# ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA


โดย

เกริก ศักดิ์สุภาพ



โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2552). ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้ชุดกิจกรรมการ PDCA

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 45 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้แบบการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t – test dependent sample

ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยชุดกิจกรรม PDCAหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

# A STUDY ON THE ACHIVEMENT IN PHYSICS AND ANALYTICAL THINKING OF MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS BY USING PDCA PAGKAGES

AN ABSTRACT

BY

KRIRK SAKSUPARB

Krirk Saksuparb. (2552). *A study on the Achievement in Science and Analytical Thinking of Mathayomsuksa IV students by using PDCA packages.*

The purpose of this research was to study on the achievement in science and analytical thinking students by using PDCA packages

The samples of this research were 45 mathayomsuksa IV students, in Satit Prasarnmit Demonstration School, Bangkok Thailand. Teaching by using physics activities learning PDCA packages, by using One Group - Pretest - Posttest Design. The obtained data were analyzed by t - test Dependent Sample.

The results of the study indicated that :

1. The achievement in science learning of the students taught physics activities learning PDCA packages was higher than before and significant at the .05 level.

2. The analytical thinking ability of the students taught with physics activities learning PDCA packages was higher than before and significant at the .05 level.

# ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี และอ.ชูศรี ศรีมั่นคงธรรม หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พงษ์แก้ว อุดมสมุทรหิรัญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิรมล ปีตะนีละผลิน และอาจารย์เรวัตต์ นกสว่าง ผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาอันมีค่า และกรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้

กราบขอบพระคุณ เพื่อนที่กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และคอยสนับสนุนอยู่เบื้องหลังตลอดเวลาของการศึกษาและการทำวิจัย และกราบขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ คุณประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่บิดามารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

เกริก ศักดิ์สุภาพ

# สารบัญ


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | **บทนำ** | 11 |
| | ภูมิหลัง | 11 |
| | จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า | 11 |
| | ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า | 13 |
| | ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า | 13 |
| | ประชากรเป้าหมาย | 13 |
| | ระยะเวลาเวลาที่ใช้ในการทดลอง | 14 |
| | เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง | 14 |
| | นิยามศัพท์เฉพาะ | 14 |
| | สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า | 15 |
| 2 | **เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | 16 |
| | เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม | 16 |
| | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม | 20 |
| | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 22 |
| | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 25 |
| | เอกสารที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ | 26 |
| | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ | 44 |
| 3 | **วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า** | 47 |
| | การกำหนดประชากรเป้าหมาย | 73 |
| | เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า | 73 |
| | ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นคว้า | 73 |
| | แบบแผนการทดลอง | 74 |

# สารบัญ (ต่อ)


**บทที่** **หน้า**

**3(ต่อ)**

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ..... 47

การดำเนินการทดลอง ..... 49

การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 54

**4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล** ..... 57

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 57

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 57

**5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ** ..... 59

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ..... 59

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า ..... 59

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ..... 59

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ..... 60

เครื่องมือการศึกษาค้นคว้า..... 60

วิธีดำเนินการทดลอง ..... 60

การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 61

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า ..... 61

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า ..... 62

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ..... 62

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ..... 62

**บรรณานุกรม** ..... 63

# สารบัญ (ต่อ)

**บทที่** **หน้า**


**ภาคผนวก** ..... 106

ภาคผนวก ก . 108

- แบบประเมินชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการคลื่อนที่ของนิวตัน ..... 71
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ..... 74
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดคิดวิเคราะห์ทางการเรียนชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง”แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”..... 75
- ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA..... 77
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์..... 119
- แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์..... 130

ภาคผนวก ข .

- ตารางแสดงค่า**ความสอดคล้อง)IOC(ในแต่ละด้านของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA** ตามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ ..... 137
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนก ( r ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางฟิสิกส์ ..... 139
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนก ( r ) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ..... 141

ภาคผนวก ค .และภาคผนวก ง.

- ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ..... 143
- ตารางแสดง คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA..... 143
- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า.

# บัญชีตาราง


**ตาราง** **หน้า**

1 แบบแผนการทดลอง ..... 48

2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ก่อนเรียนและหลังเรียน 56

เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCAก่อนเรียนและหลังเรียน..... 57

ค่าดัชนีความสอดคล้อง 4 (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของ นิวตันโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA.. 136

5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ..... 138

6 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางฟิสิกส์..... 140

7 ค่าความยากง่าย (p) และและค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์..... 141

8. แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ..... 143

9 แสดงคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์..... 146

# บัญชีภาพประกอบ

**ภาพประกอบ** **หน้า**

1 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 22

2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ..... 24

# บทที่ 1
# บทนำ

## ภูมิหลัง

ในยุคปัจจุบันสังคมไทยกำลังเผชิญกับวิกฤตการณ์ต่าง ๆ รอบด้านอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็วให้ทันกระแสยุคโลกาภิวัฒน์ สภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเปลี่ยนวิกฤติทางเศรษฐกิจ การเมือง ความเสื่อมโทรมของสังคม ล้วนบ่งชี้อย่างชัดเจนถึงความล้มเหลวของการพัฒนาและความไม่พร้อมของปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของ “มนุษย์ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของสังคมไทยและสังคมทั่วโลก และเมื่อพิจารณาสภาพการจัดการศึกษาในปัจจุบันของประเทศไทย จะเห็นได้ว่าคุณภาพการดำเนินการด้านต่าง ๆ ยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ การจัดการเรียนการสอนยังไม่ได้เน้นผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ หรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ครู/อาจารย์ ส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการบรรยายให้ความรู้กับผู้เรียน ผู้เรียนเคยชินกับการรับความรู้ ทำตามอาจารย์ เชื่อฟัง โดยไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นเรื่องที่น่าเบื่อและเต็มไปด้วยความสงสัยและคำถามมากมาย นอกจากนี้กระบวนการสอบคัดเลือกมุ่งเน้นเฉพาะด้านผลสัมฤทธิ์ของสถานศึกษาให้บรรลุเป้าประสงค์ ดังนั้นการปฏิรูปการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาคุณภาพและศักยภาพของคนไทยให้เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ มีทักษะ มีคุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จะทำให้การศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนาที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน อาจารย์ ผู้ปกครอง ชุมชน และสังคม นอกจากนี้การปฏิรูปการเรียนรู้ยังเป็นการดำเนินการที่เป็นไปตามกฎหมายการศึกษาของประเทศที่มุ่งปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการจัดการศึกษาของประเทศให้สอดคล้องกับสภาพความต้องการของสังคม (วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2545: 1-2)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษา โดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาดังกล่าวเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2542: 12) และการที่ประเทศไทยจะพึ่งตนเองด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้นจำเป็นที่จะต้องสร้างจิตสำนึกของคนในชาติ โดยเฉพาะเยาวชนให้มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ มีทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ รู้จักคิดใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนสามารถทำงานเป็นกลุ่ม และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2533: คำแถลง)

ศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทำให้สังคมและชีวิตความเป็นอยู่มีความเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก จึงมีความจำเป็นจะต้องเร่งพัฒนาคนในชาติให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รัฐบาลจึงมีนโยบายปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาเยาวชนในระดับมัธยมศึกษา โดยมีจุดเน้นที่สำคัญคือ มุ่งพัฒนาความสามารถของผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ได้ศึกษาค้นคว้าและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น และมีการจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้โดยมีพฤติกรรมกลุ่มที่ดี (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. 2539: 141)

จากประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นวิชาที่มีเนื้อหามากและค่อนข้างยาก สาขาหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า โดยส่วนใหญ่ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ มีการพัฒนาด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้น้อย ขาดความกระตือรือร้น เบื่อหน่ายในการเรียนและมีเจคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ จึงสมควรที่จะหาทางปรับปรุง และพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างยิ่ง ในกระบวนการเรียนการสอนที่จะเกิดผลดีและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจำเป็นจะต้องเลือกใช้กระบวนการที่เหมาะสมกับธรรมชาติเนื้อหาวิชา การทดลองแต่ละครั้งมีโอกาสผิดพลาด เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูง การศึกษาตัวอย่างประกอบบางเนื้อหาหรือบางกิจกรรมไม่อาจนำของจริงหรือสถานการณ์จริงมาแสดงให้นักเรียนเห็นได้ เพราะข้อจำกัดของเวลา และสถานที่ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างมโนมติได้ นักเรียนเกิดความรู้สึกไม่ดี ขาดความกระตือรือร้น เบื่อหน่ายที่จะศึกษาในรายวิชานี้

ดังนั้นเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สูงขึ้นกว่าปัจจุบันและเป็นประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้พยายามปรับกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนให้มากที่สุดสร้างทางเลือกที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนในการสร้างความคิดรวบยอด สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ในทุกเวลา สถานที่ ผู้วิจัยจึงเลือกทดลองสร้างชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นำมาใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องตามแผนการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ขึ้นเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการแบบ PDCA ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (P = Plan)
2. ขั้นปฏิบัติ ( D =do)
3. ขั้นตรวจสอบ (C = Check)
4. ขั้นปรับปรุงแก้ไข ( A = Action)

ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์

**ความมุ่งหมายของการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายได้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA
2. เพื่อศึกษาการทักษะคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA

**ความสำคัญของการวิจัย**

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ครู อาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงความสำคัญในการจัดรูปแบบการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ และได้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA โดยเน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ให้มีคะแนนและความเข้าใจได้ดีขึ้น และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ให้สูงขึ้น

**ขอบเขตของการวิจัย**

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

**ประชากร** ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวน 94 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้อง เรียน เป็นจำนวน 45 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

**ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย**

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลาในการทดลองรวม 14 คาบ ทำการสอน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 45 นาที

**ตัวแปรที่ศึกษา**

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ การเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะในการคิดวิเคราะห์

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.ชุดกิจกรรม PDCA หมายถึง ชุดกิจกรรมที่ได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถที่มีอยู่ภายในตนเองของแต่ละบุคคล โดยการจัดกิจกรรมการเรียนให้นักเรียนทำการศึกษาเนื้อหาสาระเกี่ยวกับเรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กิจกรรมที่กำหนดในชุดกิจกรรมแต่ละชุดผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองโดยปฏิบัติตามขั้นตอนการเรียนในชุดกิจกรรมและมีอาจารย์ให้คำปรึกษา โดยมีขั้นตอนแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้น P คือ ขั้นที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา สาระการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ขั้น D คือ ขั้นที่ต้องการให้ผู้เรียน สามารถปฏิบัติตามได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

ขั้น C คือ ขั้นที่ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

ขั้น A คือ ขั้นที่ผู้เรียนสามารถปรับปรุงและพัฒนาการเรียนของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชา ว 40201 ฟิสิกส์ 1 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 เป็นข้อสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนรู้จัก รวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง มีหลักเกณฑ์ สามารถวิเคราะห์ สิ่งต่าง ๆ ตามที่เกิดขึ้น มีความคิดเป็นของตนเอง และประมวลวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้บนพื้นฐานของความพร้อม ความเป็นไปได้ การคิดอาจไม่ได้รับการตอบสนองในทางปฏิบัติทันที แต่ทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ในสถานการณ์ที่เหมาะสม ความคิดนั้นจะได้รับการปฏิบัติตามวิธีการที่ได้คัดเลือกแล้ว

**สมมุติฐานการวิจัย**

1. นักเรียนที่เรียนรู้จากใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนรู้จากใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

**ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย**

ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ภายหลังจากเมื่อมีการ ใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เป็นสื่อการเรียนการสอน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เมื่อใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอีกทั้งยังสามารถทำงานกลุ่มอย่างมีระบบขั้นตอนได้ดี

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศเพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยและการตั้งสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ จึงนำเสนอองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
3. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

## 1.เอกสารที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรม

### 1.1 ความหมายชุดกิจกรรม

ความหมายของชุดกิจกรรมนักการศึกษาได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ไว้หลายท่าน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 196) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้คล้ายกันว่า หมายถึง ระบบการนำ สื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ชุดกิจกรรมนิยมจัดไว้ในกล่องหรือซอง แบ่งเป็นหมวดๆ

สุดา สินสกุล (2521: 168) กล่าวถึงชุดกิจกรรม ว่า เป็นนวัตกรรม การใช้สื่อการสอนแบบประสมที่อาศัยวิธีการจัดระบบการดำ เนินงาน มาบูรณาการสื่อประสมต่างๆโดยการกำ หนดทฤษฎี หรือแบบจำ ลองระบบการผลิตขึ้นมา

ชัยยงค์ พรหมวงศ์(2523: 118) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรม ว่าคือสื่อประสมประเภทหนึ่ง ซึ่งมีจุดหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนโดยการผลิตสื่อที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 185) ให้ความหมายของชุดกิจกรรม ไว้ว่า ชุดกิจกรรม หมายถึงระบบการผลิตและการทำ สื่อหลายๆ อย่างที่มาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดการแสวงหาอันนำ ไปสู่การเข้าใจที่ลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สื่อประสม ที่เรานำ มาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ศาสตราจารย์บันลือ พฤกษะวัน (2531: 149) ได้กล่าวแนะนำ ไว้ว่าชุดกิจกรรม นับเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้จัดทำ ขึ้นใช้เพื่อปรับปรุงผลการเรียนของผู้เรียนและวิชาชีพทางการสอนให้ก้าวหน้าขึ้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 122) ได้พัฒนาระบบการผลิตชุดกิจกรรม แผนจุฬาที่มีขั้นตอนที่จัดไว้เป็นระบบแบ่งเป็น 10 ขั้น คือ

1) กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชา หรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นเหมาะสม

2) กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาการออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์

3) กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย

4) กำหนดมโนมติและหลักการ มโนมติและหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวข้อโดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

5) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปและเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6)กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนการสอน” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน บัตรคำ สั่ง ตอบคำ ถาม เขียนภาพ ทำ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ

7) กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบสอบเกณฑ์ (Criterion test) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8) เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมเอาไว้ก่อนนำ ไปทดลองหาค่าประสิทธิภาพ

9) หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม หมายถึง การนำ ชุดกิจกรรม ไปทดลองใช้(Try out) คือนำ ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อนำ ข้อมูลมาปรับปรุงแล้วก็นำ ไปทดลองสอนจริง (Trial run) คือ นำ ชุดการสอนที่ได้ทดลองไว้และปรับปรุงไปสอนจริง

10) การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรม ที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน (แบบบรรยาย แบบกลุ่มกิจกรรมและรายบุคคล) และระดับการศึกษา (ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา) โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

10.1) ให้ผู้เรียนทำ แบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที)

10.2 ) ขั้นนำ เข้าสู่บทเรียน

10.3) ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยายหรือให้มีการแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียน

10.4 )ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ

10.5 )ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

**1.2 แนวความคิดในการผลิตชุดกิจกรรม**

แนวคิดที่สำคัญที่นำ มาสู่การผลิตชุดกิจกรรม นั้น ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 119) ได้เสนอแนวคิดไว้ 5 แนวคือ

2.1 **แนวคิดที่** 1 : เป็นแนวความคิดตามหลักจิตวิทยาเกี่ยวกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำ แนวความคิดนี้มาจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยวิธีการจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามเอกัตภาพ

2.2 **แนวคิดที่** 2 : เป็นแนวความคิดที่พยายามเปลี่ยนการเรียนการสอนจากแบบเดิมที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางแหล่งความรู้ มาเป็นแบบการจัดประสบการณ์และสื่อประสมที่ตรงตามเนื้อหาวิชาในรูปของชุดการสอน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ หรือช่วยเหลือ

2.3 **แนวคิดที่** 3 : เป็นแนวความคิดที่พยายามจัดระบบการผลิตและการใช้สื่อการสอนให้เป็นรูปสื่อประสม โดยมีจุดมุ่งหมายเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อ “ช่วยครูสอน”มาเป็น “ช่วยนักเรียนเรียน”

2.4 **แนวคิดที่** 4 : เป็นแนวความคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ที่พยายามจะสร้างปฏิกริยาสัมพันธ์ให้เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับสภาพแวดล้อม โดยนำสื่อการสอนและทฤษฎีกระบวนการกลุ่มมาใช้ในรูปชุดการสอน

2.5 **แนวคิดที่** 5 : เป็นแนวความคิดที่ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ มาจัดสภาพการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนดังนี้

2.5.1 ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง

2.5.2 มีทางทราบว่า การตัดสินใจหรือการทำ งานของตนถูกหรือผิดได้ทันที

2.5.3 มีการเสริมแรงบวกที่ทำ ให้นักเรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำ ถูกหรือคิดถูก อันจะทำ ให้กระทำ พฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต

**1.3 ประเภทของชุดกิจกรรม**

ชุดกิจกรรม มีหลายประเภท ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 118) ได้จำแนกชุดการเรียนรู้ตามลักษณะการใช้ออกเป็น 4 ประเภท คือ

**1.3.1 ชุดกิจกรรม ประกอบการบรรยาย** เป็นชุดการเรียนรู้ที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดกิจกรรม แบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่าการสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

**1.3.2 ชุดกิจกรรม แบบกลุ่มกิจกรรม** เป็นชุดกิจกรรม ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

1.3.3 **ชุดกิจกรรม ตามเอกัตภาพหรือชุดกิจกรรม รายบุคคล** เป็นชุดกิจกรรม ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของผู้เรียน ชุดการสอนรายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อยหรือ “โมดูล”

1.3.4 **ชุดกิจกรรม ทางไกล** เป็นชุดกิจกรรม ที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากันมุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา

**1.4 องค์ประกอบชุดกิจกรรม**

ชุดกิจกรรม ที่สมบูรณ์จำ เป็นต้องประกอบด้วยสื่อการเรียนการสอนในรูปวัสดุอุปกรณ์และวิธีการ ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สินสกุล (2520: 105) ได้กล่าวสรุปองค์ประกอบชุดกิจกรรม ที่จำ เป็น คือ

1.4.1 คู่มือและแบบฝึกปฏิบัติ สำหรับครูผู้ใช้ชุดกิจกรรม

1.4.2 คำสั่ง หรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน

1.4.3 เนื้อหาสาระ อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งกำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.4.4 การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัดรายงาน ค้นคว้า และผลการเรียนรู้ในรูปแบบทดสอบต่างๆ ส่วนประกอบทั้งหมดจะอยู่ในกล่องหรือซองโดยจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการใช้

**1.5 คุณค่าของชุดกิจกรรม**

ได้มีการเผยแพร่แนวคิดเรื่องชุดกิจกรรม และการศึกษาวิจัยโดยนักการศึกษาชุดกิจกรรม มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนดังที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 121) กล่าวไว้พอสรุปได้คือ

1.5.1 ผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรมสูงซึ่งไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

1.5.2 ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำ ลังศึกษา เพราะนักเรียนมีส่วนช่วยในการเรียนของตนเอง

1.5.3 นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

1.5.4 สร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน

1.5.5 การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของครู

1.5.6 ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครู ครูพูดไม่เก่งก็สอนดีได้

1.5.7 แก้ปัญหาครูไม่เพียงพอโดยครูคนอื่นสามารถสอนแทนได้ ด้วยการใช้ชุดการสอน โดยไม่ต้องเตรียมตัวมากนัก

1.5.8 ชุดการเรียนรู้รายบุคคลและชุดการสอนทางไกลจะช่วยให้การศึกษาของมวลชนมีประสิทธิภาพและประหยัด

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

**งานวิจัยในประเทศ**

กรรณิการ์ ไผทฉันท์ (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชลสีต์ จันทาสี (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริลักษณ์ หนองเส (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้

ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนได้หลากหลาย ด้านให้โอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

**งานวิจัยต่างประเทศ**

วิวาส (Vivas. 1985: 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซูเอล่า โดยใช้ชุดการสอนจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาวน์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม ผลการ วิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาวน์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

วิลสัน (Wilson. 1996: 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครูเพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนแบบปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

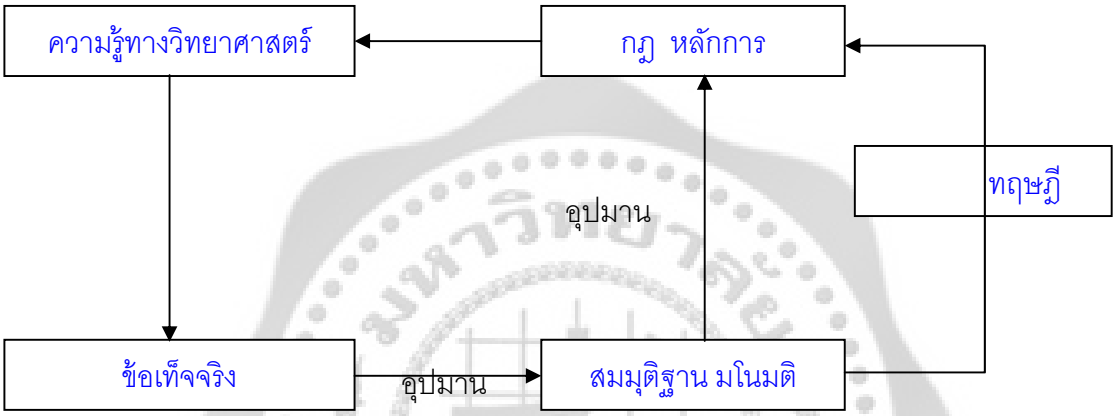
## 3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ผุสดี ตามไท. 2531: 55-57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 94-101) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าคือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้




**ภาพประกอบ** 1 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**5.1 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบ การแสวงหาความรู้นั้นอาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกัน ทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2542: 10)

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตหรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกตหรือการทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ เพื่อการศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับการคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้นั้นที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้ เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ รอบคอบ
6. ความมีใจกว้าง

**5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advencement of Science – AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่าโครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ (Intergrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้

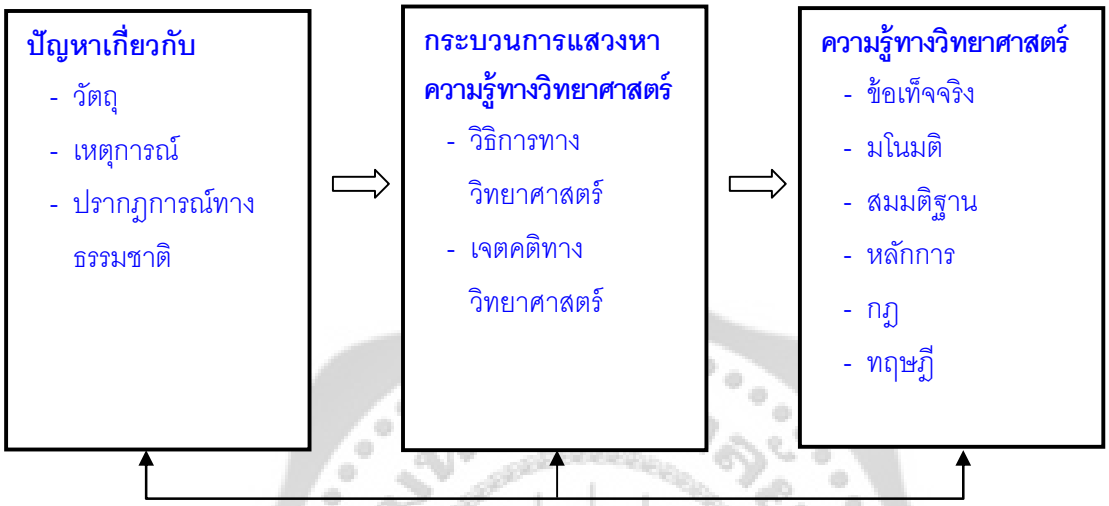
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปข้อมูล

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่งสมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้




**ภาพประกอบ 2** ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524: 21-31)

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การวัดการคำนวณ การจัดกระทำและ

สื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและการลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร

## 4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### งานวิจัยในประเทศ

นุสรา เอี่ยมนวรัตน์ (2542: บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์ อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หนึ่งนุช กาฬภักดี (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตัครติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตัครติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .05

### งานวิจัยต่างประเทศ

คอลลินส์ (Collins. 1990: 2783 – A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซททั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัด

ประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดภาพยนตร์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smith. 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เป็นวิธีทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

## 5.เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

### 5.1 ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

จรูญ คูณมี (2521: 4) กล่าวว่า การคิดเป็น คือความคิดในทางสร้างสรรค์ รู้จักประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

มงคล จันทร์ภิบาล (2531: 10) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนรู้จัก รวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง มีหลักเกณฑ์ สามารถวิเคราะห์ สิ่งต่าง ๆ ตามที่เกิดขึ้น มีความคิดเป็นของตนเอง และประมวลวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้บนพื้นฐานของความพร้อม ความเป็นไปได้ การคิดอาจไม่ได้รับการตอบสนองในทางปฏิบัติทันที แต่ทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ในสถานการณ์ที่เหมาะสม ความคิดนั้นจะได้รับการปฏิบัติตามวิธีการที่ได้คัดเลือกแล้ว

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533: 14) และวิไลวรรณ ปิยะกรณ์ (2535: 15) ต่างให้ความหมายสอดคล้องกันไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลที่รวมถึง การสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนก รายละเอียดการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กรรณิกา อินทรโยธิน (2534: 39 – 40) การคิดช่วยเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์เราที่มีแต่ความกระหาย งมงาย และหุนหัน ให้กลายเป็นการกระทำที่เฉลียวฉลาด สุขุม คนที่มีความคิดจะทำอะไรไตร่ตรอง พิจารณาถึงผลได้ ผลเสียก่อน ซึ่งผลจากการกระทำบางอย่างต้องอาศัยเวลาพิสูจน์

ธัญญะ บุปผเวส และคณะ (2534) ให้ความหมายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับสัมผัส เกิดการรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำ

บุญทัน อยู่สมบูรณ์ (2533: 235) การคิดเป็น คือ การที่คนมีวิธีการนำความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่สะสมออกมาใช้แก้ปัญหาแปลก ๆ ใหม่ ๆได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิไลพร คำเพราะ (2539: 49) ใช้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปจนเป็นหลักการของความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าว ไปใช้ในสถานที่แตกต่างไปจากเดิม

กัลยา สุวรรณแสง (2538: 107) กล่าวว่า การคิด เป็นกระบวนการของจิตใจ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ มีความซับซ้อนไม่แพ้การเรียนรู้ การคิดไม่มีขอบเขตจำกัด และมีความคล้ายกับคำว่า จินตนาการ (Imagination) แต่จินตนาการเป็นเพียงความคาดคะเนในเหตุการณ์ สิ่งของหรือปรากฏการณ์เหล่านั้น ส่วนการคิดเป็นกระบวนการแก้ปัญหา หรือพยายามหาเหตุผลของมนุษย์เพื่อแก้ไขปัญหาที่ประสบประจำวัน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541: 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญญา คือ เครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

อรัญญา กินนารี (2542: 11) สรุปว่า การคิด คือ ปฏิบัติการทางสมองที่เป็นกระบวนการของการคิด เริ่มจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Thinking Started with Problematic situation) ทำให้เกิดความรู้สึกติดขัด (Conflict) อารมณ์ถูกรบกวนเป็นทุกข์ (Disturbed) เกิดความตรึงเครียด (Tension) จึงกระทำ (Action) อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วงไปสู่เป้าหมาย (Goal)

กรมวิชาการ (2542: 31) กล่าวว่า การคิด หมายถึงการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมโดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2543: 1) การคิดเป็นการระลึกถึง นึกถึง เป็นความพยายามในการสืบสอบ สร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความชัดเจนในสิ่งต่าง ๆ ที่ดีขึ้นและถูกต้อง

จีรนันท์ วัชรกุล (2546: 7) สรุปว่า การคิด คือ กระบวนการทำงานของสมอง

ซึ่งมีสาเหตุมาจากการรับรู้สิ่งเร้าของแต่ละบุคคล ทำให้เกิดการจัดสิ่งเร้าให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว วิเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบ เพื่อให้ได้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

พรเพ็ญ ศรีวิรัตน์ (2546: 9) สรุปได้ว่า การคิดเป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน และจะมีบทบาทเมื่อบุคคลเหล่านั้นได้รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม แล้วตีเชื่อมโยง
เพื่อตอบสนองออกมาเป็นการกระทำขณะเดียวกับการคิดเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้และไม่มีขอบเขตจำกัด ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ เพราะเป็นกระบวนการที่บุคคลพยายามหาเหตุผลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวัน ดังนั้น การคิดเป็นสิ่งที่ควรฝึกฝนให้แก่เด็กและเยาวชนของชาติที่จะนำไปใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป

เกศณีย์ ไทยถานันดร์ (2547: 34) สรุปว่า การคิด คือ กระบวนการทำงาน
ของสมอง ทั้งในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมอง การระลึกถึง สืบสอบ สร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความชัดเจนในสิ่งต่าง ๆ ที่ดีขึ้นและถูกต้อง เป็นความพยายามที่จะรับรู้ข้อมูลสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลผลเบื้องต้นแล้วใช้วิธีการที่มีอยู่หรือเคยได้รับการฝึกฝนมาประมวลสรุปเพื่อแสดงออกเป็นผลผลิตของการคิด

บุญเชิด ชุมพล (2547: 10) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการทำงานของสมองในการปรับโครงสร้างโดยใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่ให้สัมพันธ์กับความจริงที่ได้รับจากข้อมูลใหม่หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์ความคิดใหม่

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 336) กล่าว่าการคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมองเนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ปรากฏในแนวความคิดหรือจิตใจ

เพียเจต์ (วิไลพร คำเพราะ. 2539: 49 ; อ้างอิงจาก Piaget. 1962: 58 Cognitive development in the chile) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิด หมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการในสองลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation)โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงทีได้รับให้เข้ากับสถานการณ์เดิมที่มีอยู่กักระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้ความคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกัน หรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนความคิดดังกล่าว จะช่วยพัฒนาการความคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

กิลฟอร์ด (Guiford. 1967: 7) ให้ทัศนะการคิดว่า เป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม

แนวคิดของบลูม (Bloom. 1979: 38 – 40 ) เกี่ยวกับการคิดและการแก้ปัญหานั้น บลูม กล่าวว่า แม้ความจำ ความรู้ จะเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญในการศึกษาแต่ก็เป็นพื้นฐานสู่สิ่งที่คาดหวังที่สูงกว่า คือ การที่ผู้เรียนสามารถใช้เทคนิคหรือนำหลักการข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ได้อย่างเหมาะสมเมื่อเผชิญสถานการณ์ใหม่ การกระทำของผู้เรียนในลักษณะดังกล่าวนี้ บางคนเรียกว่า เป็นการคิดวิจารณญาณ ซึ่ง จอห์น ดิวอี้ เรียกว่า การคิดสะท้อนกลับ (reflective thinking) (Dewey. 1933: 12) หรือหลาย ๆ คนในปัจจุบันเรียกว่า การแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความสามารถของบุคคลในการค้นพบข้อมูลที่เหมาะสม และเทคนิคในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งต้องใช้การวิเคราะห์ มีความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ โดยนำความรู้พื้นฐานที่พร้อมจะนำไปใช้ได้ ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์สิ่งต่างๆ ไปใช้ในความจำกัดของสถานการณ์ต่างๆ ได้ การคิดเป็นลักษณะที่เฉพาะของมนุษย์ เกี่ยวข้องกับการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับและการจัดการกับข้อมูลที่เคยผ่านการเรียนรู้มาแล้วเพื่อนำไปสู่การตอบสนองครั้งใหม่ในสถานการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญอยู่ (Berger. 1984: 306) การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นภายในขึ้นอยู่กับความสมารถของสมองแต่ละซีกของมนุษย์ เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล การคิดเริ่มต้นเมื่อมีการกระตุ้นประสาทรับรู้จากสิ่งแวดล้อมและสมองมีการเลือกรับรู้การกระตุ้นนั้นสมองของมนุษย์สามารถคิดได้ตั้งแต่ขั้นต่ำ คือ การคิดสิ่งที่ง่ายไม่ซับซ้อน จนถึงการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นการคิดที่ซับซ้อนตามความสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์ หรือปรากฏการณ์ ความสามารถในการคิดจะมีการพัฒนาเป็นลำดับจากง่ายไปยาก

บลูเนอร์ และคนอื่น ๆ (ศุภพงศ์ อยู่ทอง. 2531: 23 ; อ้างอิงจาก Bruer and others. 1956) ได้ให้ความหมายว่าการคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวความคิดรวบยอด(Concept Formation) ด้วยการจำแนกความแตกต่างการจัดกลุ่ม และการกำหนด ซึ่งเรียกเกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิง การจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

นอร์ริส และ เอนนิส (Ennis. 1985 ; Norris;& Ennis. 1989) ได้ให้ความหมายของการคิดว่า การคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลาการคิดที่เราสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือ คิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจ หรือ แก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometrics) มาช่วยในการวัด

ครูลิค และ รุดนิค ( Krulick; & Rudnick. 1993: 3 ) ให้ความหมายว่า การคิด เป็นความสามารถ (Ability) ที่จะเข้าถึง หรือ นำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องจากเนื้อหา ที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องสร้างความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงนามธรรม จากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ของปัญหา จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายยืนยันข้อสรุปของเขา ข้อสรุปนี้จะถูกรวมไว้ในรูปของ ความคิดใหม่ (New Idea)

จากความหมายเบื้องต้นสรุปได้ว่า การคิด คือ การทำงานของสมอง เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวทุกคนโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมมาวิเคราะห์และประเมินอย่างมีระบบเพื่อให้ได้แนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

**5.2 ประเภทของการคิด**

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 336 – 342) ได้จำแนกประเภทของการคิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

5.2.1 การคิดอย่างเลื่อยลอยหรือไม่มีทิศทาง หมายถึง การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็น จากประสบการณ์ตรง จากสิ่งที่ได้ยินได้ฟังมา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคิดแบบต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกได้ 5 ประเภทย่อย ๆ คือ

5.2.1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

5.2.1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนวทาง เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

5.2.1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง หรือเพื่อให้เกิดความพอใจในตน ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

5.2.1.4 Night Dreaming คือ การคิดเนื่องจากความคิดของตนเอง หรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้า

5.2.1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิด มากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

5.2.2 การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) หมายถึงการคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน หรือการคิดที่เลื่อยลอยไร้ความหมาย ให้เป็นการคิดที่มีทิศทางที่มุ่งไปสู่จุดใดจุดหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกออกเป็นสองลักษณะ ดังนี้

5.2.2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking ) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกัน เป็นการคิดในลักษณะที่โยงความสัมพันธ์ได้ (Association) กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อให้ระลึกสิ่งอื่นๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

5.2.2.2 การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสภาพข้อมูลต่าง ๆ ว่า
มีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

วิทคิน และคนอื่น ๆ (พจนารถ บัวเขียว. 2535:19 ; อ้างอิงจาก Witkin; et al. 1974: 39) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดแบบไม่ขึ้นกับสภาพรอบข้าง เป็นการคิดที่ถือเอาตนเองเป็นศูนย์กลางการคิด แบบนี้ไม่ต้องอาศัยข้อมูลจากภายภายนอก หรือจากสภาพรอบข้าง การตัดสินใจด้วยเหตุผลโดยถือเอาสิ่งที่ปรากฏอยู่จริงในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์

2. การคิดแบบขึ้นกับสภาพรอบข้าง เป็นการคิดที่อาศัยข้อมูลจากภายนอก หรือจากสภาพรอบข้างโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของตนเป็นส่วนประกอบช่วยในการตัดสินใจในเรื่องประเภทหรือ
ลักษณะการคิด กาเย่ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530: 13 ; อ้างอิงจาก Gagne. 1970: 283) ได้จำแนกไว้ 2 ประเภท คือ

2.1 การคิดอย่างไม่มีทิศทาง เป็นการคิดจากสิ่งที่พบเห็นจากประสบการณ์ตรงจากสิ่งที่ได้ยินหรือได้ฟังมา เป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) ได้แก่ การคิดต่อเนื่องอย่างอิสระถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้วการคิดที่ถูกควบคุม โดยอาศัยคำสั่ง
เป็นแนว การคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่เรียกว่า ฝันกลางวัน การคิดฝัน การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง โดยอาศัยความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิด

2.2 การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลได้เริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เฟ้อฝันนำไปสู่จุดมุ่งหมายบทสรุป ได้แก่ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่คิดไว้หลายทางหรือการคิดในลักษณะเชื่อมโยง และการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่ทางแก้ปัญหา

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสมีเยอร์ และ ริบเพิล (Klausmeir; & Rippple. 1971) ให้ความเห็นว่า เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้น บุคคลจะต้องรู้จักใช้การคิดวิเคราะห์ทำความเข้าใจข้อความจริงหรือปัญหาในลักษณะต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา

ส่วนบลูม ได้แยกแยะระบบการคิดของคนตามความสามารถด้านความรู้ การคิด ที่มีการซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามลำดับ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่มีความหมายเชิงรูปธรรมและสัญลักษณ์

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถทางปัญญาในการจับใจความสำคัญของเรื่องแล้วแปลหรือย่อ ขยาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำเอาหลักการต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในอีกสถานการณ์หนึ่งได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

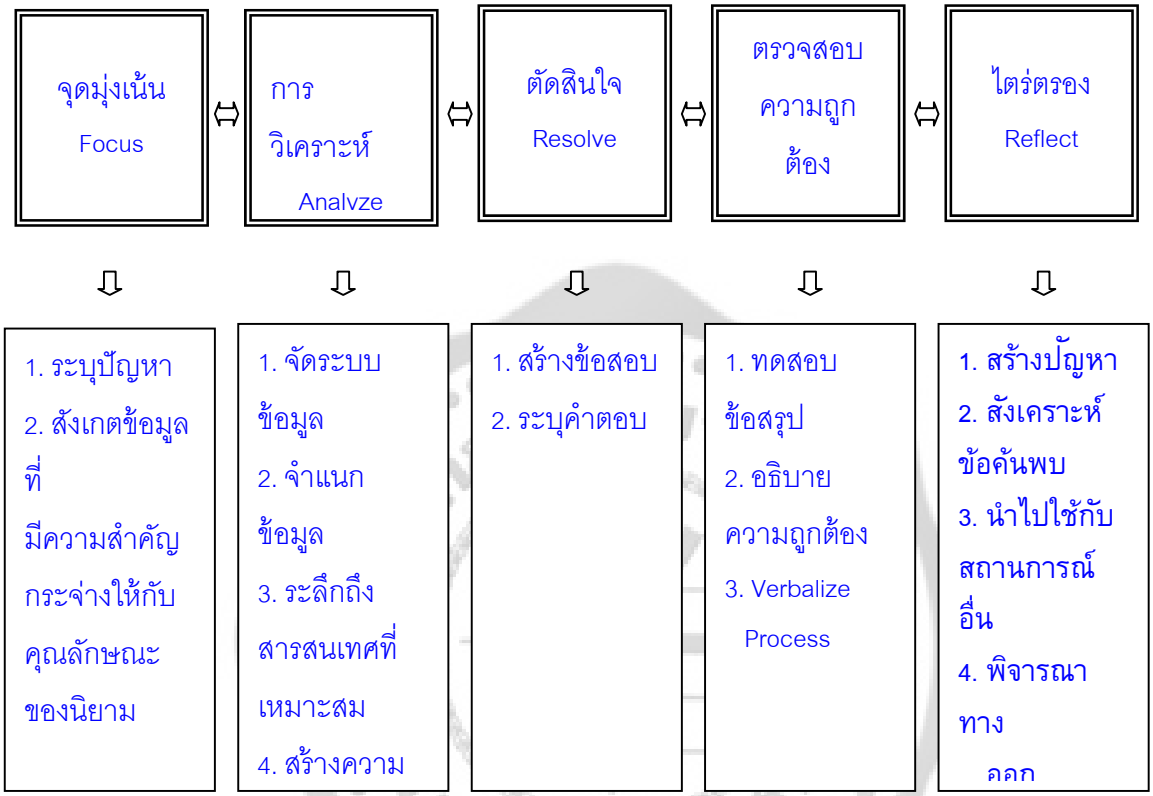
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมเรื่องราวต่าง องค์ประกอบต่าง ๆ หรือผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การวินิจฉัยตัดสินคุณค่าสิ่งของ หรือเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐาน

การอธิบายถึงลักษณะของการคิด ได้มีนักการศึกษาหลายท่านสร้างรูปแบบของการคิดและมีการอธิบายไว้ในลักษณะที่แตกต่างกัน การคิดขั้นสูงเป็นการคิดที่เริ่มตั้งแต่การคิดในขั้นของการนำสาระต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริง จนถึงการประเมินค่า หรือหมายถึงการคิดที่ทำให้เกิดทางเลือกหลาย ๆ ทาง โดยไม่สามารถคาดเดาหรือบอกวิธีการได้ หรือเป็นการคิดในเชิงเหตุผล มีลำดับขั้นตอนได้คำตอบที่แน่นอน รวมถึงการคิดที่มีการทำนายสถานการณ์ การลงความเห็น การทดสอบสมมติฐาน การสร้างรูปแบบของสาระสำคัญขึ้นใหม่ไปจนถึงการประเมินค่าสาระต่าง ๆ (Divergent & Evaluation Thinking ) (Yinger. 1980: 23 ; Gagne. 1988: 62) ตลอดจนการคิดถึงขั้นที่มนุษย์สามารถแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ได้

การคิดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการเกิดการเรียนรู้ของบุคคลที่มีลำดับความยากง่าย หรือความซับซ้อน มนุษย์สามารถคิดได้ในระดับต่ำสุดจนถึงสูง คือการคิดที่มีการประเมินค่า (Bloom. 1979: 39) หรือ ความสามารถในการแก้ปัญหา (Gagne. 1988: 56) เนื่องจากโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความพยายามที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และการที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสอดคล้อง มนุษย์จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถของการคิดในระดับนี้

ทั้งนี้ ครูลิค ได้นำเสนอแผนภาพแสดงความต่อเนื่องของการคิดที่ทุกคนจะต้องใช้ เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่ต้องการให้หาทางแก้ไข




**ภาพประกอบ 3** ยุทธศาสตร์ของการให้เหตุผล (The Heuristics of Reasonic) (Krulik and Rudnick. 1993: 28)

กระบวนการคิดจะดำเนินไปได้ดี ผู้มีประสบการณ์มากกว่าจะมีการคิดกลับไปกลับมาได้อย่างอัตโนมัติมากกว่าผู้มีประสบการณ์น้อย ผู้สอนจึงต้องพัฒนากระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเองให้แก่ผู้เรียน เบเยอร์ (Berger. 1984: 26 – 30) ได้เลือกทักษะปฏิบัติการ โดยใช้เกณฑ์ 3 ประการ คือ

1. เป็นทักษะที่ใช้ซ้ำในวิชาที่เรียนเป็นส่วนใหญ่
2. ใช้ทั่วไปนอกโรงเรียน
3. ผู้เชี่ยวชาญระบุว่าทักษะเหล่านี้เป็นปฏิบัติการสำคัญของการคิด

เบเยอร์ สรุปว่า การรอบรู้ในปฏิบัติการคิดที่ซับซ้อนใด ๆ ต้องการกระทำซ้ำด้วยความเอาใจใส่และต้องใช้เวลา

เบนตัน และคนอื่น ๆ (บุญสม ครุฑทา. 2525: 11; อ้างอิงจาก Benton and others. 1974) ได้แบ่งการคิดได้ 2 ชนิด

1. การคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายแต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub – Conscious) ของแต่
ละบุคคล ซึ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) การคิดฟุ้งซ่าน (Autistic Thinking) และการคิดแบบสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Dire Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหา หรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการคิดที่มีจุดหมายนั้นเอง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การคิดตรึกตรอง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การคิดอย่างมีทิศทางและ มีจุดมุ่งหมายนี้ ครอสแมร์และริบเบิล (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530:14 ; อ้างอิงจาก Klausmeir ; & Ripple. 1971) ให้ทัศนะว่า เป็นรากฐาน
ที่สำคัญของการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และแก้ปัญหานั้นบุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์ (Critical Thinking) และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ในการเรียนรู้และแก้ปัญหา ซึ่งการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

กรูลิค และ รูดนิค (บุญชู ชลัษเฐียร. 2539 ; อ้างอิงจาก Krulik ; & Rudnick 1993) ถือว่า การคิดประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบที่มีลักษณะ เป็นความสามารถหรือทักษะตามลำดับขั้นจากต่ำไปสูง คือ

1. การคิดในระดับลึก (Recall Thinking) จะรวมทักษะการคิดที่มีธรรมชาติ เกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง

2. การคิดพื้นฐาน (Basic Thinking) เป็นความเข้าใจความรวบยอดอันเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในโรงเรียน

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นความคิดที่ใช้ในการพิจารณาเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหาหรือปัญหา ประกอบด้วยทักษะย่อย ได้แก่ การมุ่งเน้นไปในส่วนของข้อมูลในปัญหา หรือสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ การตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์ข้อมูล การจำ และเชื่อมโยงข้อมูลที่เพิ่งได้รับจากการเรียนรู้เพื่อกำหนดคำตอบที่มีเหตุผล

4. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความคิดที่เป็นต้นฉบับที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ซับซ้อน ความคิดในระดับนี้เป็นสิ่งที่ประดิษฐ์ ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง ประกอบด้วยทักษะย่อย ได้แก่ การ

สังเคราะห์ความคิด การสร้างความคิด และการนำความคิดไปใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของความคิดใหม่ที่สร้างขึ้น

สาโรจน์ บัวศรี (2531: 9 – 11) ได้แยกประเภทของการคิดที่พัฒนามาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ก่อนคริสตกาล จนถึงสมัยของจอห์น ดิวอี้ ความเข้าใจในเรื่องการคิดได้วิวัฒนาการตามลำดับดังนี้

1. การคิดโดยแยกประเภท (Thinking by Classification) ในสมัยอริสโตเติล เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับพืชและสัตว์กันมาก อริสโตเติล จึงคิดแบ่งพืชออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อการมองเห็นได้ง่ายขึ้น และเข้าใจได้ง่ายขึ้นไม่ปนเปกัน เช่น แบ่งพืช เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
( Monocotyledon) และประเภทใบเลี้ยงคู่ (Decotyledon) เป็นต้น การรู้จักแบ่งกลุ่ม รู้จักแยกแยะเป็นชนิดและรู้จักแบ่งประเภทเหล่านี้ นับว่าเป็นการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์หรือมนุษยวิทยาหรือประวัติศาสตร์ ย่อมใช้การแบ่งชนิดหรือแบ่งประเภท

2. การคิดโดยการตัดประเด็น (Thinking by Elimination) ไปทีละอย่างก็เป็นการคิดที่เห็นได้ชัดเจน และใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันหรือในการสืบสวนสอบสวน

3. การคิดแบบอุปมัย (Inductive Thinking) เป็นการคิดจากส่วนรายละเอียดไปสู่ส่วนสรุป การคิดแบบอุปนัย เริ่มต้นและทดลองอ่าน และเห็นว่าเป็นจริงจึงสรุป

4. การคิดแบบปรนัย (Deductive Thinking) เป็นการคิดแบบตรงกันข้ามกับการคิดแบบอุปนัย นั่นคือ เริ่มต้นจากข้อสรุปหรือทฤษฎีก่อน

5. การคิดแบบไตร่ตรอง หรือการคิดสะท้อน (Reflective Thinking) การคิดแบบนี้ก็คือ วิธีวิทยาศาสตร์ใช้กันอย่างแพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน ในวงการศึกษาเรียกว่า วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving Method) หรือวิธีแห่งปัญญา (Method of Intelligence)

การคิดทั้ง 5 แบบดังกล่าว นักปรัชญาลัทธิพิสูจน์นิยมถือว่าเป็นการคิดแบบไตร่ตรองเป็นวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทั้งความมุ่งหมายของการศึกษา และเป็นวิธีการของการศึกษาที่ว่าเป็นความมุ่งหมายนั้นก็คือ เรามุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดเป็น ถึงขั้นคิดวิเคราะห์ได้ ซึ่งหมายความว่า ต้องสอนวิธีการคิด ดังกล่าวนี้เป็นที่เข้าใจ และคล่องแคล่วทุกขั้นตอน อันเป็นการทำให้ผู้เรียนจัดแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการนี้จนเป็นนิสัย เมื่อประสบกับปัญหาใดๆ ในชีวิตต่อไปข้างหน้าก็จะไม่ตกใจจนเกินไป แต่ลำลึกถือว่าวิธีการแก้ปัญหาได้ และพยายามนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เหล่านั้นตามแต่กรณี ลักษณะดังกล่าวคือ “ คิดเป็น” (สาโรจน์ บัวศรี. 2521: 10)

บุญสม ครุฑทา (252: 9) ได้สรุปธรรมชาติของการคิดไว้ ดังนี้

1. การคิดเกี่ยวกับปฏิกิริยาของสมองที่เกิดจากความรู้สึกสงสัยหรือไม่พอใจในสิ่งแวดล้อม
2. การคิดเกิดจากความจำเป็นพื้นฐานสำคัญในขบวนการคิด
3. การคิดมีประโยชน์ในการทำให้เกิดการปรับตัวและสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น

4. การคิดทำให้มนุษย์เกิดความพยายามให้ถึงจุดหมายที่ต้องการ อันเป็นสิ่งแสดงถึงความเจริญของมนุษย์และเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน

**5.3 การคิดวิเคราะห์** (Critical Thinking)

**ความหมายของการคิดวิเคราะห์**

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายความหมายของการคิดวิเคราะห์โดยใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อน การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมทางปัญญา การคิดวิเคราะห์เป็นการใช้เหตุผล และ เป็นการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับ เดอ โบโน (De Bono. 1976: 29 – 32) ที่ว่าผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดนิยามของการคิดวิเคราะห์ในหลาย ๆ ลักษณะทุกคำนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีคำนิยามใดสามารถอธิบายความหมาย ของการคิดวิเคราะห์ได้สมบูรณ์ที่สุด

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ พุทธศักราช 2530 (2530: 492) คำว่า “คิด” หมายความว่า นึกดำริ ระลึก ตรึกตรอง ส่วนคำว่า “ วิเคราะห์ ” หมายความว่า ดู สังเกต ใคร่ครวญ อย่างละเอียดรอบคอบในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาส่วนดี ส่วนบกพร่อง หรือ จุดเด่นจุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ แล้ว เสนอแนะสิ่งที่ดีสิ่งที่เหมาะสมนั้นอย่างยุติธรรม

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

บลูม (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 41 – 44 ; อ้างอิงจาก Bloom. 1956) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการของอะไร

กู๊ด (Good. 1973: 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

ดิวอี้ (ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. 2539: 51 อ้างอิงจาก Dewey. 1933: 30) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

รัชเซลล์ (วิไลวรรณ ปิยปกรณ์. 2535: 20 ; อ้างอิงจาก Russel. 1956: 281 – 282) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่งโดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินในเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆแล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

วัตสันและเกลเซอร์ (1964: 11) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยทัศนคติ เป็นการแสดงออกทางจิตใจ ต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรง และการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติ และความรู้

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2537: 95) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึงการคิดที่มีเหตุผล และมีประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นการตัดสินใจในสิ่งที่เชื่อหรือจะทำอะไร

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2538: 18) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดซึ่งเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน มีเป้าหมายในการคิดวิเคราะห์ข้อความรู้เพื่อตัดสินใจเชื่อปฏิบัติ

นิภาภรณ์ แสงดี (2541: 7) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นพฤติกรรมของบุคคลในการแยกแยะ การคิดพิจารณาใคร่ครวญ ไตร่ตรอง เพื่อตัดสินใจ แก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบมีเหตุผล

วิไลพร คำเพราะ (2539: 53) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดพิจารณา ความเชื่อ ความรู้ คำกล่าวอ้าง และสิ่งต่าง ๆ อย่างสุขุม รอบคอบ โดยหาเหตุผลเพื่อสรุป ได้อย่างถูกต้องก่อนจะตัดสินใจ เชื่อ หรือ สรุปเลือก

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541: 94) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ชาติ แจ่มนุช (2545: 54) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ ว่าเป็นการคิดที่สามารถแยกสิ่งสำเร็จรูป ได้แก่ วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวหรือ บรรดาเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริง หรือความสำคัญที่แฝงอยู่ภายใน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปการคิดวิเคราะห์ได้ว่า คือ การแยกแยะข้อมูล หรือสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยการหาหลักฐานหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนหรือยืนยันเพื่อพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจเชื่อหรือสรุปเลือก

### 5.4 การคิดแบบวิเคราะห์

การคิดแบบวิเคราะห์หรือการคิดระดับการวิเคราะห์เป็นการคิดพิจารณาสิ่งสำเร็จรูปหรือระบบใดๆ อย่างแยกแยะให้ค้นพบความจริง ที่แฝงในรูปขององค์ประกอบ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและหลักการที่องค์ประกอบคุมกันอยู่เป็นสิ่งสำเร็จรูป หรือเป็นระบบอยู่ได้สิ่งสำเร็จรูปในที่นี้หมายถึงระบบ

(System) หรือระบบย่อย (Subsystem) ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งแต่ระบบย่อมประกอบด้วยองค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ภายในต่อกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ได้แก่ พัดลมตัวหนึ่ง บทความ อเมริกายึดอิรัก ความไม่สงบในภาคใต้ ฯลฯ

**5.5 การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์**

การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดอย่างแยกแยะได้ และคิดได้อย่างคล่องแคล่ว หรือมีทักษะในการคิดแบบวิเคราะห์ได้ ขั้นแรกสุด ครูผู้สอนต้องรู้จัก ความคิดแบบวิเคราะห์นี้อย่างดีเสียก่อน ขั้นต่อ ๆ ไปจึงผสมผสานการคิดแบบนี้เข้าไปในกระบวนการเรียน
การสอน ไม่ว่าจะใช้ระเบียบวิธีสอน เทคนิคการสอนแบบใด โดยแบ่งแนวทางการคิดในรูปกิจกรรมหรือคำถาม ให้พัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์ขึ้นในตัวผู้เรียน

1. **การสอนการคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ** (Analysis of Elements) มุ่งให้ผู้เรียนได้คิดแบบแยกแยะว่า สิ่งสำเร็จรูปหนึ่งมีองค์ประกอบอะไร มีแนวทางดังนี้

1.1 วิเคราะห์ชนิด โดยมุ่งให้ผู้เรียนคิดและวินิจฉัยว่า บรรดาข้อความ เรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ใด ๆ ที่พิจารณาอยู่นั้น จัดเป็น ชนิดใด ประเภทใด ลักษณะใด ตามเกณฑ์หรือหลักการใหม่ที่กำหนด เช่นเสียชีพอย่าเสียสัตย์ ให้นักเรียนคิด (หรือช่วยกันคิด) ว่าเป็นข้อความชนิดใดและเพราะอะไรตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ใหม่ที่ไม่เหมือนในตำรา เช่น เป็นคำพังเพย ความเห็น ความจริง คติเตือนใจ คำปลุกใจ เป็นต้น จุดสำคัญของการสอนให้คิดแบบวิเคราะห์ชนิดนี้ก็คือ ต้องให้เกณฑ์ใหม่และบอกเหตุผลที่จัดชนิดตามเกณฑ์ใหม่ที่กำหนด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ มุ่งให้คิดแยกแยะและวินิจฉัยว่า องค์ประกอบใด สำคัญไม่สำคัญ เช่น ให้ค้นหาสาระสำคัญ แก่นสาร ผลลัพธ์ ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย

1.3 วิเคราะห์เลศนัย มุ่งให้คิดค้นหาสิ่งที่พรางไว้ แฝงเร้นอยู่ มิได้บ่งบอกไว้ตรง ๆ แต่มีร่องรอยส่งให้เห็นว่ามีความจริงนั้นซ่อนอยู่

2. **การสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์** (Analysis of Relationships) มุ่งให้ผู้เรียนคิดแยกแยะว่าสิ่งสำเร็จรูป ระบบ มีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันแบบใด สัมพันธ์ตามกันหรือกลับกัน สัมพันธ์กันสูงต่ำเพียงไร มีแนวทางดังนี้

2.1 วิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดแบบค้นหาชนิดของความสัมพันธ์ ว่าสัมพันธ์แบบตามกัน กลับกัน ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับองค์ประกอบ องค์ประกอบกับเรื่องทั้งหมด

2.2 วิเคราะห์ขนาดความสัมพันธ์ โดยมุ่งให้คิดเพื่อค้นหาขนาด ระดับของความสัมพันธ์

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนของความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดเพื่อค้นลำดับขั้นของความสัมพันธ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นเรื่องแปลกใหม่

2.4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์และวิธีการมุ่งให้คิดและค้นว่าการกระทำพฤติกรรมพฤติการณ์ มีเป้าหมายอะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผลที่เกิดตามมา มุ่งให้คิดแบบแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ซึ่งเป็นยอดปรารถนาประการหนึ่งของการสอนให้คิดเป็น คือ หาสาเหตุแลผลได้ดี

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ โดยให้ค้นหาแบบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่งแล้วบอกความสัมพันธ์นั้น หรือเปรียบเทียบความสัมพันธ์คู่อื่น ๆ ที่คล้าย ๆ กัน ทำนองเดียวกันในรูปอุปมาอุปไมย

3. **การสอนคิดวิเคราะห์หลักการ** (Analysis of Organizational Principles) มุ่งให้ผู้เรียนคิดอย่างแยกแยะจนจับหลักการได้ว่า สิ่งสำเร็จรูปคุมองค์ประกอบต่าง ๆ อยู่เป็นระบบอยู่ได้ คือ หลักการอะไร ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักการ ต้องอาศัยการวิเคราะห์ขั้นต้นคือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ก่อน กล่าวคือ ต้องแยกแยะสิ่งสมบูรณ์หรือระบบให้เห็นว่ามีองค์ประกอบสำคัญมีหน้าที่อย่างไร และองค์ประกอบเหล่านั้นเกี่ยวข้องพาดพิง อาศัยความสัมพันธ์กันอย่างไร พิจารณาจนรู้ความสัมพันธ์ตลอดจนสามารถลงสรุป จับหัวใจหรือหลักการได้ว่า การที่ทุกส่วนเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกัน เกาะกลุ่มกันคุมกันจนเป็นระบบอยู่ได้ เพราะหลักการใด ผลที่ได้เป็นการวิเคราะห์หลักการ (Principle) ซึ่งเป็นยอดของการคิดแบบวิเคราะห์ การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์หลักการเน้นการสอนวิเคราะห์ดังนี้

3.1วิเคราะห์โครงสร้างมุ่งให้ผู้เรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาโครงสร้างของสิ่งสำเร็จรูปนั้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาใหม่ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ข้อความ การทดลอง

3.2 การวิเคราะห์หลักการ มุ่งให้ผู้เรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาความจริงแม่บทของสิ่งนั้น เรื่องราว สิ่ง สำเร็จรูปนั้น ได้แก่ การคิดค้นหาหลักการสรุปการสอนให้คิดวิเคราะห์ ต้องให้สิ่งสำเร็จรูปแก่ผู้เรียน เช่น เรื่องราว เหตุการณ์ ปัญหาการทดลองแล้วให้คิดอย่างแยกแยะให้เห็นถึงองค์ประกอบย่อย ความเกี่ยวข้องระหว่างองค์ประกอบ และหลักการที่ครอบคลุมสิ่งสำเร็จรูป หรือระบบนั้นอยู่ ส่วนเทคนิค วิธีสอนวิธีเรียนจะเป็นแบบใดก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

### 5.6 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการชี้นำพฤติกรรม ดังนั้น การคิดวิเคราะห์ จึงตรงกันข้ามลักษณะต่อไปนี้ (Scriven & Paul. 2003)

1.การคิดวิเคราะห์จะไม่เป็นเพียงการรู้หรือการจำข้อมูลเพียงอย่างเดียวเพราะการคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้

2.การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การมีทักษะเท่านั้นแต่การคิดวิเคราะห์จะต้องเกี่ยวกับการใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง

3.การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การฝึกทักษะอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะที่ต้องคำนึงถึงผลที่ยอมรับได้

การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นการคิดวิเคราะห์แตกต่างไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ โดยทั่วไปสามารถแยกแยะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้

**การสังเกต** จากการสังเกตข้อมูลมาก ๆ สามารถสร้างเป็นข้อเท็จจริงได้

**ข้อเท็จจริง** จากการรวบรวมข้อเท็จจริงมากมายและการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขาดหายไปสามารถทำให้มีการตีความ

**การตีความ** เป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของการอ้างอิง ทำให้เกิดการตั้งข้อตกลงเบื้องต้น

**การตั้งข้อตกลงเบื้องต้น** จากข้อตกลงเบื้องต้นทำให้สามารถมีความคิดเห็น

**ความคิดเห็น** การแสดงความคิดจะต้องมีหลักและเหตุผลเพื่อพัฒนาข้อคิดวิเคราะห์

**การวิเคราะห์** การวิเคราะห์ต้องอาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไปผู้เรียนจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกต และข้อเท็จจริง หรือตีความว่าแตกต่างไปจากการแสดงความคิดเห็น หากผู้เรียนเข้าใจถึงความแตกต่างก็จะทำให้ผู้เรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

### 5.7 วิธีวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Watson and Glaser. 1964: 11) คือ การวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณา ในการตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนั้น ที่สำคัญในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ก็จะมีความเกี่ยวข้อง เป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเห็นว่าการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาสาเหตุและผลมา เพื่อพิจารณาอยู่เสมอ การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมี 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา จะเป็นการกำหนดปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหาพิจารณาข้อมูลหรือกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งนิยามความหมายของคำ และข้อความ การระบุปัญหาเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิด เมื่อตระหนักว่ามีปัญหา หรือข้อโต้แย้ง หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือ จะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุสมผล เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น ปัญหาจึงเป็นสิ่งเร้า ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการพิจารณาแนวทาง การสรุปอ้างอิงของปัญหาข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้ว มาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าเป็นไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปในทิศทางใดบ้าง เพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด หรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป

3. การตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการดึงข้อมูล หรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มาใช้เพื่อออกแบบการทดลอง หรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ในการสรุปอ้างอิงต่อไป

4. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ เป็นการพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุด จากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ ก็จะพยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด ที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล การใช้เหตุผลหรือทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการสรุปปัญหา และเป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดวิเคราะห์ หรือ คิดอย่างมีวิจารญาณ เพราะการคิดที่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดี และข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีที่สุดด้วย นอริส และ เอนนิส (Norris and Ennis. 1989) ดังนั้น การคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และคุณลักษณะการคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน เพราะฉะนั้นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยให้การสรุปอ้างอิงเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลคือการใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน (Stemberg. 1985) หรือการสรุปอ้างอิงโดยหลักตรรกศาสตร์

5. การประเมินการสรุปอ้างอิง เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุปโดยใช้ หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ ผลที่จะเกิดจะเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับการเปลี่ยนแปลง และได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้งหนึ่งเพื่อตั้งสมมติฐานสรุปอ้างอิงใหม่

## 5.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

เพียเจต์ (พรรณี ช. เจนจิตร. 2538: 137 – 145) เสนอว่า พัฒนาการความสามารถทางสมองของมนุษย์เริ่มตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงขีดสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 15 ปี ซึ่งแบ่งลำดับของการพัฒนาการ เป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. Sensori – Motor Intelligence (0 – 2 ปี) ในวัยนี้เด็กแสดงออกทางการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการกระทำ การคิดของเด็ก

ในชั้นนี้ใช้สัญลักษณ์น้อยมากจะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ จากการกระทำ และการเคลื่อนไหว และจะเรียนรู้จากสิ่งรอบตัวเฉพาะที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้เท่านั้น

2. Preoperational Thought (2 – 7 ปี) เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างอื่น การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ในขั้นนี้พัฒนาการด้านการคิดยังไม่สมเหตุสมผล ยังติดอยู่กับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการคิด คือ การยึดติดกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ไม่สามารถคิดย้อนกลับโดยใช้เหตุผล ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง มองเหตุการณ์ต่าง ๆ
ทีละด้าน ไม่สามารถพิจารณาหลาย ๆ ด้านพร้อมกัน

3. Concrete Operationals (7 – 11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ และภาษา การสร้างภาพแทนในใจได้ การคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลดน้อยลง แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ คิดย้อนกลับได้ รวมทั้งจัดประเภทสิ่งของ ตลอดจนเข้าใจเรื่องการเปรียบเทียบ

4. Formal Operations (11 ปี ขึ้นไป) เป็นขั้นที่เด็กสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม คิดอย่างสมเหตุสมผล สามารถตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา คิดแบบวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้ รู้จักคิดด้วยการสร้างภาพในใจ สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่นอกเหนือไปจากปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริง และคิดสร้างทฤษฎีได้ การคิดของเด็กไม่ยึดติดกับข้อมูลที่มาจากการสังเกตเพียงอย่างเดียว

ทฤษฎีของเพียเจต์ อธิบายพัฒนาการคิด จากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกาย และวุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคม และสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาของการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้นซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูง และพัฒนาการของการคิดแต่ละคน มีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกัน ในด้านความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของพัฒนาการ

**5.9 ทฤษฎีการสอนเพื่อให้คนคิดวิเคราะห์เป็น**

หน้าที่ของครูก็คือ สอนให้คิดเป็นเสียก่อน ครูต้องพัฒนาระดับความคิดของผู้เรียนให้เขามีความคิดดี คิดชอบ เพื่อประโยชน์ของสังคมส่วนรวม ด้วยการสร้างเจตคติ ค่านิยมที่ถูกต้องให้เกิดขึ้นเสียก่อน แนวทางที่จะปฏิบัติเพื่อกิจกรรมที่น่าสนใจน่าจะได้แก่การฝึกให้รู้จักคิดและตัดสินใจได้อย่างมีระบบด้วยวิธีการทำค่านิยมให้กระจ่าง(Value Clarification) โดยครูยกเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาทั้งจริงและสมมติให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ (ดิลก ดิลกานนท์. 2525: 64 – 6 5)

1. วิเคราะห์ว่าอะไรคือปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนต้องรวบรวมปัญหา หาข้อมูลพร้อมสาเหตุของปัญหาจากการคิด การถาม การอ่าน หรือพิจารณาจากข้อเท็จจริงนั้น ๆ

2. กำหนดทางเลือก เพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นได้แล้ว ผู้เรียนจะต้องหาทางเลือกที่จะแก้ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่าง ๆ ทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้นไม่จำเป็นต้องมีทางเลือกทางเดียว อาจมีหลาย ๆ ทางเลือกก็ได้

3. ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เป็นทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้น โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจที่สำคัญ คือ ผลได้ ผลเสีย ที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกนั้นซึ่งจะเกิดขึ้นในด้านส่วนตัวและสังคมส่วนรวม

4. ตัดสินใจ เมื่อพิจารณาทางเลือกอย่างรอบคอบในขั้นที่ 3 แล้วจึงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

หลังจากผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ เลือกที่จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ แล้ว ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดของเขา และอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม โดยครูต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคน ถ้าหากคำตอบของผู้เรียนมีความขัดแย้งขึ้นในกลุ่ม ครูจะต้องเป็นผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อไปว่า คำตอบใดก่อให้เกิดผลในทางดีและไม่ดีอย่างไรบ้าง อะไรเป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคมส่วนรวมมากที่สุด ครูควรระลึกไว้เสมอว่า คำตอบที่ผู้เรียนเสนอมานั้นถูกทั้งนั้น และเหตุผลและความคิดของแต่ละคนไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เช่น คำตอบทางกายภาพศาสตร์ หากครูได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และอภิปรายปัญหาต่าง ๆ เช่นนี้เป็นประจำก็น่าเชื่อว่ากำลังสอนคนให้วิเคราะห์ได้แล้ว

## 6.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

### งานวิจัยในประเทศ

*ศุภพงศ์* อยู่ทอง (2531: 46) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลของคำถามขั้นวิเคราะห์ที่ส่งผลพฤติกรรมการคิดแบบวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสังคมศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยครูซึ่งใช้แผนการสอนที่ใช้คำถาม ขั้นการวิเคราะห์มีพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยครูซึ่งใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามไม่ถึงขั้นวิเคราะห์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พะยอม ตันมณี (2524: 137 – 153) ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และผู้เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาความคิดวิจารณญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิภาภรณ์ แสงดี (2538: 56) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสัจกับการสอนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบอริยสัจกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนของกลุ่มทดลอง มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (2543: 106) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิมโนทัศน์ มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

ระพินทร์ คร้ามมี (2544: 80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนแบบแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนแบบแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ประกอบด้วยชนิดข้อคำถาม 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดข้อคำถาม แบบคิดวิเคราะห์คำอธิบาย และชนิดข้อคำถามแบบเหตุผลเชิงตรรก

**งานวิจัยต่างประเทศ**

คลีแมน (Klienman. 1963: 307 – 317) ได้สังเกตการณ์สอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้ง แล้วใช้การถามเป็นการจำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณญาณ (Critical Thinking) จำนวนเก้าคำถาม หรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครูที่ไม่เคยถามคำถาม ถามความคิดโดยใช้วิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นกลุ่มคำแล้วแบบทดสอบวัดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบฉบับหลังคือ แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณนั้น เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสี่ฉบับย่อย และอีกฉบับ คือ ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บาสมาเจียน (Bassmajian. 1978: 210 – A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของเพียเจท์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนียกับความสามารถในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา และพัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มนักศึกษา 83 คน ที่เรียนวิชา Biology1 โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี่ (Berne) ปรากฏว่านักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดนามธรรม

เรย์ (Ray. 1979: 3220 – A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับที่ต่ำกับคำถามระดับที่สูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุมีผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับต่ำกลุ่มที่ 2 ถามด้วยคำถามระดับสูง ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มที่ถามด้วยคำถามระดับสูง สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

เนลสัน (Nelson. 1970: Abstract) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ครูสองคนที่ใช้วิธีสอนสองแบบกับนักเรียนเกรดหก 2 ห้องเรียน ห้องหนึ่งสอนโดยกระตุ้นให้คิด ส่วนอีกห้องหนึ่งสอนโดยวิธีไม่ได้กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน รวม 36 คาบเรียน จากนั้นทั้งสองชั้นได้รับการนำเข้าสู่การทดลอง ซึ่งทดลองด้วยวิธีการที่เหมือนกัน แต่ในอภิปรายหลังการทดลองห้องที่สอนโดยไม่กระตุ้นให้คิด ครูจะใช้คำถามระดับต่ำ เช่น ถามความรู้ความจำ ส่วนห้องที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง เช่น คำถามเกี่ยวกับการสรุป อ้างอิง และการพิสูจน์ หลังจากนั้นจึงทำการวัด 1) ทักษะด้านความรู้ของนักเรียนโดยใช้ทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ของนักเรียนซึ่งมีการสังเกต การสรุป อ้างอิง การพิสูจน์ และการจำแนก 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ผลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า พวกที่สอนแบบกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอน โดยวิธีกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณและ คุณภาพด้านการสังเกต และการสรุปอ้างอิงดีกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เลวิน (Levin. 1980) ได้อ้างถึงงานวิจัยของ คอมเบอร์ และ คีฟส์ (Comber and Keeves. 1973) ในโครงการ IEA ได้ทำการวิจัยกับนักเรียน 19 ประเทศ พบว่า นักเรียนจะปฏิบัติงานได้ดี ในกรณีที่งานเหล่านั้น ใช้ความสามารถด้านการคิด ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) และจะปฏิบัติงานได้ดีพอสมควรเมื่อเป็นงานที่ใช้ความสามารถด้าน การคิดที่ซับซ้อนเช่น การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) การประเมิน (Evaluation)

นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984) ได้ทำการทดลองเพิ่มศักยภาพทางการคิดของนักเรียนระดับอาชีวะชั้นสูงที่เรียนช้าในเมืองออนตาริโอ ประเทศแคนนาดา ซึ่งทดลองด้วยระยะเวลานานถึง 1 ปี และ พบว่าสามารถเพิ่มศักยภาพทางการคิดและสมรรถภาพทางสมองของกลุ่มทดลองได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. การกำหนดระยะเวลาในการวิจัย
4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA
7. การดำเนินการทดลอง
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

## 1.การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวน 94 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้อง เรียน เป็นจำนวน 45 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

## 2.เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มวล น้ำหนัก
2. แรงและแรงลัพธ์
3. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล
4. การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปประยุกต์ใช้

## 3.การกำหนดระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง ทำการสอน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 45 นาที

## 4.แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 59-60 ) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

| กลุ่ม | สอบก่อน | การทดลอง | สอบหลัง |
|---|---|---|---|
| RE | $T_1$ | x | $T_2$ |

**ตารางที่** 1 แบบแผนการทดลอง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

| | | |
|---|---|---|
| RE | แทน | กลุ่มตัวอย่าง |
| $T_1$ | แทน | การทดสอบก่อนการทดลอง ( pre-test ) |
| $T_2$ | แทน | การทดสอบหลังการทดลอง ( post-test ) |
| X | แทน | การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA |

## 5.การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

1. ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
3. แบบทดสอบวัดทักษะในการคิดวิเคราะห์

## 6.ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

### 1. ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

การสร้างและหาคุณภาพชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เพื่อการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ฟิสิกส์) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544

1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ฟิสิกส์) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา

1.3 ศึกษารายละเอียดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ฟิสิกส์) ที่จะนำมาสร้างชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

1.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ และสื่อแหล่งการเรียนรู้

1.5 สร้างชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.5.1 ชื่อชุดกิจกรรม

1.5.2 สารบัญ

1.5.3 ข้อแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

1.5.4 การประเมินผลตนเองก่อนเรียน

1.5.5 โครงสร้างชุดกิจกรรม PDCA

1.5.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

1.6สร้างแบบประเมินให้มีความสอดคล้องและครอบคลุมคุณสมบัติที่ต้องการประเมินโดยใช้แบบประเมินชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นในการประเมินความสอดคล้อง และความเหมาะสมของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ซึ่งกำหนดระดับความคิดเห็นออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| คุณภาพดีมาก | ให้ | 4 คะแนน |
| คุณภาพดี | ให้ | 3 คะแนน |
| คุณภาพปานกลาง | ให้ | 2 คะแนน |
| คุณภาพควรปรับปรุง | ให้ | 1 คะแนน |

นำผลจากผู้เชี่ยวชาญมาตัดสินตามเกณฑ์ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 3.99 - 4.00 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดีมาก |
| 3.00 - 3.99 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดี |
| 2.00 - 2.99 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับปานกลาง |
| 1.00 - 1.99 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับควรปรับปรุง |

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์คุณภาพการเรียนการสอนโดยชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ต้องมี ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไปคืออยู่ในระดับดีถึงดีมาก

1.7 นำชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาเรื่องความเหมาะสมของเนื้อหาความสอดคล้องของจุดประสงค์กับกระบวนการเรียนรู้และภาษาที่ใช้ ผลการประเมินค่าเฉลี่ย ความสอดคล้องในแต่ละด้านของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ดังแสดงในตาราง

1.8 นำชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 45 คน

| ลำดับ | เรื่องประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ระดับความเหมาะสม |
|---|---|---|---|
| 1. | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง | | |
| 2. | สาระการเรียนรู้ | | |
| 3. | กิจกรรมการเรียนการสอน | | |
| 4. | การนำชุดไปใช้ | | |

**ตารางที่ 2** ตารางแสดงค่าผลการแสดงความสอดคล้องเหมาะสมของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง“แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่” ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

## 2.แบบทดสอบ

### 2.1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ดำเนินการ ดังนี้

1.ศึกษาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียนและสาระการเรียนรู้ฟิสิกส์จากหลักสูตร คู่มือครู เอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งแบ่งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้ 4 ด้าน คือ ความรู้–ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้

3.สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

4.นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ โดย ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมการวัด (IOC) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ขึ้นไป ( พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 122 – 127)

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วไปทดลองกับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 74 คน

6. ทำการตรวจสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เต ฟาน เลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่คัดเลือกไว้ ไปทดสอบกับ นักเรียนที่เรียนเรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มาแล้ว และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 74 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ –ริชาร์ดสัน
( พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 122 – 127)

8. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป จำนวน 30 ข้อ จาก 40 ข้อ

## ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

**ด้านความรู้ – ความจำ**

1. ข้อใดแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

a. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

b. วัตถุเคลื่อนที่แนวตรงด้วยอัตราเร็วคงที่

c. วัตถุเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยอัตราเร็วคงที่

คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. ข้อ a เท่านั้น 2. ข้อ b เท่านั้น

3. ข้อ a และ b 4. ข้อ a – c

( แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ หมายความว่าวัตถุจะรักษาสภาพเดิมของตนเอง คือ ก. เดิมหยุดนิ่ง ก็จะหยุดนิ่ง ข เดิมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ )

จากความรู้นี้เอง คำตอบคือ ข้อ 3.

**ด้านความเข้าใจ**

2.กฎข้อที่ 3 ของนิวตันพูดถึงแรงคู่กิริยาและปฏิกิริยา ข้อใดกล่าวถึงแรงคู่นี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>

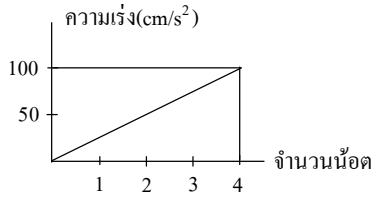
1. แรงคู่นี้เกิดที่เวลาเดียวกันและมีขนาดเท่ากัน
2. แรงคู่นี้จะต้องกระทบบนวัตถุคนละก้อน
3. แรงคู่นี้จะต้องมีทิศตรงกันข้ามเสมอ
4. แรงคู่นี้มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงกันข้าม ดังนั้นวัตถุจึงอยู่ในสภาพสมดุล

( ความรู้ในกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน กล่าวว่าทุกแรงกิริยา จะต้องมีแรงปฏิกิริยา กระทำกับวัตถุคนละก้อน แรงทั้งสองหักล้างกันไม่ได้ เกิดขึ้นทั้งในสภาวะสมดุล และระบบเคลื่อนที่ )

จากความรู้นี้เอง คำตอบคือ ข้อ 4.

**ด้านทักษะกระบวนการ**

3. ในการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง โดยใช้น้ำหนักน้อตเป็นแรงดึงให้รถทดลองเคลื่อนที่บนรางไม้ซึ่งขัดเซยแรงเสียดทาน และหาความเร่งของรถทดลองจากจุดบนแถบกระดาษที่ถูกรถดึงผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา มีการทำซ้ำจนได้ข้อมูลมากพอนำมาเขียนกราฟได้ดังรูป ถ้ารถทดลอง 1 คันมี



มวล 500 กรัม จากสถานการณ์ดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. จำนวนน้อตมีผลต่อความเร่งของวัตถุ

ข. ตัวแปรต้นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ จำนวนน้อต และตัวแปรตาม คือ ความเร่งของวัตถุ

ค. ถ้ารถทดลองมีมวลไม่คงที่ กราฟที่ได้จะเป็นไฮเปอร์โบลา

ง. ปรับความเอียงของรางไม้มากเกินไป

( จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุไม่เป็น 0 เมื่อออกแรงผลักรถเบาๆ รถจะเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ )

**ด้านการนำไปใช้**

4.ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวลมากกว่าโลก 3 เท่า แต่รัศมีเป็นหนึ่งในสี่ของรัศมีโลกค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง ที่ผิวของดาวเคราะห์ดวงนั้นจะเป็นกี่เท่าของที่ผิวโลก

1. 22 2. 48 3. 56 4.74

(จากสูตร $F = Gm_1m_2 / R^2$ พบว่าค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงแปรผันโดยตรงกับมวล และแปรผกผันกับรัศมียกกำลังสอง และการแก้สมการ)

จากความรู้นี้เอง คำตอบคือ ข้อ 4.

**2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์**

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ดำเนินการ ดังนี้

1.ศึกษาเทคนิคการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่างๆที่เกี่ยวกับการสร้างข้อสอบ หนังสือการวัดและการประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

2.สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ที่ประกอบด้วย 5W และ 1H ประกอบด้วย what(อะไร) where ( เมื่อไร) why (ทำไม) when(เมื่อไร) who (ใคร) และ How (อย่างไร)

3. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบในเรื่องของสถานการณ์ ภาษา คำถาม เนื้อหา เพื่อแก้ไขปรับปรุงโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.66 ขึ้นไป และการหาคุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ใช้วิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ ( Whitney and sabers )

4.แก้ไขปรับปรุงข้อสอบและนำไปทดสอบกับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 2 ห้องเรียน

5. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6. ตรวจผลการทดสอบด้านการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

**7. การดำเนินการทดลอง**

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. สุ่มเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม) เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้อง เรียน เป็นจำนวน 45 คน

2.ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. ดำเนินการการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามขั้นตอนที่ระบุแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5. ตรวจสอบผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แล้วหาค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

## 8. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

จากสูตร $$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากสูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.1.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance )

จากสูตร $$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ $S^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

7.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{\text{N}}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 131)

7.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

จากสูตร $$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ $r_{tt}$ แทน ค่าความชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

$$= \frac{\text{จำนวนของคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

= 1 – p

$S_t^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

### 7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

7.3.1 ใช้ค่าสถิติ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังการใช้ชุดกิจกรรม โดยใช้ t – test Dependent (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{(n\sum D^2 - (\sum D)^2)}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าใช้ในการพิจารณา t – test Dependent

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม

$\sum D^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| N | แทน | ประชากรกลุ่มเป้าหมาย |
| $\overline{X}$ | แทน | ค่าคะแนนเฉลี่ย |
| $S^2$ | แทน | ค่าความแปรปรวนของคะแนน |
| $\sum D$ | แทน | ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม |
| $\left[\sum D\right]^2$ | แทน | ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม |
| t | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงค่าที (t – distribution) |

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ก่อนเรียนและหลังเรียน

**ตาราง 3** เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ก่อนเรียนและหลังเรียน

| การทดลอง | N | $\overline{X}$ | $S^2$ | $\sum D$ | $\sum D^2$ | T |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *ก่อนเรียน* | 45 | 19.35 | 7.90 | 282 | 2267 | 16.67 * |
| *หลังเรียน* | 45 | 25.64 | 12.19 | | | |

$t_{(.05,44)} = 1.68$

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นั่น คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

**ตาราง4** เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ก่อนเรียนและหลังเรียน

| การทดลอง | N | $\overline{X}$ | $S^2$ | $\sum D$ | $\sum D^2$ | t |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *ก่อนเรียน* | 45 | 14.42 | 4.25 | 248 | 1576 | 16.93 * |
| *หลังเรียน* | 45 | 20.00 | 3.82 | | | |

$t_{(.05,44)} = 1.68$

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นั่นคือ ผลการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA สูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียน แผนผังมโนมติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2

# บทที่ 5
# สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA สาระการเรียนรู้ เรื่อง แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

## จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

## สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1.นักเรียนที่เรียนรู้จากชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.นักเรียนที่เรียนรู้จากชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

**ประชากร**

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวน 94 คน

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้อง เรียน เป็นจำนวน 45 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

## เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

## เครื่องมือการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เรื่อง แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีค่าความเชื่อมั่น 0.82

3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เป็นชนิดแบบอัตนัย 6 ข้อหลัก ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีค่าความเชื่อมั่น 0.88

## วิธีดำเนินการทดลอง

1. ดำเนินการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้อง เรียน เป็นจำนวน 45 คน

2. เตรียมการจัดการเรียนการสอนโดยแนะนำวิธีเรียนและบทบาทของครูและนักเรียน

3.ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ กับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

4. ดำเนินการจัดตามระยะเวลาที่กำหนดในแต่ละกิจกรรม

5. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

6. ตรวจผลการทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t – test dependent samples

## สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1.ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA โดยให้นักเรียนได้แสดงความคิด ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนออกมา ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของความคิดที่ได้ในแต่ละเรื่อง สามารถจัดระบบความคิดความเข้าใจที่มีต่อบทเรียนได้เป็นอย่างดี โดยมีด้วยกระบวนการแบบ PDCA ได้แก่ ขั้นวางแผน (P = Plan) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA และนำเอาข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมี

ความหมายเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการคิด การสรุปองค์ความรู้ ขั้นปฏิบัติ (D =do) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA และนำเอาข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมาย ขั้นตรวจสอบ (C = Check)ปรับปรุง พัฒนาแก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งได้ฝึกทักษะการประชาสัมพันธ์ ขั้นปรับปรุงแก้ไข ( A = Action) ชิ้นสุดท้ายก่อนนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน และเผยแพร่โดยเขียนออกมาในรูปของแผนผังมโนมติ มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างนักเรียนในชั้นเรียน

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCAอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2 อภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในหลักการด้วยตนเอง เน้นพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบภายใต้หลักการที่เป็น

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการศึกษาต่อไปนี้

1. การนำชุดกิจกรรมไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับชุดกิจกรรมและลองทำแบบฝึกหัดทุกข้อเพื่อหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม

2. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเพื่อทำความเข้าใจกับชุดกิจกรรมในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ

3. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอให้ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีทักษะในการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมยิ่งขึ้น และยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ช่วยเหลือซึ่งกันและกันและนอกจากนั้นยังเป็นการปลูกฝังลักษณะนิสัยให้มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). *การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด: แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. (2536). *กระบวนการเขียนชุดแผนการสอน*. เชียงใหม่ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กัลยา สุวรรณแสง. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เกศณีย์ ไทยถานันดร์. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ ด้านการคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบการเขียนผังมโนมติ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิต นวนแก้ว. (2532). *ผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนอมพิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

จิรพรรณ์ ทองเขียว. (2543). *การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จีรนันท์ วัชรกุล. (2546). *ผลการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์.ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

ชลสีต์ จันทาสี. (2543). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2525). *เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทิศนา แขมมณี. (2534). *คู่มือครูรูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงไชย ต้นทัพไทย. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และค่านิยมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธัญญะ บุปพเวส และคณะ. (2534). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นวลจิต เชากีรติพงศ์. (2537, ตุลาคม – ธันวาคม). *ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. การพัฒนาหลักสูตร*. 14(119): 6.

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์. (2541). *การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นิภาภรณ์ แสงดี. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสัจกับการสอนตามคู่มือครูการสอนของหน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า; และ จิต นวนแก้ว. (2542). *การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ. *การวิจัยทางการศึกษา*. 19 (3): 1820.

วิไลพร คำเพราะ. (2539). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). *รายงานการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2517). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

สุวิทย์ มูลคำ; อรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธการสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนการพิมพ์.

เสงี่ยม ไตรัตน์. (2546, มิถุนายน – ตุลาคม). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร*.

Ausubel, david P. (1968). *Educational Psychology*. New York: A Cognitive View : Holt Rinchart and Winston.

Bassmajian, Ronald Keith. (1978, July). The Relationship Between Piagetian Cognitive Maturity and Schoastic Success of Students Enrolled in Audio-Tutorial Biology Program. *Dissertation Abstracts International*. 39(7): 210 – 4.

Berger, M.C. (1984, September). Critical Thinking Ability and Nursing Student. *Journal of Nursing Education*. 33: 306 – 308.

Bloom, Benjarmin S. (1958). *Taxonomy of Education objective Hand book I : Cognitive Domain*. New York: David Mac Kay Company, Inc.

----------. (1979). *Taxonomy of Education objective*. London: Longman Group.

Bruner, J. S.; Goodnow, J. J. & Austin, G.A. (1956). *A Study of Thinking*. New York:

Wiley.

Bruner, Jercme. S. (1966). *Studies in Cognitive Growth : Collaboration at the Center For Cognitive Studies*. New York: John Wily and Sons.

Collins, O.W. (1990, March). The Impact of Computer – Assisted Instruction Upon Student Achievement in Magnet School. *Dissertation Abstract International*. 50: 2783 – A.

Dewey , J. (1933). *How We Think*. New York: D.C. Health Company.

Ennis, Robert H. (1985 ). A logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill. *Education Leadership*. 45 – 48.

Gagne, Robert M. (1997). *The Condition of Learning*. 3rd ed. New York: Holt, Reinhart and Wingston, Inc.

Good, Carter V. (1959). *Dictionary of Education*. Edited by Good Carter V. New York: Mc Graw – Hill Company.

----------. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mc Graw – Hill Book Company.

Guilford , J.P. (1967). The *Nature of Human Intelligence*. New York: Mc Graw Hill.

Hilgard, E.R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York: Harcourt, Brace and World Inc.

Houston, R. W. ; & Howsam, R. Bb. (1972). *Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules College of Education*. Texas: University of Houston.

Klausmeir, H. J.; & Ripple, R.E. (1971). *Learning and Human Abilities*. New York: Harper and Row, Publishers, Inc.

Klienman, Gladys S. (1936, March). General Science Teacher Questions, Pupiland Teacher Behavior and Pupils Understanding of Science. *Dissertation Abstracts International*. 25(17): 5153 – 4A.

Krulik, S. ;& and Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem, Solving : A Hand Book for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

- แบบประเมินชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดคิดวิเคราะห์ทางการเรียนชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง”แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”
- ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
- แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

**แบบประเมินชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”**
**ของกลุ่มทดลอง : ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”**

โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

---

**คำชี้แจง**

1. การประเมินชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่” เพื่อวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของชุด ซึ่งพิจารณารายละเอียดดังนี้

1.1 ความเหมาะสมและความสอดคล้องของชุดต่อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือจุดประสงค์

1.2 ความเหมาะสมสอดคล้องสาระการเรียนรู้ภายในชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”

1.3 กิจกรรมการสอนภายในชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”

1.4 นำชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่” ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. การลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

4 = มีความสอดคล้องเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

3 = มีความสอดคล้องเหมาะสมอยู่ในระดับดี

2 = มีความสอดคล้องเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้

1 = ไม่มีความสอดคล้อง ไม่มีความเหมาะสมในการนำชุดไปใช้

3. เมื่อพิจารณาแล้วทำเครื่องหมาย / ลงในแบบประเมิน

**********

**ตาราง1** บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”

| ที่ | รายการ | ระดับความสอดคล้องเหมาะสม | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | มากที่สุด | มาก | พอใช้ | ไม่เหมาะสม |
| 1. | จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง | | | | |
| | 1.1 เนื้อหาสาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA | | | | |
| | 1.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับ มาตราฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง | | | | |
| | 1.3 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์ของชุดกิจกรรมด้วยตนเอง | | | | |
| | 1.4 กิจกรรมในชุดสอดคล้องกับมาตราฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง | | | | |
| 2. | เนื้อหา สาระการเรียนรู้ | | | | |
| | 2.1 ปริมาณเนื้อเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้ 5 | | | | |
| | 2.2 คำถาม มีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียน | | | | |
| | 2.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรม การสอน | | | | |
| | 2.4 ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสม ต่อการเรียน | | | | |
| | 2.5 ภาพประกอบที่ใช้มีความเหมาะสมน่าสนใจ | | | | |
| | 2.6 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | | | | |
| | 2.7 เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุมเนื้อหา มีความน่าสนใจ | | | | |
| | 2.8 ชุดกิจกรรมมีการกำหนดจุดประสงค์ และวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างชัดเจน | | | | |
| 3. | กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | |
| | 3.1 กิจกรรมการเรียนการสอนน่าสนใจ | | | | |
| | 3.2 ลำดับเนื้อหามีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง | | | | |
| | 3.3 กิจกรรม ในชุดมีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน | | | | |
| | 3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน | | | | |
| | 3.5 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ | | | | |

**ตาราง1** (ต่อ)

| ที่ | รายการ | ระดับความสอดคล้องเหมาะสม | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **มากที่สุด** | **มาก** | **พอใช้** | **ไม่เหมาะสม** |
| | 3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความคิดเห็น อย่างอิสระ | | | | |
| | 3.7 ในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ใช้กระบวนการฝึกแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมความรอบรู้ | | | | |
| 4 | การนำไปใช้ | | | | |
| | 4.1 ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เหมาะสมต่อการนำไปใช้ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 | | | | |
| | 4.2 ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA มีความสะดวกต่อการนำไปใช้ สำหรับครูผู้สอน | | | | |
| | 4.3 ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA สามารถฝึกทักษะการเรียนรู้ และสามารถให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง | | | | |
| | 4.4 ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เป็นชุดสะดวกต่อการนำไปใช้ของอาจารย์และนักเรียน | | | | |
| | 4.5 มีวิธีการอธิบายการใช้ชุดให้กับนักเรียนอย่างชัดเจนผู้เรียนสามารถนำไปใช้เรียนได้ | | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ผู้เชี่ยวชาญ

.....

...../...../.....

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA
เรื่อง"แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่"

โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

---

**คำชี้แจง**

1. การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เพื่อวิเคราะห์หาค่า IC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินได้ดังนี้

1.1 ความชัดเจนของคำถาม

1.2 ความเหมาะสมของตัวเลือก

1.3 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์

1.4 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และมีความชัดเจน ของข้อคำถาม สอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวเลือกมีความเหมาะสม

0 = เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และมีความชัดเจน ของข้อคำถาม สอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวเลือกมีความเหมาะสม

-1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น ไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่มีความชัดเจน ของข้อคำถาม ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวเลือกไม่มีความเหมาะสม

**********

**ตาราง** บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

| ข้อที่ | ระดับความเห็น | | | ข้อที่ | ระดับความเห็น | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | +1 | 0 | -1 | | +1 | 0 | -1 |
| 1 | | | | 21 | | | |
| 2 | | | | 22 | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | | 23 | | | |
| 4 | | | | 24 | | | |
| 5 | | | | 25 | | | |
| 6 | | | | 26 | | | |
| 7 | | | | 27 | | | |
| 8 | | | | 28 | | | |
| 9 | | | | 29 | | | |
| 10 | | | | 30 | | | |
| 11 | | | | 31 | | | |
| 12 | | | | 32 | | | |
| 13 | | | | 33 | | | |
| 14 | | | | 34 | | | |
| 15 | | | | 35 | | | |
| 16 | | | | 36 | | | |
| 17 | | | | 37 | | | |
| 18 | | | | 38 | | | |
| 19 | | | | 39 | | | |
| 20 | | | | 40 | | | |

ผู้เชี่ยวชาญ

.....

...../...../.....

**แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะคิดวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA**
**เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่”**

โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

---

**คำชี้แจง**

1. การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA เพื่อวิเคราะห์หาค่า IC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินได้ดังนี้

1.1 ความชัดเจนของคำถาม

1.2 ความสอดคล้องกับทักษะที่ต้องการวัด

1.3 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์

2. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดทักษะการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ ที่ต้องการวัด มีความชัดเจน ของข้อคำถามและมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 = เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดทักษะการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ที่ต้องการวัด มีความชัดเจน ของข้อคำถามและมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น ไม่สามารถวัดทักษะการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ ที่ต้องการวัด มีไม่มีความชัดเจน ของข้อคำถามและไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

**********

**ตาราง** บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินการประเมินแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางวิชาฟิสิกส์

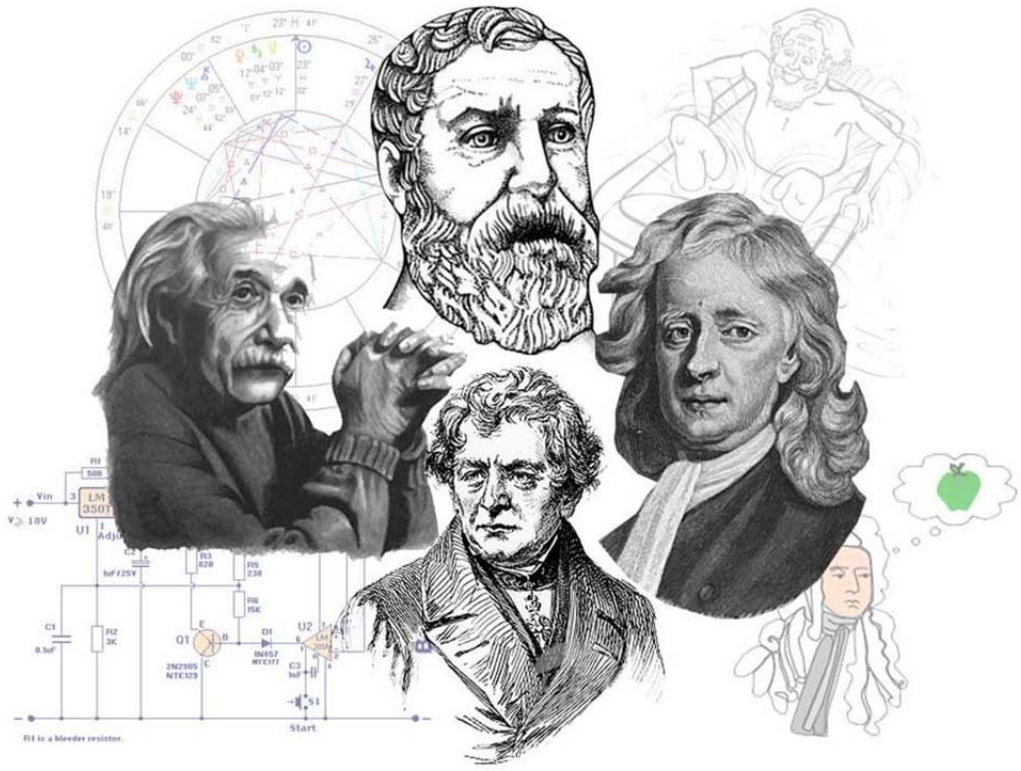
| ข้อที่ | ระดับความคิดเห็น | | |
|---|---|---|---|
| | +1 | 0 | -1 |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |

ผู้เชี่ยวชาญ

.....

# ชุดกิจกรรม PDCA

## เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน



**รายวิชา ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

**ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....**

**โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)**

# คำนำ

ชุดกิจกรรมPDCA เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ในส่วนของเนื้อหาเรียบเรียงขึ้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์ ว 40201 ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เน้นการให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ด้วยตนเองจึงได้เรียบเรียงเนื้อหาให้กระชับและน่าสนใจและนอกจากนี้ยังได้แทรกรูปภาพและคำถามชวนคิดไว้ตลอดทำให้ไม่เบื่อในการอ่านและทำกิจกรรม

ผู้จัดทำชุดกิจกรรมเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารชุดนี้จะมีประโยชน์ในการเรียนรู้เนื้อหาตามหลักสูตร นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการอ่าน ทักษะการคิด และทักษะการเขียน และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทุกด้านในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

อ.เกริก ศักดิ์สุภาพ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

# สารบัญ

**หัวข้อ** **หน้า**

มวล น้ำหนัก .....
แรง และแรงลัพธ์.....
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน .....
กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล.....
การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้.....

มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ

# เนื้อหาชุดกิจกรรมฟิสิกส์
# เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดกิจกรรม PDCA เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 มวล น้ำหนัก

หน่วยที่ 2 แรง และแรงลัพธ์ ( Force and Net force )

หน่วยที่ 3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

หน่วยที่ 4 การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

เซอร์ไอแซค นิวตัน ซึ่งมีชีวิตอยู่ระหว่างปีค.ศ.1642-1727 เป็นผู้ค้นพบกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยอาศัยคณิตศาสตร์ของแคลคูลัสที่เขาเป็นผู้ค้นพบเช่นเดียวกัน

นิวตันเป็นทั้งนักฟิสิกส์ นักดาราศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่สุดคนหนึ่งของโลก

ใช้เวลาเรียน 14 ชั่วโมง

## ข้อแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบและทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจึงได้จัดการฝึกให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบโดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. ขั้น P เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจว่าในเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้นั้นมีสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง อย่างไร ซึ่งในขั้นนี้มีหน่วยย่อยคือ ขั้นส่งเสริมความรู้ เป็นตัวหลักในการดำเนินกิจกรรมนี้

2. ขั้น D เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญ ซึ่งในขั้นนี้มีหน่วยย่อยคือ ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์ต่อสังคม เป็นตัวหลักในการดำเนินกิจกรรมนี้

3. ขั้น C เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้มีการตรวจสอบความรู้ความสามารถหลังจากได้มีการศึกษา และหลังปฏิบัติแล้ว เพื่อที่จะได้แก้ไขและปรับปรุงข้อผิดพลาด ขั้นนี้กิจกรรมย่อย คือช่วยกันคิดช่วยกันทำ

4. ขั้น A เป็นขั้นที่เมื่อมีการตรวจสอบหาข้อบกพร่องแล้วแก้ไขจนเป็นที่เข้าใจแล้ว ก็นำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง และผู้อื่นได้ ขั้นนี้กิจกรรมย่อยคือ ขั้นพัฒนาและเผยแพร่ผลงานเป็นตัวหลักในการดำเนินกิจกรรมนี้

นักเรียนจะได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่หลากหลายซึ่งในชุดกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดในระดับขั้นสูงคือการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้เยาวชนของชาติมีความก้าวไกลตามประเทศต่างๆของโลกได้เรียนรู้และมุ่งหวังให้นักเรียนเป็นผู้มีสมรรถนะ(ความสามารถ) ทางฟิสิกส์ 3 ด้าน ได้แก่

1. มีความสามารถในด้านการรอบรู้

2. มีความสามารถด้านปฏิบัติการ

3. มีความสามารถด้านการพัฒนาคุณลักษณะการค้นคว้าหาความรู้โดยการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมได้จัดลำดับขั้นตอนที่เน้นการเพิ่มพูนประสบการณ์ทางการส่งเสริมความรอบรู้ ส่งเสริมการปฏิบัติการดี มีประโยชน์ต่อสังคม และ ส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ผลงาน

# วิธีการศึกษาชุดกิจกรรม

**วิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นี้**

1. อ่านทำความเข้าใจข้อแนะนำการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมนี้ให้ชัดเจน
2. สร้างความรู้สึกที่ดีให้กับตนเอง ว่าเราเป็นผู้มีความสามารถ และพร้อมที่จะเรียนรู้ทุกสิ่งที่สร้างสรรค์
3. มีความเป็นอิสระที่จะเรียนรู้ตามกิจกรรมที่เตรียมไว้ให้ในชุดกิจกรรม
4. อ่าน คิด เขียน ปฏิบัติ อย่างรอบคอบในทุกกิจกรรม
5. ใช้เวลาในการเรียนรู้อย่างคุ้มค่า เพื่อทำให้ตนเองมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น
6. ตระหนักอยู่เสมอว่าจะเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อนำมาพัฒนาตนเองและพัฒนาสังคม
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหาเกิดขึ้นให้นักเรียนจดข้อสงสัยไว้แล้วถามครูผู้สอนในภายหลัง

**การเตรียมตัวเพื่อการศึกษาด้วยตนเอง**

นักเรียนควรมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพิ่มเติม เช่น อินเตอร์เน็ต เป็นต้น

**การศึกษาเอกสารการสอน**

1. การอ่านเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ควรอ่านโดยละเอียดรอบคอบ ขีดเส้นใต้ในส่วนที่ต้องการเน้น ในระหว่างเนื้อหาจะมีคำถามแทรกอยู่ตลอดให้นักเรียนตอบคำถามไปพร้อมๆ กับการเรียนรู้พยายามตอบทุกข้อและนักเรียนให้คะแนนตนเองในแต่ละคำตอบด้วย โดยนักเรียนประเมินเองว่าคำตอบของตนเองควรจะได้คะแนนเท่าใด แล้วครูผู้สอนจะตรวจสอบให้คะแนนอีกครั้งตามเกณฑ์การตอบในแต่ละข้อ
2. นักเรียนสามารถทราบคำตอบของแบบประเมินตนเองก่อนเรียน – หลังเรียน และกิจกรรมคำถามระหว่างเรียนได้เมื่อมีการอภิปรายบทเรียนร่วมกับครูผู้สอน (เฉลยเป็นแค่แนวการตอบเท่านั้น นักเรียนควรอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาและคิดวิเคราะห์แล้วตอบคำถามให้ได้ดีกว่านั้น)

***** ขอให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข ****

# ชุดกิจกรรมฟิสิกส์PDCA

**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง**

1. **ด้านการส่งเสริมความรอบรู้(ขั้น** P)

    1.1 เข้าใจความหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

    1.2 สามารถสรุปเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. **ด้านการปฏิบัติการดี มีประโยชน์ต่อสังคม(ขั้น** D **และ** C)

    2.1 มีทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

    2.2 มีการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์

    2.3 ทำกิจกรรมและการทดลองของหน่วยการเรียนรู้

    2.4 ฝึกบูรณาการความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้

3. **ด้านการพัฒนา และเผยแพร่ผลงาน(ขั้น** A)

    3.1 ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขผลงานด้วยตนเองได้

    3.2 ฝึกเขียนคำถามเพื่อให้ผู้อื่นตอบคำถามได้อย่างหลากหลาย

    3.3 ฝึกประเมินผลงานของตนเองและของผู้อื่นได้

**การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้**

1. กระบวนการทำงาน
2. การแสดงความคิดเห็นจากการปฏิบัติกิจกรรม
3. ผลงาน / ชิ้นงาน
4. ผลการประเมินตนเอง และประเมินผู้อื่น

**ขั้น P เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

## หน่วยที่ 1 : เรื่อง มวล น้ำหนัก

### มวล ( Mass)

**หน่วยที่ 1 มวล** (mass)

**มวล** หมายถึงสมบัติของวัตถุที่ต้านต่อการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะสามารถต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้มาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะสามารถต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้น้อยเช่นวัตถุที่อยู่นิ่ง มีมวลมากจะทำให้เคลื่อนที่จะทำได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ทำนองเดียวกันวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีมวลมากจะทำให้หยุดนิ่งได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย มวลจึงมีสมบัติคล้ายกับความเฉื่อย

**ข้อควรรู้เพิ่มเติม**

เรานิยามกล่าวถึงมวลใน 2 ลักษณะ คือ

1.**มวลแห่งความเฉื่อย** (inertial mass ) เป็นค่ามวลของวัตถุที่พิจารณาได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

2.**มวลแห่งความโน้มถ่วง** (gravitational mass) เป็นค่ามวลที่พิจารณาได้จากการชั่งหาขนาดของน้ำหนักของวัตถุเทียบกับค่ามวลมาตรฐาน (standard mass)

ในการศึกษาระดับนี้เราถือว่ามวลมีคงที่ แต่จากการศึกษาระดับสูงขึ้น ในปัจจุบันนักฟิสิกส์เชื่อกันว่า ถ้ามวลมีอัตราเร็วมากๆ มวลของวัตถุจะมากขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะขณะที่มวลมีความเร็วเข้าใกล้แสง มวลของวัตถุจะมีค่าเข้าใกล้อนันต์ (infinity “ ∞ ”)

**ขั้น D เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้กระทำและปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้มีความรู้ความในแต่ละหน่วยการเรียนรู้นั้น**

## ใบกิจกรรมที่ 1.1

**คำชี้แจง** : นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษากิจกรรมที่ 1.1 แล้วร่วมกันทำกิจกรรมการทดลอง ตอบคำถาม และ สรุปเป็นความรู้ลงในบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 1.1

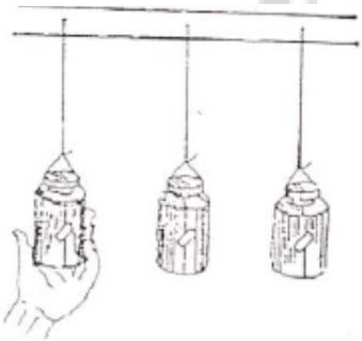
**กิจกรรมที่ 1.1 มวล**

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาความหมายของมวล

**อุปกรณ์**

1. ขวดสาธิตขนาดเท่ากันบรรจุทรายปริมาณต่างกัน และปิดกระดาษไม่ให้เห็นปริมาณทราย 3 ใบ
2. เชือก 3 เส้น

**วิธีทดลอง ชุดขวดสาธิต**



ภาพประกอบที่ 1

1. นำขวดสาธิตทั้ง 3 ใบ ผูกเชือกแขวนที่กรอบประตูหรือหน้าต่างโดยให้มีระดับความสูงเท่ากัน
2. ใช้ฝ่ามือผลักขวดสาธิตที่แขวนแต่ละใบให้เคลื่อนที่รับความรู้สึกจากฝ่ามือ แล้วบันทึกผล
3. ใช้ฝ่ามือผลักขวดสาธิตให้เคลื่อนที่แล้วใช้ฝ่ามือทำให้ขวดสาธิตแต่ละใบหยุดนิ่งรับความรู้สึกจากฝ่ามือ แล้วบันทึกผล
4. ให้นักเรียนเปิดกระดาษสังเกตปริมาณทรายในขวดทั้ง 3 ใบ

# ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.1

**คำชี้แจง** : นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม แล้วสรุปเป็นความรู้ จากนั้นช่วยกันตรวจคำตอบให้ถูกต้อง

**ตอน** ชุดขวดสาธิต

1. ใช้ฝ่ามือผลักขวดแต่ละใบให้เคลื่อนที่รับความรู้สึกที่ฝ่ามือได้อย่างไร

.....

.....

2. ใช้ฝ่ามือผลักขวดแต่ละใบให้เคลื่อนที่ ความรู้สึกขวดแต่ละใบต้านมือต่างกัน หรือไม่อย่างไร

.....

.....

3. ใช้ฝ่ามือทำให้ขวดแต่ละใบที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง รับความรู้สึกที่ฝ่ามือได้อย่างไร

.....

.....

4. ใช้ฝ่ามือทำให้ขวดแต่ละใบที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง รับความรู้สึกที่ฝ่ามือขวดแต่ละใบต้านมือต่างกันอย่างไร

.....

.....

5. ปริมาณทรายที่บรรจุในขวดสัมพันธ์กับการต้านมืออย่างไร

.....

.....

6. ถ้าการต้านมือทำให้ขวดหยุดนิ่งเคลื่อนที่ หรือขวดเคลื่อนที่ทำให้หยุดนิ่งเป็นการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนั้น การต้านสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่ามาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด

.....

.....

7. จากการทดลองทำให้ทราบความสัมพันธ์ ปริมาณทรายการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุที่หยุดนิ่ง หรือกำลังเคลื่อนที่สามารถสรุปสมบัติของมวลได้ดังนี้มวลเป็นสมบัติของวัตถุ

.....

.....

| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

# ใบกิจกรรมเนื้อหาที่ 1.1

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม แล้วสรุปเป็นความรู้

1. มวล (mass) คือ

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความเฉื่อย (inertia) คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเฉื่อยเป็นดังนี้

มวลมาก มีความเฉื่อย.....

มวลน้อย มีความเฉื่อย.....

4. มวลเป็นปริมาณ.....เพราะ.....

.....

5. หน่วยของมวลในระบบเอสไอ คือ.....

| คะแนนเต็ม 5 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

**ขั้น C เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการประเมินความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในหน่วยการเรียนหน่วยนี้

| |
|---|
| |

คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

**ขั้น A เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ไปใช้ได้และสามารถเผยแพร่ความรู้ในเรื่องนี้ให้กับชุมชมได้**

ให้นักเรียนทำกล่องความรู้ในหัวข้อ มวลและความเฉื่อย โดยต้องมีขั้นตอนในการทำอย่างไรพร้อม อธิบายมาให้เข้าใจ

| |
|---|
| |

คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

**ขั้น P เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

**น้ำหนัก ( Weight)**

**หน่วยที่ 2 น้ำหนัก** (weight)

จากการศึกษาการตกของวัตถุแบบเสรีใกล้ผิวโลก พบว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว ถ้าอาศัยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน (F = ma) อธิบาย จะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุ จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งซึ่งแรงที่มากระทำต่อวัตถุก็คือแรงดึงดูดของโลกที่มากระทำต่อวัตถุ เราอาจเรียกแรงนี้ว่า **น้ำหนัก** (W) ของวัตถุโดย

$$\vec{W} = m\vec{g} = \frac{GM_e m}{R^2} \qquad (1)$$

เมื่อ g คือ ค่าความโน้มถ่วง g =9.8 m/s$^2$

$G$ คือ ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล = 6.67 x 10$^{-11}$ N.m$^2$/kg$^2$

$M_e$ คือ มวลของโลก (กิโลกรัม)

$m$ คือ มวลของโลก (กิโลกรัม)

R คือ ระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง (เมตร)

ดังนั้น $$\vec{g} = \frac{GM_e}{R^2} \qquad (2)$$

***จะเห็นได้ว่าเรายิ่งสูงขึ้นไปจากผิวโลกมากเท่าไร จะทำให้วัตถุมีน้ำหนักลดลง เนื่องจากค่า g มีขนาดลดลงน้ำหนักของวัตถุมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของมวลและค่า g ซึ่งมวลของวัตถุมีค่าคงตัวเสมอไม่ว่าอยู่ ณ ที่ใด แต่ค่า g ณ บริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกจะมีค่าแตกต่างกันไป เช่น ที่ศูนย์สูตร g มีค่า 9.78 m/s$^2$ หรือที่ขั้วโลก g มีค่า 9.83 m/s$^2$ ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุอันเดียวกัน เมื่อชั่ง ณ สถานที่ต่างกันอาจมีค่าแตกต่างกันได้เพราะ g ต่างกัน***

โดยทั่วไปเราใช้ค่า g เท่ากับ 9.8 m/s$^2$ แต่เพื่อความสะดวกบางทีอาจใช้ค่า g เท่ากับ 10 m/s$^2$ ก็ได้

เนื่องจากในบริเวณเดียวกันค่า g จะเท่ากัน ถ้าพิจารณาวัตถุสองก้อนซึ่งแต่ละก้อนมีมวล $m_1$ และ $m_2$ ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองจะสัมพันธ์กับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุทั้งสอง คือ

ขนาดน้ำหนักของมวล $m_1$ หาได้จาก $W_1 = m_1 g$

ขนาดน้ำหนักของมวล $m_2$ หาได้จาก $W_2 = m_2 g$

จะได้ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของมวลทั้งสองเป็น

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1}{m_2} \qquad (3)$$

จะเห็นได้ว่า **อัตราส่วนระหว่างมวลของวัตถุสองก้อนจะเท่ากับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุ ทั้งสองเมื่ออยู่ในบริเวณเดียวกัน**

**สภาพไร้น้ำหนัก**

ตามความหมายของน้ำหนักที่กล่าวมาแล้ว ความเร่ง g มีความสัมพันธ์กับระยะทาง R และถ้า R มีค่ามากขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ค่า g มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แต่เราทราบว่าระยะถึงดวงจันทร์หรือดวงอาทิตย์ ก็ยังมีแรงดึงดูดของโลกอยู่

สำหรับคนที่อยู่บนดาวเทียมที่โคจรรอบโลก จะไม่รู้สึกว่ามีน้ำหนักเลย ทุกสิ่งทุกอย่างปรากฏเสมือนลอยอยู่ในดาวเทียมโดยไม่ตก เพราะทั้งวัตถุและดาวเทียมต่างมีความเร่งเท่ากัน และเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งเช่นเดียวกัน ซึ่งสภาพดังกล่าวเรียกว่า สภาพไร้น้ำหนัก ( weightlessness) หรือถ้าอยู่ในลิฟท์ที่ขาดจะตกลงด้วยความเร่ง ทุกคนที่ตกในนั้นจะตกลงด้วยความเร่งที่เท่ากับลิฟท์ ในช่วงที่กำลังก่อนถึงพื้นก็จะอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักเช่นเดียวกัน

**ขั้น D เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้กระทำและปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้มีความรู้ความในแต่ละหน่วยการเรียนรู้นั้น**

## ใบกิจกรรมที่ 1.2

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 1.2 แล้วร่วมกันทำกิจกรรมการทดลองตามคำถาม และสรุปเป็นความรู้ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.2

**กิจกรรมที่ 1.2 น้ำหนัก**

**จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความหมายของน้ำหนัก**

**อุปกรณ์**

1. ถ่ายไฟฉาย 4 ก้อน
2. ยางรัด 1 เส้น
3. ตาชั่งสปริง 1 อัน

**วิธีทดลอง**

1. นำยางรัดถ่านไปฉาย 1 ก้อน และนำมาแขวนกับขอเกี่ยว ตาชั่งสปริง แล้วอ่านค่าสเกลบันทึกผลลงในแบบบันทึกกิจกรรม
2. นำยางรัดถ่ายไฟฉาย 2 3 และ 4 ก้อน ตามลำดับ และนำมาแขวนกับขอเกี่ยวตาชั่งสปริง แล้วอ่านค่าสากลบันทึกผลลงในแบบบันทึกกิจกรรม
3. ใช้มือถือถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ยกสูงจากพื้น 1 เมตร แล้วปล่อยตก สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. ใช้มือถือถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ยกสูงจากพื้น 2 เมตร แล้วปล่อยตก สังเกตการเปลี่ยนแปลง

# ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.2

คำชี้แจง นักเรียนในกลุ่มช่วยกันบันทึกผลกิจกรรม ตอบคำถามแล้วสรุปเป็นความรู้

| ครั้งที่ | จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน) | ตำแหน่งเข็มชี้ของตาชั่งสปริง (นิวตัน) |
|---|---|---|
| 1 | 1 | |
| 2 | 2 | |
| 3 | 3 | |
| 4 | 4 | |

1. มวลของถ่านไฟฉายสัมพันธ์กับตำแหน่งเข็มชี้ของตาชั่งสปริงอย่างไร

……

……

2. เมื่อปล่อยถ่ายไฟฉายตกลงมาในแนวดิ่ง การตกของถ่านไฟฉายเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

……

……

3. จากเหตุผลทั้ง 2 ข้อ ค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงเมื่อนำถ่านไฟฉายแขวนตาขอเกี่ยว คือ ค่าอะไร

……

……

4. สรุปความหมายของน้ำหนักจากการทำกิจกรรมได้ว่าอย่างไร

……

……

| คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

# ใบกิจกรรมเนื้อหาที่ 1.2

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม แล้วสรุปเป็นความรู้ จากนั้นช่วยกันตรวจคำตอบให้ถูกต้องทุกข้อ จากเฉลยบัตรกิจกรรมเนื้อหาที่ 1.3 ข้อใดไม่ถูกต้อง แก้ไขให้ถูกต้อง

1. น้ำหนัก คือ

……

……

2. น้ำหนักของวัตถุมีค่าขึ้นกับขนาดของ

……

……

3. โดยทั่วไปค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (g) มีค่าเท่ากับ……เมตร/วินาที$^2$ ในการคำนวณใช้ค่าเท่ากับ……เมตร/วินาที$^2$

4. น้ำหนักเป็นปริมาณ……เพราะ……..

……

5. หน่วยของน้ำหนักในระบบเอสไอ คือ……...

……

6. จงเขียนบอกความแตกต่างระหว่างมวลและน้ำหนัก

| **มวล** (mass) | **น้ำหนัก** (weight ) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

**ขั้น C เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการประเมินความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในหน่วยการเรียนหน่วยนี้

| |
|---|
| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |

**ขั้น A เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ไปใช้ได้และสามารถเผยแพร่ความรู้ในเรื่องนี้ให้กับชุมชมได้**

ให้นักเรียนทำสื่อการเรียนการสอนที่อธิบายเกี่ยวกับน้ำหนัก เพื่ออธิบายให้เพื่อหรือบุคคลที่สนใจเข้าใจ

| |
|---|
| |

คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

**ขั้น P เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

## แรง ( Force)

**หน่วยที่ 2 แรง** (force)

แรงเป็นปริมาณที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งจะทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์

แทนด้วยสัญลักษณ์ $\vec{F}$

แรง มีหน่วยเป็นนิวตันในระบบ SI

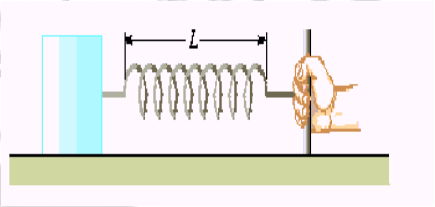
แรงที่กระทำให้วัตถุมวล 1 กิโลกรัมเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที$^2$ คือ แรง 1 กิโลกรัม.เมตร / วินาที$^2$ หรือเรียกหน่วยนี้ว่า นิวตัน(Newton,N)

**แรง 1 นิวตัน = แรง1 กิโลกรัม.เมตร/วินาที$^2$**

## ชนิดของแรง

**แรงกิริยา**( Action Force)

แรงภายนอกที่กระทำต่อวัตถุ หรือเรียกอีกอย่างว่า**แรงสัมผัส** (Contact force) คือเป็นแรงที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุก็ต่อเมื่อแหล่งกำเนิดของแรงนั้นสัมผัสกับวัตถุ ตัวอย่างของแรงสัมผัสเช่น แรงที่เท้าเตะลูกฟุตบอล แรงของมือที่ดึงสปริงให้ยืด ดังแสดงในรูปที่1 เป็นต้น




(ข)แรงที่มือดึงสปริงให้ยืดออก

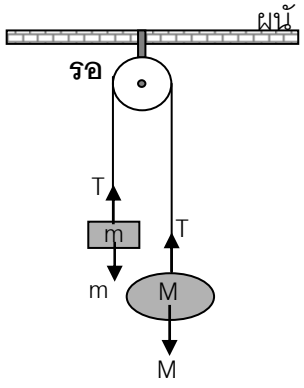
ภาพประกอบที่ 2 แสดงตัวอย่างของแรงสัมผัสที่จะให้วัตถุเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเคลื่อนที่ (ก)แรงที่เท้าเตะลูกฟุตบอล

**แรงปฏิกิริยา**( Reaction Force)

แรงปฏิกิริยา( Reaction Force) คือแรงที่โต้ตอบแรงกิริยา เป็นแรงที่เกิดขึ้นภายในวัตถุ ยกเว้นแรงปฏิกิริยาของน้ำหนักวัตถุจะอยู่นอกวัตถุ

**แรงปฏิกิริยาที่เกิดในเส้นเชือก**

แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเส้นเชือก เรียกว่า แรงตึงเชือก(Tension Force) คือแรงที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกจะต้องมีทิศทางออกจากวัตถุที่เรากำลังพิจารณาแรงกระทำเสมอ




แรงตึง $T$ เป็นแรงที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกหรือเส้นเอ็น เมื่อเส้นเชือกหรือเส้นเอ็นนั้นถูกดึงให้ตึง โดยแรงตึง $T$ มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ

1.สำหรับเส้นเชือกหรือเส้นเอ็นใดๆ ขนาดของแรงตึง $T$ จะเท่ากันตลอดทั้งเส้น

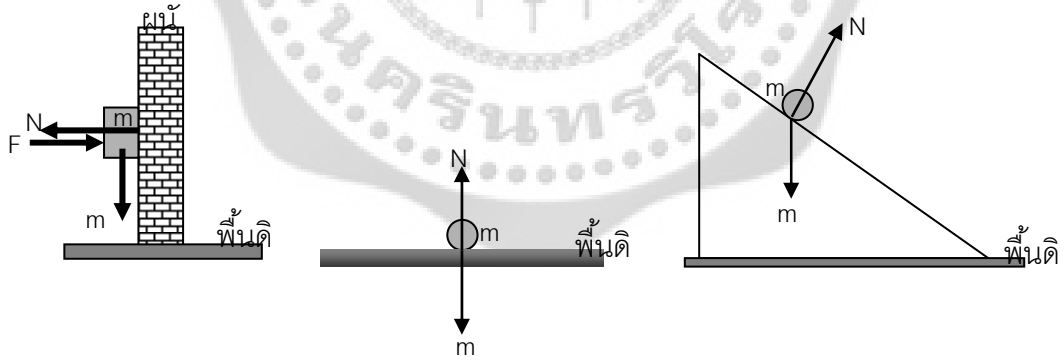
2.ทิศทางของแรงตึง $T$ จะไปตามเส้นเชือกหรือเส้นเอ็น และมีทิศออกจากวัตถุที่ถูกแรงกระทำเสมอ

ภาพประกอบที่ 3 แสดงแรงตึงเชือกต่อวัตถุ

**แรงปฏิกรยาระหวางผวสมผสของวตถุ**

แรงปฏิกิริยาระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เมื่อมวลมีการสัมผัสกัน จะเกิดแรงปฏิกิริยาระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ โดยทิศทางของแรงจะต้องตั้งฉากเข้าวัตถุที่กำลังพิจารณาแรงกระทำเสมอ

- **<u>แรงตั้งฉาก</u>** $N$ (Normal Force)

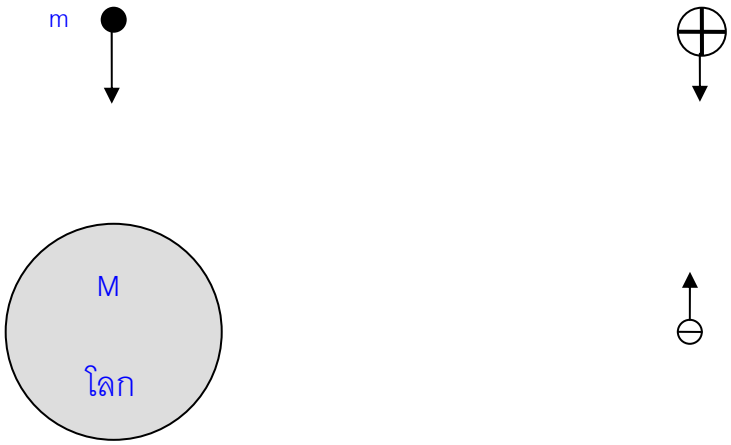



(ก) (ข) (ค)

ภาพประกอบที่ 4 แสดงแรงตั้งฉาก $N$ ในลักษณะต่างๆ โดยแรง $N$ จะตั้งฉากกับผิวที่วัตถุมวล $m$ สัมผัสอยู่เสมอ (ก) ผิวในแนวดิ่ง (ข) ผิวในแนวระดับ (ค) ผิวในแนวพื้นเอียง

**แรงสนาม** (Field force)

แรงสนามเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วมีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงความเร็วโดยผ่านสนามของแรง ในขณะที่แหล่งกำเนิดแรงจะไม่สัมผัสกับวัตถุ ตัวอย่างของแรงสนามเช่น แรงโน้มถ่วง แรงไฟฟ้าหรือแรงคูลอมบ์ ดังแสดงในรูปที่2 เป็นต้น



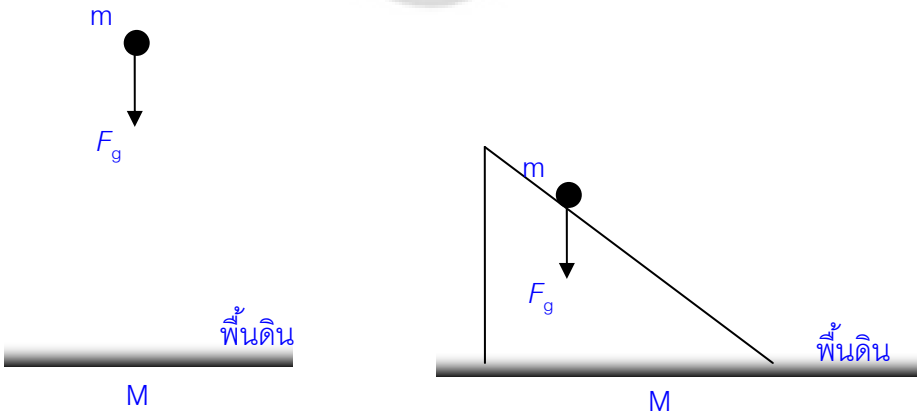

(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่ 5** แสดงตัวอย่างของแรงสนาม (ก) โลกซึ่งมีมวล m ออกแรงดึงดูดวัตถุที่มีมวล m โดยผ่านสนามของแรงโน้มถ่วง (ข) ประจุบวกและประจุลบออกแรงกระทำต่อกันโดยผ่านสนามไฟฟ้า

ในการศึกษาในระดับชั้นม.4 แรงสนามที่เกี่ยวข้องคือ**แรงโน้มถ่วง**ซึ่งเป็นแรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุที่มีมวลออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยถ้าให้ $F_g$ เป็นขนาดของแรงดังกล่าว จะได้ว่า

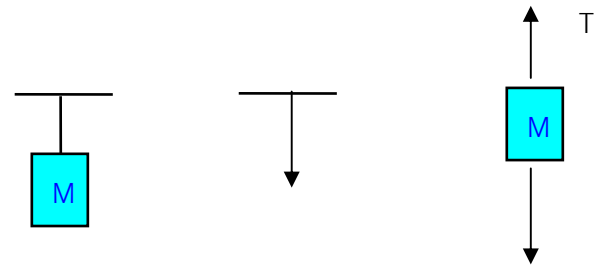
$$F_g = \frac{GMm}{R^2} = mg \qquad (4)$$

เมื่อ $g = 9.8 m/s^2$ เมตร/วินาที$^2$ ที่บริเวณใกล้ๆกับผิวโลก $M$ และ $m$ คือมวลของโลกและมวลของวัตถุตามลำดับ เนื่องจากโลกมีขนาดที่ใหญ่มากเมื่อเทียบกับวัตถุใดบนโลก ดังนั้นจึงสามารถประมาณได้ว่าวัตถุทุกชนิดจะถูกโลกดึงดูดเข้าหาจุดศูนย์กลางมวลของโลกเสมอ หรือโลกจะดึงดูดวัตถุทุกชนิดลงมาในทิศที่ตั้งฉากกับผิวโลกเสมอ ดังภาพประกอบในรูปที่ 5



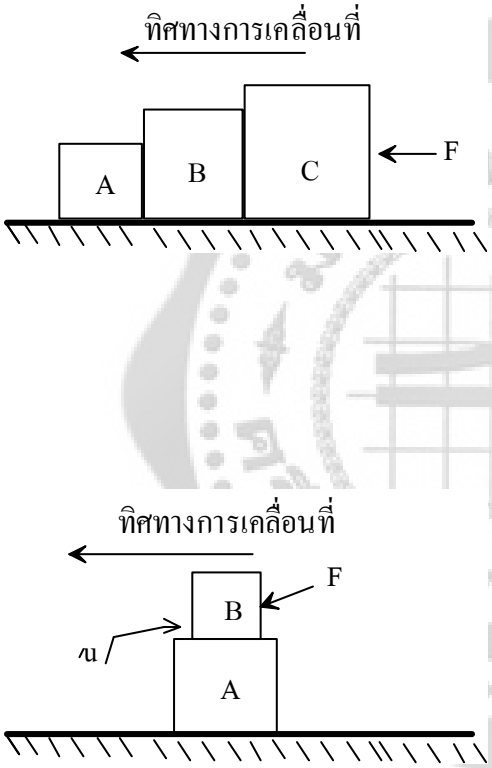

ภาพประกอบที่ 6 แสดงแรง $F_g$ ซึ่งเป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุต่างๆที่อยู่บริเวณใกล้ๆกับผิวโลก โดยแรง $F_g$ จะมีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลก ซึ่งจะตั้งฉากกับผิวของโลกเสมอ

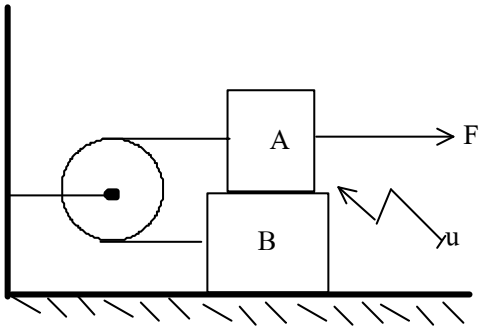
**ตัวอย่างการเขียนแรงปฏิกิริยาต่าง ๆ**




คิดแรงที่เพดาน

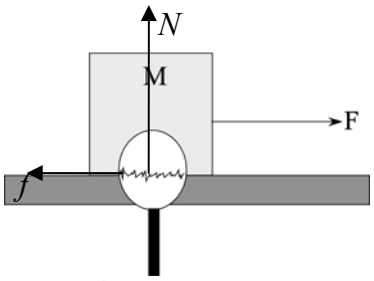
**จงเขียนแรงที่เกิดขึ้นกับวัตถุแต่ละก้อนในระบบต่อไปนี้**

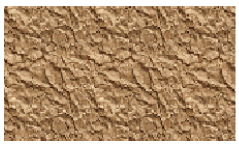


## แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน ( friction ) คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ ของพื้นผิวสองอย่างที่สัมผัสกัน มักจะเกิดตรงข้ามกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เสมอ



ผิวขรขระ

ผิวขรขระ

ภาพประกอบที่ 7 แสดงสาเหตุของการเกิดแรงเสียดทาน เมื่อวัตถุถูกทำให้เคลื่อนที่บนผิวที่มีลักษณะขรุขระ โดย (ข)แสดงลักษณะผิวที่มีความขรุขระมาก และ (ค)แสดงลักษณะผิวที่มีความขรุขระน้อย

**ชนิดของแรงเสียดทาน** แรงเสียดทาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

**แรงเสียดทานสถิต** (Static Friction)

เป็นแรงเสียดทานซึ่งเกิดจากวัตถุ 2ชนิดมาสัมผัสกัน พบว่า แรงเสียดทานที่เกิดจะมีค่าไม่คงที่ จะมีปริมาณเท่ากับแรงที่มากระทำและจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

**แรงเสียดทานจลน์** (Kinetic Friction)

เป็นแรงเสียดทานที่เกิดกับผิวของวัตถุทั้ง 2 ชนิดในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่

ขนาดของแรงเสียดทานหาได้จาก

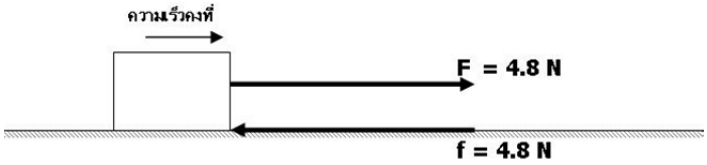
$$f = \mu N \qquad (5)$$

เมื่อ f แทน ขนาดของแรงเสียดทาน (นิวตัน)

$\mu$ แทน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (ไม่มีหน่วย)

N แทน แรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อวัตถุ (นิวตัน)

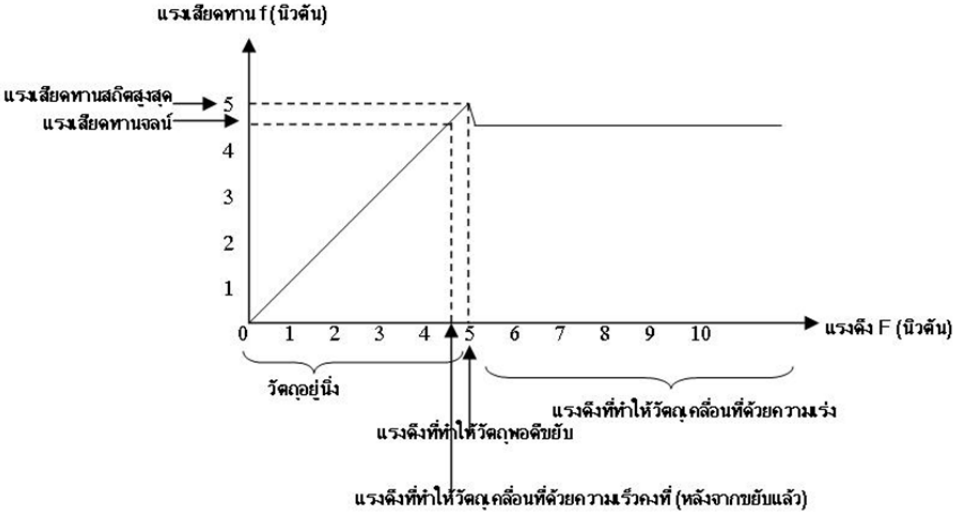
เช่น ถ้าออกแรง F = 4.8 นิวตัน ทิศไปทางขวา ดังรูปแล้ว พบว่า วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่าแรงเสียดทาน (f) เท่ากับ 4.8 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย เพื่อให้แรงลัพธ์เป็นศูนย์




ภาพประกอบที่ 8 ขนาดของแรงดึงวัตถุกับขนาดของแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

**กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงดึง**

ถ้าพิจารณาตั้งแต่ เริ่มออกแรง F ดึงวัตถุหนึ่งซึ่งอยู่นิ่ง ในตอนเริ่มต้น โดยเพิ่มขนาดของแรงให้มากขึ้นเรื่อย ๆ (แกนนอน(ขนาดของเสียดทานที่พื้นผิวหนึ่งกระทำต่อวัตถุ (f) จะเปลี่ยนแปลงดังกราฟต่อไปนี้




กราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดของแรงดึงวัตถุกับแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ

**จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงดึง**

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

เนื่องจากขนาดของแรงเสียดทานจลน์ ซึ่งมีค่าเดียว จะมีค่าน้อยกว่าขนาดของแรงเสียดทานสถิตสูงสุดเล็กน้อยเสมอ หลังจากวัตถุขยับแล้ว ถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่จะต้องลดขนาดแรงดึงลงเล็กน้อยหรือให้เท่ากับขนาดของแรงเสียดทานจลน์ จากกราฟ จะเห็นว่า ถ้าออกแรง F ดึงวัตถุที่อยู่นิ่ง โดยที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ ขนาดของแรงเสียดทานมีได้หลายค่า แต่จะมีค่าสูงสุด 1 ค่า และถ้าวัตถุขยับเคลื่อนที่แล้ว ขนาดแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุมี 1 ค่าเท่านั้น ไม่ว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร่งก็ตาม

**ขั้น D เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้กระทำและปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้มีความรู้ความในแต่ละหน่วยการเรียนรู้นั้น**

## ใบกิจกรรมที่ 1.3 แรง

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 1.3 แล้วร่วมกันทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถาม และสรุปเป็นความรู้ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.3

**กิจกรรมที่** 1.3 แรง

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาความหมายของแรง

**อุปกรณ์**

1. รถทดลอง 1 คัน 2. ลูกปิงปอง 1 ลูก

**วิธีทดลอง** อุปกรณ์ : รถทดลอง

1. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะสังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง
2. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลักหรือดันต่อไปอีกสังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง
3. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลักหรือดันด้านหน้ารถที่กำลังเคลื่อนที่โดยไม่ให้รถหยุด สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง
4. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลักหรือดันด้านหน้ารถที่กำลังเคลื่อนที่จนรถหยุดนิ่งสังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง
5. บันทึกผลลงในบันทึกผลกิจกรรม

อุปกรณ์ : ลูกปิงปอง

1. ใช้มือผลักหรือดันลูกปิงปองให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะแล้วใช้มือผลัก หรือดันด้านข้างขวามือลูกปิงปองที่กำลังเคลื่อนที่ สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง
2. ใช้มือผลักหรือดันลูกปิงปองให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะแล้วใช้มือผลัก หรือดันด้านข้างซ้ายมือลูกปิงปองที่กำลังเคลื่อนที่ สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง
3. บันทึกผลลงในบัตรบันทึกผลกิจกรรม
4. ร่วมปรึกษากันในกลุ่มสรุปความหมายของแรงจากการทำกิจกรรม และบันทึกลงในบัตรบันทึกกิจกรรม

# ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.3

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม แล้วสรุปเป็นความรู้

**บันทึกผลกิจกรรม**

**รถทดลอง**

1. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะสังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

.....

2. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลัก หรือดันต่อไปอีกสังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

3. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลัก หรือดันด้านหน้ารถที่กำลังเคลื่อนที่โดยไม่ให้รถหยุด สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

4. ใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลักหรือ ดันด้านหน้ารถที่กำลังเคลื่อนที่จนรถหยุดนิ่ง สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

5. จากการทำกิจกรรมเป็นการกระทำให้สิ่งใดของรถทดลองเปลี่ยนแปลง

.....

.....

**ลูกปิงปอง**

1. ใช้มือผลักหรือดันลูกปิงปองให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะแล้วใช้มือผลัก หรือดันด้านข้างขวามือลูกปิงปองที่กำลังเคลื่อนที่ สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

.....

.....

2. ใช้มือผลักหรือดันลูกปิงปองให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะแล้วใช้มือผลัก หรือดันด้านข้างซ้ายมือลูกปิงปองที่กำลังเคลื่อนที่ สังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

3. จากการทดลองเป็นการกระทำให้สิ่งใดของลูกปิงปองเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

4. จากการทำกิจกรรมรถทดลอง และลูกปิงปองสรุปความหมายของแรงได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

| |
|---|
| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |

# ใบกิจกรรมเนื้อหาที่ 1.3

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม

1. แรงเป็นปริมาณ.....

เพราะ.....

หน่วยของแรง .....

2. หน่วยของแรงตามระบบเอสไอ (SI) คือ .....

สัญลักษณ์หน่วยนิวตัน คือ.....

3. กิโลกรัม.เมตร/วินาที$^2$ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า.....

**แรงลัพธ์ และการหาขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์**

4. แรงลัพธ์ คือ.....

.....

5. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ตามหลักทางคณิตศาสตร์จากรูปที่กำหนดให้

ขนาดของแรงลัพธ์ = .....

.....

.....

ทิศทางของแรงลัพธ์.....

| คะแนนเต็ม 5 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

# การรวมแรง

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ การรวมแรงก็เลยใช้การรวมแบบเวกเตอร์ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี

1. โดยการวาดรูป
2. โดยการคำนวณ

**1.รวมเวกเตอร์แบบวาดรูป**

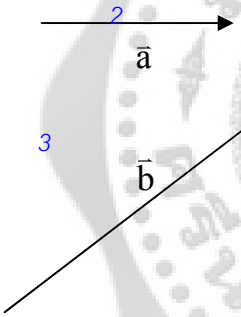
ใช้เมื่อโจทย์ให้หาเวกเตอร์ผลลัพธ์โดยกำหนดเวกเตอร์ต่าง ๆ มาเป็นสัญลักษณ์เส้นตรงที่มีหัวลูกศร

**หลักการรวมเวกเตอร์**

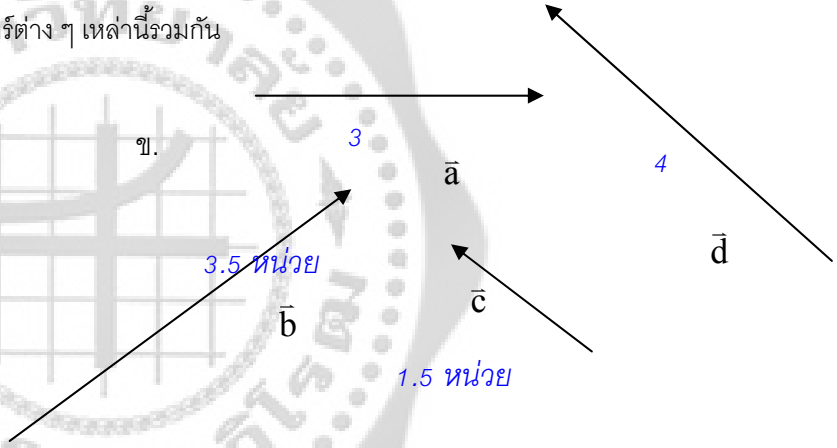
หรือหาเวกเตอร์ลัพธ์ทำได้โดยนำหางของเวกเตอร์ อันถัดไปมาต่อกับหัวของเวกเตอร์ที่มาก่อนไปเรื่อย ๆ เวกเตอร์ลัพธ์คือเวกเตอร์สุดท้ายจากจุดตั้งต้นไปจุดสุดท้าย

**ตัวอย่าง** จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้รวมกัน

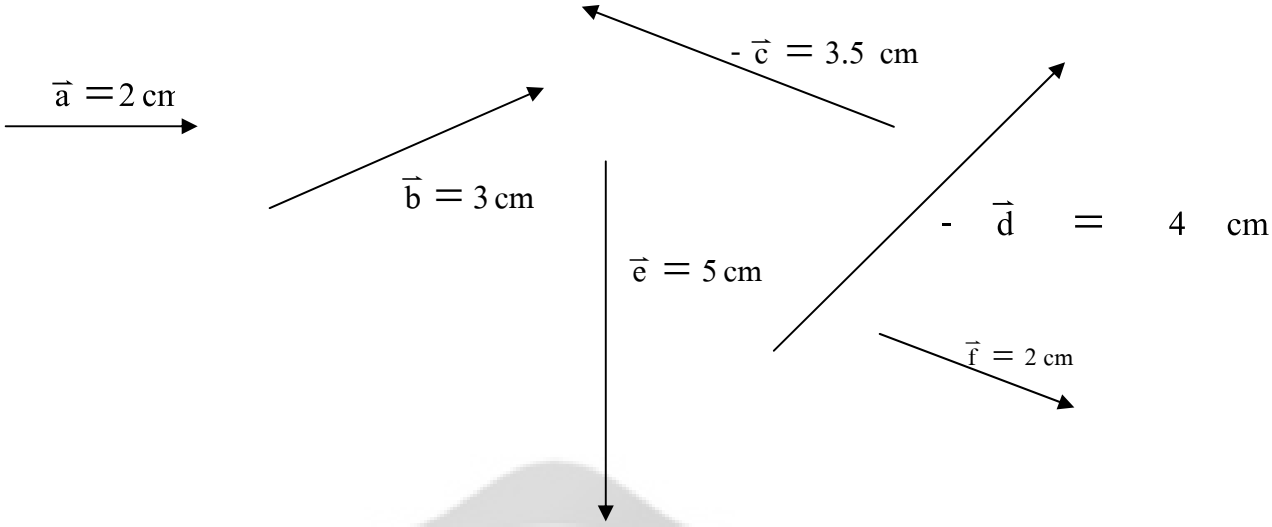
ก.




ข.



**ตัวอย่าง** จากเวกเตอร์ที่กำหนดให้ จงหาเวกเตอร์ต่อไปนี้




ก. $\vec{A} = \vec{a} + \vec{b} - \vec{c} - \vec{d} + \vec{e} + \vec{f}$

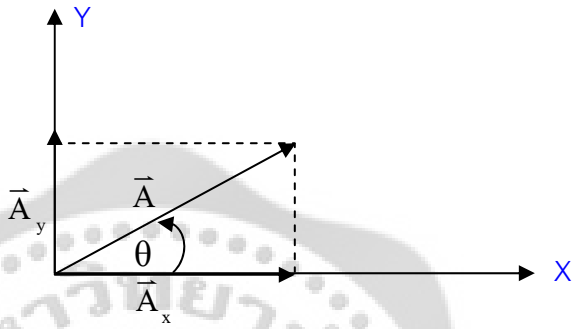
ข. $\vec{B} = \frac{\vec{a}}{2} + \vec{b} + \vec{c} - \vec{d} - \vec{e} + \vec{f}$

**2.การรวมเวกเตอร์โดยการคำนวณ**

**หลักการแยกองค์ประกอบเวกเตอร์**

เวกเตอร์ใด ๆ เช่น $\vec{A}$ สามารถแยกออกเป็น 2เวกเตอร์บวกกันได้ โดยในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะ เวกเตอร์ใด ๆ ที่สามารถเขียนในรูปผลบวกของ เวกเตอร์ 2เวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน เรียกเวกเตอร์ทั้ง สองว่าเป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ (Component of vector, $\vec{A}$ )

พิจารณาเวกเตอร์ $\vec{A}$ ที่อยู่ในระบบโคออร์ดิเนต X และ Y ดังรูป




ภาพประกอบที่ 9 **แสดงองค์ประกอบของเวกเตอร์** $\vec{A}$

จากรูป สามารถเขียนแทนเวกเตอร์ $\vec{A}$ ดังนี้

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$$

โดยที่ $\vec{A}_x$ = องค์ประกอบเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในทิศ X

$\vec{A}_y$ = องค์ประกอบเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในทิศ Y

เราสามารถเขียนองค์ประกอบเวกเตอร์ $\vec{A}$ คือ $\vec{A}_x$ และ $\vec{A}_y$ ในรูปของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ได้ดังนี้ )พิจารณาเฉพาะขนาดของเวกเตอร์(

จากรูป $\sin\theta = \frac{A_y}{A}$

***นั่นคือ*** $A_y = A\sin\theta$

และ $\cos\theta = \frac{A_x}{A}$

***นั่นคือ*** $A_x = A\cos\theta$

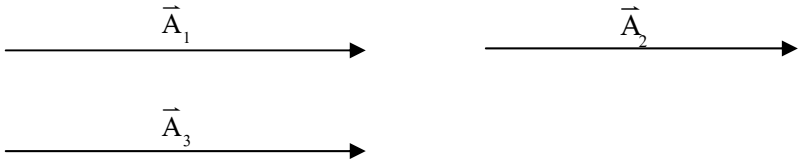
**ข้อสังเกต** เมื่อพับเวกเตอร์ $\vec{A}$ ทับมุม $\theta$ ลงมายังแกน X จะได้ $A\cos\theta$ ถ้าเบนเวกเตอร์ $\vec{A}$ ออกจากมุม $\theta$ ลงมายังแกน Y จะได้ $A\sin\theta$

**** TRICK **ชิด Cos ห่าง Sin** ******

เมื่อได้เรียนรู้หลักการแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์ใด ๆ แล้ว ต่อไปจะพิจารณาการรวมเวกเตอร์โดยการคำนวณหรือการหาสูตรการคำนวณเวกเตอร์ลัพธ์ ซึ่งจะแยกพิจารณาเป็นกรณีดังต่อไปนี้

***1. ในกรณีที่เวกเตอร์อยู่ในแนวเดียวกัน*** แบ่งเป็น 2ประเภท คือ

ก. เวกเตอร์ทั้งหลายมีทิศเดียวกัน ผลลัพธ์คือผลบวกของเวกเตอร์ย่อย




ภาพประกอบที่ 10 แสดงเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกัน

จะได้ $\Sigma\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_3$

เมื่อ $\Sigma\vec{A}$ = เวกเตอร์ลัพธ์

***นั่นคือ*** $\Sigma A = A_1 + A_2 + A_3$

มีทิศทางเดียวกับเวกเตอร์ย่อย $\vec{A}_1, \vec{A}_2, \vec{A}_3$

ข. เวกเตอร์ใด ๆ มีทิศตรงข้ามกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับผลต่างของเวกเตอร์ย่อย

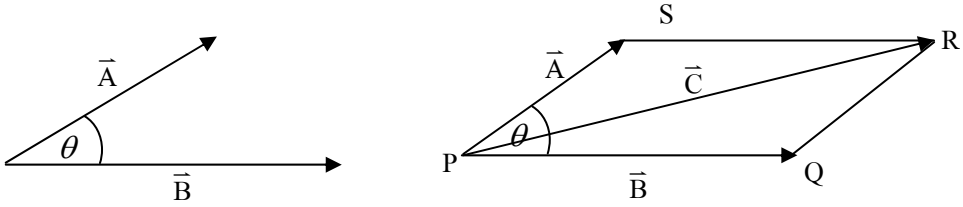
ภาพประกอบที่ 11 แสดงเวกเตอร์ที่มีทิศตรงข้ามกัน

จะได้ $\Sigma\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$

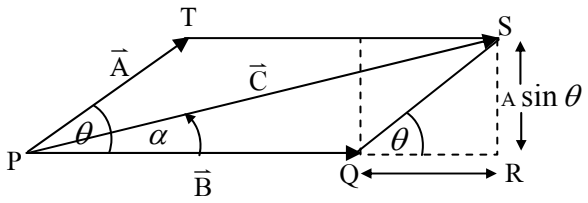
***นั่นคือ*** $\Sigma A = A_2 - A_1$ เมื่อ $A_2 > A_1$ และมีทิศตาม $\vec{A}_2$

***2 .เวกเตอร์ 2เวกเตอร์ทำมุม $\theta$ ซึ่งกันและกัน***

ในกรณีนี้สามารถสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานโดยมีเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์เป็นด้านยาวและด้านกว้างของสี่เหลี่ยมด้านขนาน จะได้เส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานเป็นเวกเตอร์ลัพธ์ ดังรูป



ภาพประกอบที่ 12 แสดงเวกเตอร์ 2เวกเตอร์ ทำมุม $\theta$ ซึ่งกันและกัน




ภาพประกอบที่ 13 แสดงการหาเวกเตอร์ $\vec{C}$

จากรูป พิจารณาสามเหลี่ยม QRS เฉพาะขนาด

$$\frac{QR}{A} = \cos\theta$$

$$\therefore \quad QR = A\cos\theta$$

และ $$\frac{SR}{A} = \sin\theta$$

$$SR = A\sin\theta$$

พิจารณาสามเหลี่ยม PRS จากทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากเราได้

$$PS^2 = PR^2 + SR^2$$

แทนค่า $$PS^2 = (B + A\cos\theta)^2 + (A\sin\theta)^2$$

$$= B^2 + A^2\cos^2\theta + 2AB\cos\theta + A^2\sin^2\theta$$

$$= A^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) + B^2 + 2AB\cos\theta$$

$$= A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta \qquad (\text{เมื่อ } \cos^2\theta + \sin^2\theta = 1)$$

$$\therefore C^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$

***นั่นคือ***

$$\boxed{C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}} \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ C = ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ $\vec{A}$ รวมกับเวกเตอร์ $\vec{B}$

และ $\theta$ = มุมระหว่าง $\vec{A}$ และ $\vec{B}$

**หาทิศทาง**

จากรูป พิจารณาสามเหลี่ยม PRS จะได้

$$\boxed{\tan\alpha = \frac{A\sin\theta}{B + A\cos\theta}} \qquad \text{.....(2)}$$

สมการที่ (1) มีชื่อเรียกว่า “กฎของโคไซน์ law of cosines

***นั่นคือ*** เวกเตอร์ลัพธ์ $\vec{C}$ ทำมุมกับ $\vec{B} = \alpha = \tan^{-1}\dfrac{A\sin\theta}{B + A\cos\theta}$

ถ้าให้ $\theta$ = $0^0$ จาก (1)

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos 0^\circ}$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB} \qquad (\cos 0^\circ = 1)$$

$$C = \sqrt{(A+B)^2}$$

$$C = A + B$$

ซึ่งก็คือกรณีที่เวกเตอร์ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ ขนานกันและมีทิศทางเดียวกันนั่นเอง

ทำนองเดียวกันถ้า $\theta$ = 180° จะได้

$$C = A - B$$

**และถ้า** $\theta$ = 90° **หรือ** $\vec{A} \perp \vec{B}$

จาก (1)

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos 90^\circ}$$

$$\boxed{C = \sqrt{A^2 + B^2}}$$

$(\cos 90^\circ = 0)$

จาก (2)

$$\tan\alpha = \frac{A\sin 90^\circ}{B + A\cos 90^\circ}$$

$$\boxed{\tan\alpha = \frac{A}{B}}$$

ซึ่งก็คือทฤษฎีของสามเหลี่ยมมุมฉากนั่นเอง

**ข้อสังเกต**

การหาแรงลัพธ์มากที่สุด และแรงลัพธ์น้อยที่สุดในกรณีมีแรงสองแรงมาต่อกันทำมุม $\theta$ ใดๆ นักเรียนมีวิธีคิดหาอย่างไร

.....

.....

.....

***กรณีมีเวกเตอร์ทำมุมกันมากกว่า 2เวกเตอร์ขึ้นไป***

การรวมเวกเตอร์ลักษณะนี้มีหลักการดังนี้ คือ

1. ตั้งแกนโคออร์ดิเนต X และ Y ตรงจุดตัดของเวกเตอร์
2. แยกองค์ประกอบของเวกเตอร์แต่ละอันเป็นองค์ประกอบทางแกน X และองค์ประกอบทางแกน Y
3. รวมองค์ประกอบทางแกน X เป็นผลรวมเวกเตอร์ทางแกน X ( $\sum \vec{A}_x$ ) และรวมองค์ประกอบทางแกน Y เป็นผลรวมเวกเตอร์ทางแกน Y ( $\sum \vec{A}_y$ )
4. หาเวกเตอร์ลัพธ์โดยคิดเสมือนว่าผลรวมเวกเตอร์ทางแกน X และผลรวมเวกเตอร์ทางแกน Y เป็นเวกเตอร์ใหม่ 2เวกเตอร์จะได้

$$\sum A = \sqrt{(\sum A_x)^2 + (\sum A_y)^2}$$ เมื่อ $\sum A$ คือผลรวมเวกเตอร์

5. หาทิศทางจาก $\tan\alpha = \dfrac{\sum A_y}{\sum A_x}$

**ขั้น C เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการประเมินความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในหน่วยการเรียนหน่วยนี้

| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

**ขั้น A เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ไปใช้ได้และสามารถเผยแพร่ความรู้ในเรื่องนี้ให้กับชุมชมได้**

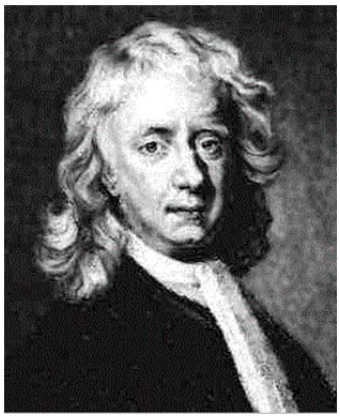
ให้นักเรียนทำสื่อการเรียนการสอนที่อธิบายเพื่ออธิบายให้เพื่อหรือบุคคลที่สนใจเข้าใจ

| |
|---|
| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |

**ขั้น P เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

## ตอนที่ 2 : เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

*(Newton's law of motion)*



Sir Isaac Newton

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะต่อไปนี้ได้อย่างถูกต้องคือ

1.การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีขนาดเล็กในระดับอะตอมซึ่งมีรัศมี $r$ ประมาณ $10^{-10}$ เมตร

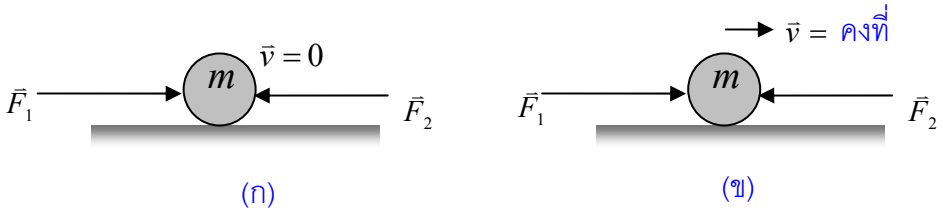
2.การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วของแสงคือ $c = 3\times10^{8}$ เมตร/วินาที

**หน่วยที่ 3**

**กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1** (Law 1 of Newton )

**กฎข้อที่ 1** ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ หมายความว่าถ้าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ วัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ การที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แสดงว่าวัตถุมีความเฉื่อย บางครั้งกฎข้อนี้จึงถูกเรียกว่ากฎของความเฉื่อย

**กฎข้อที่ 1** )กฎแห่งความเฉื่อย( *"วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ ตราบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ ตราบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำเช่นกัน"*




ภาพประกอบที่ 14 แสดงวัตถุมวล $m$ ซึ่งถูกแรงจากภายนอง 2 แรงกระทำ แล้วทำให้วัตถุ (ก) หยุดนิ่งอยู่กับที่ (ข) เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ คงที่

ถ้าวัตถุได้รับแรงลัพท์กระทำจากภายนอกเท่ากับศูนย์ วัตถุจะคงสภาพการเคลื่อนที่เดิมเอาไว้ นั่นคือ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่ วัตถุก็จะหยุดนิ่งอยู่กับที่ ส่วนในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ความเร็วคงที่ในแนวเส้นตรง วัตถุก็จะยังคงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวเส้นตรงเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ

$$\text{เมื่อ } \sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i = 0, \text{ วัตถุจะคงสภาพการเคลื่อนเดิมเอาไว้} \qquad (1)$$

รูปที่14(ก) และรูปที่14(ข) แสดงวัตถุมวล $m$ กำลังถูกแรง 2 แรงกระทำ แล้วทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ตามลำดับ ดังนั้นในกรณีทั้งสอง จะได้ว่า

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \qquad (2)$$

**ขั้น D เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้กระทำและปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้มีความรู้ความในแต่ละหน่วยการเรียนรู้นั้น**

## ใบกิจกรรมที่ 1.4

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 1.4 แล้วร่วมกันทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถาม และสรุปเป็นความรู้ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.4

**กิจกรรมที่** 1.4 กฎแห่งความเฉื่อย

**จุดประสงค์** ให้นักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

**อุปกรณ์**

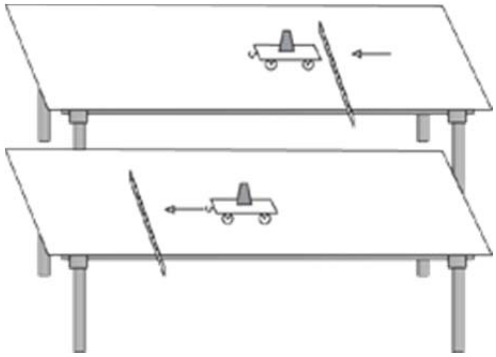
1) รถของเล่น
2) ตุ้มถ่วงน้ำหนัก 3 ก้อน
3) ไม้บรรทัด

**วิธีการทดลอง**

1.นำรถของเล่นวางบนโต๊ะ นำตุ้มน้ำหนักวางบนรถ ดังรูป แล้วใช้ไม้บรรทัดตีให้รถเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็ว สังเกตการเคลื่อนที่ของตุ้มน้ำหนัก บันทึกผลการทดลอง

2. นำรถของเล่นวางบนโต๊ะ วางตุ้มน้ำหนักบนรถ ดังรูป แล้วผลักให้รถวิ่งไปพร้อมกับตุ้มน้ำหนักโดยใช้ไม้บรรทัดกันให้รถของ เล่นหยุดกะทันหัน สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของตุ้มน้ำหนัก

3.บันทึกผลการทดลอง



ภาพประกอบที่ 15 การทดลองที่ 1.4

## ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.4

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม แล้วสรุปเป็นความรู้

**บันทึกผลกิจกรรม**

1.เมื่อนำรถของเล่นวางบนโต๊ะ นำตุ้มน้ำหนักวางบนรถ ดังรูป แล้วใช้ไม้บรรทัดตีให้รถเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็วสังเกตการเคลื่อนที่ของตุ้มน้ำหนักได้ผลอย่างไร จงอธิบาย

……

……

……

2. เมื่อใช้มือผลักหรือดันรถทดลองจากตำแหน่งหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ แล้วใช้มือผลัก หรือดันต่อไปอีกสังเกตมีอะไรเปลี่ยนแปลง

……

……

……

3. จากการทำกิจกรรมปริมาณใดที่ส่งผลให้ลูกตุ้มเกิดดการเปลี่ยนแปลง

……

……

4. จากการทำกิจกรรมสรุปความหมายของคำว่าความเฉื่อย ได้ว่าอย่างไร

……

……

……

| คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

# ใบกิจกรรมเนื้อหาที่ 1.4

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม

1. ความเฉื่อยมีสมบัติอย่างไร

.....

.....

2. กฎของความเฉื่อย หรือกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน เกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์อย่างไร

.....

.....

3.ความเฉื่อยกับมวลมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร

.....

.....

4.จงยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับกฎแห่งความเฉื่อย มา อย่างน้อย 3 เหตุการณ์

.....

.....

5. จากรูป วัตถุที่เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบไม่ลาดเอียง อัตราเร็วจะไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่จะหยุดลงในที่สุด ทั้งนี้ไม่ได้มาจากธรรมชาติของตัววัตถุเอง แต่มาจากความเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุกับพื้น

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

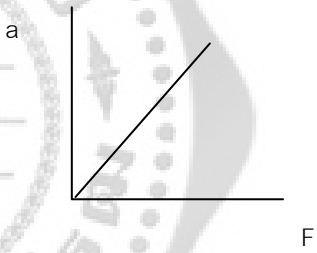
## กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

**กฎการเคลื่อนที่ข้อที่** 2 (Law 2 of Newton )

จากการศึกษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ทำให้ทราบว่า ถ้าไม่มีแรงกระทำหรือถ้ามีแรงหลายแรงมากระทำต่อวัตถุแต่แรงลัพธ์มีค่าของแรงเหล่านั้นเป็นศูนย์แล้ววัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แต่ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ ความเร็วของวัตถุอาจเพิ่มหรือลดลงหรืออาจเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ซึ่งเรียกว่า **วัตถุมีความเร่ง** ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

**<u>ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่งของวัตถุ</u>**

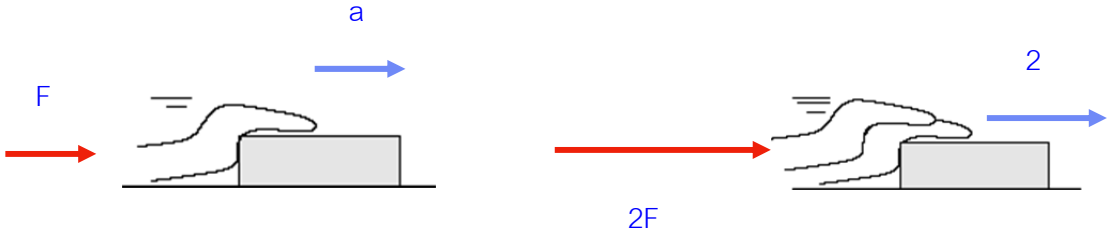
1. **เมื่อมวล m มีค่าคงตัว** ให้แรงลัพธ์ F กระทำต่อวัตถุมีค่าเปลี่ยนแปลง ทำให้ความเร่ง a ของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างแรงลัพธ์ F กับความเร่ง a จะได้กราฟ ดังรูป




จากกราฟจะได้ว่า เมื่อมวล m มีค่าคงตัว ความเร่ง a แปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ F ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

เมื่อมวล m คงตัว

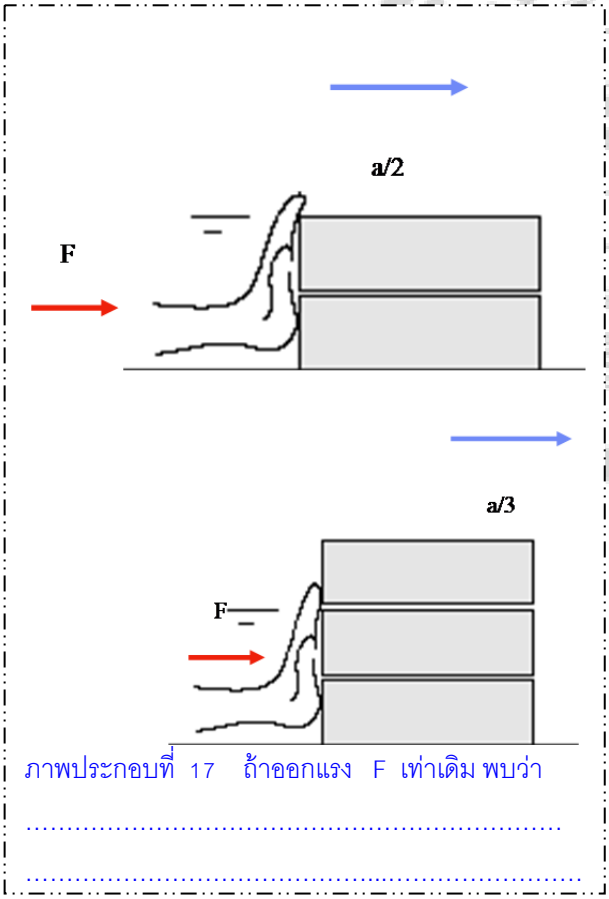
$$a \propto F \qquad \text{.... .(1)}$$




ภาพประกอบที่ 16 : แสดงว่า ความเร่งเป็นสัดส่วนตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ โดยมีทิศทางเดียวแรงที่กระทำ

**นิวตันได้สรุปเกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ว่า**

**เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันกับขนาดของแรงลัพธ์และจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ**

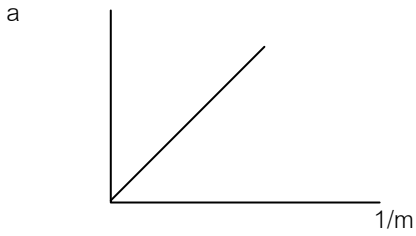



ภาพประกอบที่ 17 ถ้าออกแรง F เท่าเดิม พบว่า

.....

.....

2. **เมื่อแรงลัพธ์ F มีค่าคงตัว** เปลี่ยนมวล m ของวัตถุทำให้ ความเร่ง a ของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อนำมาเขียนกราฟระหว่างมวล m กับความเร่ง a จะได้กราฟ ดังรูป




จากกราฟจะได้ว่าขนาดของความเร่ง a แปรผกผันกับมวล m เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นแรงคงตัว ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$a \propto \frac{1}{m} \qquad \text{.... (2)}$$

เมื่อ แรง F คงตัว

จากความสัมพันธ์ (1) และ (2) ถ้าการทดลองอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกันสามารถสรุปรวมกันได้ว่า

$$a \propto \frac{F}{m}$$

หรือ $F \propto ma$

ซึ่งเขียนได้ว่า $F = kma$ .... (3)

**จากนิยาม** แรง 1 นิวตัน เป็นแรงที่ทำให้วัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที$^2$

จากสมการ (3) ถ้า F = 1 N และ m = 1 kg จะได้ว่า a = 1 m/s$^2$ นั่นคือจะได้ว่า k = 1 ดังนั้น สมการ (3) จะเขียนใหม่ได้ว่า

$$F = ma$$

หรืออาจเขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้ว่า

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

และถ้ามีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุ อาจเขียนได้ว่า

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

# ใบกิจกรรมที่ 1. 5

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 1.5 แล้วร่วมกันทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถาม และสรุปเป็นความรู้ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.5

**กิจกรรมที่ 1.5** ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับความเร่ง ที่เป็นผลมาจากแรงนั้น เมื่อมวลของวัตถุที่พิจารณามีค่าคงตัว

**อุปกรณ์**

1) ชุดการทดลองกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
2) เครื่องเคาะสัญญาณเวลาและแถบกระดาษ

**วิธีทำ**

**ตอนที่ 1**

- จัดตั้งอุปกรณ์ วางรางไม้บนโต๊ะ นำแขนรางไม้ที่มีรอกติดมาประกอบกับรางไม้ แล้วจัดปลายรางไม้ด้านที่มีรอกให้ยื่นพ้นขอบโต๊ะออกมาเล็กน้อย
- นำรถทดลองวางบนรางไม้แล้วติดปลายข้างหนึ่งของแถบกระดาษกับท้ายรถทดลอง นำปลายอีกข้างหนึ่งของแถบกระดาษสอดผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ซึ่งต่ออยู่กับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ
- ผูกสายไนลอนกับแกนเหล็กที่อยู่ด้านหน้ารถทดลองแล้วคล้องสายไนลอนผ่านรอกห้อยลงมาในแนวดิ่ง
- ผูกขอเกี่ยวโลหะที่ปลายสายไนลอน จัดให้แนวแถบกระดาษ ตัวรถ และสายไนลอนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน
- ลองผลักรถทดลองเบา ๆ ในทิศเข้าหารอกถ้ารถเคลื่อนที่ไปแล้วหยุดในทันที ให้หนุนปลายรางด้านที่อยู่ตรงข้ามกับที่ติดรอกให้สูงขึ้นเล็กน้อย แล้วลองผลักใหม่
- ทำการปรับโดยหนุนให้รางอยู่ในตำแหน่งที่เมื่อผลักเบา ๆ รถทดลองจะแล่นตามรางด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากวิธีการให้กระแสผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาแล้วตรวจสอบว่าระหว่างจุดบนแถบกระดาษเท่ากันหรือไม่
(เนื่องจาก เริ่มต้นการทดลองระบบต้องไม่มีความเร่ง)

**ตอนที่ 2** ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความเร่งกับขนาดแรงดึงเมื่อมวลวัตถุมีค่าคงตัวใช้ชุดการทดลองที่เตรียมไว้จากตอนที่ 1

- นำน๊อต 1 ตัวคล้องกับขอเกี่ยวโลหะ จับรถทดลองไว้ จัดแถบกระดาษให้เรียบร้อย
- ให้กระแสไฟผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาพร้อมกับปล่อยรถทดลองให้เคลื่อนที่
- นำแถบกระดาษที่ได้มาเขียนข้อความไว้ที่ด้านหลังว่า น๊อต 1 ตัว
- เปลี่ยนแถบกระดาษใหม่แล้วทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิม แต่เพิ่มจำนวนน๊อตเป็น 2,3,4 และ 5 ตัวตามลำดับ
- เขียนข้อความไว้ด้านหลังแถบกระดาษทุกครั้งว่า น๊อต 2 ตัว ,น๊อต 3 ตัว , น๊อต 4 ตัวและน๊อต 5 ตัว ตามลำดับ
- น๊อตที่นำมาแขวนกับขอเกี่ยวโลหะจะทำให้เกิดแรงดึงให้รถทดลองเคลื่อนที่ ถ้าให้น๊อต 1 ตัว ดึงรถทดลองด้วยแรงขนาด 1F ดังนั้น น๊อต 2 ตัว ,น๊อต 3 ตัว , น๊อต 4 ตัวและน๊อต 5 ตัวจะมีแรงดึงรถทดลองด้วยขนาด 2F , 3F , 4F และ 5F ตามลำดับ
- วิเคราะห์หาความเร่งของรถทดลองจากจุด**บนแถบกระดาษแต่ละแถบ** โดยวิธีเดียวกับการหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก บันทึกขนาดความเร่งของรถทดลอง เมื่อใช้แรงต่าง ๆ ดึงรถทดลอง
- เขียนกราฟระหว่าง แรงที่ดึงรถทดลอง F กับขนาดความเร่ง a ของรถทดลอง โดยให้ F อยู่บนแกนนอน และ a อยู่บนแกนยืน

**ตอนที่ 3** ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดความเร่งกับมวลของวัตถุ เมื่อขนาดของแรงดึงมีค่าคงตัว ใช้อุปกรณ์การทดลองที่เตรียมไว้จากตอนที่ 1

- นำน๊อต 5 ตัว คล้องกับขอเกี่ยวโลหะ จับรถทดลองไว้ จัดแถบกระดาษให้เรียบร้อย ให้กระแสไฟฟ้าผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาพร้อมกับปล่อยรถทดลองให้เคลื่อนที่
- นำแถบกระดาษมาเขียนข้อความไว้ที่ด้านหลังว่า รถ 1 คัน
- เปลี่ยนแถบกระดาษใหม่แล้วทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิม แต่เพิ่มจำนวนรถทดลองเป็น 2 , 3 , 4 และ 5 คัน ตามลำดับ เขียนข้อความไว้ด้านหลังแถบกระดาษทุกครั้งว่า รถ 2 คัน , รถ 3 คัน , รถ 4 คัน และ รถ 5 คัน ตามลำดับ รถทดลองที่นำมาเพิ่มจะทำให้มวลรถเพิ่มขึ้นด้วย
- ถ้ารถทดลอง 1 คันแทนมวล 1m ดังนั้น เมื่อใช้รถทดลอง 2 , 3 , 4 และ 5 คันมวลจะมีค่า 2m , 3m , 4m และ 5m ตามลำดับ
- วิเคราะห์หารความเร่งของรถจากจุดบนแถบกระดาษแต่ละแถบ โดยวิธีเดียวกับการหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก บันทึกขนาดความเร่งของรถทดลอง เมื่อมวลรถทดลองต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟระหว่าง มวลรถ 1/m กับขนาดความเร่ง a ของรถทดลอง โดยให้ 1/m อยู่บนแกนนอน a อยู่บนแกนยืน

# ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.5

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม แล้วสรุปเป็นความรู้

**บันทึกผลกิจกรรม**

**ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 2**

| เวลา | ความเร็ว(cm/4 ช่วงจุด) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1F | 2F | 3F | 4F | 5F |
| 3/50 | | | | | |
| 6/50 | | | | | |
| 10/50 | | | | | |
| 14/50 | | | | | |
| 18/50 | | | | | |
| 22/50 | | | | | |

| เวลา | ความเร็ว(cm/4 ช่วงจุด) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1m | 2m | 3m | 4m | 5m |
| 3/50 | | | | | |
| 6/50 | | | | | |
| 10/50 | | | | | |
| 14/50 | | | | | |
| 18/50 | | | | | |
| 22/50 | | | | | |

**ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 3**

| แรง | 1F | 2F | 3F | 4F | 5F |
|---|---|---|---|---|---|
| $a(cm/s^2)$ | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| มวล | 1m | 2m | 3m | 4m | 5m |
|---|---|---|---|---|---|
| $a(cm/s^2)$ | | | | | |
| 1/m | | | | | |
| | | | | | |

**สรุปผลการทดลองของกลุ่ม**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

# ใบกิจกรรมเนื้อหาที่ 1.5

**คำชี้แจง** นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม

1. ก่อนหนุนปลายรางไม้ให้สูงขึ้น เมื่อผลักรถทดลองเบาๆ เหตุใดรถทดลองเคลื่อนที่ไปแล้วจึงหยุด

.....

.....

.....

.....

2. การทดลองครั้งนี้ทำไมต้องชดเชยแรงเสียดทาน

.....

.....

.....

.....

3. จากลักษณะกราฟขนาดของความเร่ง a กับขนาดของแรง F มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนทราบได้อย่างไร รถทดลองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

.....

.....

.....

.....

5.จากการทดลอเวลาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงหรือส่วนกลับของมวล กับความเร่ง พบว่าบางกลุ่มเส้นกราฟตัดแกนความเร่ง a ทำไมไม่เริ่มจากจุดกำเนิด แต่ความเร่งเริ่มต้นกลับอยู่ตำแหน่งเหนือจุดกำเนิด หรืออยู่ใต้จุดกำเนิด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

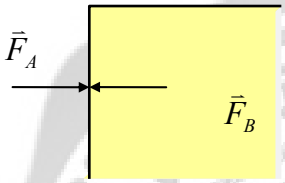
.....

| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

## กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

**กฎการเคลื่อนที่ข้อที่** 3 (Law 3 of Newton )

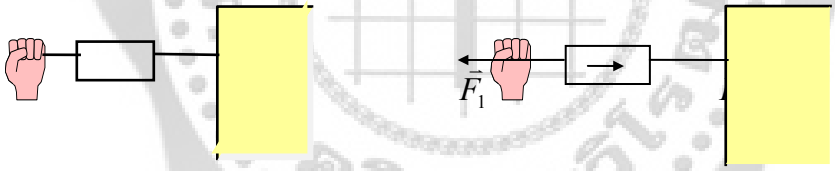
จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งและที่สองของนิวตัน เป็นการอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ จากการศึกษาในขณะที่มีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุออกแรงโต้ตอบแรงที่มากระทำนั้น เช่น เมื่อเราออกแรงผลักกำแพง เราก็จะรู้สึกว่ากำแพงออกแรงผลักเราเช่นกัน ดังรูป 18 หรือเมื่อเราออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง เรารู้สึกว่าเครื่องชั่งสปริงก็ดึงมือเรา ดังรูป 19. และยิ่งออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงด้วยแรงมากเท่าไร เราก็จะรู้สึกว่าเครื่องชั่งสปริงดึงมือเรามากยิ่งขึ้นเท่านั้น




**ภาพประกอบ 18**

จากภาพประกอบ 18 $\vec{F}_A$ คือ แรงที่มือผลักกำแพง

$\vec{F}_B$ คือ แรงที่กำแพงผลักมือ




**ภาพประกอบ 19**

$\vec{F}_1$ เป็นแรงที่มือดึงเครื่องชั่งสปริง

$\vec{F}_2$ เป็นแรงที่เครื่องชั่งสปริงดึงมือ

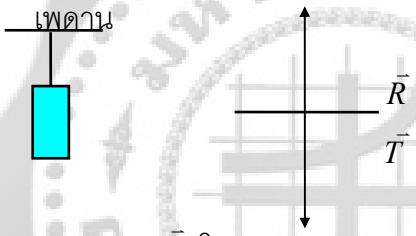
จากตัวอย่างการเกิดแรงกระทำระหว่างวัตถุดังรูปที่ 18 และรูปที่ 19 พบว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียก **แรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า แรงกิริยา** (action force) **และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า แรงปฏิกิริยา** (reaction force) **แรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา** (action – reaction pairs)

จากการศึกษาพบว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามกันเสมอ นิวตันได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ซึ่งมีใจความว่า

**ทุกแรงกิริยาต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้ามเสมอ**

Aciton = - Reaction

ลักษณะของแรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา ที่พิจารณามาแล้วเกิดขึ้นเมื่อวัตถุทั้งสองสิ่งสัมผัสกัน ถ้าพิจารณาในกรณีวัตถุสองสิ่ง**ไม่สัมผัสกัน** เช่น การนำวัตถุผูกด้วยเชือกแล้วแขวนไว้ในแนวดิ่ง ดังรูป




**ภาพประกอบที่ 20**

จากภาพประกอบ20

**เมื่อพิจารณาที่เพดานตรงตำแหน่งแขวนเชือก**

$\vec{R}$ เป็นแรงที่เพดานดึงเชือก

$\vec{T}$ เป็นแรงที่เชือกดึงเพดาน

ได้ว่า $\vec{R}$ และ $\vec{T}$ เป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยากัน

จากภาพประกอบ 20

**เมื่อพิจารณาที่วัตถุ**

$\vec{T}$ เป็นแรงที่เชือกดึงวัตถุ

$\vec{N}$ เป็นแรงที่วัตถุดึงเชือก

ได้ว่า $\vec{T}$ และ $\vec{N}$ เป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยากัน

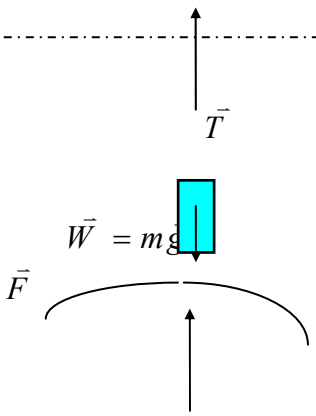
จากภาพประกอบ21

**เมื่อพิจารณาที่วัตถุและโลก**

$\vec{W}$ เป็นแรงที่โลกดึงวัตถุ

$\vec{F}$ เป็นแรงวัตถุดึงโลก

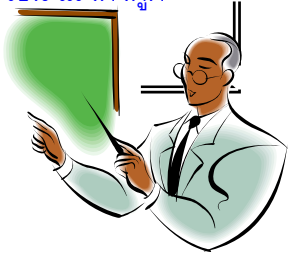
ได้ว่า $\vec{W}$ และ $\vec{F}$ เป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยากัน




**ภาพประกอบที่ 21**

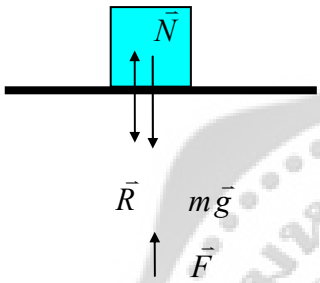
**จากรูปจึงสรุป ลักษณะของแรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาได้ว่า**

1. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันเสมอ
2. แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา เป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุคนละวัตถุกัน ดังนั้นแรงคู่นี้จึงรวมกันไม่ได้
3. แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุสัมผัสกัน หรือไม่สัมผัสกันก็ได้ เช่น แรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์ แรงระหว่างประจุไฟฟ้า



1. **วางวัตถุบนพื้นราบ**

แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา

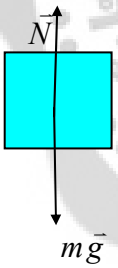



ภาพประกอบที่ 22

$m\vec{g}$ เป็น แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ
$\vec{F}$ เป็น แรงที่วัตถุดึงดูดโลก
} **แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา**

$\vec{R}$ เป็น แรงที่วัตถุกดพื้น
$\vec{N}$ เป็น แรงที่พื้นดันวัตถุ
} **แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา**

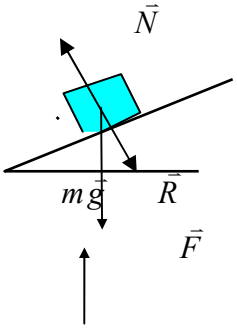
จากภาพประกอบที่22 แรงที่กระทำต่อวัตถุ คือ $\vec{N}$ และ $m\vec{g}$ (สองแรงนี้หักล้างกันได้ เพราะแรงทั้งสองไม่ใช่ **แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา**)




$\vec{N}$ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ จะได้

$\vec{N} = m\vec{g}$ (กฎข้อที่ 1 )

2. **วางวัตถุบนพื้นเอียงลื่น** **แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา**

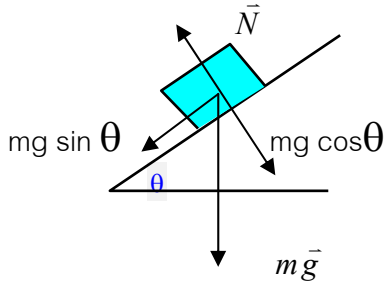



ภาพประกอบที่ 23

$m\vec{g}$ เป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ
$\vec{F}$ เป็นแรงที่วัตถุดึงดูดโลก
} **แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา**

$\vec{R}$ เป็นแรงที่วัตถุกดพื้น
$\vec{N}$ เป็นแรงที่พื้นดันวัตถุ
} **แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา**

จากภาพประกอบที่ 23 แรงกระทำต่อวัตถุ




แรงที่กระทำต่อวัตถุ คือ $\vec{N}$ และ $m\vec{g}$

โดย mg สามารถแยกออกได้เป็น mg cos θ และ mg sin θ

โดย mg cos θ = N

ส่วน mg sinθ เป็นแรงฉุดให้วัตถุเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียง

**สรุป** ค่าของแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ **ไม่จำเป็นต้องเท่ากับ** mg แต่ทิศทางแรงปฏิกิริยา $\vec{N}$ จะต้องตั้งฉาก กับผิวสัมผัสระหว่างวัตถุกับพื้นเสมอ

## ตอนที่ 3 : เรื่องการประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของ

**การอ้างกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเพื่อใช้ในการคำนวณ**

**ผลจากกฎข้อที่** 1 ย่อมอ้างอิงได้ว่า ถ้าวัตถุอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ หมายความว่าแรง ลัพธ์เป็นศูนย์

$$\begin{aligned}\sum F &= ma \\ &= m \times 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

**ผลจากกฎข้อที่** 2 เมื่อมีแรงสุทธิไม่เป็นนูนย์ หรือแรงซึ่งไม่สมดุลกระทำ ย่อมทำให้เกิดความเร่ง

$$\begin{aligned}\sum F &= ma \\ &= m\frac{v-u}{t} \\ Ft &= mv - mu \\ Ft &= m(v-u)\end{aligned}$$

เมื่อ $F$ คือ แรง มีหน่วยเป็น (นิวตัน)

$m$ คือ มวลของวัตถุ (กิโลกรัม)

$v$ คือ ความเร็วปลายของวัตถุ (เมตร/วินาที)

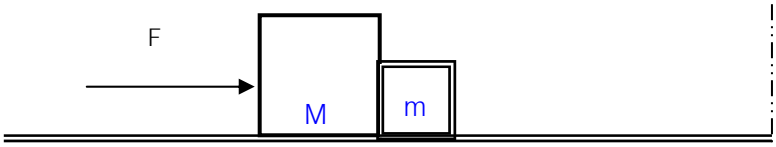
$u$ คือ ความเร็วต้นของวัตถุ (เมตร/วินาที)

$t$ คือ เวลาที่ใช้ (วินาที)

**ผลจากกฎข้อที่ 3**

Aciton = - Reaction

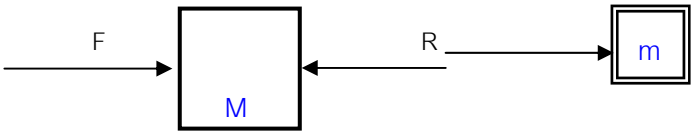
ใช้ในการเขียนแนวแรง เมื่อแยก Free body ของวัตถุแต่ละก้อนในการคำนวณ เช่น ออกแรงผลักมวล M ซึ่งจะทำไปดันมวล m บนพื้นผิวเกลี้ยง ดังรูป




แรงR ซึ่งผลักระหว่างมวลนี้เป็น Action และReaction เราเรียกแรงนี้ว่า Interaction (แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา)

**แยก free body**

หาแรงที่กระทำวัตถุแต่ละก้อน




**สรุปสูตรการคำนวณนิวตัน**

4 สูตรหลัก

$$v = u + at \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

$$\sum F = ma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$ ใช้เมื่อทราบFหรือหา F

**การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน**

**หลักการพิจารณา**

1. พิจารณาเฉพาะแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ โดยการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่ เรียกว่า Free body diagram
2. แตกแรงที่กระทำต่อวัตถุให้อยู่ในแกนที่เหมาะสม
3. พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุในแต่ละแกน โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

**ขั้น C เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการประเมินความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในหน่วยการเรียนหน่วยนี้

| |
|---|
| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |

**ขั้นพัฒนา และเผยแพร่ผลงาน**

**ยิ่งพัฒนา : ก็ยิ่งดีใจ :** เป็นการทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาชุมชน

ให้นักเรียนทำสื่อการเรียนการสอนที่อธิบายหลักการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้เพื่ออธิบายให้เพื่อ

| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

**ขั้น P เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ขั้นส่งเสริมความรอบรู้**

# กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

**หน่วยที่ 4 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล**

จากการสังเกตของนักดาราศาสตร์พบว่า ดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ หรือดวงจันทร์ที่โคจรรอบโลก ลักษณะของวงโคจรเป็นวงกลมหรือวงรี แสดงว่าต้องมีแรงมากระทำต่อดาวเคราะห์และดวงจันทร์ เพราะแนวทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลง นิวตัน ได้อธิบายการที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้เนื่องจากมีแรงกระทำ ระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ ซึ่งแรงนี้เป็นแรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ ซึ่งแรงนี้เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวลของดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์นั่นเอง นิวตันยังเชื่ออีกว่าแรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์เป็นแรงแบบเดียวกันกับแรงดึงดูดระหว่างโลกกับวัตถุบนผิวโลก และเป็นแรงดึงดูดระหว่างวัตถุทุกชนิดในเอกภพ นิวตัน

จึงสรุปเป็นกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลซึ่งมีใจความว่า "วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง และจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น"

**ถาม** แรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์เป็นไปตามกฎข้อที่เท่าไรของนิวตัน ???

**ตอบ**

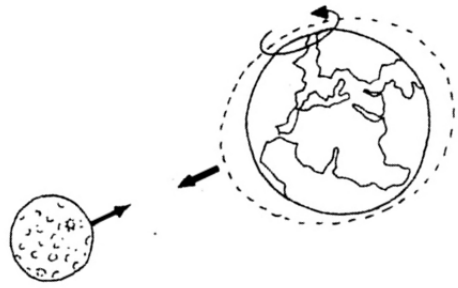
.....

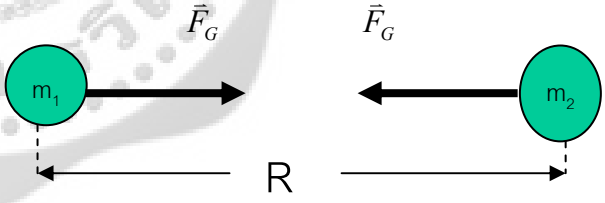
.....

.....

**ใครรู้ช่วยตอบที** ทำไม กำหนด ให้เทอม

$g = \frac{GM_E}{R^2}$ สูตรนี้มาจากไหน ??






$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

เมื่อ G คือ ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล = 6.67 x $10^{-11}$ N.$m^2$/$kg^2$

$m_1$ $m_2$ คือ มวลของวัตถุที่ออกแรงดึงดูดกัน (kg)

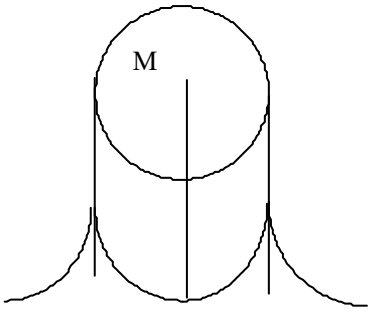
R คือ ระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง(m)

???ลองคำนวณหาดูซิว่าว่ามวลของโลกมีค่าเท่ากับกี่กิโลกรัม

(คำตอบคือ มวลของโลกมีค่าเท่ากับ 5.98 x $10^{24}$ kg)

## การคำนวณแรงดึงดูดระหว่างมวล

1.การหาความเร่งของวัตถุที่บริเวณต่างๆ




1) ที่ศูนย์กลางโลก g เป็น ศูนย์
2) ลงเหวลึกๆจากผิวโลก ค่า g จะลดลง
3) ขึ้นไปสูงๆ จากผิวโลก ค่า g จะลดลง
4) ค่า g ที่ผิวโลกมีค่ามากที่สุด

ถ้าวางมวล m บนผิวโลก จะทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างมวล $= \frac{GMm}{R^2}$

ซึ่งจะทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง $= mg$

จาก $\frac{GMm}{R^2} = mg$

$g = \frac{GM}{R^2}$ $\longrightarrow$ $\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1}{M_2}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$

$M = \frac{gR^2}{G}$ M = มวลโลก

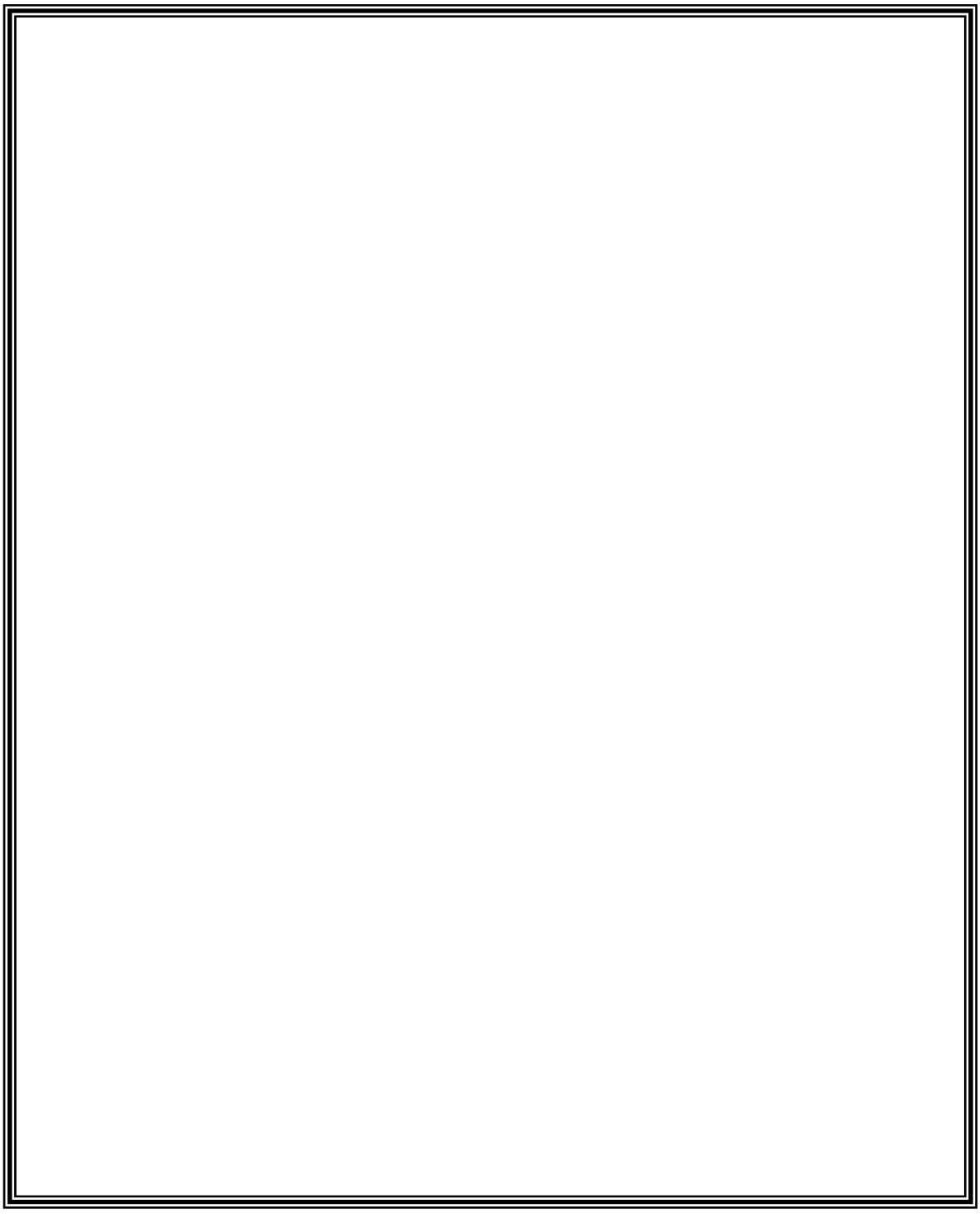
2.การหานำหนัก คือ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ

$W = mg$ $\longrightarrow$ $\frac{w_1}{w_2} = \frac{g_1}{g_2}$ โดย $\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1}{M_2}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$

หรือ $W = \frac{GmM_E}{R^2} = m\left(\frac{GM_E}{R^2}\right)$

**ขั้น C เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการประเมินความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้**

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในหน่วยการเรียนหน่วยนี้



| คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ ..... |
|---|

**ขั้น A เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ไปใช้ได้และสามารถเผยแพร่ความรู้ในเรื่องนี้ให้กับชุมชนได้**

**ขั้นพัฒนา และเผยแพร่ผลงาน**

**ยิ่งพัฒนา : ก็ยิ่งดีใจ** : เป็นการทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาชุมชน

ให้นักเรียนทำสื่อการเรียนการสอนที่อธิบายหลักการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้พื่ออธิบายให้เพื่อหรือบุคคลที่สนใจเข้าใจ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

# การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

## แบบที่ 1 สำหรับวัตถุเคลื่อนที่ในแนวราบด้วยความเร่ง

**หลัก** 1. เขียนรูป เขียนแรงภายนอก)แรงดึงเชือกจะถือว่าเป็นแรงภายใน(ที่กระทำต่อวัตถุ ใส่ทิศความเร่ง

2. แรงใดไม่ได้อยู่ในแนวราบ )แกน x (หรือในแนวดิ่ง )แกนy (ให้แตกแรงนั้นอยู่ในแนวราบ และแนวดิ่ง

3. แรงที่อยู่ในแนวราบ ใช้สูตร $\sum \vec{F} = ma$ โดยแรงที่มีทิศเดียวกับ a เป็นบวก แรงที่มีทิศสวนทางกับ a เป็นลบ

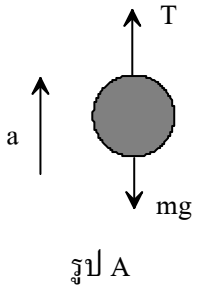
4. แรงที่อยู่ในแนวดิ่ง ใช้สูตร $\sum \vec{F} = 0$ จะได้ แรงขึ้น = แรงลง

5. ถ้าเป็นพื้นเกลี้ยง น้ำหนักจะไม่มีผลต่อการคำนวณ แต่ถ้าพื้นมีความฝืด น้ำหนักจะมีผลต่อแรงเสียดทาน

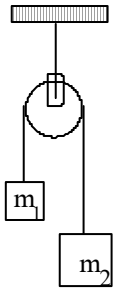
## แบบที่ 2วัตถุเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

การคำนวณจะต้องนำน้ำหนักของวัตถุมาเกี่ยวข้องในการหาแรงลัพธ์ด้วย โดยพิจารณาทิศการเคลื่อนที่เป็นหลัก โดยวัตถุที่เคลื่อนที่ขึ้น ให้เอาแรงขึ้นเป็นตัวหลัก ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ลง ให้เอาแรงลงเป็นตัวหลัก และเมื่อหาแรงลัพธ์ได้แล้วจึงแทนลงไปในสูตร

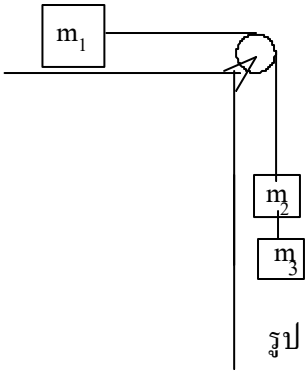
ถ้ามีรอกเดียวตายตัว ขนาดความเร่งจะเท่ากัน ดังนั้นให้รวมเป็นระบบเดียวกัน



รูป A

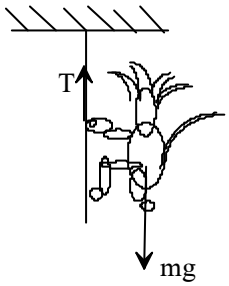


รูป B



รูป C

## แบบที่ 3 ลิงไต่เชือก




**หลัก** 1.ใช้สูตร $\sum F = ma$ แรงในแนวดิ่ง คือ $mg$ และ $T$

2.ถ้ามวลเคลื่อนที่ไปทางไหนด้วยความเร่ง ให้สมมติว่าแรงข้างนั้นมากกว่า ให้เอาแรงนั้นเป็นตัวตั้งใน การคำนวณ

ถ้าลิงอยู่นิ่งๆ $\sum F = 0 \quad T = mg$

ถ้าลิงไต่ขึ้นด้วยความเร่ง $\sum F = ma \quad T - mg = ma$

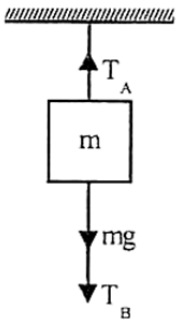
ถ้าลิงไต่ลงด้วยความเร่ง $\sum F = ma \quad mg - T = ma$

หมายเหตุ ถ้าโจทย์บอกว่าการเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง ให้แทนค่า a เป็นลบ

## แบบที่ 4 การดึงเชือกจากวัตถุซึ่งแขวนด้วยเชือก ห้อยจากเพดาน

**แบ่งเป็น 2กรณี**

1. ถ้าใช้มือดึงเชือกเส้นล่างที่ผูกกับวัตถุไว้อย่างช้า ๆ ผลที่เกิดขึ้น คือ จะทำให้<u>เชือกเส้นบนขาดก่อน</u>




$\Sigma F = ma, \quad T_B + mg - T_A = m(0)$

$T_A - T_B = mg$

กล่าวคือ $T_A > T_B$ เชือกเส้นบนตึงมากกว่าจึงขาดก่อน

2. ถ้าใช้มือถือกระตุกเชือกเส้นล่างอย่างเร็ว ผลที่เกิดขึ้นคือ จะทำให้<u>เชือกเส้นล่างขาดก่อน</u> เมื่อกระตุกด้วยความเร่ง $a > g$

$\Sigma F = ma,\ T_B + mg - T_A = ma$

$T_B - T_A = m(a - g)$

จะได้ $T_B > T_A$

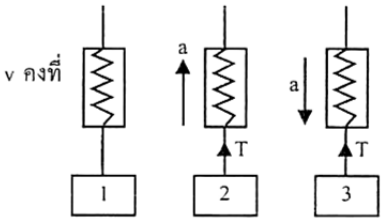
กล่าวคือ $T_B > T_A$ เมื่อ $a > g$ เชือกเส้นล่างตึงมากกว่าจึงขาดก่อน

## แบบที่ 5 การคำนวณหาน้ำหนักของวัตถุที่อ่านได้จากตาชั่ง

**หลัก**

น้ำหนักที่ตาชั่งอ่านได้ = แรงตึงเชือก T

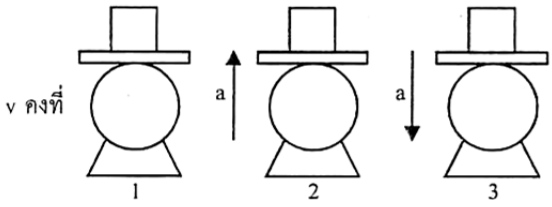
1.วัตถุแขวนอยู่บนเครื่องชั่งสปริง




1. $\Sigma F = 0,\ T = mg$
2. $\Sigma F = ma,\ T - mg = ma$
3. $\Sigma F = ma,\ mg - T = ma$

น้ำหนักที่ตาชั่งอ่านได้ = แรงที่พื้นดันวัตถุ N

2. วัตถุวางบนตาชั่ง




$\Sigma F = 0,\ N - mg = 0$

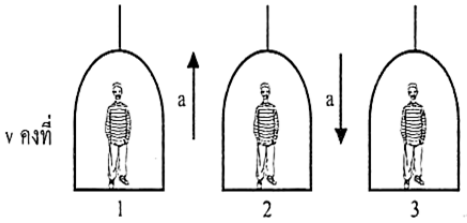
$\Sigma F = ma,\ N - mg = ma$

$\Sigma F = ma,\ mg - N = ma$

ถ้า N ติดลบ ตาชั่งจะอ่านค่าศูนย์ เพราะลงด้ายความเร่งมากเกินไป

น้ำหนักที่ปรากฏ = แรงที่พื้นลิฟต์ดันวัตถุ N

3.วัตถุหรือคนอยู่บนลิฟต์




1. $\Sigma F = 0$ , $N - mg = 0$ ( m = วัตถุ)
2. $\Sigma F = ma$ , $N - mg = ma$
3. $\Sigma F = ma$ , $mg - N = ma$

จากรูป **หาแรงตึงเชือก**

1. ได้ $T = (m_1 + m_2)g$
2. ได้ $T - (m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$
3. ได้ $(m_1 + m_2)g - T = (m_1 + m_2)a$

## แบบที่ 6 การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง

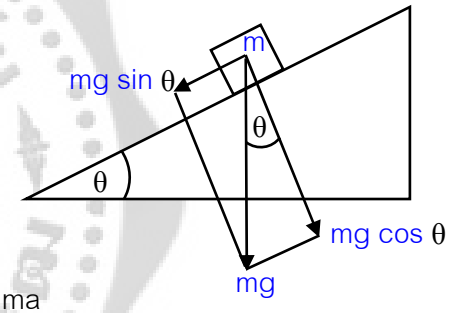
**1. วัตถุเคลื่อนที่บนพื้นเอียงลื่น**

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนพื้นเอียงลื่น จะมีแรงกระทำ คือ

1. แรงที่ฉุดวัตถุลงขนานกับพื้นเอียงจะเป็น mg sin θ เสมอ
2. แรงที่กดวัตถุตั้งฉากกับพื้นเอียงเป็น mg cos θ

ความเร่งของวัตถุที่เคลื่อนที่บนพื้นเอียง

คิดในแนวขนานกับพื้นเอียง



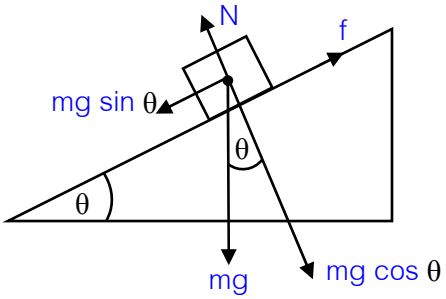

$\Sigma F = ma$

$mg \sin \theta = ma$

$$a = g \sin \theta$$

ดังนั้นวัตถุที่เคลื่อนที่บนพื้นเอียงจะมีความเร่งฉุดวัตถุลงตามแนวพื้นเอียงเป็น g sinθ เสมอไม่ว่ามวลเท่าใดก็ตาม

**2. การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน จากพื้นเอียง**




ถ้าวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่ จะได้

$\tan \theta$ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต $\mu_s$

จาก $mg \sin \theta = f_s$ .....(1)

$mg \cos \theta = N$ .....(2)

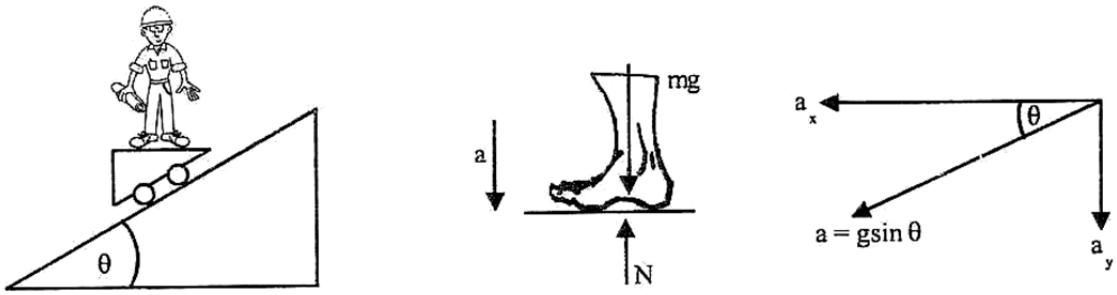
$$\tan \theta = \frac{f_2}{N} = \mu_s$$

$$\mu_s = \tan \theta_s$$

ถ้าวัตถุ เคลื่อนลงด้วยความเร็วคงตัว จะได้ tan $\theta$ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ( $\mu_k$ )

$$\mu_k = \tan \theta_k$$

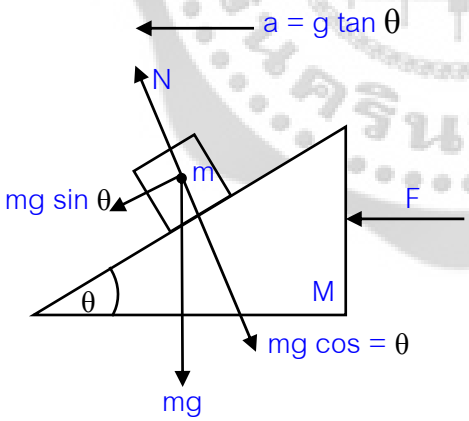
**3.ตาชั่งเลื่อนลงตามแนวพื้นเอียง**




ที่ โดยมีความเร่งอยู่ในแนวขนานพื้นเอียงเป็น a = g sin $\theta$ ดังนั้น จึงต้องแตกความเร่งให้อยู่ในแนวดิ่งก่อน ($a_y$)

$$\therefore \quad a_y = a \sin \theta = (g \sin \theta) \sin \theta = g \sin^2 \theta$$

**4.ผลักวัตถุบนพื้นเอียงให้เคลื่อนที่ไปพร้อมพื้นเอียง**




ที่มวล m $\Sigma F_y = 0$, N cos $\theta$ = mg

$\Sigma F_x = 0$, N sin $\theta$ = ma

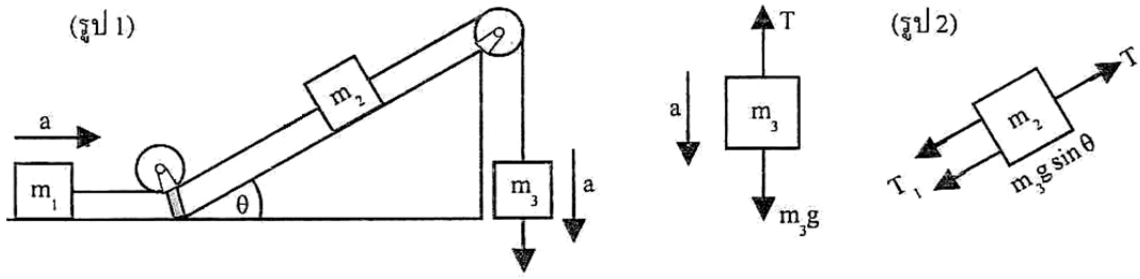
$$\tan \theta = \frac{a}{g}$$

$$a = g \tan \theta$$

$$F = (m + M)\, g \tan \theta$$

**สรุป** ถ้าผลักพื้นเอียงด้วยความเร่งในแนวราบ a = g tan $\theta$ และ F = (m + $\mu$ ) g tan $\theta$ จะทำให้วัตถุอยู่บนพื้นเอียงได้โดยไม่ไถลลง

## แบบที่ 7 การพิจารณามวลทั้งหมดเป็นระบบเดียวกัน




มวล $m_1$, $m_2$, $m_3$ ผูกติดกันด้วยเชือกเบา และคล้องผ่านรอกเกลี้ยง ดังรูป ปล่อยมวล $m_3$ มวล $m_1$, $m_2$ จะเคลื่อนที่ตาม

**ขั้น A เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ไปใช้ได้และสามารถเผยแพร่ความรู้ในเรื่องนี้ให้กับชุมชมได้**

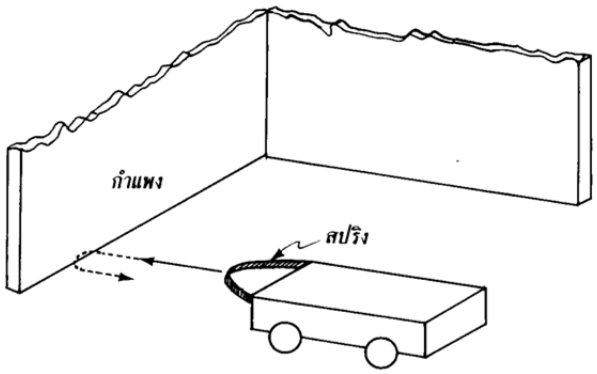
ให้นักเรียนทำสื่อการเรียนการสอนที่อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและ กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลเพื่ออธิบายให้เพื่อหรือบุคคลที่สนใจเข้าใจ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่นักเรียนได้รับ .....

# ฟแบบฝึกเสริมประสบการณ์
# เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

**********

1. จากรูป รถทดลองมวล m เคลื่อนที่พุ่งชนกำแพงแล้วกระเด้งกับทางเดิม โดยที่ด้านหน้าของรถติดสปริงไว้ทำให้รถทดลองมีอัตราเร็วคงที่ตลอด การเคลื่อนที่ ข้อใด ถูกต้อง

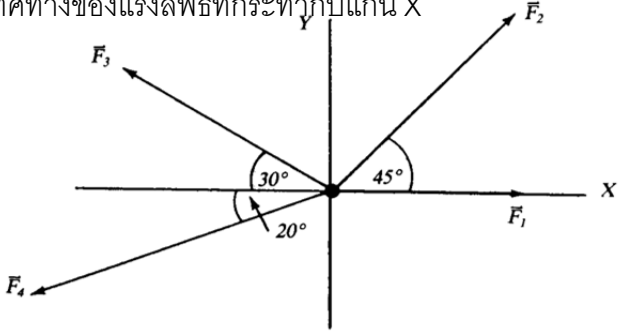



ก. สภาพการเคลื่อนที่คงเดิม เพราะอัตราเร็วคงที่

ข. สภาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป เพราะความเร็วเปลี่ยน

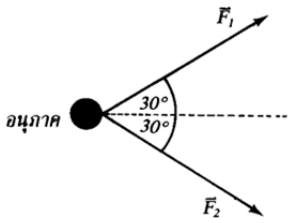
ค. สภาพการเคลื่อนที่คงเดิม ง. สภาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป

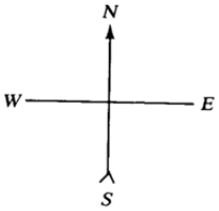
2. แรง $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ , $\vec{F}_3$ และ $\vec{F}_4$ ขนาด 80,100 ,110 และ 160 นิวตัน กระทำกับมวลก้อนหนึ่ง ดังรูป จงคำนวณขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำกับแกน X




ก. 119 N 143 องศา ข.100 N 45 องศา ค.110 N 150 องศา ง. 80 N 55 องศา

3. อนุภาคถูกแรงกระทำ 2 แรงดังรูป อนุภาคนี้จะเคลื่อนในทิศทำมุมเท่าไรกับทิศตะวันออก ถ้า $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาด 1 และ 2 นิวตันตามลำดับ



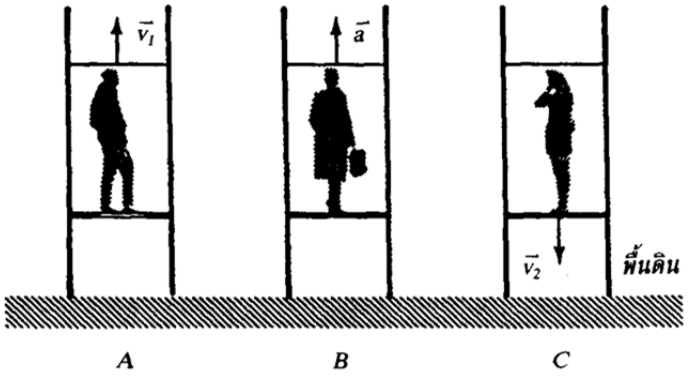

ก. $\tan^{-1}\frac{1}{3}$ พุ่งไปทางตะวันออกเฉียงใต้

ข. $\tan^{-1}\frac{1}{3}$ พุ่งไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ

ค. $\tan^{-1}\frac{1}{3\sqrt{3}}$ พุ่งไปทางตะวันออกเฉียงใต้

ง. $\tan^{-1}\frac{1}{3\sqrt{3}}$ พุ่งไปทางตะวันออกเหนือ

4. ลิฟต์ 3 ตัวกำลังเคลื่อนที่ ดังรูป A เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่ $\bar{v}_1$ มีขนาดมากกว่าลิฟต์ C ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ $\bar{v}_2$ ส่วน B กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งคงที่ $\bar{a}$ ทั้ง $\bar{v}_1$, $\bar{v}_2$ และ $\bar{a}$ ได้จากการสังเกตของผู้สังเกตซึ่งอยู่นิ่งที่พื้น ข้อใดต่อไปนี้ **ถูกต้อง**




ก. A มองเห็น B มีความเร่งมากกว่า $\bar{a}$ ข. C มองเห็น B มีความเร่งมากกว่า $\bar{a}$

ค. A และ C เห็น B มีความเร่งไม่เท่ากัน ง. A และ C เห็น B มีความเร่ง $\bar{a}$

5. รถสองคันวางลงบนพื้นราบ รถคันหนึ่งมีมวล $m_1$ซึ่งมากกว่ารถอีกคันซึ่งมีมวล $m_2$ รถคันที่มีมวล $m_1$ จะถูกเข็นให้เคลื่อนที่ได้ยากกว่ารถคันที่มีมวล $m_2$ ข้อใดต่อไปนี้เป็นเหตุผล

ก. พื้นของรถที่มีมวล $m_1$ ฝืดกว่าพื้นของรถที่มีมวล $m_2$ ข. รถคันที่มีมวล $m_1$ เฉื่อยมากกว่ารถที่มีมวล $m_2$

ค. รถคันที่มีมวล $m_2$ เฉื่อยมากกว่ารถที่มีมวล $m_1$ ง. เราออกแรงเข็นรถที่มีมวล $m_1$ น้อยเกินไป

6. ข้อใดต่อไปนี้**ไม่ถูกต้อง**

ก. นายแดงมีมวล 60 กิโลกรัมที่ผิวโลก จะมีมวล 60 กิโลกรัมด้วย ถ้านายแดงขึ้นไปอยู่ที่ผิวดวงจันทร์

ข. นายสมชายมีมวล 60 กิโลกรัมที่ผิวโลก จะมีมวลเป็นศูนย์เมื่ออยู่ในอวกาศในสภาพไร้น้ำหนัก

ค. น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ ส่วนมวลเป็นปริมาณสเกลาร์

ง. มวลของวัตถุก้อนหนึ่งไม่เท่ากับน้ำหนักของวัตถุก้อนนั้น

7. วัตถุที่อยู่นิ่งหรือความเร็งคงที่ แสดงว่า

ก. วัตถุนั้นมีแรงกระทำเป็นศูนย์เสมอ

ข. วัตถุนั้นไม่มีแรงกระทำเสมอ

ค. วัตถุนั้นมีแรงลัพธ์เป็นศูนย์เสมอ

ง. วัตถุนั้นมีแรงกระทำที่มีขนาดและทิศทางคงที่เสมอ

8. ข้อใดถูกต้องสำหรับน้ำหนักของวัตถุก้อนหนึ่ง

ก. เป็นปริมาณเหนือสารของวัตถุ ข. เกี่ยวข้องกับความเฉื่อย

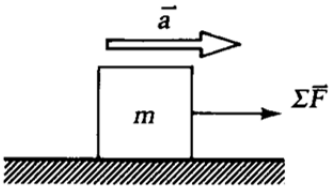
ค. เป็นปริมาณพื้นฐานที่มีค่าเท่ากับมวลของวัตถุ แต่หน่วยต่างกัน

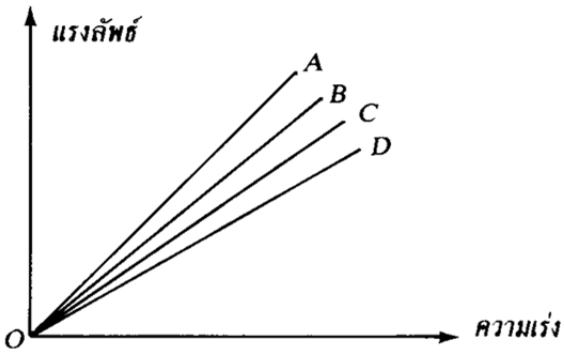
ง. เป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุก้อนนั้น

9. ในขณะที่เครื่องบินลำหนึ่งกำลังบินไต่ระดับสูงขึ้นเรื่อยๆ ข้อใดถูกต้อง

ก. มวลเพิ่มขึ้น ข. มวลลดลง ค. น้ำหนักเพิ่มขึ้น ง. น้ำหนักลดลง

10. จากการทดลองลากมวล m ต่างๆ กันไปบนพื้นราบ จะได้กราฟแรงลัพธ์กับความเร่งของมวล ดังรูป โดยที่กราฟ A,B,C และ D เป็นกราฟของวัตถุ A,B,C และ D ตามลำดับ วัตถุมวลใดมากที่สุด



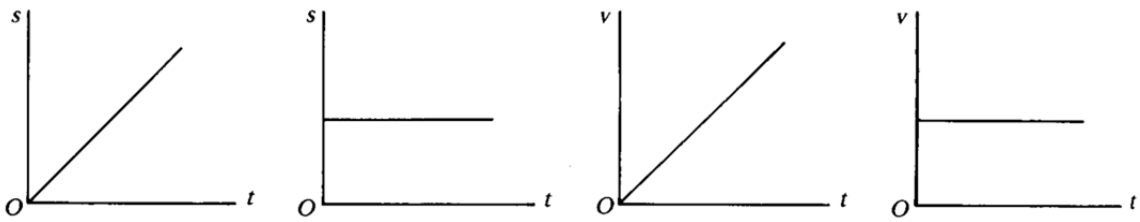




ก. A ข. B ค. C ง. D

11. รถทดลองเคลื่อนที่ในแนวตรงจากจุดหยุดนิ่งจนได้ทาง 10 เมตร จะมีความเร็ว 10 เมตร/วินาที จงคำนวณแรงลัพธ์ที่กระทำ กับรถทดลองคันนี้เมื่อรถมีมวล 0.5 กิโลกรัม

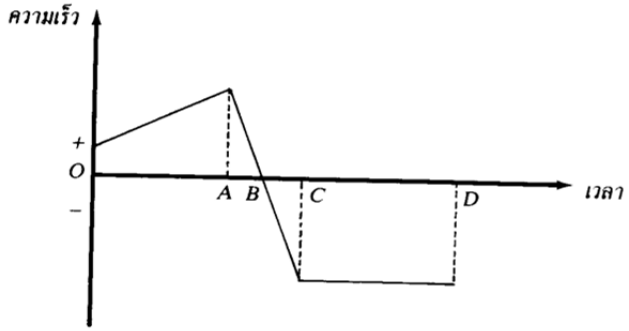
ก. 2.5 นิวตัน ข. 5.0 นิวตัน ค. 7.5 นิวตัน ง. 10.0 นิวตัน

12. กราฟในข้อต่อไปนี้เป็นกราฟที่ได้จากการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง โดยที่ s เป็นการกระจัด v เป็นความเร็วและ t เป็นเวลาข้อใดที่แสดงว่าวัตถุมีสภาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปและแรงลัพธ์ที่กระทำ




1. 2. 3. 4.

13. กราฟความเร็ว - เวลา ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงของวัตถุก้อนหนึ่งมวลคงที่ เป็นไปดังรูปที่กำหนดให้ ข้อใด**ไม่ถูกต้อง**



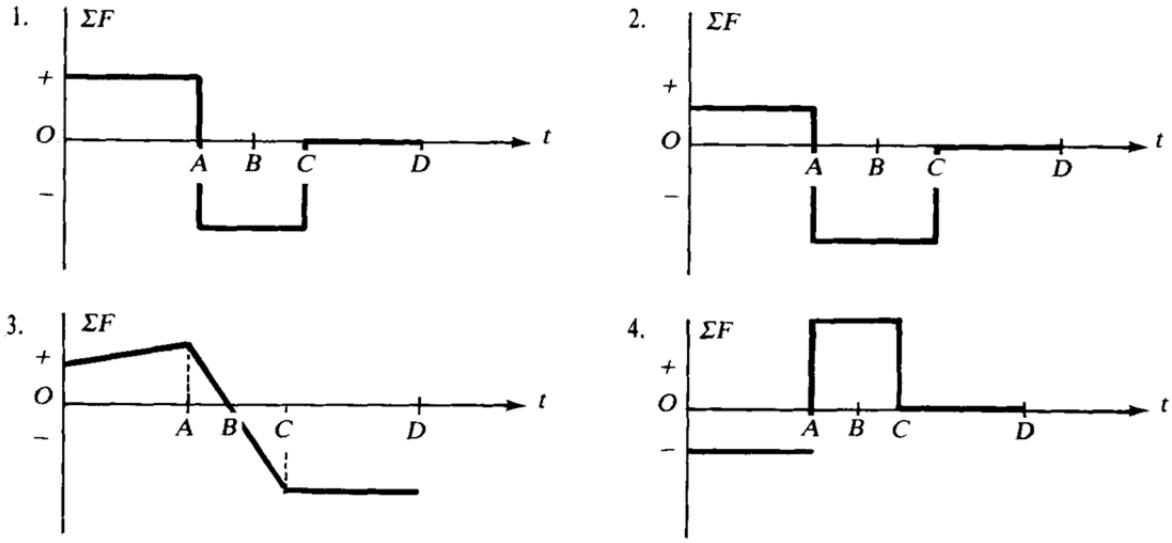

ก. วัตถุมีแรงลัพธ์กระทำสองครั้งในทิศทางตรงกันข้าม

ข. แรงกระทำในช่วง OA น้อยกว่าแรงกระทำในช่วง AB

ค. แรงกระทำในช่วง OA มีค่าใกล้เคียงกับแรงในช่วง CD

ง. ช่วง OC วัตถุมีสภาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป แต่ช่วง CD สภาพมีการเคลื่อนที่คงเดิม

14. จากปัญหาข้อ 13 กราฟในข้อใดต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์( $\sum \vec{F}$ ) กับเวลา (t) ได้สอดคล้องกับกราฟที่กำหนดให้ถูกต้องที่สุด




15. เด็กชายคนหนึ่งต้องการลากมวล 5 กิโลกรัมบรรจุของมวล 45 กิโลกรัม ด้วยแรง 100 นิวตัน ถ้าพื้นเลื่อน เด็กคนนี้จะลากรถไปได้ไกลเท่าไรจากจุดหยุดนิ่งในเวลา 2 วินาที

ก. 10 เมตร ข. 8 เมตร ค. 4 เมตร ง. 2 เมตร

16. กล่องใบหนึ่งมีมวล 100 กิโลกรัม วางบนพื้นราบลื่น ถูกเร่งจากจุดหยุดนิ่งจนกระทั่งมีความเร็ว 40 เมตร/วินาที ภายในเวลา 10 วินาที จงคำนวณแรงที่ใช้เร่ง

ก. 100 นิวตัน ข. 200 นิวตัน ค. 300 นิวตัน ง. 400 นิวตัน

17. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

A: ชายคนหนึ่งพยายามดันวัตถุก้อนหนึ่งให้ขยับไปบนพื้นระดับ แต่วัตถุไม่ขยับ แสดงว่ามีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม

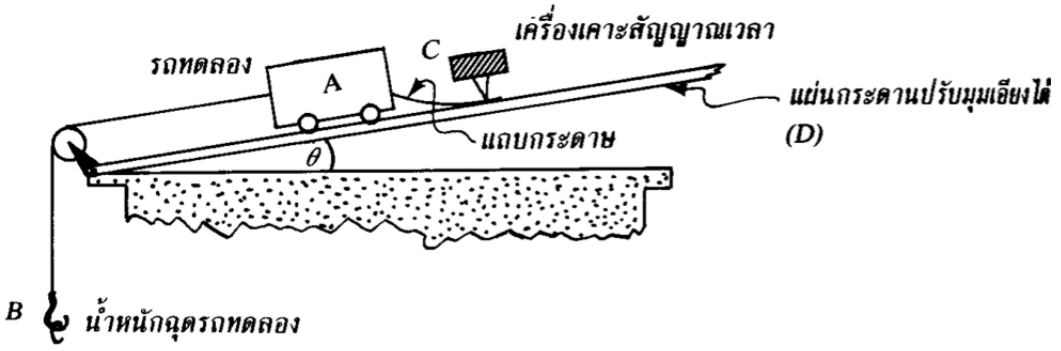
B: เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

C: ในกรอบอ้างอิงใด ๆ วัตถุจะรักษาอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

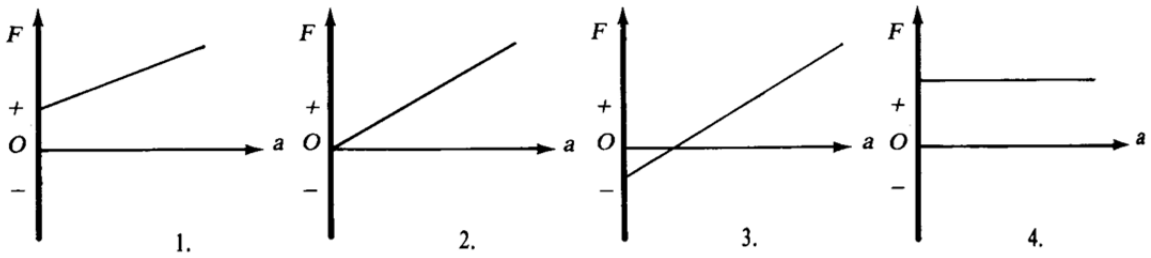
ก. Aและ B ถูก ข. A และ C ถูก

ค. C ถูก ง. ผิดทุกข้อ

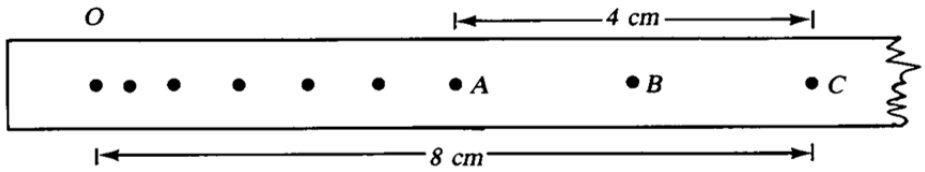
18. จากรูป เป็นการทดลองเพื่อศึกษากฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน




แผ่นกระดาน (D) สามารถปรับมุมเอียง θ ได้ตามความต้องการ การปรับมุม θ เพื่อชดเชยความเสียดทานระหว่างรถทดลองกับแผ่นกระดาษ กราฟในข้อใดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉุดรถทดลอง (น้ำหนักB )กับความเร่งของรถได้สอดคล้องกับ การปรับมุม θ ซึ่งน้อยเกินไป



19. จากปัญหาข้อ 18 ปรากฏว่าแถบกระดาษที่ได้เป็นดังรูป $\theta$ =30องศา เป็นการปรับที่พอดี ขณะนั้นน้ำหนักที่ฉุดรถทดลองจะมีค่าเท่าไร



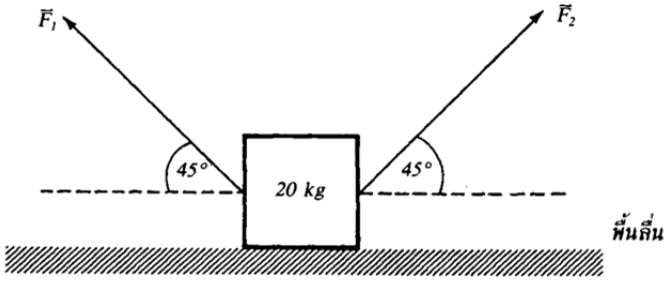

ก. $\frac{25}{3}$ นิวตัน ข. $\frac{25}{7}$ นิวตัน ค. $\frac{25}{9}$ นิวตัน ง. $\frac{25}{16}$ นิวตัน

20. มวลก้อนหนึ่งวางบนพื้นระดับลื่น เมื่อออกแรง $\vec{p}$ ขนาด 20 นิวตัน ดึงมวลในแนวขนานกับพื้น มวลจะเคลื่อนไปด้วยความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที$^2$ ถ้าเปลี่ยนไปใช้แรง $\vec{Q}$ ขนาด 5 นิวตัน มวลก้อนนั้นจะมีความเร่งเท่าไร

ก. 1.4 เมตร/วินาที$^2$ ข. 12 เมตร/วินาที$^2$

ค. 10 เมตร/วินาที$^2$ ง. 0.8 เมตร/วินาที$^2$

21. มวล 20 กิโลกรัม วางบนพื้นลื่นมีแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ ขนาด $10\sqrt{2}$ และ $20\sqrt{2}$ นิวตัน กระทำดังรูป ความเร่งของมวลนี้มีขนาดเท่าไร




ก. 0.3 เมตรวินาที$^2$ ข. 0.5 เมตรวินาที$^2$

ค. 0.7 เมตรวินาที$^2$ ง. 0.9 เมตรวินาที$^2$

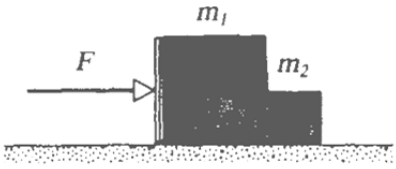
22. จากปัญหาข้อที่ 21 แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับมวล 20 กิโลกรัมจะมีค่าเท่าไร

ก. 170 นิวตัน ข. 157.6 นิวตัน ค. 200 นิวตัน ง. 230 นิวตัน

23. จากรูปมวล $m_1$ และ $m_3$ ขนาด 2 และ 1 กิโลกรัมแตะกันวางบนพื้นลื่น อยากทราบว่าแรง $\vec{F}$ จะต้องมีขนาดเท่าไรจึงจะทำให้แรงที่ $m_2$ กระทำกับ $m_1$ มีค่า 10 นิวตัน

ก. 20 นิวตัน ข. 30 นิวตัน

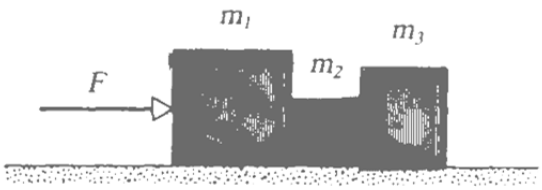
ค. 40 นิวตัน ง. 50 นิวตัน



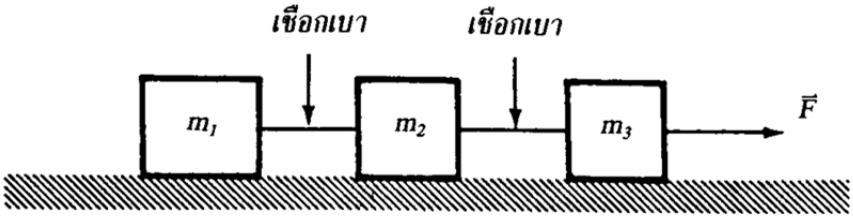
24. มวล $m_1, m_2$ และ $m_3$ ขนาด 3,1 กิโลกรัม แตะกันวางบนพื้นลื่น ถูกผลักด้วยแรง 30 นิวตัน ให้เคลื่อนที่ไป จงคำนวณ แรงผลักที่กระทำกับ $m_2$ ในแนวการเคลื่อนที่

ก. 20 นิวตัน ข. 15 นิวตัน

ค. 5 นิวตัน ง. 10 นิวตัน




25.จากรูปมวล $m_1$,และ $m_2$ และ $m_3$ ขนาด 8,6 กิโลกรัมตามลำดับ วางบนพื้นลื่น ผูกติดกันด้วยเชือกเบา ออกแรง $\vec{F}$ ขนาด 100 นิวตัน ลากมวลทั้งสามไป ข้อใดถูกต้อง




ก. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนเท่ากันเท่ากับ 100 นิวตัน

ข. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนไม่เท่ากันเท่ากันมีค่า 40 และ70 นิวตัน

ค. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนไม่เท่ากันเท่ากันมีค่า 70 และ40 นิวตัน

ง. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนอาจเท่าหรือไม่เท่ากับกี่เมตรต่อวินาที$^2$

26. จากปัญหาข้อ 25 ค่าความเร่งของมวลทั้งสามเท่ากับกี่เมตรต่อวินาที$^2$

ก. 2 ข. $\frac{7}{2}$ ค. 5 ง. 7

27. จากรูปเฮลิคอปเตอร์มวล 15,000 กิโลกรัมยกรถมวล 4,500 กิโลกรัม ขึ้นในแนวดิ่งทั้งระบบด้วยความเร่ง ก.4 เมตรต้อวินาที$^2$ จงคำนวณแรงฉุดที่เกิดจากใบพัดของเฮลิคอปเตอร์

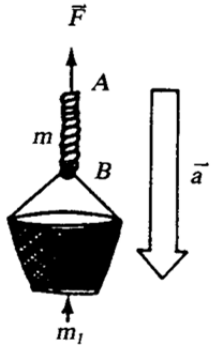
ก. 167,700นิวตัน ข. 119,700นิวตัน

ค. 222,300นิวตัน ง. 90,300นิวตัน

28. จากข้อ 27 จงคำนวณแรงตึงในสายเคเบิลที่ใช้โยงระหว่างรถยนต์กับเฮลิคอปเตอร์ ไม่คิดมวลของสายเคเบิล

ก. 51,300 N ข. 50,300 N ค. 48,300 N ง. 45,300 N

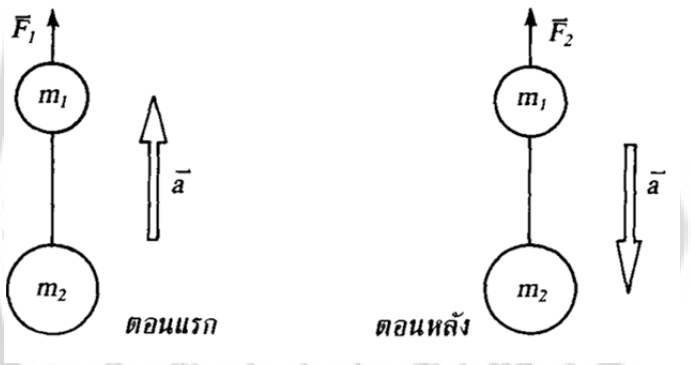
29. ถังใส่น้ำมวล 40 กิโลกรัม เอาเชือกผูกที่หูของถังโดยที่เชือกมีมวล 1 กิโลกรัม จากนั้นออกแรง $\vec{F}$ ดึงขึ้นในแนวดิ่ง ดังรูป แต่ปรากฏว่าถังใส่น้ำกลับเคลื่อนลงด้วยความเร่งคงที่ $\vec{a}$ ถ้าตึงในเส้นเชือกที่ B เท่ากับ 200 นิวตัน ขนาดของแรง $\vec{F}$ จะมีค่ากี่นิวตัน




ก. 400 นิวตัน ข. 410 นิวตัน

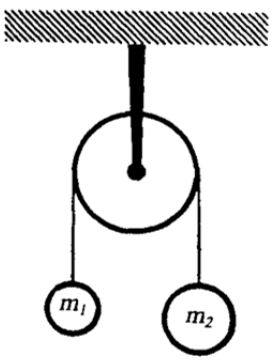
ค. 205 นิวตัน ง. 240 นิวตัน

30. มวล $m_1$ และ $m_2$ ผูกติดกันด้วยเชือกเบา ออกแรงดึงมวลทั้งสองตามแนวดิ่ง ดังแสดงในรูป ถ้าตอนแรก ออกแรง $\vec{F}_1$ ระบบลอยขึ้นด้วยความเร่ง 5 เมตมต่อวินาที$^2$ อยากทราบว่าแรงตึงในเส้นเชือกตอนแรก จะเป็นกี่เท่าของแรงจึงในเส้นเชือกตอนหลัง




ก. 3 เท่า ข. 2 เท่า ค. 1 เท่า ง. $\frac{1}{3}$ เท่า

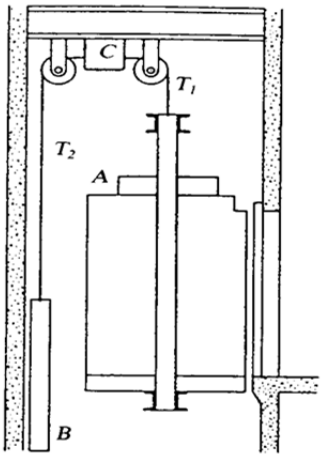
31. มวล $m_1$ และ $m_2$ ผูกติดกันด้วยเชือกเบาคล้องกับรอกลื่น ถ้า $m_1 = m$ และ $m_2 = 2m$ แรงตึงในเส้นเชือกจะเป็นเท่าไร




ก. $\frac{4}{3}mg$ ข. $\frac{8}{3}mg$

ค. $\frac{2}{3}mg$ ง. $\frac{6}{3}mg$

32. จากรูป เป็นระบบลิฟต์ประกอบด้วย A เป็นตัวลิฟต์ B เป็นตุ้มน้ำหนักเพื่อถ่วงสมดุล C เป็นกลไกในการขับเคลื่อนลิฟต์ A และB เชื่อมต่อกันด้วยสายเคเบิล สมมติว่าไม่มีมวล ถ้าลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง ข.3 เมตรต่อวินาที$^2$ และ B ก็เคลื่อนลงด้วยความเร่งเดียวกัน จงหาแรงตึงในสาเคเบิล $T_1$ และ $T_2$ เมื่อมวล 1,000 กิโลกรัม และ B มีมวล 1,400 กิโลกรัม



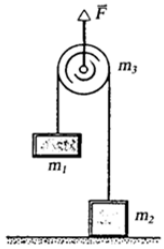

ก. 7,700 นิวตัน, 17,220 นิวตัน

ข. 17,220 นิวตัน, 7,700 นิวตัน

ค. 10,780 นิวตัน, 17,300 นิวตัน

ง. 12,300 นิวตัน, 10,780 นิวตัน

33. จากรูป $m_1$ = 1 กิโลกรัม $m_2$ = 2 กิโลกรัม ผูกกับเชือกเบาคล้องกับรอกลื่น โดยที่รอกมีมวล 0.2 กิโลกรัม ขณะหนึ่ง $m_2$ วางนิ่งอยู่กับที่บนพื้น ถ้าออกแรง $\vec{F}$ ดึงรอกขึ้นถามว่าแรง $\vec{F}$ อย่างมากที่สุดเท่าไรที่จะทำให้ $m_2$ ยังสามารถวางนิ่งบนพื้นได้สมมติว่ารอกไม่หมุน



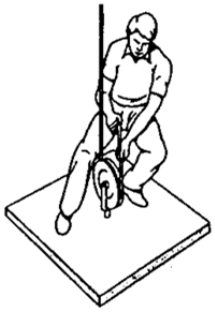

ก. 31 นิวตัน

ข. 33 นิวตัน

ค. 41 นิวตัน

ง. 43 นิวตัน

34. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัมยืนบนแผ่นไม้มวล 10 กิโลกรัม มีเชือกเบาคล้องกับรอกลื่นไม่มีมวล ดังรูป ชายคนนี้ต้องออกแรงเท่าไรจึงจะสามารถดึงให้แผ่นไม้ซึ่งเขายืนอยู่ให้เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที$^2$



ก. 330นิวตัน

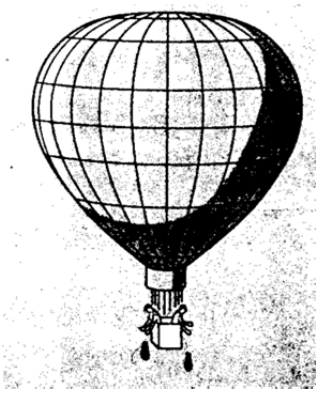
ข. 385 นิวตัน

ค. 275 นิวตัน

ง. 55 นิวตัน

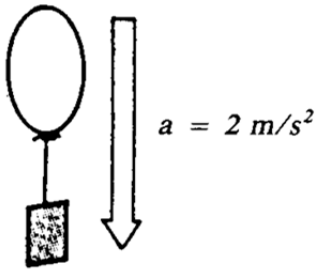
35. จากรูป ลูกบัลลูนน้ำหนักรวมทั้งหมด 5,000 นิวตัน กำลังลอยลงด้วยอัตราเร่งคงที่ 2 เมตรตอวินาที$^2$ คนบนบัลลูนต้องการให้บัลลูนมีความเร็วคงที่ เขาจะต้องทิ้งถุงทรายกี่กิโลกรัม

ก. 200 กิโลกรัม
ข. 150 กิโลกรัม
ค. 100กิโลกรัม
ง. 50 กิโลกรัม



36. ลูกโป่งสวรรค์ผูกกับกระดาษแข็งชิ้นหนึ่งมีมวลทั้งหมด 200 กรัม เมื่อปล่อยลูกโป่งสวรรค์มันกลับลอยลงด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที$^2$ ถ้าต้องการให้ลูกโป่งลอยนิ่ง ๆ อยู่กับที่จะต้องตัดกระดาษแข็งออกไปกี่กรัม

ก. 100 กรัม
ข. 50 กรัม
ค. 40 กรัม
ง. 20 กรัม

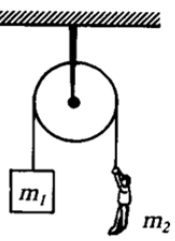



37. เชือกแขวนไว้กับเพดาน มีลิงมวล 20 กิโลกรัมโหนเชือกอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร ได้รดตัวลงมากับ เชือกด้ายความเร่งคงที่ถึงพื้นใช้เวลา 2 วินาที ความตึงของเชือกเป็นเท่าใด ไม่คิดมวลของเชือก

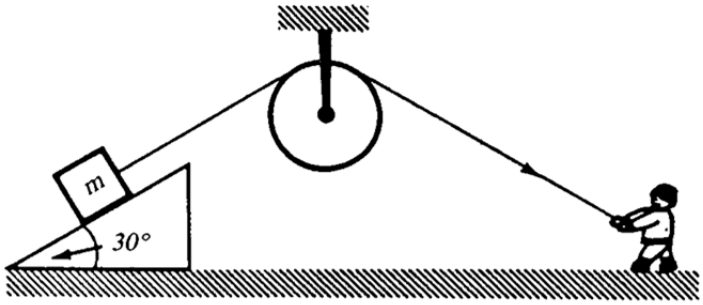
ก. 100 นิวตัน ข. 150 นิวตัน ค. 200 นิวตัน ง. 250 นิวตัน

38. จากรูปมวล $m_1$ ขนาด 60 กิโลกรัม ผูกกับเชือกเบานำไปคล้องกับรอกลื่น ปลายอีกด้านหนึ่ง ชายคนหนึ่งมวล 50 กิโลกรัมโหนนิ่งอยู่ อยากทราบว่าถ้าต้องการให้ $m_1$ มีสภาพการเคลื่อนที่ไม่เปลี่ยนแปลง ชายคนนี้ต้องไต่เชือกขึ้นไปด้วยความเร่งกี่เมตรต่อวินาที$^2$

ก. 2 ข. 3
ค. $\frac{5}{3}$ ง. 22



39. มวล m ขนาด 100 กิโลกรัม วางบนระนาบเอียงลื่น ดังรูป มวลผูกกับเชือกเบาไปคล้องรอกลื่นแล้วชายคนหนึ่งดึงที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่ง ชายคนนี้จะต้องออกแรงดึงเท่าไร มวล m จึงจะไถลขึ้นตาม พื้นเอียง ด้วยความเร่ง 3 เมตร/วินาที




ก. 300 นิวตัน ข. 500 นิวตัน ค. 800 นิวตัน ง. 200 นิวตัน

40. เชือกเส้นหนึ่งทนแรงดึงได้ 50 นิวตัน ผูกไว้กับมวล 4 กิโลกรัม จะสามารถดึงมวลขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร่งมากที่สุดเท่าไร เชือกจึงจะยังไม่ขาด

ก. 2.5 เมตร/วินาที ข. 10 เมตร/วินาที

ค. 12.5 เมตร/วินาที ง. 480 เมตร/วินาที

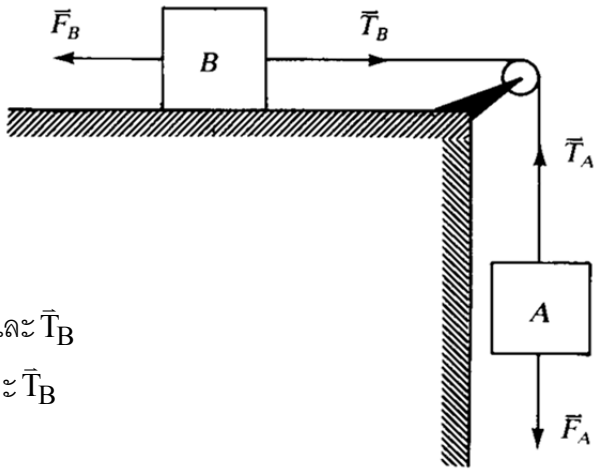
41. วัตถุ A และ B ผูกติดกันด้วยเชือกเบาซึ่งคล้องผ่านรอกคล่อง ดังรูป โดยที่

$\vec{F}_A$ = แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ A

$\vec{T}_A$ = แรงที่เส้นเชือกดึงวัตถุ A

$\vec{T}_B$ = แรงที่เส้นเชือกดึงวัตถุ B

$\vec{F}_B$ = แรงที่วัตถุ B ดึงเส้นเชือก

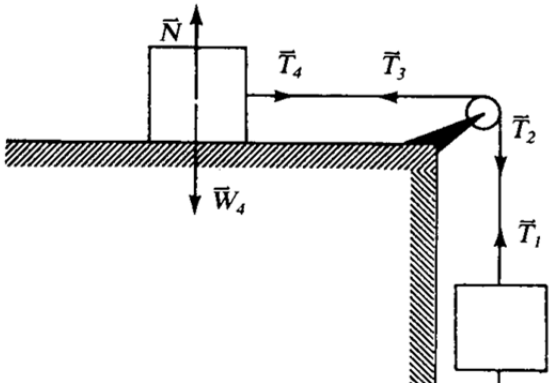



แรงคู่ใดต่อไปนี้เป็นแรงคู่ปฏิกิริยากัน

ก. $\vec{F}_A$ และ $\vec{T}_A$ ข. $\vec{F}_A$ และ $\vec{T}_B$

ค. $\vec{F}_A$ และ $\vec{T}_B$ ง. $\vec{F}_B$ และ $\vec{T}_B$

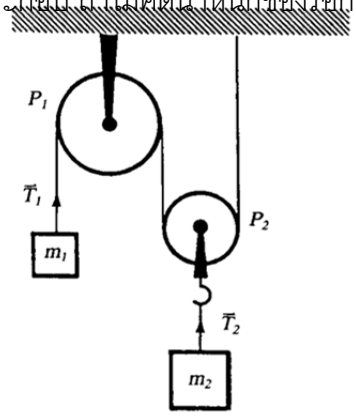
42. โยงวัตถุหนัก $\vec{W}_1$ ด้วยเส้นเชือกเบาคล้อง ผ่านรอกฝืด ไปยึด ไปยึดติดกับวัตถุหนัก $\vec{W}_4$ บนพื้นโต๊ะลื่อปรากฏว่าระบบเคลื่อนด้วยความเร่งเป็นศูนย์ โดยมีแรงกระทำดังรูป ถามว่าแรงคู่ใดเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา



ก. $\vec{W}_1$ กับ $\vec{T}_1$ และ $\vec{T}_1$ กับ $\vec{T}_2$ ข. $\vec{T}_1$ กับ $\vec{T}_2$ และ $\vec{T}_3$ กับ $\vec{T}_4$

ค. $\vec{T}_3$ กับ $\vec{T}_4$ และ $\vec{N}$ กับ $\vec{W}_4$ ง. $\vec{N}$ กับ $\vec{W}_4$ และ $\vec{W}_1$ กับ $\vec{T}_1$

43. มวล $m_1$ ขนาด 20 กิโลกรัม ผูกกับเชือกเบาแล้วคล้องกับรอกลื่น $P_1$ และ $P_2$ ปลายอีกข้างผูกแน่นกับเพดานที่จุด A โดยที่รอก $P_1$ ตรึงแน่นกับเพดานเช่นกัน แต่รอก $P_2$ เคลื่อนได้อิสระ มวล $m_2$ ขนาด 30 กิโลกรัม ผูกกับเชือกเบาแล้วปลายอีกข้างไปผูกกับรอก $P_2$ ดูรูปประกอบ ถ้าไม่คิดน้ำหนักของรอก ข้อใดถูกต้อง




ก. $m_1$ เคลื่อนที่ขึ้นเพราะ $m_2 > m_1$

ข. ความเร่งในการเคลื่อนที่ไม่ว่าจะขึ้นหรือลงของ $m_1$ และ $m_2$ จะเท่ากัน

ค. $m_1$ เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งเท่ากับ $m_2$ ซึ่งเคลื่อนที่ขึ้น

ง. $m_1$ เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งเป็น 2 เท่าของ $m_2$ ซึ่งเคลื่อนที่ขึ้น

44.จากปัญหาในข้อ 43 $\vec{T}_1$ และ $\vec{T}_2$ เป็นแรงตึงในเส้นเชือกจะมีขนาดเท่าไร

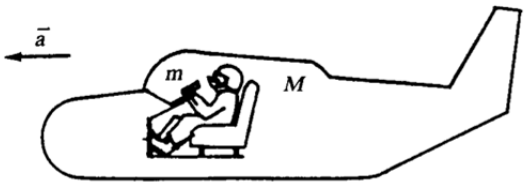
ก. 240 และ 240 นิวตัน ข. 163.6 และ 327.2 นิวตัน

ค.327.2 และ 163.6 นิวตัน ง. 240 และ 120 นิวตัน

45.นายแดงยืนบนเครื่องชั่งในลิฟต์ ถ้าลิฟต์อยู่นิ่งๆนายแดงอ่านน้ำหนักตัวจากเรื่องชั่งได้ 600 นิวตัน ถ้าลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที$^2$ นายแดงจะอ่านน้ำหนักตัวจากเครื่องชั่งได้เท่าไร

ก. 700 นิวตัน ข. 500 นิวตัน ค. 720 นิวตัน ง. 480 นิวตัน

46. กัปตันขับเครื่องบินขึ้นจากลานบินโดยเร่งให้เครื่องบินมวล M มีความเร่ง $\vec{a}$ สูงมาก เพื่อให้เครื่องบินมีความเร็วมากพอที่แรงดันอากาศจะพยุงปีกของเครื่องบอนให้เครื่องบินลอยจตัวขึ้นสู่อากาศ อยากทราบว่าในแนวราบพนักพิงของเก้าอี้ที่กัปตันนั่งจะออกแรงดันกัปตันเท่าไร ถ้า m คือมลของกัปตัน




ก. $M\vec{a}$ ข. $m\vec{a}$

ค.- $M\vec{a}$ ง. - $m\vec{a}$

47. มวล $m_1$ = 1 กิโลกรัม และ $m_2$ = 1,000 กิโลกรัมวางห่างกัน 1 เซนติเมตร ตามกฎแงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน ข้อใดถูกต้อง

ก. $m_1$ ดูด $m_2$ น้อยกว่า $m_2$ ดูด $m_1$

ข. ข. $m_1$ ดูด $m_2$ ,มากกว่า $m_2$ ดูด $m_1$

ค. $m_1$ ดูด $m_2$ ด้วยแรง $6.67 \times 10^{-4}$ นิวตัน

ง. $m_1$ ดูด $m_2$ ซึ่งกันและกัน ด้วยแรง $6.67 \times 10^{-4}$ นิวตัน

48.ข้อความใดกล่าวถึงความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก $(\vec{g})$ ได้ถูกต้อง

ก. ที่จุดศูนย์กลางของโลก ขนาดของ $\vec{g}$ มีค่าเป็นอนันต์

ข. ภายใต้ผิวโลก ขนาดของ $\vec{g}$ จะมีค่าเท่ากันทุกตำแหน่ง

ค. ยิ่งลึกลงไปใต้ผิวโลก ขนาดของ $\vec{g}$ จะยิ่งมีค่าลดลง

49.ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวล 9 เท่าของมลโลก แต่มีความหนาแน่นเป็น $\frac{1}{3}$ ของความหนาแน่นโลกค่าสนามโน้มถ่วงที่ผิงของดาวเคราะห์ มีค่ากี่เท่าของแรโน้มถ่วงของโลก

ก. $\frac{1}{9}$ ข. $\frac{1}{3}$ ค. 1 ง. 3

**********

## เฉลยแบบฝึกเสริมประสบการณ์
## เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.ข | 2.ก | 3.ค | 4.ง | 5.ข | 6.ข | 7.ค | 8.ง | 9.ง |
| 10.ก | 11.ก | 12.ค | 13.ค | 14.ข | 15.ค | 16.ง | 17.ค | 18.ก |
| 19.ข | 20.ง | 21.ข | 22.ก | 23.ข | 24.ค | 25.ข | 26.ค | 27.ค |
| 28.ก | 29.ค | 30.ก | 31.ก | 32.ง | 33.ง | 34.ข | 35.ค | 36.ค |
| 37.ก | 38.ก | 39.ค | 40.ก | 41.ค | 42.ข | 43.ง | 44. | 45.ง |
| 46.ข | 47.ง | 48.ง | 49.ค | | | | | |

# แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

## ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

**คำชี้แจง**

1. ให้นักเรียนกากบาทลงบนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ
2. ห้ามขีดเขียนสิ่งใดลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลาสอบ 60 นาที

**********

1. ข้อใดแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ (ความรู้ – ความจำ)

a. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

b. วัตถุเคลื่อนที่แนวตรงด้วยอัตราเร็วคงที่

c. วัตถุเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยอัตราเร็วคงที่

คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. ข้อ a เท่านั้น
2. ข้อ b เท่านั้น
3. ข้อ a และ b
4. ข้อ a – c

2.ขณะรถบรรทุกสิบล้อ และรถจักรยานยนต์กำลังเคลื่อนที่มาด้วยกัน ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน เมื่อรถทั้งสองแตะเบรกทันที จนล้อหยุดหมุน รถคันใดจะไถลไปได้ไกลกว่ากัน (ความเข้าใจ)

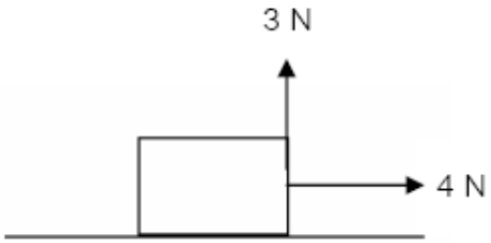
1. รถบรรทุกสิบล้อ
2. รถจักรยานยนต์
3. ทั้งสองคันไปได้ไกลเท่ากัน
4. ข้อมูลไม่เพียงพอ

3.ข้อใดกล่าวถึงการที่คนเราสามารถกระโดดขึ้นจากพื้นได้**<u>ถูกต้องที่สุด</u>** ( การนำไปใช้ )

1. เพราะมีแรงจากพื้นกระทำในทิศขึ้น แต่แรงนี้มีค่าได้ไม่เกินน้ำหนักตัว
2. เพราะแรงที่พื้นกระทำในทิศขึ้น มีค่ามากกว่าแรงที่คนกระทำต่อพื้น
3. เมื่อคนออกแรงกระทำต่อพื้นด้วยแรงที่มากกว่าน้ำหนักตัว พื้นก็จะผลักกลับด้วยแรงขนาดเท่ากัน ตัวคนจึงลอยขึ้นจากพื้นได้
4. เป็นการกระทำของแรงภายในกล้ามเนื้อขาที่กระทำต่อตัวเอง พื้นไม่สามารถออกแรงกระทำให้คนเคลื่อนที่ขึ้นได้เพราะว่าพื้นอยู่นิ่ง

**ข้อมูลนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 4 – 5**

วัตถุถูกแรง 2 แรงกระทำดังรูป



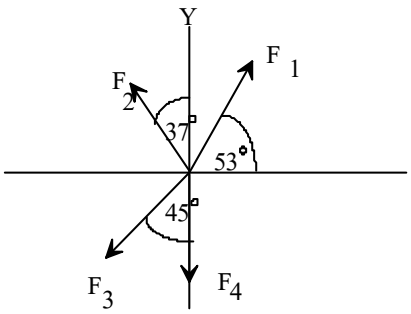

4. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่าไร ในหน่วย นิวตัน (การนำไปใช้)

1. 5 นิวตัน 2. 6 นิวตัน 3. 7นิวตัน 4. 8 นิวตัน

5. แรงลัพธ์ มีทิศทางใด (การนำไปใช้)

1. tan-1 4/3 2. tan-1 ¾ 3. tan-1 5/3 4. tan-1 3/5

6.

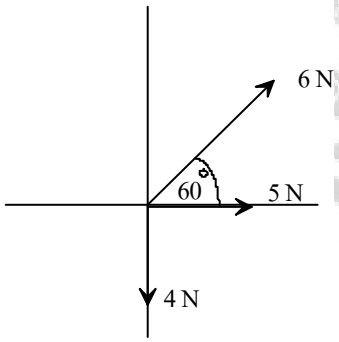



แรง $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ อยู่ในระนาบ XY กระทำต่อ

ถ้า $\vec{F}_3 = 20\sqrt{3}$ นิวตัน และ $\vec{F}_4 = 50$ นิวตัน จงหาขนาด ของ $\vec{F}_2$ (ความเข้าใจ)

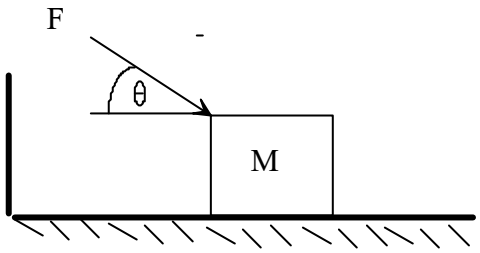
1. 27 N 2. 36 N 3. 48 N 4. 60 N

7.จากรูป จงหาขนาดของแรงลัพธ์ (ความเข้าใจ)




1. $2\sqrt{11-5\sqrt{3}}$
2. $\sqrt{24+11\sqrt{3}}$
3. $\sqrt{107-24\sqrt{3}}$
4. $\sqrt{112+4\sqrt{3}}$

8.จากรูปวัตถุมวล M ถูกกระทำด้วยแรง $\vec{F}$ ทำมุมดังรูป บนพื้นฝืด จงหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (ความเข้าใจ)




1. $\dfrac{f}{mgF\sin\theta}$
2. $\dfrac{f}{mg-F}$
3. $\dfrac{f}{mg+F\sin\theta}$
4. $\dfrac{f}{mg\sin\theta}$

9. เครื่องบินกำลังบินในแนวเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ ขนานกับพื้นระดับ ข้อใดเป็นแรงลัพธ์ที่กระทำต่อเครื่องบิน (ความเข้าใจ )

1. น้ำหนักของเครื่องบิน
2. แรงลัพธ์ระหว่างแรงต้านอากาศและแรงผลักเครื่องยนต์
3. แรงลัพธ์ระหว่างแรงต้านอากาศและแรงน้ำหนัก
4. ศูนย์

10.แขวนวัตถุด้วยเส้นเชือกจากเพดาน แรงปฏิกิริยาตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตันของแรง ซึ่งเป็น น้ำหนัก ของวัตถุคือ แรงใด (ความเข้าใจ)

1. แรงที่เชือกกระทำต่อเพดาน
2. แรงที่เส้นเชือกกระทำต่อวัตถุ
3. แรงโน้มถ่วงที่วัตถุกระทำต่อโลก
4. แรงที่วัตถุกระทำต่อเส้นเชือก

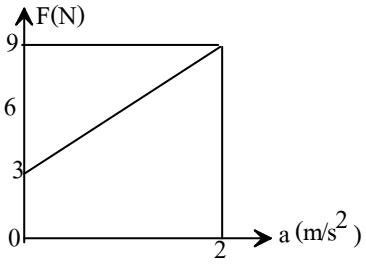
11. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)

ก. ชายคนหนึ่งพยายามดันกล่องใบหนึ่งให้ขยับไปบนพื้นระดับ แต่กล่องไม่ขยับ แสดงว่ามีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้าม

ข. เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

ค. ในกรอบอ้างอิงใดๆ วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

1. ข้อ ก และ ข ถูก
2. ข้อ ข และ ค ถูก
3. ข้อ ค ถูก
4. ผิดทุกข้อ

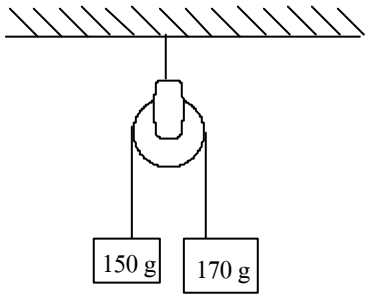



12. ในการฉุดวัตถุให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ เมื่อนำขนาดของแรงฉุด(F) และความเร่ง(a) มาเขียนกราฟจะได้ ดังรูป จงหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (การนำไปใช้)

1. $\mu = 0.10$
2. $\mu = 0.15$
3. $\mu = 0.75$
4. $\mu = 0.9$

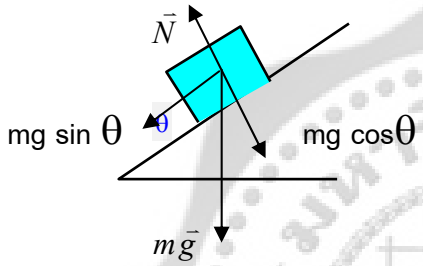
13.เมื่อปล่อยมวล 150 g และ 170 g แขวนผ่านรอกเบา ดังรูป เมื่อระบบเคลื่อนที่มวลทั้งสองจะมีความเร่งเท่าใด (การนำไปใช้)

**กำหนดให้** 1 ฟุต = 30.48 เมตร




1. 1 ฟุต/วินาที $^2$
2. 2 ฟุต/วินาที $^2$
3. 20 ฟุต/วินาที $^2$
4. 32 ฟุต/วินาที $^2$

14.จากรูป กล่องวางอยู่บนพื้นเอียงลื่น




a) แรงที่กระทำต่อวัตถุ คือ $\vec{N}$ และ $m\vec{g}$

b) แรงคู่กิริยาของ mg คือ N

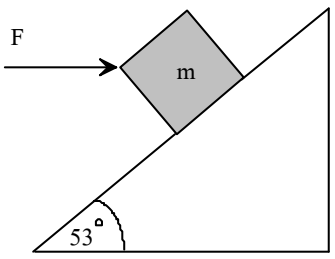
c) ถ้าพื้นลื่นวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง g sin $\theta$

d) ถ้ามวลเพิ่มขึ้น วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมากขึ้น

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง (ความเข้าใจ)

1. ข้อ a และ c ถูก
2. ข้อ b และ c ถูก
3. ข้อ c และ d ถูก
4. ถูกทุกข้อ

15. จากรูป ออกแรง F ผลักวัตถุมวล m 12 กิโลกรัม ในแนวระดับขึ้นพื้นเอียงซึ่งไม่มีความฝืด ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเร่ง 3 เมตร/วินาที $^2$ จงหาอัตราส่วนระหว่างแรงปฏิกิริยาที่พื้นเอียง กระทำต่อวัตถุกับแรง F (การนำไปใช้)




1. 26: 45
2. 62: 55
3. 65: 79
4. 125 : 150

16.กฎข้อที่ 3 ของนิวตันพูดถึงแรงคู่กิริยาและปฏิกิริยา ข้อใดกล่าวถึงแรงคู่นี้ไม่ถูกต้อง (ความรู้-ความจำ)

1. แรงคู่นี้เกิดที่เวลาเดียวกันและมีขนาดเท่ากัน
2. แรงคู่นี้จะต้องกระทบบนวัตถุคนละก้อน
3. แรงคู่นี้จะต้องมีทิศตรงกันข้ามเสมอ
4. แรงคู่นี้มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงกันข้าม ดังนั้นวัตถุจึงอยู่ในสภาพสมดุล

17.คนในรถจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แล้วเลี้ยวขวา (ความรู้-ความจำ)

1. เอียงไปทางขวามือ เพราะคนพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวตรง
2. เอียงไปทางขวามือ เพราะรถพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวตรง
3. เอียงไปทางซ้ายมือ เพราะคนพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวตรง
4. เอียงไปทางซ้ายมือ เพราะรถพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวตรง

18.ข้อใดเรียกแรงทั้งสองได้ถูกต้องจากการออกแรงกดพื้น พื้นจะออกแรงต้านในทิศทางตรงข้ามกับแรงกระทำ (ความรู้-ความจำ)

ก. แรงกดพื้นคือแรงกิริยา แรงพื้นออกแรงต้านคือแรงต้านทาน
ข. แรงกดพื้นคือแรงพยายาม แรงพื้นออกแรงต้านคือแรงต้านทาน
ค. แรงกดพื้นคือแรงปฏิกิริยา แรงพื้นออกแรงต้านคือแรงกิริยา
ง. แรงกดพื้นคือแรงกิริยา แรงพื้นออกแรงต้านคือแรงปฏิกิริยา

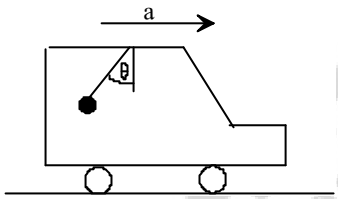
19.เมื่อออกแรงขนาดที่เท่ากันในทิศทางเดียวกันกับวัตถุสอง ก้อนผลปรากฏว่าวัตถุก้อนที่ 1 จะมีความเร่ง 4.5 $m/s^2$ ถ้าวัตถุก้อนที่สองมีมวลเป็น 1.5 เท่า ของมวลวัตถุก้อนที่หนึ่งวัตถุก้อนที่ 2 จะมีความเร่งเป็นกี่ $m/s^2$ (การนำไปใช้ )

1. 1 $m/s^2$
2. 2 $m/s^2$
3. 3 $m/s^2$
4. 4 $m/s^2$

20.แรงขนาด 6 และ 8 นิวตัน กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัมในแนวขนานกับพื้นราบ ถ้าแรงทั้งสองตั้งฉากต่อวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าไร (การนำไปใช้ )

1. 5 $m/s^2$
2. 3 $m/s^2$
3. 2 $m/s^2$
4. 1 $m/s^2$

21. แขวนวัตถุมวล m ไว้บนหลังคารถที่กำลังเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็งคงที่ ปรากฏว่าวัตถุ เอียงทำมุม $\theta$ กับแนวดิ่งตลอดเวลาที่เคลื่อนที่ อยากทราบว่ารถมีความเร่งเป็นเท่าไร เมื่อ g เป็นอัตราเร่งโน้มถ่วง (การนำไปใช้ )

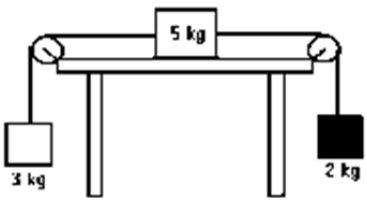



1. $g\cot\theta$
2. $g\tan\theta$
3. $g\sin\theta$
4. $g\cos\theta$

22.แรงน้อยที่สุดมีค่าเท่าใดเพื่อจะดันกล่องให้ติดกับผนังในแนวดิ่งให้ m = 6.4 kg และ $\mu_s = 0.80$ (การนำไปใช้ )

1. 25 นิวตัน 2. 50 นิวตัน 3. 75 นิวตัน 4. 80 นิวตัน

23.วัตถุมวล 5 kg วางอยู่บนโต๊ะที่ไม่มีแรงเสียดทาน ปลายทั้งสองข้างผูกติดเชือกเบาแล้วคล้องผ่านรอกที่ไม่มีความฝืด นำวัตถุมวล 3 และ 2 kg ผูกติดกับปลายเชือกทั้งสองด้านดังรูป เมื่อปล่อย ให้มวลทั้งหมดเคลื่อนที่แรงดึงเชือกที่มวล 3 และ 2 กิโลกรัมเป็นเท่าใด (ความเข้าใจ )

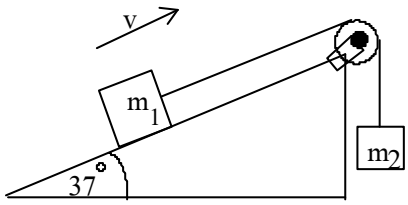



1. 27N และ 22N
2. 30 N และ 20 N
3. 25 N และ 20 N
4. 20 N และ 15 N

24. บอลลูกหนึ่งตกจากที่สูงลงสู่พื้นดินเมื่อกระทบพื้นแล้วจะกระดอนขึ้นในแนวดิ่ง ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับแรงกระทำขณะที่ลูกบอลสัมผัสพื้น (ความเข้าใจ )

1. เกิดแรงที่ลูกบอลกระทำต่อพื้นมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของลูกบอลเสมอ
2. เกิดแรงที่ลูกบอลกระทำต่อพื้นมีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้ามกับแรงที่พื้นกระทำต่อลูกบอล
3. เกิดแรงที่ลูกบอลกระทำต่อพื้นมีขนาดมากกว่าแรงที่พื้นกระทำต่อลูกบอล
4. น้ำหนักของลูกบอลจะมีขนาดเท่ากับแรงที่บอลกระทำต่อพื้นแต่จะมีทิศตรงกันข้าม

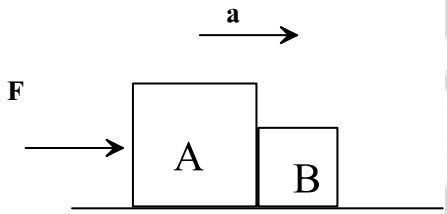
25.จากรูป วัตถุมวล $m_1$ และ $m_2$ ผูกด้วยเชือกเบาคล้องผ่านรอกลื่นที่มีมวลน้อยมาก $m_1$ อยู่บนพื้นเอียงที่มีความฝืด ถ้าวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จงหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นเอียงกับ (การนำไปใช้ )




**กำหนดให้** $m_1 = 1$ kg $m_2 = 1.2$ kg

1. 0.75 2. 0.80 3. 0.85 4. 0.90

26.วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร่ง $\vec{a}$ ดังรูป ข้อความใดต่อไปนี้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความเข้าใจ )




1. แรงที่กระทำให้ A มีความเร่ง $\vec{a}$ มีขนาดเท่ากับแรง
2. แรงที่ A กระทำต่อ B มากกว่าแรงที่ B กระทำต่อ A
3. แรงที่ A กระทำต่อ B มีขนาดเท่ากับแรงที่ B กระทำต่อ A
4. A และ B ถูกกระทำให้เคลื่อนที่ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากัน

27.ขณะที่ลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ พื้นห้องลิฟต์ออกแรงกระทำต่อเท้า ของชายคนหนึ่งที่ยืนอยู่ในห้องลิฟต์ ข้อความใดกล่าวถึงขนาด ของแรงนี้(ความเข้าใจ)

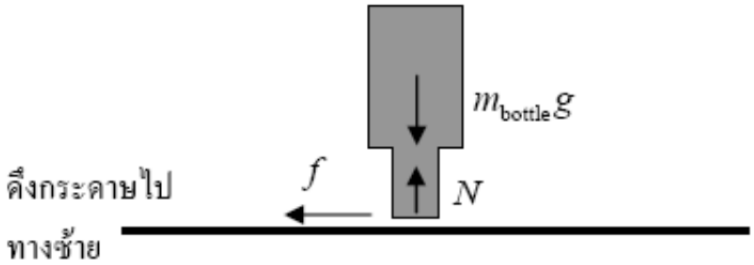
1. แรงนี้มีขนาดเท่ากับน้ำหนักปกติของชายคนนี้
2. แรงนี้มีขนาดน้อยกว่าน้ำหนักปกติของชายคนนี้
3. แรงนี้มีขนาดเท่ากับแรงที่เท้าของชายคนนี้ออกแรงกดพื้นลิฟต์
4. แรงนี้มีขนาดมากกว่าน้ำหนักปกติของชายคนนี้

28.โจ้ยืนอยู่บนตาชั่งสปริงในลิฟท์ ถ้าลิฟท์อยู่นิ่งๆ เขาอ่านน้ำหนักตัวเองได้56 kg ถ้าลิฟท์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2 $m/s^2$ โจ้จะอ่านน้ำหนัก ตัวเองจาก ตาชั่งนั้นได้กี่กิโลกรัม

(ความเข้าใจ )

1. 40 กิโลกรัม
2. 44.8 กิโลกรัม
3. 50 กิโลกรัม
4. 67.2 กิโลกรัม

29.




ในเรื่องนี้นั้นพบว่า

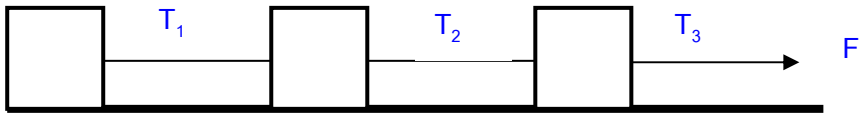
a) แรงที่กระทำต่อขวดนั้นมีทั้งสิ้น 3 แรง
b) ขวดจะเลื่อนหรือไม่ขึ้นกับมวล
c) ขวดจะมีความเร่ง $\mu g$ ตราบเท่าที่เรายังดึงกระดาษออกไม่หมด (ความเข้าใจ )

1. ข้อ a และ c ถูก
2. ข้อ b และ c ถูก
3. ข้อ c และ d ถูก
4. ถูกทุกข้อ

30.เด็กคนหนึ่งยืนบนลิฟท์ ขณะที่ลิฟท์กำลังเคลื่อนที่ขึ้นเครื่องชั่งจะอ่านน้ำหนักได้ 460 N และเมื่อลิฟท์เคลื่อนที่ลงจะอ่านได้ 340 N โดยทั้งขาขึ้นและขาลงขนาดของความเร่งเท่ากัน จงหามวลของเด็กคนนี้

1. 40 กิโลกรัม
2. 55 กิโลกรัม
3. 60กิโลกรัม
4. 70 กิโลกรัม

31.




จากรูปวัตถุ 3 ก้อน มวลเท่ากันผูกติดกับเชือกเบา วางบนพื้นที่ไม่มีความฝืด ถ้าขนาดของแรง F ดึงวัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก $T_1$ , $T_2$และ$T_3$ สัมพันธ์กันอย่างไร

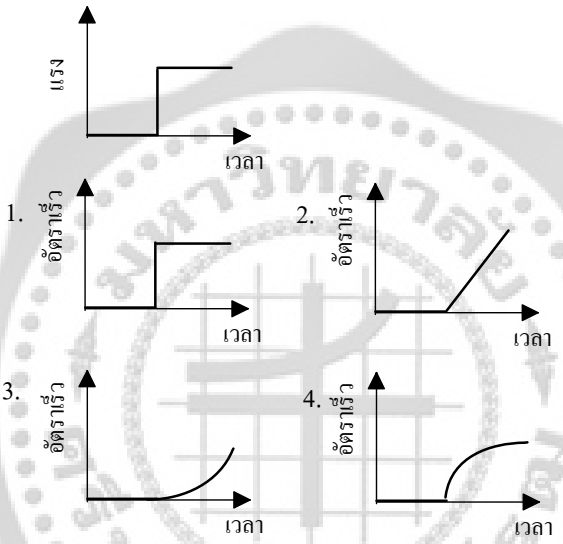
(ความเข้าใจ )

1. $T_1 > T_2 > T_3$
2. $T_1 < T_2 < T_3$
3. $T_1 < T_2 > T_3$
4. $T_1 = T_2 = T_3$

32. รถเข็นมวล 100 กิโลกรัม เดิมอยู่นิ่งถูกแรงในแนวระดับขนาด 50 นิวตัน ผลักให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ ถ้าแรงเสียดทานที่กระทำต่อรถทั้งหมดเท่ากับ 30 นิวตัน ถามว่าถ้าแรงกระทำเป็นเวลา 12 วินาที จะทำให้รถเข็นมีความเร็วเท่าใด (การนำไปใช้ )

1. 2.4 m/s 2. 7.2 m/s 3. 9.6 m/s 4. 14.4

33.จากรูปกราฟที่กำหนดให้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับเวลาขณะที่รถติดไฟแดงที่ทางแยกแห่งหนึ่ง เมื่อเห็นสัญญาณไฟเขียวรถจึงเคลื่อนที่ออกด้วยแรงคงที่ดังกราฟ อยากทราบว่ากราฟอัตราเร็วกับเวลาในข้อใดถูกต้อง (ความเข้าใจ )




34.ข้อความในข้อใดเป็นจริงเกี่ยวกับ บริเวณสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ (ความรู้-ความจำ )

1. มีขนาดเท่ากันในทุกทิศทาง
2. พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีค่าเท่ากันทุกจุดในบริเวณนี้
3. ทิศทางของมันสวนทิศกับการเคลื่อนที่ของมวลทดสอบที่ปล่อยในบริเวณนี้
4. ความเข้มสนามโน้มถ่วงมีค่าเท่ากันทุกจุดภายในบริเวณนี้

35.ความเร่งของการตกอิสระที่ผิวของดาวเคราะห์ 2 ดวง มีค่าเท่ากัน ดาวทั้งสองจะต้องมีข้อใดเท่ากัน (ความเข้าใจ )

1. มวล 2. รัศมี
3. มวล/รัศมี 4. มวล/(รัศมี)$^2$

36.ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวลมากกว่าโลก 3 เท่า แต่รัศมีเป็นหนึ่งในสี่ของรัศมีโลกค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง ที่ผิวของดาวเคราะห์ดวงนั้นจะเป็นกี่เท่าของที่ผิวโลก (ความเข้าใจ )

1. 22 2. 48 3. 56 4.74

37. วัตถุ A และ B มีมวล m และ 2m ตามลำดับ อยู่ในอวกาศห่างกันเป็นระยะ R จงหาอัตราส่วนของอัตราเร่ง ของวัตถุ Aต่อวัตถุ B (ความเข้าใจ )

1. $\frac{1}{4}$ 2. $\frac{1}{2}$ 3. 1 4. 2

38.ข้อใดเป็นหน่วยค่าคงที่โน้มถ่วงสากล (ความเข้าใจ )

1. $m/s^2$ 2. $N/m^2kg^2$
3. $m^3s^2/kg$ 4. $m^2/kg^2$

39.ถ้าโลกของเรามีลักษณะเป็นทรงกลมหมุนรอบตัวเองรอบแกนที่มีแนวผ่านขั้วโลกทั้งสอง ข้อความใดถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักของวัตถุที่เส้นศูนย์สูตรเปรียบเทียบกับที่ขั้วโลก(ความเข้าใจ )

1. มากกว่า เพราะความเร็วเชิงมุมที่เส้นศูนย์สูตรมากกว่าที่ขั้วโลก
2. มากกว่าเพราะน้ำหนักที่เส้นศูนย์สูตรเป็นผลรวมของแรงดึงดูดของโลกและแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม
3. มีค่าเท่ากันเพราะน้ำหนักเป็นแรงดึงดูดของโลกและสำหรับทรงกลมที่มีขนาดสม่ำเสมอเมื่อขณะกำลังหมุนจะเป็นอิสระไม่ขึ้นกับตำแหน่งการวางตัวบนพื้นโลก
4. น้อยกว่าเพราะแรงดึงดูดของโลกต้องมีทั้งน้ำหนักและแรงสู่ศูนย์กลางที่ขึ้นกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุ

40. ดาวเทียมเมื่ออยู่บนผิวโลกมีน้ำหนัก W เมื่อโคจรรอบโลกที่ความสูง h = 6R เหนือพื้นโลก เมื่อ R เป็นรัศมีของโลก จงหาแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อดาวเทียมนี้ (การนำไปใช้ )

1. $\frac{W}{6}$ 2. $\frac{W}{7}$
3. $\frac{W}{36}$ 4. $\frac{W}{49}$

# เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

## ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่

| | | | |
|---|---|---|---|
| ข้อ 1 3 | ข้อ 11 2 | ข้อ 21 2 | ข้อ 31 2 |
| ข้อ 2 1 | ข้อ 12 1 | ข้อ 22 4 | ข้อ 32 1 |
| ข้อ 3 3 | ข้อ 13 2 | ข้อ 23 1 | ข้อ 33 2 |
| ข้อ 4 1 | ข้อ 14 1 | ข้อ 24 2 | ข้อ 34 4 |
| ข้อ 5 2 | ข้อ 15 2 | ข้อ 25 1 | ข้อ 35 4 |
| ข้อ 6 1 | ข้อ 16 4 | ข้อ 26 3 | ข้อ 36 2 |
| ข้อ 7 3 | ข้อ 17 3 | ข้อ 27 3 | ข้อ 37 4 |
| ข้อ 8 3 | ข้อ 18 4 | ข้อ 28 4 | ข้อ 38 1 |
| ข้อ 9 4 | ข้อ 19 3 | ข้อ 29 4 | ข้อ 39 4 |
| ข้อ 10 3 | ข้อ 20 1 | ข้อ 30 1 | ข้อ 40 4 |

# แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
## ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
## เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

2. ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อๆ ละ 5 คะแนน

3. เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบทั้งหมด 60 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน

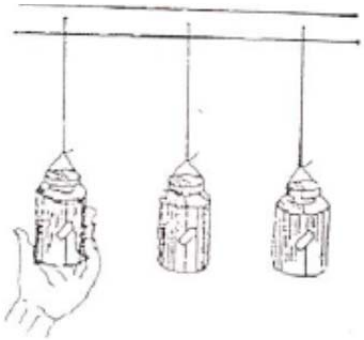
4. ห้ามขีดเขียนหรือเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบ

5.ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในแบบทดสอบ

**จงตอบคำถามต่อไปนี้พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบการอธิบาย**

**คำถามข้อที่1.**

**สถานการณ์** นำขวดสาธิตขนาดเท่ากันบรรจุทรายปริมาณต่างกัน และปิดกระดาษไม่ให้เห็นปริมาณทราย 3 ใบ นำขวดสาธิตทั้ง 3 ใบผูกเชือกแขวนโดยให้มีระดับความสูงเท่ากัน แล้วใช้ฝ่ามือผลักขวดสาธิตที่แขวนแต่ละใบให้เคลื่อนที่รับความรู้สึกจากฝ่ามือแล้วบันทึกผล **ในทำนองเดียวกัน**ใช้ฝ่ามือผลักขวดสาธิตให้เคลื่อนที่แล้วใช้ฝ่ามือทำให้ขวดสาธิตแต่ละใบหยุดนิ่งรับความรู้สึกจากฝ่ามือ แล้วบันทึกผล



**ภาพประกอบข้อที่ 1**

1.1 ใช้ฝ่ามือผลักขวดแต่ละใบให้เคลื่อนที่รับความรู้สึกที่ฝ่ามือได้อย่างไร

……

……

.

1.2 ใช้ฝ่ามือผลักขวดแต่ละใบให้เคลื่อนที่ ความรู้สึกขวดแต่ละใบต้านมือต่างกัน หรือไม่
อย่างไร

……

……

.

1.3 ใช้ฝ่ามือทำให้ขวดแต่ละใบที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง รับความรู้สึกที่ฝ่ามือได้อย่างไร

……

……

.

1.4 ใช้ฝ่ามือทำให้ขวดแต่ละใบที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง รับความรู้สึกที่ฝ่ามือขวดแต่ละใบ
ต้านมือต่างกันอย่างไร

……

……

.

1.5 ปริมาณทรายที่บรรจุในขวดสัมพันธ์กับการต้านมืออย่างไร

……

……

.

1.6 ถ้าการต้านมือทำให้ขวดหยุดนิ่งเคลื่อนที่ หรือขวดเคลื่อนที่ทำให้หยุดนิ่งเป็นการต้านการเปลี่ยนสภาพ
การเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนั้น การต้านสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่ามาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด

……

……

.

1.7 จากการทดลองทำให้ทราบความสัมพันธ์ ปริมาณทรายการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ที่หยุดนิ่ง หรือกำลังเคลื่อนที่สามารถสรุปสมบัติของมวลได้ดังนี้มวลเป็นสมบัติของวัตถุ

……

……

.

**คำถามข้อที่2**. ในงานกีฬาสาธิต ได้มีการแข่งขันชักเย่อโดยใช้เชือก AB นักเรียนสองคนดึงปลายเชือก A ไปทางซ้าย ส่วนนักเรียนอีก สองคนดึงปลายเชือกอีกด้านไปทางขวา ด้วยแรงเท่าๆกัน ถ้าเอาวัตถุหนัก 10 กิโลกรัม แขวนไว้กึ่งกลางของเชือก

ก.นักเรียนทั้งหมดนี้สามารถทำให้เชือกอยู่ในแนวระดับได้หรือไม่

ข.ถ้าไม่ได้ จงอธิบาย และถ้าได้จงหาขนาดแรงดึงที่ปลายA และ B

.....

.....

.....

.....

**คำถามข้อที่3**

**สถานการณ์** นำรถทดลองวางบนโต๊ะ นำตุ้มน้ำหนักวางบนรถ แล้วใช้ไม้บรรทัดตีให้รถเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็ว และต่อมานำรถวางบนโต๊ะ วางตุ้มน้ำหนักบนรถ แล้วผลักให้รถวิ่งไปพร้อมกับตุ้มน้ำหนักโดยใช้ไม้บรรทัดกันให้รถทดลองหยุดกะทันหัน

3.1 ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร จงอธิบาย

.....

.....

3.2 จากข้อมูลที่กำหนดให้จงบอกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาซึ่งได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมว่า ตัวแปรดังกล่าวคืออะไร

.....

.....

3.3 จากสถานการณ์ของข้อมูล นักเรียนจะสรุปผลจากสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

**คำถามข้อที่4.** นักเรียนในห้องเรียนทำการทดลองหนึ่ง แล้วออกแบบตารางบันทึกผลกิจกรรมดังตาราง โดยอ่านตำแหน่งเข็มชี้ของตาชั่งสปริง ได้เป็น A B C และ D นิวตัน

| ครั้งที่ | จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน) | ตำแหน่งเข็มชี้ของตาชั่งสปริง (นิวตัน) |
|---|---|---|
| 1 | 1 | A |
| 2 | 2 | B |
| 3 | 3 | C |
| 4 | 4 | D |

**จงตอบคำถามต่อไปนี้**

4.1 มวลของถ่านไฟฉายสัมพันธ์กับตำแหน่งเข็มชี้ของตาชั่งสปริงอย่างไร

.....

.....

.

4.2 เมื่อปล่อยถ่ายไฟฉายตกลงมาในแนวดิ่ง การตกของถ่านไฟฉายเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.

4.3 จากเหตุผลทั้ง 2 ข้อ ค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงเมื่อนำถ่านไฟฉายแขวนตาขอเกี่ยว คือ ค่าอะไร

.....

.....

.

4.4 สรุปความหมายของน้ำหนักจากกิจกรรมได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

**คำถามข้อที่5.**

**สถานการณ์** ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอของแผ่นไม้ ซึ่งวางอยู่บนรางไม้ และใช้ถุงทราย 1 ถุง วางทับบนแผ่นไม้ เริ่มต้นออกแรงน้อยๆ แล้วค่อยๆเพิ่มแรงดึง สังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่แผ่นไม้จะเคลื่อนที่ บันทึกแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ และแรงที่แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่

5.1 ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.2 จากสถานการณ์ของข้อมูลดังกล่าว ให้นักเรียนออกแบบตารางการทดลอง พร้อมระบุตัวแปรต่างๆ ให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

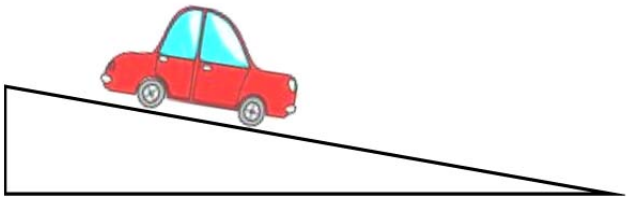
.....

.....

.....

.....

**คำถามข้อที่6** รถของเล่นคันหนึ่งซึ่งถูกผลักอย่างเร็วให้กลิ้งขึ้นพื้นเอียง หลังจากที่หยุดดันรถกลิ้งขึ้นพื้นเอียงไปจนถึงตำแหน่งสูงสุดและกลิ้งกลับลงมาอีก (*แรงเสียดทานมีขนาดน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด)*



**คำสั่ง** ให้ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ (จาก A ถึง G) เพื่อแสดง**แรงสุทธิ**ที่กระทำต่อรถในแต่ละกรณีที่บรรยายข้างล่าง ให้ตอบตัวเลือก J ถ้านักเรียนคิดว่าไม่มีตัวเลือกใดถูก

A. แรงสุทธิ**คงตัว**
ทิศ**ลง**ตามพื้นเอียง

B. แรงสุทธิที่มีขนาด**กำลังเพิ่มขึ้น**
ทิศ**ลง**ตามพื้นเอียง

C. แรงสุทธิที่มีขนาด**กำลังลดลง**
ทิศ**ลง**ตามพื้นเอียง

D. แรงสุทธิเป็นศูนย์

E. แรงสุทธิ**คงตัว**
ทิศ**ขึ้น**ตามพื้นเอียง

F. **แรงสุทธิที่มีขนาด**กำลังเพิ่มขึ้น
ทิศ**ขึ้น**ตามพื้นเอียง

G. **แรงสุทธิที่มีขนาด**กำลังลดลง
ทิศ**ขึ้น**ตามพื้นเอียง

_____ 6.1 รถกำลังเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงหลังจากหยุดดัน

_____ 6.2 รถอยู่ที่จุดสูงสุด

_____ 6.3รถกำลังเคลื่อนที่ลงพื้นเอียง

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| | |
|---|---|
| คำตอบตรงกับเฉลยได้ | 5 คะแนน |
| คำตอบส่วนใหญ่ตรงกับแนวเฉลยได้ | 4 คะแนน |
| คำตอบบางส่วนตรงกับแนวเฉลยได้ | 3 คะแนน |
| คำตอบบางส่วนตรงกับแนวเฉลยบ้างได้ | 2 คะแนน |
| คำตอบบางส่วนเล็กน้อยตรงกับแนวเฉลยได้ | 1 คะแนน |
| คำตอบไม่ตรงกับแนวเฉลยได้ | 0 คะแนน |

# ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงค่าความสอดคล้อง(IOC)ในแต่ละด้านของชุดกิจกรรมฟิสิกส์ PDCA ตามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนก ( r ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางฟิสิกส์
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนก ( r ) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( IOC ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ความชัดเจนของคำถาม | | | | ความเหมาะสมของตัวเลือก | | | | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | | ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC |
| 1 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | +1 | 0.67 |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 3 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 4 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 5 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 6 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | +1 | 0 | 0.67 |
| 7 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 8 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | +1 | +1 | 0 | 0.67 | +1 | 0 | +1 | 0.67 |
| 9 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 10 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | +1 | +1 | 0 | 0.67 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 11 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | +1 | 0.67 |
| 12 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 13 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 14 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 15 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อที่ | ความชัดเจนของคำถาม | | | | ความเหมาะสมของตัวเลือก | | | | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | | ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC |
| 16 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | +1 | +1 | 0.67 |
| 17 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 18 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 19 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 20 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 21 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 22 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 23 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 24 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 25 | 0 | +1 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | 0 | 0.67 | +1 | +1 | 0 | 0.67 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | +1 | 0 | 0.67 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | +1 | 0.67 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อที่ | ความชัดเจนของคำถาม | | | | ความเหมาะสมของตัวเลือก | | | | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | | ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC |
| 27 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 28 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 29 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 30 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 31 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 32 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 33 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | 0 | 0.33 |
| 34 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 35 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 36 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 37 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | +1 | +1 | 0 | 0.67 | 0 | +1 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | +1 | +1 | 0 | 0.67 |
| 40 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( IOC ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ความชัดเจนของคำถาม | | | | ความเหมาะสมของตัวเลือก | | | | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | | ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | IOC |
| 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 3 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 4 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |
| 5 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | +1 | 0 | 0 | 0.33 | +1 | 0 | 0 | 0.33 |
| 6 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 | +1 | +1 | +1 | 1 |

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางฟิสิกส์

| ข้อที่ | p | r | ข้อที่ | p | r |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .59 | .33 | 31 | .50 | .33 |
| 2 | .41 | .48 | 32 | .46 | .48 |
| 3 | .48 | .26 | 33 | .54 | .26 |
| 4 | .59 | .67 | 34 | .52 | .67 |
| 5 | .52 | .26 | 35 | .50 | .26 |
| 6 | .48 | .30 | 36 | .52 | .30 |
| 7 | .54 | .33 | 37 | .61 | .33 |
| 8 | .50 | .70 | 38 | .57 | .70 |
| 9 | .54 | .74 | 39 | .52 | .74 |
| 10 | .44 | .74 | 40 | .56 | .74 |
| 11 | .48 | .30 | 21 | .48 | .30 |
| 12 | .67 | .48 | 22 | .54 | .48 |
| 13 | .59 | .26 | 23 | .61 | .26 |
| 14 | .48 | .26 | 24 | .54 | .26 |
| 15 | .56 | .48 | 25 | .46 | .48 |
| 16 | .48 | .37 | 26 | .56 | .37 |
| 17 | .59 | .33 | 27 | .46 | .33 |
| 18 | .63 | .56 | 28 | .43 | .56 |
| 19 | .56 | .33 | 29 | .54 | .33 |
| 20 | .54 | .26 | 30 | .50 | .26 |

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

| ข้อที่ | p | r | ข้อที่ | p | r |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .48 | .52 | 16 | .46 | .56 |
| 2 | .50 | .48 | 17 | .57 | .26 |
| 3 | .54 | .22 | 18 | .65 | .33 |
| 4 | .50 | .26 | 19 | .57 | .56 |
| 5 | .57 | .41 | 20 | .48 | .37 |
| 6 | .50 | .30 | 21 | .50 | .33 |

# ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้**ชุดกิจกรรมฟิสิกส์** PDCA
- ตารางแสดง คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้**ชุด**กิจกรรมฟิสิกส์ PDCA

ตาราง แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน** ( คะแนนเต็ม 40 คะแนน )

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 28 | 8 | 64 |
| 2 | 22 | 25 | 3 | 9 |
| 3 | 22 | 23 | 1 | 1 |
| 4 | 23 | 27 | 4 | 16 |
| 5 | 22 | 25 | 3 | 9 |
| 6 | 21 | 35 | 14 | 169 |
| 7 | 20 | 25 | 5 | 25 |
| 8 | 25 | 30 | 5 | 25 |
| 9 | 20 | 28 | 8 | 64 |
| 10 | 15 | 25 | 10 | 100 |
| 11 | 19 | 29 | 10 | 100 |
| 12 | 21 | 31 | 10 | 100 |
| 13 | 23 | 25 | 2 | 4 |
| 14 | 17 | 22 | 5 | 25 |
| 15 | 16 | 20 | 4 | 16 |
| 16 | 26 | 27 | 1 | 1 |
| 17 | 21 | 23 | 2 | 4 |
| 18 | 20 | 23 | 3 | 9 |
| 19 | 20 | 25 | 5 | 25 |
| 20 | 20 | 31 | 10 | 100 |
| 21 | 20 | 28 | 8 | 64 |
| 22 | 18 | 24 | 6 | 36 |
| 23 | 22 | 24 | 2 | 4 |
| 24 | 23 | 25 | 2 | 4 |
| 25 | 19 | 24 | 4 | 16 |

ตาราง(ต่อ) แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 26 | 18 | 20 | 2 | 4 |
| 27 | 20 | 22 | 2 | 4 |
| 28 | 17 | 22 | 5 | 25 |
| 29 | 18 | 23 | 5 | 25 |
| 30 | 17 | 22 | 5 | 25 |
| 31 | 21 | 32 | 11 | 121 |
| 32 | 20 | 29 | 9 | 81 |
| 33 | 19 | 30 | 11 | 121 |
| 34 | 14 | 28 | 14 | 196 |
| 35 | 20 | 27 | 7 | 49 |
| 36 | 19 | 29 | 10 | 100 |
| 37 | 19 | 30 | 11 | 121 |
| 38 | 16 | 23 | 7 | 49 |
| 39 | 17 | 25 | 8 | 64 |
| 40 | 16 | 25 | 9 | 81 |
| 41 | 17 | 26 | 8 | 64 |
| 42 | 12 | 21 | 9 | 81 |
| 43 | 15 | 20 | 5 | 25 |
| 44 | 20 | 25 | 5 | 25 |
| 45 | 19 | 23 | 4 | 16 |
| X | 869 | 1154 | - | - |
| $\sum$ | - | - | 282 | 2267 |

ใช้ค่าสถิติ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$$t - test = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\left[\sum D^2\right] - \left[\sum D\right]^2}{N-1}}}$$

$$= \frac{282}{\sqrt{\frac{45 \times 2267 - 282 \times 282}{45-1}}}$$

$$= \frac{282}{16.91}$$

$$= 16.67$$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR – 20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

จากสูตร $r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$

$$= \frac{40}{40-1}\left[1 - \frac{6}{31.5}\right]$$

$$= 0.82$$

ตาราง แสดงคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ( คะแนนเต็ม 30 คะแนน )

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 14 | 19 | 5 | 25 |
| 2 | 10 | 19 | 9 | 81 |
| 3 | 14 | 22 | 8 | 64 |
| 4 | 15 | 21 | 6 | 36 |
| 5 | 16 | 23 | 6 | 36 |
| 6 | 15 | 24 | 9 | 81 |
| 7 | 13 | 20 | 7 | 49 |
| 8 | 12 | 19 | 7 | 49 |
| 9 | 13 | 19 | 6 | 36 |
| 10 | 14 | 15 | 1 | 1 |
| 11 | 10 | 19 | 9 | 81 |
| 12 | 15 | 22 | 7 | 49 |
| 13 | 10 | 20 | 10 | 100 |
| 14 | 12 | 17 | 6 | 36 |
| 15 | 16 | 21 | 5 | 25 |
| 16 | 16 | 20 | 4 | 16 |
| 17 | 13 | 19 | 6 | 36 |
| 18 | 16 | 20 | 4 | 16 |
| 19 | 17 | 22 | 6 | 36 |
| 20 | 16 | 19 | 3 | 9 |
| 21 | 18 | 20 | 2 | 4 |
| 22 | 16 | 21 | 5 | 25 |
| 23 | 14 | 21 | 7 | 49 |
| 24 | 12 | 20 | 8 | 64 |
| 25 | 19 | 23 | 4 | 16 |

ตาราง (ต่อ) แสดงคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 26 | 15 | 21 | 6 | 36 |
| 27 | 16 | 18 | 2 | 4 |
| 28 | 13 | 19 | 6 | 36 |
| 29 | 18 | 23 | 5 | 25 |
| 30 | 17 | 24 | 7 | 49 |
| 31 | 16 | 20 | 4 | 16 |
| 32 | 15 | 22 | 7 | 49 |
| 33 | 14 | 19 | 5 | 25 |
| 34 | 15 | 19 | 4 | 16 |
| 35 | 14 | 22 | 8 | 64 |
| 36 | 13 | 15 | 2 | 4 |
| 37 | 12 | 20 | 8 | 64 |
| 38 | 15 | 19 | 2 | 4 |
| 39 | 15 | 18 | 3 | 9 |
| 40 | 14 | 19 | 3 | 9 |
| 41 | 14 | 20 | 6 | 36 |
| 42 | 17 | 20 | 3 | 9 |
| 43 | 13 | 19 | 6 | 36 |
| 44 | 13 | 20 | 7 | 49 |
| 45 | 14 | 18 | 4 | 16 |
| X | 649 | 900 | - | - |
| $\sum$ | - | - | 248 | 1576 |

ใช้ค่าสถิติ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

$$t - test = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\left[\sum D^2\right] - \left[\sum D\right]^2}{N-1}}}$$

$$= \frac{248}{\sqrt{\frac{45 \times 1576 - 248 \times 248}{45-1}}}$$

$$= \frac{248}{14.64}$$

$$= 16.93$$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบทดสอบจากสูตร K.R. 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

จากสูตร $r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$

$$= \frac{6}{6-1}\left[1 - \frac{3.5}{18.6}\right]$$

$$= 0.88$$

# ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

# รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

| | |
|---|---|
| รศ.ดร.พงษ์แก้ว อุดมสมุทรหิรัญ | อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร ) |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิรมล ปีตะนีละผลิน | อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร ) |
| อาจารย์ เรวัตต์ นกสว่าง | อาจารย์โรงเรียนเซนต์ดอมินิก กรุงเทพ |

# ประวัติย่อผู้ทำวิจัย

# ประวัติย่อผู้ทำวิจัย

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นายเกริก ศักดิ์สุภาพ |
| วันเดือนปีเกิด | 24 กุมภาพันธ์ 2524 |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | 79/248 ถ.สรงประภา แขวง สีกัน เขต ดอนเมือง กรุงเทพ |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) กรุงเทพ |