



## บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

เกศินี โชติกเสถียร. การใช้เทคโนโลยีทางการสอนในโรงเรียน. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนการพัฒนาศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530 - 2534. กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์, 2529.

จรินทร์ ธาณีรัตน์. คู่มือเกม. พิมพ์ครั้งที่ 1. พระนคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2512.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ความน่าจะเป็นและสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: พัทธการพิมพ์, 2526.

จำนง พรายแย้มแซ. เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม (ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

ชวาล แพร์ตกุล. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช สารานุกรม, 2518.

ชาญชัย ศรีไสยเพชร. ทักษะและเทคนิคการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:  
โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, 2525.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:  
โรงพิมพ์เจริญผล, 2527.

ทินวัฒน์ มฤคพิทักษ์. ลูกเล่นลูกฮา ภาค 1. กรุงเทพมหานคร: โอ. เอส.  
พรินติ้ง เฮ้าส์, 2528.

เทพาวณี หอมสนธิ และคณะ. เกม. กรุงเทพมหานคร: กรุงเทพการพิมพ์, 2520.

บันลือ พฤกษ์วัน. การประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,  
2519.

บุญเรียง ขจรศิลป์. วิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:  
ฟิลิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2530.

เบญจา แสงมะลิ. เล่นกับเด็ก. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2522.

ประคอง กรรณสุด. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. ปทุมธานี:  
บริษัท ศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า จำกัด, 2528.

\_\_\_\_\_. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: บริษัท  
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2529.

\_\_\_\_\_. สถิติเพื่อการวิจัยคำนวณด้วยภาษา BASIC. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี:  
บริษัท ศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า จำกัด, 2530.

- ประพัฒน์ ลักขณพิสุทธิ์. เกมส์พลศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์  
ไทยวัฒนาพานิช, 2530.
- พรรณี ช. เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:  
อมรินทร์การพิมพ์, 2528.
- พันทิพา อุทัยสุข. พฤติกรรมกรรมการสอนมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายการพิมพ์  
สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2524.
- พิริยา ธาราธรพิสุทธกุล. เล่นกับลูกน้อย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สมมิตรออฟเซต,  
2529.
- วิมลศิริ ร่วมสุข. การสอนภาษาไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถานสงเคราะห์หญิง  
ปากเกร็ด, 2522.
- ศรียา-ประภัสร นิยมธรรม. การสอนซ่อมเสริม (การสอนเพื่อบรรดิการ). พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521  
(ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ, 2521.
- . หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพมหานคร:  
อมรินทร์การพิมพ์, 2523.
- . คู่มือการประเมินผลการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย  
พุทธศักราช 2524. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา, 2523.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการบริหารการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพมหานคร: จงเจริญการพิมพ์, 2524.

\_\_\_\_. หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ, 2524.

\_\_\_\_. คู่มือการสอนซ่อมเสริม. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ, 2524.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของคุรุสภา, 2524.

\_\_\_\_. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 021. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของคุรุสภา, 2531.

สงวน สุทธิเลิศอรุณ, จำรัส ค้างสุวรรณ และ ฐิติพงษ์ ธรรมานุสรณ์. จิตวิทยาสังคม. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: ชัยศิริการพิมพ์, 2524.

สมคิด อิศระวัฒน์. ประชากรศึกษากับการปรับปรุงคุณภาพชีวิต. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรบัณฑิต, 2522.

สมศักดิ์ ลินธุระเวช. การสอนซ่อมเสริม. กรุงเทพมหานคร: กรมสามัญศึกษา, 2523.

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

หน่วยศึกษานิเทศก์จังหวัดกาญจนบุรี. คณิตคิดสนุก. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พิมพ์เศศ, 2520.

อรสา ปราชญ์นคร. หลักสูตรและแบบเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์  
ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

อัจฉรา ชีวพันธ์. คู่มือการสอนภาษาไทยกิจกรรมการเล่นประกอบการสอน.  
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์, 2522.

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์  
ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เฉลิมชัยการพิมพ์, 2523.

#### วารสาร

กิตติพงษ์ วงศ์สุนทร. "ปัญหาการวัดผลประเมินผลกรณีนักเรียนติด 0 และติด ร."  
สารพัฒนาหลักสูตร 14 (สิงหาคม 2528): 33 - 34.

โกสินทร์ รัชสยาพันธ์. "วิธีสอนให้สุขสันต์ในชั้นเรียน." วิทยากร 85  
(เมษายน 2530): 8 - 12.

คำบุญ สายแสงจันทร์. "การจัดการสอนซ่อมเสริมในโรงเรียน." การศึกษาเอกชน  
6 (มีนาคม 2524): 27 - 33.

จรรยา จิยโชค. "วิธีสอนนักเรียนที่เรียนช้า." สารพัฒนาหลักสูตร (มกราคม 2531):  
9 - 16.

จารุณี สุตะบุตร. "ความรู้้อาจเรียนทันกันหมด." แนะแนว 18 (มิถุนายน - กรกฎาคม  
2527): 7 - 10.

เจลิยว เรืองเดช. "เมื่อไปดูเขาสอนซ่อมเสริม." สารพัฒนาหลักสูตร 18 (มีนาคม  
2526): 38 - 40.

ทวีป อภิลิทธิ์. "การใช้กิจกรรมเป็นสื่อในการสอนคน." ครูปริทัศน์ 8 (ธันวาคม 2526): 42 - 45.

ทศนา แหมมณี. "การใช้บทบาทสมมุติในการเรียนการสอน." ครูศาสตร์ 6 (กรกฎาคม - สิงหาคม 2519): 41 - 48.

ประเทือง ไทยเขียว. "หรือเล่นครึ่งเรียนครึ่งจึงเข้าถึงหลักสูตร." สารพัฒนาหลักสูตร (มกราคม 2531): 36 - 37.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. "การประเมินหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 : กระบวนการนำหลักสูตรไปใช้." วิธีวิทยาการวิจัย 1 (พฤษภาคม - สิงหาคม 2529): 34 - 46.

เป็รื่อง กุฎ. "การจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล." ศรีนครินทร์วิโรฒ 18 (ธันวาคม 2525): 13.

ปานตา ไข้เทียมวงศ์ และ พิศรวัลย์ โกวิทวที. "การสอนซ่อมเสริมวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5." ครูศาสตร์ 3 (เมษายน - กรกฎาคม 2516): 23 - 27.

ปานทอง กุลนาถศิริ. "การนำเกมหรือปริศนามาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์." ข่าวสาร สสวท 11 (เมษายน - มิถุนายน 2526): 14 - 17.

มุสตี กุฎอินทร์. "การให้นักเรียนสอนกันเอง." การประถมศึกษา (มิถุนายน 2522): 12 - 14.

ไพโรจน์ ตีรณานกุล, พิศาล สร้อยธูหว่า และนิพนธ์ ศุภศรี. "กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มี  
แนวโน้มทางเทคโนโลยี." ข่าวสาร สสวท 13 (เมษายน - มิถุนายน 2528):  
16 -20.

เมืองทอง แคมมณี. "การจัดการเรียนการสอนอย่างมีชีวิตชีวา." รามธิบดี 7  
(สิงหาคม 2519): 29 - 39.

รัชณี วิเศษสังข์. "สอนซ่อมเสริมที่โรงเรียนสุโขทัย." สารพัฒนาหลักสูตร 23.  
(สิงหาคม 2526): 31 - 33.

เลขา ปิยะอัจฉริยะ. "การสอนตามเอกัตภาพ." ครูศาสตร์ 4 (กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม  
2517): 18 -29.

วราชนีย์ มงคลพรวิทยา. "มาช่วยลูกศิษย์เรากันเถอะ." ประชาศึกษา 35  
(พฤษภาคม 2528): 14 - 15.

วิรัช ศรีสุภลักษณ์การ. "เกมและสิ่งจูงใจในการเรียนการสอน." ประชาศึกษา 34  
(พฤษภาคม 2527): 24 - 27.

ศิริกาญจน์ โกสมภ์. "การสอนซ่อมเสริมไม่ใช่การสอนพิเศษ." ประชาศึกษา 30  
(มีนาคม 2522): 10 - 12.

ศิริชัย กาญจนวาสี. "เราต้องการอะไรจากการศึกษา." ครูปริทัศน์ 7 (ธันวาคม  
2525): 40 - 45.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. "การประเมินผลเพื่อวินิจฉัย." มิตรครู 22 (15 เมษายน  
2523): 49 - 53.

สมศักดิ์ ลินธุระเวช. "การสอนซ่อมเสริม." มิตรครู (30 เมษายน 2523): 24 - 25.

\_\_\_\_\_. "การประเมินผลระดับประถมศึกษา : การสอนซ่อมเสริม."

สารพัฒนาหลักสูตร 48 (มีนาคม 2529): 15 - 17.

สง่า สรรพศรี. "สัมภาษณ์พิเศษ." สสท. ฉบับเทคโนโลยี 14 (มีนาคม 2531):

19 - 20.

สายใจ ทองเนียม. "การสอนซ่อมเสริม เป้าหมายที่ไม่ควรมองข้าม."

สารพัฒนาหลักสูตร 33 (ธันวาคม 2527): 38 - 40.

สุกัน เทียนทอง. "การซ่อมเสริมเพื่อให้อ่านเกณฑ์." ประชาศึกษา 35

(เมษายน 2528): 22 - 24.

สุธรรม จันทน์หอม. "การเรียนรู้แบบผ่านเกณฑ์ หรือแบบรอบรู้ (Mastery Learning)."

การวัดผลการศึกษา 6 (กันยายน - ธันวาคม 2527): 1 - 10, อ้างจาก

Bloom, Benjamin S. Introduction to Mastery Learning,

Unpublished paper, University of Chicago, 1978.

เสนีย์ มีทรัพย์. "เด็กเรียนช้า จะช่วยอย่างไร." วิทยาศาสตร์ 29 (พฤษภาคม 2521):

20 - 23.

สำเริง เวชสุนทร. "เกมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์." คณิตศาสตร์

(พฤศจิกายน - ธันวาคม 2526): 27 - 31.

หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 11. "การสำรวจสภาพการจัดและสอนซ่อมเสริม  
ของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 11 ปีการศึกษา 2523."

วิจัยสนเทศ 4 (2523): 1 - 5.



อนู อีรานูวรรตน์. "การจัดชั่วโมงซ่อมเสริมในโรงเรียน." สารพัฒนาหลักสูตร

20 (พฤษภาคม 2526): 42.

อรสา กุมารี ปุกหุด. "การสอนตามความสามารถของเด็ก." วิทยาสาร

22 (กรกฎาคม 2514): 10 - 13.

อรสา คิสสระ. "การสอนเป็นรายบุคคล." ศรีนครินทร์สาร 1 (มิถุนายน - กันยายน

2517): 5 - 10.

อัจฉรา ประไพตระกูล. "การเสริมกำลังใจ." ครูปริทัศน์ 3 (กุมภาพันธ์ 2521):

26 - 32.

อุทัย เพชรช่วย. "การให้นักเรียนสอนกันเอง กิจกรรมที่ช่วยลดภาระงานสอนของครู."

สารพัฒนาหลักสูตร 36 (มีนาคม 2528): 18 - 20.

\_\_\_\_\_. "การให้นักเรียนสอนกันเอง กิจกรรมที่ช่วยลดภาระงานสอนของครู."

ประชาศึกษา 25 (สิงหาคม 2528): 27 - 30.

อำพล สงวนศิริธรรม. "ใช้ไมโครสอนซ่อมเสริม." สารพัฒนาหลักสูตร 41

(สิงหาคม 2528): 36 - 41.

อำไพ สุจริตกุล. "การสอนเพื่อซ่อมเสริม." วิทยาสาร 24 (กุมภาพันธ์ 2516):

46 - 47.

\_\_\_\_\_. "การสอนเพื่อซ่อมเสริม." ครูศาสตร์ 1 (มิถุนายน - กันยายน 2524):

141 - 153.

### วิทยานิพนธ์

- เกศินี เจริญศิริ. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอ่อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลกับกลุ่มที่สอนโดยครู." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ยะเจน ต้นจ้อย. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนซ่อม เสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเพื่อช่วยสอนและครูเป็นผู้สอน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
- จิราพร ประยูรวงษ์. "สภาพและปัญหาการสอนซ่อม เสริมวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 5." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
- จิตต์นิภา ภักดีชุมพล. "กิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนสาธิต ในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516.
- จินนาภา สิตบุตร. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีและไม่มี การสอบย่อย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521.

- จุลจักร โนนันธุ์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้ เกมกับวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
- ชัยวัฒน์ คัดตรงชัย. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนภาษาอังกฤษ เทคนิคของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่สาม ที่เรียนโดยใช้ เกม และสถานการณ์จำลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ฉัฐพร จิระโชติวานิช. "การศึกษาปัญหาการสอนซ่อม เสริมวิชาภาษาไทย ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.
- ทักษะ ศุภทัยาศัย. "การศึกษาปัญหาการสอนซ่อม เสริมวิชาภาษาไทย ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 2." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.
- ธาริณี วีระสกุลรัตน์. "การใช้วีดีโอ เทป เพื่อการสอนซ่อม เสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ เรื่องรังสีที่มองไม่เห็น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.
- นภพินท์ อนันตรศิริชัย. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อ เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

นันทา อิ่มสะอาด. "การสอนซ่อมเสริมโดยการใช้สไลด์เทป เรื่อง "แร่" วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

นิรัตติศัย ภัทรดิลก. "สาเหตุของความด้อยสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาสังคมศึกษาตามการรับรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

แบ่งน้อย เพียรสุขสวัสดิ์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการสะกดคำภาษาอังกฤษของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าระหว่างการสอนแบบใช้ เกมและแบบธรรมดา." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

บุญโชติ เจริญกุล. "การสอนซ่อมเสริมในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญ ศึกษา ในการศึกษา 3." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

ประสิทธิ์ สารภี. "ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

ปราณี มีกุล. "ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาเคมี เรื่อง เซลไฟฟ้าเคมี โดยวิธีเรียนด้วยตนเองจากสื่อประสมและจากแบบ เรียน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

ปรีชา วิเทศวิทยานุศาสตร์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมวิชาทักษะ การอ่าน 2 ด้วยชุดการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ที่เรียน เป็นกลุ่มโดยครูเป็นผู้ดำเนินการ นักเรียนผู้ช่วยสอนเป็นผู้ดำเนินการ และนักเรียน ผู้ช่วยสอนกับครুর่วมเป็นผู้ดำเนินการ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

ปรีชา จันทลลิตี เวช. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน ในการจำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีเกมและ ไม่มีเกมประกอบ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.

พนิดา ทิสิฐอมรชัย. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มอ่อนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่เรียนเสริมจากครูกับกลุ่มที่เรียนเสริม จากเพื่อนนักเรียน." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

พเยาว์ ยินดีสุข. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยการสอนแบบใช้เกมกับการสอนแบบบรรยายประกอบ การสาธิต." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

พิจางณา พิเศษศิลป์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ระหว่างกลุ่มที่ เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล กับกลุ่มที่เรียนจากเพื่อน." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

พิชัย งามยิ่งยวด. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
 เก่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่เรียนเสริมจากครูกับกลุ่มที่เรียนด้วยตนเอง."  
 วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. "ความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอน คุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้  
 ในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา  
 ตอนต้นในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญาคุษฎีบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา  
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

เพ็ญสุข ภูตระกูล. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการอ่านเพื่อความเข้าใจภาษาอังกฤษ  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้เพื่อนช่วยสอนกับที่เรียนด้วยตนเอง."  
 วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ไพจิตร โขตินิสากร. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้  
 บทเรียนแบบโปรแกรม." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา  
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

มณฑนา วัฒนถนอม. "การเปรียบเทียบการสอนซ่อมเสริมทักษะการเขียนสะกดคำสำหรับ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างวิธีการสะกดคำและวิธีสัมพันธ์ทักษะ."  
 วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

มัทนา บุญจันทร์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่เรียนซ่อม เสริมโดยเพื่อนและกลุ่มที่เรียนซ่อม เสริมด้วยตนเองโดยใช้สื่อประสม." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

รุจิร ภู่อาระ. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนคณิตศาสตร์ ระดับ ม.1 6 วิธีที่จะให้ผลสัมฤทธิ์สูงและใช้เวลาในการเรียนการสอนน้อยที่สุด." วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

ลดา คอนหงษา. "ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

วนา ชลประเวส. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

วรรณ เลิศชัยนดี. "ผลการสอนโดยใช้ เกมสถานการณ์จำลองที่มีต่อแนวคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

วรรณเพ็ญ พวงพุก. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการ ใช้ เพลงและ เกมประกอบการสอนกับการสอนปกติ ในโรงเรียนชุมชนวัดบ่อไร่ จังหวัดตราด." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2529.

- วัฒนา ล่วงลือ. "การศึกษาการจัดสอนซ่อม เสริมในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- วันทนี้งามพุทธแสน. "ความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียนและครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดการสอนซ่อม เสริมวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขต กรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
- วิไล จิตกรรมกิจศิลป์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยการสอนแบบใช้เกมและไม่ใช้เกมประกอบการสอน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- วิไลรัตน์ ตั้งจัญญ. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับความคาดหวังของครูผู้สอน ผู้พัฒนาหลักสูตร และอาจารย์มหาวิทยาลัย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
- วิชุลลาวัณย์ พิทักษ์ผล. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อม เสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อม เสริม โดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- เศรษฐศักดิ์ หนูทอง. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนซ่อม เสริม เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมและแบบฝึกหัด." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.



เสถียร เอกอุ้น. "การศึกษาปัญหาการสอนซ่อม เสริมวิชาภาษาไทยระดับมัธยมศึกษาตอนต้น  
ในโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

สมจิตต์ ศรีธัญรัตน์. "การสอนซ่อม เสริมสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียน."  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ปทุมวัน, 2520.

สมพร จินากุล. "การนำเสนอแนวทางการสอนซ่อม เสริมทักษะภาษาอังกฤษ ระดับมัธยมศึกษา  
ตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

สาธิต แก่นมณี. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะที่มีต่อวิชาและ  
ความสนใจในวิชาเรียน จากการสอนซ่อมเสริม 3 วิธี ในกระบวนการเรียน  
เพื่อรอบรู้ (Mastery Learning)." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

สายใจ เกตุชาวิทย์. "การนำเสนอแผนการสอนซ่อม เสริมทักษะภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา  
ตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

สายหุ่ย ตยานันท์. "การเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารและครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ  
ปัญหาการสอนซ่อม เสริมวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียน  
รัฐบาล เขตการศึกษา 7." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

สุกัน เทียนทอง. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยม  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยครู กลุ่มเพื่อนและศึกษาค้นด้วยตนเอง."  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร, 2527.

สุจินต์ เลี้ยงจรรยารัตน์. "การใช้ เกมประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
สายสามัญ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521.

สุภัทธี วิศวานนท์. "การ เปรียบ เทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนซ่อม เสริมวิชาคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนต่ำกว่าระหว่างกลุ่มที่ใช้  
บทเรียนแบบโปรแกรม เทปโทรทัศน์กับกลุ่มที่สอนโดยครู." วิทยานิพนธ์ปริญา  
มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

สุวรัตน์ กาญจนรัฐดิวัฒน์. "การศึกษาปัญหาการสอนซ่อม เสริมวิชาภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา  
ตอนต้นในโรงเรียนราษฎร์ เขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

อมรา รสสุข. "การ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจาก เกม สถานการณ์จำลองและ  
เกมจำลองสถานการณ์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถม  
ศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต  
ภาควิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

อัญชลี ศรัทธานุศาสตร์. "การ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบต่าง ๆ ."  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

อุไทยวรรณ พูลทวี. "การเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารและครูสังคมศึกษาเกี่ยวกับ  
ปัญหาการเรียนการสอนซ่อม เสริมวิชาสังคมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น  
ในเขตการศึกษา 8." วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. "ผลของการใช้ เกมการแข่งขัน เป็นกลุ่มและรายบุคคลที่มีต่อความ  
พร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก." วิทยานิพนธ์ปริญา  
มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

#### เอกสารอื่น ๆ

จันทร์วรรณ เทวรักษ์. "รายงานการวิจัย เรื่องอิทธิพลของการจัดกิจกรรมสร้างสรรค์และ  
เกมทางการศึกษาในวัย 4 - 6 ขวบ ที่มีต่อการเรียนรู้ภาษาไทยและคณิตศาสตร์  
ในระดับประถมศึกษา." กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2526. (อัดสำเนา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันภาษา. "รายงานการวิจัย เรื่องการศึกษาการเรียนการ  
สอนแบบซ่อม เสริม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาของผู้เรียนภาษาอังกฤษแบบเข้ม."  
กรุงเทพมหานคร: สถาบันภาษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. (อัดสำเนา)

จุลจักร โนพันธ์. "เกมการแข่งขันเพื่อลดเวลาการสอน." ลดเวลาการสอน : นวัตกรรม  
ที่น่าสนใจ. ลพบุรี: โครงการส่งเสริมสมรรถภาพการสอน, 2527.

จำรัส น้อยแสงศรี. "คู่มือการศึกษาเทคนิคและวิธีสอนของครู." กรุงเทพมหานคร:  
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. (อัดสำเนา)

ชาญณรงค์ แสงสว่าง. การสร้างเครื่องมือวัดสมรรถภาพทางการสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. (อัครสาเนา)

ฐะปะนีย์ นาครทรรพ. "วิธีสอนซ่อมเสริมทักษะวิชาภาษาไทย." ใน เอกสารการสอนประกอบการสอนวิชาภาษาไทย ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: แผนกวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

ทศนา เขมมณี. "ทฤษฎีกลุ่มสัมพันธ์ในการสอน." ใน กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ เล่ม 1. หน้า 197 - 222. กรุงเทพมหานคร: บุรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และสมคิด เมตไตรพันธ์. "นวัตกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมระดับชั้นมัธยมศึกษา." กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531. (อัครสาเนา)

พันทิพา อุทัยสุข. "การสอนซ่อมเสริม." ใน เอกสารชุดวิชาการระบบการเรียนการสอนหน่วยที่ 11 - 15. หน้า 7 - 25. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2523.

\_\_\_\_\_. "การสอนซ่อมเสริม." ใน เอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนมัธยมศึกษาหน่วยที่ 6 - 10. หน้า 30 - 36. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2524.

รวีวรรณ ฐมชัย. "การสอนซ่อมเสริม." ใน เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2. โรงเรียนมัธยมสาธิต ประสานมิตร, 2523. (อัครสาเนา)

- ลือชา สร้อยพาน. "จุดประสงค์ของการสอนซ่อมเสริม." ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการโรงเรียนมัธยมศึกษา หน่วยที่ 1 - 7. หน้า 356 - 362. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.
- วิชาการ, กรม. "การประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา." กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ, 2530. (อัดสำเนา)
- สมศักดิ์ ลินธุระเวชย์. "การสอนซ่อมเสริม." ใน หลักสูตรและแบบเรียนมัธยมศึกษา. หน้า 92 - 95. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2525.
- สามัญศึกษา, กรม. "หนังสือที่ ศธ 0806/011764" ลงวันที่ 21 ตุลาคม 2530.
- สุภากร ราชอาณาจักร. "การอ่านและเขียนแบบซ่อมเสริม." ใน เอกสารประกอบการสอน กศ. กท. 525. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. (อัดสำเนา)
- เสถียร หอมขจร. "โรมัส ฮอบส์." ใน คู่มือการเรียนทฤษฎีการเมืองและจริยธรรม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : กิ่งจันทร์การพิมพ์, 2528. หน้า 16, อ้างจาก Hobbes, Thomas. Leviathan, Edited by Michael Oake Shott Part I Chap. 3, P. 80.

ภาษาอังกฤษBOOK

Beggs, Donald L. and Lewis, Ernest L. Measurement and Evaluation in the School. Boston: Houghton Mifflin Co., 1974.

Biehler, Robert F. Psychology Applied to Teaching.  
2nd ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1971.

Blair, Glenn Myers. Diagnostic and Remedial Teaching : A Guide to Practice in Elementary and Secondary School. New York: Macmillan Company, 1956.

Blishen, Edward. Education Today. British Broadcasting Corporation, 1970.

Carter, Homer L.J., and McGinnes, Dorothy J. Diagnosis and Treatment of the Disabled Reader. New York: Macmillan Company, 1970.

Cruickshank, Donal R. A First Book of Game and Simulations. Belmont California: Wadsworth Publishing Company Inc., 1977.

Dobson, J. Effective Techniques for Communicative Practice. Great Britain, Newbury House, 1974.

- Edgren, Harry D. and Gruber, Joseph J. Teacher's Handbook of Indoor an Outdoor Games. N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1967.
- Gerlach, Vernon S. and Ely, Donald P., Teaching and Media : A Systematic Approach. N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1971.
- Grambs, Jean Dresden , Carr, John C., and Fitch, Robert M. Modern Methods in Secondary Education. 3 d.ed. U.S.A.: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1970.
- Harris, Albert J. How to Increase Reading Ability. 4th ed. New York: David McKay Co., 1966.
- \_\_\_\_\_. Improving the teaching of Remedial. New York: Appleton Company, 1971.
- Kochevar, Deloise E. Individualized Remedial Reading Techniques for the Classroom Teacher. New York: Parker Publishing Company, 1975.
- McCallister, James M. Remedial and Corrective Instruction in Reading. New York : Appleton Century Company: Inc., 1936.
- Otto, Wayne, Mcmenemy, Richard A., and Smith, Richard J. Corrective and Remedial Teaching. 2d ed. Boston: Houghton Mifflin Co., 1973.

Staff of Research and Education Association. The Statistics Problem Solver. New York: Research and Education Association, 1985.

Tanslay, A.E. Reading and Remedial Reading. Western Printing Services Limited, 1969.

Taylor, John L. and Walford Rex. Simulation in the Classroom. Harmondsworth: Penguin Book, 1972.

#### Journal

Candler, Ann C., Blackburn, Gary M. and Sowell, Virginia. "Peer Tutoring as a Strategy Individual Instruction." Education 100 (Spring 1980): 380 - 383.

Carlson, Elliot, "Games in the Classroom." In The Study of Games. pp. 330 - 339 Elliot M. Avedon and Brian Sutton-Smith, ed. New York: John Wiley & Son, 1971.

Chaplin, Miraim T. "Down with Remediation." The Education-Digest. 44(May 1979): 12 - 15.

Doran, Rodney L. and Watson, William. "Games for the Science Classroom." The Science Teacher. 40(April 1972): 31 - 33, 59 - 62.



Drumheller, Sidney J. "Curriculum Making as a Game Designing Task." Educational Technology 12(May 1972): 13 - 17.

Khim, Koh Chong. "Integration of Secondary Level Physies and Technology Education." Physics Curriculum Development in Asia 1978. Report of Regional Seminar Penang Malaysia, 5 - 14 January 1978, อ้างถึงใน จิตรารมภ์ ทองน้อม. "มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. หน้า 1.

Ronshausen, Nina L. "Programmed Tutoring : An Instructional Method for Primary School Mathematics." Education Technology 15 (January 1975): 22 - 27.

### Thesis

Anderson, Charles Raymond. "The Effectiveness of a Simulation Learning Game in Teaching Consumer Credit to Senior High School Student in Comparison to a Conventional Approach to Instruction." Dissertation Abstracts International 31 (February 1970): 670 A - 671 A.

Anderson, Jean Marie. "The Impact of Seven Word Games on the Sight Vocabulary Retention of First Grade Students." Dissertation Abstracts International. 32 (February 1971): 4473 A.

- Barclay, Joanne A. "A Comparison of Programmed Instruction and Game Strategies for Teaching Selected Map Concepts to Children through Computer Assisted Instruction." Dissertation Abstracts International. 46 (February 1985): 348 A.
- Burgess, E E. 1970. "A Study of the Effectiveness of the Planned Usage of Mathematical Games on The Learning of Skill and Concepts and on Attitude Toward Mathematics and Learning of Mathematics Low Achieving Secondary Students." Dissertation Abstracts International. 30 (June 1970): 5333 A - 5334 A.
- Diamond, Rhea Carlile. "Traditional Method Versus Computer-Game Instruction in Teaching Keyboarding Skills to Kindergarten Children (Complex Mental/Physical Behavior, Typing) Microcomputer, Fun and Learning." Dissertation Abstracts International. 46 (September 1985): 2555 A.
- Dickerson, Dolores Pawley. "A Comparison of the Use of the Active Games Learning Medium with Passive Games and Traditional Activities as a Means of Reinforcing Recognition of Selected Sight Vocabulary Words with Mid-Year First-Grade Children with Limited Sight Vocabularies," Dissertation Abstracts International. 36 (April 1976): 6456 A-6457 A.

- Edgmon, Rodney O. "The Effect of Perceptual Motor Leading Games Upon the Reading Readiness of Trainable Mentally Retarded Students." Dissertation Abstracts International. 38 (August 1977): 623 A- 624 A.
- Elsnes, James Roger. "The Effects of Playing a Simulation Game on the Cognitive Achievement and Attitudes Toward Instructional Cooperation of Secondary students." Dissertation Abstracts International. 12 (June 1975): 7745 A.
- Fishell, Frank E. "The Effect of A Math Trading Game on Achievement and Attitude in Fifth Grade Devision." Dissertation Abstracts International. 36 (June 1975): 3382 A.
- Handley, Leslie Mills. "The Relationship of Role Playing and Opinion Change in Elementary School Children." Dissertation Abstracts International. 36 (December 1975): 3383 A - 3384 A.
- Hazen, Jane Boyd. "The Effect of a Science Simulation Game on Cognitive Learning Retention and Affective Reaction." Dissertation Abstracts International. 35 (April 1975): 6573 A.

- James, Navita Eloise Cummings. "Television Games Children Play  
Childrens Communicative Uses of Television." Dissertation  
Abstracts International. 42 (August 1981): 438 A- 439 A.
- Jones, Coy Aa Rom. "Peer Teaching in Permanent Project Teams."  
Dissertation Abstracts Internation. 43 (August 1982):  
352 A.
- Lewis, James Richard. "The Effectiveness of Certain Nonsimulation  
Academic Games in Teaching Language Usage Skill to Junior  
High School Students." Dissertation Abstracts  
International. 10 (April 1976): 6526 A.
- O'Neil, James Steven. "The Effects of a Teams-Games-Tournaments  
Reward Structure on the Self-Esteem and Academic  
Achievement of Ninth Grade Social Studies Students."  
Dissertation Abstracts International. 41 (June 1981): 4637 A.
- Orcutt, Larry Emmet. "Child Management of Instructional Games :  
Effects Upon Cognitive Abilities, Behavioral Maturity and  
Self Concept of Disadventaged Preschool Children."  
Dissertation Abstracts International. 1 (July 1972):  
147 A.
- Pinter, Donna Dac Krewedl. "The Effects of an Academic Game on  
the Spelling Achievement of Third Graders." Dissertation  
Abstracts International. 37 (August 1976): 710 A.

- Pramuk, Gladys Doherty. "Teaching Classroom Discussion Skills to High School Students (Communication, Interaction, Games)." Dissertation Abstracts International. 46 (April 1984): 933 A.
- Roxie, Wittenberg Berlin. "The Effect of Playing Educational Games With Mothers on Concept Development of Kindergarten Children." Dissertation Abstracts International. 32 (May 1971): 6180 A.
- Smalley, Shelia Yvette. "The Effect of Cooperative and Competitive Games with Learning Disabled Adolescents on Arithmetic Performance and On-Task Behavior." Dissertation Abstracts International. 44 (August 1983): 463 A.
- Taylor, Andrea Jane Richardson. "A Comparison of Simulation Games with Traditional Teaching Methods." Dissertation Abstracts International. 40 (August 1979): 788 A - 789 A.
- Trollinger, Robert Ira. "A Study of the Use of Simulation Games as a Teaching Technique with Varying Achievement Groups in a High School Biology Classroom." Dissertation Abstracts International. 39 (July 1978): 107 A.
- Walling, James Irvin. "An Experimental Study of Conditions which Affect Learning from Simulation Games in Speech Communication Instruction." Dissertation Abstracts International. 37 (April 1977): 6147 A.

Wedden, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science - a Process Approach." Dissertation Abstracts International. 32 (January 1972): 3585 A.

Wolff, Donald, J. "An Instructional Game Program : Its Effect on Task Motivation." Dissertation Abstracts International. 6 (December 1974): 3535 A - 3536 A.

Other

Anonymous. 1960. Game-For Players of All Ages. Compton's Pictured Encyclopedia. 6: 8-14.

\_\_\_\_\_. 1971. Instructional Game. The Encyclopedia of Education. 4: 106-111.

\_\_\_\_\_. 1975. Game. The World Book Encyclopedia. 8: 22-26.

Good, Carter V. Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill Book Co., 1973.

Kerr, J.Y.K. "Games and Simulations in English Language Teaching," ELT Documents : The British Council (1977): 5.

Smith, Edward W., Krouse, Stanley W., Jr and Atkinson, Mark M. The Educator's Encyclopedia. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall Inc., 1961.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม  
 วิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่"  
 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสานวงศ์ บุระพะพิมพ์  
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
2. อาจารย์ชูชัย รัตนภิญโญพงษ์  
 อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ประสิทธิ์ ไชยปัญหา  
 อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป  
 สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ พระนคร
4. อาจารย์อุคม ฤงทรัพย์  
 อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
 โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
5. อาจารย์ศิลปศักดิ์ วิฑูรธร  
 อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
 โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่วมเกล้า

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจ เกมที่ใช้ในการสอนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์

1. อาจารย์สมปอง พงษ์พันธ์  
อาจารย์ประจำหมวดวิชาพลานามัย  
โรงเรียนวัดหนองจอก
  
2. อาจารย์ไชยวัฒน์ งามจิตร  
อาจารย์ประจำหมวดวิชาพลานามัย  
โรงเรียน เศรษฐบูรณะบำเพ็ญ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจแผนการสอนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกมและไม่ใช้ เกม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสานวงศ์ บุรณะพิมพ์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์  
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
2. อาจารย์ประสิทธิ์ ไชยปัญญา  
อาจารย์ประจำคณะวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป  
สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ พระนคร

ภาคผนวก ข.

หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย



ที่ ทม 0309/3647

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

17 เมษายน 2532

เรื่อง ขอความร่วมมือในการวิจัย

เรียน อธิบดีกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. โครงร่างวิทยานิพนธ์  
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแผนการเรียน

เนื่องด้วย นายรังสฤษดิ์ แม่นมินทร์ นิสิตชั้นปริญญาโท สาขาวิชามัธยมศึกษา  
กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ที่เรียน  
ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมและไม่ใช้เกม" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ เป็น  
อาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยการทำ  
แผนการสอนโดยใช้เกมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดหนองจอก ในสังกัดของกรมสามัญศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาอนุญาตให้ นายรังสฤษดิ์  
แม่นมินทร์ ได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการ จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. ดattare วิชาภัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

แผนกมาตรฐานการศึกษา

โทร. 2150895-9

ที่ ศธ 0806/03925



กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา  
กระทรวงศึกษาธิการ กทม. 10300

8 พฤษภาคม 2532

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดหนองจอก

ด้วย นายรังสฤษฏ์ แม่นมินทร์ นิสิตปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่า  
ที่เรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมและไม่ใช้เกม" ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์จะขอความร่วมมือจาก  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
และทดลองแผนการสอนโดยวิธีใช้เกม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย

กองการมัธยมศึกษาพิจารณาแล้ว เห็นว่าการทำวิจัยดังกล่าว จะเป็นประโยชน์  
ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียน สมควรให้การสนับสนุน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายฐาน สมบูรณ์บุรณะ)

หัวหน้าฝ่ายบริหารโรงเรียน • รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา ปฏิบัติราชการแทน  
ผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา

ฝ่ายมาตรฐานโรงเรียน

โทร. 2828466

ภาคผนวก ค.

ตาราง และรายละเอียดการคำนวณ

ตารางที่ 6 คะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนวัดหนองจอก ปีการศึกษา 2532  
ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน

<u>กลุ่มทดลอง</u>				<u>กลุ่มควบคุม</u>			
คะแนน ( $x_1$ )	f	$fx_1$	$fx_1^2$	คะแนน ( $x_2$ )	f	$fx_2$	$fx_2^2$
47	1	47	2209	45	2	90	4050
45	2	90	4050	44	1	44	1936
44	1	44	1936	43	1	43	1849
43	1	43	1849	41	1	41	1681
41	1	41	1681	39	3	117	4563
39	2	78	3042	38	1	38	1444
38	1	38	1444	37	1	37	1369
37	1	37	1369	36	2	72	2592
36	2	72	2592	35	4	140	4900
35	5	175	6125	34	1	34	1156
31	1	31	961	30	1	30	900
30	1	30	900	29	1	29	841
29	1	29	841	28	2	56	1568
28	1	28	784	26	1	26	676
26	1	26	676	24	1	24	576
25	1	25	625	17	1	17	289
21	1	21	441				
รวม	24	855	31525	รวม	24	838	30390



แสดงการหาค่า  $\bar{x}$  และ  $S^2$  ของคะแนนสอบคัดเลือกจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$\begin{aligned}
 & \text{กลุ่มทดลอง} \\
 \bar{x}_1 &= \frac{\sum fx_1}{n_1} \\
 &= \frac{855}{24} \\
 &= 35.6250 \\
 S_1^2 &= \frac{n_1 \sum fx_1^2 - (\sum fx_1)^2}{n_1 (n_1 - 1)} \\
 &= \frac{24(31525) - (855)^2}{24(23)} \\
 &= 46.3315
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{กลุ่มควบคุม} \\
 \bar{x}_2 &= \frac{\sum fx_2}{n_2} \\
 &= \frac{838}{24} \\
 &= 34.9167 \\
 S_2^2 &= \frac{n_2 \sum fx_2^2 - (\sum fx_2)^2}{n_2 (n_2 - 1)} \\
 &= \frac{24(30390) - (838)^2}{24(23)} \\
 &= 49.1232
 \end{aligned}$$

แสดงการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนวัดหนองจอก ปีการศึกษา 2532 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } F &= \frac{S_2^2}{S_1^2} \text{ เพราะ } S_2^2 > S_1^2 \\
 &= \frac{49.1232}{46.3315} \\
 &= 1.0602
 \end{aligned}$$



สมมุติฐาน  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$   
 เมื่อ  $df_1 = n_1 - 1 = 23$   
 และ  $df_2 = n_2 - 1 = 23$

ค่า  $F$  จากตาราง ที่  $\alpha = 0.05$  ได้ค่า  $F = 2.01$

เปรียบเทียบค่า  $F$  ที่คำนวณได้กับค่า  $F$  จากตาราง

พบว่า  $F$  คำนวณได้  $<$   $F$  ตาราง

$\therefore$  ยอมรับ  $H_0$  แสดงว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์  
 เข้าศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนวัดหนองจอก  
 ปีการศึกษา 2532 ของตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เท่ากันนั่นคือ

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

แสดงการเปรียบเทียบมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าศึกษา  
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนวัดหนองจอก ปีการศึกษา  
 2532 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

สมมุติฐาน	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$	
$\bar{x}_1 = 35.6250$		$\bar{x}_2 = 34.9167$
$S_1^2 = 46.3315$		$S_2^2 = 49.1232$

ทดสอบค่าที (t-test) เนื่องจาก  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ดังนั้นใช้สูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left\{ \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{(n_1+n_2-2)} \right\} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \\
 &= \frac{35.6250 - 34.9167}{\sqrt{\left\{ \frac{(24-1)(46.3315) + (24-1)(49.1232)}{(24+24-2)} \right\} \left\{ \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right\}}} \\
 &= \frac{0.7083}{\sqrt{3.9773}} \\
 &= 0.3552
 \end{aligned}$$

ค่า t จากตาราง ที่  $\alpha = 0.05$ ,  $df = n_1+n_2-2 = 46$

ได้ค่า t = 2.0180

$\therefore t$  คำนวณได้ < t จากตาราง

$\therefore$  ยอมรับ  $H_0$  แสดงว่าค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์  
 เข้าศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนวัดหนองจอก  
 ปีการศึกษา 2532 ของตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมี  
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 7 ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	R <sub>u</sub>	R <sub>l</sub>	p	r
1	42	26	.68	.32
2	33	17	.50	.32
3	25	10	.35	.30
4	40	25	.65	.30
5	39	23	.62	.32
6	39	24	.63	.30
7	33	16	.49	.34
8	46	36	.82	.20
9	29	19	.48	.20
10	26	14	.40	.24
11	20	9	.29	.22
12	28	12	.40	.32
13	22	10	.32	.24
14	20	8	.28	.24
15	20	8	.28	.24
16	20	9	.29	.22
17	34	18	.52	.32
18	31	15	.46	.32
19	14	5	.19	.18
20	24	8	.32	.32
21	35	20	.55	.30
22	34	18	.52	.32
23	20	9	.29	.22
24	16	5	.21	.22
25	17	7	.24	.20
26	21	10	.31	.22
27	24	9	.33	.30
28	46	37	.83	.18
29	37	21	.58	.32
30	19	6	.25	.26
31	25	9	.34	.32
32	14	4	.18	.20
33	18	8	.26	.20
34	20	9	.26	.28
35	20	6	.26	.28
36	18	3	.21	.30
37	17	5	.22	.24
38	20	8	.28	.24
39	24	9	.33	.30
40	20	8	.28	.24
41	20	9	.29	.22
42	23	8	.31	.30
43	20	7	.27	.26
44	14	4	.18	.20
45	16	4	.20	.24
46	17	5	.22	.24
47	21	9	.30	.24
48	24	8	.32	.32
49	19	2	.21	.34
50	20	4	.24	.32

ข้อที่	R <sub>u</sub>	R <sub>l</sub>	p	r
51	21	10	.31	.22
52	24	7	.31	.34
53	23	7	.30	.32
54	18	7	.25	.22
55	18	6	.24	.24
56	14	5	.19	.18
57	22	7	.29	.30
58	17	3	.20	.28
59	17	4	.21	.26
60	17	4	.21	.26
61	20	7	.27	.26
62	17	5	.22	.24
63	17	6	.23	.22
64	17	5	.22	.24
65	45	36	.81	.18

ข้อที่	R <sub>u</sub>	R <sub>l</sub>	p	r
66	18	6	.24	.24
67	22	7	.29	.30
68	18	6	.24	.24
69	46	36	.82	.20
70	17	5	.22	.24
71	30	13	.43	.34
72	17	6	.23	.22
73	28	11	.39	.34
74	30	18	.48	.24
75	34	17	.51	.34
76	13	4	.17	.18
77	21	8	.29	.26
78	27	16	.43	.22
79	27	16	.43	.22
80	29	18	.47	.22

ตารางที่ 8 ค่า  $p$ ,  $q$  และ  $\Sigma pq$  ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม  
วิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎ  
การเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	$p$	$q = 1-p$	$pq$
1	.68	.32	.2176
2	.50	.50	.2500
3	.35	.65	.2275
4	.65	.35	.2275
5	.62	.38	.2356
6	.63	.37	.2331
7	.49	.51	.2499
8	.82	.18	.1476
9	.48	.52	.2496
10	.40	.60	.2400
11	.29	.71	.2059
12	.40	.60	.2400
13	.32	.68	.2176
14	.28	.72	.2016
15	.28	.72	.2016
16	.29	.71	.2059
17	.52	.48	.2496
18	.46	.54	.2484
19	.19	.81	.1539
20	.32	.68	.2176
21	.55	.45	.2475
22	.52	.48	.2496
23	.29	.71	.2059
24	.21	.79	.1659
25	.24	.76	.1824

ข้อที่	$p$	$q = 1-p$	$pq$
26	.31	.69	.2139
27	.33	.67	.2211
28	.83	.17	.1411
29	.58	.42	.2436
30	.25	.75	.1875
31	.34	.66	.2244
32	.18	.82	.1476
33	.26	.74	.1924
34	.29	.71	.2059
35	.26	.74	.1924
36	.21	.79	.1659
37	.22	.78	.1716
38	.28	.72	.2016
39	.33	.67	.2211
40	.28	.72	.2016
41	.29	.71	.2059
42	.31	.69	.2139
43	.27	.73	.1971
44	.18	.82	.1476
45	.20	.80	.1600
46	.22	.78	.1716
47	.30	.70	.2100
48	.32	.68	.2176
49	.21	.79	.1659
50	.24	.76	.1824

ข้อที่	p	q = 1-p	pq
51	.31	.69	.2139
52	.31	.69	.2139
53	.30	.70	.2100
54	.25	.75	.1875
55	.24	.76	.1824
56	.19	.81	.1539
57	.29	.71	.2059
58	.20	.80	.1600
59	.21	.79	.1659
60	.21	.79	.1659
61	.27	.73	.1971
62	.22	.78	.1716
63	.23	.77	.1771
64	.22	.78	.1716
65	.81	.19	.1539

ข้อที่	p	q = 1-p	pq
66	.24	.76	.1824
67	.29	.71	.2059
68	.24	.76	.1824
69	.82	.18	.1476
70	.22	.78	.1716
71	.43	.57	.2451
72	.23	.77	.1771
73	.39	.61	.2379
74	.48	.52	.2496
75	.51	.49	.2499
76	.17	.83	.1411
77	.29	.71	.2059
78	.43	.57	.2451
79	.43	.57	.2451
80	.47	.53	.2491

$\Sigma pq$
16.1419

ตารางที่ 9 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนต่าง ๆ จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 ช่อม เสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง  
 และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

x	f	fx	fx <sup>2</sup>
46	2	92	4232
45	3	135	6075
44	2	88	3872
43	2	86	3698
42	1	42	1764
41	3	123	5043
40	7	280	11200
39	2	78	3042
38	2	76	2888
37	1	37	1369
36	5	180	6480
32	6	192	6144
31	3	93	2883

x	f	fx	fx <sup>2</sup>
29	2	58	1682
28	4	112	3136
27	5	135	3645
26	3	78	2028
25	3	75	1875
24	2	48	1152
23	3	69	1587
22	5	110	2420
21	5	105	2205
20	4	80	1600
19	6	114	2166
18	8	144	2592
17	11	187	3179
รวม	100	2817	87957



การคำนวณหาค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริม วิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad s^2 &= \frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{100(87957) - (2817)^2}{100(99)} \\
 &= \frac{860211}{9900} \\
 &= 86.89
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร คูเคอร์-ริชาร์ดสัน 20

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad r &= \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right] \\
 &= \frac{80}{79} \left[ 1 - \frac{16.1419}{86.89} \right] \\
 &= 0.8245
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 10 คะแนนทดสอบก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน

กลุ่มทดลอง

คะแนน ( $x_1$ )	f	$fx_1$	$fx_1^2$
29	1	29	841
28	2	56	1568
27	4	108	2916
25	1	25	625
23	2	46	1058
22	2	44	968
21	5	105	2205
20	4	80	1600
17	1	17	289
16	2	32	512
รวม	24	542	12582

กลุ่มควบคุม

คะแนน ( $x_2$ )	f	$fx_2$	$fx_2^2$
28	3	84	2352
26	4	104	2704
25	1	25	625
24	1	24	576
23	3	69	1587
22	3	66	1452
21	2	42	882
20	4	80	1600
16	1	16	256
15	2	30	450
รวม	24	540	12484

แสดงการหาค่า  $\bar{x}$  และ  $S^2$  ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์

	<u>กลุ่มทดลอง</u>	<u>กลุ่มควบคุม</u>
$x_1$	$= \frac{\sum fx_1}{n_1}$ $= \frac{542}{24}$ $= 22.5833$	$= \frac{\sum fx_2}{n_2}$ $= \frac{540}{24}$ $= 22.5000$
$S_1^2$	$= \frac{n_1 \sum fx_1^2 - (\sum fx_1)^2}{n_1 (n_1 - 1)}$ $= \frac{24(12582) - (542)^2}{24(23)}$ $= 14.8623$	$= \frac{n_2 \sum fx_2^2 - (\sum fx_2)^2}{n_2 (n_2 - 1)}$ $= \frac{24(12484) - (540)^2}{24(23)}$ $= 14.5217$

แสดงการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนทดสอบก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$\text{สูตร } F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{เพราะ } S_1^2 > S_2^2$$

$$= \frac{14.8623}{14.5217}$$

$$= 1.0234$$

$$\text{สมมติฐาน } H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$\text{เมื่อ } df_1 = n_1 - 1 = 23$$

$$df_2 = n_2 - 1 = 23$$

ค่า F จากตาราง ที่  $\alpha = 0.05$  ได้ค่า  $F = 2.01$

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตาราง  
พบว่า  $F$  คำนวณได้  $<$   $F$  ตาราง

$\therefore$  ยอมรับ  $H_0$  แสดงว่า ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเท่ากัน นั่นคือ  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

แสดงการเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทดสอบก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$$\bar{x}_1 = 22.5833$$

$$s_1^2 = 14.8623$$

$$\bar{x}_2 = 22.5000$$

$$s_2^2 = 14.5217$$

ทดสอบค่าที (t-test) เนื่องจาก  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ดังนั้นใช้สูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left\{ \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{(n_1+n_2-2)} \right\} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \\
 &= \frac{22.5833 - 22.5000}{\sqrt{\left\{ \frac{(24-1)(14.8623) + (24-1)(14.5217)}{(24+24-2)} \right\} \left\{ \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right\}}} \\
 &= \frac{0.0833}{\sqrt{1.2243}} \\
 &= 0.0753
 \end{aligned}$$

ค่า t ในตารางที่  $\alpha = 0.05$ ,  $df = 24+24-2 = 46$

ซึ่ง  $t = 2.0180$

$\therefore t$  คำนวณได้  $< t$  จากตาราง

$\therefore$  ยอมรับ  $H_0$  แสดงว่าค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนทดสอบก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 11 คะแนนทดสอบหลังเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คะแนนเต็ม 80 คะแนน

<u>กลุ่มทดลอง</u>				<u>กลุ่มควบคุม</u>			
คะแนน ( $x_1$ )	f	$fx_1$	$fx_1^2$	คะแนน ( $x_2$ )	f	$fx_2$	$fx_2^2$
47	2	94	4418	38	4	152	5776
43	1	43	1849	35	1	35	1225
42	1	42	1764	34	1	34	1156
40	1	40	1600	33	1	33	1089
39	1	39	1521	32	1	32	1024
38	2	76	2888	31	4	124	3844
36	1	36	1296	30	1	30	900
34	1	34	1156	28	1	28	784
33	1	33	1089	27	2	54	1458
32	1	32	1024	26	1	26	676
31	4	124	3844	25	2	50	1250
29	2	58	1682	24	4	96	2304
28	2	56	1568	22	1	22	484
26	1	26	676				
25	2	50	1250				
21	1	21	441				
รวม	24	804	28066	รวม	24	716	21970

แสดงการหาค่า  $\bar{x}$  และ  $S^2$  ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum fx_1}{n_1}$$

$$= \frac{804}{24}$$

$$= 33.5000$$

$$S_1^2 = \frac{n_1 \sum fx_1^2 - (\sum fx_1)^2}{n_1 (n_1 - 1)}$$

$$= \frac{24(28066) - (804)^2}{24(23)}$$

$$= 49.2174$$

กลุ่มควบคุม

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum fx_2}{n_2}$$

$$= \frac{716}{24}$$

$$= 29.8333$$

$$S_2^2 = \frac{n_2 \sum fx_2^2 - (\sum fx_2)^2}{n_2 (n_2 - 1)}$$

$$= \frac{24(21970) - (716)^2}{24(23)}$$

$$= 26.4928$$

แสดงการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนทดสอบหลังเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของ  
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์  
(ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4

$$\begin{aligned} \text{สูตร } F &= \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ เพราะ } S_1^2 > S_2^2 \\ &= \frac{49.2174}{26.4928} \\ &= 1.8578 \end{aligned}$$

$$\text{สมมุติฐาน } H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$\text{เมื่อ } df_1 = n_1 - 1 = 23$$

$$df_2 = n_2 - 1 = 23$$

ค่า  $F$  จากตาราง ที่  $\alpha = 0.05$  ได้ค่า  $F = 2.01$

เปรียบเทียบค่า  $F$  ที่คำนวณได้กับค่า  $F$  จากตาราง

พบว่า  $F$  คำนวณได้  $<$   $F$  ตาราง

$\therefore$  ยอมรับ  $H_0$  แสดงว่า ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบหลังเรียนซ่อมเสริม วิชาฟิสิกส์ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเท่ากัน นั่นคือ  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$



แสดงการเปรียบเทียบมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทดสอบหลังเรียนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์ของ  
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์  
(ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$   
 $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

$$\bar{x}_1 = 33.5000$$

$$s_1^2 = 49.2174$$

$$\bar{x}_2 = 29.8333$$

$$s_2^2 = 26.4928$$

ทดสอบค่าที (t-test) เนื่องจาก  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ดังนั้นใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left\{ \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \right\} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$= \frac{33.5000 - 29.8333}{\sqrt{\left\{ \frac{23(49.2174) + 23(26.4928)}{(24 + 24 - 2)} \right\} \left\{ \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right\}}}$$

$$= \frac{3.6667}{\sqrt{3.1546}}$$

$$= 2.0644$$

ค่า t ในตารางที่  $\alpha = 0.05$ ,  $df = 24 + 24 - 2 = 46$

ซึ่ง  $t = 1.6801$



t ค่าความได้ > t จากตาราง

∴ ปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์  
ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีสอนที่ไม่ใช้เกมอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021)

เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่"

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์  
เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่"  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนทำแบบทดสอบ

1. การทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากคำตอบของนักเรียนมาประกอบการพิจารณาวิธีการสอนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์ที่เหมาะสม ดังนั้นนักเรียนควรพยายามตอบคำถามทุกข้อด้วยตนเองอย่างเต็มความสามารถ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ
3. วิธีการตอบ ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำตอบข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกากบาท (X) ลงในช่อง  ให้ตรงกับคำตอบในข้อนั้น

ตัวอย่าง ถ้าตัวเลือก (ข) เป็นตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด ให้ทำดังนี้

ก                    ข                    ค                    ง

ข้อ (0)                                                            

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย ≡ ทับลงบนคำตอบเดิมเสียก่อนแล้วจึงตอบข้อใหม่

ตัวอย่าง ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก (ข) เป็น (ง) ให้ทำดังนี้

ก                    ข                    ค                    ง

ข้อ (0)                                                            

4. จงพยายามตอบให้ครบทุกข้อ อย่าใช้เวลาไปกับข้อหนึ่งข้อใดนานเกินไป ถ้าพบข้อยากให้เว้นข้ามไปก่อนแล้วจึงกลับมาทำภายหลัง
5. คินข้อสอบกับกรรมการคุมสอบ เมื่อหมดกำหนดเวลา

กรุณาอย่าเขียนข้อความหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

กำหนดค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

1. "ความเร่ง" เป็นความสัมพันธ์ของปริมาณในข้อใด
  - ก. ความเร็ว กับ เวลา
  - ข. ระยะทาง กับ เวลา
  - ค. แรง กับ ระยะทาง
  - ง. ความเร็ว กับ ระยะทาง
2. ในนิทานอีสป เรื่องกระต่ายกับเต่า นักเรียนคิดว่าใครวิ่งได้เร็วกว่า เพราะอะไร
  - ก. เต่า เพราะถึงเส้นชัยก่อน
  - ข. กระต่าย เพราะใช้เวลาน้อยกว่า
  - ค. เต่า เพราะไม่ได้หยุดระหว่างทาง
  - ง. กระต่าย เพราะได้พักผ่อนระหว่างทาง

3. อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)

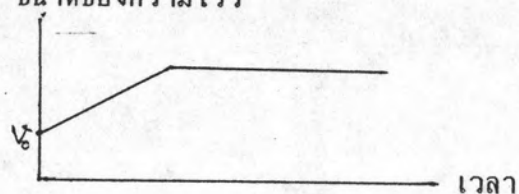


พื้นที่ส่วนที่แรเงาในกราฟ จะได้เป็นปริมาณอะไร

- ก. ระยะทาง
  - ข. เวลา
  - ค. ความเร็ว
  - ง. ความเร่ง
4. วัตถุชิ้นหนึ่งเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ในช่วงเวลา 8 วินาที ความเร็วของวัตถุมีขนาดเปลี่ยนจาก 4 เมตร/วินาที เป็น 24 เมตร/วินาที โดยทิศยังคงเดิม ขนาดของความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลานี้คือข้อใด
    - ก. 2.5 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
    - ข. 3.0 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
    - ค. 4.0 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
    - ง. 20.0 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

5. รถคันหนึ่งเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงตัว 2 เมตร/วินาที<sup>2</sup> จะต้องใช้เวลานานเท่าไรรถจึงจะเคลื่อนที่ไปได้ทาง 64 เมตร
- 2 วินาที
  - 4 วินาที
  - 6 วินาที
  - 8 วินาที

6. ขนาดของความเร็ว



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็วกับเวลาของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ดังรูปต่อไปนี้ เป็นลักษณะของการเคลื่อนที่คือ

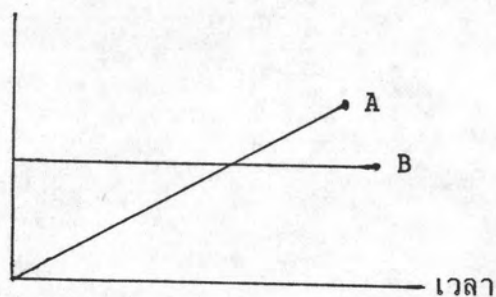
- หยุดนิ่ง
- เคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาด  $v_0$
- ความเร่งคงตัว
- ความเร่งคงตัว

จากกราฟแสดงว่าลักษณะของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียงลำดับตามข้อใด

- 2, 3, 1
  - 2, 3, 4
  - 2, 4, 3
  - 1, 2, 3
7. การเคลื่อนที่ของโกลรอบดวงอาทิตย์ มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบใด
- หมุน
  - เส้นโค้งและหมุน
  - หมุนและเลื่อนตำแหน่ง
  - เส้นโค้ง, เลื่อนตำแหน่งและหมุน

8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อใดตำแหน่งได้ชัดเจนที่สุด
- ก. ครูอยู่ในห้อง
  - ข. เชียงใหม่อยู่ทางทิศเหนือ
  - ค. โรงเรียนอยู่ห่างจากบ้าน 400 เมตร
  - ง. น้ำอยู่ลึกลงไป 500 เมตร จากพื้นดิน
9. ถนนรอบสนามรูปวงกลมที่มีรัศมี 1 เมตร ถ้าเดินได้ระยะทาง  $1/4$  ของระยะทางทั้งหมดของถนนนี้ ขนาดของการกระจัดจะเป็นเท่าไร
- ก. 1 เมตร
  - ข. 2 เมตร
  - ค.  $\sqrt{2}$  เมตร
  - ง.  $\sqrt{3}$  เมตร
10. จากแถบกระดาษที่ผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาซึ่งเคาะ 50 ครั้งใน 1 วินาที ในระยะ 3 ช่วงจุด วัดได้ 6 เซนติเมตร ขนาดของความเร็วเฉลี่ยในช่วงนี้เป็นเท่าไร
- ก. 1 เมตร/วินาที
  - ข. 3 เมตร/วินาที
  - ค. 4 เมตร/วินาที
  - ง. 6 เมตร/วินาที
11. ขณะที่ขีว้างก้อนหินขึ้นไปบนอากาศ ข้อใดคือทิศทางของความเร่งของก้อนหิน
- ก. พุ่งขึ้น
  - ข. พุ่งลง
  - ค. ขนานกับพื้นดิน
  - ง. เปลี่ยนทิศตลอดเวลา
12. การเคลื่อนที่ของวัตถุในข้อใดจัดเป็นการเคลื่อนที่แบบ เลื่อนตำแหน่ง
- ก. ชิงช้า
  - ข. ม้าหมุน
  - ค. กระดานหก
  - ง. ผลไม้หล่น

13. ในการแข่งรถ แข่งขันกันบนทางรูปวงรี ข้อความใดต่อไปนี้ เป็นข้อความที่ถูกต้องสำหรับรถแข่งทุกคันหลังจากที่วิ่งได้ทางครบ 1 รอบพอดี
- การกระจัดเป็นศูนย์เหมือนกัน
  - อัตราเร็วเท่ากัน
  - ความเร่งเท่ากัน
  - แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตัวถังเท่ากัน
14. ทิศทางของความเร่งนั้น เป็นไปตามข้อใด
- มีทิศเดียวกับความเร็ว
  - มีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่
  - มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่
  - มีทิศเดียวกับผลต่างของความเร็ว
15. ขนาดของความเร่ง

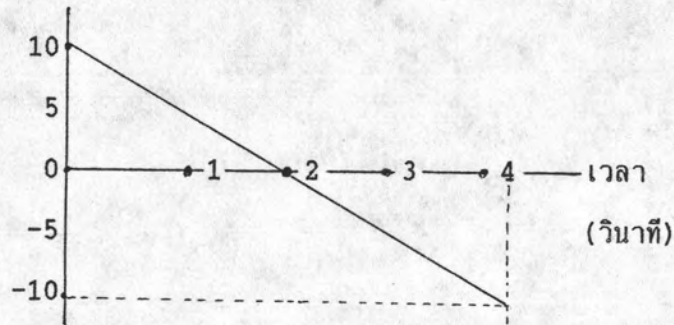


รถ B แล่นด้วยความเร็วคงตัว และผ่านรถ A พอดีเมื่อรถ A กำลังเริ่มออกแล่นด้วยความเร่งคงตัวไปทางทิศเดียวกัน จงพิจารณาจากกราฟว่าเมื่อใดรถ A จึงจะแล่นทันรถ B

- T
- 2 T
- ระหว่าง T กับ 2 T
- หลัง 2 T



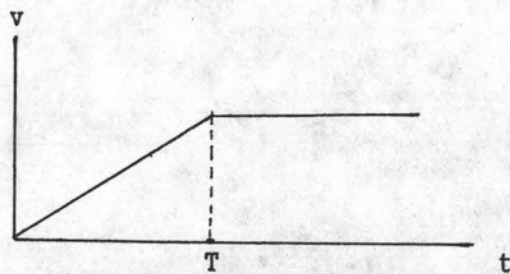
16. อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)



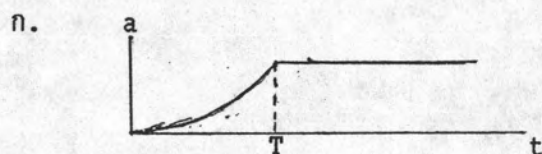
จากกราฟ อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุก้อนหนึ่ง เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง วัตถุนี้เคลื่อนที่ได้ระยะทางเป็นเท่าไร

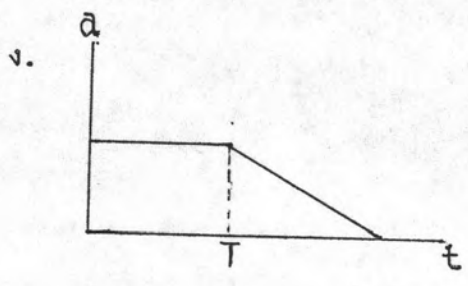
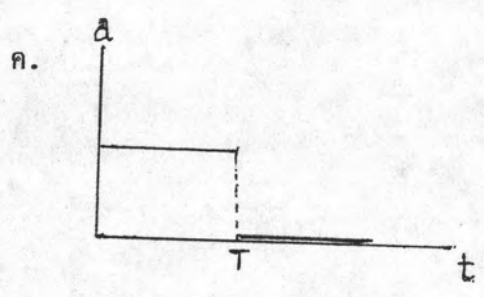
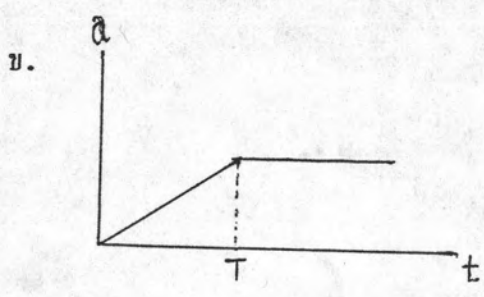
- ก. 0 เมตร  
 ข. 5 เมตร  
 ค. 10 เมตร  
 ง. 20 เมตร
17. จากข้อ 16. การกระจัดของวัตถุนี้มีขนาดเป็นเท่าไร
- ก. 0 เมตร  
 ข. 5 เมตร  
 ค. 10 เมตร  
 ง. 20 เมตร

18.

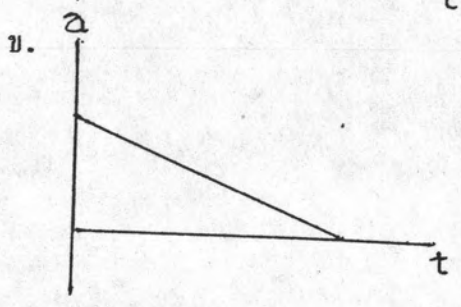
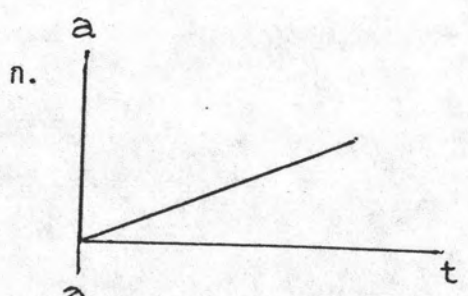


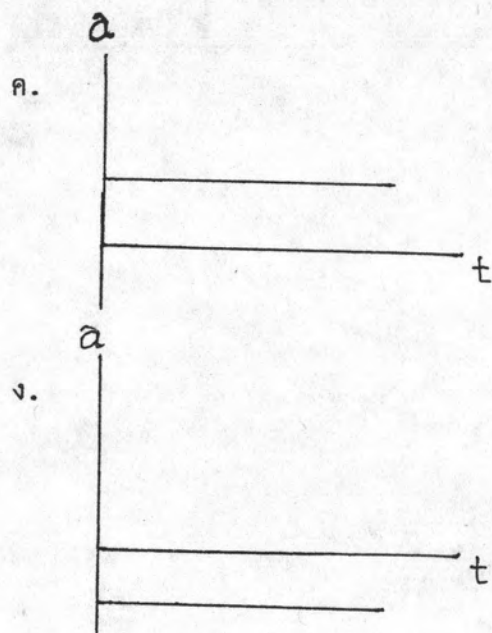
จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ( $v$ ) กับเวลา ( $t$ ) ของรถซึ่งแล่นไปตาม ถนนตรง กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความเร่ง ( $a$ ) กับเวลา ( $t$ ) ควรจะเป็นตามข้อใด



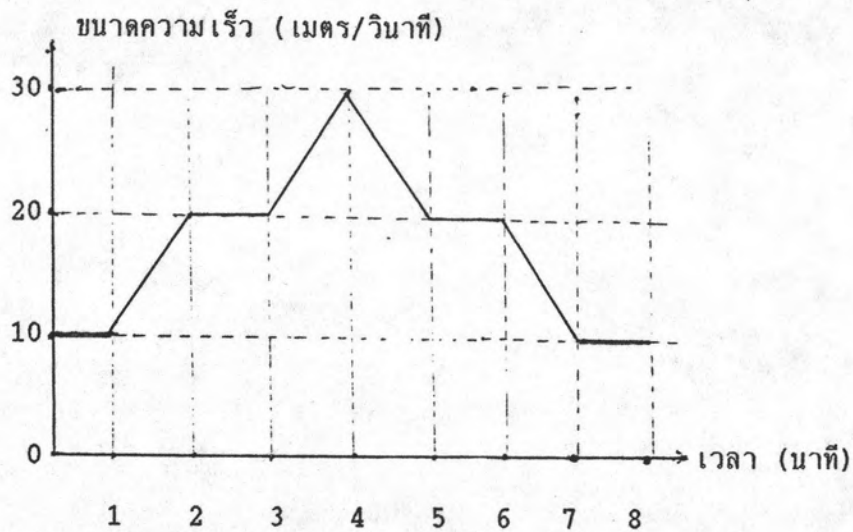


19. กราฟในข้อใดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา ของก้อนหินที่ถูกขว้างขึ้นไปตรง ๆ ในแนวตั้ง





จากกราฟขนาดของความเร็วกับเวลาที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 20 และ 21

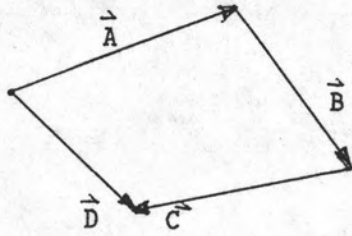


20. ระยะทางการเคลื่อนที่ระหว่างนาทีที่ 1 ถึง 2 จะเท่ากับระยะทางการเคลื่อนที่ระหว่างเวลาใด
- นาทีที่ 3 ถึง 4
  - นาทีที่ 4 ถึง 5
  - นาทีที่ 5 ถึง 6
  - นาทีที่ 6 ถึง 7

21. ถ้านักเรียนขับรถด้วยขนาดความเร็วสัมพันธ์กับเวลา เช่นเดียวกับกราฟ เวลาใดที่นักเรียนเหยียบ เบรค เป็นครั้งแรก
- นาทีที่ 2
  - นาทีที่ 4
  - นาทีที่ 6
  - นาทีที่ 8
22. รถยนต์คันหนึ่งเปลี่ยนความเร็วจาก 30 เมตร/วินาที เป็น 27 เมตร/วินาที ขณะแล่นไปตามถนนตรงภายในเวลา 1 วินาที ช่วงเวลานี้รถมีความเร่งเท่าไร
- 3 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
  - 2 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
  - +2 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
  - +3 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
23. อัตราเร็วกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงระยะทาง แต่ความเร็วกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไร
- เวลา
  - ระยะทาง
  - การกระจัด
  - แนวทางการเคลื่อนที่
24. วัตถุอันหนึ่งมีความเร็วต้น  $u$  เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  จึงหยุดนิ่ง ในการเคลื่อนที่นี้มีความเร่งเท่ากับ  $a$  ความสัมพันธ์ในข้อใดที่กล่าวถูกต้อง
- $u = at$
  - $u = -at$
  - $a = -ut$
  - $a = ut$

25. ให้พิจารณาการสนทนาระหว่างแดงกับดำ ณ ที่พักคนโดยสาร แล้วตอบคำถาม  
 แแดง : ที่ทำการไปรษณีย์อยู่อีกไกลไหมครับ  
 ดำ : ไปทางนี้ประมาณ 1 กิโลเมตร จะถึงสามแยก แล้วให้เลี้ยวขวาไปอีก  
 500 เมตร ก็ถึงครับ  
 แแดง : ขอบคุงครับ  
 ตำแหน่งอ้างอิงของดำคือข้อใด  
 ก. ทางแยก  
 ข. ที่พักคนโดยสาร  
 ค. ทางแยกและที่พักคนโดยสาร  
 ง. ไม่ได้กล่าวถึงตำแหน่งอ้างอิงเลย
26. เวกเตอร์ 3 เวกเตอร์ ที่มีขนาดเป็น  $a$  เท่ากัน เวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์  
 ทั้งสามนี้เท่ากับศูนย์ ดังนั้น เวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์เพียง 2 เวกเตอร์จะเป็น  
 เท่าไร  
 ก. 0  
 ข.  $2/3$   
 ค.  $a$   
 ง.  $2a$
27. ข้อใดไม่ใช่การเคลื่อนที่แบบเส้น  
 ก. ชิงช้า  
 ข. ใบพัดลม  
 ค. กระดานหก  
 ง. ลูกตุ้มนาฬิกา
28. การบอกตำแหน่งของวัตถุในระนาบ กำหนดค่าให้อ้างอิงกับแกน  $x$  และแกน  $y$  ซึ่งแกน  
 ทั้งสองนี้จำเป็นต้องทำมุมกันกี่องศา  
 ก. 0 องศา  
 ข. 45 องศา  
 ค. 90 องศา  
 ง. 145 องศา

29.



จากรูป  $\vec{A}$  มีค่าเท่ากับข้อใด

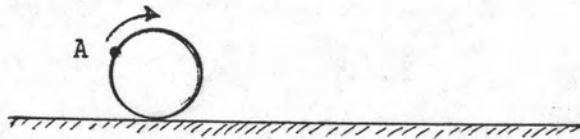
ก.  $\vec{D} - \vec{C} + \vec{B}$

ข.  $\vec{D} - \vec{C} - \vec{B}$

ค.  $-\vec{D} + \vec{C} - \vec{B}$

ง.  $-\vec{D} - \vec{C} + \vec{B}$

30.



จากรูป จุด A อยู่บนขอบล้อซึ่งกลิ้งไปตามพื้นราบ เส้นทางการเคลื่อนที่ของจุด A เป็นเส้นโค้ง ที่กล่าวเช่นนี้ เราใช้เกณฑ์ในข้อใดมาพิจารณาตัดสินการเคลื่อนที่ของจุด A

ก. แนวทางการเคลื่อนที่ของล้อ

ข. แนวทางการเคลื่อนที่ของจุด A

ค. การจัดวางตัวของล้อ

ง. การจัดวางตัวของจุด A

31.  $\vec{A} + \vec{B}$  ในข้อใด ที่มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อ  $\theta$  คือมุมระหว่างเวกเตอร์

	$ \vec{A} $	$ \vec{B} $	$\theta$ (องศา)
ก.	2	2	90
ข.	2	1	90
ค.	3	3	180
ง.	3	1	180

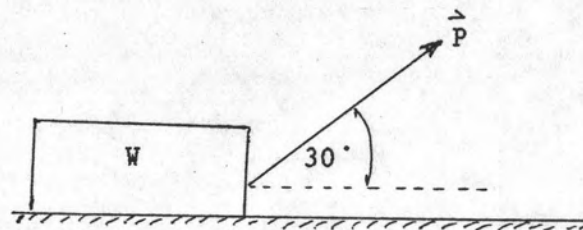
32. จากข้อ 31.  $\vec{A} + \vec{B}$  ตามข้อใด จึงจะทำให้ผลลัพธ์มีขนาดมากที่สุด
- ข้อ ก.
  - ข้อ ข.
  - ข้อ ค.
  - ข้อ ง.
33. ชายคนหนึ่งโยนลูกบอลขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที แล้วปาอีกลูกหนึ่งลงมาด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เช่นกัน ข้อใดถูกต้องที่สุด เมื่อลูกบอลทั้งสองถึงพื้น
- ลูกที่ปาลงจะมีความเร็วมากที่สุด
  - ลูกที่โยนขึ้นจะมีความเร็วมากที่สุด
  - ความเร็วของทั้งสองลูก เท่ากัน
  - ยังบอกไม่ได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
34. ขณะที่รถกำลังเลี้ยวโค้ง ปรากฏว่าเข็มวัดอัตราเร็วยังคงชี้เลขเดิม ต่อไปนี้ข้อใดที่ถูกต้อง
- รถแล่นด้วยความเร่งคงตัว
  - รถแล่นด้วยความเร็วคงตัว
  - แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถมีค่าไม่เป็นศูนย์
  - แรงภายนอกที่กระทำต่อรถมีค่าเป็นศูนย์
35. เมื่อวัวลาก เกวียนให้เคลื่อนที่ แรงที่ทำให้วัวเคลื่อนที่ไปข้างหน้าคือแรงในข้อใด
- แรงที่เกวียนกระทำต่อวัว
  - แรงที่วัวกระทำต่อเกวียน
  - แรงที่พื้นดินกระทำต่อวัว
  - แรงที่วัวกระทำต่อพื้นดิน
36. ขณะที่ทหารกระโดดร่มลงมาใกล้จะถึงพื้นดิน ปรากฏว่าเขาเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ข้อใดบ้างที่ถูกต้อง
- 1) ความเร่ง เป็นศูนย์
  - 2) การกระจัดจะ เพิ่มขึ้น เมื่อ เวลา เพิ่มขึ้น

- 3) ต้องมีแรงกระทำต่อทหารทั้งในทิศขึ้นและลง  
 4) แรงลัพธ์ที่กระทำต่อทหารคือน้ำหนักของทหาร

คำตอบ

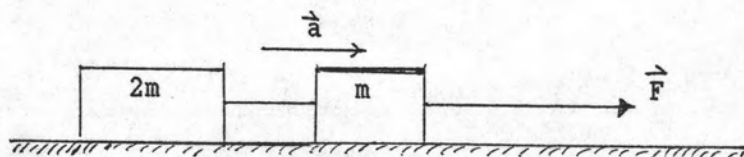
- ก. ข้อ 1 และ 2  
 ข. ข้อ 2 และ 3  
 ค. ข้อ 1, 2 และ 3  
 ง. ข้อ 4

37.



จากรูป วัตถุหนัก  $W$  เคลื่อนที่ไปบนพื้นลื่นในแนวราบด้วยแรง  $P$  ซึ่งทำมุม  $30$  องศา กับแนวระดับ แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับวัตถุนี้คือข้อใด

- ก.  $W + P/2$   
 ข.  $W - P/2$   
 ค.  $W + (\sqrt{3}/2)P$   
 ง.  $W - (\sqrt{3}/2)P$



จากรูปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 38 และ 39 เมื่อแรง  $F$  ดึงให้มวลทั้งหมดเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $a$  ไปตามพื้นราบที่ลื่น

38. แรงดึงของเส้นเชือกที่โยงระหว่างมวล  $2m$  กับ  $m$  คือข้อใด

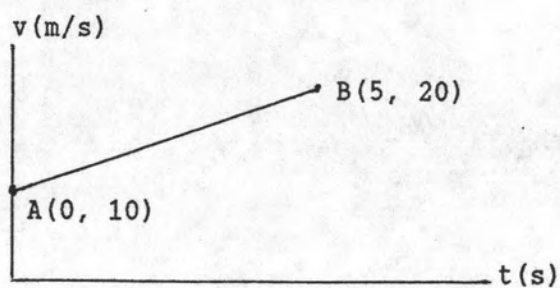
- ก.  $ma$   
 ข.  $1.5 ma$   
 ค.  $2 ma$   
 ง.  $3 ma$



39. ขนาดของแรง  $F$  คือข้อใด

- ก.  $ma$
- ข.  $1.5 ma$
- ค.  $2 ma$
- ง.  $3 ma$

40.



จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $v$  กับ  $t$  ของการเคลื่อนที่ของวัตถุมวล 20 กิโลกรัม ในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจุด A ไปยังจุด B วัตถุนี้ต้องการแรงจากภายนอก ขนาดเท่าไร

- ก. 2 นิวตัน
  - ข. 20 นิวตัน
  - ค. 40 นิวตัน
  - ง. 80 นิวตัน
41. ปริมาณอะไรที่เป็นสาเหตุให้วัตถุมีความเร่ง
- ก. แรง
  - ข. มวล
  - ค. ความเร็ว
  - ง. ความเฉื่อย
42. เพราะอะไร ผลไม้ที่หล่นจากต้นจึงเคลื่อนที่โดยมีความเร่ง
- ก. เพราะผลไม้มีน้ำหนัก
  - ข. เพราะใต้ต้นไม้มีอากาศ
  - ค. เพราะใต้ต้นไม้เป็นที่ว่าง
  - ง. เพราะความเร็วเริ่มแรกของผลไม้เป็นศูนย์

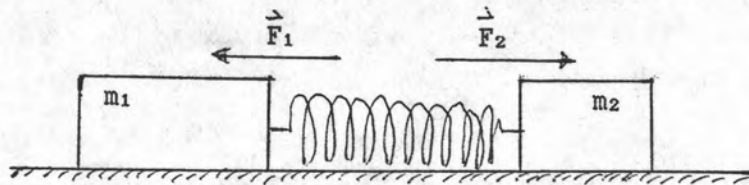
43. วัตถุที่มีมวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยขนาดความเร็ว 3 เมตร/วินาที ใต้ถูกแรงขนาด 9 นิวตัน กระทำในทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ อีก 3 วินาทีต่อมา วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางเท่าไร

- ก. 9.0 เมตร
- ข. 13.5 เมตร
- ค. 16.5 เมตร
- ง. 22.5 เมตร

44. ข้อความใดต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา
- ข. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ความเร่งจะเท่ากับศูนย์
- ค. วัตถุที่หยุดนิ่งจะหยุดนิ่งต่อไป ถ้าแรงลัพธ์ที่มากกระทำเป็นศูนย์
- ง. น้ำหนักของวัตถุอันหนึ่ง ขึ้นอยู่กับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

45.



จากรูป มวล 2 ก้อน  $m_1$  และ  $m_2$  วางอยู่บนพื้นราบที่ไม่มีแรงเสียดทาน และอัดสปริงอยู่ดังรูป  $\vec{F}_1$  เป็นแรงที่สปริงกระทำต่อมวล  $m_1$  และ  $\vec{F}_2$  เป็นแรงที่สปริงกระทำต่อมวล  $m_2$  ถ้า  $m_1 = 3m_2$  ข้อใดต่อไปนี้ที่กล่าวถูกต้อง

- ก.  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
- ข.  $\vec{F}_1 = 3\vec{F}_2$
- ค.  $\vec{F}_2 = 3\vec{F}_1$
- ง.  $\vec{F}_2 = -3\vec{F}_1$

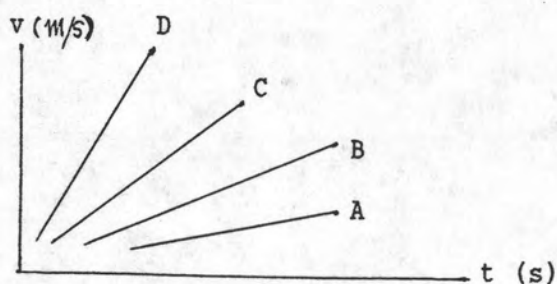
46. เมื่อแขวนวัตถุด้วยเชือก แรงตึงคือแรงปฏิกิริยาของแรงดึงในเส้น เชือกที่กระทำต่อวัตถุ

- ก. น้ำหนักของวัตถุ
- ข. น้ำหนักของเชือก
- ค. แรงดึงดูดของโลก
- ง. แรงที่วัตถุกระทำต่อ เชือก



47. วัตถุก้อนหนึ่ง เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวบนพื้นผิวขนิดหนึ่ง เมื่อไปสู่อันพิวอิขนิดหนึ่ง วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งไม่คงตัว น้อยบ้าง มากบ้าง เราจะใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด มาอธิบายปรากฏการณ์นี้
- กฎข้อ 2
  - กฎข้อ 1 และ 2
  - กฎข้อ 1 และ 3
  - กฎข้อ 2 และ 3
48. ข้อ เลือกาใค เป็นความหมายที่ถูกต้องที่สุดของแรง
- แรงคืออัตราการทำงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา
  - แรงคือสิ่งที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความ เร็วคงตัว
  - แรงคือสิ่งที่ทำให้วัตถุมีการ เปลี่ยนสภาพการ เคลื่อนที่
  - แรงคือปริมาณขนิดหนึ่งมีค่า เท่ากับความ เร็วคูณกับมวลมวลของวัตถุที่แรงนั้นกระทำ
49. ข้อใดคือหน่วยที่ถูกต้องของน้ำหนักในความหมายของวิชาฟิสิกส์
- กรัม
  - กิโลกรัม
  - นิวตัน
  - ตัน
50. กระดาษข้อสอบฉบับนี้อยู่บนโต๊ะของนักเรียน ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดที่อธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ดีที่สุด
- มีแรงหลายแรงกระทำต่อข้อสอบ
  - ไม่มีแรงกระทำต่อข้อสอบ
  - มีแรงหลายแรงกระทำต่อข้อสอบแต่แรงลัพธ์ เป็นศูนย์
  - มีแรงหลายแรงกระทำต่อข้อสอบแต่แรงลัพธ์ เท่ากับน้ำหนักของข้อสอบ
51. ข้อความต่อไปนี้ ต้องอาศัยแรงลัพธ์ที่ไม่ เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ ยกเว้นข้อใด
- เพื่อ เปลี่ยนวัตถุจากหยุดนิ่งให้ เคลื่อนที่
  - เพื่อ เปลี่ยนวัตถุจาก เคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง
  - เพื่อรักษาให้วัตถุ เคลื่อนที่ด้วยความ เร็วคงตัว
  - เพื่อรักษาให้วัตถุ เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว

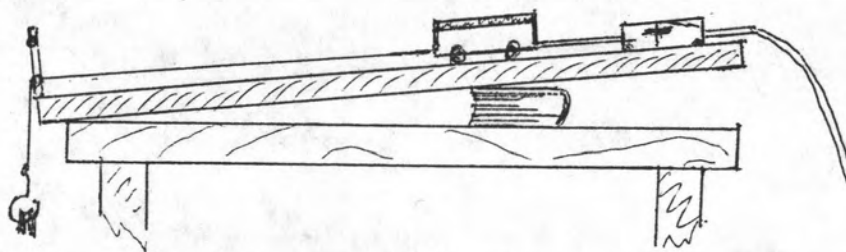
52.



จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของวัตถุ A, B, C และ D เมื่อเราใช้แรงดึงเท่ากัน วัตถุใดที่มีมวลน้อยที่สุด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

53.



จากการจัดอุปกรณ์การทดลองดังรูป ถ้าใส่ก้อน 2 ตัวแล้ว รถทดลองยังไม่เคลื่อนที่ การจัดอุปกรณ์การทดลองนี้มีอะไรบกพร่อง

- ก. รางไม้เอียงมากไป
- ข. รางไม้เอียงน้อยไป
- ค. รถทดลองมีมวลน้อย
- ง. เครื่องเคาะสัญญาณเวลาไม่ทำงาน

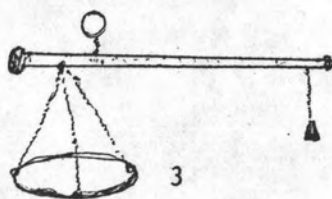
54. เราไม่ควรจะใช้เครื่องซึ่งใดต่อไปนี้ เพื่อใช้ชั่งน้ำหนักของวัตถุ ขณะอยู่ในลิฟต์ เมื่อลิฟต์เคลื่อนที่โดยมีความเร่ง



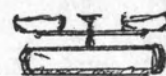
1



2

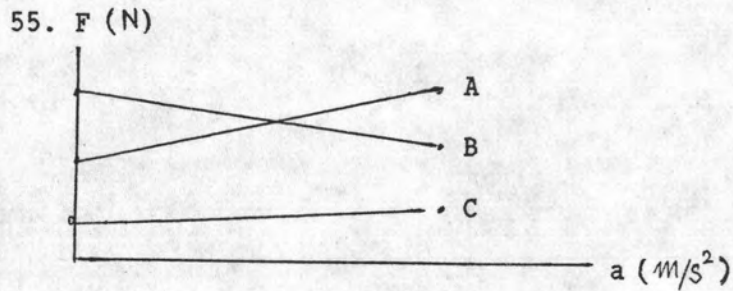


3



4

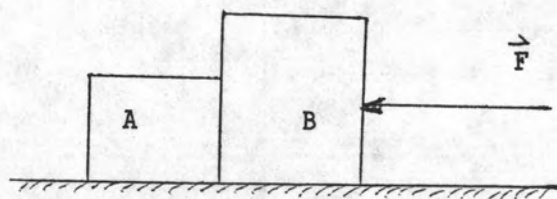
- ก. เครื่องซึ่ง 1 และ 2  
 ข. เครื่องซึ่ง 3 และ 4  
 ค. เครื่องซึ่ง 1 และ 3  
 ง. เครื่องซึ่ง 2 และ 4



นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองใช้แถบกระดาษดึงวัตถุ A, B และ C โดยใช้แรงขนาดต่าง ๆ กัน แล้วคำนวณหาความเร็วและความเร่ง นำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง จะได้ ดังรูป วัตถุใดมีมวลมากที่สุด

- ก. วัตถุ A  
 ข. วัตถุ B  
 ค. วัตถุ C  
 ง. ยังสรุปไม่ได้ เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

56.



ก้อนวัตถุ A และ B มีมวล 1 กิโลกรัม และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับ มวลทั้งสองอยู่ติดกันวางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยงดังรูป ถ้าวัตถุ B ถูกกระทำด้วยแรง  $F$  ในแนวราบปรากฏว่าวัตถุ A จะถูกผลักด้วยแรงจากวัตถุ B เท่ากับ 10 นิวตัน ขนาดของแรง  $F$  จะเท่ากับเท่าไร

- ก. 40 นิวตัน  
 ข. 30 นิวตัน  
 ค. 20 นิวตัน  
 ง. 10 นิวตัน

57. ความเร่งที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน จะมีทิศทางอย่างไร

- ก. ทิศเดียวกับแรง
- ข. ทิศตรงกันข้ามกับแรง
- ค. ทิศเดียวกับความเร็ว
- ง. ทิศตรงกันข้ามกับความเร็ว

58.



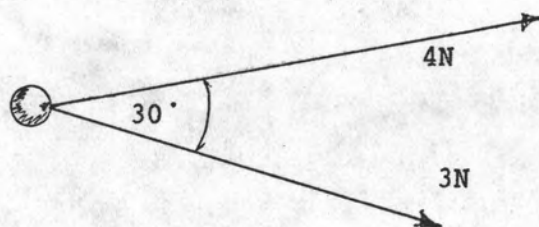
นำเครื่องซึ่งสปริง 3 อัน มาต่อกัน แล้วใช้มือทั้งสองดึงออกจากกันดังรูป โดยที่มือออกแรงข้างละ 5 นิวตัน เครื่องซึ่งสปริงอันกลาง จะอ่านได้เท่าไร

- ก. 0 นิวตัน
- ข. 2.5 นิวตัน
- ค. 5 นิวตัน
- ง. 10 นิวตัน

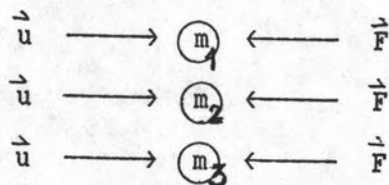
59. เมื่อดึงวัตถุมวล 100 กิโลกรัม บนพื้นราบเกลี้ยงด้วยแรงในแนวที่ขนานกับพื้นราบนี้ ขนาด 25 นิวตัน วัตถุนี้จะมี ความเร่งขนาดเท่าไร

- ก. 0.25 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
- ข. 0.40 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
- ค. 1.25 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
- ง. 4.00 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

จากรูปต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 60 ถึง 63

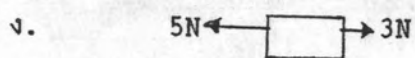
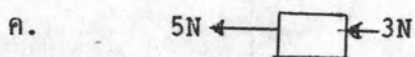
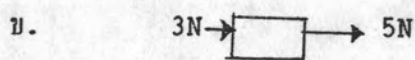
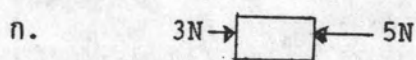


60. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุคือข้อใด
- ก. 4.66 นิวตัน  
 ข. 5.77 นิวตัน  
 ค. 6.77 นิวตัน  
 ง. 7.66 นิวตัน
61. แรงลัพธ์ทำมุมเท่ากับแรง 4 นิวตัน
- ก.  $\tan^{-1} 0.127$   
 ข.  $\tan^{-1} 0.217$   
 ค.  $\tan^{-1} 0.227$   
 ง.  $\tan^{-1} 0.277$
62. ถ้าเพิ่มแรงอีกแรงหนึ่งกระทำกับวัตถุนี้ ทำให้วัตถุมีความเร่งเป็นศูนย์ ขนาดและมุมที่แรงนี้กระทำกับแรง 4 นิวตัน จะเป็นเท่าไร
- ก. 3.66 นิวตัน,  $180^\circ - \tan^{-1} 0.123$   
 ข. 4.66 นิวตัน,  $180^\circ - \tan^{-1} 0.127$   
 ค. 5.77 นิวตัน,  $180^\circ - \tan^{-1} 0.217$   
 ง. 6.77 นิวตัน,  $180^\circ - \tan^{-1} 0.227$
63. ถ้ามุมระหว่างแรงทั้งสองเป็น 60 องศา ขนาดของแรงลัพธ์จะต่างจากเดิมอยู่เท่าไร
- ก. 0.12 นิวตัน  
 ข. 0.24 นิวตัน  
 ค. 0.46 นิวตัน  
 ง. 0.68 นิวตัน
64. วัตถุ 3 อันมีมวล  $m_1$ ,  $m_2$  และ  $m_3$  โดยที่  $m_1 < m_2 < m_3$  ต่างกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ( $u$ ) ถ้ามีแรง  $F$  กระทำกับวัตถุทั้งสามเท่ากันและพร้อมกัน ดังรูป วัตถุที่มีมวลเท่าไรจะหยุดนิ่งได้ก่อน



- ก.  $m_1$   
 ข.  $m_2$   
 ค.  $m_3$   
 ง. หยุดได้พร้อมกัน

65. แรงขนาด 5 นิวตัน และ 3 นิวตัน กระทำต่อวัตถุอันหนึ่งพร้อมกัน รูปใดที่แสดงว่า เมื่อแรงสองแรงกระทำกับวัตถุแล้ว จะมีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวามือ



66. ในการทดลองใช้แรง  $F_1$  และ  $F_2$  กระทำต่อวัตถุอันหนึ่งที่วางอยู่บนพื้นราบลื่นและแนวแรงทั้งสองขนานกับพื้น โดยที่มุมระหว่างแรงทั้งสองเปลี่ยนแปลง ซึ่งใช้ตารางบันทึกผลการทดลองดังนี้

$\theta$ (องศา)	$F_1$ (นิวตัน)	$F_2$ (นิวตัน)	$F_1 + F_2$ (นิวตัน)	เคลื่อนที่หรือ ไม่เคลื่อนที่
0	10	10		
45	10	10		
90	10	10		
180	10	10		

เครื่องหมาย  $\checkmark$  แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่

เครื่องหมาย X แสดงว่าวัตถุไม่เคลื่อนที่

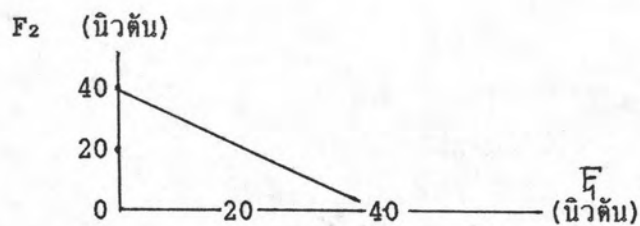
เมื่อ  $\theta$  คือมุมระหว่างแรง  $F_1$  กับ  $F_2$



การทดลองนี้ ผู้ทดลองมีสมมุติฐานว่าอย่างไร

- ก. วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงลัพธ์
  - ข. เมื่อแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์วัตถุจะเคลื่อนที่
  - ค. การเคลื่อนที่ของวัตถุขึ้นอยู่กับมุมระหว่างแรงทั้งสอง
  - ง. แรงสองแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้ามกัน วัตถุจะไม่เคลื่อนที่
67. จากข้อ 66.  $\theta$  เท่ากับเท่าไร ที่นักเรียนสามารถคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรง  $F_1$  กับ  $F_2$  ได้ง่ายที่สุด
- ก. 0 องศา
  - ข. 45 องศา
  - ค. 45 องศา และ 180 องศา
  - ง. 0 องศา และ 180 องศา
68. จากข้อ 66. เครื่องหมาย X ในตารางควรมีได้กี่อัน
- ก. 1 อัน
  - ข. 2 อัน
  - ค. 3 อัน
  - ง. จำนวนไม่แน่นอน
69. เมื่อนักเรียนไปซื้อเครื่องซึ่งจากร้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาซึ่งเมล็ดกอกีขาย ปรากฏว่าเครื่องซึ่งบอกหน่วยเป็นนิวตัน ถ้ามีผู้มาซื้อเมล็ดกอกี 3 ซีด (300 กรัม) นักเรียนจะต้องชี้ให้เขาไปที่นิวตัน
- ก. 2 นิวตัน
  - ข. 3 นิวตัน
  - ค. 4 นิวตัน
  - ง. 6 นิวตัน

70. จากข้อเท็จจริง น้ำหนักของ นายนิล อาร์มสตรอง บนโลกเป็น 6 เท่าของน้ำหนัก ที่ซึ่งบนดวงจันทร์ NASA ควรจะทำการซ่อมเพื่อเตรียมตัวเดินทางไปดวงจันทร์ ณ ที่ใด
- ในน้ำ
  - ยอดเขา
  - ขั้วโลกเหนือ
  - ห้องสุญญากาศ
71.  $\vec{F}$  อยู่บนระนาบ ซึ่งมีแรงองค์ประกอบเป็น  $\vec{F}_x$  และ  $\vec{F}_y$  ขนาดของ  $\vec{F}_x$  มีค่าเป็นเท่าไร
- $F - F_y$
  - $\sqrt{F - F_y}$
  - $\sqrt{F^2 - F_y}$
  - $\sqrt{F^2 - F_y^2}$
72.  $F_1$  และ  $F_2$  เป็นขนาดของแรงของชายสองคนที่ช่วยกันลากแข่งส่าย เมื่อแข่ง เริ่มเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ของแรง  $F_1$  และ  $F_2$  จะได้ดังนี้



แข่งนี้จะต้องใช้แรงอย่างน้อยเท่าไรจึงจะเคลื่อนที่

- 20 นิวตัน
  - 35 นิวตัน
  - 40 นิวตัน
  - 55 นิวตัน
73. จงพิจารณาคำกล่าวทั้งสองต่อไปนี้
- ขณะนั่งในรถยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่ คนขับรถยนต์ เบรคทันทีทันใด ผู้โดยสาร ที่นั่งอยู่พุ่งไปข้างหน้าอย่างแรง
  - ผู้โดยสารยังคงรักษาความเร็วเดิม

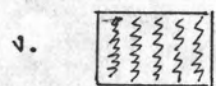
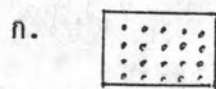
ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1. และ 2. ผิด
- ข. ข้อ 1. ถูก และข้อ 2. ผิด
- ค. ข้อ 1. และ ข้อ 2. ถูก และ ข้อ 2. เป็นเหตุผลของข้อ 1.
- ง. ข้อ 1. และ ข้อ 2. ถูก แต่ข้อ 2. ไม่เป็นเหตุผลของข้อ 1.

74. เมื่อใช้เหรียญที่เล็กกว่าปากขวดวางทับบนกระดาษแข็งผิวมัน ที่วางบนปากขวด ใช้นิ้วดีดกระดาษให้เลื่อนไปในแนวราบอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เหรียญหล่นลงไปในขวดพอดี ปรากฏการณ์นี้เนื่องมาจากคุณสมบัติของ เหรียญข้อใด

- ก. น้ำหนัก
- ข. ความเร่ง
- ค. ความเฉื่อย
- ง. ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง

75. ลายพื้นรองเท้าด้านนอก ที่ใช้ใส่ไปปีนเขา ควรจะเป็นไปตามข้อใด



76. แรง 3 แรงในข้อใด ซึ่งกระทำร่วมกันบนวัตถุอย่างหนึ่งแล้วไม่สามารถทำให้วัตถุเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันได้เลย (เปลี่ยนทิศของแรงทั้งสาม แต่ขนาดของแรงยังคงเดิม)

- ก. 30, 25 และ 50 นิวตัน
- ข. 45, 70 และ 40 นิวตัน
- ค. 25, 50 และ 75 นิวตัน
- ง. 20, 45 และ 70 นิวตัน



77. คำกล่าวในข้อใดที่ไม่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน
- ก. กล่าวถึงมวลที่หยุดนิ่ง
  - ข. กล่าวถึงมวลที่มีความเร็วคงตัว
  - ค. มวลนั้นจะต้องไม่มีแรงภายนอกมากกระทำ
  - ง. แรงลัพธ์ที่กระทำกับมวลจะต้องมีค่าเป็นศูนย์
78. "กฎความเฉื่อย" เป็นกฎเดียวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด
- ก. ข้อ 1
  - ข. ข้อ 3
  - ค. ข้อ 1 และ 3
  - ง. ข้อ 2 และ 3
79. ลูกเหล็กหนัก 20 นิวตัน ถูกแขวนด้วยเชือกเส้นหนึ่งไว้กับเพดาน แรงดึงในเส้นเชือกจึงเท่ากับน้ำหนักของลูกเหล็กนี้ สภาวะเช่นนี้ ควรอธิบายด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด
- ก. ข้อ 2
  - ข. ข้อ 3
  - ค. ข้อ 1 และ 3
  - ง. ข้อ 2 และ 3
80. ในการพายเรือนั้น เราต้องออกแรงพายไปข้างหลังแต่เรือกลับแล่นไปข้างหน้า ดังนั้น การที่เรือแล่นไปได้นั้น เป็นเพราะแรงในข้อใด
- ก. แรงของน้ำกระทำต่อเรือ
  - ข. แรงของเรือกระทำต่อน้ำ
  - ค. แรงของผู้พายกระทำต่อพาย
  - ง. แรงของไม้พายกระทำต่อน้ำ

ภาคผนวก จ.

เกมที่ใช้ในการสอนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

คู่มือการใช้ เกมประกอบการสอนซ่อม เสริม  
วิชาฟิสิกส์

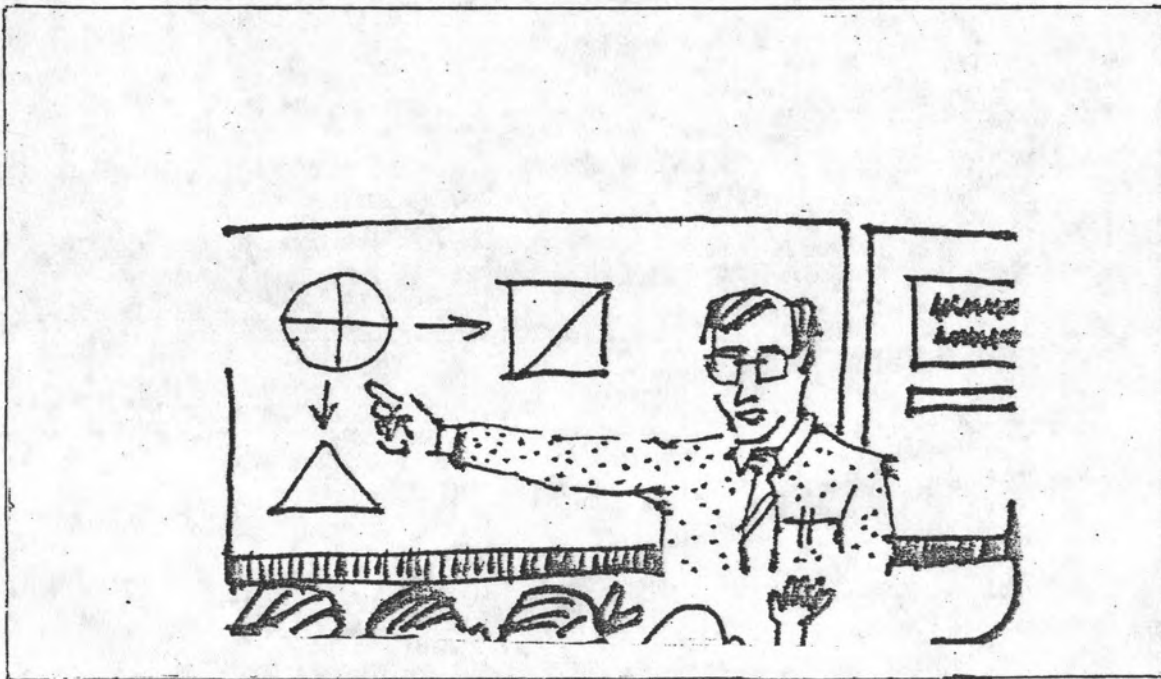




## คำนำ

ในการจัดการเรียนการสอนนั้นจำเป็นต้องให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ได้รับความรู้และเจตคติที่ดีต่อบทเรียน อีกทั้งมีการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานต่อบทเรียน วิธีการสอนที่น่าสนใจวิธีหนึ่งที่จะทำได้ เป้าหมายดังกล่าวข้างต้นคือวิธีสอนที่ใช้เกม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ครูควรใช้วิธีสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและติดตามบทเรียน ดังนั้นผู้เขียนจึงได้พัฒนาคู่มือการใช้เกม "ผลัดกันถามผลัดกันตอบ" ประกอบการสอนขึ้น ซึ่งนำไปใช้สอนได้ในทุกสาขาวิชา ทั้งในการสอนเวลาปกติและการสอนซ่อมเสริม สำหรับคู่มือฉบับนี้จะเน้นและยกตัวอย่างในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่" หวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจและผู้นำไปปฏิบัติ

รังสฤษฎ์ แม่นมินทร์

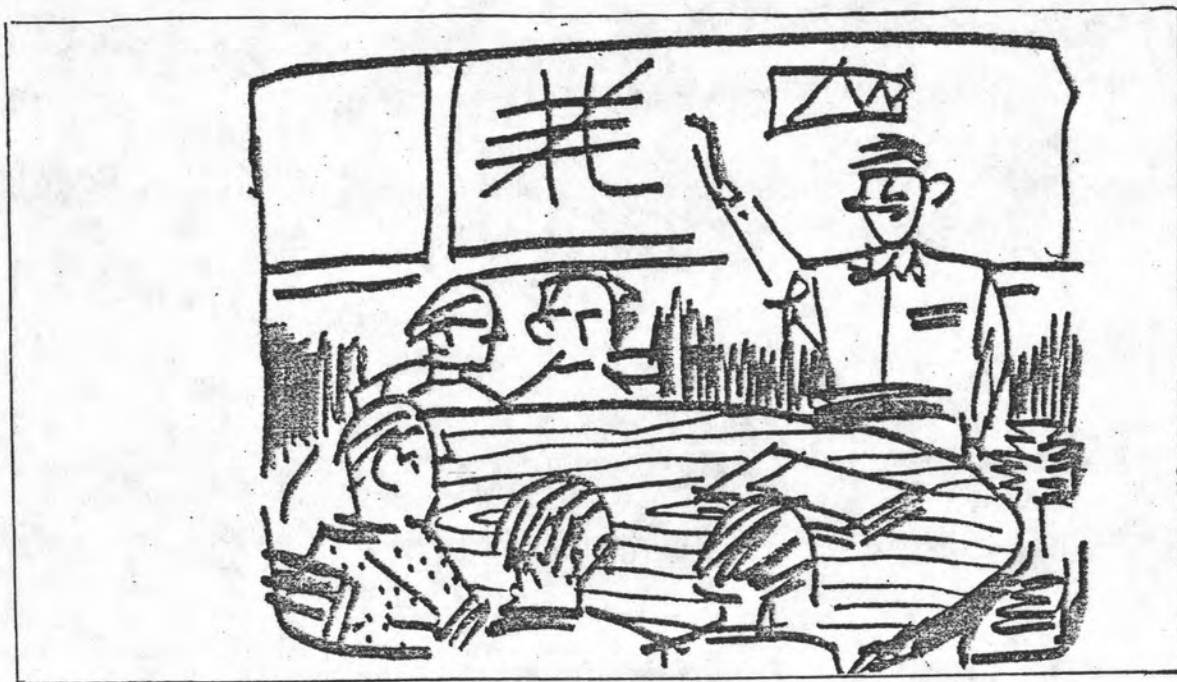


### จุดมุ่งหมายของการใช้ เกม เพื่อการเรียนการสอน

จุดมุ่งหมายของการใช้ เกมประกอบการสอนซ่อม เสริมวิชาฟิสิกส์ มีดังนี้

1. ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง "การเคลื่อนที่" และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่"
2. ให้นักเรียนมีความสุขสานต่อบทเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์
3. ให้นักเรียนฝึกการทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่ม และฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
4. ให้นักเรียนรู้จัก เคารพและปฏิบัติตามกฎและกติกาตามที่กำหนดไว้





อุปกรณ์การเล่นใน 1 ครั้งต่อกลุ่ม

- |  |        |
|--|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น |

จำนวนผู้เล่นต่อกลุ่ม 6 คน

จำนวนเวลาเรียนเพื่อการตัดสินใจแพ้ชนะ 6 คาบ

ใช้เวลาเรียน 1 คาบต่อ 1 วัน เรียนจนครบ 6 คาบ จึงทำการตัดสินใจว่าผู้ใดชนะ หรือผู้ใดแพ้

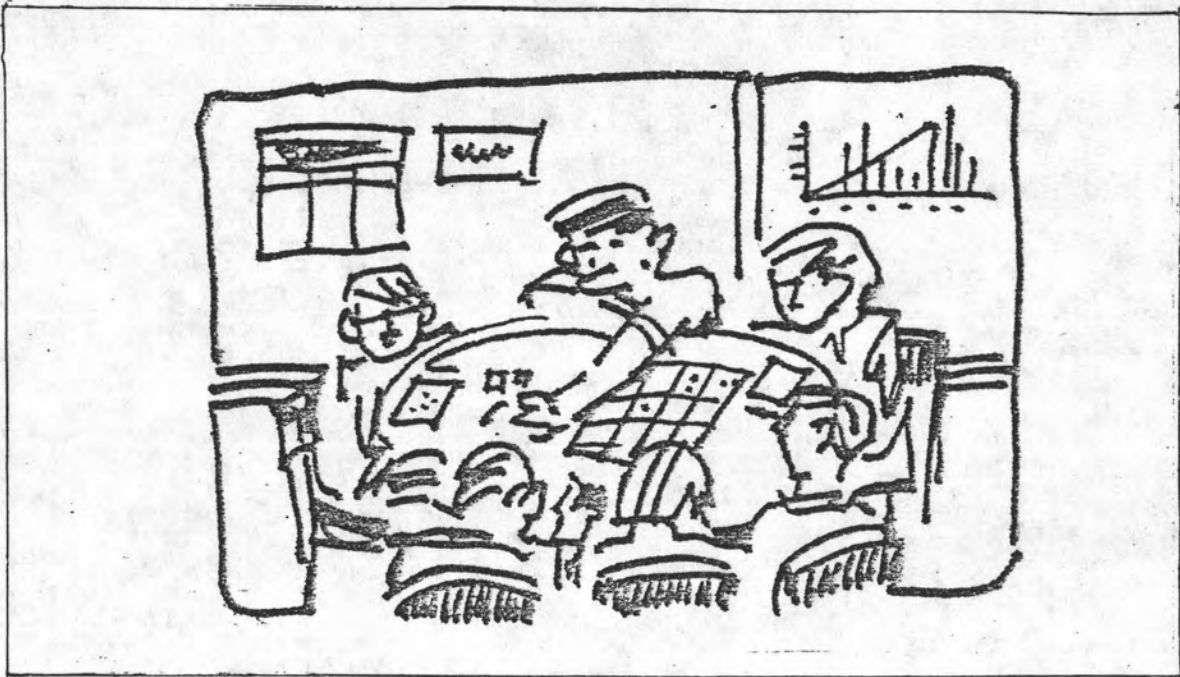
หมายเหตุ จำนวนคาบที่เรียนนั้น เป็นไปตามจำนวนนักเรียนในกลุ่ม สมมุติถ้ามี จำนวนนักเรียน 7 คนต่อกลุ่ม ก็ต้องใช้ 7 คาบ เป็นต้น



### การเตรียมตัวของผู้เล่นเกม

ก่อนที่นักเรียนจะเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม นักเรียนจะต้องมีการเตรียมตัวดังนี้

1. เมื่อครูกำหนดเนื้อหาที่จะสอนซ่อมเสริม ให้นักเรียนศึกษาบทวนเนื้อหาวิชานั้นล่วงหน้าให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามระหว่างเล่นเกม
2. จากการศึกษาบทวนเนื้อหาวิชาที่กำหนดตามข้อ 1 ถ้ามีเนื้อหาส่วนใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ให้นักเรียนแต่ละคนกำหนดหรือตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถามขณะเล่นเกมทุกครั้ง จำนวน 2 คำถามเป็นอย่างน้อย

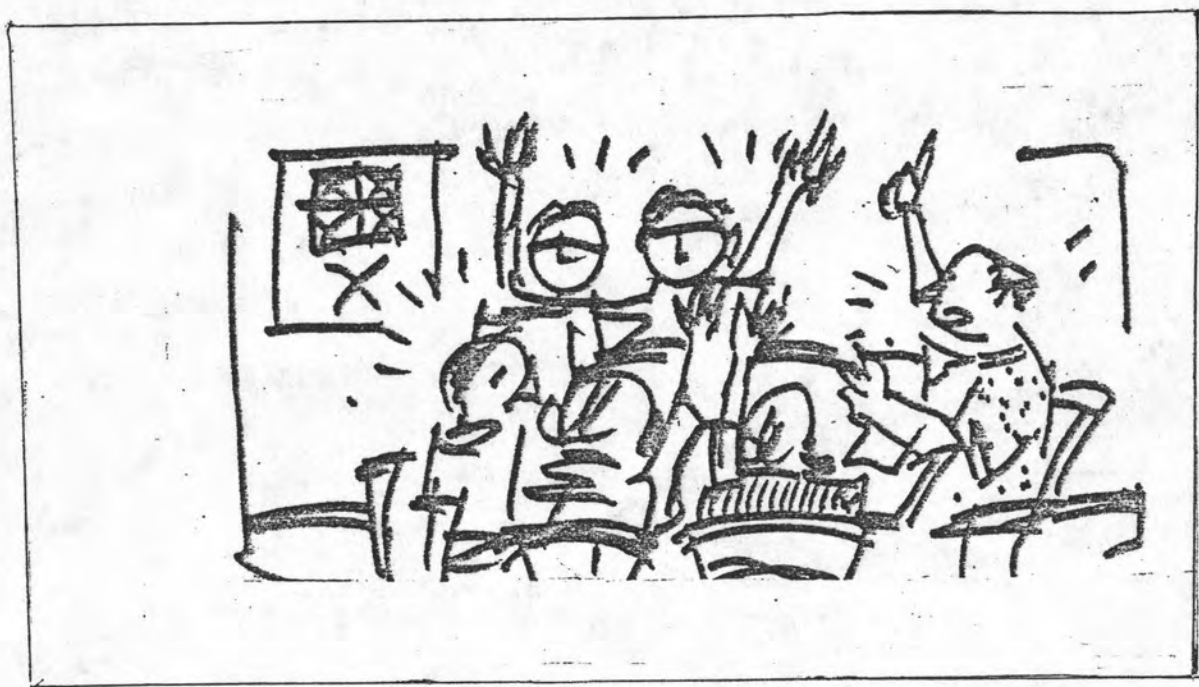


### วิธีดำเนินการเล่นเกม

เกมการเล่นมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดตัวผู้ควบคุมเกม
2. กำหนดตัวผู้ถามคำถาม
3. กำหนดตัวผู้ตอบคำถาม

ผู้เล่นเกมจะมีหมายเลขประจำตัว ตั้งแต่หมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และในการกำหนดตัวผู้เล่นเกมดังกล่าว จะใช้วิธีเสี่ยงทายจากการทอดลูกเต๋า เช่น นักเรียนคนใดทอดลูกเต๋ารับ 5 แต้ม ก็คือสมาชิกหมายเลข 5 และใช้หมายเลขนี้ตลอดการเล่นเกมนั้น 6 ครั้ง



## 1. กำหนดตัวผู้ควบคุม เกม

### 1.1 การกำหนดตัวผู้ควบคุม เกม

ทุกครั้งที่การเล่น เกมจะ เริ่มต้นด้วยการกำหนดตัวผู้ควบคุม เกม ด้วยการเสี่ยงทาย จากการทอดลูกเต๋า ในแต่ละครั้งของการ เล่น เกมจะต้องมีผู้ควบคุม เกม 1 คน โดยที่ผู้ควบคุม เกมจะต้องหมุนเวียน เปลี่ยนไปไม่ซ้ำกันทั้ง 6 ครั้งของการ เล่น เกม เช่น ในการ เล่น เกม ครั้งที่ 1 เสี่ยงทายได้หมายเลข 6 เป็นผู้ควบคุม เกม ถ้าในการ เล่น เกม ครั้งที่ 2 ทำการเสี่ยงทายกำหนดตัวผู้ควบคุม แล้วยังได้กับหมายเลข 6 อีก ก็ต้องทำการเสี่ยงทายใหม่ต่อไป โดยจะต้องได้กับหมายเลข 1, 2, 3, 4 หรือ 5 หมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง เป็นต้น ดังนั้นทุกหมายเลขจึงมีโอกาส เป็นผู้ควบคุม เกมทุกคนจากการ เล่น เกมทั้ง 6 ครั้ง



### 1.2 บทบาทของผู้ควบคุม เกม

ผู้ควบคุม เกมมีบทบาทดังนี้

1. เป็นผู้ทำการ เสียหายโดยใช้การทอดลูกเต๋า กำหนดตัวผู้ถามคำถาม
2. เป็นผู้ทำการ เสียหายโดยใช้การทอดลูกเต๋า กำหนดตัวผู้ตอบคำถาม
3. เป็นผู้บันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน
4. เป็นผู้บันทึกรายละเอียดคำถามและคำตอบของผู้ เล่น เกมทุกคนในขณะที่ เล่น

เกม โดยระบุว่าหมายเลขใดเป็นผู้ถามคำถาม ถามว่าอย่างไร หมายเลขใดเป็นผู้ตอบ  
ตอบว่าอย่างไร ตอบผิดหรือตอบถูก (ทำเครื่องหมาย X หรือ ✓ หลังคำตอบนั้น ๆ) ถ้า  
ตอบผิด ผู้ควบคุม เกม เสียหายได้หมายเลขใด เป็นผู้ตอบคนต่อไป อย่างนี้ เรื่อยไปจนกระทั่ง  
มีผู้ตอบถูกหรือหมดผู้มีสิทธิ์ที่จะตอบคำถาม

ผู้ควบคุม เกมไม่มีสิทธิ์ที่จะถามหรือตอบคำถาม แต่ให้ทำหน้าที่ตามบทบาทดังกล่าว  
ข้างต้นเท่านั้น



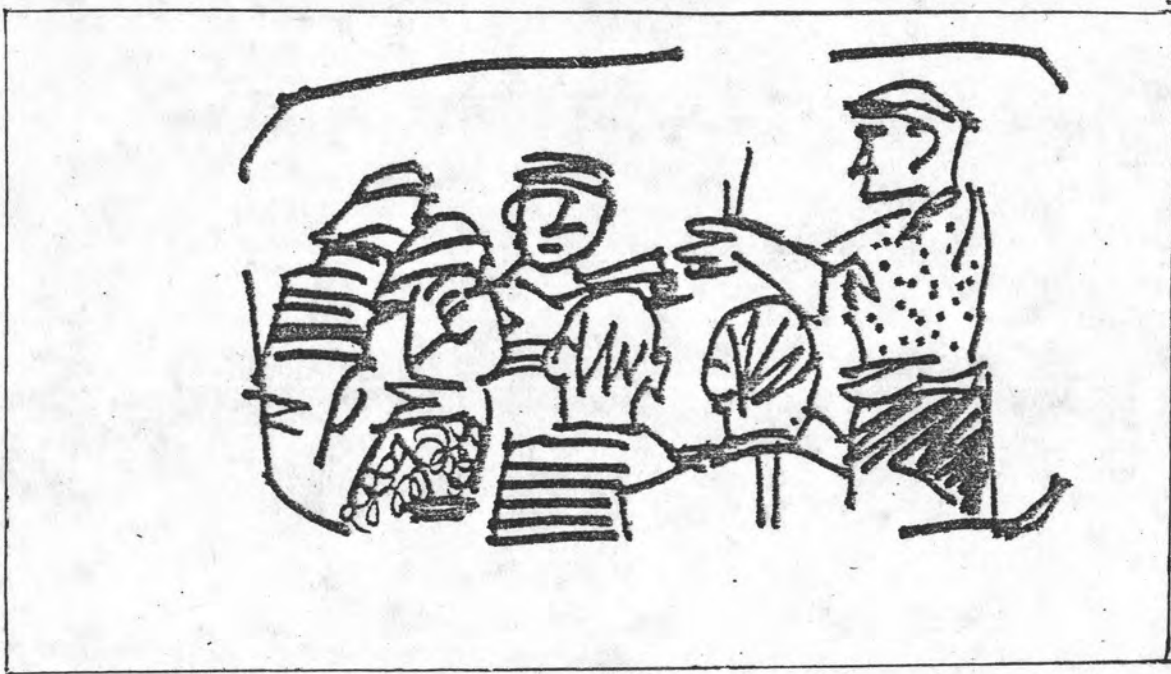
## 2. กำหนดตัวผู้ถามคำถาม

### 2.1 การกำหนดตัวผู้ถามคำถาม

ผู้ควบคุม เกมจะทำการเสี่ยงทายกำหนดตัวผู้ตอบคำถาม ซึ่งในการเล่น เกมแต่ละครั้ง ผู้ถามคำถามจะมีสิทธิ์ถามได้เพียง 1 คำถามเท่านั้น จากคำถามที่เตรียม มาล่วงหน้า เช่น ในการเล่นเกมครั้งที่ 1 ซึ่งมีหมายเลข 6 เป็นผู้ควบคุมเกมและคำถาม ที่ 1 เสี่ยงทายได้กับหมายเลข 3 เป็นผู้ถามคำถาม ดังนั้นในการเสี่ยงทายกำหนดตัว ผู้ถามคำถามที่ 2 จะต้องไม่ได้หมายเลขเดิม แต่อาจเป็นหมายเลข 1 หรือ 2 หรือ 4 หรือ 5 หมายเลขใดหมายเลขหนึ่งก็ได้ตามการเสี่ยงทาย สำหรับคำถามต่อไปผู้ถาม คำถามต้องเป็นหมายเลขอื่นที่ไม่เคยถาม ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เล่นเกมทุกคนมีส่วนร่วมในการถาม คำถามในแต่ละครั้ง

### 2.2 บทบาทของผู้ถามคำถาม

ผู้ถามคำถามมีบทบาทเพียงถามคำถาม 1 คำถามเท่านั้นในการเล่น เกมแต่ละครั้ง ทั้งนี้ผู้ถามคำถามจะไม่มีสิทธิ์ตอบคำถามของตัวเอง และในการเตรียมคำถาม ของผู้เล่นเกมทุกคนนั้นควรเตรียมไว้หลายคำถาม คืออย่างน้อย 2 คำถาม เพื่อป้องกันไม่ให้ เป็นคำถามซ้ำกับผู้เล่นเกมคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน



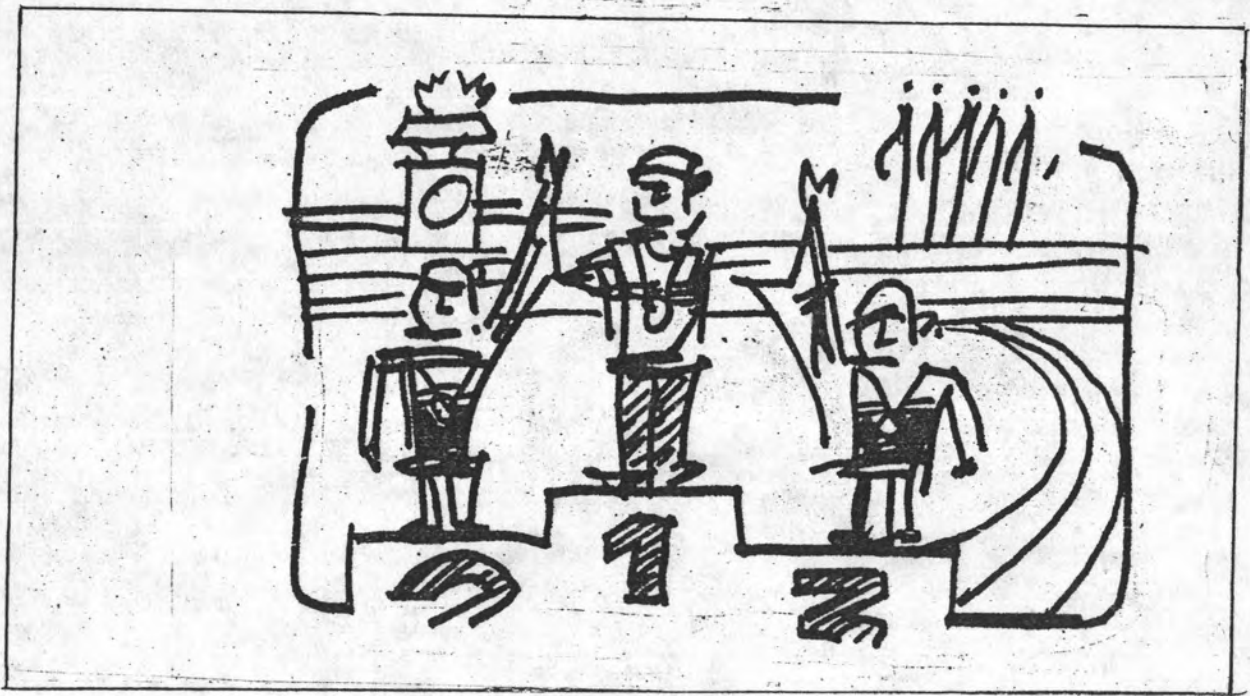
### 3. กำหนดตัวผู้ตอบคำถาม

#### 3.1 การกำหนดตัวผู้ตอบคำถาม

เมื่อผู้ถามคำถามได้ตามคำถามแล้ว ผู้ควบคุม เกมจึงจะ เสียหายกำหนดตัวผู้ตอบคำถาม ซึ่งในการเล่น เกมแต่ละครั้ง ผู้ตอบคำถามจะมีสิทธิ์ตอบคำถามได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่นในการเล่น เกมครั้งที่ 1 หมายเลข 6 เป็นผู้ควบคุม เกม หมายเลข 3 เป็นผู้ถามคำถามที่ 1 ดังนั้นผู้มีสิทธิ์ เป็นผู้ตอบคำถามคือหมายเลข 1 หรือ 2 หรือ 4 หรือ 5 ถ้าคำถามที่ 2 ผู้ควบคุม เกมเสียหายได้ผู้ถามคำถามคือหมายเลข 5 ดังนั้นผู้มีสิทธิ์ตอบคำถามคือหมายเลข 1 หรือ 2 หรือ 3 หรือ 4 อย่างนี้เป็นต้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละครั้งของการ เล่น เกม ผู้เล่นเกมจะมีสิทธิ์ตอบคำถามได้หลายครั้ง ยกเว้นคำถามหนึ่งคำถามใด จะมีสิทธิ์ตอบได้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น

#### 3.2 บทบาทของผู้ตอบคำถาม

ตอบคำถามของผู้ถามคำถาม



คะแนนที่ได้จากการ เล่น เกม

1. ผู้ควบคุม เกมจะได้ 1 คะแนนทันทีจากคำถามที่ไม่มีผู้สามารถตอบคำถามนั้นได้
2. ผู้ถามคำถามจะได้ 1 คะแนนทันที เมื่อผู้ถามคำถามได้ตั้งคำถามขึ้นและจะ  
ได้อีก 1 คะแนนทันที เมื่อคำถามของตนไม่มีผู้ใดสามารถตอบคำถามนั้นได้
3. ผู้ตอบคำถามจะได้ 2 คะแนนจากการตอบคำถาม ถ้าคำตอบนั้น เป็นที่ยอมรับ  
รับของผู้เล่นเกมตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป

หมายเหตุ ผู้ที่จะ เป็นผู้ควบคุม เกมหรือ เป็นผู้ถามคำถาม หรือ เป็นผู้ตอบคำถาม  
จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังได้กล่าวแล้วข้างต้น



1. ตารางบันทึกคะแนนในดาว เกม

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....  
 ครั้งที่.....ผู้ควบคุมเกม ชื่อ.....นามสกุล.....

หมายเลข หมาย เลขชุดถาม	คะแนนของผู้เล่นเกม					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
รวมคะแนน						

รายชื่อผู้เล่นเกม

- หมายเลข 1. ....
- หมายเลข 2. ....
- หมายเลข 3. ....
- หมายเลข 4. ....
- หมายเลข 5. ....
- หมายเลข 6. ....

2. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....  
 ครั้งที่.....ผู้ควบคุมเกม ชื่อ.....นามสกุล.....

หมายเลข ชุดถาม	คำถาม	หมายเลข ชุด ตอบ	คำตอบ	คำตอบ ถูกหรือ ผิด

ตารางที่ใช้ในการเล่น เกม

ตารางที่ใช้ในการเล่น เกมมี 2 ตารางคือ

1. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม
2. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม

1. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่นเกมส์

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ครั้งที่.....ผู้ควบคุมเกมส์ ชื่อ.....นามสกุล.....

หมายเลข ผู้ตอบ เลขผู้ถาม	คะแนนของผู้เล่นเกม					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
รวมคะแนน						

รายชื่อผู้เล่นเกมส์

- หมายเลข 1. ....
- หมายเลข 2. ....
- หมายเลข 3. ....
- หมายเลข 4. ....
- หมายเลข 5. ....
- หมายเลข 6. ....

2. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ครั้งที่.....ผู้ควบคุมเกม ชื่อ.....นามสกุล.....

หมายเลขผู้ถาม	คำถาม	หมายเลขผู้ตอบ	คำตอบ	คำตอบถูกหรือผิด


ตัวอย่างการบันทึกคะแนนจากการเล่นเกม

จากการเล่นเกมครั้งที่ 1 เสียงทนายได้ผู้ควบคุมคือหมายเลข 6

จากคำถามที่ 1 เสียงทนายได้หมายเลข 3 เป็นผู้ถามคำถาม  
และหมายเลข 4 เป็นผู้ตอบคำถาม ซึ่งตอบได้ถูกต้อง  
ทำให้หมายเลข 3 ได้ 1 คะแนน และหมายเลข 4 ได้ 2 คะแนน

จากคำถามที่ 2 เสียงทนายได้หมายเลข 5 เป็นผู้ถามคำถาม  
และหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับไม่สามารถตอบคำถามของ  
หมายเลข 5 ได้หรือตอบผิดทำให้หมายเลข 5 ได้ 1+1 คะแนน และ  
หมายเลข 6 ได้ 1 คะแนน

สามารถเขียนคะแนนในตารางบันทึกคะแนนได้ดังนี้

หมายเลข ผู้ควบคุม เลขคำถาม	คะแนนของผู้เล่นเกม					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3			1	2		
4						
5					1+1	1
6						
รวมคะแนน						



จากการเล่นเกมครั้งที่ 1 เสียงทายได้หมายเลข 6 เป็นผู้ควบคุมเกม

คำถามที่ 1 เสียงทายได้หมายเลข 3 เป็นผู้ถามคำถาม เสียงทายได้หมายเลข 4 เป็นผู้ตอบคำถาม เช่น

หมายเลข 3 ถามว่า "กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 1 กับข้อ 2 แตกต่างกันอย่างไร"

หมายเลข 4 ตอบว่า "ต่างกันที่สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุคือ ข้อ 1 กล่าวถึงวัตถุมีความเร็วคงตัว แต่ข้อ 2 กล่าวถึงวัตถุมีความเร่ง"  
(ตอบถูก)

คำถามที่ 2 เสียงทายได้หมายเลข 5 เป็นผู้ถามคำถาม และเสียงทายหาตัวผู้ตอบคำถามได้กับหมายเลข 2, 3, 4 และ 1 ตามลำดับ ซึ่งปรากฏว่าผู้ตอบคำถามทั้ง 4 คนนี้ ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือตอบผิด เช่น

หมายเลข 5 ถามว่า "เกณฑ์ในการพิจารณาว่าแรงคู่ใจเป็นแรงคู่กิริยา มีอะไรบ้าง"

ลำดับเป็นไปตาม การเสียงทาย	{	หมายเลข 2 ตอบว่า "แรงคู่กิริยานั้นจะต้องมีขนาดเท่ากันเท่านั้น"	
		หมายเลข 3 ตอบว่า	ไม่ตอบ
		หมายเลข 4 ตอบว่า	ไม่ตอบ
		หมายเลข 1 ตอบว่า "แรงคู่ใจจะต้องกระทำกับวัตถุอันเดียวกัน"	

จากตัวอย่างดังกล่าวนี้ สามารถเขียนบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถามได้ดังในหน้าถัดไป

2. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ครั้งที่.....ผู้ควบคุมเกม ชื่อ.....นามสกุล.....

หมายเลขคำถาม	คำถาม	หมายเลขตอบ	คำตอบ	คำตอบถูกหรือผิด
3	กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อ 1 กับ ข้อ 2 แตกต่างกันอย่างไร	4	ต่างกันที่สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ คือ กฎข้อ 1 กล่าวถึงวัตถุมีความเร็วคงตัว แต่กฎข้อ 2 กล่าวถึงวัตถุมีความเร่ง	✓
5	เกณฑ์ในการพิจารณาว่าแรงคู่ใจเป็นแรงคู่กิริยามีอะไรบ้าง	2	แรงคู่กิริยานั้นจะต้องมีขนาดเท่ากันเท่านั้น	X
		3	ไม่ตอบ	-
		4	ไม่ตอบ	-
		1	แรงคู่กันจะต้องกระทำกับวัตถุอันเดียวกัน	X

ภาคผนวก จ.

แผนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 021) เรื่อง "การเคลื่อนที่"  
และ "มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่" ในระดับชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 สำหรับนักเรียนซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ  
ที่เรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม

## แผนการสอนที่ 1

## เรื่อง

## ลักษณะการเคลื่อนที่ และการบอกตำแหน่ง

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ และวิธีการบอกตำแหน่งของวัตถุ

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. บอกประเภทของลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อใช้แนวทางการเคลื่อนที่เป็นเกณฑ์
2. บอกประเภทของลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อใช้การวางตัวของวัตถุเป็นเกณฑ์
3. อธิบายลักษณะของการเคลื่อนที่ต่อไปนี้ได้ถูกต้อง คือ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง การเคลื่อนที่แบบหมุน และการเคลื่อนที่แบบสั่น
4. บอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรงได้ถูกต้อง
5. บอกตำแหน่งของวัตถุในระนาบได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. เมื่อใช้แนวทางการเคลื่อนที่เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะได้ลักษณะการเคลื่อนที่เป็น 2 ลักษณะ คือ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง



2. เมื่อใช้การวางตัวของวัตถุเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะได้ลักษณะการเคลื่อนที่เป็น 2 ลักษณะ คือ การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง และการเคลื่อนที่แบบหมุน
3. ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุมีอยู่ด้วยกัน 5 ลักษณะ คือ
  - 3.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง คือการที่วัตถุมีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง หรือพิจารณาตำแหน่งต่าง ๆ ของวัตถุเมื่อเวลาผ่านไปจะเป็นเส้นตรง
  - 3.2 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง คือการที่วัตถุมีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง หรือพิจารณาตำแหน่งต่าง ๆ ของวัตถุเมื่อเวลาผ่านไปจะเป็นเส้นโค้ง
  - 3.3 การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง คือการที่วัตถุขยับ เลื่อนตำแหน่งเดิมไปเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป
  - 3.4 การเคลื่อนที่แบบหมุน คือการที่วัตถุเคลื่อนที่รอบแกนหมุนอันใดอันหนึ่ง โดยมีบางตำแหน่งอยู่กับที่ บางตำแหน่งเคลื่อนที่ตลอดเวลา
  - 3.5 การเคลื่อนที่แบบสั่น คือการที่วัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางกลับไปกลับมา ในแนวเดิมอยู่ตลอดเวลา
4. การบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรงนั้นจะต้องมีองค์ประกอบดังนี้ คือ จุดอ้างอิง ระยะห่าง และ ทิศ ซึ่งอาจใช้เส้นจำนวนของวิชาคณิตศาสตร์ มาช่วยในการบอกตำแหน่งของวัตถุให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้
  - 4.1 ให้จุดอ้างอิงอยู่ที่ 0
  - 4.2 ระยะห่างแทนด้วยตัวเลขบนเส้นจำนวน
  - 4.3 ให้ทิศไปทางขวาหรือทิศขึ้น เป็นทิศ + และให้ทิศไปทางซ้าย หรือทิศลงเป็นทิศ -
5. การบอกตำแหน่งของวัตถุในระนาบนั้นใช้หลักของระบบพิกัดฉากในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทำการบอกตำแหน่งของวัตถุ ดังนี้
  - 5.1 แกน  $x$  และแกน  $y$  เป็นแกนอ้างอิงที่ตั้งฉากกันและตัดกันที่จุด Origin ( $x = 0$  และ  $y = 0$ )
  - 5.2 ค่า  $x$  บอกระยะตั้งฉาก หรือระยะห่างจากแกน  $y$   
ค่า  $y$  บอกระยะตั้งฉาก หรือระยะห่างจากแกน  $x$
  - 5.3 บอกตำแหน่งของวัตถุด้วยคู่ลำดับ  $(x, y)$

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |  |        |
|--|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการ เล่น เกม                | 1 เล่ม |

การเตรียมตัวของครู

1. ครูให้นักเรียนไปทำการศึกษาทบทวนเรื่อง "ลักษณะการเคลื่อนที่และการบอกตำแหน่ง" ให้เข้าใจเพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถาม เมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. ขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่ไปบนถนนเรียบตรง ลักษณะของการเคลื่อนที่จะเป็นแบบใดได้บ้าง (รถทั้งคัน : 1. เลื่อนตำแหน่ง 2. แนวเส้นตรง, ล้อรถ :

1. เลื่อนตำแหน่ง 2. แนวเส้นตรง 3. หมุนรอบเพลา)

ข. การบอกตำแหน่งของวัตถุในระนาบนั้น แกนอ้างอิงใครเป็นผู้กำหนด (ผู้ออกตำแหน่งของวัตถุ)

2. ครูจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกมใส่ซองให้มีจำนวนเท่ากับจำนวนกลุ่ม ภายในซองมี ลูกเต๋า 1 ลูก ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม 1 แผ่น ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม 1 แผ่น และเอกสารชี้แจงวิธีการ เล่น เกม 1 เล่ม

## ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

### 1. ชี้แจง ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนดูคอมพิวเตอร์ภายในห้องเรียน จากนั้นให้นักเรียนดูการตกของปากกาจากมือครู แล้วถามว่า คอมพิวเตอร์กับปากกามีการเปลี่ยนแปลงอะไรในช่วงเวลาที่ได้ทำการสังเกต (คอมพิวเตอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอะไร แต่ปากกามีการเปลี่ยนตำแหน่ง)

ครูบอกให้นักเรียนดูการเคลื่อนที่ของนกกระเจอก ดูการเคลื่อนที่ของเข็มนาฬิกา และดูการเคลื่อนที่ของยางลบที่ครูข่วนในแนวระดับ เป็นลำดับไป ครูบอกกับนักเรียนว่า วัตถุมีลักษณะการเคลื่อนที่อยู่หลายลักษณะ ซึ่งวันนี้จะได้ทำการศึกษาถึงเรื่องนี้

### 2. ชี้แจงกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้ครูจะให้นักเรียนเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม เพื่อทบทวนเรื่องราวของลักษณะการเคลื่อนที่และการบอกตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งจะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 หรือ 7 คน โดยให้นักเรียนนับ 1, 2, 3 และ 4 (กรณีที่มีนักเรียนตั้งแต่ 24 คน ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 28 คน) เรียงตามลำดับ นักเรียนคนใดนับหมายเลขเดียวกัน ให้มานั่งรวมกลุ่มตามที่ครูกำหนด ซึ่งจะเป็นสมาชิกภายในกลุ่มนั้น ๆ"

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มตามวิธีที่ครูกำหนด แล้วนั่งเป็นกลุ่ม ๆ

2.3 ครูอธิบายวิธีบันทึกคะแนนในการเล่น เกมและวิธีบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถามและบอกกับนักเรียนว่า "เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้"

2.4 ครูชี้แจงว่า "ในการเรียนครั้งนี้ ครูจะแจกซองอุปกรณ์ให้กลุ่มละ 1 ซอง ภายในซองจะมีลูกเต๋า 1 ลูก ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม 1 แผ่น ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม 1 แผ่น และเอกสารชี้แจงวิธีการเล่นเกม 1 เล่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีการเล่นเกมจนเข้าใจ แล้วจึงลงมือทำตามนั้นให้แล้วเสร็จภายในเวลา 20 นาที"

2.5 ครูแจกซองอุปกรณ์ จากนั้นครูให้สัญญาณเพื่อให้นักเรียนเริ่มลงมือทำงาน

2.6 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใด

ภายในกลุ่มตอบได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้แล้ว ในบันทึกรายละเอียดการถาม คำถามและตอบคำถามให้ครูเขียนบนกระดานหน้าชั้น เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับทราบ

### 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้เขียนไว้บนกระดานหน้าชั้นซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดตอบได้ในกลุ่ม ให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาที่ละคำถาม ถ้ามีนักเรียนคนใดตอบคำถามได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้นอธิบายแทนครู ส่วนคำถามใดที่ไม่มีนักเรียนคนใดตอบได้เลย ครูจึงจะอธิบายในประเด็นนั้น เพื่อเป็นแนวทางไปสู่คำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

#### 3.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียน ดังนี้

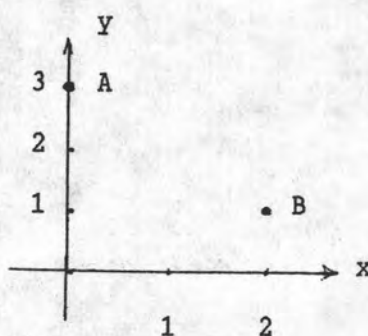
ก. ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อใช้แนวทางการเคลื่อนที่เป็น เกณฑ์มีกี่ประเภท ( 2 ประเภท คือการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง)

ข. ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อใช้การวางตัวของวัตถุเป็น เกณฑ์มีกี่ประเภท ( 2 ประเภท คือการเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง และการเคลื่อนที่แบบหมุน)

ค. การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่งกับการเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุแตกต่างกันอย่างไร (แตกต่างกันที่การวางตัวของวัตถุขณะที่มีการเคลื่อนที่ คือวัตถุที่เคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่งจะขยับเลื่อนจากตำแหน่งเดิม แต่วัตถุที่เคลื่อนที่แบบหมุนนั้นจะ เป็นการเคลื่อนที่รอบแกนหมุนอันหนึ่ง)

ง. รถยนต์ที่วิ่งในถนนรูปวงกลม จะเป็นการเคลื่อนที่แบบใดได้บ้าง (การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง)

จ. ครูเขียนจุด A และ B ในระนาบ  $x y$  ดังนี้





ครูถามนักเรียนว่า

จุด A อยู่ห่างจากแกน  $x$  เท่าไร (3)

จุด B อยู่ที่ตำแหน่งใด ( (2, 1) )

3.3 ครูให้ข้อสังเกตในเรื่องของความร่วมมือของผู้เล่นเกมภายในกลุ่มว่ากลุ่มใดที่มีความร่วมมือกันดี และกลุ่มใดที่สมควรปรับปรุงในเรื่องการทำงาน หรือการทำกิจกรรมร่วมกัน

#### 4. ขึ้นสรุป (5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้พร้อมทั้งจดบันทึก

- ก. ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง
- ข. ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง
- ค. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง
- ง. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบหมุน
- จ. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่น
- ฉ. การบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรง
- ช. การบอกตำแหน่งของวัตถุในระนาบ

4.2 ครูเน้นเรื่องการทำงานภายในกลุ่มขณะที่เรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมและการปฏิบัติตามกติกา ทั้งนี้เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปด้วยดีและเสร็จภายในเวลาที่กำหนด

#### 5. ขึ้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถาม ตัวอย่างของคำถาม เช่น

- ก. การตกของผลไม้เป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะใด (การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง)
- ข. จงบอกตำแหน่งของครู เมื่อครูยืนอยู่กลางห้องที่มีขนาดกว้าง 6 เมตร และยาว 8 เมตร (อยู่ห่างจากข้างห้อง 3 เมตร และจากหน้าห้อง 4 เมตร)

## แผนการสอนที่ 2

### เรื่อง

ระยะทาง การกระจัด และการบวกเวกเตอร์

#### จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง ระยะทาง การกระจัด การบวกเวกเตอร์ และวิธีการหาการกระจัดลัพธ์ด้วยวิธีการเขียนรูป

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของ ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์ได้ถูกต้อง
2. เขียนสัญลักษณ์และรูปแทนปริมาณเวกเตอร์ได้ถูกต้อง
3. บอกความแตกต่างระหว่างปริมาณเวกเตอร์กับปริมาณสเกลาร์ได้ถูกต้อง
4. เขียนรูปเวกเตอร์ลัพธ์จากการบวกเวกเตอร์ได้ถูกต้อง
5. บอกความหมายของการกระจัดและการกระจัดลัพธ์ได้ถูกต้อง
6. หาผลลัพธ์ของการกระจัดหลายการกระจัดโดยการเขียนรูปได้ถูกต้อง
7. บอกความหมายของระยะทางได้ถูกต้อง

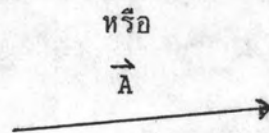
#### แนวคิด

1. ปริมาณเวกเตอร์ คือปริมาณที่จำเป็นต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจากจุดอ้างอิงจึงจะสมบูรณ์ เช่น การกระจัด แรง โมเมนตัม เป็นต้น
2. ปริมาณสเกลาร์ คือปริมาณที่บอกแต่ขนาดเพียงอย่างเดียวก็สมบูรณ์ เช่น เวลา ระยะทาง งาน เป็นต้น

3. การเขียนเวกเตอร์แทนปริมาณเวกเตอร์ จะใช้ความยาวของเส้นตรงแทนขนาด หัวลูกศรแทนทิศทาง และหางลูกศรแทนจุดอ้างอิง เช่น

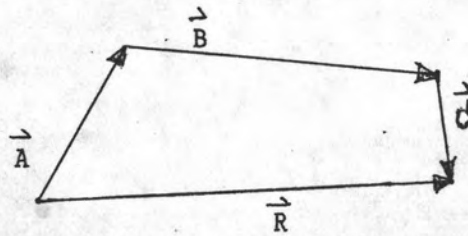


เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้คือ  $\vec{AB}$  หรือ  $\overrightarrow{AB}$   
อ่านว่า "เวกเตอร์ AB"



อ่านว่า "เวกเตอร์ A"

4. การหาผลลัพธ์ของการบวกเวกเตอร์ ทำได้โดยการลากเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อระหว่างหางเวกเตอร์แรกกับหัวลูกศรของเวกเตอร์สุดท้าย เช่น



เมื่อ  $\vec{R}$  เป็นเวกเตอร์ลัพธ์ของ  $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$

5. การกระจัด คือปริมาณที่บอกถึงการย้ายตำแหน่งของวัตถุ มีขนาดเท่ากับส่วนของเส้นตรงที่ต่อระหว่างตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ และมีทิศทางจากตำแหน่งเดิมมุ่งตรงไปยังตำแหน่งใหม่ ซึ่งจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์

6. การกำจัดลัทธิของการกำจัดจำนวนหนึ่ง คือการกำจัดเพียงการกำจัดเดียวที่สามารถแทนการกำจัดจำนวนนั้นได้ทั้งขนาดและทิศทาง

7. การหาผลลัพธ์ของการกำจัดหลายการกำจัดโดยการเขียนรูปนั้นทำเช่นเดียวกับการหาผลลัพธ์ของการบวกเวกเตอร์

8. ระยะทาง คือปริมาณที่ใช้บอกถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยพิจารณาจากความห่างจากตำแหน่งอ้างอิงตามแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งจัดเป็นปริมาณสเกลาร์

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |   |        |
|---|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                    | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม              | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดคำถามคำตอบและตอบคำถาม | 1 แผ่น |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่นเกม                 | 1 เล่ม |

การเตรียมตัวของครู

ครูให้นักเรียนไปทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องระยะทาง การกำจัด และการบวกเวกเตอร์ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถาม และส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจ ให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถาม เมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. การกำจัดจากบ้านไปโรงเรียน แตกต่างกับการกำจัดจากโรงเรียนไปบ้าน หรือไม่ เพราะอะไร (แตกต่างกัน เพราะการกำจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ถึงแม้ว่า



การกระจัดทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางที่ตรงข้าม ดังนั้นจึงแตกต่างกัน)

ข.  $\vec{A}$  กับ  $-\vec{A}$  เหมือนกันหรือแตกต่างกันในส่วนตัว (เหมือนกันที่มีขนาดเท่ากับ A แต่แตกต่างกันตรงที่มีทิศตรงกันข้าม)

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูสั่งให้นักเรียนคนหนึ่งออกมายืนหน้าชั้น แล้วจึงออกคำสั่งหรือถาม ดังนี้

"ย้ายตำแหน่งไป 5 ก้าว" (นักเรียนปฏิบัติ)

"ทำไมจึงก้าวไปทางทิศนั้น" (ก้าวไปทางทิศใดก็ได้ เพราะครูไม่บอกทิศ)

"ย้ายตำแหน่งไปทางขวามือ" (นักเรียนปฏิบัติ)

"ตามคำสั่งนี้ ถ้าจะก้าวให้มีจำนวนก้าวมากขึ้นจะได้หรือไม่ เพราะอะไร"

(ได้ เพราะคำสั่งของครูไม่ได้บอกจำนวนก้าว)

ครูสั่งให้นักเรียนผู้นั้นเข้าไปนั่งที่ แล้วถามนักเรียนทั้งชั้นว่า

"ถ้าต้องการให้การย้ายตำแหน่งของเพื่อน เป็นไปตามที่คาดไว้ในคำสั่งนั้น จะต้องบอกอะไรบ้าง" (จำนวนก้าว และทิศ)

จากนั้นครูบอกกับนักเรียนว่า วันนี้จะได้ทำการศึกษาถึงเรื่องการบอกตำแหน่งที่ถูกต้องชัดเจน ซึ่งเราเรียกปริมาตรนี้ว่า "การกระจัด"

#### 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้ครูจะให้นักเรียนทบทวนเรื่องราวของระยะทางการกระจัด และการบวกเวกเตอร์ ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม เช่น เดิม และนักเรียนทุกคนยังคงเป็นผู้เล่นของกลุ่มเดิมจากการเรียนในครั้งที่แล้ว"

2.2 ครูกล่าวว่า "มีนักเรียนคนใดที่สงสัยในเรื่องวิธีการบันทึกคะแนนในการเล่น เกม หรือวิธีการบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม และวิธีการเล่นเกม ให้ถามได้และให้นักเรียนเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที จากนั้นให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้"

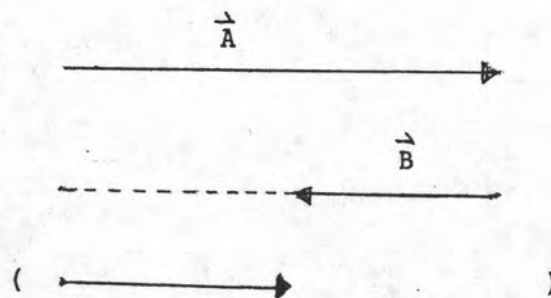
- 2.3 ครูแจกของอุปกรณ์ จากนั้นครูให้สัมภาษณ์ เพื่อให้กลุ่ม เริ่มลงมือทำงาน
- 2.4 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่ม เสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใด  
ภายในกลุ่มตอบได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้แล้วในบันทึกรายละเอียดการถามคำถาม  
และตอบคำถามให้ครูเขียนบนกระดานหน้าชั้น เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับทราบ

### 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้เขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่มี  
ผู้ใดตอบได้ภายในกลุ่ม ให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาที่ละคำถาม ถ้ามีนักเรียนคนใด  
ตอบคำถามได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้นอธิบายแทนครู ส่วนคำถามใดที่ไม่มีนักเรียนคนใดตอบ  
ได้เลย ครูจึงจะอธิบายในประเด็นนั้น เพื่อเป็นแนวทางไปสู่คำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมี  
ส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

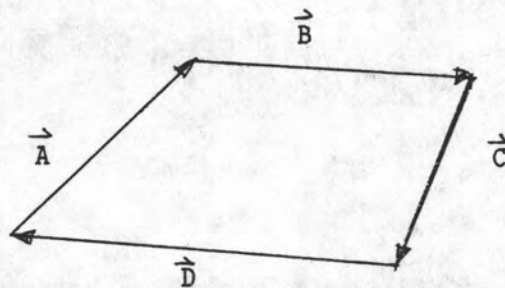
#### 3.2 ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียน ดังนี้

- ก. ปริมาณเวกเตอร์กับปริมาณสเกลาร์แตกต่างกันอย่างไร  
(ปริมาณเวกเตอร์จำเป็นต้องบอกทิศ แต่ปริมาณสเกลาร์ไม่จำเป็นต้องบอกทิศ)
- ข. เวกเตอร์ B มีขนาดเท่ากับ 4 เซนติเมตร มีทิศทางขวามือ  
เมื่อเขียนรูปแทนเวกเตอร์ B นี้ จะได้เป็นอย่างไร (  $\vec{B}$  )
- ค. จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ของ  $\vec{A}$  และ  $\vec{B}$  ต่อไปนี้



- ง. การกระทำคืออะไร (คือการย้ายตำแหน่งโดยอ้างอิงกับ  
ตำแหน่งที่อยู่เดิม)

จ. จากการกระทำดังต่อไปนี้ การกระทำลัพธ์จะมีค่าเป็นอย่างไร



(การกระทำลัพธ์ = 0)

ฉ. การกระทำ หรือระยะทาง ที่ขึ้นอยู่กับแนวการเคลื่อนที่  
(ระยะทาง)

3.3 ครูกล่าวย้ำในเรื่องของความร่วมมือภายในกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียน เป็นไปด้วยดี

4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้พร้อมทั้งจดบันทึก

- ก. ความหมายของปริมาตร เวกเตอร์และปริมาตรสเกลาร์
- ข. การเขียนสัญลักษณ์ และรูปแทนปริมาตร เวกเตอร์
- ค. ความแตกต่างระหว่างปริมาตร เวกเตอร์กับปริมาตรสเกลาร์
- ง. การบวกเวกเตอร์โดยการเขียนรูป
- จ. ความหมายของการกระทำ การกระทำลัพธ์ และระยะทาง
- ฉ. การหาการกระทำลัพธ์โดยการเขียนรูป

4.2 ครูกล่าวว่า "การทำงานภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่มได้พัฒนาดีขึ้น"

5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูสุ่มนักเรียน เพื่อตอบคำถาม ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. การเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B มีแนวทางการเคลื่อนที่ได้กี่แนวทาง และขนาดของการกระจัดในแต่ละแนวทางนั้นจะแตกต่างกันหรือไม่ (ได้หลายแนวทาง และขนาดของการกระจัดในแต่ละแนวทางไม่แตกต่างกัน)

ข. ถ้ามีการกระจัดย่อยสามปริมาณ เมื่อนำมาเขียนรูปต่อกันได้ครบเป็นรูปสามเหลี่ยม การกระจัดลัพธ์จะเป็นเท่าไร (เท่ากับศูนย์)

แผนการสอนที่ 3  
เรื่อง  
อัตราเร็ว และ ความเร็ว

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราเร็ว ความเร็ว และรู้วิธี  
คำนวณหาอัตราเร็ว และความเร็วของวัตถุ

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะใดขณะหนึ่งได้ถูกต้อง
2. บอกความแตกต่างของอัตราเร็วกับความเร็ว เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และเส้นโค้งได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ย และความเร็วเฉลี่ยได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. อัตราเร็วเฉลี่ยของวัตถุ คือ อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้กับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณสเกลาร์
2. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุคืออัตราเร็วเฉลี่ยของวัตถุในขณะที่พิจารณาในช่วงเวลาของการเคลื่อนที่ที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือ เข้าใกล้ศูนย์แต่ไม่เท่ากับศูนย์
3. ความเร็วเฉลี่ยของวัตถุคือการกระจัดของวัตถุต่อหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของการกระจัดนั้น

4. ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุคือ ความเร็วเฉลี่ยของวัตถุในขณะที่พิจารณาในช่วงเวลาของการเคลื่อนที่ที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือ เข้าใกล้ศูนย์แต่ไม่เท่ากับศูนย์

5. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง อัตราเร็วกับความเร็วจะมีขนาดเท่ากันจึงสามารถใช้อัตราเร็วแทนขนาดของความเร็วยังได้

6. สูตร คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยเป็นดังนี้

$$v_{av} = \frac{s}{\Delta t}$$

เมื่อ	$v_{av}$	คือ	อัตราเร็วเฉลี่ย	ในหน่วย	เมตร/วินาที
	$s$	คือ	ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้	ในหน่วย	เมตร
	$\Delta t$	คือ	ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่	ในหน่วย	วินาที

7. สูตรคำนวณหาความเร็วเฉลี่ย เป็นดังนี้

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

เมื่อ	$\vec{v}_{av}$	คือ	ความเร็วเฉลี่ย	ในหน่วย	เมตร/วินาที
	$\vec{d}$	คือ	การกระจัด	ในหน่วย	เมตร
	$\Delta t$	คือ	ช่วงเวลาที่เกิดการกระจัด	ในหน่วย	วินาที

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

### อุปกรณ์ที่ใช้

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก/กลุ่ม  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น/กลุ่ม |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น/กลุ่ม |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่นเกม                  | 1 เล่ม/กลุ่ม |
| 5. รถทดลอง                                     | 2 คัน        |

### การเตรียมตัวของครู

ครูให้นักเรียนไปทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง "อัตราเร็วและความเร็ว" ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจ ให้ตั้งคำถามเตรียมไว้ เพื่อนำมาถามเมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียน การสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และ ต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. ขนาดของความเร็วจะเท่ากับอัตราเร็วได้หรือไม่ ในกรณีใด (ได้ใน กรณีที่วัตถุ เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง)

ข. ในการดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ระยะห่างระหว่าง จุดจะเป็นอย่างไร เมื่อดึงแถบกระดาษช้าและเมื่อดึงเร็วขึ้นจะเป็นอย่างไร (เมื่อดึงอย่าง ช้า ระยะระหว่างจุดจะน้อย แต่เมื่อดึงเร็วขึ้นระยะระหว่างจุดจะมากขึ้น)

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียน 2 คน ออกมาทำการผลักรถทดลองแข่งขันความเร็วบนโต๊ะ ครู ให้เพื่อนนักเรียน เป็นผู้ตัดสินว่าใครเป็นผู้ชนะ โดยครูจะตั้งคำถามตามเพื่อนนักเรียนว่า

"ใครคือผู้ชนะ" (คนที่หนึ่ง หรือ คนที่สอง)

"รถของผู้ชนะมีปริมาณอะไรที่มากกว่ารถของผู้แพ้" (ความเร็ว)

ครูกล่าวกับนักเรียนว่า "นอกจากมีคำว่า ความเร็วแล้ว ยังมีคำว่าอัตราเร็ว อีกคำหนึ่ง คำทั้งสองนี้จะมีความหมายเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป

## 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้ครูจะให้ให้นักเรียนทบทวน เรื่องของอัตราเร็วและความเร็ว ด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม เช่น เดิม และนักเรียนทุกคนยังคงเป็นผู้เล่นเกมของกลุ่มเดิมจากการเรียนในครั้งที่ผ่านมา"

2.2 ครูกล่าวว่า "ยังมีนักเรียนคนใดที่สงสัยในเรื่องของวิธีการบันทึกคะแนนในการเล่น เกม วิธีการบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม และวิธีการเล่นเกม ให้ถามได้ นักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที จากนั้นให้แต่ละกลุ่ม เสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ เหมือน เช่นที่ทำมาแล้ว

2.3 ครูแจกซองอุปกรณ์ จากนั้นครูให้สัมภาษณ์ เพื่อให้กลุ่ม เริ่มลงมือทำงาน

2.4 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่ม เสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้แล้วในบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถามให้ครูเขียนบนกระดานหน้าชั้น เพื่อให้นักเรียนทุกคนทราบ

## 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้เขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดตอบได้ภายในกลุ่ม ให้ให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาที่ละคำถาม ถ้านักเรียนคนใดตอบคำถามได้ ครูจะให้ให้นักเรียนผู้นั้นอธิบายแทนครู ส่วนคำถามใดที่ไม่มีผู้ใดตอบได้เลย ครูจึงจะอธิบายในประเด็นนั้น เพื่อ เป็นแนวทางไปสู่คำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

### 3.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนดังนี้

ก. อัตราเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง แตกต่างกันอย่างไร (แตกต่างกันที่ช่วงเวลาที่ใช้พิจารณาในการเคลื่อนที่ คือถ้าเป็นอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณาจะต่อน้อยมาก)



ข. อัตราเร็วและความเร็ว เหมือนกันในเรื่องใด และแตกต่างกันในเรื่องใด (มีหน่วยเหมือนกันคือ เมตร/วินาที และแตกต่างกันที่อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ แต่ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์)

ค. สมการที่ใช้คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ย และความเร็วเฉลี่ยของวัตถุคือสมการใด ( $v_{av} = \frac{S}{\Delta t}$  และ  $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$ )

3.3 ครูกล่าวว่า "ครูคิดว่าเมื่อเราได้เล่นเกมมาแล้วถึง 3 ครั้งคงจะมีความแม่นยำในกติกามากพอแล้ว ถ้ายังมีข้อข้องใจอย่างไร ก็ให้สอบถามได้เลยในตอนนี้"

#### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. ความหมายของอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง

ข. การเปรียบเทียบระหว่างอัตราเร็วกับความเร็ว

ค. การคำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ย และขนาดของความเร็วเฉลี่ย

4.2 ครูกล่าวว่า "การเรียนรู้ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมจะยังคงดำเนินต่อไปซึ่งถ้านักเรียนได้ย้คิดกติกาการเล่น เกมแล้วจะทำให้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการทำงานภายในกลุ่มแต่อย่างใด"

#### 5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนทุกคนทำโจทย์ต่อไปนี้ คือ

"นักเรียนคนหนึ่งวิ่งรอบสนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้าง 15 เมตร และยาว 20 เมตร ได้ครบ 1 รอบ โดยใช้เวลา 2 นาที การวิ่งของเขาจะมีอัตราเร็วเฉลี่ย และขนาดของความเร็วเฉลี่ยเป็นเท่าไร" (อัตราเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 เมตร/วินาที และ ขนาดของความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 0 เมตร/วินาที)

แผนการสอนที่ 4  
เรื่อง  
การลบเวกเตอร์ และ ความเร่ง

จุดมุ่งหมายทั่วไป

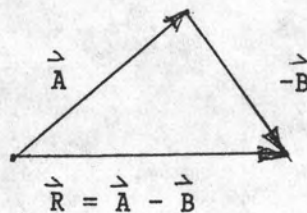
เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการลบเวกเตอร์ ความหมายของความเร่งของวัตถุ และการคำนวณหาขนาดของความเร่งและบอกทิศทางของความเร่งของวัตถุ

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการลบเวกเตอร์โดยการเขียนรูปได้ถูกต้อง
2. อธิบายความหมายของความเร่งเฉลี่ยและความเร่งขณะใดขณะหนึ่งได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาความเร่งเฉลี่ยของวัตถุได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. การหาผลลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ ทำให้เช่นเดียวกับการหาผลลัพธ์ของการบวกเวกเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจาก  $-\vec{A} = +(-\vec{A})$  และ  $\vec{A}$  กับ  $-\vec{A}$  นั้นเป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงข้าม เช่น



เมื่อ  $\vec{R}$  เป็นเวกเตอร์ลัพธ์

2. ความเร่งเฉลี่ยของวัตถุ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุต่อหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์

3. ความเร่งขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุ คือ ความเร่งเฉลี่ยของวัตถุโดยที่พิจารณาในช่วงเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือ เข้าใกล้ศูนย์ แต่ไม่เท่ากับศูนย์

4. สูตรคำนวณหาความเร่งเฉลี่ย เป็นดังนี้

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

ทิศของ  $\vec{a}_{av}$  จะเป็นทิศเดียวกับ  $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$

เมื่อ $\vec{a}_{av}$ คือ ความเร่งเฉลี่ย	ในหน่วย เมตร/วินาที <sup>2</sup>
$\vec{v}_1$ คือ ความเร็วเมื่อเริ่มพิจารณา	ในหน่วย เมตร/วินาที
$\vec{v}_2$ คือ ความเร็วเมื่อสิ้นสุดการพิจารณา	ในหน่วย เมตร/วินาที
$\Delta t$ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา	ในหน่วย วินาที

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |  |        |
|--|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่นเกม                  | 1 เล่ม |

### การเตรียมตัวของครู

1. ครูให้นักเรียนไปทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง "การลบเวกเตอร์และความเร่ง" ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถาม และส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจ ให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถามเมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยที่นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. ขณะที่รถกำลังจะหยุด ทิศทางของความเร่งจะมีทิศเป็นอย่างไร (มีทิศสวนทางกับทิศของการเคลื่อนที่ของรถ)

ข. ผลมะม่วง และ ผลมะพร้าวที่หล่นลงมาจากต้น จะมีความเร่งเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

2. เตรียมแถบกระดาษที่มีรอยการบันทึกการเคลื่อนที่ของก้อนหินที่ตกอย่างอิสระโดยผ่านเครื่อง เคาะสัญญาณ เวลาให้มีจำนวน เท่ากับจำนวนนักเรียน

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูแจกแถบกระดาษที่มีรอยการบันทึกการเคลื่อนที่ของก้อนหินที่ตกอย่างอิสระโดยผ่านเครื่อง เคาะสัญญาณ เวลาให้กับนักเรียนทุกคนคนละ 1 แถบ แล้วออกกับนักเรียนว่า "นี่เป็นแถบกระดาษที่ได้จากการตกอย่างอิสระของก้อนหิน โดยผ่านเครื่อง เคาะสัญญาณเวลา" จากนั้นครูถามนักเรียน ดังนี้

"ระยะระหว่างช่วงจุดที่ติดกัน จะเท่ากันทุกช่วงหรือไม่" (ไม่เท่ากัน)

"ความเร็วในแต่ละช่วงดังกล่าวเท่ากันหรือไม่" (ไม่เท่ากัน)

"ก้อนหินนี้มีความเร่งหรือไม่" (มี)

จากนั้นครูกล่าวว่า "วันนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เรื่องความเร่งซึ่งจะเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา"



## 2. ขั้นกิจกรรม (25 นาที)

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้นักเรียนจะได้ทบทวนเรื่อง การลบเวกเตอร์ และความเร่ง ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมเหมือนเดิม และนักเรียนทุกคนยังคงเป็นผู้เล่นเกมของกลุ่มเดิมจากการเรียนในครั้งที่แล้ว"

2.2 ครูกล่าวว่า "นักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที เมื่อเสร็จแล้ว ถ้ากลุ่มใดมีคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ให้ผู้ควบคุมเกมเสนอคำถามนั้นต่อครูด้วย" จากนั้นครูจึงแจกของอุปกรณ์ แล้วจึงให้สัญญาให้กลุ่มเริ่มลงมือทำงาน

2.3 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว กลุ่มใดที่มีคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้จะต้องเสนอต่อครู ซึ่งครูจะบันทึกคำถามนั้นไว้ที่กระดานหน้าชั้นให้รับทราบกันทุกคน

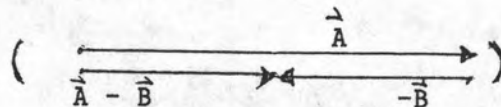
## 3. ขั้นอภิปราย (10 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาคำถามที่ครูได้บันทึกไว้บนกระดานหน้าชั้นทีละคำถาม ครูจะให้นักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้อธิบายแทนครู ถ้าไม่มีนักเรียนคนใดสามารถตอบได้ ครูจะช่วยหาแนวทางเพื่อการค้นพบคำตอบ โดยมีนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงข้อคิดเห็นต่าง ๆ

3.2 ครูตั้งคำถาม ตามนักเรียน ดังนี้

ก. กำหนดเวกเตอร์ให้ 2 เวกเตอร์ คือ  $\vec{A}$  และ  $\vec{B}$

ดังนี้   $\vec{A} - \vec{B}$  จะเป็นเท่าไร



ข. ช่วงเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วเป็น 30 วินาที ความเร่งในช่วงเวลานี้จะเป็นความเร่งเฉลี่ยหรือความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง (ความเร่งเฉลี่ย)

ค. สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความเร่งเฉลี่ยของวัตถุคือสมการใด

$$(\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t})$$

3.3 ครูวิจารณ์การทำงานภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่มว่าควรจะต้องปรับปรุงในส่วนใด

4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. การลบเวกเตอร์

ข. ความหมายของความเร่งเฉลี่ยและความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง

ค. การคำนวณหาความเร่งเฉลี่ยของวัตถุ

4.2 ครูชมเชยกลุ่มที่มีการทำงานภายในกลุ่มของผู้เล่นเกมถูกต้องตามหน้าที่

5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนทุกคนทำโจทย์ ต่อไปนี้ คือ

"วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เมื่อเริ่มพิจารณา วัตถุมีความเร็ว 30 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที วัตถุนี้จึงหยุดนิ่ง ความเร่งเฉลี่ยของวัตถุนี้มีขนาดเป็นเท่าไร และมีทิศอย่างไร" (ความเร่งมีขนาด 2 เมตร/วินาที<sup>2</sup> และมีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ)

แผนการสอนที่ 5  
เรื่อง  
การหาระยะทาง และความเร่งของวัตถุ  
เมื่อวัตถุ เคลื่อนที่ในแนว เส้นตรง

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความสัมพันธ์ของความเร็วและเวลากับระยะทางและความเร่ง สามารถคำนวณหาระยะทางและความเร่งจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

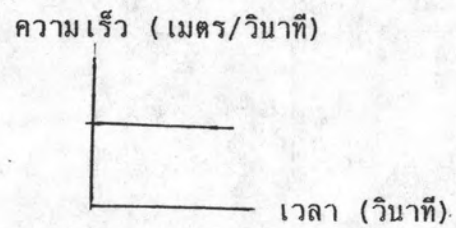
จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. เขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาในแต่ละสภาพของการเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ถูกต้อง
2. คำนวณหาระยะทางจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาความเร่งจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาได้ถูกต้อง

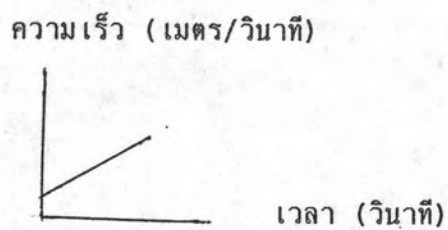
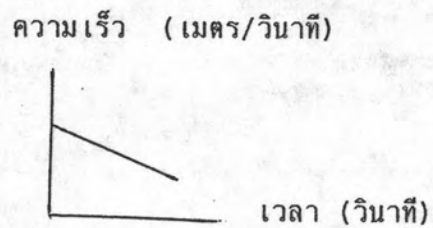
แนวคิด

1. ทุก ๆ ขณะของการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุจะมีความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง เมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาจะได้เส้นกราฟที่ต่อเนื่องกัน จึงสามารถพิจารณาได้ในกรณีต่อไปนี้

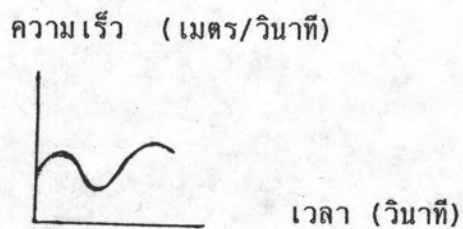
1.1 วัตถุเคลื่อนที่โดยมีความเร็วคงตัว



1.2 วัตถุเคลื่อนที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างสม่ำเสมอ

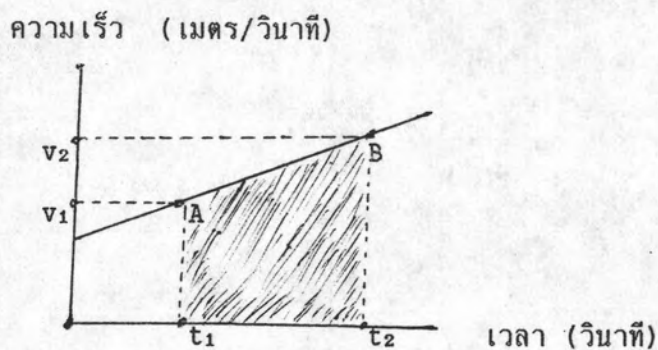


1.3 วัตถุเคลื่อนที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างไม่สม่ำเสมอ





2. พื้นที่ระหว่างเส้นกราฟกับแกนเวลาที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาในช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา คือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลานั้น ดังนี้



ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามกราฟนี้ ตั้งแต่เวลา  $t_1$  ถึง  $t_2$  จะมีค่าเท่ากับพื้นที่ของสามเหลี่ยม  $t_1ABt_2$

3. ความชันของเส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา คือ ความเร่งของวัตถุ

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |   |        |
|---|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                  | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม            | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและคำตอบ | 1 แผ่น |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่นเกม               | 1 เล่ม |

### การเตรียมตัวของครู

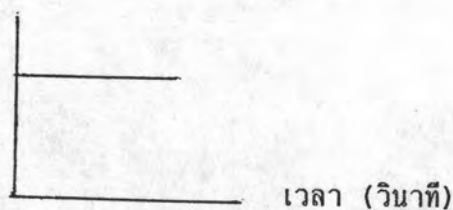
1. ครูให้นักเรียนทำการศึกษาทบทวนเรื่อง "การหาระยะทางและความเร่งของวัตถุจากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา" ให้เข้าใจเพื่อนำมาใช้ตอบคำถาม และส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจ ให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถามเมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยที่นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำตอบนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. เมื่อคนขับรถเหยียบเบรค เส้นกราฟของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถยนต์จะเป็นอย่างไร (ความชันของเส้นกราฟมีค่าเป็นลบ)

ข. กรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ การหาพื้นที่ระหว่างเส้นกราฟกับแกนเวลาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาจะทำได้อย่างไร (แบ่งเป็นพื้นที่เล็ก ๆ ให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วจึงหาพื้นที่ส่วนเล็ก ๆ นี้ทั้งหมด แล้วนำมารวมกันทีหลัง)

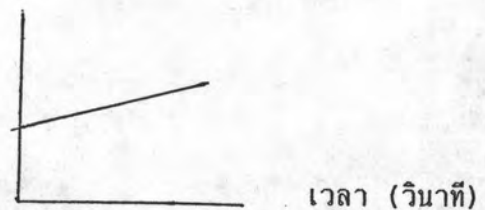
2. ครูเตรียมกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาใน 4 ลักษณะไว้ให้มีจำนวนชุดเท่ากับจำนวนกลุ่มของนักเรียน ใน 1 ชุดมีลักษณะกราฟดังนี้

ความเร็ว (เมตร/วินาที)



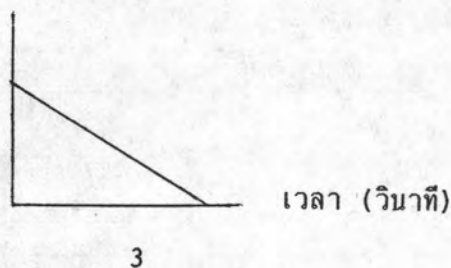
1

ความเร็ว (เมตร/วินาที)

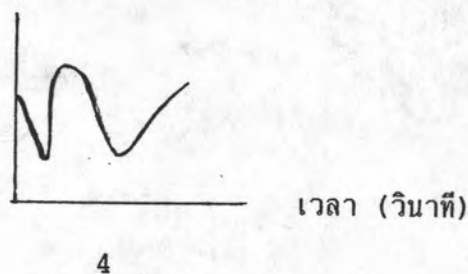


2

ความเร็ว (เมตร/วินาที)



ความเร็ว (เมตร/วินาที)

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูแจกกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาทั้ง 4 ลักษณะให้แต่ละกลุ่ม แล้วถามนักเรียนว่า

"กราฟใดที่แสดงถึงวัตถุที่ความเร็วคงตัว" (กราฟ 1)

"กราฟใดที่แสดงถึงวัตถุมีความเร็วเปลี่ยนแปลงสม่ำเสมอ" (กราฟ 2 และ 3)

"กราฟใดที่แสดงถึงวัตถุมีความเร็วเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ" (กราฟ 4)

"วัตถุ 2 อัน มีความเร็วแตกต่างกันในช่วงเวลาที่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วมากกว่า หรือน้อยกว่า ที่จะได้ระยะทางมากกว่า" (วัตถุอันที่มีความเร็วมากกว่า)

จากนั้นครูกล่าวว่า "ระยะทาง และความเร่งของวัตถุสามารถหาได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนในวันนี้"

2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้จะทำการทบทวนเรื่อง การหาระยะทางและความเร่งของวัตถุ โดยจะพิจารณาวัตถุที่มีแนวเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และจะใช้วิธีสอนที่ใช้เกมเช่นเดิม ยังไม่เปลี่ยนผู้เล่นเกมภายในกลุ่ม ดังนั้นการปฏิบัติจึงเป็นไปตามที่เคยปฏิบัติมา ซึ่งนักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที"

2.2 ครูกล่าวว่า "เมื่อเล่นเกมเสร็จสิ้นแล้ว ถ้ากลุ่มใดมีคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ให้ผู้ควบคุม เกม เสนอคำถามนั้นต่อครู" จากนั้นครูจึงแจกซองอุปกรณ์ แล้วจึงให้สัญญาณให้กลุ่ม เริ่มลงมือทำงาน

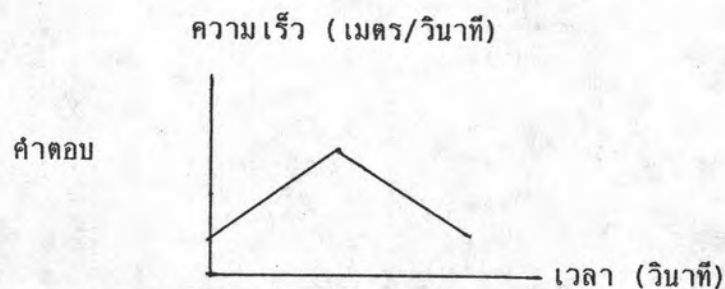
2.3 เมื่อครบกำหนดเวลา คำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้จะถูกบันทึกบนกระดานหน้าชั้นโดยครู

### 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้บันทึกไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ มาเป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อเป็นแนวทางที่ตอบคำถาม โดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการอภิปราย ถ้ามีนักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถตอบคำถามได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้น เป็นผู้อธิบายแทนครู

#### 3.2 ครูตั้งคำถาม ตามนักเรียน ดังนี้

ก. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่โดยมีความเร็ว เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาแรกจากนั้นวัตถุจึงเคลื่อนที่โดยมีความเร็วลดลงอย่างสม่ำเสมอ เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ เวลาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุนี้จะเป็นอย่างไร



ข. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว พื้นที่ระหว่างเส้นกราฟกับแกนเวลาของกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ เวลาในช่วงเวลาที่กำหนด จะเป็นรูปอะไร และค่าของพื้นที่นี้จะเป็นปริมาณของสิ่งใด ( เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และเป็นค่าของระยะทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น )

ค. จากการพิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ

เวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุหนึ่ง พบว่าความชันของเส้นกราฟมีค่าติดลบ แสดงว่าวัตถุนี้มีสภาพการเคลื่อนที่อย่างไร (วัตถุเคลื่อนที่โดยมีความเร็วลดลง)

3.3 ครูกล่าวว่า "กลุ่มใดที่มีปัญหาในเรื่องเกี่ยวกับการทำงานภายในกลุ่มก็ให้บอกปัญหานั้น ซึ่งเราจะได้ช่วยกันแก้ปัญหานั้นลุล่วงไปด้วยดี"

#### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้ พร้อมทั้งจัดบันทึก

ก. ลักษณะของเส้นกราฟจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

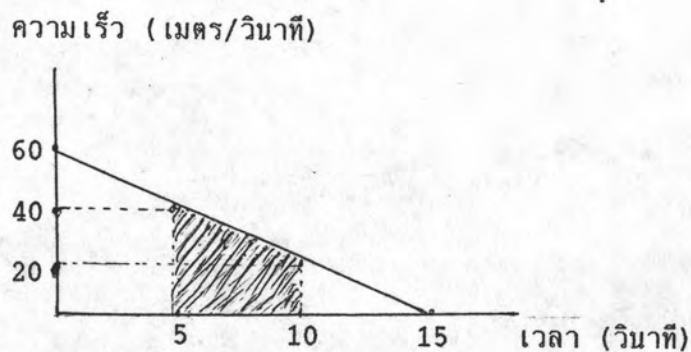
ข. การคำนวณหาระยะทางและความเร่งจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

4.2 ครูกล่าวว่า "การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นคณะนั้น ถ้าทุกคนปฏิบัติตามหน้าที่ของตน ก็จะไม่เกิดปัญหาอย่างแน่นอน"

#### 5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนทุกคนทำโจทย์ต่อไปนี้ คือ

ให้หาระยะทางการเคลื่อนที่ และความเร่งในช่วงเวลาดังต่อไปนี้ตั้งแต่วินาทีที่ 5 ถึงวินาทีที่ 10 จากกราฟต่อไปนี้



( ระยะทางการเคลื่อนที่เท่ากับ 150 เมตร และความเร่งมีขนาด  $-4$  เมตร/วินาที<sup>2</sup> )

## แผนการสอนที่ 6

## เรื่อง

สมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. เขียนสมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัวได้ถูกต้อง
2. คำนวณหา ความเร็ว เริ่มต้น ความเร็วสุดท้าย ความเร่ง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ (ขนาดของการกระจัด) และช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด จากสมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัวได้ถูกต้อง

แนวคิด

สมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัวมีใช้อยู่ด้วยกัน 3 สมการคือ

$$v = u + at$$

$$S = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2aS$$

เมื่อ  $u$  คือ ความเร็วเริ่มต้น มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

$v$  คือ ความเร็วสุดท้าย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

- a คือ ความเร่ง มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที<sup>2</sup>  
 S คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ มีหน่วยเป็น เมตร  
 t คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที

เวลาที่ใช้

50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม

6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |  |        |
|--|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่น เกม                 | 1 เล่ม |

การเตรียมตัวของครู

ครูสั่งให้นักเรียนไปทำการทบทวน เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่ง คงตัวโดยเน้นในเรื่องของการคำนวณให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและในส่วนตัวที่มีปัญหายังไม่เข้าใจ ให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้ถาม เมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งนักเรียนจะต้องเตรียมตัวให้พร้อมก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยที่นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครู ก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. ถ้าเรารู้ค่าความเร็วต้น เวลาที่ใช้และระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ จะหาความเร็วสุดท้ายและความเร่งของวัตถุนี้ จะต้องใช้สมการใดบ้าง  
 (ให้สมการ  $S = ut + \frac{1}{2} at^2$  กับ  $v = u + at$  หรือ  $v^2 = u^2 + 2aS$ )

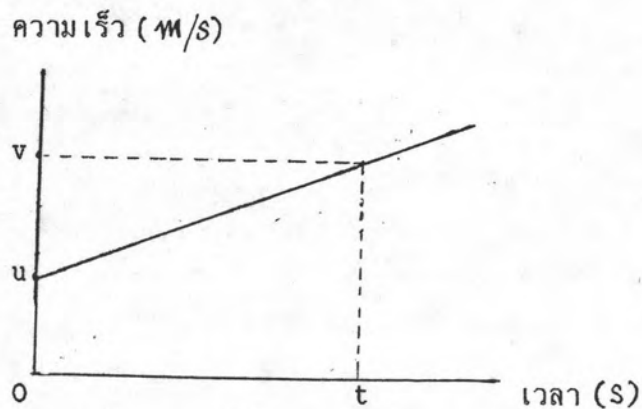


ข. การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรงนั้น ถ้าความเร่งไม่คงตัว กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาจะเป็นเส้นตรงหรือไม่เพราะอะไร (ไม่เป็นเส้นตรง เพราะความชันของเส้นกราฟมีได้หลายค่า)

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูเขียนกราฟต่อไปนี้บนกระดานหน้าชั้น



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา เมื่อวัตถุเคลื่อนที่โดยมีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

ครูถามนักเรียนว่า

"จากกราฟ วัตถุนี้มีความเร่งหรือไม่" (มี)

"จากกราฟจะหาระยะทางการเคลื่อนที่ได้อย่างไร" (ได้จากพื้นที่ระหว่างเส้นกราฟกับแกนเวลา)

ครูกล่าวกับนักเรียนว่า "จากกราฟนี้เราสามารถที่จะหาสมการของการเคลื่อนที่ได้ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนกันในวันนี้"



## 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้จะทบทวนเรื่องสมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว ซึ่งใช้วิธีสอนที่ใช้เกม เกมนี้เป็นเกมสุดท้ายที่จะได้รู้ผลการแพ้ชนะและใช้เวลาสำหรับเล่นเกมเพียง 20 นาที เมื่อเล่นเกมเสร็จแล้ว ผู้ควบคุมเกมจะต้องเสนอคำตอบที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มสามารถตอบได้ต่อครูเหมือน เช่น เคย" จากนั้นครูจึงแจกอุปกรณ์แล้วจึงให้สัญญาณให้กลุ่ม เริ่มลงมือทำงาน

2.2 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว คำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มสามารถตอบได้จะถูกบันทึกบนกระดานหน้าชั้นโดยครู

## 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูดำเนินการอภิปรายในประเด็นที่เป็นปัญหาของแต่ละกลุ่มที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มสามารถตอบได้ ซึ่งได้บันทึกไว้ที่กระดานหน้าชั้น ถ้าคำถามนั้นนั้นมีนักเรียนจากกลุ่มอื่นตอบได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้น เป็นผู้ให้คำอธิบายแทนครู

### 3.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนดังนี้

ก. รถยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ความเร่งของรถยนต์จะคงตัวด้วยหรือไม่ และเท่ากับเท่าไร (คงตัวคือเท่ากับศูนย์)

ข. สมการของการเคลื่อนที่ของวัตถุสมการใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่เลย (  $v^2 = u^2 + 2as$  )

ค. คนขับรถยนต์เริ่มเหยียบ เบรคขณะที่รถยนต์มีความเร็ว 40 เมตร/วินาที จนกระทั่งหยุดนิ่งใช้เวลา 10 วินาที ระยะทางที่รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ไปได้หลังจากที่คนขับเหยียบเบรค (200 เมตร)

3.3 ครูกล่าวว่า "การเรียนรู้วิธีใช้เกมในครั้งต่อไปจะทำการแบ่งกลุ่มกันใหม่ แต่วิธีการดำเนินการเล่นยังคงเป็นเช่นเดิม ดังนั้นถ้านักเรียนคนใดจะเสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการเล่นเกมว่าสมควรจะปรับปรุงอย่างไร เพื่อจะทำให้วิธีการเรียนแบบนี้พัฒนาให้ เป็นไปตามความประสงค์ของนักเรียน ให้เสนอมาได้ทันตอนนี้เลย ซึ่งเราจะได้อภิปรายร่วมกันให้ได้อย่างยุติ"

#### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. สมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว

ข. การคำนวณโดยใช้สมการของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วย

ความเร่งคงตัว

4.2 ครูกล่าวเน้นถึงการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมในเรื่องของรูปแบบและวิธีการของการดำเนินการเรียนการสอน

#### 5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

5.1 ครูให้นักเรียนทุกคนทำโจทย์ต่อไปนี้

"รถยนต์คันหนึ่ง ก่อนที่คนขับจะเหยียบ เบรคมีความเร็วขนาด 20 เมตร/วินาที หลังจากเหยียบ เบรคแล้วรถยนต์คันนี้มีความเร็วลดลง 2 เมตร/วินาที ทุก ๆ 1 วินาที จนกระทั่งรถยนต์หยุดเคลื่อนที่ เวลาที่ใช้นับจากเริ่มเหยียบ เบรคจนกระทั่งรถยนต์หยุดเคลื่อนที่จะเป็นเท่าไร (10 เมตร)

5.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรวมคะแนนจากการแข่งขันทั้งหมด 6 ครั้ง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มประกาศชื่อผู้ชนะ เลิศานกลุ่มของตน นักเรียนทุกคนปรบมือแสดงความยินดีและครูกล่าวชมเชย

## แผนการสอนที่ 7

## เรื่อง

## มวล และ แรง

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของมวลและแรง ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของวัตถุ และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนแรง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของแรงและมวลได้ถูกต้อง
2. เขียนรูปแทนแรงทั้งขนาดและทิศทางได้ถูกต้อง
3. ยกตัวอย่างแรงพื้นฐานได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. มวลคือคุณสมบัติของวัตถุในการที่จะต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ มวล เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม
2. แรงคือปริมาณที่สามารถทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ แรง เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตัน
3. การเขียนรูปแทนแรงนั้น กระทำได้ เช่นเดียวกับการเขียนรูปใน เรื่องของเวกเตอร์ ทั้งนี้เพราะแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์
4. แรงพื้นฐานที่นักเรียนควรรู้จักมีดังนี้
  - 4.1 น้ำหนัก คือ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ

- 4.2 แรงดึงในเส้นเชือก คือแรงที่เส้นเชือกกระทำกับวัตถุ (วัตถุผูกติดกับเชือก)
- 4.3 แรงปฏิกิริยาของพื้น คือ แรงที่พื้นออกแรงกระทำกับวัตถุ (วัตถุวางอยู่บนพื้น)
- 4.4 แรงเสียดทาน คือ แรงที่ผิวของพื้นที่วางวัตถุออกแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ลูกเต๋า	1 ลูก/กลุ่ม
2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม	1 แผ่น/กลุ่ม
3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม	1 แผ่น/กลุ่ม
4. เอกสารชี้แจงวิธีการ เล่น เกม	1 เล่ม/กลุ่ม
5. รถทดลอง	2 คัน
6. เหล็กด่างรถทดลอง	2 แท่ง

การเตรียมตัวของครู

ครูบอกให้นักเรียนไปทำการศึกษาบททวนเรื่อง มวล และแรง เพื่อจะได้เตรียมตัวตอบคำถามจากเพื่อนในส่วนที่เข้าใจ และส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจก็ให้ตั้งคำถามเพื่อเตรียมไว้ถาม เมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. วัตถุจำเป็นต้องมีมวลหรือไม่ เพราะอะไร (จำเป็นเพราะเป็นไปตามคุณสมบัติของสสาร)

ข. เราจะสามารถเขียนเส้นโค้งแทนขนาดของแรงได้หรือไม่ เพราะอะไร (ไม่ได้ เพราะแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งขนาดของปริมาณเวกเตอร์นั้นจะต้องเขียนแทนด้วยเส้นตรง)

### ขั้นตอนดำเนินการ

#### 1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนเป่าสิ่งของที่อยู่กับตัว เช่น เศษกระดาษ ปากกา ยางลบ กระเป่า โตะนักเรียน เป็นต้น จากนั้นครูถามนักเรียนว่า

"สิ่งของใดที่เคลื่อนที่ง่ายที่สุด (หรือยากที่สุด) จากการเป่า" (เศษกระดาษ)

ครูนำรถทดลองคันหนึ่งวางไว้บนโต๊ะครู แล้วผลักรถทดลองอีกคันหนึ่งเข้าชน จากนั้นครูบอกกับนักเรียนว่า "ให้นักเรียนสังเกตรถคันที่ถูกชนจะกระเด็นไปไกลเพียงใด แล้วให้นำไปเปรียบเทียบกับที่ครูจะได้ทำต่อไป"

ครูถ่วงรถคันที่วิ่งเข้าชนด้วยเหล็ก 1 แท่ง แล้วจึงผลักให้ชนรถคันเดิม

ครูถ่วงรถคันที่วิ่งเข้าชนด้วยเหล็ก 2 แท่ง แล้วจึงผลักให้ชนรถคันเดิม

จากนั้นครูถามนักเรียนว่า

"จากการที่ครูผลักรถทดลอง เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่ง ทั้ง 3 กรณีนั้น ผลที่ได้จากการสังเกตมีความแตกต่างกันอย่างไร" (ความเร็วของรถทดลองคันที่วิ่งเข้าชน และรถทดลองคันที่ถูกชน หลังจากมีการชนกันแล้วแตกต่างกัน)

ครูกล่าวกับนักเรียนว่า

"วันนี้จะได้ศึกษาถึงสาเหตุของการเคลื่อนที่ของวัตถุว่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง"

#### 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้ครูจะให้ให้นักเรียนเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม

เหมือนอย่างเคย เพื่อจะได้ทบทวนเรื่องราวของมวลและแรง แต่ผู้เล่นเกมภายในกลุ่มจะเปลี่ยนไป โดยให้นักเรียนนับ 1, 2, 3 และ 4 (กรณีที่มีนักเรียนตั้งแต่ 24 คนขึ้นไป แต่ไม่เกิน 28 คน) เรียงตามลำดับนักเรียนคนใดนับหมายเลขเดียวกันให้มานั่งรวมกลุ่มตามที่ครูกำหนด ซึ่งจะเป็นผู้เล่นเกมภายในกลุ่มนั้น ๆ"

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มตามวิธีที่ครูกำหนด แล้วนั่งเป็นกลุ่ม ๆ

2.3 ครูทบทวนวิธีบันทึกคะแนนในการเล่นเกมและวิธีบันทึกรายละเอียดคำถามและตอบคำถาม แล้วออกกับนักเรียนว่า "ในการเรียนครั้งนี้จะแจกของอุปกรณ์ให้กลุ่มละ 1 ซอง ซึ่งภายในซองก็จะมีอุปกรณ์เหมือนเดิม ให้ดำเนินการตามวิธีการเล่นเกมให้แล้วเสร็จ ภายในเวลา 20 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้"

2.4 ครูแจกของอุปกรณ์ จากนั้นครูให้สัมภาษณ์ เพื่อให้กลุ่มเริ่มลงมือทำงาน

2.5 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้แล้วในบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถามโดยครูจะเขียนคำถามนั้นบนกระดานหน้าชั้น เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนได้รับทราบ

### 3. ชั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้เขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดตอบได้ภายในกลุ่ม ให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาทีละคำถาม ถ้ามีนักเรียนคนใดตอบคำถามได้ ครูจึงจะให้นักเรียนผู้นั้นอธิบายแทนครู ส่วนคำถามใดที่ไม่มีนักเรียนคนใดตอบได้เลย ครูจึงจะอธิบายในประเด็นนั้น เพื่อเป็นแนวทางไม่สู่คำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

3.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียน ดังนี้

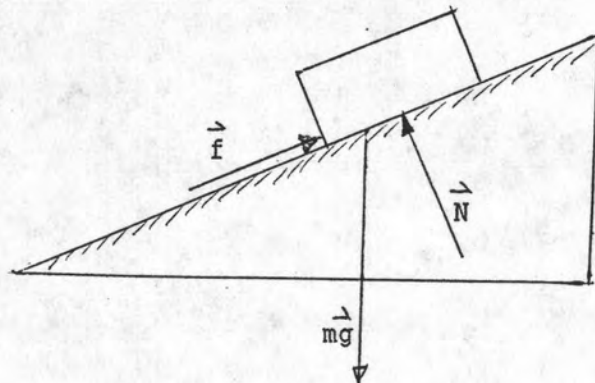
ก. มวล กับ แรง มีความแตกต่างกันในเรื่องใดบ้าง (แตกต่างกันในเรื่องของความหมาย ปริมาณ และหน่วย)

ข. กรรมกรแบกแข็งผักที่หนัก 100 นิวตัน ทิศของแรงที่กรรมกรใช้แบกจะเป็นทิศใด (ทิศขึ้น)

ค. วัตถุมวล  $m$  อันหนึ่งวางอยู่บนพื้นเอียงเรียบและฝืด ซึ่งกำลังไหลลงมา จงเขียนแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุนี้



คำตอบ



- เมื่อ  $\vec{mg}$  คือ น้ำหนักของวัตถุ  
 $\vec{N}$  คือ แรงปฏิกิริยาของพื้นที่กระทำกับวัตถุ  
 $\vec{f}$  คือ แรงเสียดทานของพื้นที่กระทำกับวัตถุ

3.3 ครูให้ข้อสังเกตในเรื่องของความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มว่า กลุ่มใดที่มีความร่วมมือกันดี และกลุ่มใดที่สมควรปรับปรุงในเรื่องการทำงานหรือการทากิจกรรมร่วมกัน

#### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียน ช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้ พร้อมทั้งจดบันทึก

- ความหมายของแรงและมวล
- การเขียนรูปแทนแรง
- แรงพื้นฐานที่นักเรียนควรรู้จัก

4.2 ครูกำชับเรื่องการทำงานภายในกลุ่มขณะที่เรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม และการปฏิบัติตามกติกา ทั้งนี้ เพื่อให้การเรียนมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

#### 5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถาม ตัวอย่างของคำถาม เช่น

- จงบอกเหตุผลว่าทำไม แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ( เพราะการบอกแรงนั้นจำเป็นต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะสมบูรณ์ )

ข. วัตถุอย่างหนึ่งทำให้เคลื่อนที่ได้ยาก แต่เมื่อเคลื่อนที่แล้วจะทำให้หยุด  
ได้นั้นจะยากหรือง่าย และจงบอกเหตุผล (ยาก เพราะเป็นคุณสมบัติของวัตถุที่จะต้านการ  
เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่)



แผนการสอนที่ 8  
เรื่อง  
การหาแรงลัพธ์

จุดมุ่งหมายทั่วไป

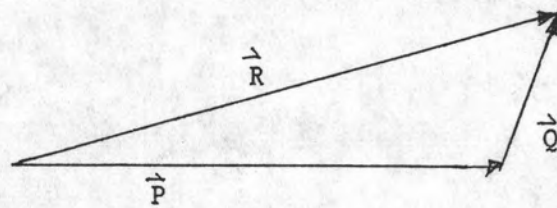
เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการหาแรงลัพธ์จากแรงย่อย ๆ ทั้งโดยการเขียนรูปและคำนวณ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

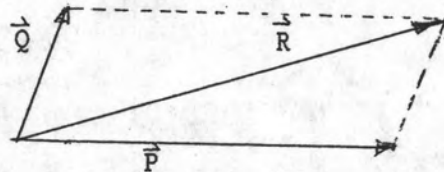
1. อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ถูกต้อง
2. เขียนรูปและคำนวณหาแรงลัพธ์จากแรงย่อยจำนวน 2 แรงได้ถูกต้อง
3. แยกแรง 1 แรง ออกเป็นแรงย่อย 2 แรงที่ตั้งฉากกันได้ถูกต้อง
4. แสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงหลาย ๆ แรง โดยวิธีการแยกแรงของแต่ละแรงให้ตั้งฉากกันทุก ๆ แรงได้ถูกต้อง

แนวคิด

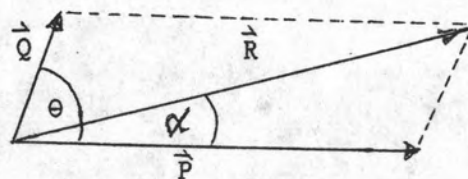
1. แรงลัพธ์ คือแรงเพียงแรงเดียวที่มีผลต่อวัตถุเสมือนแรงหลายแรง ดังนั้นแรงนี้จึงเป็นแรงลัพธ์ของแรงเหล่านั้น
2. การหาแรงลัพธ์จากแรงย่อยจำนวน 2 แรง มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ การหาคด้วยวิธีเขียนรูป และวิธีคำนวณ
  - 2.1 วิธีเขียนรูป ยังแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ
    - 2.1.1 โดยการนำแรงทั้งสองมาเขียนต่อกันแล้วลากด้านปิด เช่น  $\vec{P}$  และ  $\vec{Q}$  เป็นแรงย่อย มี  $\vec{R}$  เป็นแรงลัพธ์ จะเขียนได้ดังนี้



2.1.2 โดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง เช่น  $\vec{P}$  และ  $\vec{Q}$  เป็นแรงย่อย มี  $\vec{R}$  เป็นแรงลัพธ์ จะเขียนได้ดังนี้



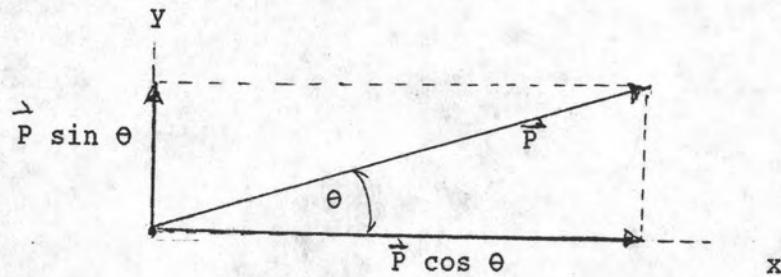
2.2 วิธีคำนวณ เป็นวิธีที่ได้มาจากการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง เพื่อหาแรงลัพธ์นั่นเอง แต่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สรุปเป็นสูตร เช่น  $P$  และ  $Q$  เป็นแรงย่อย มี  $R$  เป็นแรงลัพธ์  $\theta$  เป็นมุมระหว่าง  $P$  กับ  $Q$  และ  $\alpha$  เป็นมุมระหว่าง  $R$  กับ  $P$  ซึ่งแสดงได้ดังนี้



$$\text{ได้ } R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta}$$

$$\text{และ } \alpha = \tan^{-1} \frac{Q \sin \theta}{P + Q \cos \theta} \quad (\text{ใช้บอกทิศของ } \vec{R} \text{ เทียบกับ } \vec{P})$$

3. แรง 1 แรง เมื่อแยกออกเป็น 2 แรงย่อยที่ตั้งฉากกัน ซึ่งอาจจะกระทำโดยวิธีเขียนรูป หรือจะใช้วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทำการคำนวณก็ได้ เช่น  $\vec{P}$  เป็นแรง 1 แรง ทำมุม  $\theta$  กับแนวราบ ดังนี้



4. เมื่อมีแรงหลายแรงอยู่ในระนาบ  $xy$  และต้องการหาแรงลัพธ์ จะกระทำได้โดยแยกแรงของแต่ละแรงให้อยู่ในแนวแกน  $x$  และ แกน  $y$  จากนั้นจึงหาแรงลัพธ์ในแต่ละแกน สุดท้ายจะเหลือแรงเพียงสองแรงที่ตั้งฉากกัน จึงหาแรงลัพธ์ของแรงทั้งสองนี้ ผลลัพธ์จึงเป็นแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงเหล่านั้น ทั้งนี้อาจจะกระทำด้วยวิธีเขียนรูปโดยตลอด หรืออาจจะเขียนรูปเพื่อประกอบการคำนวณก็ได้เช่นกัน

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |  |        |
|--|--------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการ เล่น เกม                | 1 เล่ม |
| 5. เครื่องซึ่งสปริง                            | 2 อัน  |
| 6. ลูกทราย                                     | 1 ลูก  |

### การเตรียมตัวของครู

ครูให้นักเรียนไปทำการศึกษาทบทวนเรื่อง การหาแรงลัพธ์ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถาม เมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องที่คำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. แรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรงเท่ากับค่าหนึ่ง ถ้าจะให้ขนาดของแรงลัพธ์ของแรงคู่นี้มีค่ามากขึ้น มุมระหว่างแรงทั้งสองนี้จะต้องมากขึ้นหรือน้อยลงกว่าเดิม (น้อยลง)

ข. มีแรงสี่แรงกระทำกับวัตถุอันเดียวกัน แต่วัตถุไม่เคลื่อนที่ ถ้านำเอาแรงทั้งสี่มาเขียนต่อกัน จะได้เป็นรูปอะไร เพราะอะไร (รูปสี่เหลี่ยม เพราะแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์)

### ขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรม

#### 1. ชี้แนะ ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนใช้เครื่องซึ่งสปริง 2 อัน ดึงดูทราวยที่วางอยู่บนโต๊ะ แล้วตอบคำถาม

"ดูทราวยเคลื่อนที่หรือไม่ ถ้าเคลื่อนที่เคลื่อนที่ในแนวใด โดยมีเงื่อนไขดังนี้  
แรงสองแรงขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงกันข้าม (ไม่เคลื่อนที่)  
แรงสองแรงมีทิศเดียวกัน (เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงทั้งสอง)  
แรงสองแรงกระทำมุมต่อกันประมาณ 60 องศา (เคลื่อนที่ไปในทิศ

ระหว่างแนวแรงทั้งสอง)"

จากนั้นครูกล่าวกับนักเรียนว่า "เมื่อมีแรงมากกระทำกับวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่ ถ้าเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ไปในทิศใดนั้น มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาอย่างไร ซึ่งจะได้เรียนกันในวันนี้"

## 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้ครูจะให้ให้นักเรียนทบทวนเรื่องราวของการหาแรงลัพธ์ ด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม เช่น เดิม และนักเรียนทุกคนยังคงเป็นผู้เล่นเกมของกลุ่มเดิมจากการเรียนในครั้งที่แล้ว"

2.2 ครูกล่าวว่า "มีนักเรียนคนใดที่ยังสงสัยในเรื่องวิธีการบันทึกคะแนนในการเล่น เกม วิธีการบันทึกรายละเอียดการคำถามและตอบคำถาม และวิธีการเล่นเกมให้ถามได้ และนักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที หลังจากนั้นแล้วครูจะให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้"

2.3 ครูแจกซองอุปกรณ์ จากนั้นครูให้สัญญาเพื่อให้นักกลุ่มเริ่มลงมือทำงาน

2.4 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้แล้วในบันทึกรายละเอียดการคำถามคำถามและตอบคำถาม ให้ครูเขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับทราบ

## 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้เขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดตอบได้ภายในกลุ่ม ให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาที่ละคำถาม ถ้ามีนักเรียนคนใดตอบคำถามได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้นอธิบายแทนครู ส่วนคำถามใดที่ไม่มีนักเรียนคนใดตอบได้เลย ครูจึงจะอธิบายในประเด็นนั้น เพื่อเป็นแนวทางไปสู่คำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

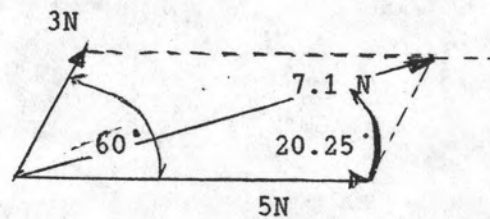
3.2 ครูตั้งคำถาม ตามนักเรียนดังนี้

ก. แรงลัพธ์นั้นหมายถึงแรงอย่างไร (หมายถึงแรงเพียงแรงเดียวที่มีผลต่อวัตถุเสมือนกับแรงหลายแรง)

ข. เมื่อมีแรงกระทำกับวัตถุมากกว่า 1 แรง ถ้าวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ วัตถุนี้จะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับทิศของแรงอะไร (แรงลัพธ์)

ค. แรงสองแรงจะต้องกระทำมุมกันเท่าไร จึงจะทำให้ขนาดของแรงลัพธ์มีขนาดสูงสุด ( 0 องศา)

ง. แรง 2 แรงมีขนาด 3 และ 5 นิวตัน มีมุมระหว่างแรงทั้งสองเท่ากับ 60 องศา จงเขียนรูปและคำนวณหาแรงลัพธ์

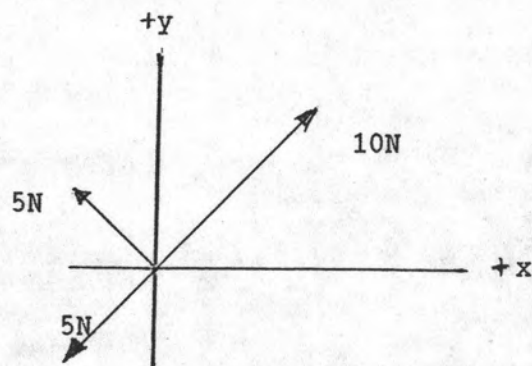


จากการเขียนรูป วัดได้ขนาดของแรงลัพธ์เท่ากับ 7.1 นิวตัน  
และมีทิศทำมุมกับแรง 5 นิวตันเท่ากับ 20.25 องศา

จากการคำนวณ ได้ขนาดของแรงลัพธ์เท่ากับ 7 นิวตัน  
และมีทิศทำมุมกับแรง 5 นิวตันเท่ากับ 21.76 องศา

จ. แรงขนาด 10 นิวตัน ทำมุม 45° กับแนวราบ แรงองค์ประกอบที่ตั้งฉากกัน 2 แรงจะมีขนาดแรงละเท่าไร (7.07 นิวตัน)

ฉ. จงหาแรงลัพธ์ของแรง 3 แรงที่อยู่ในระนาบ xy ดังต่อไปนี้



(ขนาด 7.07 นิวตัน ทิศ +y)

3.3 ครูกล่าวย้ำในเรื่องของความร่วมมือภายในกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนในครั้งต่อไป เป็นไปด้วยดี

4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้ พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. ความหมายของแรงลัพธ์

ข. การหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ด้วยการเขียนรูปและการคำนวณ

ค. การแยกแรง 1 แรง ออกเป็น 2 แรง ที่ตั้งฉากกัน

ง. การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบ

4.2 ครูกล่าวว่า "การทำงานภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่มได้พัฒนาดีขึ้น"

5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนทุกคนทำโจทย์ต่อไปนี้ คือ

"แรง 2 แรง ขนาด 30 และ 40 นิวตัน ทำมุมต่อกัน 60 องศา แรงลัพธ์จะมีขนาดเป็นเท่าไร และทำมุมเท่าไรกับแรงที่มีขนาด 40 นิวตัน (60.83 นิวตัน ทำมุม 25.28 องศากับแรงขนาด 40 นิวตัน)

แผนการสอนที่ 9  
เรื่อง  
กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกฎดังกล่าว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกใจความของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันได้ถูกต้อง
2. ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน กล่าวว่า "วัตถุจะคงสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ"
2. เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ จะทำให้วัตถุมีปรากฏการณ์ 2 ลักษณะคือ
  - 2.1 อยู่นิ่ง เช่น โต๊ะครูที่วางอยู่บนชั้นเรียน โคมไฟที่แขวนอยู่บนเพดาน เป็นต้น
  - 2.2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เช่น รถยนต์ที่แล่นไปบนถนนโดยที่เข็มวัดอัตราเร็วชี้อยู่ที่เลขใด เลขหนึ่งไม่เปลี่ยนแปลง



เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ลูกเต๋า	1 ลูก/กลุ่ม
2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม	1 แผ่น/กลุ่ม
3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม	1 แผ่น/กลุ่ม
4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่น เกม	1 เล่ม/กลุ่ม
5. รองเท้าสเก็ต	1 คู่

การเตรียมตัวของครู

ครูให้นักเรียนไปทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง "กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน" ให้เข้าใจเพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและเมื่อมีส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถามเมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามอย่างน้อย 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถามเช่น

ก. การเคลื่อนที่ของผลไม้ที่หล่นลงมาจากต้น จะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน หรือไม่ เพราะอะไร (ไม่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน เพราะแรงลัพธ์ที่กระทำกับผลไม้ประมาณเท่ากับน้ำหนักของผลไม้ ดังนั้นแรงลัพธ์จึงไม่เท่ากับศูนย์)

ข. โต้ะนักเรียนที่วางนิ่งอยู่ในห้อง มีแรงมากกระทำหรือไม่ ถ้ามีจะมีแรงใดบ้าง (มีแรงมากกระทำคือ แรงที่โลกดึงดูดโต้ะ และแรงที่พื้นห้องออกแรงดันโต้ะขึ้น)

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูชูธงเทาส์เกิดขึ้น แล้วกล่าวว่า "มีใครจะอาสาใส่ธงเทาส์เกิดขึ้นแล้ว แสดงฝีมือการสเก็ตให้เพื่อน ๆ ได้ดู"

จากนั้นผู้อาสาจึงแสดงการเล่นสเก็ตให้เพื่อนดู

ครูถามนักเรียนว่า "ทำไมการเดินของคนใส่สเก็ตจึงเคลื่อนที่ไปได้ไว" ( เพราะมีแรงต้านการเคลื่อนที่น้อย )

ครูให้นักเรียนสังเกตว่าตรงปลายพื้นด้านหน้าของรองเท้าสเก็ต จะมีปุ่มยางติดอยู่ แล้วถามนักเรียนว่า "ทำไมจึงต้องติดปุ่มยางนี้ด้วย" ( เพราะเอาไว้ลดความเร็วหรือหยุดการเคลื่อนที่ )

จากนั้นครูจึงกล่าวกับนักเรียนว่า "ในวันนี้จะทำการศึกษาในเรื่องที่จะเป็นคำตอบที่แท้จริงของปรากฏการณ์นี้"

#### 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้ครูจะให้นักเรียนทบทวนเรื่องราวของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม เช่น เต็ม และนักเรียนทุกคนยังคงเป็นผู้เล่นเกมของกลุ่มเดิมจากการเรียนในครั้งที่ผ่านมานา"

2.2 ครูกล่าวว่า "ยังมีนักเรียนคนใดที่สงสัยในเรื่องของวิธีการบันทึกคะแนนในการเล่น เกม วิธีการบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม และวิธีการเล่นเกม ให้ตามได้ นักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที จากนั้นให้แต่ละกลุ่มเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ เหมือนอย่างเช่นที่เคยทำมาแล้ว"

2.3 ครูแจกซองอุปกรณ์ จากนั้นครูให้สัมภาษณ์เพื่อให้นักกลุ่ม เริ่มลงมือทำงาน

2.4 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วครูให้แต่ละกลุ่ม เสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้แล้วในบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม โดยบอกให้ครูเขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มอื่นทราบด้วย

### 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้เขียนไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดตอบได้ภายในกลุ่ม ให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาทีละคำถาม ถ้านักเรียนคนใดตอบคำถามได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้นอธิบายแทนครู ส่วนคำถามใดที่ไม่มีผู้ใดตอบได้เลย ครูจึงจะอธิบายในประเด็นนั้น เพื่อเป็นแนวทางไปสู่คำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

#### 3.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนดังนี้

ก. วัตถุที่เคลื่อนที่โดยมีความเร่งเป็นศูนย์นั้น จะมีการเคลื่อนที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันหรือไม่ เพราะเหตุใด (เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน เพราะวัตถุมีความเร็วคงตัว)

ข. วัตถุที่เคลื่อนที่แบบเส้น จะใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันเพื่ออธิบายจะได้หรือไม่ เพราะอะไร (ไม่ได้เพราะความเร็วของวัตถุไม่คงตัว)

ค. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน มา 2 ปรากฏการณ์ (1. วัตถุที่อยู่นิ่ง ๆ ทั้งหลาย 2. นักกระโดดร่มขณะที่ขนาดแรงต้านของอากาศเท่ากับขนาดของน้ำหนักของนักโดดร่ม)

3.3 ครูกล่าวว่า "ครูคิดว่า นักเรียนทุกคนคงจะแม่นในกติกาของเกมนี้แล้ว แต่ถ้าคนใดยังมีข้อข้องใจอย่างไร ก็สามารถที่จะสอบถามได้"

### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้ พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน

ข. ตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน

4.2 ครูกล่าวว่า "การเรียนรู้ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม จะยังคงดำเนินต่อไป ซึ่งถ้านักเรียนได้ยึดกติกาการเล่นเกมแล้ว จะทำให้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการทำงานภายในกลุ่มแต่อย่างใด"

5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถาม ตัวอย่างของคำถาม เช่น

- ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน กล่าวถึงแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดเป็นเท่าไร (ขนาดของแรงลัพธ์เท่ากันศูนย์)
- ข. ใ้หยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน 2 ตัวอย่าง (1. ก้อนหินข้างถนน 2. การเคลื่อนตัวของขวดน้ำอัดลมไปตามรางในโรงงานอุตสาหกรรม)

แผนการสอนที่ 10  
เรื่อง  
กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน และน้ำหนัก

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับกฎดังกล่าว

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. บอกใจความของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันได้ถูกต้อง
2. เขียนสมการที่ได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน และนำไปใช้คำนวณได้ถูกต้อง
3. อธิบายความหมายของน้ำหนักได้ถูกต้อง
4. ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า "เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำและขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

2. จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน จะได้สมการดังนี้

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

เมื่อ  $\vec{F}$  คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ  
 $m$  คือ มวลของวัตถุ  
 $\vec{a}$  คือ ความเร่งของวัตถุ

3. น้ำหนักของวัตถุหมายถึง แรงที่โลกดึงดูดวัตถุเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก ดังนั้น น้ำหนักจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ และมีหน่วยเป็นนิวตัน เช่นเดียวกัน การคำนวณหาน้ำหนักของวัตถุนั้น จึงใช้สมการที่ได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน ดังนี้

$$\vec{W} = m\vec{g}$$

เมื่อ  $\vec{W}$  คือ น้ำหนักของวัตถุ  
 $m$  คือ มวลของวัตถุ  
 $\vec{g}$  คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก  
 ซึ่งมีค่าประมาณ 9.8 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

4. เมื่อวัตถุได้รับแรงกระทำจากภายนอก โดยที่แรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ วัตถุก็จะเคลื่อนที่โดยมีความเร่ง ซึ่งจะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน ดังเช่น ผลไม้หล่นจากต้น วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวโค้ง เป็นต้น

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้

- |                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| 1. ลูกเต๋า                       | 1 ลูก/กลุ่ม  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม | 1 แผ่น/กลุ่ม |



3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม 1 แผ่น/กลุ่ม
4. เอกสารชี้แจงวิธีการเล่นเกม 1 เล่ม/กลุ่ม
5. รถทดลอง 1 คัน

### การเตรียมตัวของครู

ครูให้นักเรียนทุกคนไปทำการศึกษาทบทวนเรื่อง "กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน และน้ำหนัก" ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถาม และส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถามเมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยที่นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันจะใช้กับการเคลื่อนที่แบบสั่นของวัตถุได้หรือไม่ เพราะอะไร (ได้ เพราะวัตถุมีความเร่ง)

ข. สมการ  $\vec{F} = m\vec{a}$  นั้น  $\vec{F}$  หมายถึงอะไร (แรงลัพธ์)

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ชี้แนะ ( 5 นาที )

ครูนำรถทดลองวางไว้บนโต๊ะครูแล้วผลักให้รถวิ่งไป เมื่อรถหยุดวิ่งแล้วครูจึงถามนักเรียนว่า

"การเคลื่อนที่ของรถทดลองนี้เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันหรือไม่ เพราะอะไร (ไม่เป็น เพราะรถทดลองมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว)

"สิ่งใดที่ทำให้รถทดลองวิ่งช้าลงแล้วในที่สุดก็หยุด" (แรงเสียดทานของพื้นและแรงต้านของอากาศ)

จากนั้นครูกล่าวว่า "ปรากฏการณ์นี้เราจะใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันมาอธิบาย ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนกันในวันนี้"

## 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้นักเรียนจะได้ทบทวนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันและน้ำหนัก ด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมเหมือนเดิม และนักเรียนทุกคนยังคงเป็นผู้เล่นเกมของกลุ่มเดิม จากการเรียนในครั้งที่แล้ว"

2.2 ครูกล่าวว่า "นักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที เมื่อเสร็จแล้ว ถ้ากลุ่มใดมีคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ให้ผู้ควบคุมเกมเสนอคำถามนั้นต่อครูด้วย" จากนั้นครูจึงแจกของอุปกรณ์ แล้วจึงให้สัญญาให้กลุ่มเริ่มลงมือทำงาน

2.3 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว กลุ่มใดที่มีคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้จะต้องเสนอต่อครู ซึ่งครูจะบันทึกคำถามนี้ไว้บนกระดานหน้าชั้นให้รับทราบกันทุกคน

## 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณาคำถามที่ครูได้บันทึกไว้บนกระดานหน้าชั้นทีละคำถาม ครูจะให้นักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้อธิบายแทนครู ถ้าไม่มีนักเรียนคนใดสามารถตอบได้ ครูจึงจะช่วยหาแนวทางเพื่อการค้นพบคำตอบ โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงข้อคิดเห็นต่าง ๆ

### 3.2 ครูตั้งคำถาม ตามนักเรียน ดังนี้

ก. จากใจความของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันนั้น ความเร็วของวัตถุจะต้องเป็นอย่างไร (ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง)

ข. ให้เขียนสมการที่ได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

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

ค. น้ำหนักของวัตถุหมายถึงอะไร (หมายถึงแรงที่โลกออกแรงดึงคู่วัตถุ)

ง. ให้ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันมา 2 ตัวอย่าง (1. การที่วัตถุตกลงสู่พื้นจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ  
2. การที่วัตถุเกิดการเปลี่ยนทิศ)

3.3 ครูวิจารณ์การทำงานภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่มว่าควรจะต้องปรับปรุงในส่วนใด



4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้ พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

ข. สมการที่ได้จากการกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันและการ

คำนวณ

ค. ความหมายของน้ำหนัก

ง. ปรัชญาการที่ เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

4.2 ครูชมเชยกลุ่มที่มีการทำงานภายในกลุ่มของผู้เล่นเกมถูกต้องตามหน้าที่

5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูให้นักเรียนทุกคนทำโจทย์ ต่อไปนี้ คือ

"ออกแรง 55 นิวตัน กระทำกับวัตถุมวล 25 กิโลกรัม ในทิศขนานกับพื้น  
พื้นมีแรงเสียดทานเท่ากับ 5 นิวตัน วัตถุนี้จะเคลื่อนที่โดยมีความเร่งเป็นเท่าไร

(2 เมตร/วินาที<sup>2</sup>)

แผนการสอนที่ 11  
เรื่อง  
กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกฎดังกล่าว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกใจความของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันได้ถูกต้อง
2. เขียนสมการที่ได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันได้ถูกต้อง
3. ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันกล่าวว่า "ทุกแรงกิริยาย่อมมีแรงปฏิกิริยา ซึ่งมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกันเสมอ" ซึ่งแรงคู่นี้กระทำบนวัตถุต่างอันกัน
2. จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน จะได้สมการ ดังนี้

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

เมื่อ  $\vec{F}_{12}$  คือ แรงที่วัตถุ 1 กระทำกับวัตถุ 2  
 $\vec{F}_{21}$  คือ แรงที่วัตถุ 2 กระทำกับวัตถุ 1

3. เมื่อวัตถุหนึ่งออกแรงกระทำต่อวัตถุอีกอันหนึ่ง วัตถุที่ถูกกระทำนั้นก็ออกแรงโต้ตอบทันทีด้วยแรงที่มีขนาดเดียวกัน เช่น เมื่อเราโน้มกิ่งไม้ก็จะรู้สึกว่ากิ่งไม้ก็ดึงมือเราด้วยเช่นกัน หรือ เมื่อเราถ่อเรือโดยที่ต้องออกแรงไปข้างหลังแต่เรือกลับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เป็นต้น

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

#### อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. ลูกเต๋า                                    | 1 ลูก        |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม              | 1 แผ่น       |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดคำถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น       |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการ เล่น เกม               | 1 เล่ม       |
| 5. เครื่องชั่งสปริง                           | 6 หรือ 7 อัน |

#### การเตรียมตัวของครู

ครูให้นักเรียนทำการศึกษาค้นหาเรื่อง "กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน" ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและส่วนใดที่มีปัญหายังไม่ เข้าใจให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อนำมาถามเมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยที่นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. แรงที่กล่าวไว้ในกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน จะเหมือนกับแรงที่กล่าวไว้ในกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 และ 2 ของนิวตัน หรือไม่ เพราะอะไร (ไม่เหมือน เพราะจากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน กล่าวถึงแรงคู่หนึ่งที่กระทำโต้ตอบกันจากวัตถุ

2 อัน แต่จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 และ 2 ของนิวตันนั้นพิจารณาแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุอันหนึ่ง)

ข. ปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน วัตถุ 2 อัน จะต้องมีการสัมผัสกันเสมอไปหรือไม่ (ไม่เสมอไป อย่างเช่น การผลักกันของขั้วเหนือกับขั้วเหนือของแม่เหล็ก 2 แท่ง เป็นต้น)

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ขั้นนำ ( 5 นาที )

ครูแจกเครื่องซึ่งสปริงให้กับนักเรียนทุกคน คนละ 1 เครื่อง แล้วสั่งว่า "ให้นักเรียนจับคู่กัน แล้วนำเครื่องซึ่งสปริงของคุณเกี่ยวกับขอเกี่ยวของเครื่องซึ่งสปริงของเพื่อน จากนั้นให้ฝ่ายหนึ่งออกแรงดึงโดยที่อีกฝ่ายหนึ่งพยายามไม่ให้เครื่องซึ่งสปริงของคุณเคลื่อนที่" ต่อจากนั้นครูถามนักเรียนว่า

"ฝ่ายที่พยายามไม่ให้เครื่องซึ่งสปริงของคุณเคลื่อนที่ ต้องออกแรงหรือไม่" (ต้องออกแรง)

"แรงของฝ่ายที่ดึงเครื่องซึ่งสปริงกับฝ่ายที่พยายามไม่ให้เครื่องซึ่งสปริงเคลื่อนที่นั้น ขนาดและทิศ จะเป็นอย่างไรกัน" (ขนาดของแรงเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม)

จากนั้นครูกล่าวว่า "ปรากฏการณ์วันนี้ นักเรียนจะใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันมาอธิบาย ซึ่งจะได้เรียนกันในวันนี้"

#### 2. ขั้นกิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้จะทำการทบทวนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน ซึ่งจะได้ใช้วิธีสอนที่ใช้เกมอย่างเดิม ผู้เล่นเกมของแต่ละกลุ่มยังไม่เปลี่ยน ดังนั้นการปฏิบัติจึงเป็นไปตามที่เคยปฏิบัติมา โดยนักเรียนจะต้องเล่นเกมให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที"

2.2 ครูกล่าวว่า "เมื่อนักเรียนเล่นเกมเสร็จแล้ว กลุ่มใดที่มีคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ ให้ผู้ควบคุม เกม เสนอคำถามนั้นต่อครูด้วย" จากนั้นครูจึงแจกซอง

อุปกรณ์ แล้วจึงให้สัณญาณให้กลุ่มเริ่มลงมือทำงาน

2.3 เมื่อครบกำหนดเวลา คำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้ จะถูกบันทึกบนกระดานหน้าชั้นโดยครู

### 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

3.1 ครูใช้คำถามที่ได้บันทึกไว้บนกระดานหน้าชั้น ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มตอบได้มา เป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อหาแนวทางที่จะตอบคำถามนั้น โดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการอภิปราย ถ้ามีนักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถตอบคำถามได้ ครูจะให้ นักเรียนผู้นั้น เป็นผู้อธิบายแทนครู

3.2 ครูตั้งคำถาม ตามนักเรียน ดังนี้

ก. จากค่ากล่าวของกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน กล่าวถึง แรงที่แรงและแรงนี้เป็นอย่างไร (กล่าวถึงแรง 2 แรง ซึ่งแรงคู่นี้จะมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้ามและกระทำกับวัตถุคนละก้อน)

ข. ถ้า  $\vec{F}_{AB}$  เป็นแรงที่วัตถุ A ทำกระทำกับวัตถุ B และ  $\vec{F}_{BA}$  เป็นแรงที่วัตถุ B กระทำกับวัตถุ A ให้นักเรียนเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $\vec{F}_{AB}$  กับ  $\vec{F}_{BA}$  ( $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ )

ค. นักเรียนคนหนึ่งมีมวล 35 กิโลกรัม ขึ้นไปยืนบนเครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งน้ำหนักนี้จะต้องออกแรงกระทำกับนักเรียนคนนี้ขนาดเท่าไร (ประมาณ 350 นิวตัน)

ง. ให้นักเรียนยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน (เช่น เมื่อเอามือตีโต๊ะ มือก็รู้สึกเจ็บ หรือ เมื่อเราออกแรงพายเรือ ซึ่งแรงนี้จะไปดันน้ำ น้ำก็จะออกแรงดันตอบทำให้เรือแล่นไปได้ เป็นต้น)

3.3 ครูกล่าวว่า "กลุ่มใดที่มีปัญหาในเรื่องเกี่ยวกับการทำงานภายในกลุ่มก็ให้บอกกับครูในขณะนี้ได้เลย ซึ่งจะได้ช่วยหาวิธีการที่จะทำให้อปัญหานั้น ๆ หมดไป"

### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้ พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน

ข. สมการที่ได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน

ค. ตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน

4.2 ครูกล่าวว่า "การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นคณะนั้น ถ้าทุกคนปฏิบัติตามหน้าที่ของตน ปัญหาต่าง ๆ ก็จะไม่เกิดขึ้น"

#### 5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถาม ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. นักเรียนเข็นรถฝักไปทางเหนือด้วยแรง 300 นิวตัน รถฝักจะออกแรงผลักนักเรียนหรือไม่ ถ้าผลักจะออกแรงผลักด้วยแรงขนาดเท่าไร ทิศใด (ออกแรงผลักด้วยแรงขนาด 300 นิวตัน มีทิศไปทางใต้)

ข. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยานี้ แรงใดที่เกิดขึ้นก่อน (เกิดขึ้นพร้อมกัน)

## แผนการสอนที่ 12

## เรื่อง

## การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียนมีความสามารถนำความรู้ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้  
ในชีวิตประจำวัน และในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างกฎการเคลื่อนที่ทั้ง 3 ข้อของ  
นิวตันได้ถูกต้อง
2. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์นั้น ๆ เป็น  
ไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อ 1 หรือข้อ 2 หรือข้อ 3 ได้ถูกต้อง

แนวคิด

1. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้ง 3 ข้อมีความแตกต่างกันดังนี้
  - กฎข้อ 1 อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อวัตถุอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วย  
ความเร็วคงตัว
  - กฎข้อ 2 อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่  
คงตัว
  - กฎข้อ 3 อธิบายถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุ
2. ในการพิจารณาว่าขณะใดวัตถุมีสถานการณ์เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของ  
นิวตันข้อใดนั้น พิจารณาได้ดังนี้

เมื่อวัตถุไม่มีความเร่ง จะ เป็นไป ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน  
 เมื่อวัตถุมีความเร่ง จะ เป็นไป ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน  
 เมื่อวัตถุส่งแรงโต้ตอบกับแรงภายนอกจะ เป็นไป ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3  
 ของนิวตัน

เวลาที่ใช้ 50 นาที

จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม 6 หรือ 7 คน

อุปกรณ์ที่ใช้

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. ลูกเต๋า                                     | 1 ลูก/กลุ่ม  |
| 2. ตารางบันทึกคะแนนในการเล่น เกม               | 1 แผ่น/กลุ่ม |
| 3. ตารางบันทึกรายละเอียดการถามคำถามและตอบคำถาม | 1 แผ่น/กลุ่ม |
| 4. เอกสารชี้แจงวิธีการ เล่น เกม                | 1 เล่ม/กลุ่ม |
| 5. ลูกฟุตบอล                                   | 1 ลูก        |

การเตรียมตัวของครู

ครูส่งให้นักเรียนไปทำการทบทวน เรื่อง "การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน" โดยพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุในกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันแต่ละข้อ ให้เข้าใจ เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามและในส่วนใดที่มีปัญหายังไม่เข้าใจ ให้ตั้งคำถามเตรียมไว้เพื่อมา ใช้ตาม เมื่อมีการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้ เกม ซึ่งนักเรียนจะต้อง เตรียมตัวให้พร้อมก่อนที่จะ มีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยที่นักเรียนทุกคนจะต้องมีคำถามไม่น้อยกว่า 2 คำถาม และต้องเขียนคำถามนั้นส่งครูก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ตัวอย่างของคำถาม เช่น

ก. เราใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด เพื่อการอธิบายความหมาย ของคำถามว่า "น้ำหนัก" (กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน)



ข. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดที่กล่าวถึงวัตถุ 2 ก้อน  
(กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน)

### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

#### 1. ชี้แนะ ( 5 นาที )

ครูนำลูกฟุตบอลมาวางไว้บนโต๊ะ จากนั้นจึงใช้มือปัดให้ลูกฟุตบอลกลิ้งตกโต๊ะไป จากนั้นครูกล่าวกับนักเรียนว่า "ตลอดเวลานักเรียนสังเกตลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ตกโต๊ะไปจนกระทั่งหยุดนิ่งนั้น ขณะใดที่ลูกฟุตบอลมีการเคลื่อนที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1, 2, และ 3 ของนิวตัน เรามาช่วยกันพิจารณา"

ครูและนักเรียนช่วยกันพิจารณา และอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปดังนี้  
กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน (ขณะที่ลูกฟุตบอลหยุดนิ่ง เพราะขณะที่ลูกฟุตบอลไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว)

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน (ขณะที่เคลื่อนที่บนพื้นโต๊ะ ขณะตกลงสู่พื้น และขณะกระเด็น เพราะขณะที่ลูกฟุตบอลมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว)

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน (ทุกขณะจะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันทั้งสิ้น เพราะจะมีแรงคู่กิริยาตลอดเวลา เมื่อพิจารณาวัตถุอื่นร่วมกับลูกฟุตบอลคือ โต๊ะ - โลก - พื้นห้อง)

ครูกล่าวกับนักเรียนว่า "จากการสังเกตลูกฟุตบอลในแต่ละช่วงเวลาของการเคลื่อนที่นั้น เราต้องใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเพื่อการอธิบายแตกต่างกัน ดังนั้นให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาสถานการณ์อื่น ๆ อีกว่าจะเกี่ยวข้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อใดของนิวตัน"

#### 2. ชี้กิจกรรม ( 25 นาที )

2.1 ครูกล่าวว่า "วันนี้จะทบทวนเรื่องการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยจะใช้วิธีสอนที่ใช้เกม ซึ่งเกมนี้เป็นเกมสุดท้ายที่จะได้รู้ผลการแพ้ชนะ และใช้เวลาสำหรับเล่นเกมเพียง 20 นาที เมื่อเล่นเกมเสร็จแล้ว ผู้ควบคุมเกมจะต้องเสนอคำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มสามารถตอบได้ต่อครูเหมือนเช่นเคย" จากนั้นครูจึงแจกของอุปกรณ์

แล้วจึงให้สัญญาฯให้กลุ่ม เริ่มลงมือทำงาน

2.2 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว คำถามที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มสามารถตอบได้ จะถูกบันทึกบนกระดานหน้าชั้นโดยครู

### 3. ขั้นอภิปราย ( 10 นาที )

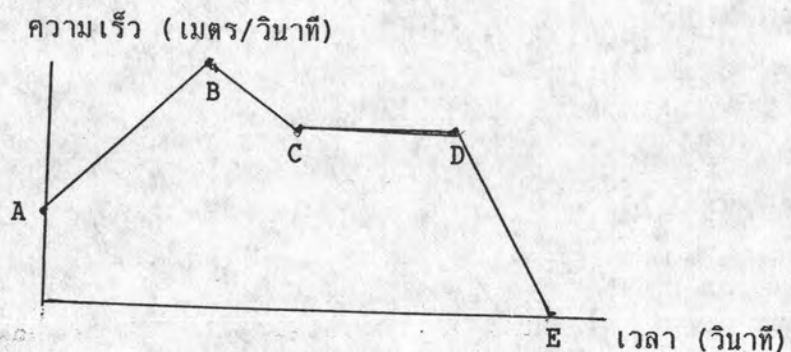
3.1 ครูดำเนินการอภิปรายในประเด็นที่เป็นปัญหาของแต่ละกลุ่มที่ไม่มีผู้ใดภายในกลุ่มสามารถตอบได้ ซึ่งได้บันทึกไว้ที่กระดานหน้าชั้น ถ้าคำถามนั้น ๆ มีนักเรียนจากกลุ่มอื่นตอบได้ ครูจะให้นักเรียนผู้นั้น เป็นผู้ให้คำอธิบายแทนครู

3.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียน เพื่อเป็นประเด็นในการอภิปรายดังนี้

ก. จะเป็นไปได้ไหมที่วัตถุไม่มีแรงใด ๆ เลยมากระทำ (เป็นไปไม่ได้เพราะวัตถุนั้นมีหลายก้อน ดังนั้นย่อม เกิดแรงคู่กิริยาอย่างแน่นอน ซึ่งจะส่งผลให้มีแรงอื่น ๆ ตามมา)

ข. กฎการเคลื่อนที่ทั้งสามข้อของนิวตันนั้นแตกต่างกันอย่างไร (ถ้าจะมองดูอย่างกว้าง ๆ แล้ว กฎการเคลื่อนที่ทั้งสามข้อของนิวตันมีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียว คือกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตันมองดูวัตถุ 2 ก้อน ที่เกิดแรงกระทำซึ่งกันและกัน ส่วนกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 และ 2 ของนิวตันนั้น มองดูวัตถุเพียงหนึ่งก้อน ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ ก็เข้าสู่กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน แต่ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุไม่เท่ากับศูนย์ก็จะเข้าสู่กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน)

ค. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่ง เป็นดังนี้





เส้นกราฟในช่วงใดที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1, 2 และ 3 ของนิวตัน

(กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตันคือ ช่วง CD

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตันคือช่วง AB, BC และ DE

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน ไม่มี เพราะกล่าวถึงวัตถุเพียงสิ่งเดียวคือ รถยนต์คันหนึ่ง)

3.3 ครูกล่าวว่า "การเรียนด้วยวิธีใช้เกมในครั้งนี้จะรู้ว่าใครเป็นผู้ชนะ โดยการรวมคะแนนที่ได้ทั้ง 6 ครั้ง นักเรียนคิดว่าจะใช้การเรียนด้วยวิธีนี้ในครั้งต่อไปหรือไม่ให้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็น" จากนั้นนักเรียนแสดงความคิดเห็น

#### 4. ขั้นสรุป ( 5 นาที )

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญต่อไปนี้พร้อมทั้งจดบันทึก

ก. ความแตกต่างระหว่างกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้ง 3 ข้อ

ข. การพิจารณาสถานการณ์เพื่อนำเอากฎการเคลื่อนที่ของ

นิวตันไปอธิบาย

4.2 ครูให้นักเรียนสรุปถึงข้อดีข้อเสียของการเรียนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกม

#### 5. ขั้นประเมินผล ( 5 นาที )

ครูตั้งคำถามต่อไปนี้เพื่อเป็นประเด็นในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นของนักเรียน

"เมื่อเราขึ้นไปอยู่บนดวงจันทร์ เรายังจะใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้อีกหรือไม่"

(ถึงแม้ว่าเราจะขึ้นไปอยู่บนดวงจันทร์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันก็ยังคงใช้ได้ เพราะกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้ง 3 ข้อไม่มีข้อจำกัดในเรื่องสถานที่ และดวงจันทร์นั้นเป็นดาวบริวารของโลกที่โคจรรอบโลกโดยใช้แรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกและดวงจันทร์ ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน เมื่อมีแรงเกิดขึ้น กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 และ 2 ของนิวตันก็ย่อมจะใช้ได้)



ประวัติผู้วิจัย

นายรังสฤษดิ์ แม่นมินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 16 เมษายน 2500 ที่เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา การศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน เมื่อปีการศึกษา 2522 เข้าศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษา วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2530 ขณะนี้รับราชการ ในตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 อยู่ที่โรงเรียน วัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร