลังงานกล (Mechanical Energy)
4. พลังงานจากการแผ่รังสี (Radiant Energy)
5. พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy)
6. พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy)

1. พลังงานเคมี (Chemical Energy) พลังงานเคมีเป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในสารต่าง ๆ ระหว่างอะตอมในโมเลกุลจะถูกสะสมและปล่อยออกมาในรูปแบบของความร้อน เช่น พลังงานในแบตเตอรี่ พลังงานในกองฟืน พลังงานในถังน้ำมัน เมื่อเกิดการลุกไหม้แล้วจะให้คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ รวมถึงผลผลิตของเสียอื่น ๆ หากเชื้อเพลิงที่ใช้มีโครงสร้างทางเคมีที่ต่างกัน ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่เท่ากันจะให้ความร้อนที่ไม่เท่ากัน

2. พลังงานความร้อน (Thermal Energy) พลังงานความร้อนมาจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น เช่น พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากหม้อต้มน้ำ พลังงานจากเปลวไฟ ผลของความร้อนสามารถทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น อุณหภูมิ สถานะของสาร หน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อน คือ แคลอรี

3. พลังงานกล (Mechanical Energy) พลังงานกลเป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่โดยตรง พลังงานกลมี 2 ประเภท คือ พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ พลังงานจลน์เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เช่น เมื่อรถเกิดการเคลื่อนที่ทำให้เกิดความเร็วในการเคลื่อนที่ก็จะทำให้เกิดพลังงานจลน์ด้วย ส่วนพลังงานศักย์เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเกิดจากการปล่อยโดยมีความสูง เช่น ปล่อยก้อนหินตกลงมาจากที่สูงจะเกิดพลังงานศักย์เมื่อความสูงลดลงก็จะทำให้พลังงานศักย์ลดลงด้วย

4. พลังงานจากการแผ่รังสี (Radiant Energy) พลังงานที่อยู่ในรูปของคลื่น เช่น คลื่นวิทยุ ความร้อน แสง อัลตราไวโอเลต อินฟราเรด รังสีเอ็กซ์ รังสีคอสมิก เป็นต้น สิ่งมีชีวิตต้องอาศัยพลังงานรูปนี้ ในกระบวนการที่สำคัญต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การมองเห็นภาพ การขยายพันธุ์ชนิดที่ขึ้นอยู่กับช่วงแสง อาจสรุปได้ว่าพลังงานจากการแผ่รังสีเป็นพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและความเป็นอยู่ปกติของสิ่งมีชีวิต

5. พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีที่มีผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ และกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้จะไหลผ่านความต้านทานไฟฟ้าได้ ถ้าต่อให้เป็นวงจร ผลจากกระแสไฟฟ้าดังกล่าวอาจทำให้เกิดผลต่าง ๆ เช่น เกิดความร้อนหรือแสงสว่าง พลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องคอมพิวเตอร์ ก่อให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก พลังงานที่เกิดจากการผ่านขดลวดไปในสนามแม่เหล็กพลังงานที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

6. พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) พลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานที่ถูกปล่อยออกจากสารกัมมันตภาพรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือที่เกิดในเตาปฏิกรณ์ปรมาณูหรือระเบิดปรมาณู การเกิดปฏิกิริยาฟิวชันของนิวเคลียร์ คือ ถ้านำเอาธาตุเบา ๆ ตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป มารวมกัน โดยมีพลังงานความร้อนอย่างสูงเข้าช่วย จะทำให้ธาตุเบา ๆ นี้รวมกัน กลายเป็นธาตุใหม่ ซึ่งหนักกว่าเดิม ส่วนปฏิกิริยาฟิชชันเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างการยิงอนุภาคบางชนิดกับนิวเคลียสของธาตุหนัก ๆ ทำให้นิวเคลียสของธาตุนั้นแตกแยกออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนเป็นธาตุที่เบากว่าเดิม และขนาดเกือบเท่า ๆ กัน พลังงานรูปนี้มีบทบาทต่อความเป็นอยู่ปกติของสิ่งมีชีวิตน้อย

พลังงานกล ซึ่งเป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หรือพร้อมที่จะเคลื่อนที่ แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ งานวิจัยนี้จะศึกษาเกี่ยวกับพลังงานกลประเภทพลังงานจลน์ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2554) อธิบายว่าพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หรือมีความเร็วเรียกว่า พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) จากความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงดึงกับความเร็วสุดท้ายสรุปได้ว่าแรงดึงจะแปรผันตรงกับความเร็วกกำลังสอง คือ

$$F_s \propto v^2$$

$$F_s = kv^2 \quad (2.17)$$

k คือ ค่าคงตัวของการแปรผัน

พิจารณาค่า k ถ้ามีแรงคงตัว (F) มากระทำต่อวัตถุมวล (m) ทำให้วัตถุเดิมจากอยู่นิ่งเกิดการเคลื่อนที่เป็นระยะ (s) จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง (a)

จากกฎข้อที่สองของนิวตัน $F = ma$ และความเร่ง a มีค่าเท่ากับ $\frac{F}{m}$ ในกรณีวัตถุเคลื่อนที่ในแนวตรงเป็นระยะทาง s เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง a มีอัตราเร็วต้น u และอัตราเร็วสุดท้าย v ซึ่งมีความสัมพันธ์กันตามสมการ $v^2 = u^2 + 2as$ และเนื่องจาก $u = 0$ แทนค่าความเร่ง a จะได้

$$2 \frac{Fs}{m} = v^2$$

หรือ
$$Fs = \frac{1}{2} mv^2 \quad (2.18)$$

เมื่อเทียบกับสมการ (2.17) และ (2.18) จะได้

$$\frac{1}{2} mv^2 = kv^2$$

ดังนั้น
$$k = \frac{m}{2}$$

จากสมการ (2.18) จะเห็นว่างานของ Fs ที่กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุหยุดนิ่ง มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v หรืออาจกล่าวได้ว่า งานที่กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุมีพลังงานจลน์ $\frac{1}{2} mv^2$

เมื่อกำหนดสัญลักษณ์ให้ E_k แทนพลังงานจลน์ของวัตถุจะได้ว่า

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad (2.19)$$

หน่วยของพลังงานจลน์ คือ กิโลกรัม เมตร²ต่อวินาที² ($\text{kg.m}^2/\text{s}^2$) ซึ่งเท่ากับนิวตันเมตร (N.m) หรือจูล (J)

ดังนั้น จึงจะเห็นได้ว่าพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ขึ้นอยู่กับทิศทางของแรงลัพธ์ที่มากกระทำโดยที่แรงนั้นมีค่าไม่เป็นศูนย์ คือ ถ้าแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์มากกระทำในทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของวัตถุพลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้น ถ้าแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์มากกระทำในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุพลังงานจลน์ของวัตถุจะลดลง

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกลุ่มวิชาหนึ่งในการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหา มีความเข้าใจที่ถูกต้องต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่าง

จากศาสตร์อื่น ๆ มีการอธิบายที่มาที่ไปของกฎต่าง ๆ มีการทดลอง ผสมผสานระหว่างปรัชญา การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายที่หลากหลาย เช่น

เอ็มซี โคมาส (McComas, 2000) ให้ความหมายว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานทางการศึกษา ทางสังคมวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน เช่น สังคมวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายว่าใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร มีกระบวนการทำงานอย่างไร สังคมมีปฏิสัมพันธ์อย่างไรในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

จอห์นตัน และชาวเทอแลนค์ (Johnston and Southerland, 2002) ให้ความหมายว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาค้นหา ซึ่งได้มาจากการทำงานหรือสังคมทางวิทยาศาสตร์ และคุณค่าวิทยาศาสตร์ต่อสังคม ความรู้ที่ได้มาซึ่งคำตอบใช้ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เลเดอร์แมน แอ็ดวาร์ดาร์ลิก เบลล์และชาวท์ (Lederman, Abd – El – Khalick, Bell and Schwartz, 2002) ให้ความหมายว่า ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เป็นการปลูกฝังทางสังคมและวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางการค้นคว้าหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (2551) ให้ความหมายของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะตัว มีคำอธิบายบอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร วิทยาศาสตร์มีการทำงานร่วมกับสังคมอย่างไร มีการผสมผสานกลมกลืนในความรู้ของวิทยาศาสตร์ในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ กำหนดขอบเขตการศึกษา

จากการให้ความหมายจากข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานทางการศึกษา ทั้งสังคมวิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ มีการทดลองหาข้อมูลที่แท้จริง เพื่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการค้นหาคำตอบ

ขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักวิทยาศาสตร์อธิบายขอบเขตของธรรมชาติ ซึ่งในที่นี้อาจจัดหมวดหมู่ของแนวคิดเหล่านั้นได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามการจัดของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) (กุศลีน มุสิกกุล, 2551) ได้แก่ ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ด้านที่ 3 องค์การทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) สามารถอธิบายในแต่ละด้านได้ ดังต่อไปนี้

ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์

1. โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ บนโลก บนดวงดาว หรือจักรวาล มีวิธีการศึกษาผสมผสานการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่ทันสมัย รวบรวมเก็บข้อมูลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มนุษย์ได้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก และจักรวาลได้

2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์มีกระบวนการสร้างองค์ความรู้ที่ละเอียดรอบคอบ เพื่อทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์นั้นๆ เกิดความรู้ใหม่ๆ ซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับปรุงกฎ หรือทฤษฎีใหม่เพื่ออธิบายได้อย่างกว้างขวางและครอบคลุมกว่า ดังนั้นวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงแนวคิดใหม่จากแนวคิดเดิมได้ หากมีข้อมูลที่ชัดเจนและชี้แจงเหตุผลได้ดีกว่า เพื่อให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีทฤษฎีไหนที่สมบูรณ์ได้จริงที่สุด แต่ความรู้ส่วนใหญ่มีความคงทนและเชื่อถือได้เพราะผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเกิดจากการปรับปรุง และพัฒนาจากทฤษฎีเดิม หรือขยายความรู้จากความรู้เดิม

4. ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยากที่จะอธิบายแล้วเข้าใจได้ง่าย บางเรื่องสามารถพิสูจน์ได้ บางเรื่องไม่สามารถพิสูจน์ได้ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ไซศาสตร์ การทำนาย ปาฏิหาริย์ เพราะเรื่องเหล่านี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับจิตใจซึ่งทางวิทยาศาสตร์ตรวจวัดได้ยาก และไม่สามารถตัดสินได้ทฤษฎีกับกฎมีความสัมพันธ์กันโดยทฤษฎีนั้นเป็นคำอธิบายมาจากแบบแผนของธรรมชาติที่เป็นไปตามกฎ

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ในทางวิทยาศาสตร์นั้น ความน่าเชื่อถือทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับหลักฐานการอ้างอิงจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ความคิดทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีหลักฐานเพื่อยืนยันความถูกต้อง หลักฐานที่ได้ อาจมาจากห้องทดลอง หรือได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ และในการศึกษาโดยวิธีการทดลองนั้นไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเชื่อถือของหลักฐานจึงต้องมีการพัฒนาเทคนิคและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้น

2. วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต้องมีการพิสูจน์ด้วยเหตุผลเชิงตรรกะเพียงอย่างเดียวไม่พอ ต้องผสมผสานระหว่างเหตุผลเชิงตรรกะและเชิงความคิด

สร้างสรรค์ ในการสร้างสมมติฐานทางทฤษฎี เพื่อทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เมื่อนักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีที่มีอยู่เดิมเพื่อให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น จะต้องใช้หลักการและเหตุผลในการตรวจสอบหลักฐาน พร้อมกับสร้างจินตนาการนำมาเขียนอธิบายเกิดผลงานอย่างสร้างสรรค์และสามารถตรวจสอบได้

3. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย นักวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายปรากฏการณ์นั้นมาจากการทำนาย หรือยังไม่มี การค้นพบมาก่อน แล้วสามารถนำมาศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมได้

4. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง ในการค้นพบข้อมูลต่าง ๆ หลักฐานมีความสำคัญมากต่อนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มีความจำเป็น ไม่ว่าจะเป็น เชื้อชาติ เพศ อายุ เป็นต้น จะต้องมีความแม่นยำและ ไม่มีความลำเอียง ดังนั้นจะต้องมีการสังเกต ทดลองหลาย ๆ ครั้ง และทำการศึกษาเรื่องเดียวกันแต่มีกลุ่มที่ศึกษาหลายกลุ่ม

5. วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับนับถือการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น และเชื่อว่าไม่มีบุคคลไหน ที่มีอำนาจตัดสินความจริง หรือมีสิทธิมากกว่า เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบต้องพิสูจน์ได้ด้วยตนเองด้วยความสามารถที่อธิบายปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ โดยหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถพิสูจน์ได้

ด้านที่ 3 องค์การทางวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับบุคคลจำนวนมาก มนุษย์ทุกคนสามารถร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน บุคคลเหล่านี้ได้แก่ นักวิศวกร นักฟิสิกส์ นักวิทยาศาสตร์ และอื่น ๆ วิทยาศาสตร์มีบทบาทเข้ามาในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากในทางมหาวิทยาลัย โรงพยาบาล หน่วยงานรัฐบาลและเอกชน เป็นต้น สังคมทางวิทยาศาสตร์ในการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์มีการตีพิมพ์ผลงานทางการวิจัยในเอกสารหรือวารสารเพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ได้ทราบแนวคิดและการทำงานนำไปสู่การวิพากษ์วิจารณ์โดยนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ

2. วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร วิทยาศาสตร์ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลายในศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่ศึกษาเป้าหมาย และเทคนิคการดำเนินงาน มีประโยชน์ในการทำงานและการคิดค้น มีการดำเนินการในหลากหลายองค์กรไม่ว่าจะเป็น โรงพยาบาล มหาวิทยาลัย ภาครัฐบาล และเอกชน เป็นต้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

3. วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ ในการดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีจริยธรรม ความซื่อสัตย์มีน้ำใจ ในบางครั้งในการค้นพบคนแรก ต้องได้รับการยกย่องที่ค้นพบความรู้ใหม่ และความรู้นี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้หากมีคนค้นพบที่น่าเชื่อถือได้ดีกว่า และต้องมีการระวังอันตรายที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหรือการนำผลการศึกษาไปใช้

4. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง ในกิจกรรมทางสังคมนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทักษะและประสบการณ์ แต่บางครั้งก็เข้าร่วมในฐานะพลเมืองคนหนึ่งที่น่าเอาความรู้ความเข้าใจและทักษะมาวิเคราะห์กับเรื่องที่เป็นประเด็นในสังคม สามารถช่วยเหลือสังคมให้เข้าใจสาเหตุและสถานการณ์เหล่านั้นได้

5. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์เน้นในการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอด มีการพัฒนาไปกับเทคโนโลยีที่สนองความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิต

จากข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ซึ่งเกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นปรัชญา สังคม และประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

บทบาทและลักษณะของวิทยาศาสตร์

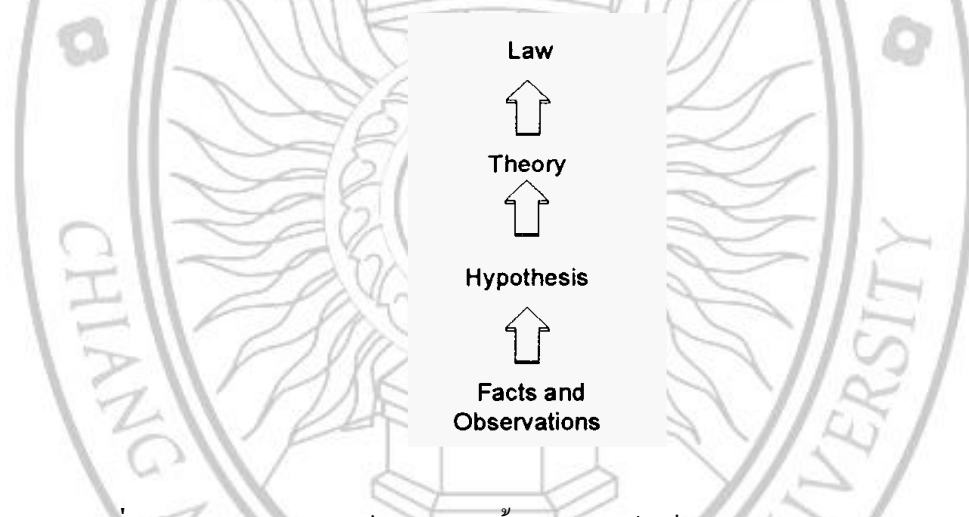
ปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อมนุษย์เป็นอย่างมากจากการศึกษาของเอ็มซีโคเมส (Mc Comas, 2002) ศึกษาดังต่อไปนี้

1. บทบาทและลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีผลกระทบที่แพร่หลาย แต่มักจะบอบบางในเกือบทุกแง่มุมของความทันสมัยทุกชีวิต ทั้งจากเทคโนโลยีที่ไหลออกมาจากมันและลึกซึ้ง ปรัชญาความหมายที่เกิดขึ้นจากความคิดของคน อย่างไรก็ตาม แม้จะมีผลอย่างมากระบบคุณค่ายังมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิสาหกิจทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการ การขาดความเข้าใจนี้อาจเป็นอันตรายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมที่ประชาชนมีสิทธิหรือเสี่ยงในการตัดสินใจในการระดมทุนทางวิทยาศาสตร์ การประเมินเรื่องนโยบาย และชี้แนะนักหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้ในการดำเนินการทางกฎหมายที่มูลนิธของการตัดสินใจที่ไร้เหตุผลและตำแหน่งที่ไม่สมเหตุสมผลเป็นความเข้าใจผิดของลักษณะของวิทยาศาสตร์

“ประวัติศาสตร์และปรัชญาวิทยาศาสตร์” (HPS) ถูกนำมาใช้อธิบายการมีส่วนร่วมของสาขาที่แจ้งการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ตัวเอง อย่างไรก็ตามเป็นวลีที่ครอบคลุมมากขึ้น เพื่ออธิบายองค์การทางวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ “ลักษณะของวิทยาศาสตร์” (NOS) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความอุดมสมบูรณ์ไฮบริดที่ผสมผสานด้าน

ต่าง ๆ ของการศึกษาทางสังคมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงประวัติศาสตร์สังคมวิทยาและปรัชญาวิทยาศาสตร์ร่วมกับการวิจัยจากวิทยาศาสตร์ความรู้ความเข้าใจ เช่น จิตวิทยาเป็นคำอธิบายที่อุดมไปด้วยสิ่งที่วิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรมันทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มทางสังคมอย่างไรและสังคมของตัวเอง ทั้งสองมีทิศทางอย่างไรและตอบสนองต่อความพยายามทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะกับโลกธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์ที่ตัวเองเป็นอย่างน้อยไม่ได้ โดยตรงชุมชนวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยบุคคลที่อุทิศอาชีพของพวกเขา เพื่อทำความเข้าใจโลกธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น ชุมชนผู้เชี่ยวชาญกำหนดแนวคิดที่ดีที่สุดสำหรับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ผู้ที่ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาจากหลายสาขาวิชาและทำการตรวจสอบวิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบหลักของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความสำเร็จ โดยทั่วไปว่าด้วยหลักฐานที่เพิ่มขึ้นมีลำดับพัฒนาการที่ผ่านความคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ขั้นสุดท้ายดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์แบบลำดับขั้นระหว่างข้อเท็จจริงทางทฤษฎีและกฎ

ทฤษฎีและกฎมีความรู้แตกต่างกันมาก แต่ความเข้าใจผิด แสดงให้เห็นว่าเป็นรูปแบบที่แตกต่างกันของโครงสร้างความรู้เดียวกัน แน่นอนว่านั่นเอง คือ ความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี แต่ก็ไม่ใช่กรณีที่เกิดขึ้นเพียงอย่างเดียว กลายเป็นอื่น ๆ ไม่ว่าหลักฐานเชิงประจักษ์จะถูกรวบรวมไว้ กฎ คือ หลักเกณฑ์หรือรูปแบบในธรรมชาติและ ทฤษฎี คือ คำอธิบาย

นักวิทยาศาสตร์ไม่ต่างจากระดับความเป็นกลางมากกว่าผู้เชี่ยวชาญด้านอื่น ๆ พวกเขาจะระมัดระวังในการวิเคราะห์หลักฐานและในขั้นตอนที่ใช้ในการมาถึงที่ข้อสรุป ด้วยการรับเข้านี้อาจดูเหมือนว่าตำนานนี้ถูกต้อง แต่จากทั้งปรัชญาวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาเปิดเผยว่า วัตถุประสงค์

ที่สมบูรณ์เกินไปไม่ได้อย่างน้อยสามเหตุผลสำคัญ นักปรัชญาหลายคนสนับสนุนวิทยาศาสตร์ ความคิดเหล่านี้จัดขึ้นในจิตใต้สำนึกมีผลต่อความสามารถของทุกคนที่จะทำข้อสังเกต ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะรวบรวมและตีความข้อเท็จจริงโดยไม่มีอคติใด ๆ ที่นั่น ได้รับการนับไม่ถ้วน ในประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ล้มเหลว รวมถึงข้อสังเกตเฉพาะในรายงาน ขั้นสุดท้ายของพวกเขาเกิดขึ้น ไม่ใช่เพราะการทุจริตหรือการหลอกลวง แต่เนื่องจากความรู้เดิม ที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล ข้อเท็จจริงบางอย่างไม่ได้ถูกมองเห็นหรือถือว่าไม่สำคัญตามความคาดหวังล่วงหน้าของนักวิทยาศาสตร์ ในการอภิปรายเกี่ยวกับการปฏิรูปประเทศก่อนหน้านี้ เราตั้งข้อสังเกตว่า บุคคลสองคนที่ตรวจสอบข้อมูลเดียวกันจะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลเดียวกันได้ ข้อสรุป ความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลไม่เพียงแต่มีบทบาท แต่เป็นเรื่องส่วนตัว การสังเกตการณ์เชิงทฤษฎี ช่วยให้การศึกษามีความซับซ้อนมากขึ้น บทนี้มีความหมายชัดเจนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ ครุภัณฑ์จะให้ประสบการณ์การเรียนรู้แก่นักเรียนโดยไม่คำนึงถึงความรู้เดิม ในการวิเคราะห์ประวัติ ของวิทยาศาสตร์กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานภายใต้ประเพณีการวิจัยที่เรียกว่ากระบวนการทัศน์ ประเพณีการวิจัยนี้ใช้ร่วมกันโดยผู้ที่ทำงานในสาขาใดสาขาหนึ่งให้คำแนะนำ คำถามที่มีค่า ควรสืบสวนตั้งการว่าหลักฐานใดเป็นที่ยอมรับ และกำหนดการทดสอบและเทคนิคที่สมเหตุสมผล แม้ว่ากระบวนการทัศน์ให้แนวทางในการวิจัย นอกจากนี้ยังอาจยับยั้ง หรือจำกัดการตรวจสอบ สิ่งใดที่จำกัดขอบเขตของความพยายามในการวิจัยจำเป็นต้องจำกัดความเป็นกลาง ในขณะที่ไม่มี ความปรารถนาที่มีสติในส่วนของนักวิทยาศาสตร์ที่จะจำกัดการสนทนาก็มีโอกาสที่บางใหม่ ความคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกปฏิเสธ เนื่องจากปัญหากระบวนการทัศน์ เมื่อรายงานการวิจัยจะถูกส่งไป ตีพิมพ์พวกเขาจะได้รับการตรวจสอบโดยสมาชิกคนอื่น ๆ ของระเบียบวินัย แนวคิดจากนอกกรอบ ความคิดอาจถูกตัดออกจากการพิจารณา หรือวิทยาศาสตร์ที่ไม่ดี ดังนั้น จะไม่ปรากฏในการพิมพ์ ตัวอย่างความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกปฏิเสธตั้งแต่ต้น เพราะตกจากภายนอกกระบวนการทัศน์ ที่ยอมรับ

วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญ ส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะยอมรับสมมติฐานที่ว่า วิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการทำงานก่อนหน้านี้ แต่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์อันยิ่งใหญ่ เป็นหลักโดยนักวิทยาศาสตร์ชั้นยอด ดังนั้น วิทยาศาสตร์ต้องมีการแสวงหาโคดเดียวและ เป็นรายบุคคล สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานได้แสดงให้เห็นว่า แทบไม่มี ความคิดทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในใจของบุคคลเดียวที่ถูกตรวจสอบแล้ว โดยบุคคลนั้น บุคคลเดียวและยอมรับโดยชุมชนวิทยาศาสตร์ กระบวนการนี้มีมากขึ้น เช่น การเจรจาต่อรอง มากกว่าการเปิดเผยความจริง นักวิทยาศาสตร์ทำงานในทีมวิจัยภายในชุมชนของนักวิจัยที่มี

ใจเดียวกัน ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลายอย่างก็ซับซ้อนเกินไป บุคคลเดียวที่จะติดตามคนเดียวเนื่องจากข้อจำกัดของเวลาเงินทุนทางปัญญาและการจัดหาเงินทุน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนลักษณะของ “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” มีการผสมผสานกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะทำให้ไม่ต้องใช้เวลาในห้องเรียนเพิ่มเติม การอ่านประวัติศาสตร์ร่วมกับการทดลองสืบสวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งธรรมชาติทางประวัติศาสตร์จะเป็นวิธีที่มีแนวโน้มสำหรับนักเรียนที่จะเรียนรู้พื้นฐานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจปัญหาอื่น ๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ชัย แก้วหนัน, 2552) ในเอกสารของมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งแนวคิดออกเป็นสองมุมมอง คือ มุมมองแบบดั้งเดิม และมุมมองแบบร่วมสมัย อธิบายได้ดังนี้

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

มุมมองธรรมชาติแบบดั้งเดิมมีสองแนวคิดทางปรัชญาทางด้านสำนึก และการอธิบายทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

มุมมองทางด้านสำนึก อธิบายการกลายเป็นความจริงของโลก ทำนายภาพแห่งความจริงของโลก มุมมองนี้เชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบได้ว่าถูกหรือผิด

มุมมองด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการค้นพบจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน สามารถยืนยันได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้นั้นถูกต้องและเป็นจริง

ความเข้าใจในมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมสามารถอธิบายได้ดังนี้

(Promkatkeaw, 2007, 27)

ด้านทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ
2. ทฤษฎีเก่าที่ถูกพิสูจน์แล้วไม่เป็นจริงนักวิทยาศาสตร์จะไม่นำมาใช้
3. ทฤษฎีเป็นสมมติฐานที่พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง

ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจะอธิบายว่าคืออะไร
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เห็นตรงกันก็จะถูกยึดให้เป็นทฤษฎีที่เป็นจริง
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการเก็บรวมความรู้ และผ่านการให้ความหมาย

ทางวิทยาศาสตร์

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นครั้งแรกเกิดการสังเกต

ด้านการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์จะพิสูจน์ข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์ ยกเว้นการสังเกต
2. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่จะได้มาซึ่งข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์
3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถค้นพบทฤษฎีที่ถูกต้อง
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจน

ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีจุดมุ่งหมายในการทำงาน ตั้งใจทำงานอย่างแท้จริง
2. พยายามค้นหาความจริงเพื่อพิสูจน์สิ่งที่สงสัย

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

มุมมองแบบร่วมสมัยเป็นแนวคิดทางด้านอุปกรณ์นิยม และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สร้างความรู้ด้วยตนเองและการพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

ด้านอุปกรณ์นิยมและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ทฤษฎีเป็นเครื่องมือเบื้องต้นในการจัดประสบการณ์ของตัวเอง เพื่อจัดลำดับการทดลอง เชื่อมโยงกับทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนายสัญลักษณ์ เป็นเครื่องมือที่สามารถพิสูจน์ได้ เปลี่ยนแทนด้วยทฤษฎีใหม่ที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์มากกว่า (Promkatkeaw, 2007, 28)

ด้านการสร้างความรู้ด้วยตนเองและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นเกี่ยวข้องกับนักวิทยาศาสตร์ ความรู้เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยได้รับการยอมรับและมีข้อมูลที่แท้จริง ความรู้หรือทฤษฎีที่เกิดขึ้นนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพบุคคล (Promkatkeaw, 2007, 28) ความเข้าใจในมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย อธิบายได้ดังนี้

ด้านทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีจากจิตใจ
2. ทฤษฎีมีแบบแผนที่ตายตัว

3. ทฤษฎีจะได้รับการยอมรับว่าถูกต้อง ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมโยงเข้ากับทฤษฎีอื่น ๆ และได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์

ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นแค่ความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเห็นของจริง

2. กฎทางวิทยาศาสตร์คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์พยายามจะอธิบายส่วนประกอบทางธรรมชาติ

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการจินตนาการ หรือความคิดสร้างสรรค์
ด้านการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์ไม่ต้องการข้อมูลจากการสังเกต

2. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถหาได้หลากหลายวิธี เพื่อนำมาพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. ในการดำเนินงานนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

4. นักวิทยาศาสตร์สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายธรรมชาติแต่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสร้างธรรมชาติ

ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ทำงานด้วยปัจจัยที่หลากหลาย ทำงานทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการอธิบายทฤษฎีส่วนประกอบของธรรมชาติ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีมุมมองที่แตกต่างกันคือมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมเป็นการจัดการจากเนื้อหาที่ถ่ายทอดจริง แต่แบบร่วมสมัยครูส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในวิทยาศาสตร์

การวัดความเข้าใจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากอดีตถึงปัจจุบันมีการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือเพื่อนำมาวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพบว่าในปัจจุบันนั้นแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาโดยเลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002) ที่เป็นแบบในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS) ซึ่งแบบวัดนี้มีหลายรูปแบบ อาทิเช่น VNOS ฟอรัม A B C และ D ซึ่งในแต่ละแบบฟอรัมมีความแตกต่างในด้านคำถามภาษาที่ใช้ในการวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบคำถามได้เขียนความเข้าใจของตนเองในประเด็นของ

แต่ละข้อ ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะมีความเหมาะสมกับกลุ่มที่ต้องการศึกษาที่แตกต่างกัน (Lederman et al, 2002) ดังต่อไปนี้

มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอรัม A (Views of Nature of Science Questionnaire Form A: VNOS – Form A)

การวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบฟอรัม A (VNOS – Form A) เป็นแบบสอบถามที่ใช้ควบคู่เป็นการติดตามผลสัมฤทธิ์เป็นรายบุคคล โดยเลเดอร์แมน และเมลลีย์ (Lederman and O'Malley) พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1990 มีลักษณะแบบสอบถามปลายเปิด ประกอบด้วยคำถาม 7 ข้อ เพื่อใช้ในการอธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นของการศึกษา ต่อไปนี้

1. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. อธิบายข้อแตกต่างและลงข้อสรุป
3. คิดจินตนาการและคิดสร้างสรรค์
4. ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎ
5. วิทยาศาสตร์สามารถทดลองหาคำตอบได้

มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอรัม B (Views of Nature of Science Questionnaire Form B: VNOS – Form B)

การวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบฟอรัม B (VNOS – Form B) เป็นแบบการวัดที่ Abd – El – Khalick และคณะได้ปรับปรุงพัฒนามาจาก VNOS – Form A ในปี ค.ศ. 1998 เพื่อประเมินความคิดเห็นหรือมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิชา วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีการสัมภาษณ์ในลายละเอียดเชิงลึก เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดเห็น และให้ตัวอย่างเฉพาะเจาะจง เพื่อให้แสดงให้เห็นถึงบริบทและความคิดจากมุมมองของผู้ตอบแบบสอบถาม ทำให้ผู้วิจัยสามารถอธิบายคำถามที่ผู้ตอบคำถามไม่ได้ VNOS – Form B มีประเด็นของการศึกษา ต่อไปนี้

1. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. อธิบายข้อแตกต่างและลงข้อสรุป
3. คิดจินตนาการและคิดสร้างสรรค์
4. ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎ
5. วิทยาศาสตร์สามารถทดลองหาคำตอบได้

มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอรัม C (Views of Nature of Science

Questionnaire Form C: VNOS – Form C)

การวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบฟอรัม C (VNOS – Form C) เป็นแบบการวัดที่ Abd – El – Khalick และคณะได้ปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมมาจาก VNOS – Form B ในปี ค.ศ. 1998 โดยแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จาก VNOS – Form A และ VNOS – Form B บางข้อเป็นคำถามที่ไม่สามารถสรุปได้ เพื่อให้ขยายคำถามให้ชัดเจนขึ้นและเพิ่มข้อคำถาม 3 ข้อ เพื่อให้สามารถวัดมุมมองได้อย่างชัดเจนและครอบคลุม โดยมีนักวิทยาศาสตร์ประวัติศาสตร์ร่วมตรวจสอบจึงได้คำถามที่สมบูรณ์จำนวน 10 ข้อ โดยเพิ่มประเด็นสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ พร้อมกับปรับปรุงข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS – Form C) นี้ สามารถใช้ได้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรีและครูผู้สอน โดยมีประเด็นของการศึกษา ต่อไปนี้

1. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. อธิบายข้อแตกต่างและลงข้อสรุป
3. คิดจินตนาการและคิดสร้างสรรค์
4. ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎ
5. วิทยาศาสตร์สามารถทดลองหาคำตอบได้
6. สังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอรัม D (Views of Nature of Science

Questionnaire Form D: VNOS – Form D)

การวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบฟอรัม D (VNOS – Form D) เป็นการวัดที่เลเดอร์แมนและแอ็ด เอล คาร์ลิก (Lederman and Abd – El – Khalick) ได้มีพัฒนาปรับปรุงขึ้นในปี ค.ศ. 2002 เพื่อนำไปวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น VNOS – Form D มีลักษณะของแบบสอบถามปลายเปิดเป็นคำถามที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ใช้คำถามทั้งหมด 7 ข้อ โดยมีประเด็นของการศึกษา ต่อไปนี้

1. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. อธิบายข้อแตกต่างและลงข้อสรุป
3. คิดจินตนาการและคิดสร้างสรรค์
4. วิทยาศาสตร์สามารถทดลองหาคำตอบได้

มุมมองแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอรัม E (Views of Nature of Science Questionnaire Form E: VNOS – Form E)

แบบวัดมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบฟอร์ม E (VNOS – Form E) เป็นการวัดที่เลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002) ได้พัฒนาปรับปรุงเพื่อใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น จะมีคำถามคล้ายกับ VNOS – Form D เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ มีการยกตัวอย่างและรูปภาพเพื่อใช้ในการอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น และมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตามแบบฟอร์มของ Views of Nature of Science Questionnaire Form E (Lederman et al., 2002)

สำหรับงานวิจัยนี้ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบวัดมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฟอรัม C (Views of Nature of Science Questionnaire Form C: VNOS – Form C) เป็นรูปแบบที่จะนำมาปรับปรุงและวัดความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ เนื่องจาก VNOS – C เป็นคำถามที่มีมุมมองในการตอบแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้เขียนในสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ และผู้วิจัยนำความคิดเห็นของนักเรียนมาวิเคราะห์มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์

ฟิสิกส์เป็นความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น เป็นส่วนพื้นฐานของวิชาที่ได้จัดให้เป็นระบบ เพื่อก่อให้เกิดความสะดวกต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ที่จะต้องทำให้เกิดความเข้าใจหลักการของเรื่องนั้น ๆ จนสามารถนำหลักการไปประยุกต์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

ฟิสิกส์เป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเรียนรู้ธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต เช่น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา เราอาจค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทำได้โดยการสังเกต การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และความรู้ี้สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ใหม่

ฟิสิกส์ (Physics) มาจากภาษากรีกที่มีความหมายว่า ธรรมชาติ ซึ่งเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทั้งหลาย ความสัมพันธ์ของสาสารกับพลังงานโดยทั่วไปจะศึกษาเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ จนสรุปเป็นกฎ และทฤษฎี ความรู้ในทางฟิสิกส์มาจากการจินตนาการ โดยการสร้างแบบจำลองนำไปสู่การสรุปเป็นทฤษฎี และมีการทดลองเพื่อตรวจสอบทฤษฎีนั้น ๆ ความรู้ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นจาก

1. การสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและทดลอง
2. การสร้างแบบจำลองทางความคิดหรือสร้างทฤษฎีขึ้นมาใหม่

งานวิจัยทางฟิสิกส์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างของงานวิจัยทางฟิสิกส์

ฟิสิกส์เชิงทดลอง (Experimental Physics)	ฟิสิกส์เชิงทฤษฎี (Theoretical Physics)
1. การสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์ เพื่อทดสอบกฎของฟิสิกส์ที่มีอยู่ ว่าถูกต้องหรือไม่ 2. การทดลองเพื่อแสวงความรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถพลิกโฉมความรู้เดิมที่มีอยู่ อาจทำได้โดยการทดลองที่ไม่ซับซ้อนมากอาจดำเนินการทดลองได้โดยคนเพียงคนเดียว	การสร้างแบบจำลองทางความคิดโดยหลักการทางคณิตศาสตร์ นำไปสู่การสร้างทฤษฎีทางฟิสิกส์ โดยมีการทดลองทดสอบความถูกต้องของทฤษฎีในภายหลัง

ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้มาจากข้อมูลจากการสังเกตและการวัดโดยอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นนำมาทำการวิเคราะห์แปลความหมายและลงข้อสรุปหลักการและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การสร้างทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ กฎเกณฑ์ และทฤษฎีที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต ถ้ามีข้อมูลใหม่ที่แตกต่างกันไปจากเดิม และไม่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีเก่า เนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาเกี่ยวกับเครื่องมือและวิธีการวัดอยู่ตลอดเวลา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

ความรู้ทางฟิสิกส์ก่อให้เกิดความรู้ทางชีววิทยาและการแพทย์มากมาย รวมถึงการใช้รังสีเอกซ์เอ็มอาร์ไอ เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องอัตราवाद เป็นต้น ฟิสิกส์จึงเกี่ยวข้องกับศาสตร์ต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีการแพทย์ เทคโนโลยีอวกาศ เทคโนโลยีอาหาร เป็นต้น จากการศึกษาทางฟิสิกส์สรุปได้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สรุปการศึกษาทางฟิสิกส์

การศึกษาฟิสิกส์	การศึกษากฎธรรมชาติ
	วิทยาศาสตร์ที่อธิบายวัตถุและพลังงาน
	พื้นฐานของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด
	ความรู้ที่ได้จากการศึกษาและรวบรวมจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการศึกษาความสัมพันธ์การกระดอนของวัตถุ ซึ่งแบ่งออกเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ และต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

ขวัญหญิง ทิพแก้ว และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ และศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยใช้รูปแบบการวิจัยเป็นกรณีศึกษา ศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ($n = 98$) เป็นระยะเวลา 6 เดือน เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสังเกตการสอนอย่างมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ครูและนักเรียน และแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (VNOS – C) พัฒนาโดยเลเดอร์แมน (Lederman) และคณะ โดยมีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและเชิงอุปนัย จากผลการศึกษาพบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 คน ส่วนใหญ่มีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย เน้นการสอนเนื้อหา และการเรียนเพื่อสอบแข่งขันเป็นสำคัญ ซึ่งมีครู 1 คน ที่สอนด้วยการสาธิตการทดลองในเนื้อหาที่สามารถทำการทดลองได้บ้าง 4 ครั้ง และไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในส่วนของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูมีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ (IV) ในบางประเด็นและในนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง (NV) ในบางประเด็น

จาริยา เชิญชัยภูมิ (2558) วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้ง และการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยใช้รูปแบบวิจัยปฏิบัติการเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สะท้อนความคิดผู้วิจัย และนักเรียน โดยจัดกลุ่มความเข้าใจ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน และมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบค่าร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วเปรียบเทียบผลก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งสะท้อนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยน โดยเฉพาะประเด็นการสังเกตและลงข้อสรุป และ มติสังคม วัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งสะท้อนความคิดนั้น นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้น และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้ง สะท้อนความคิด เรื่องปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมที่หลากหลาย มีการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจช่วยส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชัย แก้วหนัน (2553) วิจัยเกี่ยวกับผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์จำนวน 3 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 86 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 3 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดัง เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบสอบถามปลายเปิด และแบบบันทึกภาคสนาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การลงรหัส จัดกลุ่ม และสถิติบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ยังคงมีความเข้าใจที่หลากหลายในแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้ส่งผลชัดเจน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ คือ บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ และการเรียนรู้โดยการรับรู้

ดนัย ไทมี และจิระวรรณ เกษสิงห์ (2558) วิจัยเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ VNOS – C ของ Lederman et al.

(2002) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ มุมมองถูกต้อง มุมมองระยะปรับเปลี่ยน มุมมองที่คลาดเคลื่อน และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มมุมมองถูกต้องในด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยความรู้และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์ และด้านความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองระยะปรับเปลี่ยนในด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ และด้านการสังเกต การลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ส่วนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจำนวนมากมีมุมมองที่คลาดเคลื่อน คือ ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ด้านอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ และด้านมายาคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

ดวงกมล เป็นจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พงษ์โสภณ และนพฤทธิ์ จินันทุยา (2558) วิจัยการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 24 คน (N = 24) ของโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสภาพสมดุล วิชาฟิสิกส์ ด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (View of Nature of Science Questionnaire: VNOS Form – C) ของเลเดอร์แมน (Lederman) และคณะ ในปี ค.ศ. 2002 ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดในรูปแบบสถานการณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งกลุ่มคำตอบเป็น 4 กลุ่ม คือ ความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ร่วมกับข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะประเด็นการอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายเทคนิคการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นที่ได้เรียนรู้จากการสะท้อนความคิดและปรับปรุงการปฏิบัติการสอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นประโยชน์กับผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด ในหน่วยการเรียนรู้สภาพสมดุล

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว สุนันท์ สังข์อ่อง และสมาน แก้วไวยุทธ (2550) วิจัย การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง จากการศึกษาพบว่า แนวคิดของครูด้านการพัฒนา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มีความ เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นพภัทร สังวาลเพ็ชร ชาตรี ฝ่ายคำตา และอภิสิทธิ์ สงสะเสน (2560) ศึกษาการพัฒนา ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอม โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเนื้อหาโครงสร้างอะตอม และศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน จากโรงเรียนของรัฐบาลแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยเน้นศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ประเด็น ได้แก่ (1) ความรู้วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (2) การเปลี่ยนแปลงของความรู้ วิทยาศาสตร์ (3) บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ (4) ทฤษฎี วิทยาศาสตร์ (5) วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และ (6) การสังเกตและลงข้อสรุป เก็บข้อมูล โดยใช้บันทึกวิดีโอ บันทึกการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คำถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในเนื้อหาโครงสร้างอะตอมที่มีประสิทธิภาพมีลักษณะดังนี้ (1) สร้างประสบการณ์ให้นักเรียน พัฒนาแบบจำลองอะตอมร่วมกับการอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในแบบจำลองอะตอมของนักเรียน (2) ใช้คำถามอภิปรายที่จำเพาะเจาะจง กับกิจกรรมพัฒนาแบบจำลองอะตอม เพื่อสื่อถึงประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาส ให้นักเรียนสะท้อนความคิด (3) นำประวัติศาสตร์การพัฒนาแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และกลุ่มหมอก ให้นักเรียนศึกษาร่วมกับการอภิปรายและสะท้อน ความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติศาสตร์ หลังเสร็จสิ้นการจัด การเรียนรู้อย่างกล่าว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องใน 3 ประเด็น คือ ประเด็นบทบาทของหลักฐานต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงของความรู้ วิทยาศาสตร์ และหน้าที่ของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยนี้สนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบ จัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับ นักเรียนได้

สุนันทา เอี่ยมประเสริฐ (2559) วิจัยเกี่ยวกับชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับการหาสัมประสิทธิ์การกระดอนโดยอาศัยการชนบนระนาบ ผลการวิจัยพบว่า สัมประสิทธิ์การกระดอนไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของผิวระนาบ ซึ่งแสดงว่าสัมประสิทธิ์การกระดอนไม่ได้ขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิววัตถุและพื้นผิวระนาบด้วย แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุทดสอบการชนและเหลี่ยมมุมของการชนกันของวัตถุซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุและรูปร่างของวัตถุทั้งสอง

อังคณา ปัทมพงศา พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และศรีสม สุวรรณวงศ์ (2555) วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้อง (จำนวน 48 คน) ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยสำรวจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก VNOS – C

งานวิจัยต่างประเทศ

แอ็ดเอลคาร์ลิก เบลล์ และเลเดอร์แมน (Abd – El – Khalick, Bell, & Lederman, 1998) ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอน : การทำธรรมชาติที่ไม่เป็นธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เป็นสื่อในการทำความเข้าใจของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS) ในการวางแผนการเรียนการสอนและการปฏิบัติในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 14 คนเข้าร่วมการศึกษา ก่อนการเรียนการสอนนักเรียนของพวกเขา ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามปลายเปิดที่ออกแบบมาเพื่อประเมินแนวคิดของ NOS การวิเคราะห์แบบสอบถามถูกเลื่อนออกไป จนกว่าจะเสร็จสิ้นของการเรียนการสอนของนักเรียน เพื่อหลีกเลี่ยงการจัดเก็บรวบรวม และการวิเคราะห์แหล่งข้อมูลอื่น ตลอดการสอนนักเรียน แผนการสอนในชีวิตประจำวันของผู้เข้าร่วม วิดีโอเทปในห้องเรียน และพอร์ตการลงบันทึกข้อสังเกตทางคลินิกประจำสัปดาห์ของผู้ดูแล ข้อมูลเหล่านี้ถูกค้นหา โดยหาความสัมพันธ์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังจากการสอนนักเรียนผู้เข้าร่วมประชุมได้รับการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ตรวจสอบการตอบสนองต่อแบบสอบถามปลายเปิด และเพื่อหาปัจจัยหรือข้อ จำกัดที่เป็นสื่อกลางในการแปลความหมายในการสอนในห้องเรียน จากการวิจัยพบว่า มีความเข้าใจอย่างเพียงพอในด้านที่สำคัญหลายประการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมถึงลักษณะเชิงประจักษ์และเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการอนุมานและบทบาทของบุคคล

และความคิดสร้างสรรค์ในด้านวิทยาศาสตร์ หลายคนอ้างว่าได้สอน NOS ผ่านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการอ้างอิงที่ชัดเจนสำหรับ NOS มีน้อยมากในการวางแผนและการสอนของพวกเขา ปัจจัยสำหรับเรื่องนี้ไม่ให้ความสนใจต่อ NOS เหล่านี้รวมถึงการดู NOS เป็นสำคัญผลที่ตามมาการจัดการในชั้นเรียนและงานที่เป็นประจำความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับ NOS การขาดทรัพยากรและประสบการณ์ในการสอน NOS ความร่วมมือของครูผู้สอนและการขาดเวลาในการวางแผน นอกจากนี้ ข้อจำกัดเหล่านี้ข้อมูลเปิดเผยคนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างผู้เข้าร่วมประชุม มุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

โคลอมโบ เซียเบิร์ต เอสปิโนซา และไทเลท (Colombo, Seibert, Espinosa, & Thiel, 2016) ศึกษาวิธีการวัดค่าสัมประสิทธิ์การชดใช้จากลูกบอลและพื้นผิวประเภทต่าง ๆ โดยกำหนด COR ในเทนนิสเป็นค่าลบของอัตราส่วนของความสัมพัทธ์เทนนิส พบว่า การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การชดใช้เป็นสำคัญในการออกแบบลูกบอลและพื้นผิว พื้นผิวสนามเทนนิสเปลี่ยนไปตามการใช้สอย

คอส (Cross, 2003) ศึกษาการวัดความเร็วและการเร่งบนสนามเทนนิส การเล่นเทนนิสบนพื้นผิวที่หลากหลายความเร็วในการเร่งจะมาก ปานกลาง หรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างลูกเทนนิสกับสนามในการตีกลับแนวตั้งของลูกเทนนิสเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงและแรงเสียดทาน จะขึ้นอยู่กับค่าชดใช้ความเสียหายโดยใช้กล้องวิดีโอความเร็วสูงเป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับความเร็ว ซึ่งง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในอัตราที่สูงประมาณ 200 เฟรมหรือมากกว่านี้ ซึ่งทำให้ได้ค่าของความเร็วมีความแม่นยำ

กิลาดิ และชาฟ (Gilardi & Sharf, 2002) ศึกษาการสร้างแบบจำลองพลศาสตร์และการศึกษาวรรณกรรมของพลศาสตร์ เป็นการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในรูปทรงแบบต่าง ๆ หาผลกระทบจากความเร็วในการกระทบเริ่มต้นแบบความเร็วในการกระทบสุดท้ายในรูปแบบความสัมพัทธ์ของค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจากการวิจัยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การชดเชยจะลดลงเมื่อเพิ่มขึ้นของความเร็วในการกระทบเริ่มต้นและสำหรับวัสดุส่วนใหญ่จะมีความเร็วในการกระทบต่ำมาก ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัตถุนั้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับรูปร่าง รูปทรงของวัตถุ

ฮารอน และไอเมล (Haron & Ismail, 2012) ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของลูกบอลที่ใช้ในการประกอบการเล่นกีฬา ได้แก่ ลูกกอล์ฟ ลูกปิงปอง ลูกเทนนิส และลูกชอกกี้ โดยทดสอบพื้นผิวที่แข็งและนุ่ม โดยวัดค่าความเร็วของลูกบอลแล้วจึงนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนเครื่องมือที่ใช้วัด คือ กล้องวิดีโอบันทึกความเร็วสูงเพื่อบันทึกการกระดอนสูงสุดแล้วคำนวณหาค่าความเร็วของลูกบอล ซึ่งผู้ทำวิจัยได้เปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานในรูปของค่าสัมประสิทธิ์

การกระดอนของลูกบอลชนิดต่าง ๆ ที่ทดสอบบนพื้นแข็งและนุ่มซึ่งพบว่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของพื้นแข็งมีค่ามากกว่าพื้นนุ่ม ค่าสัมประสิทธิ์การชดเชยในหนึ่งมิติถูกกำหนดให้เป็นอัตราส่วนของความเร็วก่อนชนและหลังชน สำหรับการกระแทกกระหว่างลูกกลมกับพื้นผิว โดยพิจารณาความสูง h_1 และ h_2 ตามเงื่อนไขของค่า COR ที่กำหนด

เลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002) ศึกษามุมมองของแบบสอบถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : ผู้ความถูกต้องและมีความหมายการประเมินแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ติดตามการพัฒนาเครื่องมือเปิดปลายใหม่มุมมองของธรรมชาติของแบบสอบถามทางวิทยาศาสตร์ (VNOS) ซึ่งร่วมกับการสัมภาษณ์บุคคลมีเป้าหมายเพื่อให้ความหมายการประเมินมุมมองธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 2) ร่างโครงสร้างมุมมองที่สนับสนุนการพัฒนา VNOS 3) นำเสนอหลักฐานเกี่ยวกับความถูกต้องของ VNOS 4) ชี้แจงการใช้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสัมภาษณ์ที่เกี่ยวข้องและประเด็นด้านมุมมองที่มีเป้าหมายเพื่อประเมิน และหารือเกี่ยวกับประโยชน์ของโพรไฟล์มุมมอง แบบบรรยายที่อุดมไปด้วย VNOS ให้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและการเรียนรู้ เพื่อตอบสนองมุมมองการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อกลับไปการพัฒนาคำถามที่ได้รับการคัดเลือกตามมาตรฐานและเครื่องมือประเมินมุมมองอย่างเหมาะสมแล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบและหาค่าร้อยละ โดยแบ่งกลุ่มคำตอบเป็น 4 กลุ่ม คือ มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองในระยะปรับเปลี่ยนมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ร่วมกับการวิเคราะห์การสอนจากแบบบันทึกการสอนของครูและอนุทินของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายกลยุทธ์และเทคนิคการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติเพื่อเป็นประโยชน์กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์

มิชลาดิซ และ โดแกน (Mihladiz & Dogan, 2014) ศึกษามุมมองของครูวิทยาศาสตร์และมุมมองเกี่ยวกับสถานศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อพิจารณาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ “Nature of Science (NOS)” นอกจากนี้แล้ว ยังมีอีกวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้ คือ เพื่อศึกษาระดับความรู้และมุมมองเกี่ยวกับสถานที่ของ NOS ในสาขาวิทยาศาสตร์การสอนและการสอน NOS การวิจัยใช้ในปีการศึกษา 2553 ในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นครั้งแรกตัวเลขในความสำเร็จโดยรวมของการสอบระดับชาติในประเทศตุรกี ในบริบทนี้แบบสอบถามถึงโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน

ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับ 8 นักวิทยาศาสตร์โดยการสัมภาษณ์บุคคล ส่วนแรกของแบบสอบถาม เป็นเรื่องเกี่ยวกับครู ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ส่วนที่สองเป็นแบบสอบถาม VNOS – C ซึ่งสร้างขึ้นโดยเลเดอร์แมน แอ็ดเอลคาร์ลิก เบล และชาวท (Lederman, Abd – El – Khalick, Bell and Schwartz, 2002) ใช้ในการประเมินความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับ NOS ส่วนสุดท้ายเป็นเรื่องเกี่ยวกับสถานที่ของ NOS ในด้านวิทยาศาสตร์หลักสูตร การสอนวิทยาศาสตร์และการประเมินตนเองของครู ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์เหล่านั้นมีมุมมองเกี่ยวกับลักษณะของแผนการจัดหมวดหมู่ และการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพียงพอ แต่ครูส่วนใหญ่ที่ไม่เข้าใจและระดับความคิดเห็นไม่เพียงพอเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์วิธีการทางวิทยาศาสตร์กฎหมายและทฤษฎี นอกจากนี้จากกล่าวได้ว่า ครู มุมมองเกี่ยวกับโมเดล NOS และข้อสังเกตมีความซับซ้อน ครูส่วนใหญ่ยอมรับว่าความรู้เกี่ยวกับ NOS ของพวกเขานั้นไม่เพียงพอ แต่ยังกล่าวว่า NOS มีความสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์และตัวเอง อย่างไรก็ตามเห็นได้ว่า NOS ของครู การรับรู้ ประกอบด้วย สมมติฐาน ทฤษฎี กฎหมาย และกระบวนการปรับปรุงของพวกเขา

มิชลาดิส และดูรัน (Mihladi & Durun, 2014) ศึกษามุมมองของนักเรียนระดับประถมศึกษา ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบการบรรยายและสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง 4 ข้อคำถามโดยมีการสัมภาษณ์การสอนและเทคนิคการสอนที่นักเรียนชอบที่สุด จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาส่วนใหญ่ชอบวิธีการและเทคนิคการสอนแบบการทดลอง การนำเสนอปัญหาและการแก้ปัญหา เทคนิคและวิธีการที่นักเรียนชอบ คือ การเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีกิจกรรมห้องเรียนในธรรมชาติในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่กล่าวถึงที่พวกเขาต้องการทำงานเป็นกลุ่มในระหว่างกิจกรรมและการทดลองที่พวกเขาดำเนินการ อยู่ในขอบเขตของวิทยาศาสตร์บทเรียน ก็มีคนที่กล่าวว่า พวกเขาต้องการทำงานเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม และ 2) เพื่อวัดมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง ณ อาคารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และ โรงเรียนแม่ทาวิทยาคม จังหวัดลำพูน ซึ่งในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม และตอนที่ 2 วัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ สำหรับรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วัสดุเม็ด วัสดุเม็ดกลมที่ใช้มีความหนาแน่นต่างกัน มีรูปร่างเป็นทรงกลม เช่น เม็ดไม้ เม็ดโลหะ เม็ดคริสตัล เม็ดพลาสติก เป็นต้น ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร 8 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 12 มิลลิเมตร
2. วัสดุพื้น วัสดุพื้นที่ใช้ในการทดลองมีความหนาแน่น และความแข็งที่ต่างกัน เช่น วัสดุพื้นไม้ และพื้นเซรามิก เป็นต้น
3. กล้องวิดีโอความเร็วสูง
4. ฉาก
5. เครื่องชั่งสูญญากาศ
6. แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

สถานที่ดำเนินการ

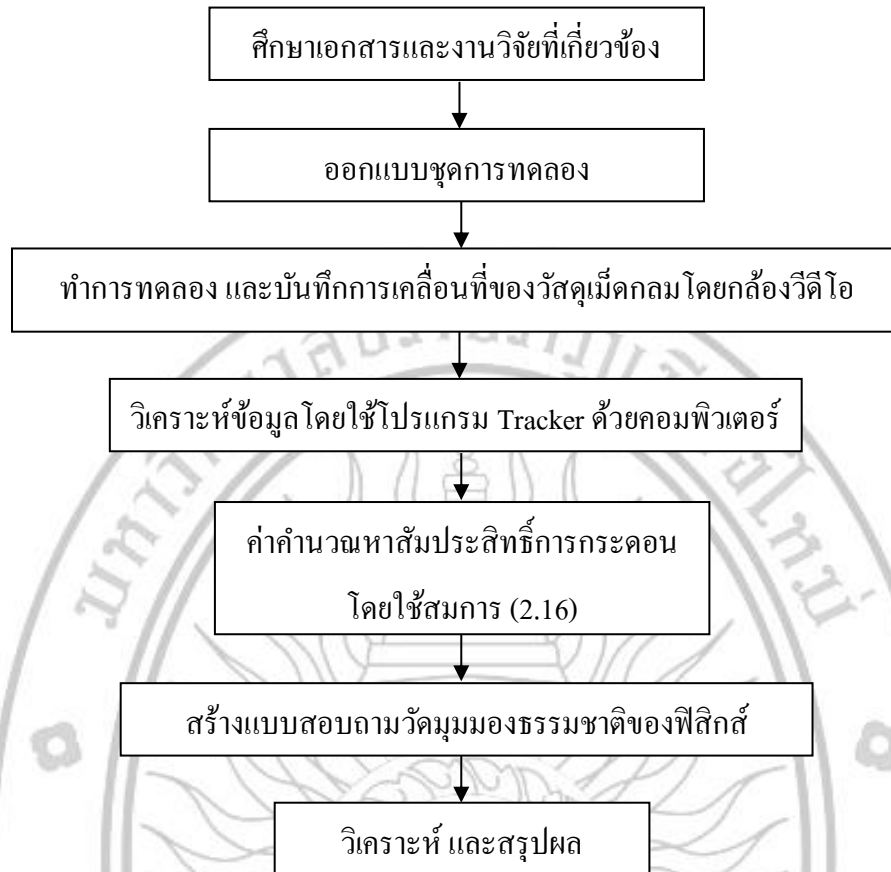
1. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
2. โรงเรียนแม่ทาวิทยาคม จังหวัดลำพูน

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- ε : ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน
- u_1 : อัตราเร็วก่อนการกระดอนของวัตถุก้อนที่ 1 มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)
- u_2 : อัตราเร็วก่อนการกระดอนของวัตถุก้อนที่ 2 มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)
- v_1 : อัตราเร็วหลังการกระดอนของวัตถุก้อนที่ 1 มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)
- v_2 : อัตราเร็วหลังการกระดอนของวัตถุก้อนที่ 2 มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที (m/s)
- h_1 : ความสูงที่ปล่อยวัตถุเม็ดกลม มีหน่วยเป็นเมตร (m)
- h_2 : ความสูงที่วัตถุเม็ดกลมกระดอนขึ้น มีหน่วยเป็นเมตร (m)
- D : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวัตถุเม็ด (mm)
- ρ : ความหนาแน่นของวัตถุเม็ดกลม (g/cm^3)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การดำเนินงาน การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัตถุเม็ดกลม สำหรับวัดมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้
 - 1.1 สืบค้นเอกสารทางวิชาการ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 ออกแบบชุดการทดลองและสร้างชุดการทดลอง
 - 1.3 ทำการทดลอง และบันทึกการเคลื่อนที่ของวัตถุเม็ดกลมโดยกล้องวิดีโอ
 - 1.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Tracker ด้วยคอมพิวเตอร์
 - 1.5 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนโดยใช้สมการ (2.5)
 - 1.6 สร้างแบบสอบถามวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์
 - 1.7 วิเคราะห์ และสรุปผลแบบวัดความเข้าใจที่ปรับปรุงมาจาก VNOS – C โดยแสดงเป็นแผนผัง ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2. วิธีการทดลอง การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัตถุเมื่อดกลม โดยวัตถุเมื่อดกลมที่ใช้มีความหนาแน่นต่างกัน มีรูปร่างเป็นทรงกลม เช่น เม็ดไม้ เม็ดโลหะ เม็ดคริสตัล เม็ดพลาสติก เป็นต้น และวัสดุพื้นที่ใช้ในการทดลองมีความหนาแน่น และความแข็งที่ต่างกัน เช่น วัสดุพื้นไม้ พื้นยาง พื้นเซรามิค เป็นต้น

ตอนที่ 1 การศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัตถุเมื่อดกลม

1.1 ศึกษาวัสดุพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัตถุเมื่อดกลม

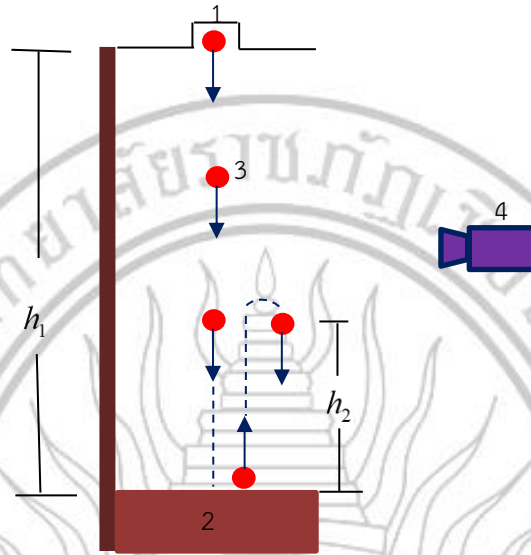
ตัวแปรต้น : วัสดุพื้น

ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัตถุเมื่อดกลม

ตัวแปรควบคุม : วัตถุเมื่อดกลม และความสูงของระยะที่ปล่อย (10 เซนติเมตร)

ขั้นตอนการทดลอง

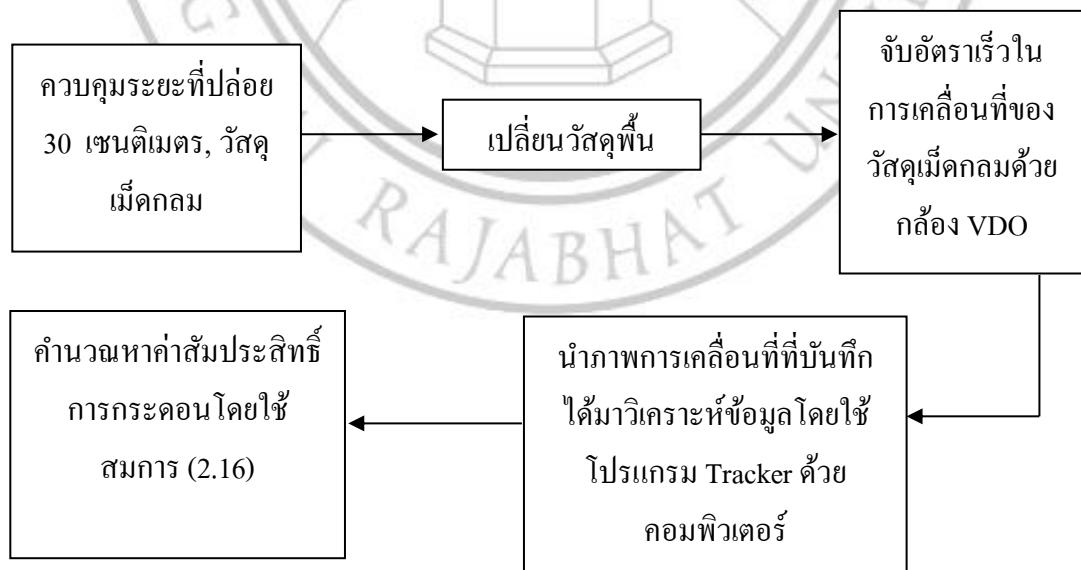
1) ติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่ตรงกลม

- (1) ที่ปล่อยวัสดุเมื่ตรงกลม (2) วัสดุพื้นใช้ทดสอบ
(3) วัสดุเมื่ตรงกลม (4) กล้องวิดีโอ

2) ปล่อยวัสดุเมื่ตรงกลมและทำการทดลอง ดังภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทดลองพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่ตรงกลม



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทดลองพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่ตรงกลม

3) ทำการทดลองซ้ำดังภาพที่ 3.3 ควบคุมระยะที่ปล่อย 30 เซนติเมตร และทำการเปลี่ยนวัสดุเม็ดกลม

1.2 ศึกษาความสูงการปล่อยวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม (Haron & Ismail, 2012)

ตัวแปรต้น : ความสูงของระยะที่ปล่อย
(เริ่มต้นที่ 14 เซนติเมตร ลดลงทีละ 2 เซนติเมตร)

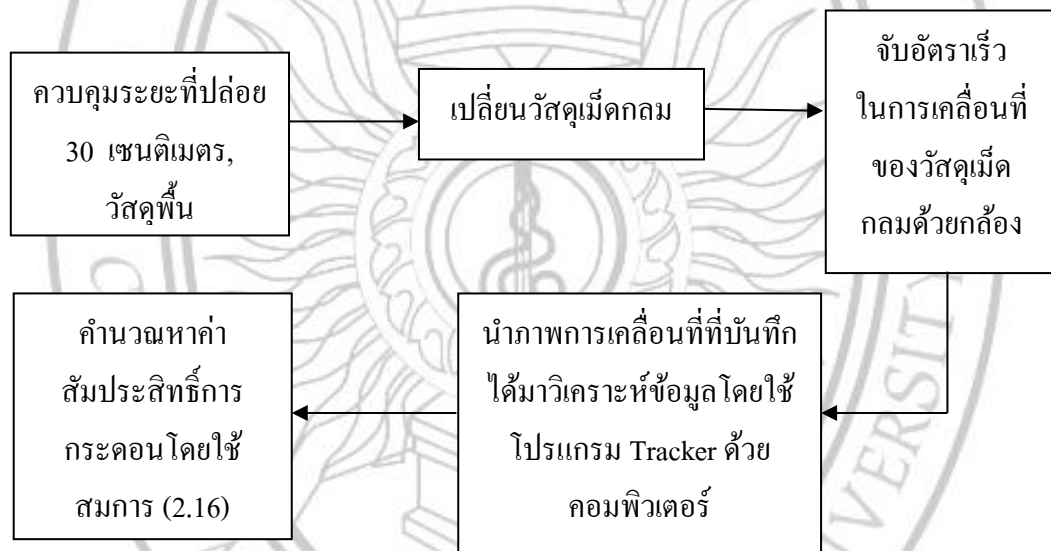
ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรควบคุม : วัสดุพื้น และวัสดุเม็ดกลม

1) ติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.2

2) ปล่อยวัสดุเม็ดกลมและทำการทดลอง ดังภาพที่ 3.4

ขั้นตอนการทดลองชนิดวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทดลองชนิดวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน

3) ทำการทดลองซ้ำดังภาพที่ 3.4 ควบคุมระยะที่ปล่อย 30 เซนติเมตร และเปลี่ยนเป็นวัสดุพื้นชนิดอื่น

1.3 ศึกษาขนาดวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน

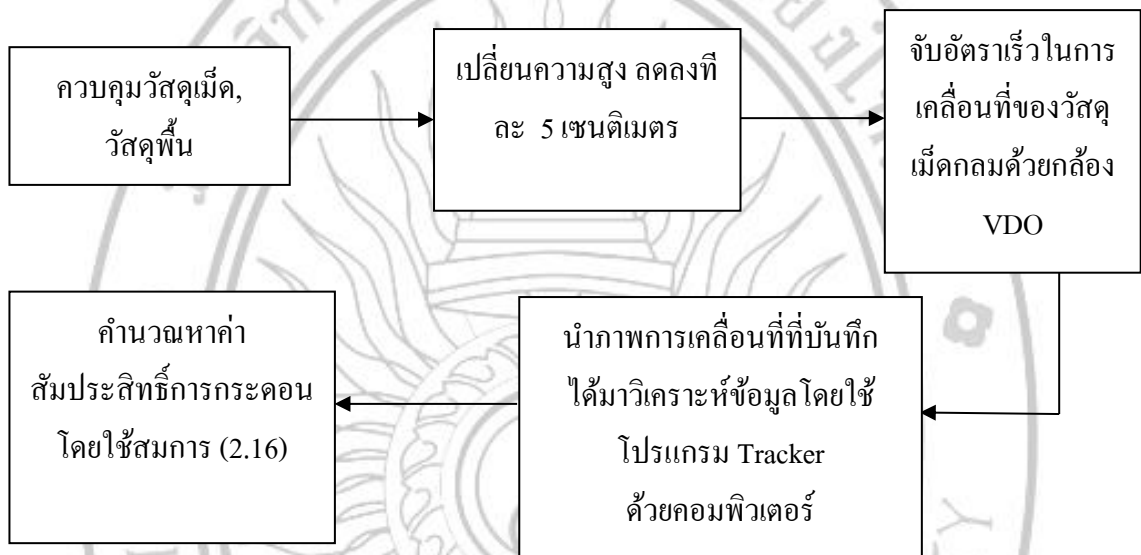
ตัวแปรต้น : ขนาดวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรควบคุม : วัสดุพื้น และความสูงของระยะที่ปล่อย (10 เซนติเมตร)

1) ติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.2

2) ปล่อยวัสดุเม็ดกลมและทำการทดลอง ดังภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการทดลองความสูงมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการทดลองความสูงมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

3) ทำการทดลองซ้ำดังภาพที่ 3.5 ควบคุมวัสดุเม็ดกลม และวัสดุพื้นโดยเปลี่ยนเป็นวัสดุพื้นชนิดอื่น

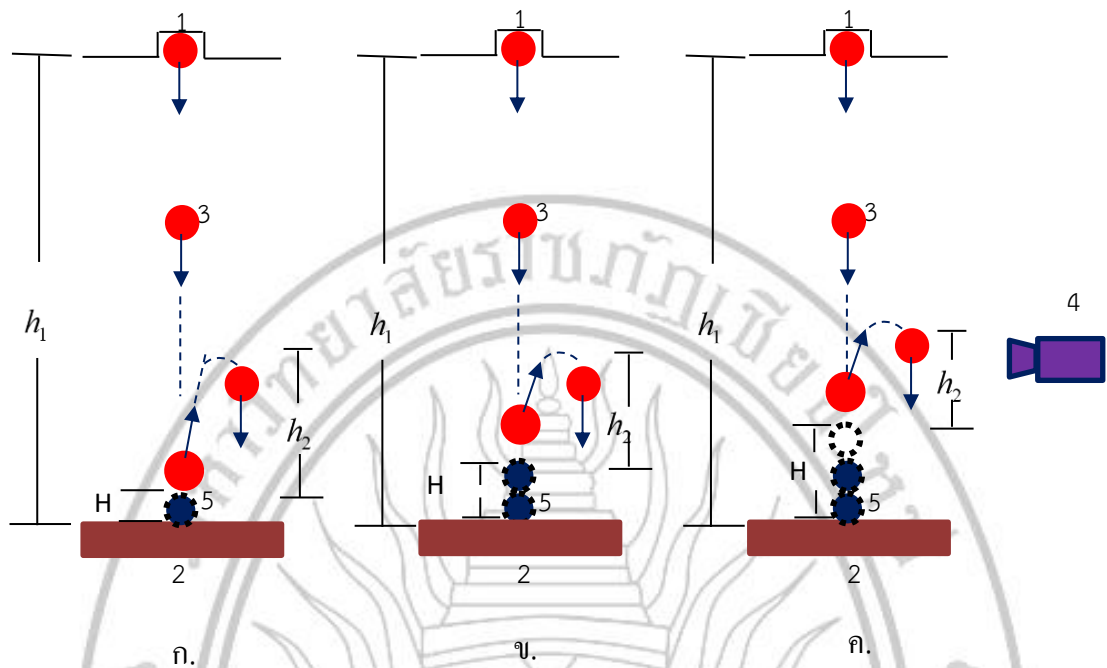
1.4 การศึกษาเรียงตัวกันเป็นชั้น ๆ วัสดุเม็ดพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรต้น : วัสดุเม็ดพื้น

ตัวแปรตาม : สัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

ตัวแปรควบคุม : ความสูง พื้น และวัสดุเม็ดกลม

1. ติดตั้งอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6

การติดตั้งอุปกรณ์

ก. วางวัสดุเมดพื้น 1 เม็ด

ข. วางวัสดุเมดพื้น 2 เม็ด

ค. วางวัสดุเมดพื้น 3 เม็ด

(1) ที่ปล่อยวัสดุเมดทรงกลม

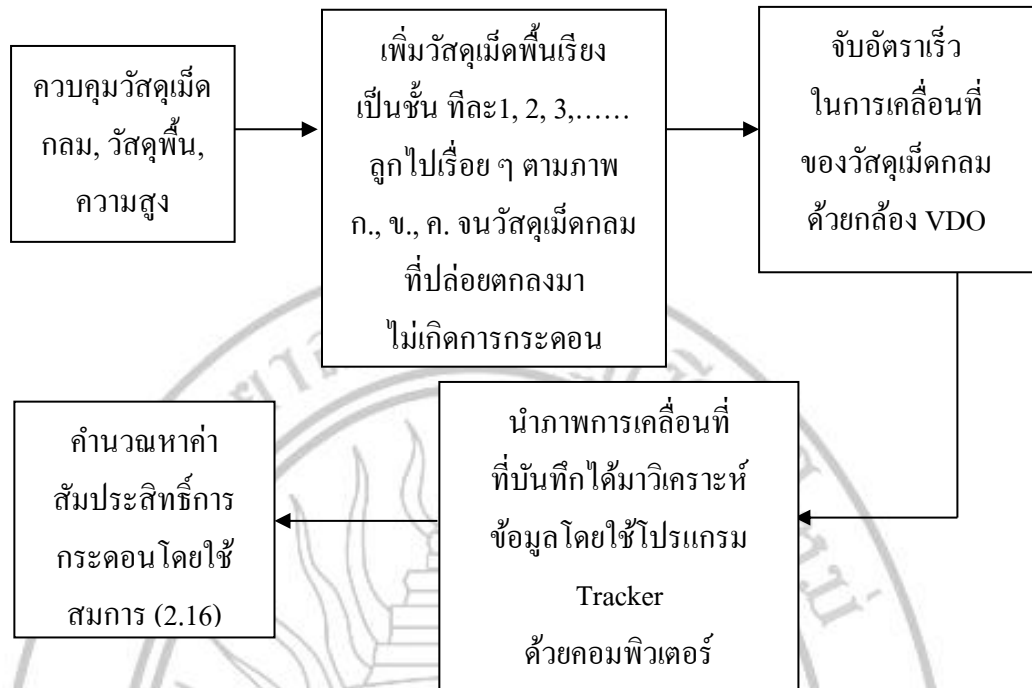
(2) วัสดุพื้นที่ใช้ทดสอบ

(3) วัสดุเมดกลม ๆ

(4) กล้องวิดีโอ

(5) เม็ดพื้น

2. ปล่อยวัสดุเมดกลมและทำการทดลอง ดังภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการทดลองวัสดุเมดพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมด



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการทดลองวัสดุเม็ดพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อกลม

3. ทำการทดลองซ้ำในภาพที่ 3.7 เปลี่ยนวัสดุเมื่อกลม

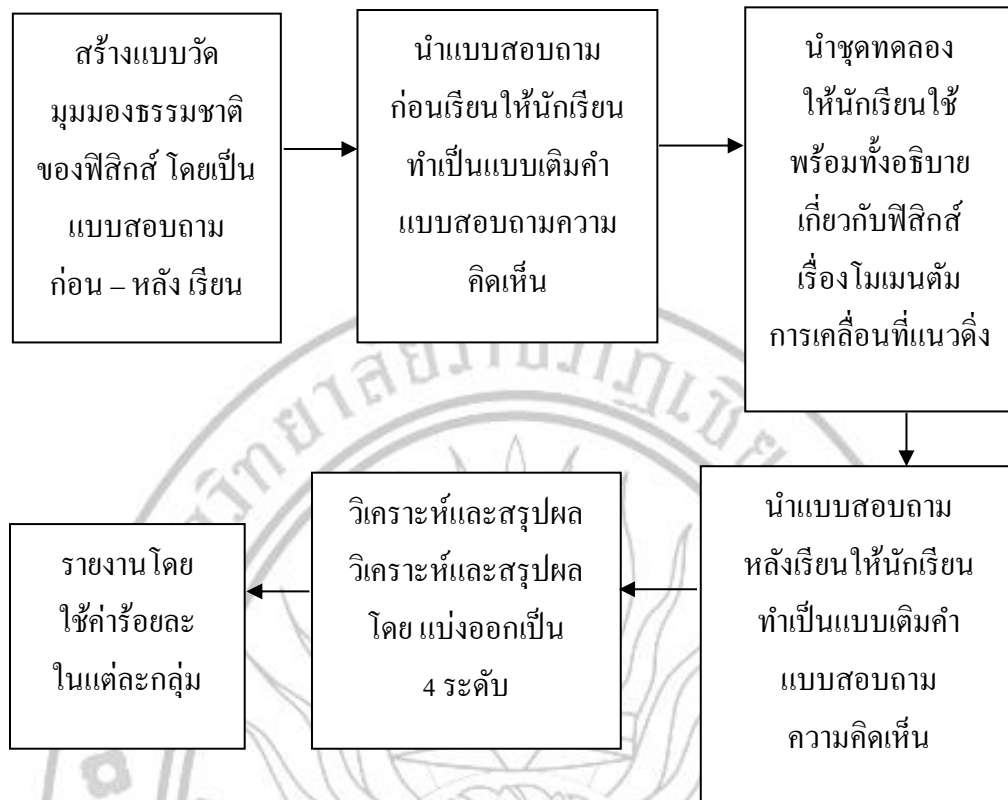
ตอนที่ 2 การศึกษามุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์

ตัวแปรต้น : แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ตัวแปรตาม : มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ของนักเรียน

ตัวแปรควบคุม : จำนวนนักเรียน แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ทำการวัดมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์ดังภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์



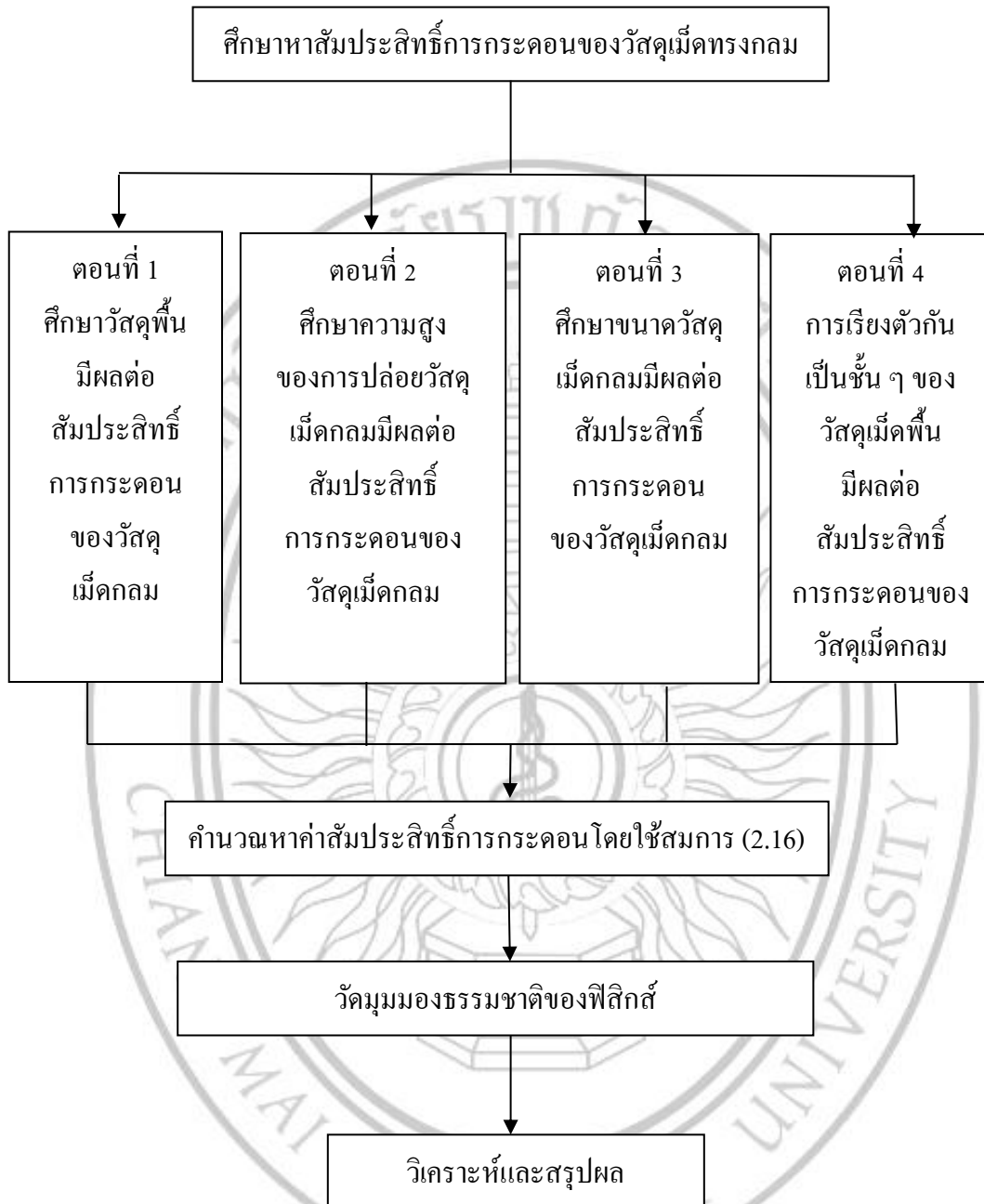
ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานคำร้อยละ

$$Percentage = \left(\frac{f}{N} \right) \times 100$$

เมื่อ	Percentage	หมายถึง	คำร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์
	f	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ “เข้าใจเป็นอย่างดี” หรือ “เข้าใจไม่ชัดเจน” หรือ “เข้าใจคลาดเคลื่อน” หรือ จำนวนแนวคิดของความเข้าใจในองค์ประกอบของธรรมชาติของฟิสิกส์
	N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีการวิจัยแสดงดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ฟังงานการทดลองหาสัมประสิทธิ์การกระดอน และวัดมุมมองธรรมชาติของฟิลิกส์

บทที่ 4

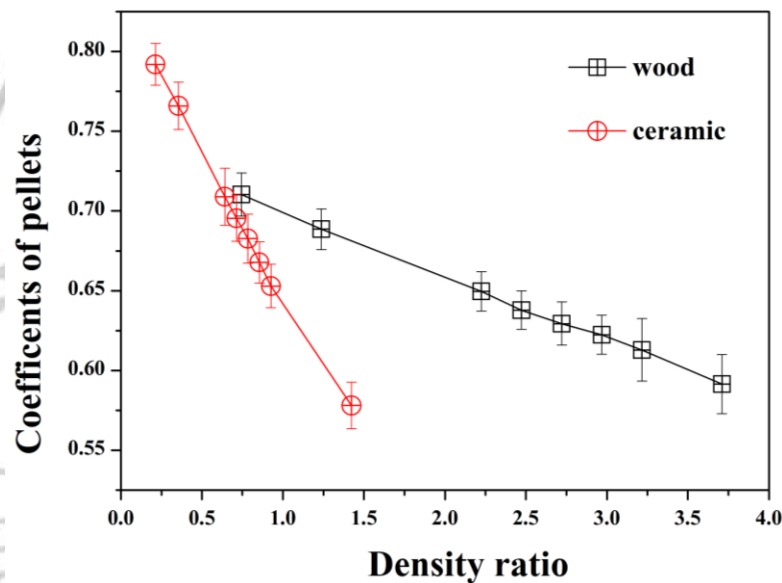
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมร่วมกับวัดมุมมองในธรรมชาติของฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วัสดุเม็ดที่ใช้เป็นวัสดุเม็ดที่มีขนาดความหนาแน่น 0.1 – 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รูปทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร 8 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 12 มิลลิเมตร ตามลำดับ นำมาปล่อยให้ตกในแนวตั้งลงบนวัสดุพื้น 2 ชนิด (พื้นไม้และพื้นเซรามิก) ที่มีความหนาแน่น 0.7 และ 2.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ทำการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม โดยทำการทดลองทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ทำการทดลองโดยใช้วัสดุเม็ดปล่อยตกที่ความสูงระดับ 10 เซนติเมตร พิจารณาตัวแปร คือ วัสดุพื้น 2) ทำการทดลองโดยลดระยะความสูงลงทีละ 2 เซนติเมตร พิจารณาตัวแปร คือ ความสูงของระยะที่ปล่อย 3) ทำการทดลองโดยใช้วัสดุเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน พิจารณาตัวแปร คือ ขนาดวัสดุเม็ดกลม และ 4) ทำการทดลองโดยการจัดเรียงชั้นของวัสดุเม็ดพื้นเป็น 4 ชั้น พิจารณาตัวแปร คือ วัสดุเม็ดพื้น ผลการวิจัยศึกษาค่าของสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม และตอนที่ 2 ทำการทดลองศึกษาแบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแม่ทาวิทยาคม จังหวัดลำพูน กลุ่มตัวอย่างห้องเรียนแผนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 20 คน พิจารณาตัวแปร คือ แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ และมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ของนักเรียน ผลการวิจัยศึกษาการเปลี่ยนมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ตอนที่ 1 การศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม โดยวัสดุเม็ดกลมที่ใช้มีความหนาแน่นต่างกัน มีรูปร่างเป็นทรงกลม เช่น เม็ดไม้ เม็ดโลหะ เม็ดหินมุสโตน เม็ดพลาสติก เป็นต้น และวัสดุพื้นที่ใช้ในการทดลองมีความหนาแน่น และความแข็งที่ต่างกัน คือ วัสดุพื้นไม้ และพื้นเซรามิก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

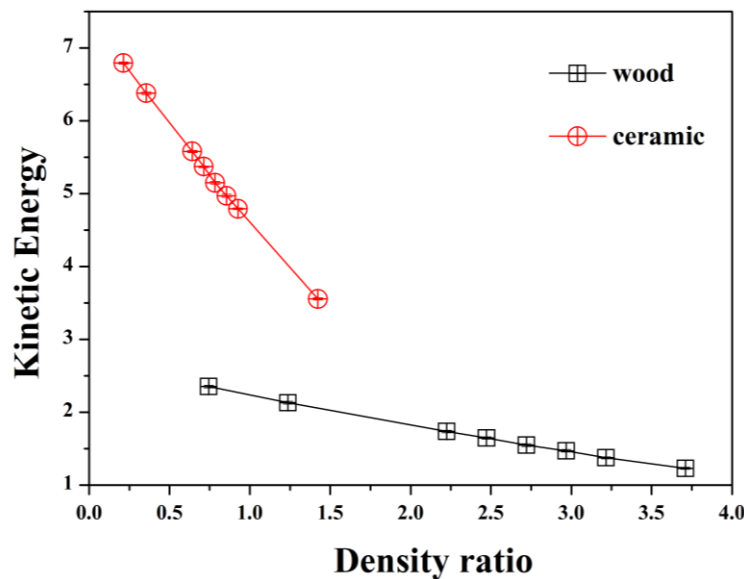
1. ศึกษาวัสดุพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม เมื่อทำการปล่อยวัสดุเม็ดกลมตกลงมาในความสูง 10 เซนติเมตร บนวัสดุพื้นต่างชนิดกัน คือ พื้นไม้ และพื้นเซรามิก เมื่อวัสดุเม็ดกลมที่ใช้มีความหนาแน่น 0.1 – 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตรวจจับด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูง ทำการบันทึกวิดีโอ และติดตามวัสดุเม็ดโดยใช้โปรแกรม Tracker Version 4.9 ผลการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม พิจารณาระหว่างอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดกลมกับความหนาแน่นของวัสดุพื้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนโดยคำนวณตำแหน่งความสูงแสดงได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม โดยคำนวณความสูงของการกระดอนบนวัสดุพื้นไม้ และพื้นเซรามิก

จากภาพที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม โดยคำนวณความสูงก่อนตกกระทบ และหลังการกระดอนบนวัสดุพื้นต่างชนิดกันกำหนดให้แกนนอนเป็นอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดกลมกับวัสดุพื้น ส่วนแนวตั้งเป็นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม เมื่อปล่อยวัสดุเม็ดจากที่ตำแหน่งความสูง 10 เซนติเมตร ตกกระทบลงบนวัสดุพื้น พบว่า ที่ความหนาแน่นน้อยที่สุด พื้นเซรามิกมีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนเข้าใกล้ 1 มากกว่าพื้นไม้ และเมื่ออัตราส่วนของความหนาแน่นเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมทั้งพื้นไม้และเซรามิก

มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าอัตราส่วนความหนาแน่นมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ด



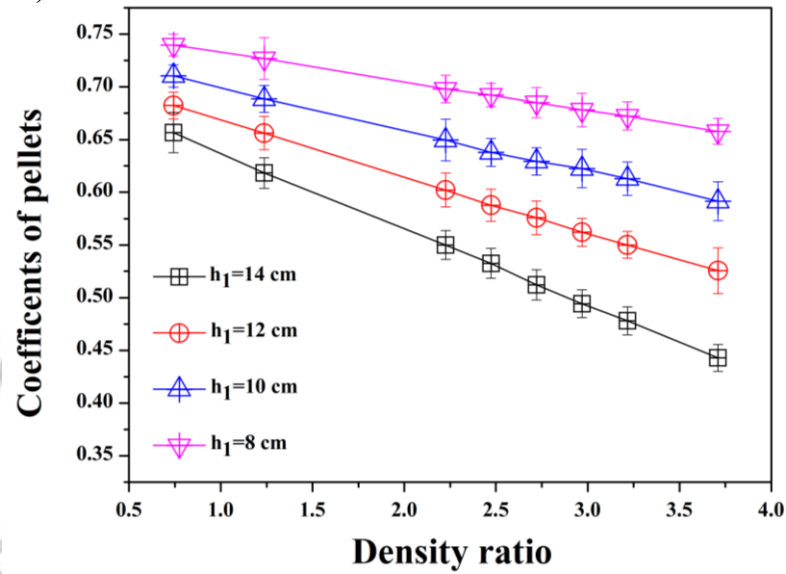
ภาพที่ 4.2 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนบนวัสดุพื้นไม้และพื้นเซรามิก

ต่อมาเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.2 พลังงานจลน์ของหลังการกระดอนของวัสดุเม็ดเมื่อปล่อยวัสดุเม็ดตกลงมาอย่างอิสระโดยคำนวณจากอัตราเร็วหลังการกระดอน พบว่าอัตราส่วนความหนาแน่นเพิ่มขึ้นค่าพลังงานจลน์มีแนวโน้มลดลงทั้งพื้นไม้และพื้นเซรามิก โดยที่พื้นไม้จะมีค่าพลังงานจลน์น้อยกว่าพื้นเซรามิก เนื่องจากพื้นไม้มีลักษณะที่นุ่มกว่าพื้นเซรามิกทำให้วัสดุเม็ดกระดอนน้อย สูญเสียพลังงานมาก เกิดพลังงานจลน์ในการกระดอนน้อย ส่วนพื้นเซรามิกมีลักษณะแข็ง ทำให้วัสดุเม็ดกระดอนขึ้นสูง สูญเสียพลังงานน้อย ทำให้เกิดพลังงานจลน์ในการกระดอนมาก ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้น และชนิดพื้นที่ต่างกันมีผลต่อค่าพลังงานจลน์หลังการกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

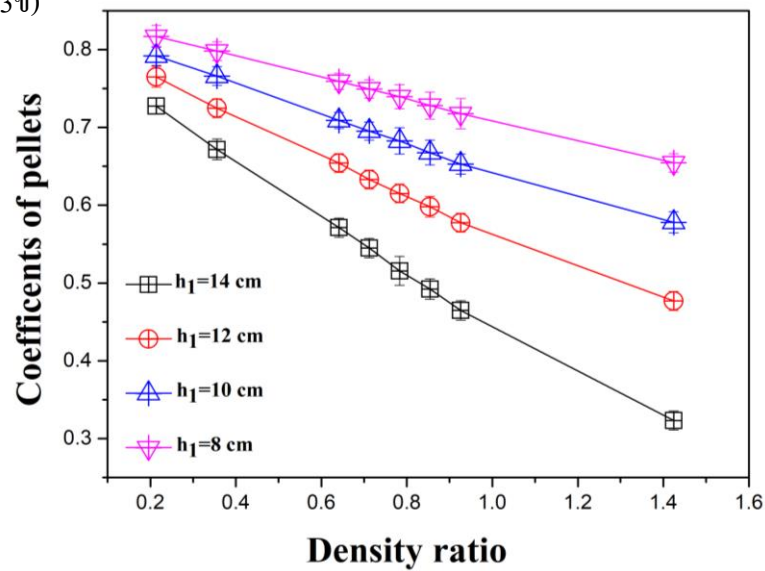
2. ศึกษาความสูงการปล่อยวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม เมื่อทำการปล่อยวัสดุเม็ดกลมมาในระดับความสูง 14 เซนติเมตร 12 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ ลงบนวัสดุพื้นที่ต่างชนิดกัน คือ พื้นไม้และพื้นเซรามิก วัสดุเม็ดกลมที่ใช้มีความหนาแน่น 0.1 – 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตรวจจับด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูงบันทึกวิดีโอ และวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Tracker Version 4.9 ผลการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์

การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมพิจารณาระหว่างอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดกลมกับวัสดุพื้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนที่ตำแหน่งความสูงพิจารณาได้ ดังนี้

4.3ก)



4.3ข)

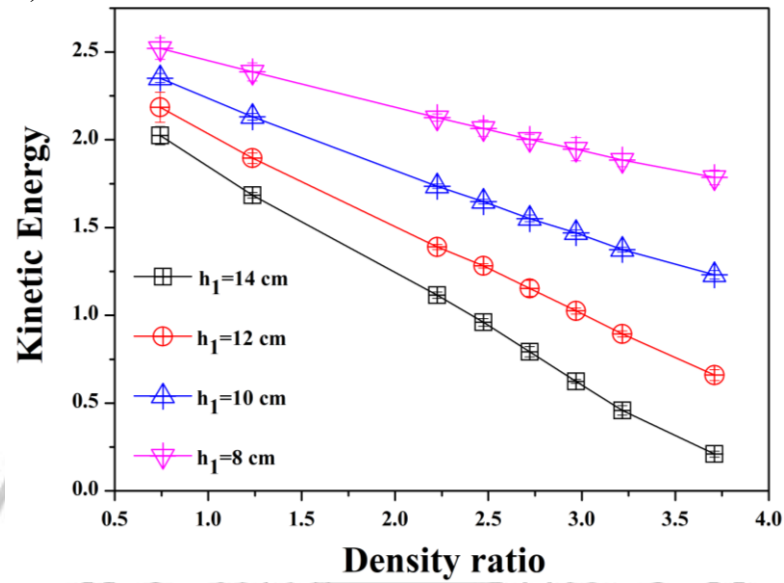


ภาพที่ 4.3 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม โดยคำนวณความสูงของการกระดอนจากพื้นต่างกัน 4.3ก) พื้นไม้ และ 4.3ข) พื้นเซรามิก

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมโดยค่าความสูงก่อนกระทบ และหลังการกระดอนบนวัสดุพื้นต่างชนิดกันจากภาพที่ 4.3 พบว่าเมื่ออัตราส่วนของความหนาแน่น มีค่าเพิ่มขึ้น และความสูงจากจุดปล่อยวัสดุเม็ดเพิ่มมากขึ้นจาก 8 เซนติเมตร ถึง 14 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมมีค่าลดลง โดยที่พื้นไม้มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน น้อยกว่าพื้นเซรามิก สามารถอธิบายได้ว่า พื้นไม้มีความนุ่มทำให้วัสดุเม็ดกระดอนขึ้นน้อยกว่า พื้นเซรามิก เนื่องจากพื้นเซรามิกมีความแข็งและพื้นมีความยืดหยุ่นน้อย ซึ่งมีความคล้ายกับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของ (Haron & Ismail, 2012) ที่พบว่า เมื่อปล่อยลูกกอล์ฟ ลงบนพื้นที่แข็งและนุ่ม ปล่อยตกลงมาอย่างอิสระที่ความสูงเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน ของลูกกอล์ฟจะมีค่าที่แตกต่างกัน โดยที่ความสูงมากค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าน้อยและ เมื่อความสูงน้อยค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่ามาก และค่าสัมประสิทธิ์ในการกระดอนเกี่ยวข้อง กับการสูญเสียพลังงานระหว่างการกระดอน ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาพลังงานจลน์หลังการกระดอน ดังภาพที่ 4.4



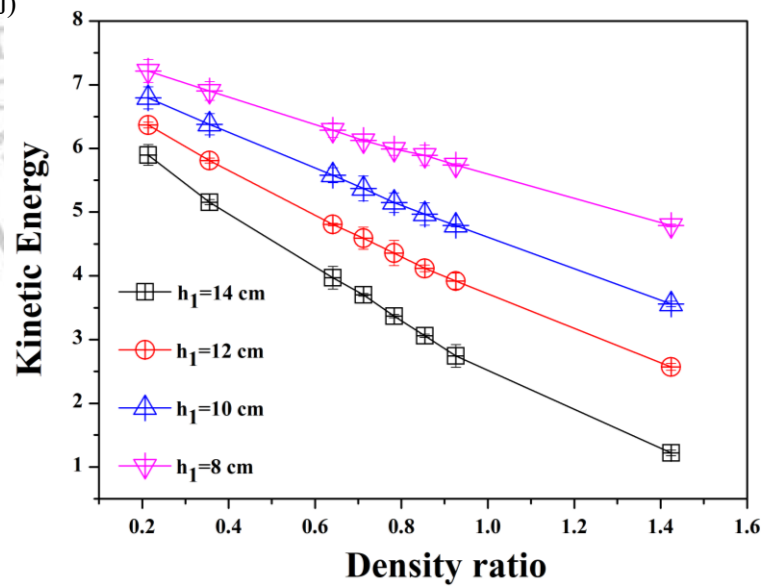
4.4ก)



ภาพที่ 4.4ก) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน

โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนจากพื้นไม้

4.4ข)



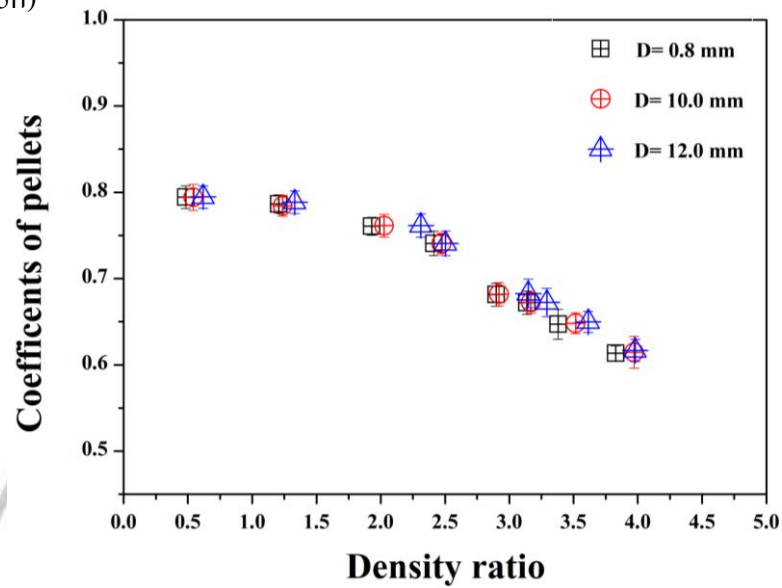
ภาพที่ 4.4ข) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนจากพื้นเซรามิก

เมื่อพิจารณาภาพที่ 4.4 โดยวิเคราะห์ค่าพลังงานจลน์หลังการกระดอนของวัสดุเมื่อกับวัสดุพื้น พบว่า เมื่ออัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเมื่อกับวัสดุพื้นเพิ่มมากขึ้นค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนมีค่าลดลง เมื่อระดับความสูงเพิ่มมากขึ้น คือ 8 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร 12 เซนติเมตร และ 14 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าพลังงานจลน์ของการกระดอนมีค่าลดลงที่พื้นไม่มีค่าพลังงานจลน์น้อยกว่าพื้นเซรามิก บริเวณวัสดุพื้นไม่เป็นวัสดุที่พื้นผิวนุ่ม ยืดหยุ่นมากจึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานระหว่างวัสดุเมื่อกับพื้นผิวมากทำให้พลังงานจลน์ในการกระดอนมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับพื้นเซรามิกที่เป็นพื้นแข็ง ยืดหยุ่นน้อยทำให้วัสดุเมื่อกับพื้นกระดอนขึ้นสูงเกิดการสูญเสียพลังงานระหว่างวัสดุเมื่อกับวัสดุพื้นน้อยส่งผลให้ค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนนั้นมีค่ามาก ค่าพลังงานจลน์มีค่าแปรผันโดยตรงกับอัตราเร็วหลังการกระดอนของวัสดุเมื่อก คือ เมื่ออัตราเร็วหลังการกระดอนมาก ค่าพลังงานจลน์จะมาก และเมื่ออัตราเร็วหลังการกระดอนน้อยพลังงานจลน์ก็จะมีค่าน้อย และค่าอัตราเร็วยังส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อกอีกด้วย เมื่ออัตราเร็วหลังการกระดอนมากขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจะลดลงซึ่งสอดคล้องกับคล้ายคลึงกับงานวิจัยการสำรวจแบบจำลองในการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนโดยใช้ความเร็วในการกระแทกที่เริ่มต้นกับความเร็วสุดท้าย (Gilardi & Sharf, 2002) ที่พบว่า เมื่อค่าความเร็วเพิ่มมากขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจะมีค่าลดลง

ดังนั้น การวิจัยพบว่า เมื่อค่าความสูงเพิ่มขึ้น ความเร็วจะเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าลดลงด้วย และในทางกลับกันเมื่อระดับความสูงน้อย ความเร็วก็จะมีค่าน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่ามากที่พื้นไม่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนน้อยกว่าพื้นเซรามิก แสดงว่าพื้นไม่มีมีความยืดหยุ่นดีกว่าและสูญเสียพลังงานระหว่างการกระดอนมากกว่าพื้นเซรามิกที่แข็ง และส่งผลทำให้พลังงานจลน์ในการกระดอนบนพื้นไม่มีค่าน้อยกว่าพื้นเซรามิก

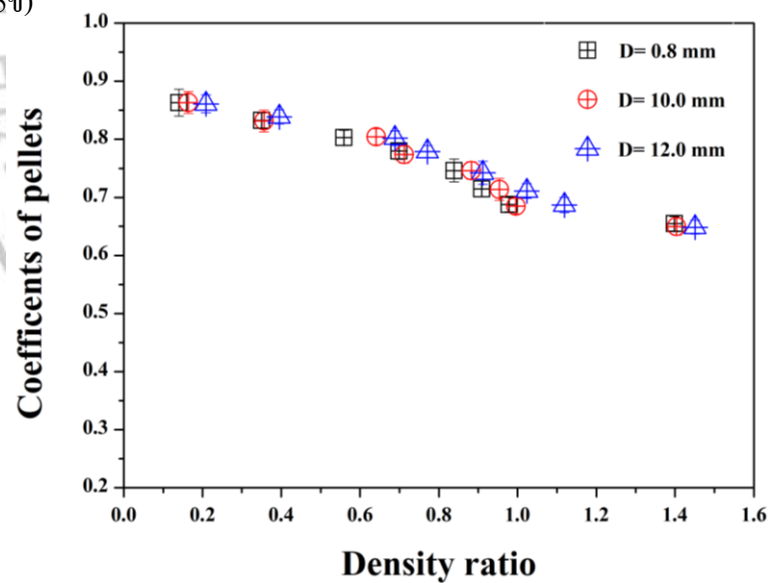
3. ศึกษาขนาดวัสดุเมื่อกมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน เมื่อทำการทดลองปล่อยวัสดุเมื่อกที่ระดับความสูงเดียวกัน 10 เซนติเมตร ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุเมื่อกมีความแตกต่างกันโดยใช้ขนาด 0.8 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 12 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำการตรวจจับด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูงวิเคราะห์ผลจากโปรแกรม Tracker Version 4.9 ผลการศึกษา หาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อกกลมพิจารณาระหว่างอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเมื่อกกลมกับวัสดุพื้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนที่ตำแหน่งความสูงแสดงได้ ดังภาพที่ 4.5

4.5ก)



ภาพที่ 4.5ก) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมโดยคำนวณความสูงของการกระดอนจากพื้นไม้

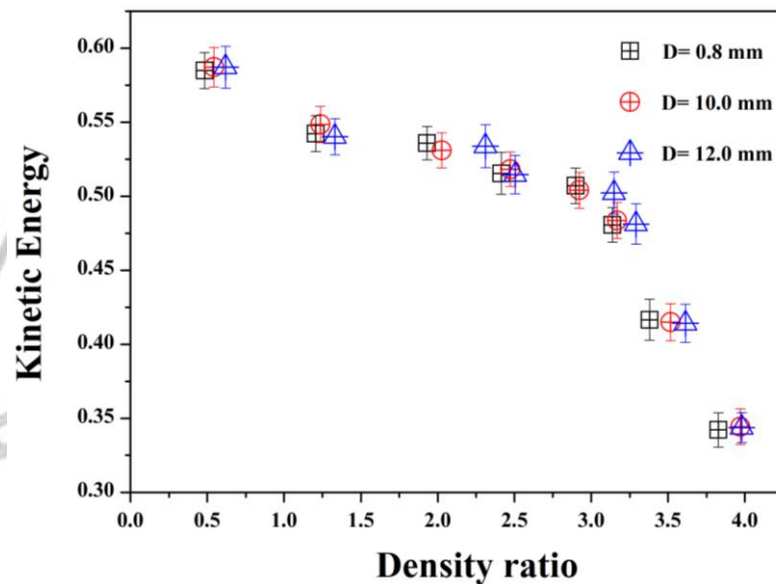
4.5ข)



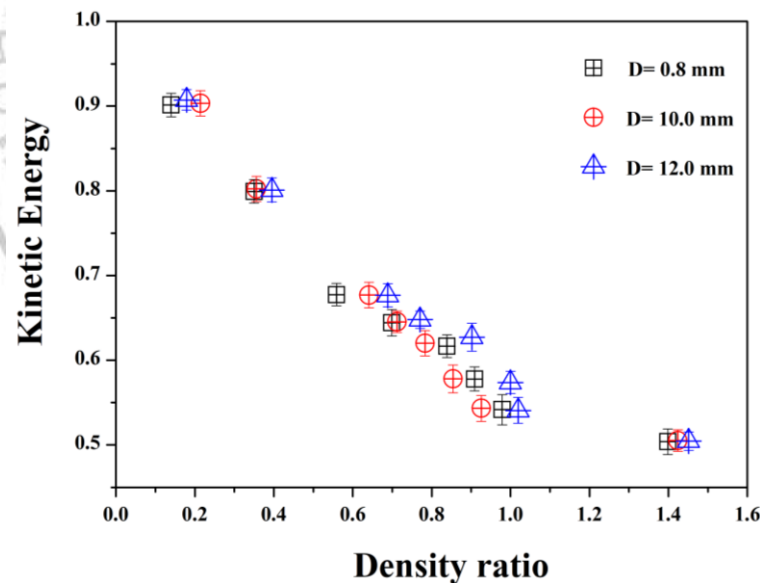
ภาพที่ 4.5ข) อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมโดยคำนวณความสูงของการกระดอนจากพื้นเซรามิก

เมื่อพิจารณาภาพที่ 4.5 พบว่า เมื่ออัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าใกล้เคียงกันโดยพิจารณาจากแนวโน้ม ดังนั้น เมื่อเพิ่มขนาดของวัสดุเม็ดจาก 0.8 มิลลิเมตร ถึง 12 มิลลิเมตร ขนาดของวัสดุเม็ดไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนและค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนยังคงลดลงเมื่อค่าอัตราส่วนความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยพื้นไม้จะมีความยืดหยุ่นได้ดีกว่าพื้นเซรามิก

4.6ก)



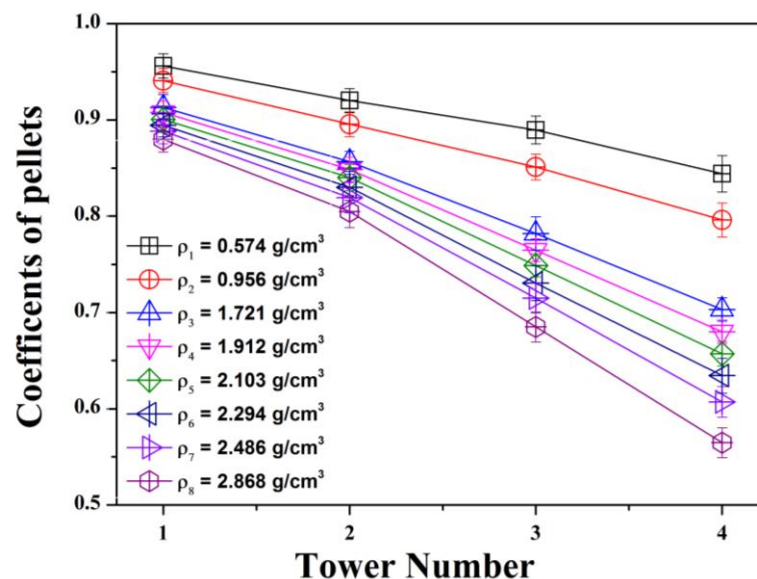
4.6ข)



ภาพที่ 4.6 อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอน โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอนจากพื้นที่ต่างกัน 4.6ก) พื้นไม้ และ 4.6ข) พื้นเซรามิก

ภาพที่ 4.6 พิจารณาค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนของวัสดุเม็ดจากค่าอัตราเร็ว หลังการกระดอน พบว่า ที่อัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นๆที่มากขึ้นค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนลดลงเนื่องจากที่อัตราส่วนความหนาแน่นน้อยวัสดุเม็ดมีการสูญเสียพลังงานน้อย กระดอนสูง พลังงานจลน์จึงมาก เมื่ออัตราส่วนความหนาแน่นเพิ่มขึ้นวัสดุเม็ดมีการกระดอนน้อย สูญเสียพลังงานให้กับวัสดุพื้นมากพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นจึงมีค่าลดลง ค่าพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นจากการกระดอนของวัสดุเม็ดที่พื้นไม่มีค่าน้อยกว่าพื้นเซรามิก เพราะพื้นไม้ขัดหยาบดึกกว่าพื้นเซรามิก ดังนั้นจากภาพที่ 4.5 และ 4.6 พบว่า ไม่ว่าขนาดของวัสดุเม็ดจะมีขนาดเท่ากันหรือต่างกันไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

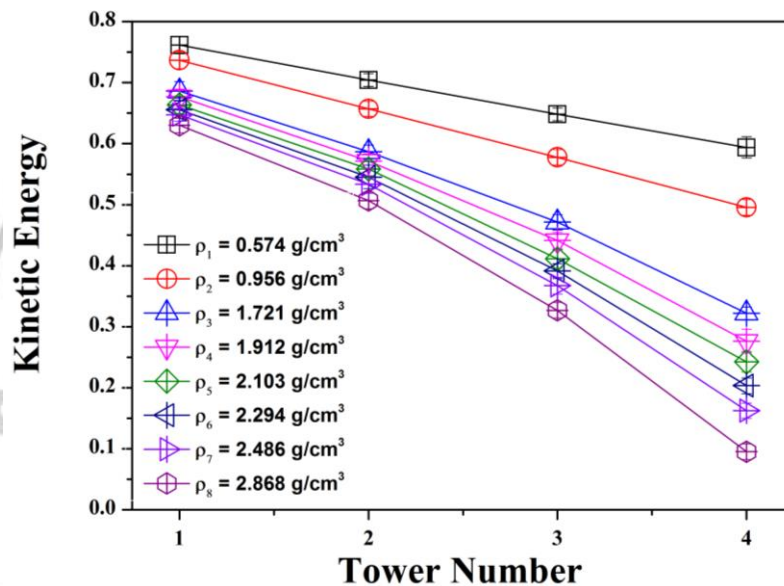
4. ศึกษาวัสดุเม็ดพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ด เมื่อทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนโดยการเรียงชั้นของวัสดุเม็ดพื้นจากชั้นที่ 1 ไปจนถึงชั้นที่ 4 ทำการตรวจจับโดยกล้องวิดีโอความเร็วสูง และใช้โปรแกรม Tracker Version 4.9 วิเคราะห์ผล โดยสามารถนำผลมาวิเคราะห์ได้ ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 วัสดุเม็ดพื้นและสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ด โดยคำนวณความสูงของการกระดอน

จากกราฟ พบว่า เมื่อเรียงชั้นจากชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าลดลงตามชั้นของวัสดุเม็ดพื้นๆที่เรียงกันที่ความหนาแน่นของวัสดุเม็ดน้อย ($\rho_1 = 0.574 \text{ g/cm}^3$) จะมีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากที่สุด และที่ความหนาแน่นของ

วัสดุเม็ดมาก ($\rho_8 = 2.868 \text{ g/cm}^3$) มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนน้อยน้อย และเมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นจากค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดพื้นพบว่าชั้นที่ 1 ยืดหยุ่นน้อย วัสดุเม็ดกระทบกับวัสดุเม็ดพื้นกระดอนได้สูง ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจึงมีค่ามากกว่าชั้นที่ 4 ยืดหยุ่นมาก วัสดุเม็ดกระทบกับวัสดุเม็ดพื้นกระดอนน้อยจึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนน้อย ต่อมาเมื่อพิจารณาค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนของวัสดุเม็ดบนวัสดุเม็ดพื้น ดังภาพที่ 4.8



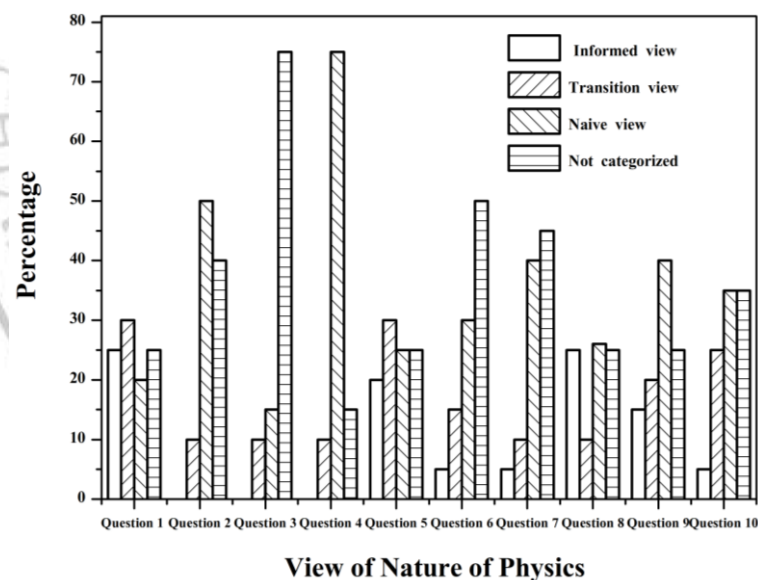
ภาพที่ 4.8 วัสดุเม็ดพื้นและพลังงานจลน์ของการกระดอนวัสดุเม็ด โดยคำนวณอัตราเร็วหลังการกระดอน

พิจารณาจากกราฟพบว่าค่าพลังงานจลน์มีค่าลดลงโดยที่ความหนาแน่นของวัสดุเม็ด ($\rho_1 = 0.574 \text{ g/cm}^3$) มีค่าพลังงานจลน์มากที่สุด และความหนาแน่นของวัสดุเม็ด ($\rho_8 = 2.868 \text{ g/cm}^3$) มีค่าพลังงานจลน์น้อยที่สุด และเมื่อวัสดุเม็ดพื้นมีการเรียงชั้นสูงขึ้น ค่าพลังงานจลน์ก็มีค่าลดลงโดยที่ชั้นที่ 1 มีค่าพลังงานจลน์มากกว่าชั้นที่ 4 เนื่องจาก เมื่อวัสดุเม็ดเรียงชั้นที่สูงขึ้นจำนวน 4 ชั้น มีความยืดหยุ่นมากทำให้วัสดุเม็ดตกกระทบแล้วกระดอนน้อย การสูญเสียพลังงานระหว่างการกระดอนมีค่าสูญเสียมากกว่าจำนวนชั้น 1 เพราะพลังงานถูกดูดซับในแต่ละชั้นจนถึงชั้นที่ 4 จึงทำให้พลังงานการกระดอนมากกว่าชั้นที่มีความยืดหยุ่นน้อยวัสดุเม็ดตกกระทบแล้วกระดอนมาก จะทำให้สูญเสียพลังงานระหว่างการกระดอนน้อย

ดังนั้น ผลจากการวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์การกระดอนของวัสดุเมื่ดโดยการเพิ่มความสูง การเปลี่ยนขนาดของวัสดุเมื่ด และการเรียงชั้นของวัสดุพื้น พบว่า ที่ความสูงมากขึ้น อัตราเร็วมากขึ้น สัมประสิทธิ์การกระดอนจะน้อย ที่ความสูงน้อย อัตราเร็วน้อย สัมประสิทธิ์การกระดอนจะมาก และจากค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนบนพื้นไม้มีค่าน้อยแสดงว่าพื้นไม้มีความยืดหยุ่นมาก จึงสูญเสียพลังงานในการกระดอนมาก บนพื้นเซรามิกมีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมาก แสดงว่ามีความยืดหยุ่นน้อย จึงทำให้สูญเสียพลังงานในการกระดอนน้อย เมื่อเพิ่มขนาดของวัสดุเมื่ดค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

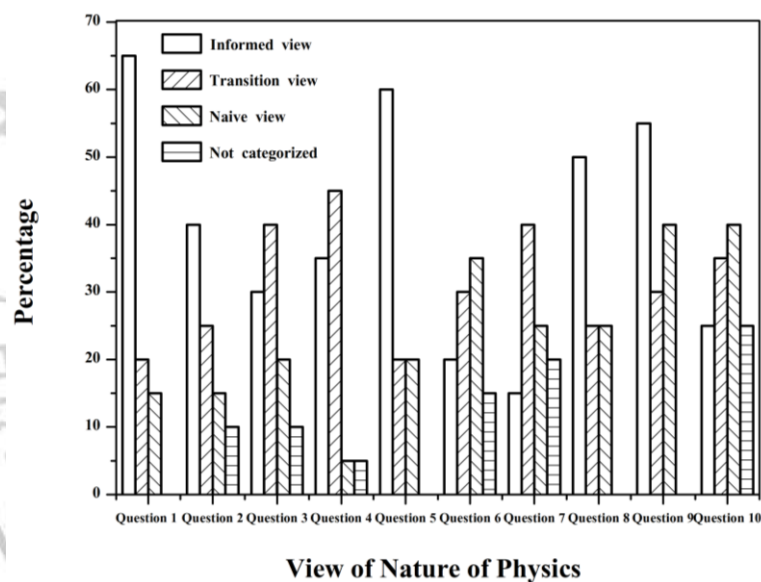
ตอนที่ 2 ศึกษามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

จากการวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์โดยใช้แบบวัดมุมมองที่ปรับปรุงมาจาก VNOS – C ของเลเดอร์แมน (Lederman et al, 2002) ศึกษาวัดมุมมองในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียน จากคำถามที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 10 ข้อคำถาม ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังภาพที่ 4.9 และ 4.10



ภาพที่ 4.9 ค่าร้อยละมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ก่อนเรียน

จากภาพที่ 4.9 เมื่อนักเรียนทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีการเรียนรู้ในมุมมองระยะไม่สอดคล้องกับประชาคมติและมุมมองไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่านักเรียนมีแนวคิดที่แตกต่าง และเป็นความคิดที่ขัดแย้งโดยที่นักเรียนไม่เข้าใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในด้านการคิด กฎของฟิสิกส์ ทฤษฎีของฟิสิกส์ และมุมมองความเข้าใจในฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งต้องนำไปพัฒนาในการจัดการเรียนรู้และเปลี่ยนมุมมองความคิดให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันโดยการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในการอธิบายสร้างความเข้าใจในทฤษฎี กฎ และสมการทางฟิสิกส์โดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนมุมมองความคิดของนักเรียนและทำการวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ที่ปรับปรุงมาจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังจากการปรับเปลี่ยนมุมมองของนักเรียนแล้ว สามารถนำมาพิจารณาามมองหลังเรียนใหม่ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ค่าร้อยละมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์หลังเรียน

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์มากขึ้นหลังจากที่ได้เรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้จากการทดลองจริงโดยการตอบอย่างอิสระของวัตถุเมื่อตก และกระชกแบบยืดหยุ่น อีกทั้งยังมีการสอดแทรกประเด็นความรู้ทางฟิสิกส์ทั้งมุมมองทางฟิสิกส์ กฎ ทฤษฎี สังคม และวัฒนธรรมที่มีความแตกต่างเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ นักเรียนมีพัฒนาการมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ที่เด่นชัดมากที่สุด คือ ด้านมุมมองที่สอดคล้อง

กับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View) และด้านมุมมองปรับเปลี่ยนระยะ (Transition View) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของจาริยา เชิญชัยภูมิ (2558) ที่พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยน หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจในด้านที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา ปัทมพงศา พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และศรีสม สุวรรณวงศ์ (2555) ที่พบว่านักเรียนจะมีการปรับเปลี่ยนในทุก ๆ ด้าน ตามบริบทของการเรียนรู้ในมุมมองของวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ของนักเรียนได้ในทุกด้าน อาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนและบริบทของครูผู้สอน



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่าวัสดุเม็ดกลมที่มีความหนาแน่นต่างกัน ปล่อยตกลงบนวัสดุพื้นต่างชนิดกัน มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลมมีค่าที่แตกต่างกันและลดลงตามอัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้น โดยที่พื้นเซรามิกมีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากกว่าพื้นไม้ เนื่องจากพื้นเซรามิกมีความยืดหยุ่นน้อยวัสดุเม็ดตกกระทบวัสดุพื้นทำให้วัสดุเม็ดกระดอนขึ้นสูง ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่ามาก สำหรับวัสดุพื้นไม้มีความยืดหยุ่นมากวัสดุเม็ดตกกระทบพื้น ทำให้วัสดุเม็ดกระดอนขึ้นน้อยส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าน้อย และเมื่อพิจารณาค่าพลังงานจลน์หลังการกระดอนของวัสดุเม็ดจากอัตราเร็วหลังการกระดอนปรากฏว่าที่บริเวณพื้นไม้ มีค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนน้อยกว่าพื้นเซรามิก เนื่องจากพื้นไม้มีความยืดหยุ่นมากเมื่อวัสดุเม็ดตกกระทบกับวัสดุพื้นแล้วเกิดการสูญเสียพลังงานมาก และเมื่อเพิ่มความสูงในการปล่อย เพิ่มขนาดของวัสดุเม็ด และปล่อยตกกับวัสดุพื้นเม็ดพบว่า เมื่อความสูงของจุดปล่อยเพิ่มขึ้น ความเร็วเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าลดลง โดยที่จุดปล่อย 14 เซนติเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนน้อยที่สุดไม่ว่าจะพื้นไม้หรือพื้นเซรามิก และเมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวัสดุเม็ดกลมเพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระดอน หรือมีผลน้อยมาก ๆ และเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นของวัสดุเม็ดพื้น ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าลดลงตามจำนวนชั้น สำหรับค่าพลังงานจลน์จากอัตราเร็วหลังการกระดอนของวัสดุเม็ดพบว่าเมื่อเพิ่มความสูงในการปล่อย และเพิ่มจำนวนชั้นของวัสดุเม็ดพื้นมีค่าลดลง เนื่องมาจากค่าพลังงานจลน์แปรผันตรงกับความเร็วที่สองของการกระดอน ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดขึ้นอยู่กับความสูง และความเร็วของการกระดอนผลที่ตามมาคือพลังงานจลน์ของการกระดอนจากการสูญเสียพลังงานระหว่างการกระดอนของวัสดุเม็ดกับวัสดุพื้น

เมื่อศึกษามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์โดยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ที่ปรับปรุงจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์วัดมุมมอง 4 ด้าน จากแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ คำร้อยละเฉลี่ยคะแนนจากแบบสอบถามเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คำร้อยละมุมมองหลังเรียนนักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ด้านมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด และยังมีบางส่วนที่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ โดยวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ของนักเรียนได้ในทุกด้าน สามารถนำไปปรับปรุงใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ทดลอง เพื่อศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อดกวม และวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์โดยวัสดุเมื่อดกวมที่ใช้ คือ เม็ดที่มีลักษณะเป็นทรงกลม มีความหนาแน่นแตกต่างกัน วัสดุเมื่อดกวมจะถูกปล่อยตกลงมาอย่างอิสระกระทบกับวัสดุพื้นไม้ และพื้นเซรามิก โดยศึกษาทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อดกวม แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อศึกษา ได้แก่

1. ศึกษาวัสดุพื้นไม้ผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อดกวม ผลจากการวิจัยพบว่า วัสดุเมื่อดกวมที่ตกกระทบพื้นเซรามิกมีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากกว่าพื้นไม้ และค่าพลังงานจลน์หลังการกระดอนของพื้นไม้มีค่าน้อยกว่าพื้นเซรามิก เนื่องจากพื้นไม้มีผิวที่นุ่มและยืดหยุ่นได้ดี จากการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุกีฬาที่ปล่อยตกลงพื้นนุ่มและแข็งของฮารอนและอิสเมลล์ (Haron & Ismail, 2012) ที่พบว่าเมื่อปล่อยลูกกีฬาลงบนพื้นที่แข็งและนุ่ม ปล่อยตกลงมาอย่างอิสระพื้นแข็งจะมีความยืดหยุ่นน้อยทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่ามากกว่าพื้นนุ่มที่มีความยืดหยุ่นมาก ที่พื้นนุ่มจะเกิดการสูญเสียพลังงานจากการกระดอนได้มากเมื่อเทียบกับพื้นแข็ง

2. ศึกษาความสูงการปล่อยวัสดุเมื่อดกวมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเมื่อดกวม ผลการวิจัยพบว่า เมื่อค่าความสูงเพิ่มขึ้น ความเร็วเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าลดลงด้วย และในทางกลับกันเมื่อระดับความสูงน้อย ความเร็วน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่ามาก ซึ่งมีความคล้ายกับการศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอนของฮารอนและอิสเมลล์ (Haron & Ismail, 2012) ที่พบว่าเมื่อปล่อยลูกกีฬาจากบนพื้นที่แข็งและนุ่ม ปล่อยตกลงมาอย่างอิสระเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของลูกกีฬาจะมีค่าที่ลดลง และคล้ายคลึงกับงานวิจัยการสำรวจแบบจำลองในการศึกษาหาสัมประสิทธิ์การกระดอน โดยใช้ความเร็วก่อนกระทบกับความเร็วสุดท้ายของกิลาร์ดี้และชาฟ (Gilardi & Sharf, 2002) ที่พบว่า เมื่อค่าความเร็วเพิ่มมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจะมีค่าลดลง สำหรับค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนคำนวณจากอัตราเร็วหลังการกระดอนพบว่าพลังงานจลน์มีค่าลดลง เมื่ออัตราส่วนความหนาแน่น

ของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นมีค่าที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบค่าพลังงานจลน์ระหว่างพื้นไม้กับพื้นเซรามิกที่พื้นไม้มีค่าพลังงานจลน์น้อยกว่าพื้นเซรามิกเนื่องจากพื้นไม้มีความยืดหยุ่นมาก วัสดุเม็ดกระดอนขึ้นน้อย สูญเสียพลังงานระหว่างวัสดุเม็ดกับวัสดุพื้นมากส่งผลให้ค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนน้อย

3. ศึกษาขนาดวัสดุเม็ดกลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอน ผลการวิจัยพบว่าเมื่อขนาดของวัสดุเม็ดมีความแตกต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมีค่าแตกต่างกันน้อยมากหรือไม่แตกต่างกันเลย เมื่ออัตราส่วนความหนาแน่นของวัสดุเม็ดต่อวัสดุพื้นเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนจะมีค่าลดลง โดยพื้นไม้มีค่าน้อยกว่าพื้นเซรามิก เนื่องจากพื้นไม้มีความยืดหยุ่นมากกว่า ดังนั้น พบว่าไม่ว่าขนาดของวัสดุเม็ดจะมีขนาดเท่ากันหรือต่างกันไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ดกลม

4. วัสดุเม็ดพื้นมีผลต่อสัมประสิทธิ์การกระดอนของวัสดุเม็ด เมื่อเพิ่มจำนวนชั้นของวัสดุเม็ดพื้นชั้นที่ 1 – 4 พบว่า ชั้นที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนมากกว่าชั้นที่ 4 เนื่องจากชั้นที่ 1 ยืดหยุ่นน้อย วัสดุเม็ดกระทบกับวัสดุเม็ดพื้นกระดอนได้สูงส่วนชั้นที่ 4 ยืดหยุ่นมาก วัสดุเม็ดกระทบกับวัสดุเม็ดพื้นกระดอนน้อย ค่าพลังงานจลน์ในการกระดอนจากอัตราเร็วหลังการกระดอนที่ชั้นที่ 1 จะมีความยืดหยุ่นน้อยสูญเสียพลังงานน้อย ทำให้มีค่าพลังงานจลน์มากกว่าชั้นที่ 4 ที่มีการสูญเสียพลังงานจากการดูดซับของวัสดุเม็ดพื้นมาก

ตอนที่ 2 เมื่อศึกษามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์โดยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ที่ปรับปรุงจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS – C ของเลเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al, 2002) จากแบบสอบถามก่อนและหลังเรียน ในข้อคำถาม 10 ข้อ ตามแบบ VNOS – C ที่ปรับปรุงข้อคำถามจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พิจารณาวัดมุมมอง 4 ด้านพบว่า นักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์ด้านมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด จึงสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีและยังมีบางส่วนที่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของสุทธิดา จำรัส นฤมล ยุทธาคม และพรทิพย์ ไชยโส (2552) นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นข้อเท็จจริง เป็นรูปธรรม และด้านมุมมองปรับเปลี่ยนระยะ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ของนักเรียนได้ในทุกด้าน อาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนและบริบทของครูผู้สอน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้ประสบปัญหาในขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. รูปแบบในการศึกษาคำสัมภาษณ์ประสิทธิภาพการกระดอนมีหลากหลายขั้นตอน จึงพบปัญหาในระหว่างการทำวัสดุเม็ดให้ได้ตามต้องการ และการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง
2. การศึกษาวัดมุมมองธรรมชาติทางฟิสิกส์ นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจในเรื่องของรูปแบบการวัด ซึ่งถือได้ว่าเป็นรูปแบบใหม่ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย นอกเหนือจากงานวิจัยในชั้นเรียนทั่วไป จึงทำให้การศึกษาวิจัยเกิดความล่าช้า และจำเป็นต้องวัดหลายครั้ง และข้อจำกัดเรื่อง นักเรียนที่ศึกษามีจำนวนน้อย



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุศลิน มุสิกกุล. (2551). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *ครูวิทยาศาสตร์*, 15(1), 66 – 71.
- ขวัญหญิง ทิพแก้ว และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555). การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. *วารสารปาริชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 25(3), 75 – 78.
- จาริยา เชิญชัยภูมิ. (2558). การพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้ง และการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- ชัย แก้วหนัน. (2553). ผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- ดนัย ไทยมี และจิระวรรณ เกษสิงห์. (2558). มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- ดวงกมล เป้นชุมพล, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และนพฤทธิ์ จินันทุยา. (2558). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดในหน่วยการเรียนรู้สภาพสมมูล. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558 (RSU National Research Conference 2015), วันที่ 24 เมษายน 2558.
- เทพกัญญา, สุนันท์ สังข์อ่อง และสมาน แก้วไวยุทธ. (2550). การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 13(2), 514 – 525.

- นพภัทร สังวาลเพ็ชร, ชาตรี ฝ้ายคำตา และอภิสิทธิ์ สงตะเสน. (2560). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอม. *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ เกษตรศาสตร์*, 8(2), 271 – 296.
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (2554). *ฟิสิกส์ ม.4 – 6 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.
- พงศ์ศักดิ์ ชินนาบุญ. (2555). *ฟิสิกส์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6*. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2545). *มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- สุนันทา เอี่ยมประเสริฐ. (2559). *ชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับการหาสัมประสิทธิ์การกระดอน โดยอาศัยการชนบนระนาบ*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา).
- อังคณา ปัทมพงศา, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และศิริสม สุวรรณวงศ์. (2555). *การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- Abd – El – Khalick, F., Bell & Lederman. (1998). *The Influence of History of Science Courses on Students' Conceptions of the Nature of Science*. (Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University).
- Aryaei, A., Hashemnia, K. & Jafarpur, K. (2010). Experimental and Numerical Study of Ball Size Effect on Restitution Coefficient in Low Velocity Impacts. *International Journal of Impact Engineering*, 37(10), 1037 – 1044.
- Andreotti, B., Forterre, Y. & Pouliquen, O. (2013). *Granular Media Between Fluid and Solid*. New York: Cambridge University Press.
- Cross R. (2003). Measurements of the Horizontal and Vertical Speeds of Tennis Courts. *Sports Engineering*, 6, 95 – 111.
- Cambou, B., Jean, M. & Radjaï, F. (2009). *Micromechanics of Granular Materials*. Great Britain: CPI Antony Rowe, Chippenham and Eastbourne.

- Colombo, F., Seibert, K., Espinosa, G. & Thiel, V. (2016). *Novel Methodology for Measuring the Coefficient of Restitution from Various Types of Balls and Surfaces*.
11th Conference of the International Sports Engineering Association, ISEA 2016.
- Federico, C., Karoline, S., Hugo, E., & David, V. (2016). *Novel Methodology for Measuring the Coefficient of Restitution from Various Types of Balls and Surfaces*.
Polytechnic University of Milan, Milan 20133, Italy.
- Gilardi, G. & Sharf, I. (2002). Literature Survey of Contact Dynamics Modelling.
Mechanism and Machine Theory, 37(10), 1213 – 1239.
- Gülcan, M. & Alev, D. (2014). *Science Teachers' Views about NOS and the Place of NOS in Science Teaching*. 5th World Conference on Educational Sciences – WCES. Education Faculty, Science Education Department, Mehmet Akif Ersoy University.
- Gülcan, M. & Alev, D. (2014). *Views of Elementary Education Students Related to Science and Technology Teaching Process*. Education Faculty, Science Education Department, Mehmet Akif Ersoy University.
- Haron, A. & Ismail, K. A. (2012). Coefficient of restitution of sports balls: A normal drop test.
1st International Conference on Mechanical Engineering Research. Conf. Series: Materials Science and Engineering 36.
- Johnston, A.T., & Southerland, S. (2002). *Conceptual Ecologies and their Influence on the Nature of Science Conceptions: More Dazed and Confused than Ever*. New Orleans: National Association for Research in Science Teaching.
- Lederman, N.G., F. Abd – El – Khalick, R.L., Bell and Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497 – 521.
- McComas, W.F., Clough, M. and Almazroa, H. (2000). *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M. P. and Almazroa, H. (2002). *The Role and Character of the Nature of Science in Science Education*. In McComas, W. F. (ed), *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 3 – 39.
- Mihladiz, G. & Dogan, A. (2014). *Science Teachers' Views about NOS and the Place of NOS in Science Teaching*. 5th World Conference on Educational Sciences - WCES 2013. Procedia - Social and Behavioral Sciences 116 (2014), 3476 – 3483.

- Mihladiz, G. & Durun, M. (2014). *Views of Elementary Education Students Related to Science and Technology Teaching Process*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 141 (2014), 290 – 297.
- Promkatkeaw, T. (2007). *A Development of Program for Primary School Teacher on Nature of Science Instruction*. (Doctor of Education Thesis in Science Education, Kasetsart University).
- Rao, K. K., & Nott, P. R. (2008). *An Introduction to Granular Flow*. Cambridge: Cambridge University Press.



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

นางสาวกรวรรณ จินาเดช

วัน เดือน ปี เกิด

16 กรกฎาคม 2533

ที่อยู่ปัจจุบัน

207/1 หมู่ที่ 7 ตำบลเหล่ายาว อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดลำพูน 51130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 – พ.ศ. 2557

ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน

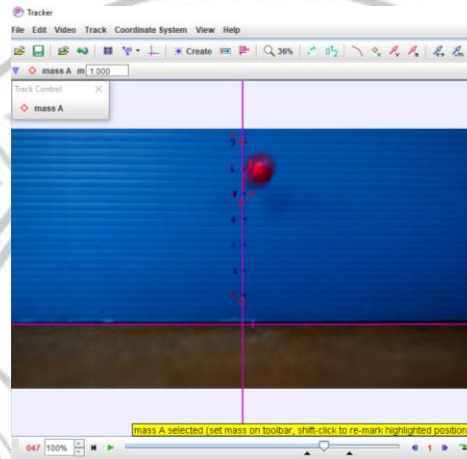
รับราชการครู (คศ.1)
โรงเรียนแม่ทาวิทยาคม จังหวัดลำพูน



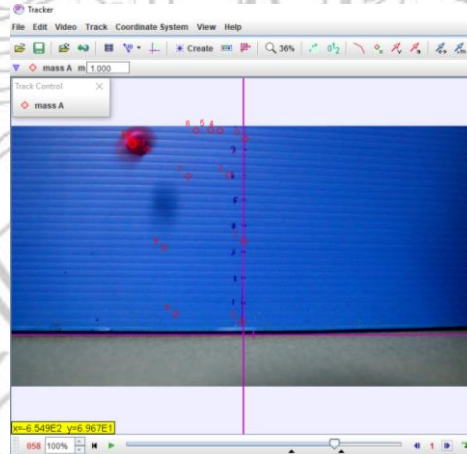
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

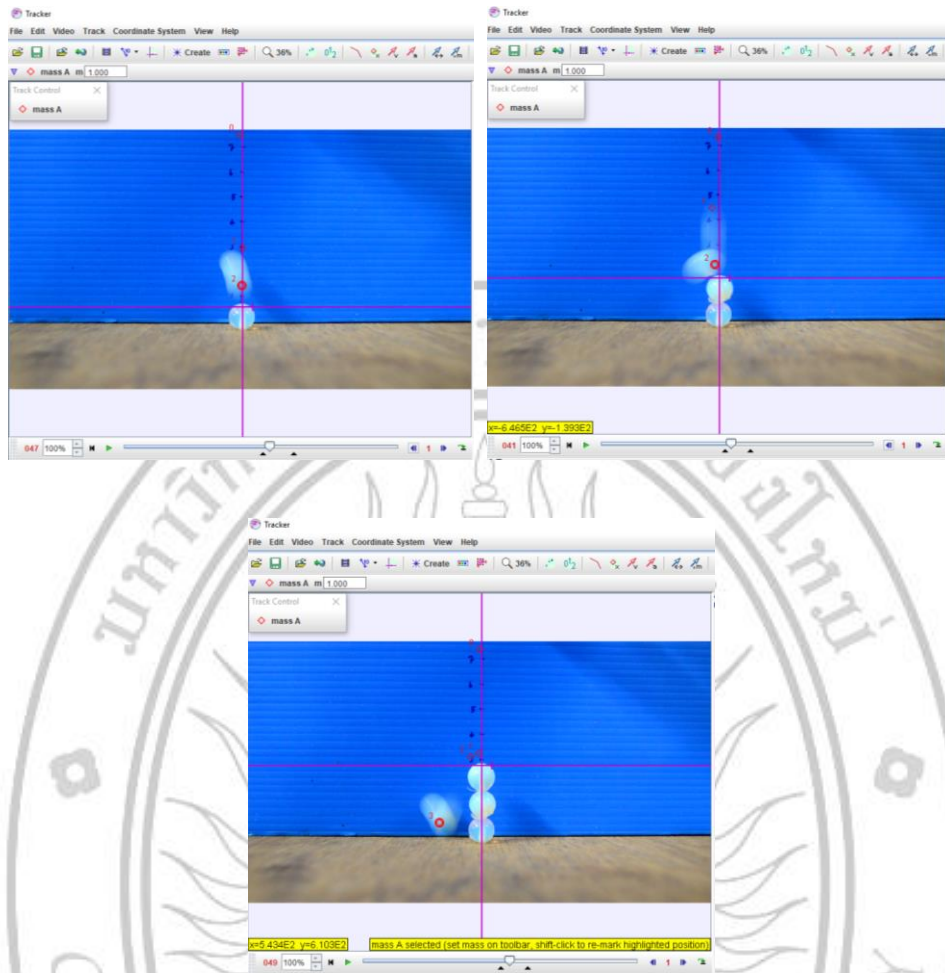
ตัวอย่างการ Tracker



ภาพที่ ข – 1 ตัวอย่างการ Tracker วัสดุเมทัลลิกบนพื้นไม้



ภาพที่ ข – 2 ตัวอย่างการ Tracker วัสดุเมทัลลิกบนพื้นเซรามิก



ภาพที่ ข-3 ตัวอย่างการ Tracker วัตถุเมีดกลมบนวัตถุเมีดพื้น

ภาคผนวก ข

แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของฟิสิกส์ VNOS (C)

ชื่อ:

วันที่:/...../.....

คำแนะนำ

- ☐ กรุณาตอบคำถามแต่ละข้อดังต่อไปนี้ ใส่ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องทุกข้อถ้าเป็นไปได้ คุณสามารถใช้ด้านหลังของหน้าได้หากต้องการพื้นที่มากขึ้น
- ☐ ไม่มีคำถาม “ถูกต้อง” หรือ “ผิด” สำหรับคำถามต่อไปนี้ เพียงสนใจในความคิดเห็นของคุณเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับฟิสิกส์

1. ในมุมมองของคุณฟิสิกส์ หมายถึงอะไร? ต่างจากวิทยาศาสตร์สาขาอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

2. การทดลองในเชิงฟิสิกส์คืออะไร

.....

.....

.....

3. การพัฒนาความรู้ทางฟิสิกส์ต้องมีการทดลองหรือไม่

- ถ้าใช่ ให้อธิบายเหตุผล และยกตัวอย่างของการทดลอง
- ถ้าไม่ ให้อธิบายเหตุผล

.....

.....

.....

4. จากตำราทางฟิสิกส์นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่า มนุษย์หรือสิ่งของที่อยู่บนโลกนี้ไม่สามารถลอยออกจากโลกได้เนื่องจากโลกมีแรงโน้มถ่วง นักวิทยาศาสตร์อธิบายอย่างไรเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงหรือกฎความโน้มถ่วง คุณคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐาน หรือประเภทหลักฐานอะไรเป็นตัวกำหนด

.....

.....

.....

.....

5. มีความแตกต่างระหว่างทฤษฎีทางฟิสิกส์ และกฎทางฟิสิกส์หรือไม่

.....

.....

.....

.....

6. หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาทฤษฎีทางฟิสิกส์ (เช่น ทฤษฎีกฎความโน้มถ่วง, ทฤษฎีสัมพัทธภาพ) ทฤษฎีนี้เคยมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

- ถ้าคุณเชื่อว่าทฤษฎีทางฟิสิกส์ไม่เปลี่ยนแปลงให้อธิบายว่าเหตุใด พร้อมยกตัวอย่าง
- ถ้าคุณเชื่อว่าทฤษฎีทางฟิสิกส์เปลี่ยนแปลงไป:
 - (a) อธิบายว่าทำไมทฤษฎีจึงมีการเปลี่ยนแปลง
 - (b) อธิบายว่าทำไมเราต้องเรียนรู้ทฤษฎีทางฟิสิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

7. ดำรงทางฟิสิกส์ มักอธิบายว่าฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสสาร และพลังงาน นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสสารกับพลังงานได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลอง / การตรวจสอบพยายามหาคำตอบสำหรับสิ่งที่เขาสงสัย นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตรวจสอบหรือไม่

- ถ้าใช่แล้วในขั้นตอนการตรวจสอบใดที่คุณเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลดังกล่าว จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์: การวางแผนและการออกแบบ การเก็บรวบรวมข้อมูล หลังการรวบรวมข้อมูลโปรดอธิบายเหตุผลที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- ถ้าคุณเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์โปรดอธิบายว่าเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. นักวิทยาศาสตร์นานาชาติภายใต้โครงการความร่วมมือ LIGO ตรวจพบ “คลื่นความโน้มถ่วง”(Gravitational waves) ว่ามีอยู่จริงตามที่ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ได้ทำนายไว้ด้วยทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป นักวิทยาศาสตร์ตรวจจับคลื่นความโน้มถ่วง ซึ่งเป็นคลื่นของกาลอวกาศที่แผ่ออกมาจากการชนกันของหลุมดำ 2 หลุม ที่คาดว่าจะอยู่ห่างจากโลกออกไปกว่าหนึ่งพันล้านปีแสงได้ โดยการค้นพบนี้อาจนำไปสู่การไขความลับเรื่องความเป็นมาของจักรวาลในอดีต ซึ่งจะสามารถย้อนไปได้จนถึงการระเบิดครั้งใหญ่หรือบิกแบง รวมทั้งช่วยในการพัฒนา “ทฤษฎีแห่งสรรพสิ่ง” (Theory of Everything) ซึ่งจะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทุกอย่างได้ด้วยหลักการเดียว นักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสรุปได้อย่างไรเกี่ยวกับคลื่นความโน้มถ่วง

10. ฟิสิกส์สมัยใหม่มีอิทธิพลอย่างลึกซึ้งต่อสังคมมนุษย์ในแง่มุมต่าง ๆ เกือบทั้งหมด เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและเทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงพื้นฐานของการดำรงชีวิต ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากความรู้ของวิชาฟิสิกส์ที่ว่าด้วยอะตอม (Atomic Physics) และจากการประยุกต์ไปใช้ในการสร้างอาวุธนิวเคลียร์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อโครงสร้างทางการเมืองของโลก

- ถ้าคุณเชื่อว่าฟิสิกส์สะท้อนถึงคุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรมให้อธิบายเหตุผล
- ถ้าคุณเชื่อว่าฟิสิกส์เป็นสากลให้อธิบายเหตุผล

ภาคผนวก ค

ตารางการวิเคราะห์แบบวัดมุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

ตารางที่ 1 ร้อยละของมุมมองของนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน (n = 48)

คำถามมุมมอง	มุมมองของวิทยาศาสตร์ (%)							
	IV*		TV*		NV*		NC*	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงประจักษ์ (คำถามที่ 1)								
2. ข้อสังเกตการอนุมานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ (คำถามที่ 4) (คำถามที่ 7)								
3. ทฤษฎีและกฎหมายทางวิทยาศาสตร์ (คำถามที่ 5)								
4. ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คำถามที่ 8)								
5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงทฤษฎี (คำถามที่ 9)								
6. การฝังตัวทางสังคมและวัฒนธรรม ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คำถาม 10)								
7. ดำเนินการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (คำถามที่ 2) (คำถามที่ 3)								
8. ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เบื้องต้น (คำถามที่ 6)								
รวม								

****หมายเหตุ**

1. IV (Informed View) = มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คำตอบของนักเรียนในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ต้องสอดคล้องกับแนวคิดเป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน สามารถอธิบายขยายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติฟิสิกส์ และยกตัวอย่างประกอบถูกต้องสอดคล้องกับแนวคิดที่ยอมรับ

2. TV (Transition View) = มุมมองปรับเปลี่ยนระยะ คำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) บางส่วนกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปัจจุบันหรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผลที่ชัดเจน

3. NV (Naive View) = มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คำอธิบายเหตุผล และการยกตัวอย่างไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ปัจจุบันทั้งหมด

4. NC (Not Categorized) = ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น ตอบไม่แน่ใจหรือไม่ทราบ

การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์มุมมองธรรมชาติของฟิสิกส์

$$Percentage = \left(\frac{f}{N} \right) \times 100$$

เมื่อ	Percentage	หมายถึง	ค่าร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์
	f	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ “เข้าใจเป็นอย่างดี” หรือ “เข้าใจไม่ชัดเจน” หรือ “เข้าใจคลาดเคลื่อน” หรือ จำนวนแนวคิดของความเข้าใจในองค์ประกอบของธรรมชาติของฟิสิกส์
	N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด