ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

1.	อาจารย์ไพรรุ่ง	งามสมพรพงศ์	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
2.	อาจารย์ภคนันท์	ทองคำ	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
3.	อาจารย์พีระ	พิเนตรสิริ	โรงเรียนดาราวิทยาลัย
4.	อาจารย์ดรุณี	สกุณา	โรงเรียนดาราวิทยาลัย
5.	อาจารย์พันทิพา	ถาวรรัตน์	โรงเรียนดอยสะเก็ดวิทยาคม
6.	อาจารย์นิโรจน์	แก้วชะเนตร	โรงเรียนดอยสะเก็ดวิทยาคม
7.	อาจารย์นคร	ราชกิจ	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ
8.	อาจารย์นิวัฒน์	ภัควนิตย์	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ
9.	อาจารย์สราวุฒิ	อุทัยผล	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ
10.	อาจารย์วันเพ็ญ	ธิกาศ	โรงเรียนจักรคำคณาทร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ข.

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแผนการสอน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ข.
รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแผนการสอน

1.	อาจารย์ไพรรุ่ง	งามสมพรพงศ์	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
2.	อาจารย์ภคนันท์	ทองคำ	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
3.	อาจารย์พีระ	พิเนตรสิริ	โรงเรียนดาราวิทยาลัย
4.	อาจารย์ดรุณี	สกุณา	โรงเรียนดาราวิทยาลัย
5.	อาจารย์พันทิพา	ถาวรรัตน์	โรงเรียนดอยสะเก็ดวิทยาคม
6.	อาจารย์นิโรจน์	แก้วชะเนตร	โรงเรียนดอยสะเก็ดวิทยาคม
7.	อาจารย์นคร	ราชกิจ	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ
8.	อาจารย์นิวัฒน์	ภัควนิตย์	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ
9.	อาจารย์สราวุฒิ	อุทัยผล	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ
10.	อาจารย์จิราภรณ์	ตรียาพันธ์	โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ค.

ตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ค.
ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้าง แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

จุดประสงค์การเรียนรู้		พฤติกรรม				รวม
		ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการ	การนำไปใช้	
1	นักเรียนสามารถระบุความเร็ว ความเร่ง ความหน่วง การกระจัด และปริมาณเวกเตอร์ และหน่วยของปริมาณที่กำหนดให้ได้	2	3			5
2	นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต้น ความเร็วปลาย ความเร่ง และเวลา ในการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งได้		3			3
3	นักเรียนสามารถระบุและแปลความหมายจากกราฟ ระหว่าง S - t กราฟ, V - t กราฟ และ a - t กราฟ ตลอดจนคำนวณปริมาณที่ต้องการได้		3	8		11
4	นักเรียนสามารถระบุหรือคำนวณหาค่าเวกเตอร์ลัพธ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1	2	4		7
5	นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ปริมาณมวล แรง ความเร่ง ความเร็วต้น ความเร็วปลาย เวลา และการกระจัด และคำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการ ตามกฎข้อที่ 1, ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 ของนิวตัน และแรงดึงดูดระหว่างมวลได้	4	18	1	1	24
รวมจำนวนข้อ		7	29	13	1	50

ภาคผนวก ค. (ต่อ)
ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล (ก่อนเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้		พฤติกรรม				รวม
		ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 1	บอกความหมายและยกตัวอย่างของสมดุลกล สมดุลสถิต และสมดุลจลน์ได้	1				1
ข้อที่ 2	บอกความหมายของสมดุลต่อการเลื่อนที่ และสมดุลต่อการหมุนได้		1			1
ข้อที่ 3	จากการทำกิจกรรมเพื่อการศึกษาแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่สรุปได้ว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์		1			1
ข้อที่ 4	บอกได้ว่ามีแรงมากกว่า 2 แรง โดยแนวแรงไม่อยู่ในเส้นตรงเดียวกันกระทำต่อวัตถุให้อยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่เมื่อเขียนเวกเตอร์แทนแรงโดยวิธีหางต่อหัวจะได้รูปเหลี่ยมปิด		1			1
ข้อที่ 5	หาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรง โดยวิธีสร้างภาพได้		1			1
ข้อที่ 6	หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ โดยการสร้างภาพได้		1			1
ข้อที่ 7	แยกแรง 1 แรงออกเป็น 2 แรงที่ตั้งฉากกัน ตามทิศทางที่กำหนดได้			1		1
ข้อที่ 8	หาแรงลัพธ์ของแรงหลาย ๆ แรงที่กระทำต่อวัตถุโดยวิธีการแยกแรงได้		2			2

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล (ก่อนเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 9 บอกได้ว่าเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่ โดยมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำ ถ้าแยกแรงเหล่านั้นให้อยู่ในแกนที่ตั้งฉากกัน 2 แกน แรงลัพธ์ของแรงเหล่านั้นในแต่ละแกนมีค่าเป็นศูนย์		1			1
ข้อที่ 10 ใช้วิธีแยกแรง 1 แรงออกเป็น 2 แรงที่ตั้งฉากกันมาหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลแรงหลายแรงได้		1			1
ข้อที่ 11 จากการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน สามารถสรุปความหมายของแรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานจลน์ได้			1		1
ข้อที่ 12 ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์แรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุแล้วเขียนกราฟ สรุปได้ว่าความชันของกราฟมีค่าคงตัว			1		1
ข้อที่ 13 แปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ และหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์จากกราฟได้			1		1

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล (ก่อนเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 14 บอกวิธีหาและสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์โดยใช้พื้นเอียงได้		1			1
ข้อที่ 15 บอกวิธีเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้				1	1
ข้อที่ 16 บอกวิธีการหาและบอกความหมายของศูนย์กลางมวลของวัตถุได้		1			1
ข้อที่ 17 บอกวิธีการหาและบอกความหมายศูนย์ถ่วงของวัตถุได้		1			1
ข้อที่ 18 ทำการทดลองเพื่อบอกความหมายของโมเมนต์ของแรงและสรุปได้ว่าเมื่อมีแรงขนานกระทำต่อวัตถุ และวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการหมุนผลรวมทางคณิตศาสตร์ของโมเมนต์รอบจุดที่พิจารณามีค่าเป็นศูนย์		1			1
ข้อที่ 19 บอกได้ว่าหน่วยของโมเมนต์เป็นนิวตัน - เมตร					
ข้อที่ 20 บอกความหมายและหาค่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้		1			1
ข้อที่ 21 บอกความหมายของสมดุลสัมบูรณ์ได้	1				1

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล (ก่อนเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการ	การนำไปใช้	
ข้อที่ 22 นำเงื่อนไขของสมดุลไปแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้		5		1	6
ข้อที่ 23 บอกความหมายและตัวอย่างของเสถียรภาพของสมดุลได้		1			1
ข้อที่ 24 นำหลักของสมดุลไปบอกเหตุผลถึงการที่โครงสร้างของสิ่งก่อสร้างบางอย่างสมดุลได้		1			1
ข้อที่ 25 นำหลักของสมดุลไปอธิบายการทำงานและหาการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องผ่อนแรงบางชนิดได้		1			1
รวมจำนวนข้อ	2	22	4	2	30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ฉบับที่ 2 (หลังเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 1 บอกความหมายและยกตัวอย่างของสมดุลกล สมดุลสถิต และสมดุลจลน์ได้	1				1
ข้อที่ 2 บอกความหมายของสมดุลต่อการเลื่อนที่ และสมดุลต่อการหมุนได้		1			1
ข้อที่ 3 จากการทำกิจกรรมเพื่อการศึกษาแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่สรุปได้ว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์		1			1
ข้อที่ 4 บอกได้ว่ามีแรงมากกว่า 2 แรง โดยแนวแรงไม่อยู่ในเส้นตรงเดียวกันกระทำต่อวัตถุให้อยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่เมื่อเขียนเวกเตอร์แทนแรงโดยวิธีหางต่อหัวจะได้รูปเหลี่ยมปิด		1			1
ข้อที่ 5 หาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรง โดยวิธีสร้างภาพได้		1			1
ข้อที่ 6 หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ โดยการสร้างภาพได้		1			1
ข้อที่ 7 แยกแรง 1 แรงออกเป็น 2 แรงที่ตั้งฉากกัน ตามทิศทางที่กำหนดได้			1		1
ข้อที่ 8 หาแรงลัพธ์ของแรงหลาย ๆ แรงที่กระทำต่อวัตถุโดยวิธีการแยกแรงได้		2			2

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ฉบับที่ 2 (หลังเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 9 บอกได้ว่าเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่ โดยมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำ ถ้าแยกแรงเหล่านั้นให้อยู่ในแกนที่ตั้งฉากกัน 2 แกน แรงลัพธ์ของแรงเหล่านั้นในแต่ละแกนมีค่าเป็นศูนย์		1			1
ข้อที่ 10 ใช้วิธีแยกแรง 1 แรงออกเป็น 2 แรงที่ตั้งฉากกันมาหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลแรงหลายแรงได้		1			1
ข้อที่ 11 จากการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน สามารถสรุปความหมายของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้			1		1
ข้อที่ 12 ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์แรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุแล้วเขียนกราฟ สรุปได้ว่าความชันของกราฟมีค่าคงตัว			1		1
ข้อที่ 13 แปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ และหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์จากกราฟได้			1		1

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ฉบับที่ 2 (หลังเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 14 บอกวิธีหาและสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์โดยใช้พื้นเอียงได้		1			1
ข้อที่ 15 บอกวิธีเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้				1	1
ข้อที่ 16 บอกวิธีการหาและบอกความหมายของศูนย์กลางมวลของวัตถุได้		1			1
ข้อที่ 17 บอกวิธีการหาและบอกความหมายศูนย์ถ่วงของวัตถุได้		1			1
ข้อที่ 18 ทำการทดลองเพื่อบอกความหมายของโมเมนต์ของแรงและสรุปได้ว่าเมื่อมีแรงขนานกระทำต่อวัตถุ และวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการหมุนผลรวมทางคณิตศาสตร์ของโมเมนต์รอบจุดที่พิจารณามีค่าเป็นศูนย์		1			1
ข้อที่ 19 บอกได้ว่าหน่วยของโมเมนต์เป็นนิวตัน - เมตร					
ข้อที่ 20 บอกความหมายและหาค่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้		1			1
ข้อที่ 21 บอกความหมายของสมดุลสัมบูรณ์ได้	1				1

ภาคผนวก ค. (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ฉบับที่ 2 (หลังเรียน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	
ข้อที่ 22 นำเงื่อนไขของสมดุลไปแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้		5		1	6
ข้อที่ 23 บอกความหมายและตัวอย่างของเสถียรภาพของสมดุลได้		1			1
ข้อที่ 24 นำหลักของสมดุลไปบอกเหตุผลถึงการที่โครงสร้างของสิ่งก่อสร้างบางอย่างสมดุลได้		1			1
ข้อที่ 25 นำหลักของสมดุลไปอธิบายการทำงานและหาการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องผ่อนแรงบางชนิดได้		1			1
รวมจำนวนข้อ	2	22	4	2	30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่องสมดุลกล

คำอธิบาย

1. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
2. การตอบให้ตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมให้
3. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ แต่ละข้อจะมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ คือ ก. ข. ค. ง. ให้พิจารณาเลือกคำตอบที่เห็นว่า **ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด** เพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย ✕ ด้วยปากกาทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ตัวอย่าง	**การตอบ**
(0) โลหะอย่างหนึ่งมีมวล 10 กรัม และมีปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร โลหะนี้จะมีความหนาแน่นเท่าใด ก. 0.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 1.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 1.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 2.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร	ข้อนี้คำตอบที่ถูกคือ 0.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น จึงเขียน ✕ ทับอักษร (ก) ในกระดาษคำตอบ ดังนี้ (0) (ก) (ข) (ค) (ง)

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย ⁼ ทับคำตอบเดิมก่อน แล้วจึงเขียน ✕ ทับอักษรที่เป็นคำตอบใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก (ก) เป็น (ค) ให้ทำดังนี้

~~(ก)~~ (ข) ~~(ค)~~ (ง)

5. การทดเลขให้ทดในตัวข้อสอบได้

1. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทางเดิมด้วยอัตราเร็วเท่าเดิมแต่เปลี่ยนทิศทางเราเรียกว่าวัตถุนั้นมีลักษณะเป็นไปตามข้อใด
   ก. วัตถุมีความเร็วคงตัว
   ข. วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป
   ค. วัตถุมีความเร่ง
   ง. ข้อ ข และข้อ ค ถูก
2. เมื่อนักเรียนขับรถจักรยานยนต์แล้วเหยียบเบรคเหตุใดรถจึงช้าลง
   ก. เกิดความเร่งขึ้นกับรถ
   ข. เกิดความหน่วงขึ้นกับรถ
   ค. เกิดความเฉื่อยขึ้นกับรถ
   ง. เกิดการกระจัดขึ้นกับรถ
3. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์ทั้งหมด
   ก. แรง ระยะทาง ความเร็ว
   ข. อัตราเร็ว การกระจัด ความเร่ง
   ค. แรง ความเร็ว การกระจัด
   ง. แรง การกระจัด มวล
4. ข้อใดแสดงถึงอัตราเร็วหรือความเร็ว
   ก. 2 เมตรต่อ(วินาที)^2
   ข. 4 (เมตร)^2 ต่อวินาที
   ค. 6 เมตร
   ง. 8 เมตรต่อวินาที
5. ข้อใดแสดงถึงความเร่ง
   ก. 5 เมตรต่อวินาทีต่อวินาที
   ข. 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
   ค. 8 เมตรต่อวินาที
   ง. 12 (เมตร)^2 ต่อ(วินาที) ^{2}

6. ความเร็วสุดท้ายของวัตถุที่เคลื่อนที่ออกจากจุดหยุดนิ่งด้วยความเร่งมีค่าตรงกับข้อใด

   ก. มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความเร่งกับเวลา

   ข. มีค่าเท่ากับผลต่างของระยะทางต่อเวลา

   ค. มีค่าเท่ากับผลหารของความเร่งกับเวลา

   ง. ไม่มีข้อถูก

7. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว คำกล่าวในข้อใดถูกต้อง

   ก. ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว

   ข. ระยะทางแปรผันตรงกับความเร็ว

   ค. ระยะทางแปรผันตรงกับความเร่ง

   ง. ระยะทางแปรผันตรงกับเวลาที่ผ่านไป

8. ข้อใดแสดงถึงสมการที่วัตถุเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง

   ก. $S = (at^2/2)$

   ข. $V = \sqrt{2as}$

   ค. $V = at$

   ง. ถูกทุกข้อ

9. รถคันหนึ่งมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอจาก 20 เมตรต่อวินาทีเป็น 40 เมตรต่อวินาที ใน 5 วินาทีความเร่งมีค่าเท่าใด

   ก. 4 เมตรต่อวินาที

   ข. 4 เมตรต่อ (วินาที)^2

   ค. 10 เมตรต่อวินาที

   ง. 12 เมตรต่อ (วินาที)^2

10. จาก ข้อ 9. รถคันนี้เคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด

   ก. 100 เมตร

   ข. 125 เมตร

   ค. 150 เมตร

   ง. 200 เมตร

11. ปล่อยลูกบอลจากที่สูงใช้เวลา 2 วินาทีบอลจึงตกถึงพื้น จงหาตำแหน่งที่ปล่อยลูกบอลว่าสูงจากพื้นเท่าใดเมื่อไม่คิดแรง ต้านของอากาศ {g = 10 เมตร/(วินาที)^2}

    ก. 15 เมตร

    ข. 20 เมตร

    ค. 30 เมตร

    ง. 45 เมตร

12. ปล่อยก้อนหินจากลูกบอลลูนที่เคลื่อนที่ขึ้นด้วยอัตราเร็วคงตัว 29.4 เมตรต่อวินาที ก้อนหินตก ถึงพื้นในเวลา 20 วินาที จงหาความสูงของบอลลูนขณะปล่อยก้อนหิน (g = 9.8 เมตรต่อ (วินาที) ^{2})

    ก. 1372 เมตร

    ข. 1570 เมตร

    ค. 1672 เมตร

    ง. 1960 เมตร

13. วัตถุมวล 2.5 กิโลกรัม ขณะอยู่นิ่งถ้ามีแรง 5 นิวตันกระทำเป็นเวลา 10 วินาที ความเร็วสุดท้ายมีค่าเท่าใด

    ก. 10 เมตรต่อวินาที

    ข. 20 เมตรต่อวินาที

    ค. 25 เมตรต่อวินาที

    ง. 30 เมตรต่อวินาที

14. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เมื่อนำการกระจัดกับเวลามาเขียนเป็นกราฟ ความชันของกราฟที่ได้คือปริมาณใด

    ก. อัตราเร็ว

    ข. ความเร็ว

    ค. ความเร่ง

    ง. ความหน่วง

15. เมื่อนำเอาความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุอันหนึ่งมาเขียนเป็นกราฟ ความชันที่ได้จะแทนปริมาณใด

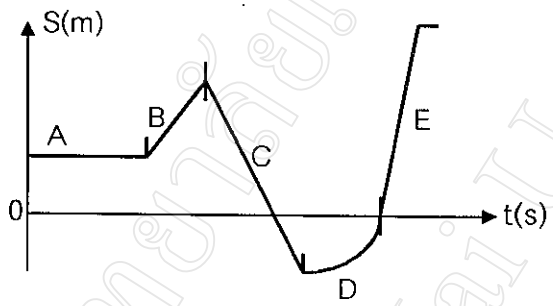
ก. ความเร็ว

ข. ความเร่ง

ค. ความหน่วง

ง. อาจเป็นได้ทั้ง ข และ ค

16. จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลาของวัตถุก้อนหนึ่ง ซึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง



จากกราฟ ข้อใดเป็นช่วงที่มีความเร็วคงตัวสูงสุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. E

17. จาก ข้อ 16. ช่วงใดแสดงถึงวัตถุกำลังเคลื่อนตรงเข้าหาจุดเริ่มต้น

ก. A

ข. B

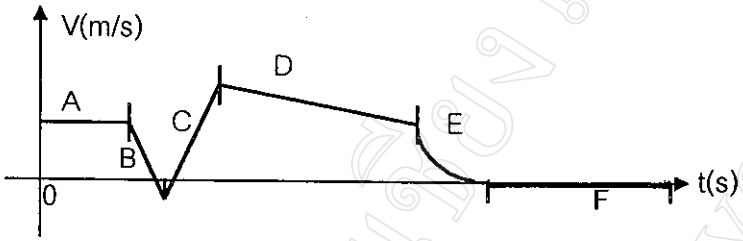
ค. D

ง. E

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

คำชี้แจง : จากรูปข้างล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 18 - 20

จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง



18. จากกราฟช่วงใดแสดงถึงวัตถุหยุดนิ่ง

ก. A

ข. F

ค. B

ง. E

19. ช่วงใดแสดงถึงความเร่งสูงสุด

ก. C

ข. B

ค. D

ง. E

20. ช่วงใดที่แสดงถึงระยะทางสูงสุด

ก. D

ข. A

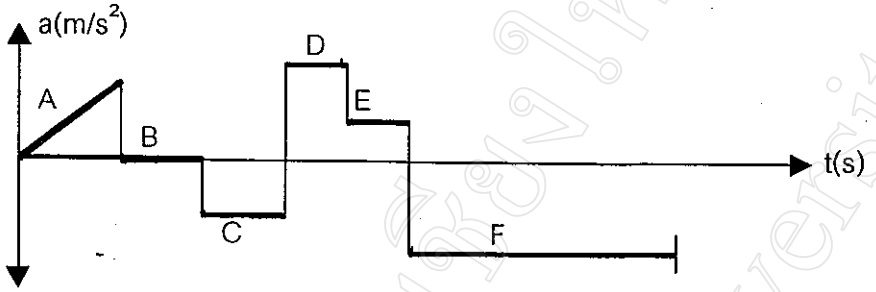
ค. C

ง. B

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

คำชี้แจง : จากรูปข้างล่างนี้ ใช้ตอบคำถาม ข้อ 21 - 23

จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลาของวัตถุก้อนหนึ่ง



21. จากกราฟ ช่วงที่แสดงความเร่งเป็นศูนย์ คือช่วงใด

ก. C , E

ข. B

ค. A

ง. F

22. ช่วงที่แสดงความหน่วงสูงสุด คือช่วงใด

ก. C

ข. F

ค. A

ง. E

23. ช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วมากที่สุด คือช่วงใด

ก. A

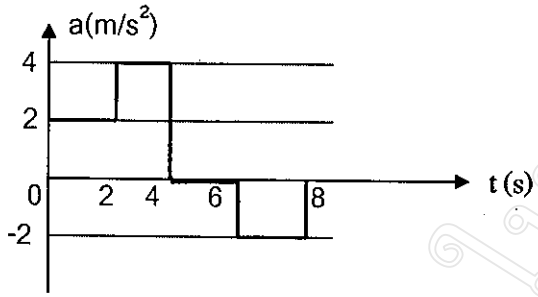
ข. F

ค. D

ง. E

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

24.



วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วต้น 4 เมตรต่อวินาที ปรากฏว่าวัตถุนี้มีแรงภายนอกมากระทำ ทำให้เกิดความเร่งซึ่งสัมพันธ์กับเวลาดังกราฟ ระยะทางที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จนถึงวินาทีที่ 8 เป็นเท่าใด

ก. 18 เมตร

ข. 24 เมตร

ค. 60 เมตร

ง. 96 เมตร

25. เมื่อนำเวกเตอร์สองเวกเตอร์มาบวกกันข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เวกเตอร์ลัพธ์เป็นเวกเตอร์ที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังหัวลูกศรของเวกเตอร์สุดท้าย

ข. เวกเตอร์ลัพธ์เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดสั้นที่สุด

ค. เวกเตอร์ลัพธ์เป็นเวกเตอร์ที่เราสนใจขนาดเท่านั้น

ง. เวกเตอร์ลัพธ์เป็นเวกเตอร์ที่ทำมุมกับแกนบวก Y เสมอ

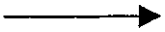
26. เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางอยู่บนพื้นลื่นในแนวราบไปทางซ้ายมากกว่าทางขวาของวัตถุ วัตถุจะอยู่ในสภาวะใด

ก. เกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งไปทางซ้าย

ข. เกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งไปทางขวา

ค. วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ไปทางซ้าย

ง. วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วไปทางขวา

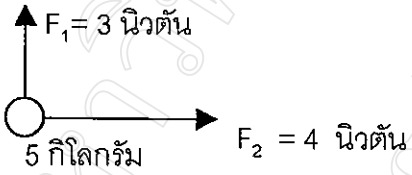
27. ข้อใดแสดงถึงเวกเตอร์ลัพธ์ของ และ 

ก.

ข.

ค.

ง.

28. 

วัตถุมวล 5.0 กิโลกรัม ได้รับแรง F_1 และ F_2 ในทิศตั้งฉากกันดังรูป แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่าใด

ก. 5 นิวตัน

ข. 10 นิวตัน

ค. 12 นิวตัน

ง. 15 นิวตัน

29. เมื่อมวล 1 กิโลกรัมถูกทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อ(วินาที)^2 เรา กล่าวว่า อย่างไร

ก. ขนาดของแรงกระทำต่อมวลมีค่า 1 กิโลกรัม - เมตรต่อวินาที

ข. ขนาดของแรงกระทำต่อมวลมีค่า 1 กิโลกรัม-เมตรต่อ(วินาที)^2

ค. ขนาดของแรงกระทำต่อมวลมีค่า 1 นิวตัน

ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

30. ข้อใดกล่าวถูกต้องตามกฎข้อ 1 ของนิวตัน

ก. วัตถุที่อยู่นิ่งจะอยู่นิ่งตลอดไป

ข. วัตถุที่เคลื่อนที่ต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเป็นเส้นตรง

ค. ต้องมีแรงลัพธ์ที่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ

ง. ถูกทุกข้อ

31. กฎข้อที่ 2 ของนิวตันสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ออกแรงพยายามกระทำต่อวัตถุมากเท่าใดความเร่ง ก็จะมากตาม

ข. ออกแรงค่าหนึ่งต่อวัตถุจะทำให้มวลขนาดใหญ่ไปได้เร็วกว่ามวลขนาดเล็ก

ค. ความเร่งของวัตถุจะมากเมื่อมวลน้อย และความเร่งจะน้อยเมื่อมวลมากเมื่อวัตถุถูกกระทำด้วยแรงเท่ากัน

ง. ข้อ ก. และ ข้อ ค. ถูก

32. ข้อใดคือความหมายของน้ำหนักของวัตถุ

ก. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่บนโลก

ข. เป็นมวลของวัตถุอันเนื่องมาจากความเฉื่อย

ค. น้ำหนักเป็นแรงปฏิกิริยาที่วัตถุกระทำต่อโลก

ง. ข้อ ก. และ ข้อ ค. ถูก

33. ในกรณี "โลกดึงดูดดวงจันทร์" ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. แรงดึงดูดระหว่างมวลแปรผกผันกับระยะทางระหว่างมวลของโลกและดวงจันทร์

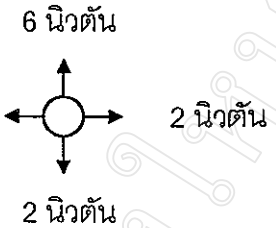
ข. แรงดึงดูดระหว่างมวลแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง ระหว่างโลกและดวงจันทร์

ค. แรงดึงดูดระหว่างมวลแปรผันตรงกับผลคูณของมวลโลก และ ดวงจันทร์

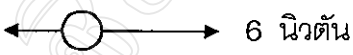
ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก

34. ข้อใดแสดงถึงวัตถุที่มีการเคลื่อนที่สม่ำเสมอเป็นเส้นตรง

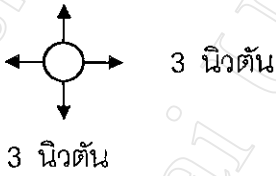
ก.



ข.



ค.



ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก

35. ถ้านักเรียนขับรถอยู่บนถนนในขณะที่มองไปข้างหน้าเห็นสิ่งกีดขวางขวางทางอยู่ในระยะทาง 50 เมตร นักเรียนควรกระทำตามข้อใด

ก. ผ่อนคันเร่งเพื่อเพิ่มความเร็ว

ข. เหยียบเบรกทันทีเพื่อเพิ่มความหน่วง

ค. บิดคันเร่งเพื่อเพิ่มความหน่วง

ง. ผ่อนคันเร่งเหยียบเบรกเพื่อเพิ่มความหน่วงค่อยๆให้รถหยุด

36. แรงลัพธ์ 16 นิวตัน กระทำต่อก้อนหินเกิดความเร่ง 2 เมตรต่อ(วินาที)^2 มวลก้อนหินเป็นเท่าใด

ก. 8 กิโลกรัม

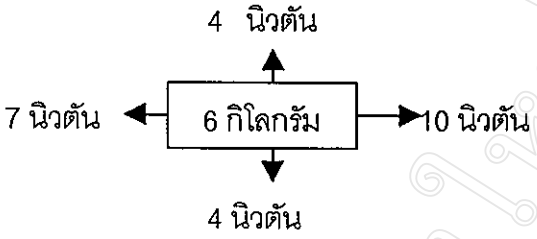
ข. 32 นิวตัน

ค. 32 กิโลกรัม

ง. 80 นิวตัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

37.



จากรูปความเร่งของวัตถุเป็นเท่าใด

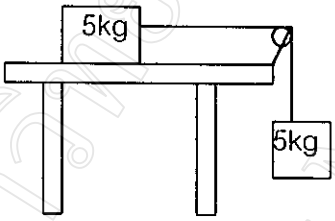
ก. 0.0 เมตรต่อ(วินาที)^2

ข. 0.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

ค. 2.0 เมตรต่อ(วินาที)^2

ง. 4.0 เมตรต่อ(วินาที)^2

38.



จากรูปถ้าพื้นโต๊ะไม่มีความเสียดทานจงหาความเร่งของมวล 5 กิโลกรัมบนโต๊ะ (g = 9.8 เมตรต่อ(วินาที)^2)

ก. 0.00 เมตรต่อ (วินาที)^2

ข. 2.45 เมตรต่อ (วินาที)^2

ค. 4.90 เมตรต่อ (วินาที)^2

ง. 9.80 เมตรต่อ (วินาที)^2

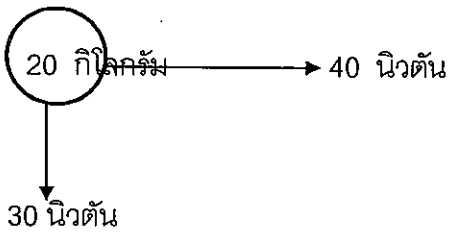
39. ใช้แรง 109 นิวตัน ยกหินขึ้นตรง ๆ ทำให้ก้อนหินเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 12 เมตรต่อ (วินาที)^2 จงหามวลของก้อนหิน (g = 9.8 เมตรต่อ (วินาที)^2)

ก. 5.00 กิโลกรัม

ข. 9.08 กิโลกรัม

ค. 11.12 กิโลกรัม

ง. 49.54 กิโลกรัม

40. 

จากรูปขนาดของความเร่งของวัตถุเป็นเท่าใด

ก. 0.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

ข. 1.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

ค. 2.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

ง. 3.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

41. จากการศึกษาแรงดึงดูดระหว่างมวลของอิเล็กตรอนสองตัวที่อยู่ห่างกันหนึ่งเมตร มีค่าเป็น 5.42×10^{-71} นิวตัน มวลของอิเล็กตรอนจะมีค่าเท่าใด เมื่อค่า $G = 6.67 \times 10^{-11}$ (เมตร)^3/กิโลกรัม-(วินาที)^2

ก. 9.8×10^{-31} กิโลกรัม

ข. 9.1×10^{-31} กิโลกรัม

ค. 8.9×10^{-31} กิโลกรัม

ง. 9.1×10^{31} กิโลกรัม

42. ดวงจันทร์มีมวลเป็น 1.2% ของมวลโลกแรงโน้มถ่วงสัมพัทธ์ที่โลกกระทำต่อดวงจันทร์กับค่าแรงที่ดวงจันทร์กระทำต่อโลกเป็นไปตามข้อใด เมื่อค่า $G=6.67 \times 10^{-11}$ (เมตร)^3/กิโลกรัม-(วินาที)^2

ก. ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงจันทร์

ข. มากกว่า

ค. เท่ากัน

ง. น้อยกว่า

43. ช้าง 2 เชือกมีมวล 3×10^3 กิโลกรัม และ 3×10^4 กิโลกรัม ตามลำดับ อยู่ห่างกันสองเมตรจะมีแรงดึงดูดระหว่างมวลเท่าใด เมื่อค่า $G = 6.67 \times 10^{-11}$ (เมตร)^3/กิโลกรัม-(วินาที)^2

ก. 2.0×10^{-4} นิวตัน

ข. 3.0×10^{-3} นิวตัน

ค. 3.0×10^{3} นิวตัน

ง. 2.0×10^{4} นิวตัน

44. ลิฟต์มวล 2,000 กิโลกรัม ยึดไว้ด้วยสายเคเบิลที่ทนต่อความตึงได้สูงสุดไม่เกิน 25,000 นิวตัน ดังนั้นลิฟต์นี้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งสูงสุดเท่าใด (g = 10 เมตรต่อ(วินาที)^2)

    ก. 2.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

    ข. 10.0 เมตรต่อ(วินาที)^2

    ค. 22.5 เมตรต่อ(วินาที)^2

    ง. 35.0 เมตรต่อ(วินาที)^2

45. รถมวล 1,200 กิโลกรัม ถูกเร่งด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาทีเป็น 15 เมตรต่อวินาที ภายในเวลา 5 วินาที จงหาขนาดของแรงที่มากระทำ

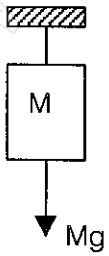
    ก. 240 นิวตัน

    ข. 1,200 นิวตัน

    ค. 6,000 นิวตัน

    ง. 15,000 นิวตัน

46. เมื่อแขวนวัตถุมวล M ติดกับเพดานด้วยเชือกซึ่งมีมวลน้อยมากดังรูป แรงใดเป็นแรงคู่กิริยาของน้ำหนักของวัตถุ



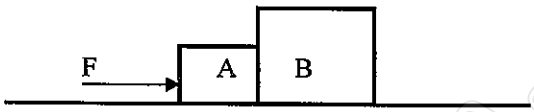
    ก. แรงที่เชือกดึงวัตถุ

    ข. แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ

    ค. แรงที่วัตถุดึงเชือก

    ง. แรงที่วัตถุดึงดูดโลก

47. จากรูปมวล A มีขนาด 10 กิโลกรัม มวล B มีขนาด 15 กิโลกรัม และแรง F มีขนาด 100 นิวตัน พื้นที่เป็นพื้นเกลี้ยง แรงปฏิกิริยาระหว่างมวล A และ B เป็นเท่าใด



ก. 20 นิวตัน

ข. 40 นิวตัน

ค. 60 นิวตัน

ง. 100 นิวตัน

48. ลิงตัวหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม และเส้นเชือกสามารถทนแรงได้ 400 นิวตัน ลิงต้องไต่ขึ้นหรือลงด้วยความเร่งเท่าใดเชือกจึงไม่ขาด (g = 10 เมตรต่อ(วินาที)^2)

ก. ไต่ลงด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อ(วินาที)^2

ข. ไต่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อ(วินาที)^2

ค. ไต่ขึ้นด้วยความเร่ง 3 เมตรต่อ(วินาที)^2

ง. ไม่มีข้อใดถูก

49. เมื่อออกแรง F กระทำต่อมวล m_1 ทำให้เกิดความเร่ง a_1 และใช้แรง F นี้กระทำต่อมวล m_2 ทำให้เกิดความเร่ง a_2 ถ้าเอามวลทั้งสองผูกเข้าด้วยกันแล้วออกแรงกระทำเท่าเดิมความเร่งจะมีค่าเท่าใด

ก. $(a_1 + a_2) /2$

ข. $F / (m_1 + m_2)$

ค. $a_1 + a_2$

ง. $m_1 / (m_1 + m_2)$

50. วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งจากสภาพอยู่นิ่งได้ระยะกระจัดเป็น 450 เมตรในเวลา 5 วินาที ข้อใดถูกต้อง

ก. วัตถุมีอัตราเร็วเฉลี่ย 90 เมตรต่อวินาที

ข. วัตถุมีความเร็วเฉลี่ย 90 เมตรต่อวินาที

ค. วัตถุมีความเร่งเฉลี่ย 90 เมตรต่อ(วินาที)^2

ง. วัตถุมีอัตราเร่งเฉลี่ย 90 เมตรต่อ(วินาที)^2

ภาคผนวก จ.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่องสมดุลกล ชุดที่ 1

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน)
ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

คำอธิบาย

1. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน
2. การตอบให้ตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมให้
3. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ แต่ละข้อจะมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ คือ ก. ข. ค. ง. ให้พิจารณาเลือกคำตอบที่เห็นว่า **ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด** เพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย ✕ ด้วยปากกาทับตัวอักษรนั้นในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ตัวอย่าง

(0) โลหะอย่างหนึ่งมีมวล 10 กรัม และมีปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร โลหะนี้จะมีความหนาแน่นเท่าใด

ก. 0.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 1.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 1.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 2.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

การตอบ

ข้อนี้คำตอบที่ถูกคือ 0.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น จึงเขียน ✕ ทับอักษร (ก) ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

(0) (ก) (ข) (ค) (ง)

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมก่อน แล้วจึงเขียน ✕ ทับอักษรที่เป็นคำตอบใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก (ก) เป็น (ค) ให้ทำดังนี้

(ก) (ข) (ค) (ง)

5. การทดเลขให้ทดในกระดาษทด **ห้าม**ทดในตัวข้อสอบ

1. สถานการณ์ใดต่อไปนี้ถือได้ว่าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล

   1. รถยนต์แล่นไปตามถนนโค้งด้วยอัตราเร็วคงตัว
   2. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงตัว
   3. แท่งไม้ไถลลงตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว
   4. รอกเดี่ยวตายตัวหมุนด้วยอัตราเร็วคงตัว

   คำตอบที่ถูกต้องคือ

   ก. ข้อ 1 และ 2

   ข. ข้อ 2 และ 3

   ค. ข้อ 2 และ 4

   ง. ข้อ 1, 2 และ 3

2. สมดุลต่อการหมุนคือข้อใด

   ก. คนนั่งชิงช้าที่กำลังหมุน

   ข. ล้อรถเพิ่มการหมุนด้วยอัตรา 25 รอบต่อวินาที

   ค. ลูกข่างหมุนอยู่บนพื้นด้วยอัตราการหมุนคงตัว

   ง. การที่บุมเมอแรงถูกขว้างให้หมุนออกจากมือ

3. เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับถุงทรายแล้วค่อย ๆ ดึงขึ้นด้วยความเร็วคงที่แรงลัพธ์ที่เกิดบนถุงทรายตรงกับข้อใด

   ก. เป็นศูนย์

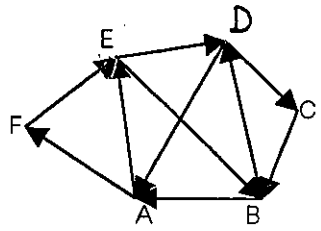
   ข. ขึ้นอยู่กับความเร็วของเครื่องชั่งสปริง

   ค. ไม่เป็นศูนย์และมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของเครื่องชั่งสปริง

   ง. ไม่เป็นศูนย์มีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของเครื่องชั่งสปริง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

4. จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ของชุดเวกเตอร์ดังรูป



ก. 0

ข. $\overrightarrow{ED}$

ค. $\overrightarrow{2DA}$

ง. $\overrightarrow{BA}$

5. สามเหลี่ยม ABC มี B เป็นมุมฉากด้าน AB, BC และ CA ยาวด้านละ 12 เซนติเมตร 9 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ ตามแนวของด้าน AB,BC มีแรงกระทำอยู่ 12 นิวตัน 9 นิวตัน ตามลำดับ จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

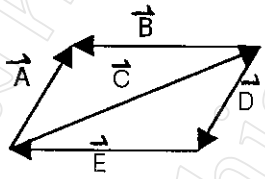
ก. 15 นิวตัน ทิศทางตามแนว AC

ข. 20 นิวตัน ทิศทางตามแนว AC

ค. 35 นิวตัน ทิศทางตามแนว CA

ง. 35 นิวตัน ทิศทางตามแนว AC

6. จากรูป $\vec{E}$ ตรงกับข้อใด



ก. $\vec{B}$

ข. $\vec{A}+\vec{B}$

ค. $-\vec{C}-\vec{D}$

ง. $\vec{A}-\vec{B}+\vec{C}$

7. เรือลากจูง 2 ลำลากเรือสินค้าเข้าเทียบท่าถ้ามุมระหว่างเชือกที่ใช้ลากจูงเท่ากับ 45 องศา โดยแรงดึงในเส้นเชือกแต่ละเส้นเท่ากับ 5 นิวตัน แรงลัพธ์ที่ใช้ลากเรือสินค้าเป็นเท่าใด

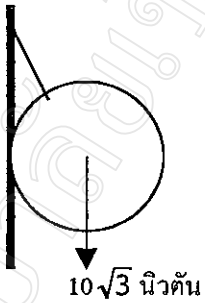
   ก. 6.0 นิวตัน

   ข. 6.8 นิวตัน

   ค. 8.0 นิวตัน

   ง. 9.2 นิวตัน

8. ผูกเชือกยาว 10 เซนติเมตร ไว้กับผิวของทรงกลมหนัก $10\sqrt{3}$ นิวตันรัศมี 10 เซนติเมตร ดังรูป อีกปลายหนึ่งผูกกับกำแพงเกลี้ยงเชือกมีความตึงเท่าใด



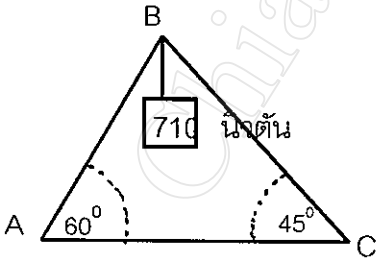
   ก. 15 นิวตัน

   ข. $10\sqrt{3}$ นิวตัน

   ค. 20 นิวตัน

   ง. $20\sqrt{3}$ นิวตัน

9. จงหาแรงอัดในคาน AB และ BC เมื่อจุดปลายทั้งหมดเป็นบานพับและคานทั้งสองเบามาก



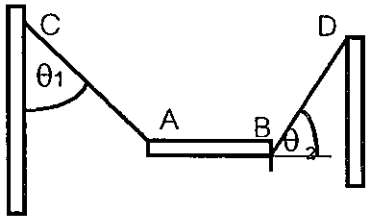
   ก. 250 นิวตัน 368 นิวตัน

   ข. 368 นิวตัน 450 นิวตัน

   ค. 368 นิวตัน 520 นิวตัน

   ง. 450 นิวตัน 520 นิวตัน

10. คานไม้สม่ำเสมอ AB ยาว 4 เมตร หนัก 5 นิวตัน อยู่สมดุลในระนาบดังรูป ถ้า $\theta_1=\theta_2=30^0$ จงหาแรงตึงของเส้นเชือก CA



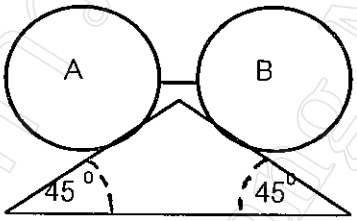
ก. 2.5 นิวตัน

ข. 3.5 นิวตัน

ค. $2.5\sqrt{3}$ นิวตัน

ง. 5.0 นิวตัน

11. วัตถุทรงกลมตัน 2 ก้อน ขนาดเท่ากัน หนักก้อนละ 1 กิโลกรัมสมดุลอยู่บนพื้นเอียงที่ไม่มีความเสียดทาน โดยเชือกที่ผูกอยู่ในแนวระดับระหว่างศูนย์กลางของวัตถุทั้งสองดังรูป แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าไร



ก. T = 10 นิวตัน

ข. $T = 10\sqrt{2}$ นิวตัน

ค. T = 20 นิวตัน

ง. $T = 20\sqrt{2}$ นิวตัน

12. เมื่อออกแรงดึงวัตถุมากขึ้นโดยที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่แรงเสียดทานเป็นอย่างไร

ก. ไม่เปลี่ยนแปลง

ข. เป็นศูนย์

ค. แปรผกผันกับแรงดึง

ง. แปรผันตรงกับแรงดึง

13. จากการออกแรงดึงแผ่นไม้ที่มีถุงทรายทับอยู่บนแผ่นไม้เมื่อเพิ่มจำนวนถุงทรายมากขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักรวมของถุงทรายและแผ่นไม้เป็นไปตามข้อใด

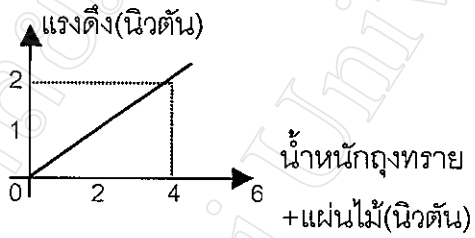
ก. แปรผันตรง

ข. แปรผกผัน

ค. แรงดึงแปรผันตรงกับกำลังสองของน้ำหนัก

ง. น้ำหนักแปรผกผันกับกำลังสองของแรงดึง

14. ผลการทดลองของการใช้แรงดึงแผ่นไม้บนพื้นราบโดยมีถุงทรายอยู่บนแผ่นไม้แล้วใช้แรงดึงพอดีให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ได้ความสัมพันธ์แสดงได้ดังกราฟ แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเป็นเท่าใด



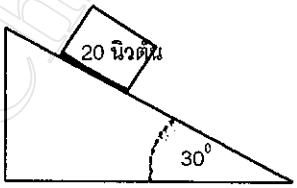
ก. 0.50

ข. 0.25

ค. 1.00

ง. 2.00

15. วัตถุหนัก 20 นิวตันวางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ถ้าวัตถุไถลลงด้วยความเร่ง (1/4)g สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เป็นเท่าใด



ก. 0.24

ข. 0.28

ค. 0.39

ง. 0.43

16. ข้อใดเป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน

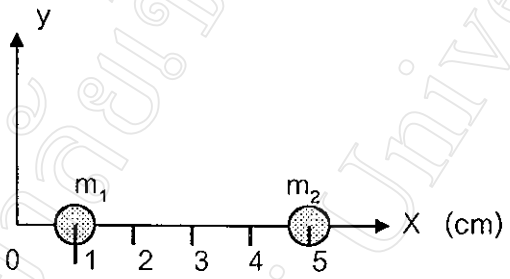
ก. รถติดหล่มคนขับขอร้องให้คนที่มาช่วยขึ้นนั่งบนรถ

ข. เจ้าของรถยนต์คันหนึ่งเปลี่ยนยางให้หน้ายางกว้างขึ้น

ค. ชายคนหนึ่งเดินขึ้นบนพื้นเอียงฝืดโดยพยายามทำตัวให้ตั้งฉากกับพื้นเอียงตลอดเวลา

ง. ถูกทุกข้อ

17. จากรูปตำแหน่งของมวล m_1 และมวล m_2 บนแกน X ซึ่งบอกระยะไว้เป็นเซนติเมตร ถ้า $m_1 = 3m_2$ จงหาตำแหน่งศูนย์กลางมวลของระบบมวลทั้งสอง



ก. -2 เซนติเมตรบนแกน X

ข. 2 เซนติเมตรบนแกน X

ค. 3 เซนติเมตรบนแกน X

ง. 4 เซนติเมตร บนแกน X

18. นำแผ่นกระดาษแข็งไปวางบนปลายมีดคมโดยให้ปลายมีดเป็นที่รองรับตรงจุดศูนย์ถ่วงพอดี เมื่อปล่อยมือแผ่นกระดาษจะวางตัวอย่างไร

ก. ปลายมีดจะเจาะทะลุแผ่นกระดาษ

ข. แผ่นกระดาษจะหมุนรอบปลายมีด

ค. แผ่นกระดาษจะยังคงอยู่บนปลายมีด

ง. แผ่นกระดาษจะตกลงมาจากปลายมีด

19. แรงคู่ควบ 2 คู่ กระทำต่อวัตถุเดียวกันแล้ววัตถุอยู่ในสภาพสมดุลได้นั้นจะเป็นไปตามข้อใด

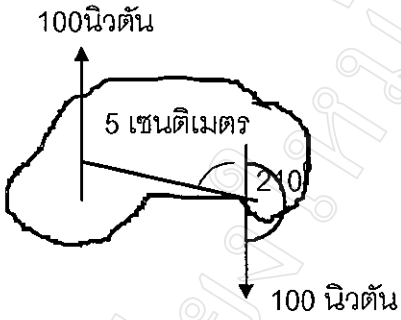
ก. โมเมนต์ของแรงคู่ควบทั้งสองคู่เท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้าม

ข. ขนาดของแรงคู่ควบทั้งสองคู่เท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม

ค. แรงลัพธ์ของแรงคู่ควบทั้งสองคู่เท่ากันและอยู่ในแนวเดียวกัน

ง. คำตอบเป็นอย่างอื่น

20. จากรูปจงหาขนาดของโมเมนต์ของแรงคู่ควบ



ก. 2.5 นิวตัน-เมตร

ข. 5.0 นิวตัน-เมตร

ค. 7.5 นิวตัน-เมตร

ง. 10.0 นิวตัน-เมตร

21. ลักษณะของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่จะทำให้เกิดสภาพสมดุลสัมบูรณ์ได้นั้นจะต้องเป็นไปตามข้อใด

1. แรงทุกแรงต้องกระทำผ่านจุดเดียวกัน
2. โมเมนต์ลัพธ์ของแรงรอบจุดใด ๆ ต้องมีค่าเป็นศูนย์
3. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

คำตอบที่ถูกคือ

ก. ข้อ 1 และ 2

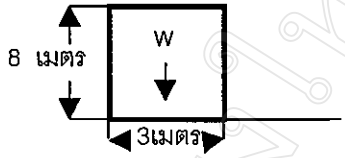
ข. ข้อ 1 เท่านั้น

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

22. จากรูปวัตถุหนัก 100 นิวตัน สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตระหว่างวัตถุกับพื้นคือ 0.3 สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์คือ 0.25และค่า g =10 เมตรต่อ(วินาที)^2 ถ้าออกแรง 25 นิวตันขนานกับพื้นราบและสูงจากพื้น 5 เมตร วัตถุจะอยู่ในสภาพอย่างไร



ก. ล้มคว่ำ

ข. เริ่มไถล

ค. สมดุลอย่างเดิม

ง. ไถลด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อ(วินาที)^2

23. คานสม่ำเสมอยาว 4 เมตร หนัก 50 นิวตัน วางบนเสาสองต้นโดยให้ปลายสองข้างวางข้างละเสา ถ้ามีน้ำหนัก 100 นิวตันแขวนที่ตำแหน่งห่างจากเสาต้นหนึ่ง 1 เมตร เสาข้างนั้นจะรับน้ำหนักเท่าไร

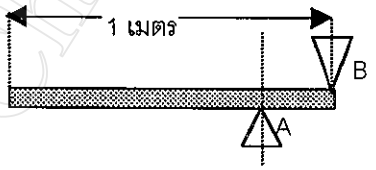
ก. 50 นิวตัน

ข. 75 นิวตัน

ค. 100 นิวตัน

ง. 150 นิวตัน

24. คานหนัก 50 นิวตัน ยาว 1 เมตร จงหาว่าระยะห่างระหว่าง A และ B จะต้องเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ฐาน Aรับแรงเท่ากับ 250 นิวตัน



ก. 10 เซนติเมตร

ข. 20 เซนติเมตร

ค. 30 เซนติเมตร

ง. 43 เซนติเมตร

25. ประตูกว้าง 1 เมตร สูง 2.50 เมตร หนัก 16 กิโลกรัม ถูกยึดด้วยบานพับ 2 อัน บานพับอันบนห่างจากปลายบน 50 เซนติเมตร อันล่างห่างจากปลายล่าง 50 เซนติเมตร ถ้าบานพับทั้งสองรับแรงเท่ากันแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อบานพับในแนวระดับทั้งสองเป็นเท่าใด

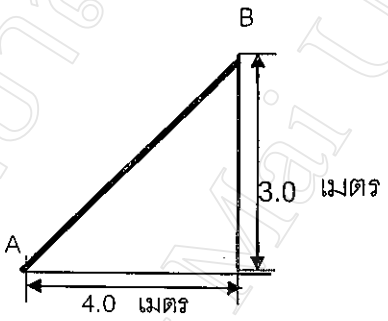
    ก. 35.3 นิวตัน

    ข. 53.3 นิวตัน

    ค. 55.0 นิวตัน

    ง. 57.5 นิวตัน

26. บันไดยาว 5.0 เมตร หนัก 90 นิวตัน วางพิงกำแพงสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างกำแพงกับบันไดเป็น 0.20 ดังรูป เมื่อชายคนหนึ่งหนัก 600 นิวตัน เดินขึ้นบันไดห่างเชิงบันได 2.0 เมตร บันไดเริ่มเลื่อนพอดี สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน ระหว่างบันไดกับพื้นมีค่าเท่าใด



(รูป)

    ก. 0.20

    ข. 0.28

    ค. 0.30

    ง. 0.48

27. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

    1. สมดุลสะเทินระดับจุดศูนย์ถ่วงไม่เปลี่ยน
    2. กรวยแหลมจะตั้งอยู่ได้เมื่อวางตั้งให้ยอดแหลมและจุดศูนย์ถ่วงอยู่ในแนวเส้นดิ่งเดียวกัน
    3. ลูกเปตองมีลักษณะสมดุลเดียวกันกับลูกเทนนิสที่มีขนาดเดียวกัน

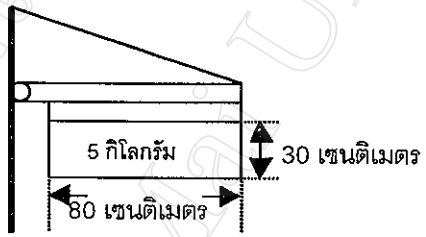
        ก. ข้อ 1 และ 2 ถูก

        ข. ข้อ 1 และ 3 ถูก

        ค. ข้อ 1 , 2 และ 3 ถูก

        ง. ไม่มีข้อใดเลยที่กล่าวถูกต้อง

28. แขวนป้ายมวล 5 กิโลกรัม กว้าง 30 เซนติเมตรยาว 80 เซนติเมตรไว้กับคานเบายาว 100 เซนติเมตร โดยคานถูกยึดไว้กับผนังกำแพงด้วยบานพับและลวดดังรูป บานพับออกแรงกระทำกับคานในแนวดิ่งกี่นิวตัน



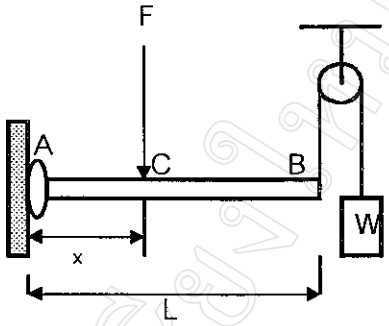
    ก. 5.3 นิวตัน

    ข. 12.4 นิวตัน

    ค. 19.6 นิวตัน

    ง. 37.1 นิวตัน

29. X จะต้องมีค่าเท่าใดจึงจะทำให้คาน AB อยู่ในแนวระดับ เมื่อปลาย A ติดบานพับไว้กับกำแพง



ก. $X = 2WL / F$

ข. $X = WL / F$

ค. $X = FL / W$

ง. $X = F / WL$

30. ถ้าต้องการให้ออกแรงน้อย เมื่อใช้ไขควงหมุนตะปูควง ไขควงควรมีลักษณะอย่างไร

ก. ความยาวของไขควงน้อย

ข. ความยาวของไขควงมาก

ค. ด้ามไขควงเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับความกว้างของปลายไขควง

ง. ด้ามไขควงใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับความกว้างของปลายไขควง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ฉ.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ฉบับที่ 2

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน)
ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

คำอธิบาย

1. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน
2. การตอบให้ตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมให้
3. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ แต่ละข้อจะมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ คือ ก. ข. ค. ง. ให้พิจารณาเลือกคำตอบที่เห็นว่า **ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด** เพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย ✕ ด้วยปากกาทับตัวอักษรนั้นในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ตัวอย่าง	**การตอบ**
(0) โลหะอย่างหนึ่งมีมวล 10 กรัม และมีปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร โลหะนี้จะมีความหนาแน่นเท่าใด ก. 0.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 1.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 1.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 2.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร	ข้อนี้คำตอบที่ถูกคือ 0.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น จึงเขียน ✕ ทับอักษร (ก) ในกระดาษคำตอบ ดังนี้ (0) (ก) (ข) (ค) (ง)

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมก่อน แล้วจึงเขียน ✕ ทับอักษรที่เป็นคำตอบใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก (ก) เป็น (ค) ให้ทำดังนี้

(ก) (ข) (ค) (ง)

5. การทดเลขให้ทดในกระดาษทด **ห้าม**ทดในตัวข้อสอบ

1. วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลกลนั้นจะต้องเป็นไปตามข้อใด

   1. หยุดนิ่ง
   2. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
   3. หมุนด้วยอัตราเร็วคงตัว
   4. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว

   คำตอบที่ถูกต้องคือ

   ก. ข้อ 1 และ 2

   ข. ข้อ 1, 2 และ 3

   ค. ข้อ 4 เท่านั้น

   ง. สรุปไม่ได้

2. วัตถุที่สมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุนพร้อมกันคือข้อใด

   ก. การเคลื่อนที่ขึ้นของลิฟต์

   ข. ถุงทรายวางอยู่บนโต๊ะ

   ค. กล่องดินสอไถลลงบนพื้นเอียง

   ง. ล้อรถซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

3. เมื่อนำถุงทรายมาเกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริงแล้วถือให้อยู่นิ่งแรงลัพธ์บนถุงทรายเป็นเท่าใด

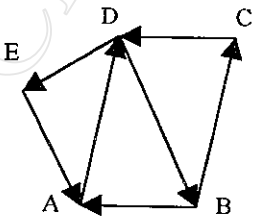
   ก. เป็นศูนย์

   ข. เท่ากับแรงที่ใช้ในการถือเครื่องชั่ง

   ค. เท่ากับน้ำหนักของถุงทราย

   ง. ขึ้นอยู่กับความสูงจากระดับอ้างอิง

4. จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ของชุดเวกเตอร์ดังรูป



   ก. $\overrightarrow{EA}$

   ข. $\overrightarrow{DB}$

   ค. $\overrightarrow{BC}$

   ง. $\overrightarrow{BA}$

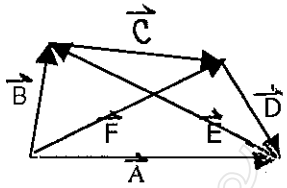
5. แรง 2 แรงแต่ละแรงมีขนาด 20 นิวตันกระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่งโดยทำมุม 120 องศาซึ่งกันและกัน ขนาดของแรงลัพธ์มีค่ากี่นิวตัน

ก. 20 นิวตัน

ข. 28 นิวตัน

ค. 34 นิวตัน

ง. 40 นิวตัน

6. 

จากรูป $\vec{E}$ ตรงกับข้อใด

ก. $\vec{B} - \vec{A}$

ข. $\vec{A} + \vec{B}$

ค. $\vec{C} + \vec{D}$

ง. $\vec{D} - \vec{C}$

7. แรงขนาด 4 นิวตันสองแรงทำมุมต่อกันเป็นมุม 60 องศาแรงลัพธ์ของแรงทั้งสองมีขนาดเป็นเท่าใด

ก. $2\sqrt{3}$ นิวตัน

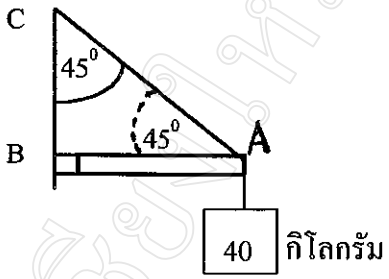
ข. $4\sqrt{3}$ นิวตัน

ค. 4 นิวตัน

ง. 16 นิวตัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

8. คานเบา AB มีเชือกโยงมาจาก C บนกำแพงดิ่งมาผูกที่ A และมีมวล 40 กิโลกรัม แขวนที่ปลาย A จงหาแรงอัด ในคาน AB เมื่อระบบสมดุล ($g = 10$ เมตร/(วินาที)^2)



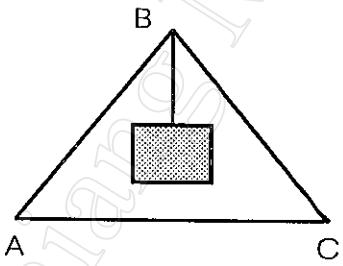
ก. 20 นิวตัน

ข. 40 นิวตัน

ค. 100 นิวตัน

ง. 400 นิวตัน

9. กรอบไม้สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC ยาวด้านละ 2 เมตร แขวนรูปภาพไว้ภายในดังรูป รูปภาพหนัก 20 นิวตัน จงหาแรงที่กระทำด้าน AB หรือ BC เนื่องจากรูปที่แขวน



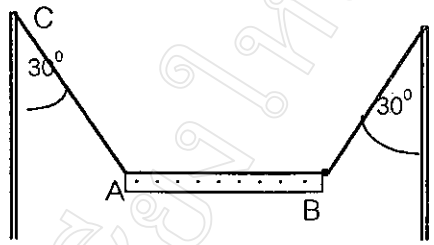
ก. 10.00 นิวตัน

ข. 11.54 นิวตัน

ค. 15.20 นิวตัน

ง. 20.00 นิวตัน

10. คาน AB ยาว 2 เมตรหนัก 3 นิวตัน แขวนไว้ด้วยเชือก 2 เส้นเมื่อคานสมดุลดังรูป จงหาความตึงของเส้นเชือก



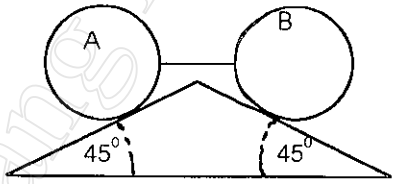
ก. 1.5 นิวตัน

ข. $\sqrt{3}$ นิวตัน

ค. $2\sqrt{3}$ นิวตัน

ง. 3 นิวตัน

11. วัตถุทรงกลมตัน 2 ก้อนขนาดเท่ากัน หนักก้อนละ 20 นิวตันสมดุลอยู่บนพื้นเอียงที่ไม่มีความเสียดทานโดยเชือกที่ผูกอยู่ในแนวระดับระหว่างศูนย์กลางของวัตถุทั้งสองดังรูป แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าไร



ก. $T = 10/\sqrt{2}$ นิวตัน

ข. $T = 20/\sqrt{2}$ นิวตัน

ค. $T = 20\sqrt{2}$ นิวตัน

ง. T = 20 นิวตัน

12. รถวิ่งบนถนนแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีทิศทางอย่างไร

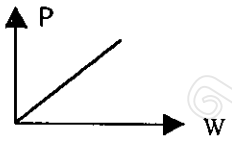
ก. ไปข้างหน้า

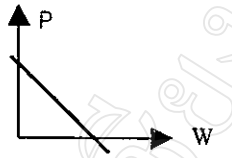
ข. ไปข้างหลัง

ค. ตั้งฉากกับถนน

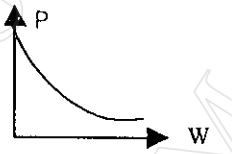
ง. สรุปไม่ได้

13. ถ้าเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงดึง P และน้ำหนักรวมของถุงทรายกับแผ่นไม้ W จะได้กราฟรูปใด

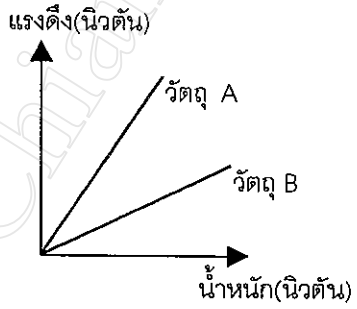
ก. 

ข. 

ค.

ง. 

14. จากรูปเป็นกราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ A และวัตถุ B บนพื้นราบชนิดเดียวกัน โดยออกแรงขนานกับพื้นนั้น



จากกราฟคำกล่าวใดถูกต้อง

ก. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานวัตถุทั้งสองเท่ากัน

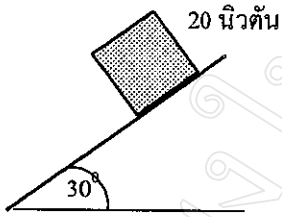
ข. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตวัตถุ A มากกว่าวัตถุ B

ค. ณ ค่าแรงดึงเท่ากันพบว่ามวลวัตถุ A น้อยกว่ามวลวัตถุ B

ง. ถูกทั้ง ข้อ ข. และ ค.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

15. วัตถุหนึ่งหนัก 20 นิวตันวางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม 30 องศากับแนวระดับถ้าวัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง $\frac{1}{6}$ g ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เป็นเท่าไร



ก. $\mu_k = 0.39$

ข. $\mu_k = 0.40$

ค. $\mu_k = 0.42$

ง. $\mu_k = 0.47$

16. ส่วนใดของจักรยานที่ต้องใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทาน

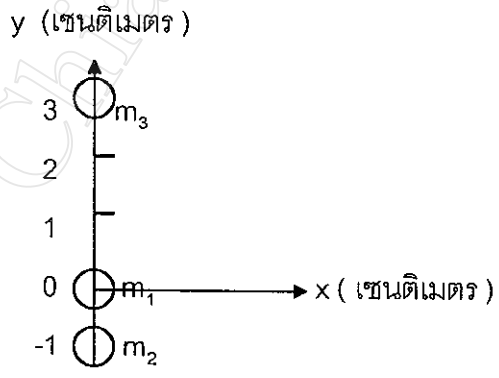
ก. คอจักรยาน

ข. แกนล้อจักรยาน

ค. บันไดบริเวณเท้าเหยียบ

ง. ไม่มีข้อถูก

17. จากรูปมวล m_1 m_2 และ m_3 มีค่าเท่ากับ 10, 20 และ 25 กิโลกรัมตามลำดับ จุดศูนย์กลางมวลของระบบ (Y เซนติเมตร) จะอยู่ ณ ตำแหน่งใดบนแกน Y



ก. -1 เซนติเมตร

ข. 0 เซนติเมตร

ค. 1 เซนติเมตร

ง. 1.5 เซนติเมตร

18. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

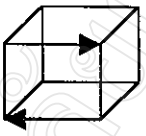
ก. ในบริเวณที่ค่า g คงที่จุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์ถ่วงจะเป็นจุดเดียวกัน

ข. ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวลวัตถุนี้จะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน

ค. ถ้าออกแรงผ่านจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุจะทำให้มวลวัตถุทุกส่วนเกิดการเคลื่อนที่พร้อมกัน

ง. ถูกทุกข้อ

19. มีแรงกระทำต่อวัตถุดังรูปถ้าจะให้วัตถุสมดุลจะต้องใส่แรงคู่ใด



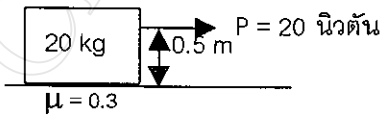
ก.

ข.

ค.

ง.

20. จากรูปจงหาขนาดของโมเมนต์ของแรงคู่ควบของแรง P



ก. 10 นิวตัน- เมตร

ข. 20 นิวตัน-เมตร

ค. 30 นิวตัน-เมตร

ง. 35 นิวตัน-เมตร

21. แรงขนานหลายแรงกระทำต่อวัตถุเดียวกัน วัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพสมดุลสัมบูรณ์ได้จะต้องเป็นไปตามข้อใดบ้างต่อไปนี้

    1. แรงลัพธ์ของแรงทั้งหมดมีค่าเท่ากับศูนย์
    2. แรงลัพธ์ของแรงทั้งหมดต้องผ่านจุดศูนย์กลางมวล
    3. โมเมนต์ลัพธ์ของแรงทั้งหมดมีค่าเท่ากับศูนย์

    คำตอบที่ถูกต้อง

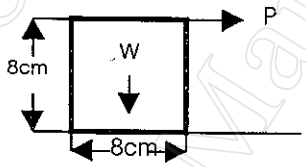
    ก. ข้อ 1

    ข. ข้อ 1 และ 2

    ค. ข้อ 1 และ 3

    ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

22. จากรูปวัตถุหนัก 1 นิวตัน สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นคือ 0.75 แรง P มีค่า 0.7 นิวตันวัตถุจะอยู่ในสภาพอย่างไร



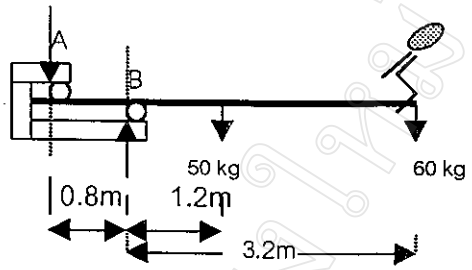
    ก. ล้มคว่ำ

    ข. เริ่มไถล

    ค. สมดุลอย่างเดิม

    ง. ไถลด้วยความเร่ง 0.49 เมตรต่อ(วินาที)^2

23. นักกระโดดน้ำคนหนึ่งยืนอยู่ที่ปลายด้านหนึ่งของกระดานสำหรับกระโดดน้ำซึ่งหนัก 50 กิโลกรัม และยาว 4 เมตร เมื่อนักกระโดดน้ำมวล 60 กิโลกรัม จงหาแรงกระทำที่จุด A



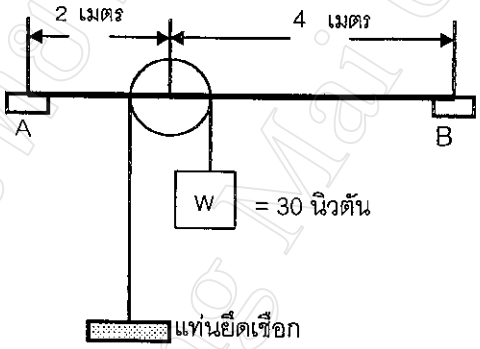
ก. 588 นิวตัน

ข. 882 นิวตัน

ค. 3088 นิวตัน

ง. 4166 นิวตัน

24. จากรูป แรงที่จุดรองรับ A และ B จะมีค่าเท่าใด



ก. A = 10 นิวตัน และ B = 40 นิวตัน

ข. A = 20 นิวตัน และ B = 10 นิวตัน

ค. A = 20 นิวตัน และ B = 40 นิวตัน

ง. A = 40 นิวตัน และ B = 20 นิวตัน

25. บานหน้าต่างสม่ำเสมอหนัก 1.2 กิโลกรัม จุดศูนย์กลางมวลห่างจากบานพับ 1 เมตร บานพับติดกับกำแพงในแนวดิ่ง ห่างกัน 2 เมตร จงหาแรงปฏิกิริยาที่บานพับตัวบนซึ่งรับน้ำหนักตัวเดียว

ก. 6.00 นิวตัน

ข. 8.50 นิวตัน

ค. 13.42 นิวตัน

ง. 14.50 นิวตัน

26. บันไดอันหนึ่งหนัก 100 นิวตัน พิงกำแพงเกลี้ยงปลายบันไดสูงจากพื้น 4 เมตร โคนบันไดห่างจากกำแพง 4 เมตร แรงที่บันไดกดพื้นเป็นเท่าใด

ก. 50 นิวตัน

ข. 100 นิวตัน

ค. $50\sqrt{5}$ นิวตัน

ง. 150 นิวตัน

27. เสถียรภาพของวัตถุจะมีมากขึ้นเมื่อกระทำดังข้อใด

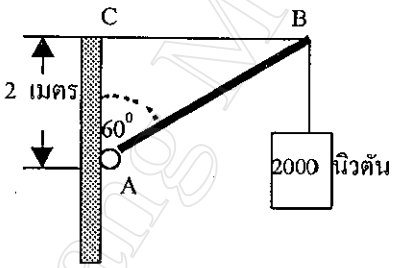
ก. เพิ่มน้ำหนักของวัตถุ

ข. เพิ่มขนาดของฐานของวัตถุ

ค. ทำให้ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุต่ำลง

ง. ถูกทุกข้อ

28. ในห้องจัดเลี้ยงแห่งหนึ่งต้องการติดโคมไฟมีน้ำหนัก 2000 นิวตัน ผูกกับลวดแล้วคล้องไว้กับปลายคานเบาดังรูป ช่างต้องหาบานพับที่ทนต่อแรงลัพธ์เท่าใดมาติดไว้ที่ปลายคาน ณ จุด A แล้วระบบยังสมดุลอยู่ได้



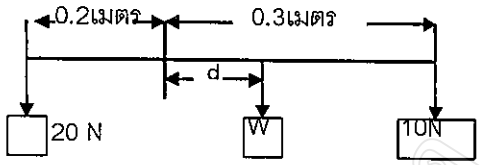
ก. 4000/3 นิวตัน

ข. 2000 นิวตัน

ค. $2000\sqrt{3}$ นิวตัน

ง. 4000 นิวตัน

29. ในกรณีที่ต้องการความสมดุลดังรูป ค่าของ W และ d จะต้องสัมพันธ์กันอย่างไร



ก. $W = d^{-2}$

ข. $W = 2d^{-1}$

ค. $W = d^{-1}$

ง. $W = d$

30. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงมีค่าเป็น cosec θ เมื่อ θ คือมุมของระนาบเอียง
2. การได้เปรียบเชิงกลหมายถึง อัตราส่วนของแรงที่ได้ต่อแรงที่ให้มีค่าเป็น 1
3. การได้เปรียบเชิงกลของล้อและเพลาคือ อัตราส่วนของรัศมีของล้อต่อรัศมีเพลา

ก. ข้อ 1 ถูก

ข. ข้อ 1 และ 2 ถูก

ค. ข้อ 2 และ 3 ถูก

ง. ข้อ 1 และ 3 ถูก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ช.

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ฉบับที่ 1 (ก่อนเรียน) และฉบับที่ 2 (หลังเรียน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	.44	.64	26	.58	.48
2	.75	.28	27	.81*	.33
3	.58	.48	28	.82*	.71
4	.75	.43	29	.63	.57
5	.83*	.55	30	.76	.53
6	.57	.45	31	.80	.31
7	.54	.25	32	.25	.32
8	.60	.52	33	.58	.48
9	.68	.38	34	.38	.55
10	.62	.65	35	.34	.39
11	.80	.42	36	.73	.50
12	.26	.19*	37	.68	.66
13	.64	.63	38	.29	.18*
14	.47	.44	39	.26	.47
15	.70	.63	40	.57	.71
16	.55	.23	41	.33	.28
17	.77	.24	42	.47	.28
18	.68	.32	43	.30	.29
19	.71	.25	44	.42	.48
20	.75	.23	45	.65	.61
21	.93*	.29	46	.28	.59
22	.77	.42	47	.25	.23
23	.51	.29	48	.38	.36
24	.30	.54	49	.54	.56
25	.68	.27	50	.45	.47
เฉลี่ย				.57	.43

* ค่า p ที่มากกว่า .80 และค่า r ที่มีค่าน้อยกว่า .20 ยังคงไว้เพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางที่ แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) วิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	.50	.54	16	.70	.21
2	.74	.57	17	.44	.49
3	.58	.32	18	.79	.48
4	.71	.25	19	.39	.43
5	.20	.31	20	.40	.53
6	.47	.25	21	.34	.57
7	.35	.31	22	.62	.57
8	.51	.14*	23	.56	.28
9	.29	.20	24	.45	.54
10	.37	.44	25	.43	.18*
11	.28	.53	26	.75	.30
12	.52	.71	27	.43	.16*
13	.85*	.59	28	.35	.40
14	.54	.78	29	.59	.38
15	.41	.22	30	.50	.65
เฉลี่ย				.50	.41

* ค่า p ที่มากกว่า .80 และค่า r ที่มีค่าน้อยกว่า .20 ยังคงไว้อยู่เพราะจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์

ตารางที่ แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) วิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

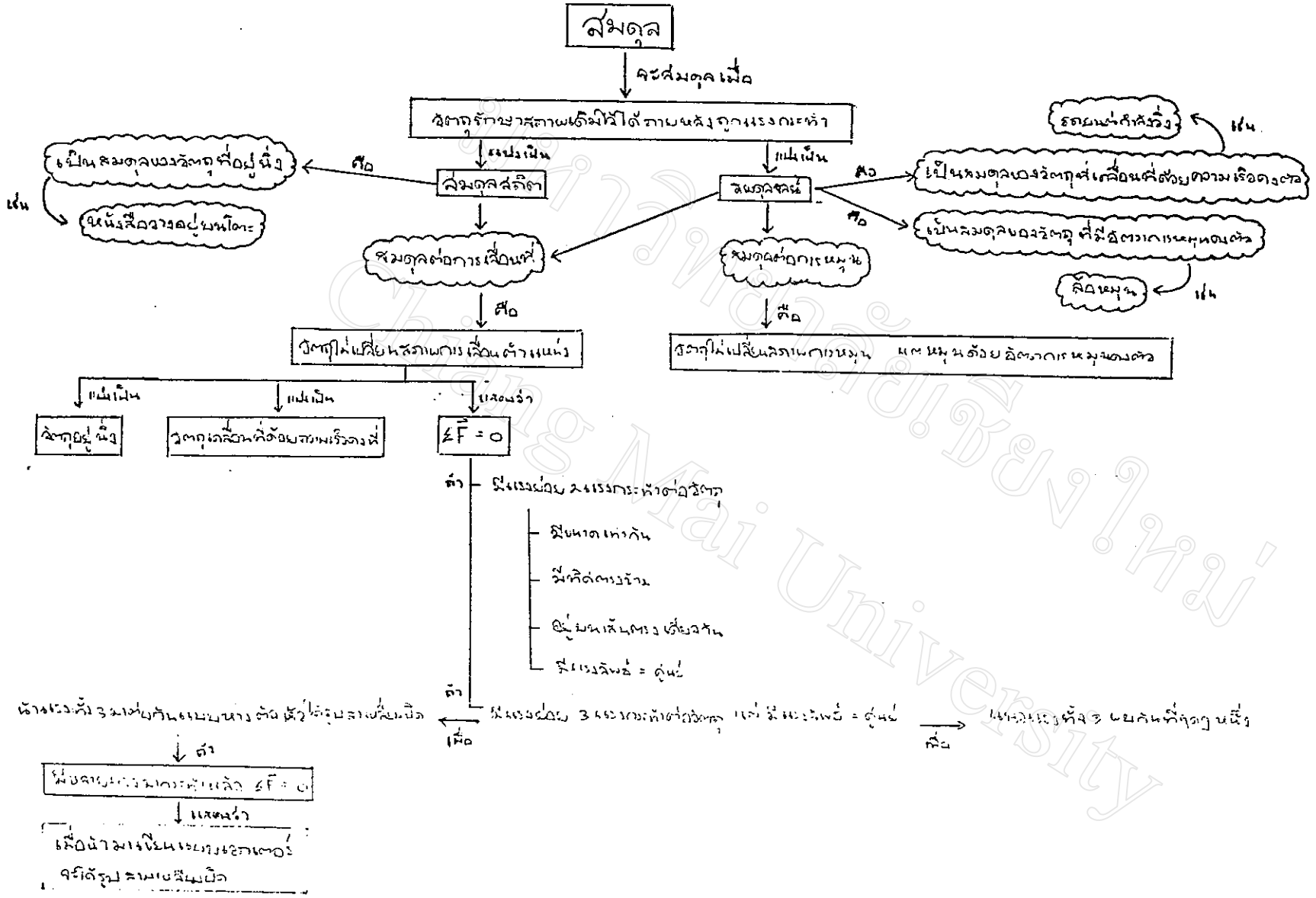
ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	.51	.44	16	.32	.54
2	.67	.35	17	.65	.59
3	.50	.46	18	.61	.18*
4	.51	.55	19	.74	.64
5	.38	.56	20	.49	.44
6	.47	.44	21	.28	.20
7	.72	.54	22	.40	.24
8	.77	.70	23	.55	.26
9	.46	.20	24	.42	.36
10	.59	.30	25	.40	.24
11	.28	.28	26	.24	.30
12	.20	.26	27	.79	.57
13	.78	.47	28	.45	.41
14	.41	.20	29	.56	.48
15	.36	.38	30	.55	.50
เฉลี่ย				.50	.40

* ค่า p ที่มากกว่า .80 และค่า r ที่มีค่าน้อยกว่า .20 ยังคงไว้เพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์

ภาคผนวก ซ.

ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การหาเวกเตอร์ลัพธ์โดยวิธีการสร้างรูป

ทำได้โดย

การวาดรูปแบบหางต่อหัว

แบ่งเป็น

การบวกเวกเตอร์

ทำได้โดย

วาดรูปเวกเตอร์ทั้งหมดที่จะนำมารวมกันโดยให้หัวของเวกเตอร์ตัวที่ 1 ต่อกับหางของเวกเตอร์ตัวที่ 2 และหัวของเวกเตอร์ตัวที่ 2 ก็ไปต่อกับหางของเวกเตอร์ตัวต่อๆ ไปจนหมด แล้วเวกเตอร์ลัพธ์ก็คือเวกเตอร์ที่ลากจากหางของเวกเตอร์ตัวแรกไปยังหัวของเวกเตอร์ตัวสุดท้าย

หมายเหตุ

ถ้าเป็นเวกเตอร์ของแรง ถ้าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล เมื่อวาดเวกเตอร์แบบหางต่อหัว เราจะได้รูปหลายเหลี่ยมปิด แสดงว่า $\Sigma \vec{F} = 0$ (แรงลัพธ์ = 0)

หมายเหตุ

การสลบเวกเตอร์

ทำได้โดย

เช่น $\vec{A} - \vec{B}$ หาได้จากการวาดเวกเตอร์ $(-\vec{B})$ แล้วหาเวกเตอร์ $\vec{A} + (-\vec{B})$

แบ่ง

โดย

ทำได้โดย

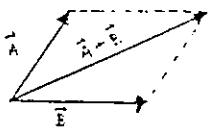
ใช้การสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานแทนเวกเตอร์

แบ่งเป็น

การบวกเวกเตอร์

ทำได้โดย

วาดเวกเตอร์ที่จะนำมารวมกันแบบหางต่อหาง แล้วเขียนรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของเวกเตอร์ เวกเตอร์ลัพธ์ก็คือ เวกเตอร์ซึ่งเป็นเส้นแทยงมุมที่ลากจากจุดเชื่อมระหว่างเวกเตอร์ที่นำมารวมกันทั้งสองออกไป ดังรูป



หมายเหตุ

การบวกเวกเตอร์มีสมบัติการสลับที่

แบ่งเป็น

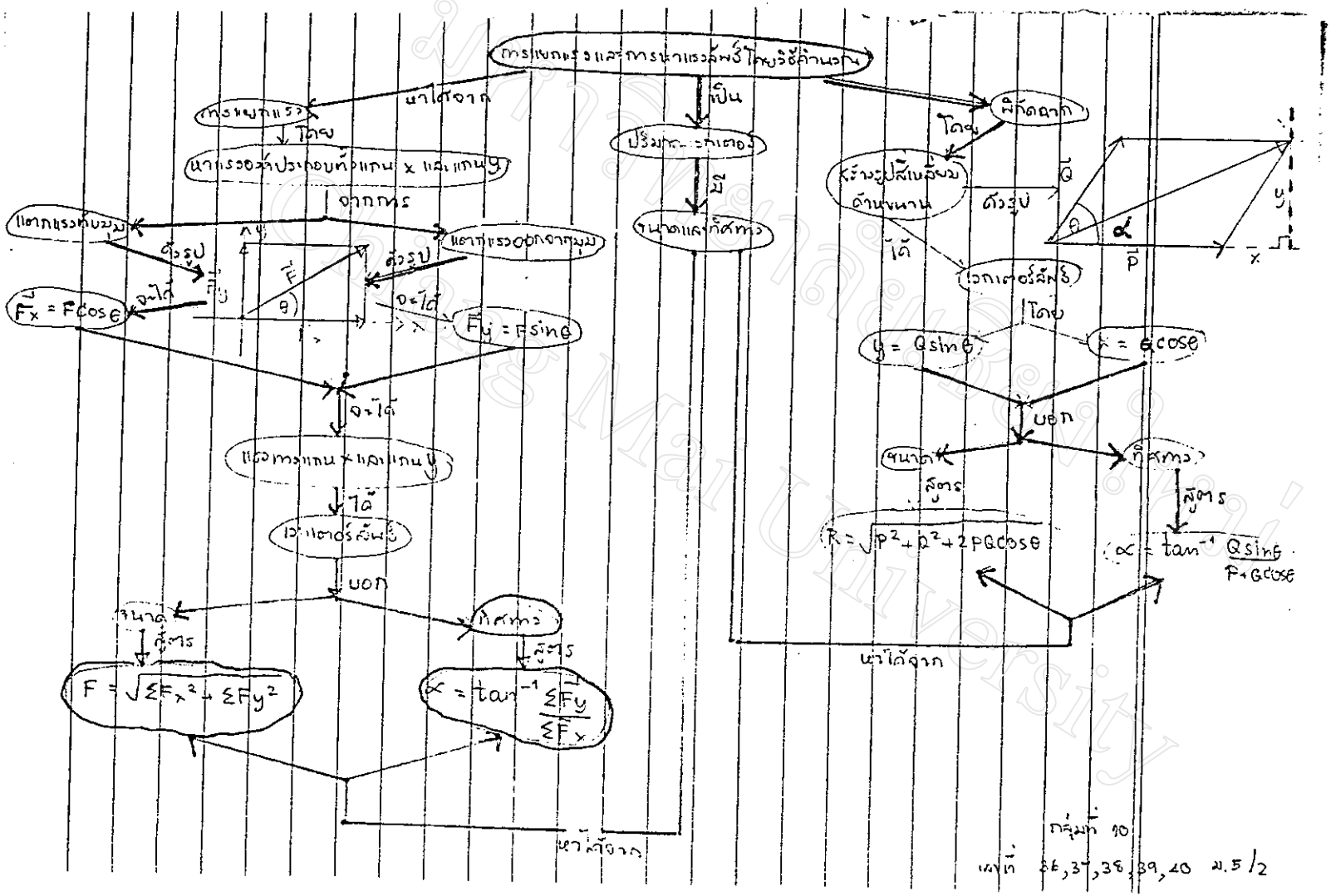
การสลบเวกเตอร์

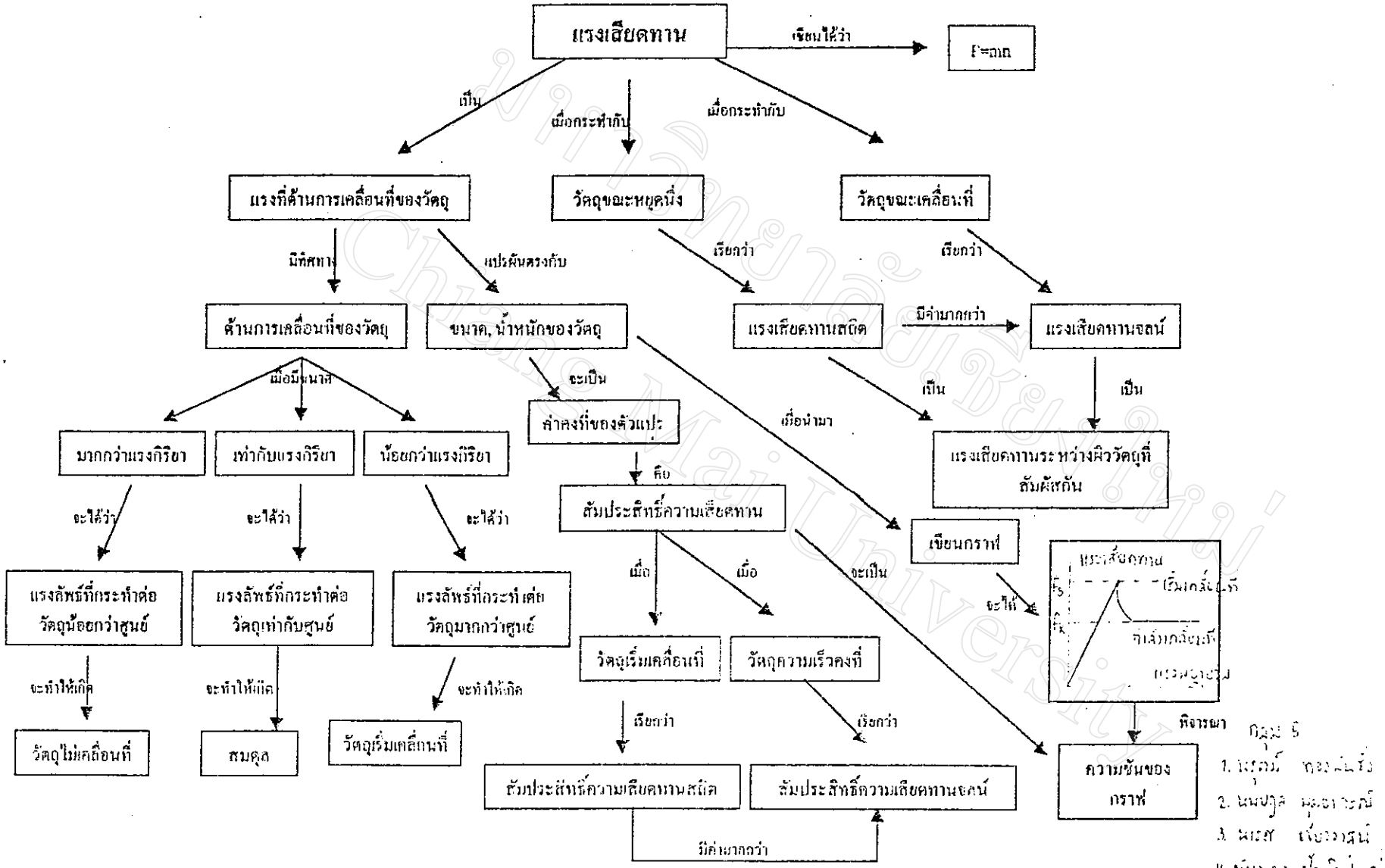
ทำได้โดย

เช่น $\vec{A} - \vec{B}$ หาได้จากการวาดเวกเตอร์ $(-\vec{B})$ แล้วหาเวกเตอร์ $\vec{A} + (-\vec{B})$

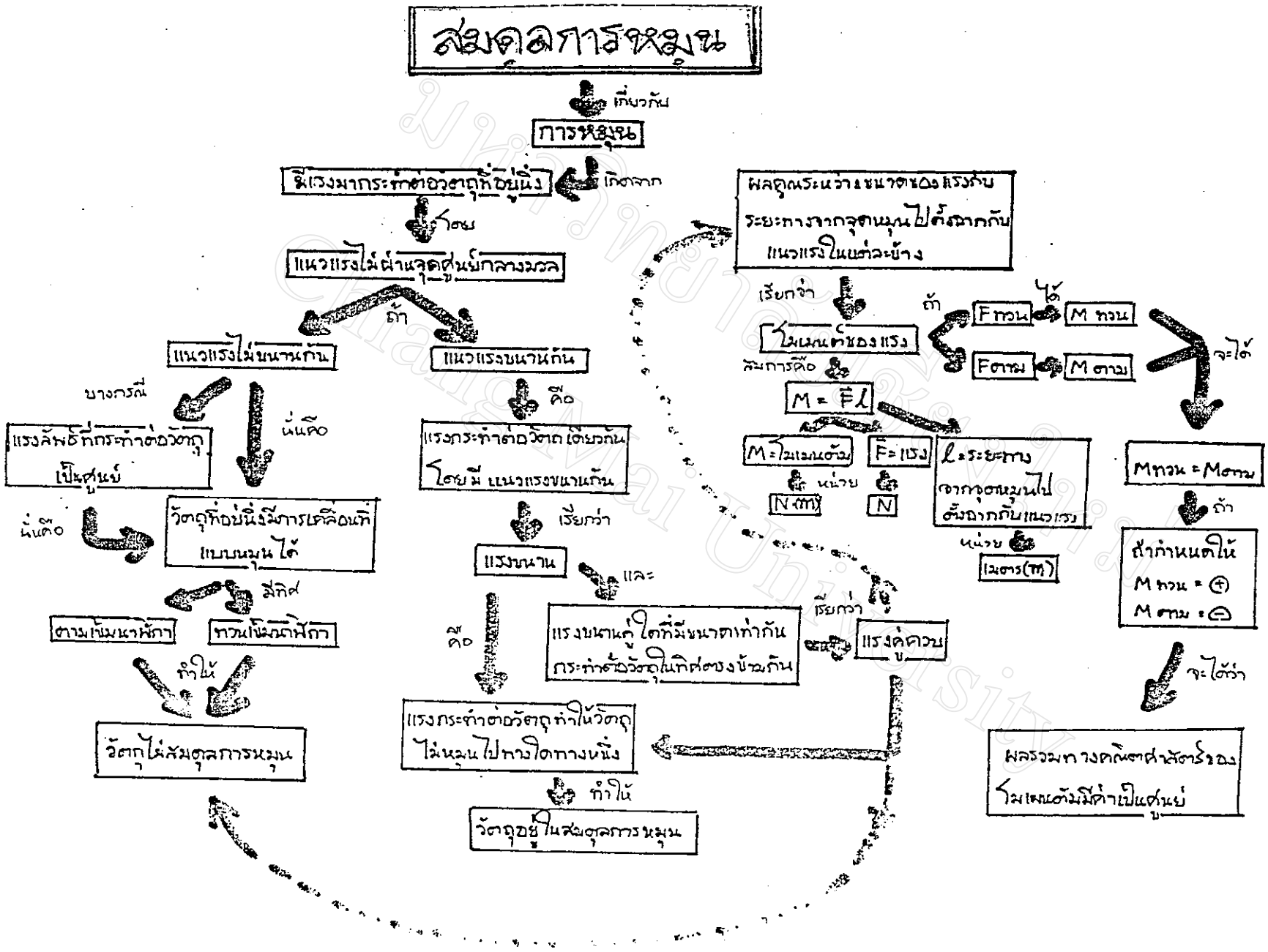
โดย

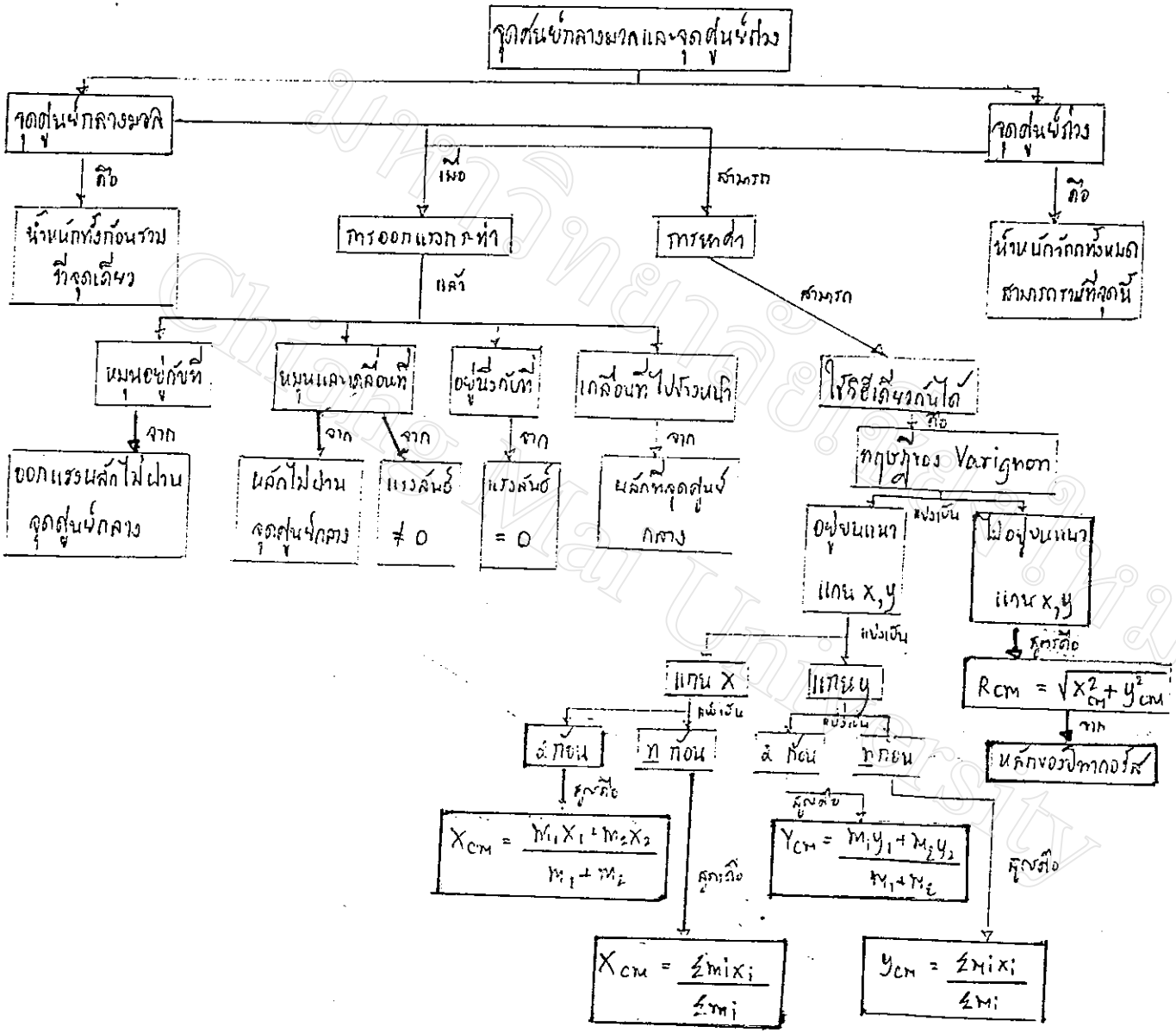
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University


การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณ
เป็น
ปริมาณเวกเตอร์
มีทิศทาง
หาได้จาก
การหาแรง?
โดย
หาแรงองค์ประกอบที่แกน x และแกน y
จากการ
แตกแรงทีละแรง
แตกแรงหลายแรงพร้อมกัน
ตัวรูป
ตัวรูป
จะได้
จะได้
$F_x = F\cos\theta$
$F_y = F\sin\theta$
แรงทุกแรงบนแกน x และแกน y
ได้
เวกเตอร์ลัพธ์
บอก
จำนวน
ทิศทาง
สูตร
สูตร
$F = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2}$
$\alpha = \tan^{-1}\frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$
หาได้จาก
ร่างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
ตัวรูป
ได้
เวกเตอร์ลัพธ์
โดย
$y = Q\sin\theta$
$x = Q\cos\theta$
บอก
จำนวน
ทิศทาง
สูตร
สูตร
$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta}$
$\alpha = \tan^{-1}\frac{Q\sin\theta}{P+Q\cos\theta}$
กลุ่มที่ 10
เลขที่ 36, 37, 38, 39, 40 ม.5/2



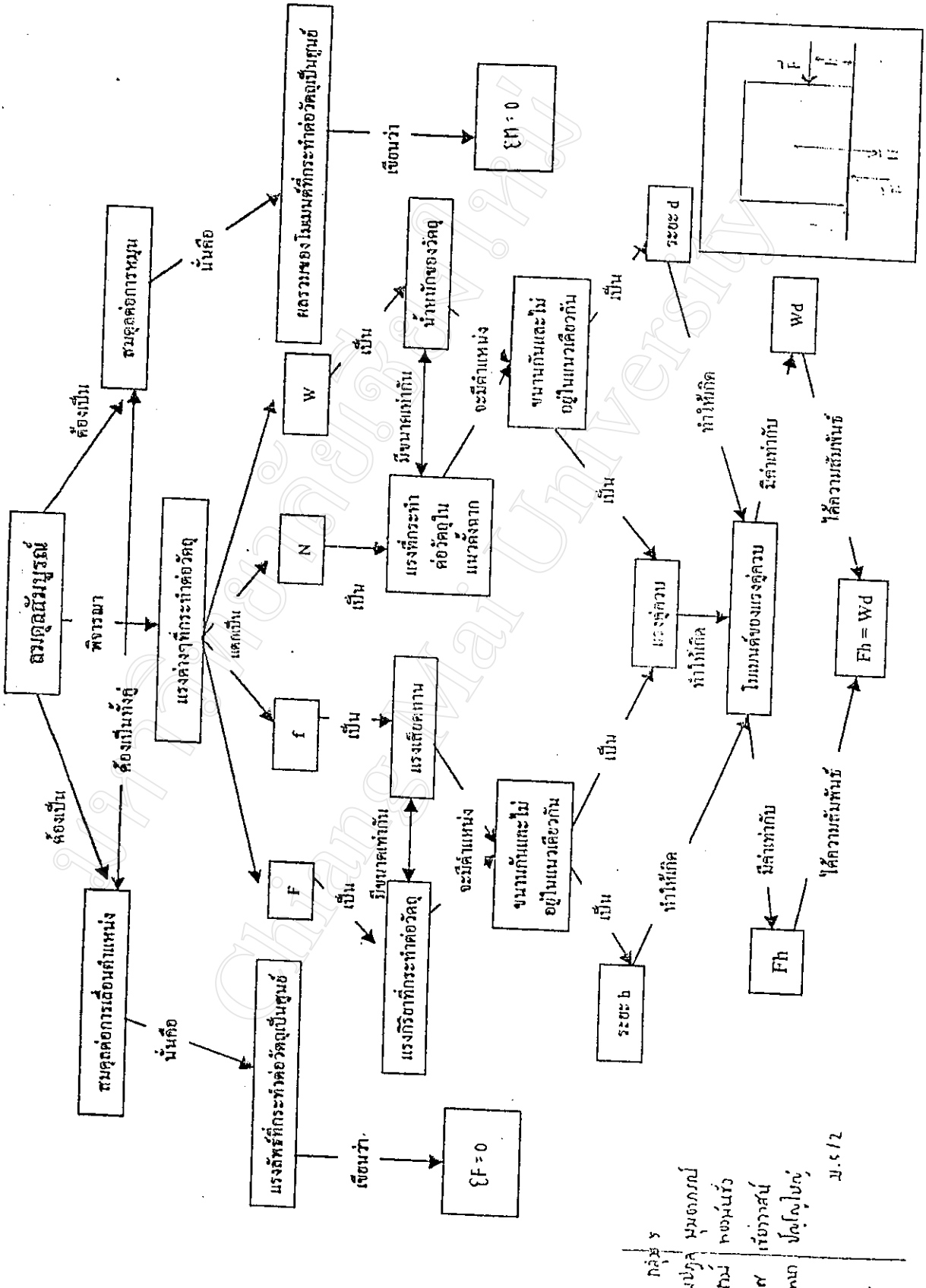
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

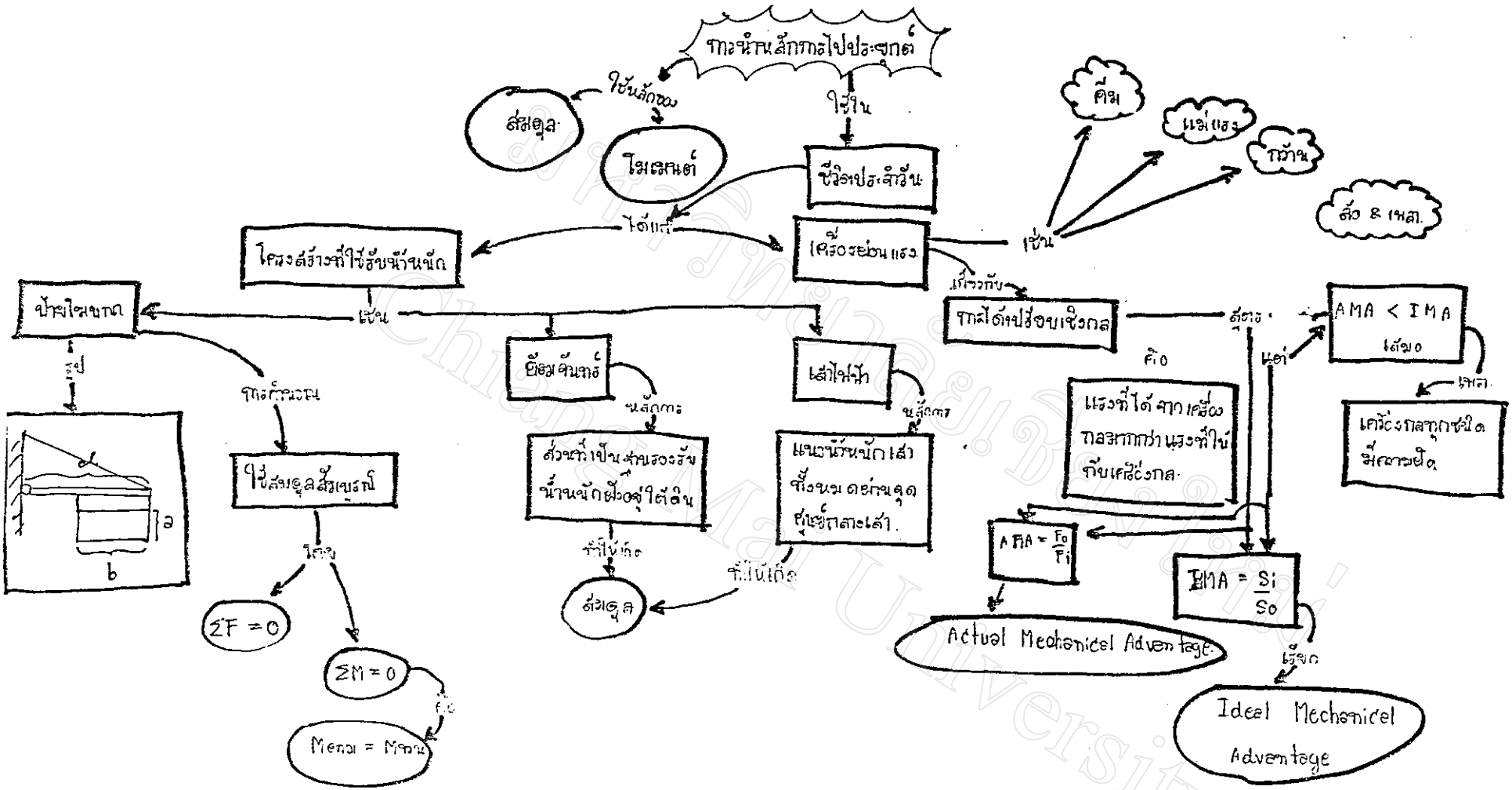

สมดุลการหมุน
เกี่ยวกับ
การหมุน
มีแรงมากระทำต่อวัตถุชิ้นนึง
เกิดจาก
ทำให้
แนวแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล
ถ้า
แนวแรงไม่ขนานกัน
แนวแรงขนานกัน
บางกรณี
นั่นคือ
แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
เป็นศูนย์
คือ
แรงกระทำต่อวัตถุเป็นคู่
โดยมี แนวแรงขนานกัน
วัตถุที่อยู่นิ่งมีการเคลื่อนที่
แบบหมุนได้
นั่นคือ
เรียกว่า
แรงขนาน
และ
มีกี่
ตามเข็มนาฬิกา
ทวนเข็มนาฬิกา
ทำให้
คือ
แรงขนานคู่ใดที่มีขนาดเท่ากัน
กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้ามกัน
เรียกว่า
แรงคู่ควบ
วัตถุไม่สมดุลการหมุน
แรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุ
ไม่หมุนไปทางใดทางหนึ่ง
ทำให้
วัตถุอยู่ในสมดุลการหมุน
ผลคูณระหว่างขนาดของแรงคู่
ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับ
แนวแรงในแต่ละข้าง
เรียกว่า
โมเมนต์ของแรง
สมการคือ
M = Fl
M=โมเมนต์ตัน
หน่วย
N-m
F=แรง
N
l=ระยะทาง
จากจุดหมุนไป
ตั้งฉากกับแนวแรง
หน่วย
เมตร(m)
ถ้า
F ทวน
ได้
M ทวน
F ตาม
M ตาม
จะได้
M ทวน = M ตาม
ถ้า
กำหนดให้
M ทวน = +
M ตาม = -
จะได้ว่า
ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของ
โมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์



ม.5/2

1. เสาวลักษณ์
2. อารยา
3. ศักดิ์ชัย
4. สรรเพชญ์


สมดุลย์
ต้องเป็น
สมดุลต่อการหมุน
ต้องเป็นทั้งคู่
พิจารณา
แรงต่างๆที่กระทำต่อวัตถุ
สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง
นั่นคือ
แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์
เขียนว่า
ΣF = 0
แตกเป็น
F
f
N
W
เป็น
มีขนาดเท่ากัน
แรงเสียดทาน
แรงดึงที่กระทำต่อวัตถุ
แรงดึงที่กระทำต่อวัตถุ
แรงดึงที่กระทำต่อวัตถุ
น้ำหนักของวัตถุ
ผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์
เขียนว่า
ΣM = 0
นั่นคือ
ขนานกันและไม่อยู่ในแนวเดียวกัน
ขนานกันและไม่อยู่ในแนวเดียวกัน
ระยะ d
ระยะ h
แรงคู่ควบ
ทำให้เกิด
โมเมนต์ของแรงคู่ควบ
มีค่าเท่ากัน
ทำให้เกิด
Fh
Wd
Fh = Wd
ได้ความสัมพันธ์
ได้ความสัมพันธ์
F
f
d



ธีรยุ		N5
อัจฉรา	แสนยก	25
อิศรา	นอมดา	26
วรรชนน	ฤทธิมสรพงษ์	27
ศักดิ์สุธรรม	เชาวน์ศิลป์	28

ภาคผนวก ฌ.

แผนการสอนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน และแผนการสอนตามคู่มือครู

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 1

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง สมดุลกล **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

สมดุลกลเป็นสมดุลที่ประกอบด้วยสมดุลสถิตและสมดุลจลน์ซึ่งจำแนกออกตามสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ถ้าหากวัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ คือวัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แล้วเราจะเรียกว่า วัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่ หรือถ้าวัตถุหมุนด้วยอัตราเร็วคงตัวก็จะเรียกว่าวัตถุสมดุลต่อการหมุน เมื่อวัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเป็นศูนย์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสมดุลกล สมดุลสถิต สมดุลจลน์ สมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุนได้
2. สรุปได้ว่าเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์
3. บอกได้ว่าเมื่อมีแรงมากกว่าสองแรงโดยแนวแรงไม่อยู่ในเส้นตรงเดียวกันกระทำต่อวัตถุให้อยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วเมื่อเขียนเวกเตอร์แทนแรงโดยวิธีหางต่อหัวจะได้รูปเหลี่ยมปิด

เนื้อหา

สมดุลกล หมายถึง การที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่อันเนื่องมาจากแรงลัพธ์ที่กระต่อวัตถุ มีค่าเป็นศูนย์

สมดุลสามารถจำแนกได้เป็นสองประเภทคือ

1. สมดุลสถิต เป็นสมดุลของวัตถุที่อยู่นิ่ง เช่น หนังสืออยู่บนโต๊ะ เสาไฟฟ้า ปั้นจั่น นั่งร้านที่ติดตั้งให้คงอยู่ในสภาพนิ่งโดยไม่ล้มหรือพังลงมา เป็นต้น
2. สมดุลจลน์ เป็นสมดุลของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เช่น รถยนต์แล่นไปตามถนนตรงด้วยความเร็วคงตัว แท่งไม้ไถลลงตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สมดุลจลน์นี้ยังรวมไปถึงสมดุลของวัตถุที่เคลื่อนที่โดยไม่เปลี่ยนสภาพการหมุนด้วย เช่น รอก กว้าน ล้อ ที่หมุนรอบแกนซึ่งวางตัวในแนวเดิมด้วยอัตราการหมุนคงตัวการที่วัตถุดำรงสภาพการหมุนเช่นนี้เราเรียกว่าวัตถุสมดุลต่อการหมุนนอกจากนี้แล้วถ้าหากวัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเลื่อนที่คือวัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัวเราจะเรียกว่า วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่

เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์ และถ้าหากเป็นสมดุลของแรงสองแรง แรงทั้งสองจะอยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีทิศทางอยู่ตรงข้ามกัน สำหรับสมดุลของแรงสามแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแต่ยังคงทำให้วัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วเมื่อต่อแนวแรงทั้งสามออกไปจะพบกันที่จุด ๆ หนึ่งและถ้านำเวกเตอร์แทนแรงทั้งสามมาเขียนต่อกันให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นไปตามมาตราส่วนที่กำหนดไว้โดยให้หางของเวกเตอร์หนึ่งต่อกับหัวของอีกเวกเตอร์หนึ่งจนครบหัวเวกเตอร์สุดท้ายจะมาพบหางของเวกเตอร์แรกพอดีซึ่งจะได้รูปสามเหลี่ยมปิด วิธีการนี้จะใช้ได้กับแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่ด้วย

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนเรื่องมวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ทั้ง 3 ข้อของนิวตัน การเขียนเวกเตอร์แทนแรงและการรวมแรง ใน 1 มิติ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุตามกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันเป็นอย่างไร (ผลรวมของแรงที่ได้มีค่าเป็นศูนย์) - เมื่อวัตถุถูกกระทำด้วยแรงลัพธ์ที่เท่ากับศูนย์วัตถุจะดำรงสภาพเช่นไร (วัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) - เมื่อวัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่จากกฎข้อที่สองของนิวตันนักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร (วัตถุไม่มีความเร่งทำให้แรงลัพธ์ที่กระต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์) - ถ้าเราจะกล่าวว่าปริมาณใดปริมาณหนึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์แล้วปริมาณเหล่านั้นต้องมีองค์ประกอบใดบ้าง (ขนาดและทิศทาง) - เมื่อกำหนดเวกเตอร์สองเวกเตอร์มาให้นักเรียนจะวาดรูปเพื่อหาเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างไร	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูทบทวนเรื่องมวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ทั้ง 3 ข้อของนิวตัน การเขียนเวกเตอร์แทนแรงและการรวมแรง ใน 1 มิติ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุตามกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันเป็นอย่างไร (ผลรวมของแรงที่ได้มีค่าเป็นศูนย์) - เมื่อวัตถุถูกกระทำด้วยแรงลัพธ์ที่เท่ากับศูนย์วัตถุจะดำรงสภาพเช่นไร (วัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) - เมื่อวัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนทีด้วยความเร็วคงที่จากกฎข้อที่สองของนิวตันนักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร (วัตถุไม่มีความเร่งทำให้แรงลัพธ์ที่กระต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์) - ถ้าเราจะกล่าวว่าปริมาณใดปริมาณหนึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์แล้วปริมาณเหล่านั้นต้องมีองค์ประกอบใดบ้าง (ขนาดและทิศทาง) - เมื่อกำหนดเวกเตอร์สองเวกเตอร์มาให้นักเรียนจะวาดรูปเพื่อหาเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างไร

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
(ลากเวกเตอร์ที่หนึ่งแล้วนำหางของเวกเตอร์ที่สองมาต่อหัวของเวกเตอร์ที่หนึ่งเวกเตอร์ลัพธ์จะเป็นเวกเตอร์ที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ที่หนึ่งไปยังหัวของเวกเตอร์ที่สอง) **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้พื้นฐานในบางเรื่องที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจโดยพิจารณาจากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน **ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียนและครูอธิบายตัวอย่างในหนังสือเรียนประกอบในเรื่อง สมดุลกล สมดุลสถิต สมดุลจลน์ และสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วครูใช้คำถามเพื่อสรุปความหมายของสมดุลต่าง ๆ ดังนี้ - สมดุลกลมีลักษณอย่างไร (เป็นสมดุลที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ คือวัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ อันเนื่องมาจากแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์) - สมดุลกลจำแนกได้เป็นประเภทใดบ้าง (สมดุลสถิตและสมดุลจลน์) - สมดุลสถิตของวัตถุหมายความว่าวัตถุดำรงสภาพเช่นไร (วัตถุอยู่นิ่ง)	(ลากเวกเตอร์ที่หนึ่งแล้วนำหางของเวกเตอร์ที่สองมาต่อหัวของเวกเตอร์ที่หนึ่งเวกเตอร์ลัพธ์จะเป็นเวกเตอร์ที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ที่หนึ่งไปยังหัวของเวกเตอร์ที่สอง) **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้พื้นฐานในบางเรื่องที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจโดยพิจารณาจากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน **ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียนและครูอธิบายตัวอย่างในหนังสือเรียนประกอบในเรื่อง สมดุลกล สมดุลสถิต สมดุลจลน์ และสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วครูใช้คำถามเพื่อสรุปความหมายของสมดุลต่าง ๆ ดังนี้ - สมดุลกลมีลักษณอย่างไร (เป็นสมดุลที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ คือวัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ อันเนื่องมาจากแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์) - สมดุลกลจำแนกได้เป็นประเภทใดบ้าง (สมดุลสถิตและสมดุลจลน์) - สมดุลสถิตของวัตถุหมายความว่าวัตถุดำรงสภาพเช่นไร (วัตถุอยู่นิ่ง)

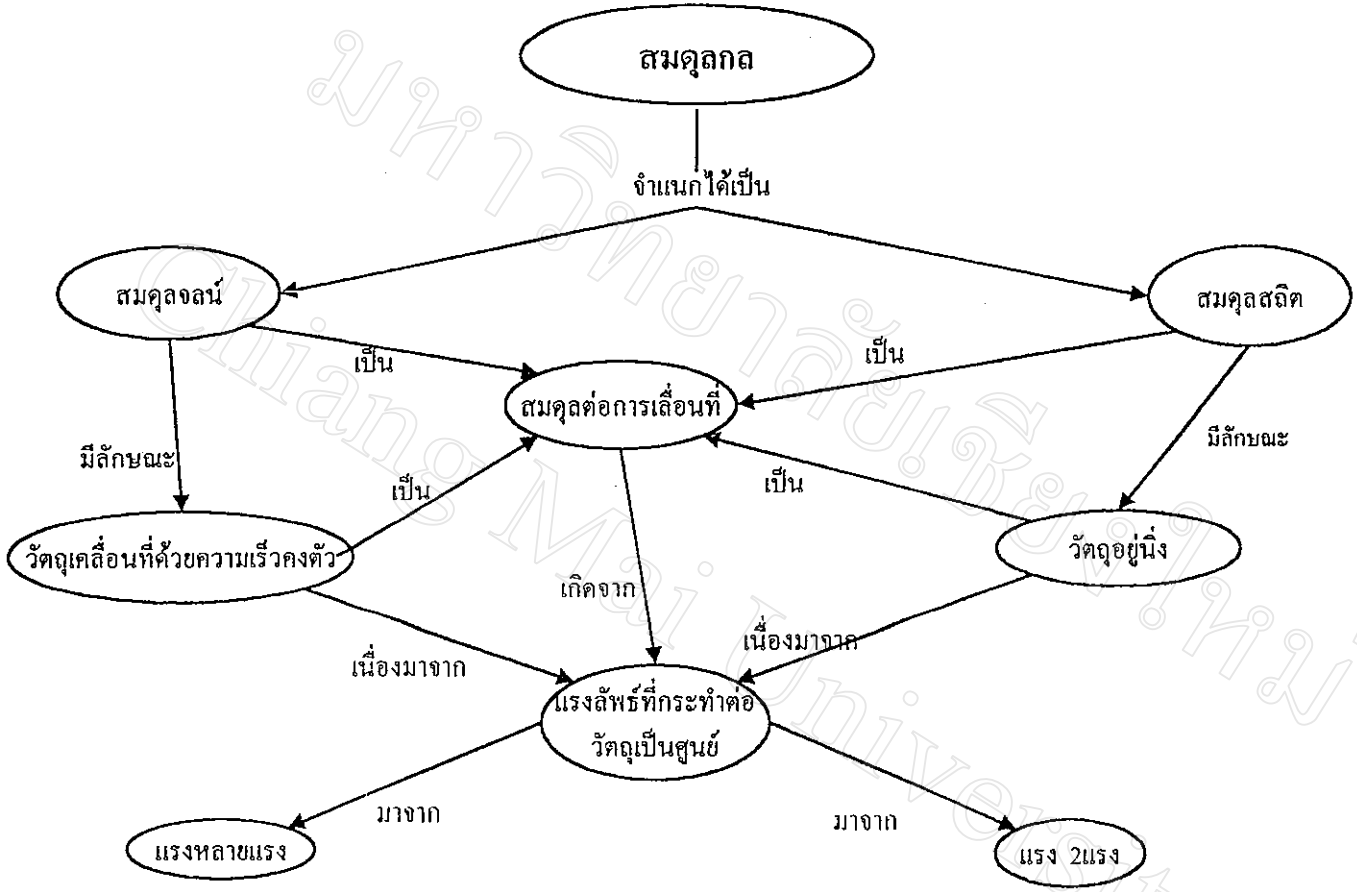
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- สมดุลจลน์ของวัตถุหมายความว่าวัตถุดำรงสภาพเช่นไร (วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) - การที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเลื่อนที่คือวัตถุอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัวเราจะเรียกวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลเช่นไร (สมดุลต่อการเลื่อนที่)	- สมดุลจลน์ของวัตถุหมายความว่าวัตถุดำรงสภาพเช่นไร (วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) - การที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเลื่อนที่คือวัตถุอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัวเราจะเรียกวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลเช่นไร (สมดุลต่อการเลื่อนที่)
2. ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 8.1 โดยเกริ่นนำว่าต่อไปนี้นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับสมดุลต่อการเลื่อนที่จากนั้นให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 - 5 คน ซึ่งกลุ่มที่แบ่งนี้จะเป็นกลุ่มถาวรสำหรับการทำกิจกรรมครั้งต่อ ๆ ไป	2. ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 8.1 โดยเกริ่นนำว่าต่อไปนี้นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับสมดุลต่อการเลื่อนที่จากนั้นให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 - 5 คน ซึ่งกลุ่มที่แบ่งนี้จะเป็นกลุ่มถาวรสำหรับการทำกิจกรรมครั้งต่อ ๆ ไป
อภิปรายก่อนการทดลอง ครูชี้แจงถึงข้อควรระวังในการทดลองดังนี้คือ 1. การทดลองเมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวถุงทรายให้อยู่นิ่งหรือให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงช้า ๆ ด้วยความเร็วคงตัวควรให้เครื่องชั่งอยู่ในแนวดิ่งจริง ๆ 2. อ่านค่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงเมื่อเข็มชี้สเกลอยู่นิ่งจริง ๆ	**อภิปรายก่อนการทดลอง** ครูชี้แจงถึงข้อควรระวังในการทดลองดังนี้คือ 1. การทดลองเมื่อให้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวถุงทรายให้อยู่นิ่งหรือให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงช้า ๆ ด้วยความเร็วคงตัวควรให้เครื่องชั่งอยู่ในแนวดิ่งจริง ๆ 2. อ่านค่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงเมื่อเข็มชี้สเกลอยู่นิ่งจริง ๆ
การทดลอง ครูให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดให้แล้วในหนังสือเรียนและบันทึกผลการทดลอง	**การทดลอง** ครูให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดให้แล้วในหนังสือเรียนและบันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
อภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนนำผลของการทำกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันโดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - ขณะถุงทรายอยู่นิ่ง ถุงทรายมีความเร่งหรือไม่ (ไม่) - แรงที่กระทำต่อถุงทรายมีกี่แรงอะไรบ้าง (2 แรง คือแรง จากการที่เครื่องชั่งสปริงดึงขึ้นและแรงโน้มถ่วงของโลกมีทิศลง) - แรงที่กระทำต่อถุงทรายมีขนาดเป็นอย่างไรและมีทิศทางเช่นไร (มีขนาดเท่ากับ 5 นิวตันมีทิศทางพุ่งขึ้น) - แรงที่กระทำต่อถุงทรายเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น – ลงช้า ๆ มีค่าเป็นอย่างไรเพราะเหตุใด (เครื่องชั่งสปริงชี้เลขเท่ากับเมื่อเครื่องชั่งสปริงหยุดนิ่งแสดงว่า แรงลัพธ์บนถุงทรายเป็นศูนย์และแรงดึงของตัวเครื่องชั่งสปริงกับแรงโน้มถ่วงของโลกยังคงมีขนาดเท่ากัน) - นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร (เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำบนถุงทรายเป็นศูนย์ทั้งกรณีที่ถุงทรายหยุดนิ่งและกรณีเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงด้วยความเร็วคงตัว ถุงทรายจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่ เมื่ออยู่นิ่งจะอยู่ในสมดุลสถิต และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะอยู่ในสมดุลจลน์)	**อภิปรายหลังการทดลอง** นักเรียนนำผลของการทำกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันโดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - ขณะถุงทรายอยู่นิ่ง ถุงทรายมีความเร่งหรือไม่ (ไม่) - แรงที่กระทำต่อถุงทรายมีกี่แรงอะไรบ้าง (2 แรง คือแรงจากการที่เครื่องชั่งสปริงดึงขึ้นและแรงโน้มถ่วงของโลกมีทิศลง) - แรงที่กระทำต่อถุงทรายมีขนาดเป็นอย่างไรและมีทิศทางเช่นไร (มีขนาดเท่ากับ 5 นิวตันมีทิศทางพุ่งขึ้น) - แรงที่กระทำต่อถุงทรายเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น – ลงช้า ๆ มีค่าเป็นอย่างไรเพราะเหตุใด (เครื่องชั่งสปริงชี้เลขเท่ากับเมื่อเครื่องชั่งสปริงหยุดนิ่งแสดงว่า แรงลัพธ์บนถุงทรายเป็นศูนย์และแรงดึงของตัวเครื่องชั่งสปริงกับแรงโน้มถ่วงของโลกยังคงมีขนาดเท่ากัน) - นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร (เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำบนถุงทรายเป็นศูนย์ทั้งกรณีที่ถุงทรายหยุดนิ่งและกรณีเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงด้วยความเร็วคงตัว ถุงทรายจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่ เมื่ออยู่นิ่งจะอยู่ในสมดุลสถิต และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะอยู่ในสมดุลจลน์)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
3. เมื่อสรุปกิจกรรมสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วครูจะอธิบายชี้ให้เห็นว่า สมดุลดังกล่าวเป็นสมดุลของแรงสองแรงในหนึ่งมิติ จากนั้นถามนักเรียนว่า ถ้าเราจะพิจารณาสมดุลของแรงมากกว่า 2 แรงไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันโดยวัตถุยังคงสมดุลต่อการเลื่อนที่นั้นจะเป็นเช่นไร โดยครูให้นักเรียนดูรูป 8 - 4 ในหนังสือเรียนหน้า 8 แล้วครูก็ทำการสาธิตการทดลองถึงสมดุลของแรงสามแรงดังรูป 8 – 4 ในหนังสือเรียนหน้า 8 - 9 - ให้นักเรียนอ่านค่าของแรงดึงที่เครื่องชั่งแต่ละอันและเขียนแนวแรงลงบนกระดาษขาวจะได้เวกเตอร์ของแรงสามแรงที่มีทิศทางตามแนวเส้นด้าย - ครูและนักเรียนอภิปรายผลของการเขียนเวกเตอร์ที่ได้จากการสาธิต โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - ขณะที่ปมด้ายอยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อปมด้ายมีค่าอย่างไร (มีค่าเป็นศูนย์) ถ้าเขียนเวกเตอร์แทนแรงทั้งสาม โดยกำหนดมาตราส่วนให้ความยาวของเวกเตอร์แทนขนาดของแรงและเขียนให้หางของเวกเตอร์หนึ่งต่อกับหัวของอีกเวกเตอร์หนึ่งจนครบจะได้ภาพมีลักษณะเป็นอย่างไร (จะได้รูปสามเหลี่ยมปิด)	3. เมื่อสรุปกิจกรรมสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วครูจะอธิบายชี้ให้เห็นว่า สมดุลดังกล่าวเป็นสมดุลของแรงสองแรงในหนึ่งมิติ จากนั้นถามนักเรียนว่า ถ้าเราจะพิจารณาสมดุลของแรงมากกว่า 2 แรงไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันโดยวัตถุยังคงสมดุลต่อการเลื่อนที่นั้นจะเป็นเช่นไร โดยครูให้นักเรียนดูรูป 8 - 4 ในหนังสือเรียนหน้า 8 แล้วครูก็ทำการสาธิตการทดลองถึงสมดุลของแรงสามแรงดังรูป 8 - 4ในหนังสือเรียนหน้า 8 - 9 - ให้นักเรียนอ่านค่าของแรงดึงที่เครื่องชั่งแต่ละอันและเขียนแนวแรงลงบนกระดาษขาวจะได้เวกเตอร์ของแรงสามแรงที่มีทิศทางตามแนวเส้นด้าย - ครูและนักเรียนอภิปรายผลของการเขียนเวกเตอร์ที่ได้จากการสาธิต โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - ขณะที่ปมด้ายอยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อปมด้ายมีค่าอย่างไร (มีค่าเป็นศูนย์) ถ้าเขียนเวกเตอร์แทนแรงทั้งสาม โดยกำหนดมาตราส่วนให้ความยาวของเวกเตอร์แทนขนาดของแรงและเขียนให้หางของเวกเตอร์หนึ่งต่อกับหัวของอีกเวกเตอร์หนึ่งจนครบจะได้ภาพมีลักษณะเป็นอย่างไร (จะได้รูปสามเหลี่ยมปิด)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- ถ้าผูกเชือกทั้งสามเส้นเข้ากับรูบนแผ่นกระดาษแข็งสามรู เอาเครื่องชั่งสปริงทั้งสามคล้องเข้ากับห่วงเชือกที่ผูกอยู่กับรูของกระดาษแข็งอันละเส้นออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงทั้งสามพร้อม ๆ กันจนแผ่นกระดาษหยุดนิ่งเขียนต่อแนวแรงทั้งสามบนกระดาษแข็งจะได้ผลเป็นอย่างไร (แนวแรงทั้งสามจะพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง) **ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์** 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยปฏิบัติดังนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องสมดุลกล 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยทดลองเขียนใส่กระดาษแล้วแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู	- ถ้าผูกเชือกทั้งสามเส้นเข้ากับรูบนแผ่นกระดาษแข็งสามรู เอาเครื่องชั่งสปริงทั้งสามคล้องเข้ากับห่วงเชือกที่ผูกอยู่กับรูของกระดาษแข็งอันละเส้นออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงทั้งสามพร้อม ๆ กันจนแผ่นกระดาษหยุดนิ่งเขียนต่อแนวแรงทั้งสามบนกระดาษแข็งจะได้ผลเป็นอย่างไร (แนวแรงทั้งสามจะพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง) **ขั้นสรุปบทเรียน** นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1. เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำบนถุงทรายเป็นศูนย์ทั้งกรณีที่ถุงทรายหยุดนิ่งและกรณีเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงด้วยความเร็วคงตัว ถุงทรายจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่ 2. เมื่อถุงทรายอยู่นิ่งจะอยู่ในสมดุลสถิต และเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะอยู่ในสมดุลจลน์ 3. เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้ว แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์ โดยที่ถ้าหากเป็นสมดุลของแรงสองแรงแล้วแรงทั้งสองจะอยู่บนเส้นตรงเดียวกันและอยู่ตรงข้ามกัน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
2. ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 3. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 4. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	4. ถ้าเป็นสมดุลของแรง 3 แรงไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุแล้วอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่แล้วเมื่อต่อแนวแรงทั้งสามออกไปจะพบกันที่จุด ๆ หนึ่งและถ้านำแนวแรงทั้ง 3 มาเขียนแทนด้วยเวกเตอร์ทั้งขนาดและทิศทางของแรงแล้วนำไปเขียนแบบหางต่อหัวจะได้รูปสามเหลี่ยมปิด ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ได้กับแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนที่ด้วย 5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความหมายของสมดุลกล สมดุลสถิต สมดุลจลน์ สมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุนโดยเขียนลงในกระดาษแล้วนำเสนอต่อชั้นเรียน
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การทดลองกิจกรรมที่ 8.1 และชุดอุปกรณ์ประกอบการสาธิตเรื่องแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ - ผังมโนมติที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การทดลองกิจกรรมที่ 8.1 และชุดอุปกรณ์ประกอบการสาธิตเรื่องแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ
การวัดและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการสรุปสาระสำคัญของบทเรียน



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 1

แผนการสอนที่ 2

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง การหาเวกเตอร์ลัพธ์ของแรง **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะดำรงสภาพเช่นไรนั้นขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงลัพธ์นั้น เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์การหาทิศทางของแรงลัพธ์จึงต้องอาศัยการรวมเวกเตอร์เพื่อหาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุวิธีการสร้างรูปเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุโดยการรวมเวกเตอร์แทนแรงแบบหางต่อหัวและการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานแทนแรง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยวิธีสร้างรูปแบบหางต่อหัวได้
2. หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันโดยวิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้
3. หาเวกเตอร์ลัพธ์ของแรงหลายแรงที่ไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยการสร้างรูปได้
4. หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์หลายเวกเตอร์โดยการสร้างรูปได้

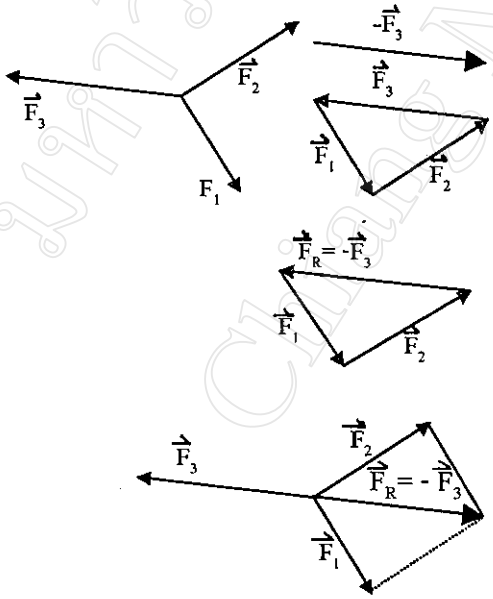
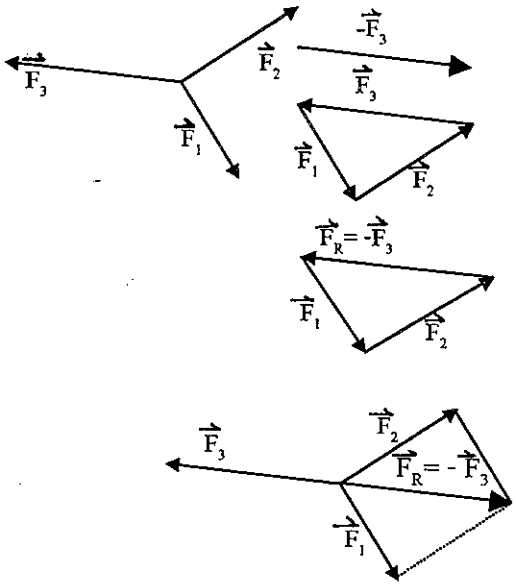
เนื้อหา

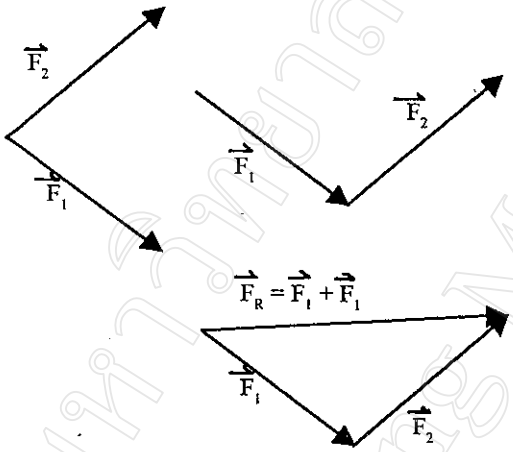
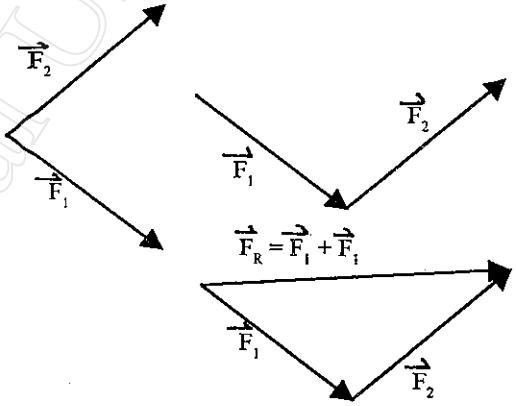
การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์โดยการสร้างรูปเมื่อมีแรงย่อย 2 แรงกระทำต่อวัตถุหนึ่งโดยแนวแรงไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันนั้นเราสามารถหาได้โดยวิธีการเขียนเวกเตอร์แบบหางต่อหัวและเส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายจะแทนขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงทั้งสองหรืออาจจะใช้วิธีการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานมาหาเวกเตอร์ลัพธ์ก็ได้โดยการนำเอาเวกเตอร์ของแรง 2 แรงที่กำหนดให้มาสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานขึ้นเส้นทแยงมุมที่ได้จะแทนขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงสองแรงนั้น สำหรับวัตถุที่มีแรงหลายแรงมากระทำการหาเวกเตอร์ลัพธ์ของแรงเหล่านั้นทำได้โดยการนำหางของเวกเตอร์หนึ่ง

ต่อกับหัวของอีกเวกเตอร์หนึ่งต่อๆกันไปให้มีขนาดและทิศทางตามที่กำหนดแล้ว ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์คือ ความยาวของเส้นตรงที่ปิดหัวท้ายของเวกเตอร์เหล่านั้นโดยมีทิศพุ่งออกจากหางเวกเตอร์แรกไปสู่หัวของเวกเตอร์สุดท้าย

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	**แผนการสอนตามคู่มือครู**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนเกี่ยวกับการทำกิจกรรม 8.1. ซึ่งทำให้นักเรียนได้ทราบว่าวิธีการสร้างรูปในการรวมเวกเตอร์แทนแรงแบบหางต่อหัวจะได้รูปเหลี่ยมปิดถ้าแรงกระทำต่อวัตถุอยู่ในสมดุลแต่กรณีแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์อันเนื่องมาจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุจะมีวิธีการหาผลรวมของแรงทั้งหมดได้อย่างไร **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** 1. ครูใช้คำถามนำดังนี้ - คุณสมบัติของปริมาณเวกเตอร์ประกอบด้วยอะไรบ้าง (ขนาดและทิศทาง) - ถ้ามีเวกเตอร์อยู่หนึ่งเวกเตอร์เราจะสนใจสิ่งใดบ้างของเวกเตอร์นั้น (ชื่อของเวกเตอร์ ขนาดและทิศทาง) 2. ครูเสริมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูทบทวนเกี่ยวกับการทำกิจกรรม 8.1. ซึ่งทำให้นักเรียนได้ทราบว่าวิธีการสร้างรูปในการรวมเวกเตอร์แทนแรงแบบหางต่อหัวจะได้รูปเหลี่ยมปิดถ้าแรงกระทำต่อวัตถุอยู่ในสมดุลแต่กรณีแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์อันเนื่องมาจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุจะมีวิธีการหาผลรวมของแรงทั้งหมดได้อย่างไร **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** 1. ครูใช้คำถามนำดังนี้ - คุณสมบัติของปริมาณเวกเตอร์ประกอบด้วยอะไรบ้าง (ขนาดและทิศทาง) - ถ้ามีเวกเตอร์อยู่หนึ่งเวกเตอร์เราจะสนใจสิ่งใดบ้างของเวกเตอร์นั้น (ชื่อของเวกเตอร์ ขนาดและทิศทาง) 2. ครูเสริมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสอน 1. ให้นักเรียนพิจารณารูป 8.8 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 022 หน้า 12 จากนั้นครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - จากรูปเป็นการใช้เครื่องชั่งสปริงสามอันดึงให้ปมด้ายอยู่นิ่ง ผลรวมของแรงกระทำกับปมด้ายมีค่าเท่าใด (เป็นศูนย์) - ผลรวมของแรงทั้งสามเขียนเป็นสมการได้ว่าอย่างไร ($\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3 = 0$) 2. นักเรียนพิจารณารูปที่ 8 – 9 ในหนังสือเรียนหน้า 13 แล้วตอบคำถามครูดังนี้  	**ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนพิจารณารูป 8.8 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 022 หน้า 12 จากนั้นครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - จากรูปเป็นการใช้เครื่องชั่งสปริงสามอันดึงให้ปมด้ายอยู่นิ่ง ผลรวมของแรงกระทำกับปมด้ายมีค่าเท่าใด (เป็นศูนย์) - ผลรวมของแรงทั้งสามเขียนเป็นสมการได้ว่าอย่างไร ($\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3 = 0$) 2. นักเรียนพิจารณารูปที่ 8 - 9 ในหนังสือเรียนหน้า 13 แล้วตอบคำถามครูดังนี้ 

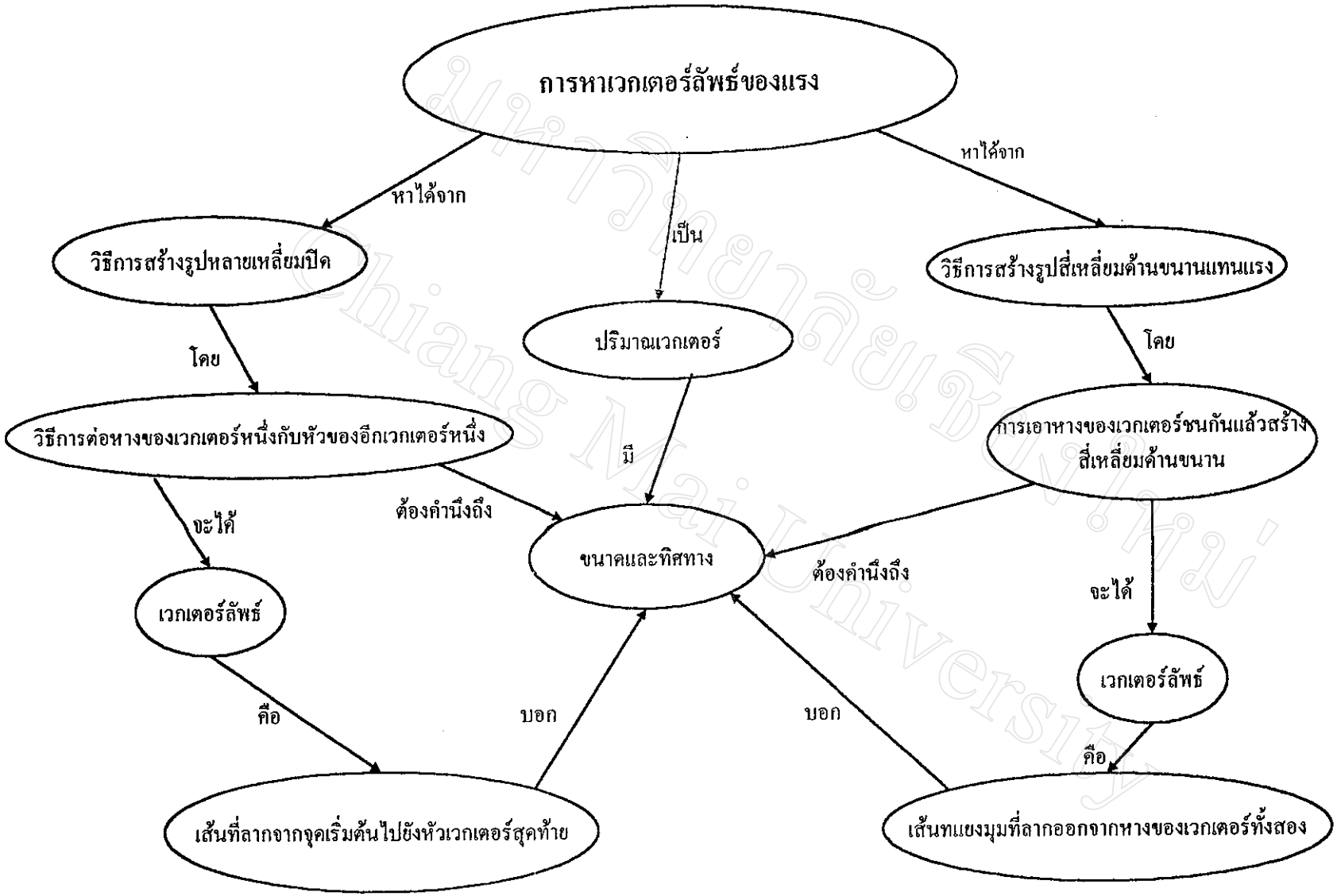
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- จากรูปแรง $\vec{F}_R$ หมายถึงแรงใด (แรงลัพธ์ของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$)	- จากรูปแรง $\vec{F}_R$ หมายถึงแรงใด (แรงลัพธ์ของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$)
3. ครูอธิบายพร้อมทั้งวาดภาพประกอบดังนี้ จากรูป 8.9 ถ้าพิจารณาเฉพาะแรง $\vec{F}_1$ และแรง $\vec{F}_2$ จะพบว่าสามารถใช้วิธีการสร้างรูปแสดงการรวมแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ เป็นแรงลัพธ์ $\vec{F}_R$ ซึ่งเราสามารถหาได้ดังนี้คือ	3. ครูอธิบายพร้อมทั้งวาดภาพประกอบดังนี้ จากรูป 8.9 ถ้าพิจารณาเฉพาะแรง $\vec{F}_1$ และแรง $\vec{F}_2$ จะพบว่าสามารถใช้วิธีการสร้างรูปแสดงการรวมแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ เป็นแรงลัพธ์ $\vec{F}_R$ ซึ่งเราสามารถหาได้ดังนี้คือ
	
4. ครูถามนักเรียนว่าการหาค่า $\vec{F}_R$ ดังรูป 8.10 ในหนังสือเรียนหน้า 13 นั้นนักเรียนคิดว่าเป็นการหา เวกเตอร์ลัพธ์วิธีใด (วิธีสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิด)	4. ครูถามนักเรียนว่าการหาค่า $\vec{F}_R$ ดังรูป 8.10 ในหนังสือเรียนหน้า 13 นั้นนักเรียนคิดว่าเป็นการหา เวกเตอร์ลัพธ์วิธีใด (วิธีสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิด)
5. ครูอธิบายถึงการสร้างขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์โดยสร้างสามเหลี่ยมซึ่งทำได้โดยนำหางลูกศรของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงแรกแล้วลากเส้นจากหางลูกศรของแรงแรกไปยังหัวลูกศรของแรงที่สอง เส้นที่ลากใหม่นี้จะมีความยาว	5. ครูอธิบายถึงการสร้างขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์โดยสร้างสามเหลี่ยมซึ่งทำได้โดยนำหางลูกศรของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงแรกแล้วลากเส้นจากหางลูกศรของแรงแรกไปยังหัวลูกศรของแรงที่สอง เส้นที่ลากใหม่นี้จะมีความยาว

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
แทนขนาดของแรงลัพธ์ และมีทิศจากหางลูกศรของแรงแรกไปยังหัวลูกศรของแรงที่สอง จากนั้นยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์โดยวิธีการสร้างรูป 6. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานอาจเปรียบเทียบกับการสร้างรูปสามเหลี่ยมตามรายละเอียดในหนังสือเรียน เมื่อนำสามเหลี่ยมสองรูปมาประกบกันจะเกิดเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมจะแทนขนาดของแรงลัพธ์ ทิศทางของแรงลัพธ์จะอยู่ในแนวทับเส้นทแยงมุมโดยชี้ออกจากหางลูกศรทั้งสองของแรงย่อยเสมอ ครูอภิปรายเพิ่มเติมถึงรายละเอียดจากการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานว่าต้องให้หางลูกศรของแรงทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกันแล้วลากเส้นจากหัวลูกศรของแรงหนึ่งให้ขนานกับแนวแรงของลูกศรอีกแรงหนึ่ง ทำเช่นเดียวกันสำหรับลูกศรแทนแรงที่เหลือ เส้นตรงทั้งสองที่ลากขึ้นนี้จะตัดกันที่จุด ๆ หนึ่ง จุดนี้จะเป็นมุมที่เหลือจากสี่เหลี่ยมด้านขนาน ลากเส้นตรงจากหางลูกศรของแรงทั้งสองมายังจุดดังกล่าวนี้เส้นนี้จะเป็นเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งจะแทนขนาดของแรงลัพธ์ 7. ครูให้ตัวอย่างการหาแรงลัพธ์โดยใช้วิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	แทนขนาดของแรงลัพธ์ และมีทิศจากหางลูกศรของแรงแรกไปยังหัวลูกศรของแรงที่สอง จากนั้นยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์โดยวิธีการสร้างรูป 6. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานอาจเปรียบเทียบกับการสร้างรูปสามเหลี่ยมตามรายละเอียดในหนังสือเรียน เมื่อนำสามเหลี่ยมสองรูปมาประกบกันจะเกิดเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมจะแทนขนาดของแรงลัพธ์ ทิศทางของแรงลัพธ์จะอยู่ในแนวทับเส้นทแยงมุมโดยชี้ออกจากหางลูกศรทั้งสองของแรงย่อยเสมอ ครูอภิปรายเพิ่มเติมถึงรายละเอียดจากการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานว่าต้องให้หางลูกศรของแรงทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกันแล้วลากเส้นจากหัวลูกศรของแรงหนึ่งให้ขนานกับแนวแรงของลูกศรอีกแรงหนึ่ง ทำเช่นเดียวกันสำหรับลูกศรแทนแรงที่เหลือ เส้นตรงทั้งสองที่ลากขึ้นนี้จะตัดกันที่จุด ๆ หนึ่ง จุดนี้จะเป็นมุมที่เหลือจากสี่เหลี่ยมด้านขนาน ลากเส้นตรงจากหางลูกศรของแรงทั้งสองมายังจุดดังกล่าวนี้เส้นนี้จะเป็นเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งจะแทนขนาดของแรงลัพธ์ 7. ครูให้ตัวอย่างการหาแรงลัพธ์โดยใช้วิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
8. ครูนำผลการหาแรงลัพธ์ของวิธีสร้างรูปสามเหลี่ยมและการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งจะได้แรงลัพธ์ที่มีขนาดและทิศทางอย่างเดียวกัน ความถูกต้องแม่นยำในการหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดแม่นยำในการเขียนรูป การวัดความยาวของเส้นแทนแรงลัพธ์และการใช้มาตราส่วนที่ถูกต้อง	8. ครูนำผลการหาแรงลัพธ์ของวิธีสร้างรูปสามเหลี่ยมและการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งจะได้แรงลัพธ์ที่มีขนาดและทิศทางอย่างเดียวกัน ความถูกต้องแม่นยำในการหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดแม่นยำในการเขียนรูป การวัดความยาวของเส้นแทนแรงลัพธ์และการใช้มาตราส่วนที่ถูกต้อง
9. นักเรียนศึกษารูป 8.11 หน้า 14 ในหนังสือเรียนแล้วตอบคำถามต่อไปนี้ - จากรูปเป็นการหาแรงลัพธ์โดยวิธีใด (วิธีสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง) - แรงลัพธ์ $\vec{F}_R$ อยู่ในแนวใด (แนวเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนาน)	9. นักเรียนศึกษารูป 8.11 หน้า 14 ในหนังสือเรียนแล้วตอบคำถามต่อไปนี้ - จากรูปเป็นการหาแรงลัพธ์โดยวิธีใด (วิธีสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง) - แรงลัพธ์ $\vec{F}_R$ อยู่ในแนวใด (แนวเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนาน)
10. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า วิธีการรวมเวกเตอร์โดยวิธีสร้างรูปที่กล่าวมาแล้วนั้นยังสามารถนำไปใช้หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเวตอร์หลายเวกเตอร์และการลบเวกเตอร์ได้อีกจากนั้นครู และนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับเวกเตอร์ที่มีเครื่องหมายลบตามแนวคำถามในหนังสือเรียนหน้า 14 - 15 ดังนี้ - $(\vec{A}+\vec{B})$ หมายความว่าอย่างไร (เวกเตอร์ $\vec{A}$ บวก เวกเตอร์ $\vec{B}$)	10. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า วิธีการรวมเวกเตอร์โดยวิธีสร้างรูปที่กล่าวมาแล้วนั้นยังสามารถนำไปใช้หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเวตอร์หลายเวกเตอร์และการลบเวกเตอร์ได้อีกจากนั้นครู และนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับเวกเตอร์ที่มีเครื่องหมายลบตามแนวคำถามในหนังสือเรียนหน้า 14 - 15 ดังนี้ - $(\vec{A}+\vec{B})$ หมายความว่าอย่างไร (เวกเตอร์ $\vec{A}$ บวก เวกเตอร์ $\vec{B}$)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- เวกเตอร์ $-\vec{A}$ หมายความว่าอย่างไร (เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับเวกเตอร์ $\vec{A}$ แต่มีทิศทางตรงข้าม) - $(\vec{A}-\vec{B})$ หมายความว่าอย่างไร (เวกเตอร์ $\vec{A}$ บวกด้วยเวกเตอร์ $-\vec{B}$) - เมื่อกำหนดเวกเตอร์ $(\vec{A}-\vec{B})$ และเวกเตอร์ $(\vec{B}-\vec{A})$ เวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ที่ได้ต่างกันหรือไม่อย่างไร (แตกต่างกันคือขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์เท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม) **ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์** 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญเกี่ยวกับการหาเวกเตอร์ลัพธ์ของแรง 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุไว้แล้วตามลำดับความสำคัญเป็นมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ	- เวกเตอร์ $-\vec{A}$ หมายความว่าอย่างไร (เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับเวกเตอร์ $\vec{A}$ แต่มีทิศทางตรงข้าม) - $(\vec{A}-\vec{B})$ หมายความว่าอย่างไร (เวกเตอร์ $\vec{A}$ บวกด้วยเวกเตอร์ $-\vec{B}$) - เมื่อกำหนดเวกเตอร์ $(\vec{A}-\vec{B})$ และเวกเตอร์ $(\vec{B}-\vec{A})$ เวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ที่ได้ต่างกันหรือไม่อย่างไร (แตกต่างกันคือขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์เท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม) **ขั้นสรุปบทเรียน** นักเรียนช่วยกันสรุปกระทั่งได้ข้อสรุปว่า ในการรวมเวกเตอร์หลายเวกเตอร์ วิธีที่สะดวก คือ วิธีการสร้างรูป โดยการนำหางของเวกเตอร์หนึ่งต่อกับหัวของอีกเวกเตอร์หนึ่งต่อ ๆ กันไป ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์คือ ความยาวของเส้นตรงที่ปิดหัวท้ายของเวกเตอร์เหล่านั้นโดยมีทิศพุ่งออกจากหางเวกเตอร์แรกไปสู่หัวของเวกเตอร์สุดท้าย ส่วนวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเส้นทแยงมุมจะแทนเวกเตอร์ลัพธ์ที่ได้ (*ทั้งนี้ครูใช้รูป 8.16. หน้า 17 วาดประกอบการสรุปของนักเรียนด้วย)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจงโดยทดลองเขียนในกระดาษและแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู 1.6 ครูคัดเลือกผังมโนมติสัมพันธ์มาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อหน้าชั้น 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ
การวัดผลและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการสร้างรูปเพื่อหาเวกเตอร์ลัพธ์ - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดผลและประเมินผล** สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการสรุปบทเรียนรวมทั้งการสร้างรูปเพื่อหาเวกเตอร์ลัพธ์



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 2

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 3

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณ **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์และสามารถรวมแรงหลายแรงที่กระทำต่อจุดเดียวกันให้เป็นแรงเดียวได้ดังนั้นเราจึงพิจารณาได้ว่าถ้ามีแรงหนึ่งแรงเราสามารถหาแรงย่อยที่เป็นแรงประกอบของแรงนั้นได้และจากการหาเวกเตอร์ลัพธ์ด้วยวิธีการสร้างรูป ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ที่ได้จากการวัดนั้นยังได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ ซึ่งเราจะใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาช่วยเพื่อความถูกต้องของเวกเตอร์ลัพธ์ที่ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. แยกแรงหนึ่งแรงออกเป็นแรง 2 แรงที่ตั้งฉากกันตามทิศทางที่กำหนดไว้
2. คำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลาย ๆ แรงที่กระทำต่อวัตถุโดยวิธีแยกแรงได้
3. บอกได้ว่าเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่ โดยมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำถ้าแยกแรงเหล่านั้นให้อยู่ในแกนที่ตั้งฉากกันสองแกนแรงลัพธ์ของแรงเหล่านั้นในแต่ละแกนมีค่าเป็นศูนย์
4. ใช้วิธีการแยกแรงหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลของแรงหลายแรงได้

เนื้อหา

การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีการคำนวณเป็นการอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการคำนวณ การแยกแรงหนึ่งแรงออกเป็นแรง 2 แรงที่ตั้งฉากกันใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์หาขนาดของแรงทั้งสองตามทิศ ที่ตั้งฉากกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้หาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงโดยการคำนวณได้และจากการที่แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งสามารถรวมแรงหลายแรงที่กระทำต่อจุดเดียวกันให้เป็นแรงลัพธ์แรงเดียวได้ ดังนั้นจึงทำให้เราพิจารณาได้ว่า แรงหนึ่งแรงนั้น เป็นผลรวมของแรงสองแรงหรือมากกว่าได้ ซึ่งการคิดเช่นนี้เรียกว่า เป็นการแยกแรง โดยแรงแต่ละแรงที่มารวมกันเป็นแรงแรงหนึ่งที่พิจารณานั้นเรียกว่าเป็นแรงองค์ประกอบของแรงนั้น

ถ้าอยู่ในแนวระดับก็เรียกว่าองค์ประกอบของแรงในแนวระดับแต่ถ้าอยู่ในแนวดิ่งก็จะเรียกว่าองค์ประกอบของแรงในแนวดิ่ง

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	**แผนการสอนตามคู่มือครู**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1. ครูกล่าวถึงสถานการณ์ที่เรียนจากคาบเรียนว่าจากความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วนั้นทำให้นักเรียนได้ทราบถึงการรวมแรงโดยการวาดรูปตลอดจนทราบถึงขนาดและทิศของเวกเตอร์ลัพธ์ของแรงหลายแรงนั้นได้ จากนั้นครูถามนักเรียนดังนี้ - นักเรียนหาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างไร (วัดความยาวของลูกศรที่แทนเวกเตอร์ลัพธ์) - นักเรียนหาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างไร (โดยการวัดมุม) - ค่าที่ได้จากการวัดของแต่ละคนนั้นเท่ากันหรือไม่อย่างไร (ไม่เท่ากันเพราะแต่ละคนมีทักษะในการวัดและใช้เครื่องวัดที่ไม่ได้มาตรฐาน) - จากข้อจำกัดดังกล่าวเราจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร (ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยซึ่งเราจะได้ศึกษาต่อไป)	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** 1. ครูกล่าวถึงสถานการณ์ที่เรียนจากคาบเรียนว่าจากความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วนั้นทำให้นักเรียนได้ทราบถึงการรวมแรงโดยการวาดรูปตลอดจนทราบถึงขนาดและทิศของเวกเตอร์ลัพธ์ของแรงหลายแรงนั้นได้ จากนั้นครูถามนักเรียนดังนี้ - นักเรียนหาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างไร (วัดความยาวของลูกศรที่แทนเวกเตอร์ลัพธ์) - นักเรียนหาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างไร (โดยการวัดมุม) - ค่าที่ได้จากการวัดของแต่ละคนนั้นเท่ากันหรือไม่อย่างไร (ไม่เท่ากันเพราะแต่ละคนมีทักษะในการวัดและใช้เครื่องวัดที่ไม่ได้มาตรฐาน) - จากข้อจำกัดดังกล่าวเราจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร (ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยซึ่งเราจะได้ศึกษาต่อไป)

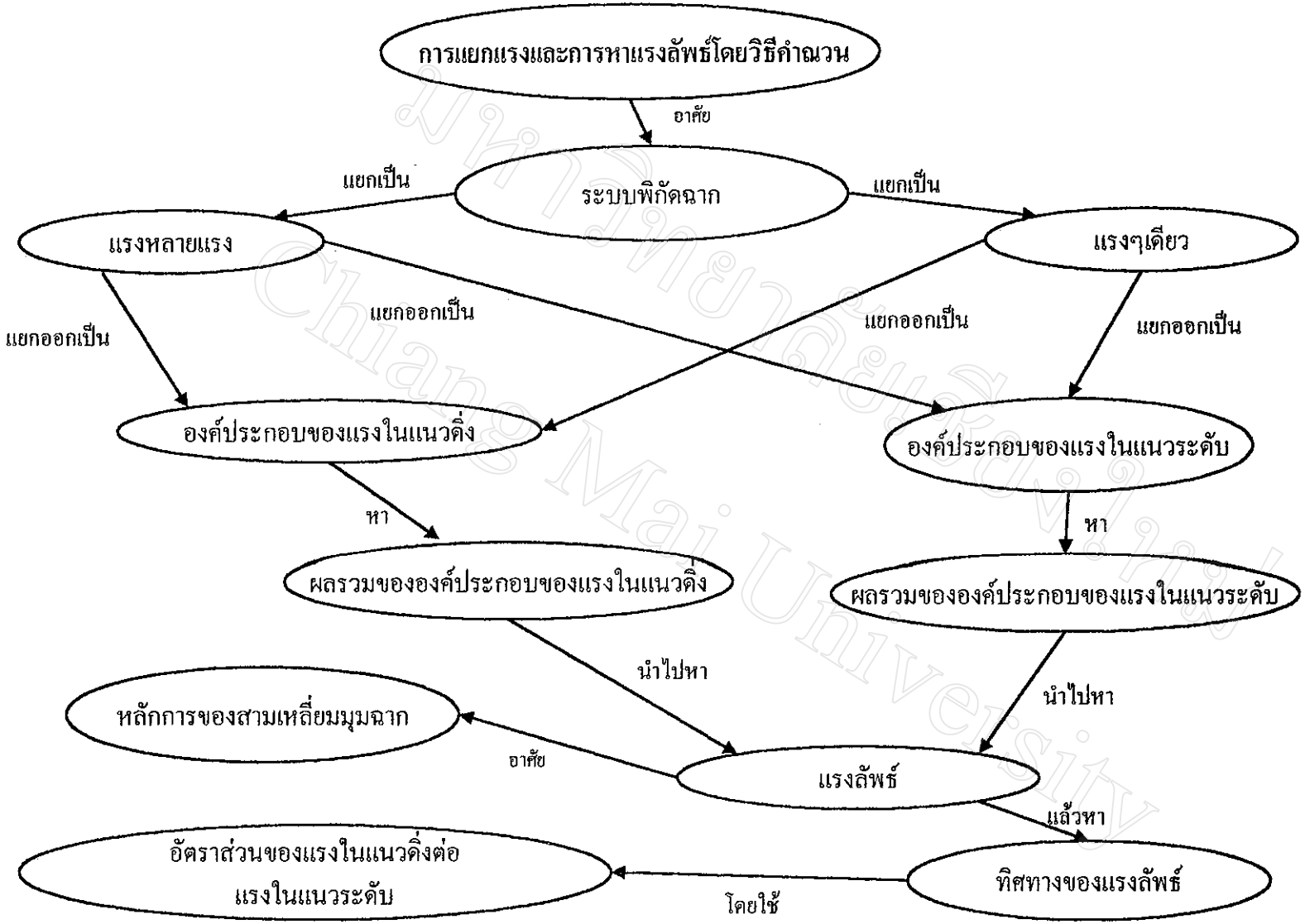
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉากและความสัมพันธ์ระหว่างมุมกับด้านของสามเหลี่ยมในรูปของค่า ซายน์ โคซายน์ แทนเจนท์ และผลรวมของจตุรัสบนด้านประกอบมุมฉากซึ่งเท่ากับจตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉาก **ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนพิจารณารูป 8.17 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 หน้า 18 จากนั้นครูใช้คำถามประกอบการอธิบายดังนี้ - จากรูปถ้ากำหนดให้แรง $\vec{F}$ แรงหนึ่งอยู่บนระนาบ X Y ทำมุมθ กับแกน X แล้วเราสามารถแยกแรง $\vec{F}$ ออกเป็นองค์ประกอบ 2 แรง ที่ตั้งฉากกันคือ แรง $\vec{F}_x$ และ $\vec{F}_y$ ในทิศตามแนวแกน X และแกน Y ได้ - จากรูปแรง $\vec{F}$ ทำมุมกับแกนใด (ทำมุมกับแกน + X) - แรงประกอบของแรง $\vec{F}$ ในแนวแกน X และแกน Y คือแรงใดบ้าง (แรงประกอบในแนวแกน X คือ $\vec{F}_x$ และแรงประกอบในแนวแกน Y คือ $\vec{F}_y$) - แรง $\vec{F}$ คือผลบวกของแรงใด ($\vec{F}_x + \vec{F}_y$)	**ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉากและความสัมพันธ์ระหว่างมุมกับด้านของสามเหลี่ยมในรูปของค่า ซายน์ โคซายน์ แทนเจนท์และผลรวมของจตุรัสบนด้านประกอบมุมฉากซึ่งเท่ากับจตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉาก **ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนพิจารณารูป 8.17 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 หน้า 18 จากนั้นครูใช้คำถามประกอบการอธิบายดังนี้ - จากรูปถ้ากำหนดให้แรง $\vec{F}$ แรงหนึ่งอยู่บนระนาบ X Y ทำมุมθ กับแกน X แล้วเราสามารถแยกแรง $\vec{F}$ ออกเป็นองค์ประกอบ 2 แรง ที่ตั้งฉากกันคือ แรง $\vec{F}_x$ และ $\vec{F}_y$ ในทิศตามแนวแกน X และแกน Y ได้ - จากรูปแรง $\vec{F}$ ทำมุมกับแกนใด (ทำมุมกับแกน + X) - แรงประกอบของแรง $\vec{F}$ ในแนวแกน X และแกน Y คือแรงใดบ้าง (แรงประกอบในแนวแกน X คือ $\vec{F}_x$ และแรงประกอบในแนวแกน Y คือ $\vec{F}_y$) - แรง $\vec{F}$ คือผลบวกของแรงใด ($\vec{F}_x + \vec{F}_y$)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- จากรูปอัตราส่วน F_X ต่อ F คือค่าอะไรของมุม θ (ค่าโคซายน์ของมุม θ) - จากรูปอัตราส่วน F_Y ต่อ F คือค่าอะไรของมุม θ (ค่าซายน์ของมุม θ) - F_Xและ F_Y มีค่าเท่าใด ($F_X = F\cos\theta$ และ $F_Y = F\sin\theta$) - ขนาดของแรง F หาได้อย่างไร ($F=\sqrt{F_X^2+F_Y^2}$) - ทิศทางของแรง F หาได้จากค่าใด [$\theta = \tan^{-1}(F_Y/F_X)$] - แรงประกอบของแรง $\vec{F}$ มีลักษณะอย่างไร (เป็นแรงที่แตกออกไปบนแกนอ้างอิงในแนวดิ่งและแนวระดับซึ่งตั้งฉากกัน) 2. ให้นักเรียนศึกษาคำถามที่ 8.6 และรูปที่ 8.19 ในหนังสือเรียน หน้า 19 พร้อมทั้งตอบข้อซักถามดังนี้ - จากคำถามที่ 8.6 ขนาดของแรงองค์ประกอบของแรง 10 นิวตันในแนวขนานกับพื้นและในแนวตั้งฉากกับพื้นเป็นเท่าใด (รูป ก. เท่ากับ $10\cos45^0$ และ $10\sin45^0$ ตามลำดับส่วนรูป ข. เท่ากับ $10\cos30^0$ และ $10\sin30^0$)	- จากรูปอัตราส่วน $\vec{F}_X$ ต่อ $\vec{F}$ คือค่าอะไรของมุม θ (ค่าโคซายน์ของมุม θ) - จากรูปอัตราส่วน F_Yต่อ F คือค่าอะไรของมุม θ (ค่าซายน์ของมุม θ) - F_Xและ F_Y มีค่าเท่าใด ($F_X = F\cos\theta$ และ $F_Y = F\sin\theta$) - ขนาดของแรง F หาได้อย่างไร ($F=\sqrt{F_X^2+F_Y^2}$) - ทิศทางของแรง F หาได้จากค่าใด [$\theta = \tan^{-1}(F_Y/F_X)$] - แรงประกอบของแรง $\vec{F}$ มีลักษณะอย่างไร (เป็นแรงที่แตกออกไปบนแกนอ้างอิงในแนวดิ่งและแนวระดับซึ่งตั้งฉากกัน) 2. ให้นักเรียนศึกษาคำถามที่ 8.6 และรูปที่ 8.19 ในหนังสือเรียน หน้า 19 พร้อมทั้งตอบข้อซักถามดังนี้ - จากคำถามที่ 8.6 ขนาดของแรงองค์ประกอบของแรง 10 นิวตันในแนวขนานกับพื้นและในแนวตั้งฉากกับพื้นเป็นเท่าใด (รูป ก. เท่ากับ $10\cos45^0$ และ $10\sin45^0$ ตามลำดับส่วนรูป ข. เท่ากับ $10\cos30^0$ และ $10\sin30^0$)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- จากรูปที่ 8.19 นักเรียนจะหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ ณ จุดเดียวกันได้อย่างไร [แตกเวกเตอร์เหล่านั้นในแนวระดับและแนวดิ่ง หาแรงลัพธ์ในแต่ละแนวก่อนแล้วจึงหาแรงลัพธ์ทั้งหมดจาก $F = \sqrt{F_x^2 + F_Y^2}$ และหาทิศทางจาก $\theta = \tan^{-1}(F_Y/F_X)$]	- จากรูปที่ 8.19 นักเรียนจะหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ ณ จุดเดียวกันได้อย่างไร [แตกเวกเตอร์เหล่านั้นในแนวระดับและแนวดิ่งหาแรงลัพธ์ในแต่ละแนวก่อนแล้วจึงหาแรงลัพธ์ทั้งหมดจาก $F=\sqrt{F_x^2 + F_Y^2}$ และหาทิศทางจาก $\theta = \tan^{-1}(F_Y/F_X)$]
3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ของผลรวมของแรงตามแนวทางในหนังสือเรียนหน้า 22	3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ของผลรวมของแรงตามแนวทางในหนังสือเรียน หน้า 22
4. ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 8.2 แล้วตอบคำถามที่ 8.8 และ 8.9	4. ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 8.2 แล้วตอบคำถามที่ 8.8 และ 8.9
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ	**ขั้นสรุปบทเรียน** นักเรียนช่วยกันสรุปจนได้ข้อสรุปว่า การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณนั้นอาจหาแรงลัพธ์ของแรงมากกว่า 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุได้ โดยแยกแรงเหล่านั้นให้อยู่ในแนวแกน X และแนวแกน Y ที่ตั้งฉากกันแล้วหาแรงลัพธ์ในแนวแกน X และแนวแกน Y เป็น $\sum_{i=1}^{n}\vec{F}_{ix}$ และ $\sum_{i=1}^{n}\vec{F}_{iy}$ ซึ่งจะนำไปหาแรงลัพธ์สุดท้ายของแรงเหล่านี้ได้เช่นเดียวกันกับตัวอย่างที่ผ่านมาแล้ว และในกรณีที่วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่จะได้ว่า $\sum_{i=1}^{n}\vec{F}_{ix} = 0$, $\sum_{i=1}^{n}\vec{F}_{iy} = 0$ นั่นคือ ผลรวมของแรงองค์ประกอบในแนวแกน X และแนวแกน Y จะต้องเป็นศูนย์ด้วย

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจงโดยทดลองเขียนในกระดาษและแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู 1.6 ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ
การวัดผลและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการแยกเวกเตอร์เพื่อหาเวกเตอร์ลัพธ์ - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดผลและประเมินผล** สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการแยกเวกเตอร์เพื่อหาเวกเตอร์ลัพธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 4

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง แรงเสียดทาน **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

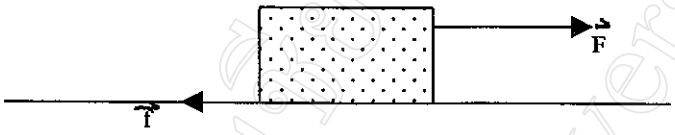
เมื่อเราพิจารณาถึงการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุจะมีแรง ๆ หนึ่งที่ต้านทานการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาแรงนั้นคือแรงเสียดทานซึ่งเมื่อใดก็ตามที่มีผิวหน้าของวัตถุคู่หนึ่งคู่ใดไถลผ่านกันแต่ละผิวก็จะออกแรงเสียดทานต่อกันในทิศทางขนานกับผิวสัมผัสกันนั้น แรงเสียดทานที่กระทำต่อแต่ละวัตถุนี้จะมีทิศสวนกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนไปสัมพัทธ์กับอีกวัตถุหนึ่งแรงเสียดทานจะต้านการเคลื่อนที่เสมอถึงแม้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันก็อาจเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. หาขนาดและทิศทางของแรงดึงให้วัตถุที่อยู่บนพื้นราบให้พอดีเคลื่อนที่ได้
2. หาขนาดและทิศทางของแรงดึงให้วัตถุที่อยู่บนพื้นราบให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวได้
3. บอกได้ว่าขณะที่ออกแรงดึงวัตถุให้อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวขนาดของแรงเสียดทานเท่ากับขนาดของแรงที่ดึงและมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงที่ดึงได้
4. บอกความหมายของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้
5. หาขนาดของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้
6. บอกได้ว่าขนาดของแรงเสียดทาน ขึ้นกับลักษณะของผิวสัมผัสและขนาดของแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ ในแนวตั้งฉากกับพื้น
7. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ
8. แปลความหมายจากกราฟในข้อ 7 ได้ และหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์จากกราฟได้

เนื้อหา

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งเกิดขึ้นระหว่างผิววัตถุกับพื้นที่สัมผัสกันเมื่อวัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัววัตถุจะอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่นั่นคือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่ามีแรงเสียดทานมาต้านแรงดึงวัตถุและมีขนาดเท่ากันถ้าให้ $\vec{F}$ คือแรงดึงและ $\vec{f}$ เป็นแรงเสียดทานแล้วจะแสดงได้ดังรูป



โดยที่ $\vec{F}+\vec{f} = 0$ หรือ $\vec{f} = -\vec{F}$

เมื่อออกแรง F กระทำต่อวัตถุเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ขนาดของแรงเสียดทานมีค่าเพิ่มขึ้นตามแรงดึงที่เพิ่มขึ้นซึ่งขนาดของแรงเสียดทานจะเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุ "เริ่มจะเคลื่อนที่" เรียกแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะอยู่นิ่งว่า "แรงเสียดทานสถิต" และในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวแรงเสียดทานที่กระทำกับวัตถุขณะเคลื่อนที่เรียกว่า "แรงเสียดทานจลน์" ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิต

แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะและชนิดผิวสัมผัสกัน เช่น ถ้าผิวสัมผัสกันเป็นผิวหยาบหรือขรุขระแรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าเป็นผิวเกลี้ยงหรือลื่นแรงเสียดทานมักจะมีค่าน้อย ส่วนผิวสัมผัสชนิดเดียวกันแรงเสียดทานมีค่าขึ้นอยู่กับแรงกดในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอีกด้วย

อัตราส่วนของ $\dfrac{f_s}{N} = \mu_s$

$\dfrac{f_k}{N} = \mu_k$

f_s คือ แรงเสียดทานสถิต

f_k คือ แรงเสียดทานจลน์

N คือ แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก

μ_s คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน สถิต

μ_k คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

สำหรับวัตถุวางบนพื้นเอียงแล้ว ถ้าพื้นเอียงเอียงทำมุม θ จะได้ว่า $\mu_s = \tan\theta_s$ $\mu_k = \tan\theta_k$ โดยที่ $\theta_k < \theta_s$

สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต μ_s มากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ μ_k เสมอ

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	**แผนการสอนตามคู่มือครู**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนลองวางฝ่ามือลงบนพื้นไม้ พื้นกระจก พื้นรางไม้ ให้ดึงมือเข้าหาตัวแล้วตอบคำถาม ดังนี้ - นักเรียนรู้สึกว่าเกิดอะไรขึ้นบนฝ่ามือ (รู้สึกว่าจะเคลื่อนมือไม่สะดวกเสมือนมีแรงคอยต้านไว้) ครูกล่าวเสริมว่าแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งเกิดขึ้นระหว่างผิววัตถุกับพื้นที่สัมผัสกันแรงนี้เรียกว่า แรงเสียดทานซึ่งแรงเสียดทานนั้นมีลักษณะอย่างไรบ้างนั้นเราจะศึกษาจากกิจกรรม 8.2 **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วโดยเน้นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงขนาดและทิศทาง	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนลองวางฝ่ามือลงบนพื้นไม้ พื้นกระจก พื้นรางไม้ ให้ดึงมือเข้าหาตัวแล้วตอบคำถามดังนี้ - นักเรียนรู้สึกว่าเกิดอะไรขึ้นบนฝ่ามือ (รู้สึกว่าจะเคลื่อนมือไม่สะดวกเสมือนมีแรงคอยต้านไว้) ครูกล่าวเสริมว่าแรงนี้เรียกว่าแรงเสียดทานซึ่งแรงเสียดทานนั้นมีลักษณะอย่างไรบ้างนั้นเราจะศึกษาจากกิจกรรม 8.2 **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วโดยเน้นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงขนาดและทิศทาง

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสอน **อภิปรายก่อนทำกิจกรรม** จากหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 หน้า 27 - 29 1. ให้นักเรียนอ่านวิธีทำกิจกรรมอย่างละเอียด 2. ครูชี้แจงข้อควรระวังในการทำกิจกรรมคือการออกแรงดึงเครื่องชั่งนั้นให้ดึงในแนวขนานกับพื้นโต๊ะระวังอย่าให้เครื่องชั่งครูดกับพื้น การออกแรงดึงค่อย ๆ เพิ่มแรงทีละน้อยในช่วงที่ถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่นั้นควรอ่านค่าของแรงหลังจากที่เคลื่อนที่ไปแล้วสักระยะหนึ่ง ถ้าอ่านในตอนแรกจะเป็นช่วงที่วัตถุมีความเร่งทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง การทำกิจกรรมนักเรียนทำการทดลองตามกลุ่มที่แบ่งไว้แล้วโดยใช้เวลา 20 นาที **อภิปรายหลังทำกิจกรรม** 1. ครูใช้คำถามนำอภิปรายดังนี้ - เมื่อวางแท่งเหล็กบนพื้นโต๊ะขณะที่ยังไม่ออกแรงดึงมีแรงอะไรบ้างกระทำต่อแท่งเหล็กและแรงลัพธ์บนแท่งเหล็กมีค่าเป็นเท่าใด (เมื่อวางแท่งเหล็กบนพื้นโต๊ะขณะที่ยังไม่ออกแรงดึง มีแรงกระทำต่อแท่งเหล็กสองแรง คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของแท่งเหล็กและแรงกระทำของพื้นในแนวตั้งฉาก แรงทั้งสองมีขนาด	**ขั้นสอน** **อภิปรายก่อนทำกิจกรรม** จากหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 หน้า 27 - 29 1. ให้นักเรียนอ่านวิธีทำกิจกรรมอย่างละเอียด 2. ครูชี้แจงข้อควรระวังในการทำกิจกรรมคือการออกแรงดึงเครื่องชั่งนั้นให้ดึงในแนวขนานกับพื้นโต๊ะระวังอย่าให้เครื่องชั่งครูดกับพื้น การออกแรงดึงค่อย ๆ เพิ่มแรงทีละน้อยในช่วงที่ถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่นั้นควรอ่านค่าของแรงหลังจากที่เคลื่อนที่ไปแล้วสักระยะหนึ่ง ถ้าอ่านในตอนแรกจะเป็นช่วงที่วัตถุมีความเร่งทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง การทำกิจกรรมนักเรียนทำการทดลองตามกลุ่มที่แบ่งไว้แล้วโดยใช้เวลา 20 นาที **อภิปรายหลังทำกิจกรรม** 1. ครูใช้คำถามนำอภิปรายดังนี้ - เมื่อวางแท่งเหล็กบนพื้นโต๊ะขณะที่ยังไม่ออกแรงดึงมีแรงอะไรบ้างกระทำต่อแท่งเหล็กและแรงลัพธ์บนแท่งเหล็กมีค่าเป็นเท่าใด (เมื่อวางแท่งเหล็กบนพื้นโต๊ะขณะที่ยังไม่ออกแรงดึง มีแรงกระทำต่อแท่งเหล็กสองแรง คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของแท่งเหล็กและแรงกระทำของพื้นในแนวตั้งฉาก แรงทั้งสองมีขนาด

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
เท่ากัน อยู่ในแนวดิ่งและมีทิศทางตรงกันข้ามมีผลทำให้แรงลัพธ์บนแท่งเหล็กเท่ากับศูนย์) - เมื่อออกแรงดึงแท่งเหล็กแท่งเหล็กยังไม่เคลื่อนที่ แรงลัพธ์บนแท่งเหล็กมีค่าเท่าใด (แรงลัพธ์บนแท่งเหล็กมีค่าเท่ากับศูนย์) - มีแรงในแนวใดบ้างที่กระทำต่อวัตถุ (แรงในแนวดิ่งที่กระทำบนแท่งเหล็กมี 2 แรง เท่าเดิม แรงในแนวระดับคือ แรงดึงและแรงต้านการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของแท่งเหล็กและพื้น เนื่องจากแท่งเหล็กอยู่ในสมดุลดังนั้นแรงต้านการเคลื่อนที่ ซึ่งเรียกว่า แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับขนาดของแรงดึง และมีทิศตรงกันข้าม) - เมื่อออกแรงดึงแท่งเหล็กด้วยขนาดของแรงดึงมากขึ้นโดยแท่งเหล็กยังไม่เคลื่อนที่ หมายความว่าอย่างไร (หมายความว่า แท่งเหล็กยังอยู่ในสมดุล นั่นคือ แรงเสียดทานมีขนาดมากขึ้นด้วย และมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนถึงค่า หนึ่งเมื่อแท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่) - เมื่อแท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่ ออกแรงดึงต่อไปเพื่อทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ขณะนั้นวัตถุอยู่ในภาวะเช่นไร	เท่ากัน อยู่ในแนวดิ่งและมีทิศทางตรงกันข้ามมีผลทำให้แรงลัพธ์บนแท่งเหล็กเท่ากับศูนย์) - เมื่อออกแรงดึงแท่งเหล็กแท่งเหล็กยังไม่เคลื่อนที่ แรงลัพธ์บนแท่งเหล็กมีค่าเท่าใด (แรงลัพธ์บนแท่งเหล็กมีค่าเท่ากับศูนย์) - มีแรงในแนวใดบ้างที่กระทำต่อวัตถุ (แรงในแนวดิ่งที่กระทำบนแท่งเหล็กมี 2 แรง เท่าเดิม แรงในแนวระดับคือ แรงดึงและแรงต้านการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของแท่งเหล็กและพื้น เนื่องจากแท่งเหล็กอยู่ในสมดุลดังนั้นแรงต้านการเคลื่อนที่ ซึ่งเรียกว่า แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับขนาดของแรงดึง และมีทิศตรงกันข้าม) - เมื่อออกแรงดึงแท่งเหล็กด้วยขนาดมากขึ้นโดยแท่งเหล็กยังไม่เคลื่อนที่ หมายความว่าอย่างไร (หมายความว่า แท่งเหล็กยังอยู่ในสมดุล นั่นคือ แรงเสียดทานมีขนาดมากขึ้นด้วย และมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนถึงค่า หนึ่งเมื่อแท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่) - เมื่อแท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่ ออกแรงดึงต่อไปเพื่อทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ขณะนั้นวัตถุอยู่ในภาวะเช่นไร

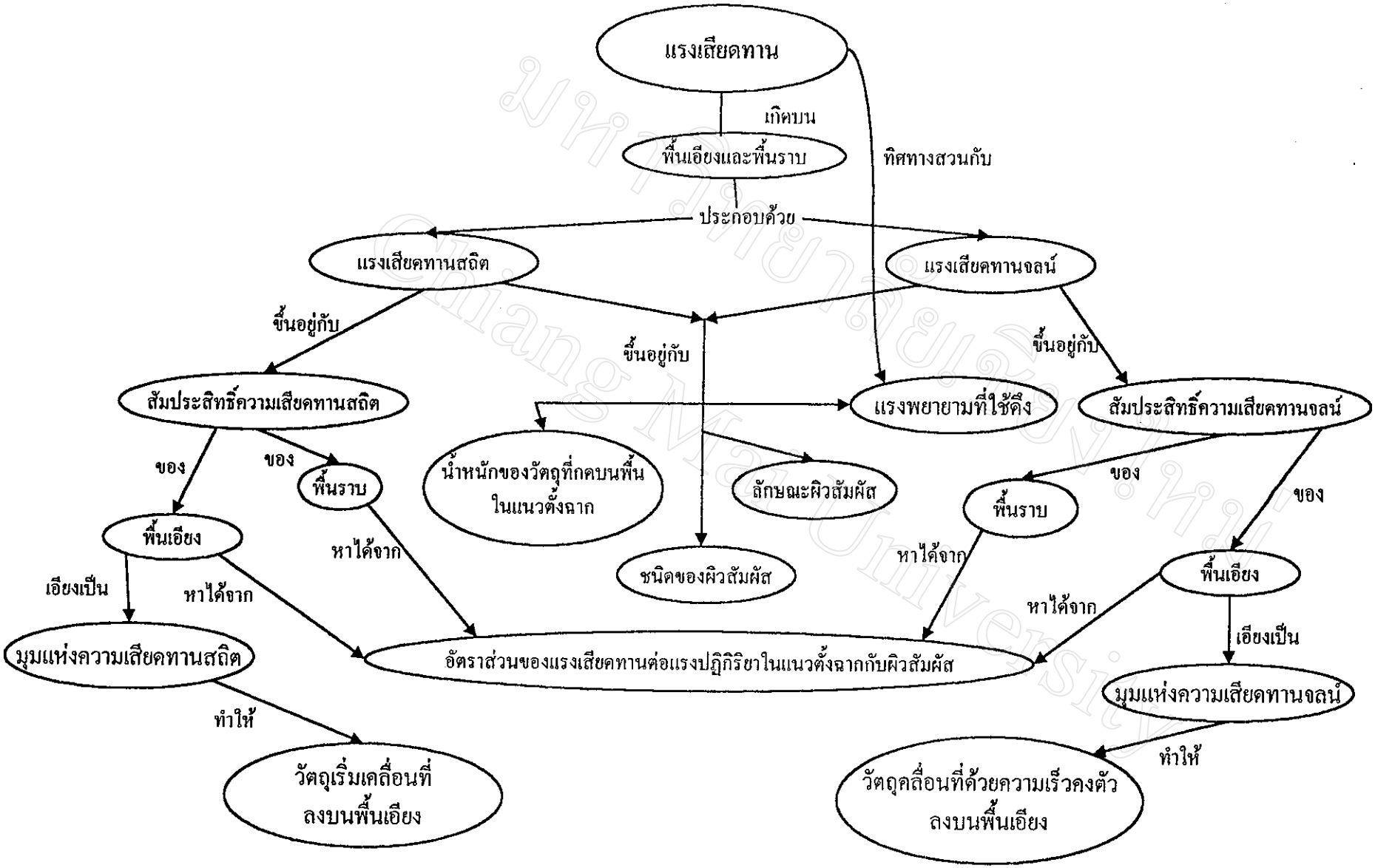
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
(อยู่ในสมดุล แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแท่งเหล็กเป็นศูนย์ แรงเสียดทานระหว่างแท่งเหล็กกับพื้นโต๊ะขณะที่แท่งเหล็กเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวมีขนาดเท่ากับแรงดึง) - แรงดึงเมื่อแท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่กับแรงดึงตอนที่แท่งเหล็กเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวต่างกันอย่างไร (แรงดึงขณะแท่งเหล็กเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะมีค่าน้อยกว่าตอนที่แท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่) - นักเรียนจะสรุปการทดลองนี้ว่าอย่างไร (แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่เราเรียกว่าแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ ซึ่งแรงเสียดทานสถิตจะมีค่าใกล้ศูนย์จนถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง แรงเสียดทานจลน์จะมีค่าคงตัวสำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่บนผิวหนึ่ง ๆ) 2. เมื่อนักเรียนสรุปได้แล้ว ครูนำสู่การทดลอง 8.1. โดยการชี้ให้เห็นว่า ในชีวิตประจำวันจากการสังเกตพบว่า แรงเสียดทานขึ้นกับผิวสัมผัส เช่น ผิวขรุขระ ผิวเกลี้ยงหรือลื่น แรงเสียดทานจะมีค่าแตกต่างกัน ผิวหยาบ หรือผิวขรุขระจะมีแรงเสียดทานมาก แต่ถ้าเป็นผิวเกลี้ยงหรือลื่น แรงเสียดทานมักมี	(อยู่ในสมดุล แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแท่งเหล็กเป็นศูนย์ แรงเสียดทานระหว่างแท่งเหล็กกับพื้นโต๊ะขณะที่แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวมีขนาดเท่ากับแรงดึง) - แรงดึงเมื่อแท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่กับแรงดึงตอนที่แท่งเหล็กเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวต่างกันอย่างไร (แรงดึงขณะแท่งเหล็กเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะมีค่าน้อยกว่าตอนที่แท่งเหล็กเริ่มเคลื่อนที่) - นักเรียนจะสรุปการทดลองนี้ว่าอย่างไร (แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่เราเรียกว่าแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ ซึ่งแรงเสียดทานสถิตจะมีค่าใกล้ศูนย์จนถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง แรงเสียดทานจลน์จะมีค่าคงตัวสำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่บนผิวหนึ่ง ๆ) 2. เมื่อนักเรียนสรุปได้แล้ว ครูนำสู่การทดลอง 8.1. โดยการชี้ให้เห็นว่า ในชีวิตประจำวันจากการสังเกตพบว่า แรงเสียดทานขึ้นกับผิวสัมผัส เช่น ผิวขรุขระ ผิวเกลี้ยงหรือลื่น แรงเสียดทานจะมีค่าแตกต่างกัน ผิวหยาบ หรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมาก แต่ถ้าเป็นผิวเกลี้ยงหรือลื่น แรงเสียดทานมักมี

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ค่าน้อย ส่วนผิวสัมผัสชนิดเดียวกัน ซึ่งเรียบมาก จะมีแรงเสียดทานมากซึ่งแรงเสียดทานจะขึ้นกับอะไรอีกเราจะได้ศึกษาจากการทดลองที่ 8.1.	ค่าน้อย ส่วนผิวสัมผัสชนิดเดียวกัน ซึ่งเรียบมาก จะมีแรงเสียดทานมากซึ่งแรงเสียดทานจะขึ้นกับอะไรอีกเราจะได้ศึกษาจากการทดลองที่ 8.1.
อภิปรายก่อนการทดลอง 1. ครูอธิบายเกี่ยวกับการอ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ ในการดึงแต่ละครั้งไม่ต้องอ่านค่าทุกระยะเหมือนกิจกรรม 8.2. แต่อ่านตอนที่แผ่นไม้เริ่มจะเคลื่อนที่กับตอนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเท่านั้น ทุกครั้งที่เพิ่มจำนวนถุงทรายจะต้องวางบนแผ่นไม้ ณ ที่เดิมก่อนออกแรงดึง โดยทำเครื่องหมายบนแผ่นไม้ไว้เพื่อจะได้ผิวสัมผัสคู่เดียวกันจริง ๆ เนื่องจากรางไม้มีความฝืดตลอดรางไม่เท่ากัน 2. ก่อนการทดลองควรปรับรางไม้ให้พื้นรางอยู่ในแนวระดับ มิฉะนั้นค่าแรงที่อ่านได้จะผิดไปจากความจริง 3. ในกรณีที่พื้นรางไม้มีความฝืด ไม่สม่ำเสมออาจให้นักเรียนใช้กระดาษที่มีผิวเรียบปูบนรางไม้ก่อนแล้วใช้กระดาษกาวยึดติดกับรางไม้เพื่อใช้แทนพื้นรางไม้ก็ได้ ผิวสัมผัสจะเป็นผิวของแผ่นไม้กับกระดาษ 4. การเขียนกราฟระหว่างแรงดึงในแนวระดับกับน้ำหนักถุงทรายรวมกับแผ่นไม้ในกรณีที่แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่และเมื่อแผ่นไม้เคลื่อนที่	**อภิปรายก่อนการทดลอง** 1. ครูอธิบายเกี่ยวกับการอ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ ในการดึงแต่ละครั้งไม่ต้องอ่านค่าทุกระยะเหมือนกิจกรรม 8.2. แต่อ่านตอนที่แผ่นไม้เริ่มจะเคลื่อนที่กับตอนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเท่านั้น ทุกครั้งที่เพิ่มจำนวนถุงทรายจะต้องวางแผ่นไม้ ณ ที่เดิมก่อนออกแรงดึง โดยทำเครื่องหมายบนแผ่นไม้ไว้ เพื่อจะได้ผิวสัมผัสคู่เดียวกันจริงๆ เนื่องจากรางไม้มีความฝืดตลอดรางไม่เท่ากัน 2. ก่อนการทดลองควรปรับรางไม้ให้พื้นรางอยู่ในแนวระดับ มิฉะนั้นค่าแรงที่อ่านได้จะผิดไปจากความจริง 3. ในกรณีที่พื้นรางไม้มีความฝืด ไม่สม่ำเสมออาจให้นักเรียนใช้กระดาษที่มีผิวเรียบปูบนรางไม้ก่อนแล้วใช้กระดาษกาวยึดติดกับรางไม้เพื่อใช้แทนพื้นรางไม้ก็ได้ ผิวสัมผัสจะเป็นผิวของแผ่นไม้กับกระดาษ 4. การเขียนกราฟระหว่างแรงดึงในแนวระดับกับน้ำหนักถุงทรายรวมกับแผ่นไม้ในกรณีที่แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่และเมื่อแผ่นไม้

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ด้วยความเร็วคงตัว ควรจะเขียนกราฟในแผ่นเดียวกัน เพื่อจะได้เปรียบเทียบความชันของกราฟได้ชัดเจน **การทดลอง** ให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดให้แล้วในหนังสือเรียนและบันทึกผลการทดลอง **อภิปรายหลังการทดลอง** 1. ครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - กราฟที่ได้จากการทดลองทั้งสองตอนมีลักษณะอย่างไร (เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด) - จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักได้อย่างไร (แรงดึงแปรผันตรงกับน้ำหนัก) - ความชันของกราฟจากการทดลองทั้งสองตอนเท่ากันหรือไม่ถ้าไม่เท่ากัน กราฟใดมีความชันมากกว่า (กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักเมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่มีความชันมากกว่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักเมื่อแผ่นไม้กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว - ความชันของกราฟคืออะไร (อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับน้ำหนัก)	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ควรจะเขียนกราฟในแผ่นเดียวกัน เพื่อจะได้เปรียบเทียบความชันของกราฟได้ชัดเจน **การทดลอง** ให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดให้แล้วในหนังสือเรียนและบันทึกผลการทดลอง **อภิปรายหลังการทดลอง** 1. ครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้ - กราฟที่ได้จากการทดลองทั้งสองตอนมีลักษณะอย่างไร (เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด) - จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักได้อย่างไร (แรงดึงแปรผันตรงกับน้ำหนัก) - ความชันของกราฟจากการทดลองทั้งสองตอนเท่ากันหรือไม่ถ้าไม่เท่ากัน กราฟใดมีความชันมากกว่า (กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักเมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่มีความชันมากกว่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักเมื่อไม้กำลังเคลื่อนที่ - ความชันของกราฟคืออะไร (อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับน้ำหนัก)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานในหนังสือเรียนหน้า 30 – 33 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ - จากการทดลอง 8.1 μ_s และ μ_k ค่าใดมีค่ามากกว่ากัน (μ_s มากกว่า μ_k) - ถ้ายกปลายรางไม้ข้างหนึ่งสูงขึ้นจากแนวระดับจนทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวมุมที่รางไม้กระทำกับแนวระดับจะมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า θs (น้อยกว่า)	2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานในหนังสือเรียนหน้า 30 – 33 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ - จากการทดลอง 8.1 μ_s และ μ_k ค่าใดมีค่ามากกว่ากัน (μ_s มากกว่า μ_k) - ถ้ายกปลายรางไม้ข้างหนึ่งสูงขึ้นจากแนวระดับจนทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวมุมที่รางไม้กระทำกับแนวระดับจะมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า θs (น้อยกว่า)
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องที่กำลังเรียนขณะนั้น 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง	**ขั้นสรุปบทเรียน** ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปในประเด็นสำคัญดังนี้ 1. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง 2. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสมีลักษณะเรียบแรงเสียดทานจะมีค่าน้อย ถ้าผิวสัมผัสหยาบแรงเสียดทานจะมีค่ามาก 3. แรงเสียดทานสถิตมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคงตัวค่าหนึ่ง ส่วนแรงเสียดทานจลน์มีค่าคงตัวค่าหนึ่งสำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง 4. อัตราส่วนระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุขณะวัตถุเริ่มเคลื่อนที่หรือกำลังเคลื่อนที่กับแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากคือสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
โดยทดลองเขียนใส่กระดาษแล้วแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู 1.6 ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	5. สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การทดลองกิจกรรมที่ 8.2 และชุดการทดลองที่ 8.1 - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การทดลองกิจกรรมที่ 8.2 และชุดการทดลองที่ 8.1
การวัดและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการสรุปสาระสำคัญของบทเรียน



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 4

แผนการสอนที่ 5

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงภายใต้ความโน้มถ่วงเดียวกันจุดทั้งสองคือจุดเดียวกัน ไม่ว่าวัตถุจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม เช่น ในการหมุน การสั่นของวัตถุ หรือขณะเคลื่อนที่ จะมีเพียงจุดเดียวเท่านั้นของก้อนวัตถุที่เคลื่อนที่เหมือนกับเป็นอนุภาคเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ

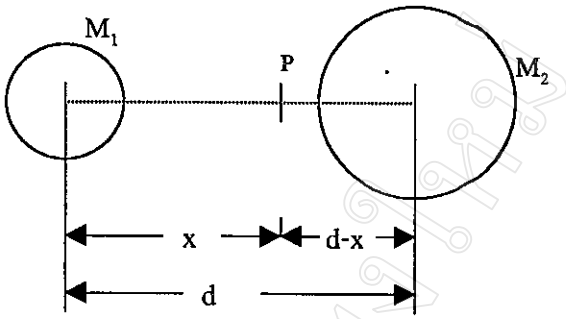
จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีการหาและบอกความหมายของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุได้
2. บอกวิธีการหาและบอกความหมายของจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุได้

เนื้อหา

การออกแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่เพียงอย่างเดียว มีหลายแนวแรงถ้าเขียนต่อแนวแรงเหล่านั้นจะพบว่า ทุกแนวแรงจะผ่านจุดร่วมกันจุดหนึ่งซึ่งเสมือนเป็นที่รวมของมวลวัตถุทั้งก้อน เรียกตำแหน่งนี้ว่า ศูนย์กลางมวล ตำแหน่งของจุดนี้จะขึ้นอยู่กับการกระจายของมวลวัตถุในก้อน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ณ ตำแหน่งซึ่งแนวแรงผ่านศูนย์กลางมวลวัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่งเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าแนวแรงไม่ผ่านศูนย์กลางมวล วัตถุจะมีการเคลื่อนที่แบบหมุน

ศูนย์ถ่วง เป็นจุดเสมือนเป็นที่รวมของน้ำหนักวัตถุทั้งก้อนซึ่งสามารถหาจากการคำนวณได้เมื่อระบบมวลระบบหนึ่งประกอบด้วยมวล M_1 และ M_2 อยู่ห่างกัน d และ P เป็นจุดศูนย์กลางมวลสามารถหาได้ดังนี้



$$M_1x = M_2(d-x)$$

$$x(M_1+M_2) = M_2d$$

$$x = [\frac{M_2}{M_1 + M_2}]d$$

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	**แผนการสอนตามคู่มือครู**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้ - เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นเป็นอย่างไร (อาจเป็นกรณีใดก็ได้ใน 2 กรณีต่อไปนี้ คือ เกิดการเลื่อนที่หรือเกิดการหมุนขึ้น) **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้เกี่ยวกับสภาพการเลื่อนที่และการหมุนของวัตถุในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้ - เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นเป็นอย่างไร (อาจเป็นกรณีใดก็ได้ใน 2 กรณีต่อไปนี้ คือ เกิดการเลื่อนที่หรือเกิดการหมุนขึ้น) **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้เกี่ยวกับสภาพการเลื่อนที่และการหมุนของวัตถุในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน

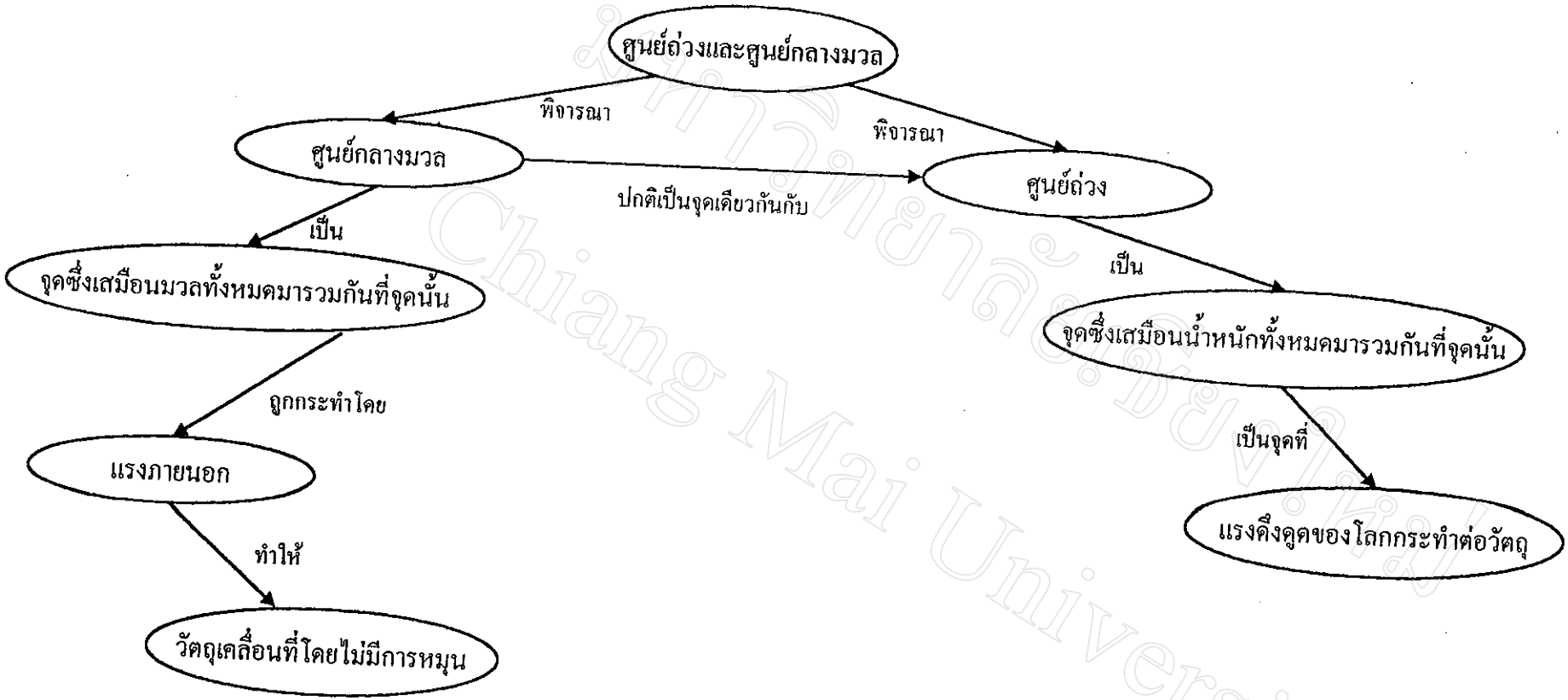
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสอน 1. ครูสาธิตการออกแรงกระทำต่อแท่งไม้รูปลูกบาศก์ที่วางบนโต๊ะราบให้นักเรียนสังเกตแล้วตอบคำถามดังนี้ - ตำแหน่งและแนวแรงผลักแท่งไม้รูปลูกบาศก์ที่ได้ทำเครื่องหมายไว้บนแท่งไม้รูปลูกบาศก์ทั้งสามแนวแรงตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งหรือไม่ (พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง) - ถ้านำแท่งไม้มวลเท่ากันแต่รูปทรงต่างออกไปแล้วปฏิบัติเช่นเดิม จุดตัดของแนวแรงที่ทำให้แท่งไม้เลื่อนที่อย่างเดียวอยู่ที่เดิมหรือไม่ (ไม่) 2. ครูสาธิตโดยนำกระบะลดแรงเสียดทานมาโรยเม็ดพลาสติกลงไปแล้วนำแท่งไม้ทรงกระบอก 2 อันเชื่อมต่อด้วยลวดเหล็กแล้ววางไว้ในกระบะดังรูป 8.37 หน้า 36 แล้วครูออกแรงกระทำบนแกนเหล็ก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ให้นักเรียนสังเกตและตอบคำถาม - เมื่อออกแรงกระทำในแนวราบ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนแกนเหล็ก นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง (ทรงกระบอกทั้งสองมีการเลื่อนที่และหมุนพร้อมกัน และมีตำแหน่งเดียวเท่านั้นที่ทำให้ทรงกระบอกมีการเลื่อนที่อย่างเดียวโดยไม่หมุน	**ขั้นสอน** 1. ครูสาธิตการออกแรงกระทำต่อแท่งไม้รูปลูกบาศก์ที่วางบนโต๊ะราบให้นักเรียนสังเกตแล้วตอบคำถามดังนี้ - ตำแหน่งและแนวแรงผลักแท่งไม้รูปลูกบาศก์ที่ได้ทำเครื่องหมายไว้บนแท่งไม้รูปลูกบาศก์ทั้งสามแนวแรงตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งหรือไม่ (พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง) - ถ้านำแท่งไม้มวลเท่ากันแต่รูปทรงต่างออกไปแล้วปฏิบัติเช่นเดิม จุดตัดของแนวแรงที่ทำให้แท่งไม้เลื่อนที่อย่างเดียวอยู่ที่เดิมหรือไม่ (ไม่) 2. ครูสาธิตโดยนำกระบะลดแรงเสียดทานมาโรยเม็ดพลาสติกลงไปแล้วนำแท่งไม้ทรงกระบอก 2 อันเชื่อมต่อด้วยลวดเหล็กแล้ววางไว้ในกระบะดังรูป 8.37 หน้า 36 แล้วครูออกแรงกระทำบนแกนเหล็ก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ให้นักเรียนสังเกตและตอบคำถาม - เมื่อออกแรงกระทำในแนวราบ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนแกนเหล็ก นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง (ทรงกระบอกทั้งสองมีการเลื่อนที่และหมุนพร้อมกัน และมีตำแหน่งเดียวเท่านั้นที่ทำให้ทรงกระบอกมีการเลื่อนที่อย่างเดียวโดยไม่หมุน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งของศูนย์กลางมวลของระบบ) - จากการสาธิตข้างต้น วัตถุจะเคลื่อนที่และมีการหมุนหรือไม่ขึ้นอยู่กับอะไร (ตำแหน่งและแนวแรงที่กระทำ) 3. ครูสาธิตโดยเตรียมกระดาษแข็งรูปไม่สมมาตรแผ่นหนึ่งผูกเชือกแล้วแขวน (ดังรูป 8.38) หน้า 37 ให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้ - ขณะนี้ผลรวมของแรงในทิศทางใดเป็นศูนย์ ($\Sigma Fy = 0$) - ผลรวมของแรงเป็นศูนย์มีแรงอะไรบ้าง (แรงดึงเชือก T กับน้ำหนักของแผ่นกระดาษ) - แนวเส้นเชือกลงมาตามแนวดิ่งอยู่ในแนวเดียวกันกับน้ำหนักของกระดาษหรือไม่ (อยู่ในแนวเดียวกัน) - นักเรียนสังเกตเห็นแนวเส้นประทั้งสามเป็นอย่างไร (แนวเส้นประทั้งสามมาตัดกันที่จุด ๆ หนึ่ง) - แนวเส้นประทั้งสามแทนแนวของอะไร (แทนแนวแรงดึงเชือกกับแนวน้ำหนักของแผ่นกระดาษ) 4. ครูอธิบายเสริมเกี่ยวกับศูนย์กลางมวลของระบบ	ตำแแหน่งนี้เป็นตำแหน่งของศูนย์กลางมวลของระบบ) - จากการสาธิตข้างต้น วัตถุจะเคลื่อนที่และมีการหมุนหรือไม่ขึ้นอยู่กับอะไร (ตำแหน่งและแนวแรงที่กระทำ) 3. ครูสาธิตโดยเตรียมกระดาษแข็งรูปไม่สมมาตรแผ่นหนึ่งผูกเชือกแล้วแขวน (ดังรูป 8.38) หน้า 37 ให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้ - ขณะนี้ผลรวมของแรงในทิศทางใดเป็นศูนย์ ($\Sigma Fy = 0$) - ผลรวมของแรงเป็นศูนย์มีแรงอะไรบ้าง (แรงดึงเชือก T กับน้ำหนักของแผ่นกระดาษ) - แนวเส้นเชือกลงมาตามแนวดิ่งอยู่ในแนวเดียวกันกับน้ำหนักของกระดาษหรือไม่ (อยู่ในแนวเดียวกัน) - นักเรียนสังเกตเห็นแนวเส้นประทั้งสามเป็นอย่างไร (แนวเส้นประทั้งสามมาตัดกันที่จุดๆหนึ่ง) - แนวเส้นประทั้งสามแทนแนวของอะไร (แทนแนวแรงดึงเชือกกับแนวน้ำหนักของแผ่นกระดาษ) 4. ครูอธิบายเสริมเกี่ยวกับศูนย์กลางมวลของระบบ

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องที่กำลังเรียนขณะนั้น 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยทดลองเขียนใส่กระดาษแล้วแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู 1.6 ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	**ขั้นสรุปบทเรียน** ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปในประเด็นสำคัญดังนี้คือ 1. จุดศูนย์กลางมวลของวัตถุคือจุดเสมือนเป็นที่รวมของมวลของวัตถุทั้งก้อน 2. จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุคือ จุดเสมือนว่าเป็นที่รวมของน้ำหนักวัตถุทั้งก้อน 3. จุดศูนย์กลางมวลไม่จำเป็นต้องเป็นของวัตถุก้อนเดียวอาจเป็นของระบบที่ประกอบด้วยวัตถุหลายก้อนก็ได้ ซึ่งจะอยู่ระหว่างวัตถุเหล่านั้นค่อนไปทางก้อนที่มวลมาก 4. เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วแนวแรงกระทำผ่านศูนย์กลางมวลนั้นจะทำให้วัตถุเลื่อนที่เพียงอย่างเดียวไม่มีการหมุน แต่ถ้าแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านศูนย์กลางมวลวัตถุจะมีการเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และมีการหมุนเกิดขึ้นด้วย 5. การหาศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงนั้นหาได้โดยวิธีต่างกัน คือ ศูนย์ถ่วงหาได้จากแรงที่ออกแรงต้านน้ำหนักของวัตถุตรงตำแหน่งที่พอดีทำให้วัตถุสมดุล แนวแรงที่ต้านน้ำหนักของวัตถุจะผ่านศูนย์ถ่วงพอดี ส่วนการหาศูนย์กลางมวลหาได้จากการออกแรงดันวัตถุแล้วทำให้วัตถุเลื่อนที่โดยไม่เกิดการหมุน แนวแรงจะผ่านจุดศูนย์กลางมวล

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
	6. ศูนย์ถ่วงและศูนย์กลางมวลไม่จำเป็นต้องเป็นตำแหน่งเดียวกัน แต่โดยทั่วไปแล้วศูนย์ถ่วงและศูนย์กลางมวลจะอยู่ตำแหน่งเดียวกัน
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การสาธิตการทดลอง - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การสาธิตการทดลอง
การวัดและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนและการสรุปสาระสำคัญของบทเรียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 6

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง สมดุลต่อการหมุน **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

เมื่อพิจารณาการออกแรงกระทำต่อวัตถุ ถ้ามีแรงสองแรงที่เท่ากันที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงข้ามกัน และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันแล้ว แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเป็นศูนย์ ถ้าแรงทั้งสองไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันแต่ขนานกัน กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดการหมุนขึ้น และถึงแม้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุจะมีแรงเดียว หากแนวแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแล้วจะทำให้วัตถุเกิดการหมุนขึ้น ซึ่งเรียกว่าโมเมนต์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของแรงคู่ควบได้
2. บอกความหมายของโมเมนต์ของแรงได้
3. ระบุหน่วยของโมเมนต์ได้
4. บอกความหมายของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาได้
5. หาค่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้

เนื้อหา

สมดุลต่อการหมุน

แรงที่กระทำต่อวัตถุโดยมีแนวแรงขนานกันเรียกว่า แรงขนาน แรงขนานที่มีขนาดเท่ากันทิศทางตรงข้ามกัน เรียกว่า “แรงคู่ควบ”

เมื่อใช้เชือกผูกไม้เมตรที่จุดกึ่งกลาง นำไปแขวนให้ไม้เมตรอยู่ตามแนวระดับ แล้วนำถุงทรายแขวนไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทำให้ไม้เมตรอยู่ตามแนวระดับเช่นเดิม เนื่องจากผลคูณของแรงกับระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรงแต่ละข้างมีค่าเท่ากัน เรียกผลคูณนี้ว่า โมเมนต์ของแรง ซึ่งกำหนดให้โมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา เรียกว่า โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาตามลำดับ การที่วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนก็ต่อเมื่อโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และ

ถ้ากำหนดให้โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีเครื่องหมายลบ และโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีเครื่องหมายบวกแล้ว ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของโมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุสมดุลต่อการหมุน เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\sum_{i=1}^{n} Mi = 0$$

เมื่อ M_i เป็นโมเมนต์ของแรงแต่ละแรง

โมเมนต์ของแรงคู่ควบใด ๆ มีขนาดเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงใดแรงหนึ่งกับระยะทางตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	**แผนการสอนตามคู่มือครู**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถามนำดังนี้ - ในชีวิตประจำวันการออกแรงกระทำต่อวัตถุ และทำให้วัตถุหมุนมีการกระทำใดบ้าง (การหมุนลูกบิดเพื่อปิดเปิดประตู การเปิดฝาขวด การถีบจักรยาน การขันนอต) - จากการกระทำดังกล่าว แรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุมีค่าเท่าใด (เป็นศูนย์) - เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ว วัตถุดำรงสภาพเช่นไร (เกิดการหมุนเกิดขึ้น)	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถามนำดังนี้ - ในชีวิตประจำวันการออกแรงกระทำต่อวัตถุ และทำให้วัตถุหมุนมีการกระทำใดบ้าง (การหมุนลูกบิดเพื่อปิดเปิดประตู การเปิดฝา ขวด การถีบจักรยาน การขันนอต) - จากการกระทำดังกล่าว แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่าใด (เป็นศูนย์) - เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ว วัตถุดำรงสภาพเช่นไร (เกิดการหมุนเกิดขึ้น)

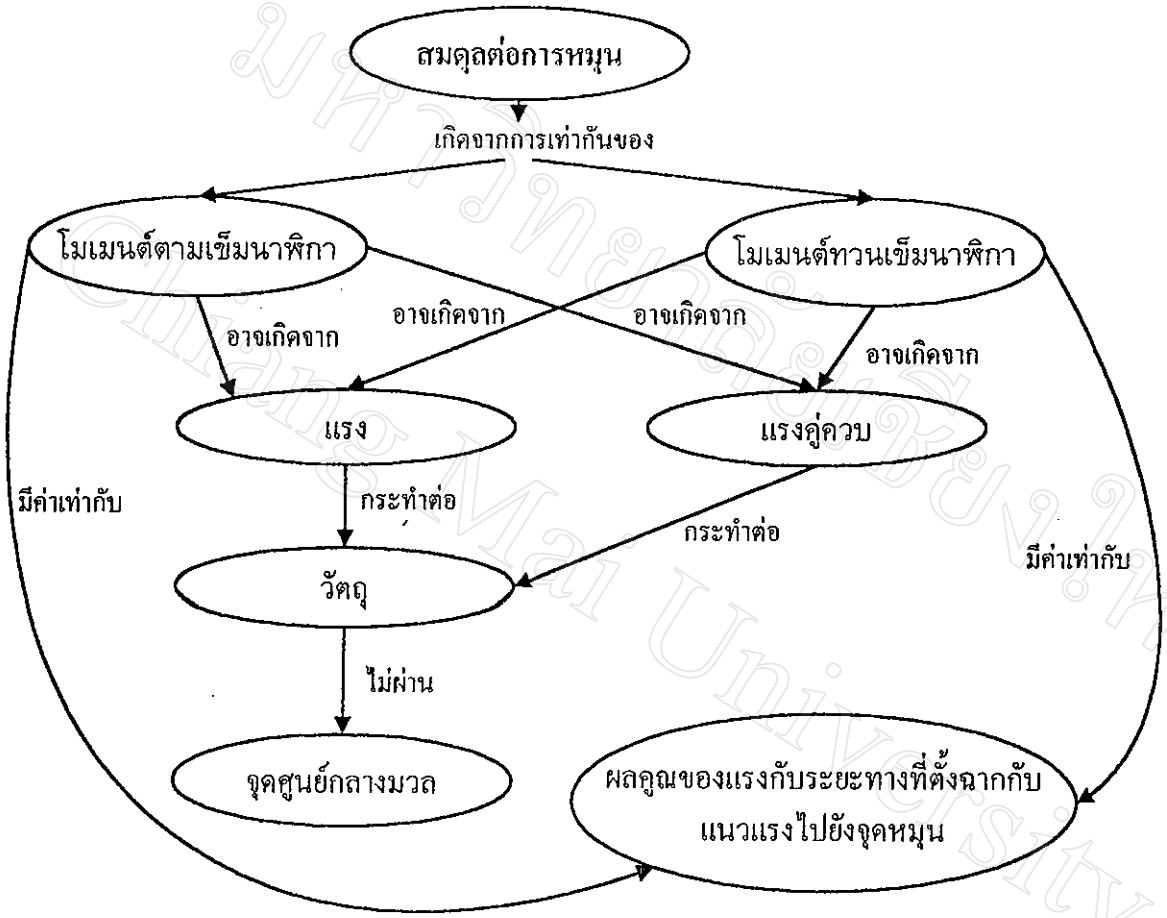
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุตามแนวที่ไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น ถ้าวัตถุเคลื่อนที่อย่างอิสระ ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุนั้นจะเป็นอย่างไร (วัตถุจะเลื่อนตำแหน่งและหมุน)	- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุตามแนวที่ไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น ถ้าวัตถุ เคลื่อนที่อย่างอิสระ ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุนั้นจะเป็นอย่างไร (วัตถุจะเลื่อนตำแหน่งและหมุน)
ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน ครูเสริมความรู้บางส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ โดยสังเกตจากการตอบคำถามในขั้นนำ	**ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้บางส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ โดยสังเกตจากการตอบคำถามในขั้นนำ
ขั้นสอน 1. ให้นักเรียนศึกษารูป 8.39 หน้า 39 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 แล้วตอบคำถามดังนี้ - จากรูป นักเรียนสังเกตเห็นแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ วางอยู่ในลักษณะเช่นใด (ขนานกัน และมีทิศทางตรงข้ามกัน) 2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับ “แรงขนาน” และ “แรงคู่ควบ” 3. ให้นักเรียนศึกษาการทดลองที่ 8.2 ในหนังสือเรียน หน้า 39	**ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนศึกษารูป 8.39 หน้า 39 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 แล้วตอบคำถามดังนี้ - จากรูป นักเรียนสังเกตเห็นแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ วางอยู่ในลักษณะเช่นใด (ขนานกัน และมีทิศทางตรงข้ามกัน) 2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับ “แรงขนาน” และ “แรงคู่ควบ” ตามหนังสือ 3. ให้นักเรียนศึกษาการทดลองที่ 8.2 ในหนังสือเรียนหน้า 39
อภิปรายก่อนการทดลอง ครูชี้ให้นักเรียนตระหนักและข้อควรระวังในการทดลองดังนี้	**อภิปรายก่อนการทดลอง** ครูชี้ให้นักเรียนตระหนักและข้อควรระวังในการทดลองดังนี้

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- ในการวัดระยะทุกครั้งให้วัดจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งที่เชือกแขวนถุงทราย - ควรชั่งถุงทรายทั้งห้าถุงก่อนว่าน้ำหนักแต่ละถุงเท่ากับ 5 นิวตันหรือไม่ ถ้าขาดไปเล็กน้อยให้เอาดินน้ำมันติดบนถุงทราย แล้วใช้กระดาษกาวติดไว้กันดินน้ำมันร่วง **การทดลอง** ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้แล้วในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง **อภิปรายหลังการทดลอง** ครูใช้คำถามในการอภิปรายดังนี้ - เมื่อแขวนไม้เมตรอย่างเดียว โดยปรับให้อยู่ในแนวระดับแล้ว ขณะนั้นไม้เมตรอยู่ในสภาพเช่นใด (อยู่นิ่ง, ไม่หมุน) - การที่ไม้เมตรอยู่นิ่งและไม่หมุนนั้นเราเรียกว่าไม้เมตรมีสมดุลเช่นใด (สมดุลต่อการหมุน) - เมื่อแขวนถุงทรายข้างเดียวข้างใดข้างหนึ่งของไม้เมตร ไม้เมตรมีสภาพเช่นใด (เกิดการหมุนรอบจุดที่ผูกเชือก)	- ในการวัดระยะทุกครั้งให้วัดจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งที่เชือกแขวนถุงทราย - ควรชั่งถุงทรายทั้งห้าถุงก่อนว่าน้ำหนักแต่ละถุงเท่ากับ 5 นิวตันหรือไม่ ถ้าขาดไปเล็กน้อยให้เอาดินน้ำมันติดบนถุงทราย แล้วใช้กระดาษกาวติดไว้กันดินน้ำมันร่วง **การทดลอง** ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้แล้วในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง **อภิปรายหลังการทดลอง** ครูใช้คำถามในการอภิปรายดังนี้ - เมื่อแขวนไม้เมตรอย่างเดียว โดยปรับให้อยู่ในแนวระดับแล้ว ขณะนั้นไม้เมตรอยู่ในสภาพเช่นใด (อยู่นิ่ง, ไม่หมุน) - การที่ไม้เมตรอยู่นิ่งและไม่หมุนนั้นเราเรียกว่าไม้เมตรมีสมดุลเช่นใด (สมดุลต่อการหมุน) - เมื่อแขวนถุงทรายข้างเดียวข้างใดข้างหนึ่งของไม้เมตร ไม้เมตรมีสภาพเช่นใด (เกิดการหมุนรอบจุดที่ผูกเชือก)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- การที่ไม้เมตรหมุนแสดงว่าไม้เมตรสมดุลต่อการหมุนหรือไม่ (ไม่อยู่ในสมดุลต่อการหมุน) - ถ้าต้องการให้ไม้เมตรกลับมาอยู่ตามแนวระดับดังเดิม นักเรียนจะทำอย่างไร (ต้องแขวนถุงทรายอีกทางด้านหนึ่ง เพื่อให้เกิดการหมุนในทิศทางตรงข้ามกับครั้งแรก) - เมื่อมีการแขวนถุงทรายบนไม้เมตรทั้งทางซ้ายและขวา ทั้งกรณีที่จำนวนถุงทรายทางซ้ายและขวาเท่ากัน และไม่เท่ากัน จนไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ นักเรียนเปรียบเทียบผลคูณของน้ำหนักถุงทรายกับระยะที่ถุงทรายอยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางไม้เมตร ให้ผลเป็นอย่างไร (ผลรวมของผลคูณของน้ำหนักกับระยะทางห่างที่ถุงทรายห่างจากจุดกึ่งกลางทางด้านซ้ายและทางด้านขวามีค่าเท่ากัน) - เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาและผลบวกโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)	- การที่ไม้เมตรหมุนแสดงว่าไม้เมตรสมดุลต่อการหมุนหรือไม่ (ไม่อยู่ในสมดุลต่อการหมุน) - ถ้าต้องการให้ไม้เมตรกลับมาอยู่ตามแนวระดับดังเดิม นักเรียนจะทำอย่างไร (ต้องแขวนถุงทรายอีกทางด้านหนึ่ง เพื่อให้เกิดการหมุนในทิศทางตรงข้ามกับครั้งแรก) - เมื่อมีการแขวนถุงทรายบนไม้เมตรทั้งทางซ้ายและขวา ทั้งกรณีที่จำนวนถุงทรายทางซ้ายและขวาเท่ากัน และทั้งถุงทรายทั้งสองข้างไม่เท่ากัน จนไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ นักเรียนเปรียบเทียบผลคูณของน้ำหนักถุงทรายกับระยะที่ถุงทรายอยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางไม้เมตร ให้ผลเป็นอย่างไร (ผลรวมของผลคูณของน้ำหนักกับระยะทางห่างที่ถุงทรายห่างจากจุดกึ่งกลางทางด้านซ้ายและทางด้านขวามีค่าเท่ากัน) - เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาและผลบวกโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียน โดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องที่กำลังเรียนขณะนั้น 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้าง ไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยทดลองเขียนใส่กระดาษแล้วแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่ม แล้วนำผังที่ได้ส่งครู 1.6 ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่ม เพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	**ขั้นสรุปบทเรียน** ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองในประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้ 1. โมเมนต์ของแรงมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง 2. โมเมนต์เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร 3. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา คือ โมเมนต์ที่ทำให้เกิดการหมุนทวนเข็มนาฬิกา 4. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา คือ โมเมนต์ที่ทำให้เกิดการหมุนตามเข็มนาฬิกา 5. เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา และผลบวกโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากัน 6. โมเมนต์ของแรงคู่ควบใด ๆ มีขนาดเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงใดแรงหนึ่งกับระยะทางตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง ซึ่งจะหมุนทวนหรือตามเข็มนาฬิกานั้นขึ้นอยู่กับทิศของแรงคู่ควบนั้น 7. แรงคู่ควบเป็นแรงที่ทำให้วัตถุไม่สมดุลต่อการหมุนถ้ามีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุถึงแม้แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ แต่ยังมีโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุไม่สมดุลต่อการหมุน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
	8. ในกรณีที่วัตถุถูกกระทำด้วยแรงคู่ควบ วัตถุจะไม่สมดุลต่อการหมุน ถ้าต้องการให้วัตถุสมดุลต่อการหมุน คือ ผลรวมของโมเมนต์เท่ากับศูนย์ ต้องมีแรงคู่ควบอย่างน้อยอีก 1 คู่ กระทำต่อวัตถุ โดยมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบเท่าเดิม แต่มีการหมุนในทิศตรงกันข้ามกับทิศการหมุนเดิม
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การทดลองที่ 8.2 - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การทดลองที่ 8.2
การวัดและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน และการสรุปสาระสำคัญของบทเรียน



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 6

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 7

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง สมดุลสัมบูรณ์ **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

วัตถุขณะวางอยู่บนพื้นเฉย ๆ โดยไม่มีการออกแรงกระทำต่อวัตถุนั้นเราถือว่าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล หากพิจารณาสมดุลของวัตถุใดวัตถุหนึ่งเพียงสมดุลต่อการเลื่อนที่หรือสมดุลต่อการหมุนอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วเป็นการพิจารณาโดยแยกประเด็นในความเป็นจริงนั้นวัตถุอาจจะมีสมดุลทั้งสองอย่างในขณะเดียวกันซึ่งเรียกว่า สมดุลสัมบูรณ์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสมดุลสัมบูรณ์ได้
2. ระบุได้ว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เป็นเงื่อนไขข้อที่ 1. ของสมดุล
3. ระบุได้ว่าผลรวมของโมเมนต์รอบจุดใดๆเป็นศูนย์เป็นเงื่อนไขข้อที่ 2 ของสมดุล
4. นำเงื่อนไขของสมดุลไปแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับบันไดและสมดุลของแรงขนานได้

เนื้อหา

สมดุลสัมบูรณ์ของวัตถุใดๆหมายถึงวัตถุนั้นอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุน ซึ่งหมายความว่าแรงต่างๆที่กระทำต่อวัตถุจะเป็นไปตามเงื่อนไขสองประการคือ

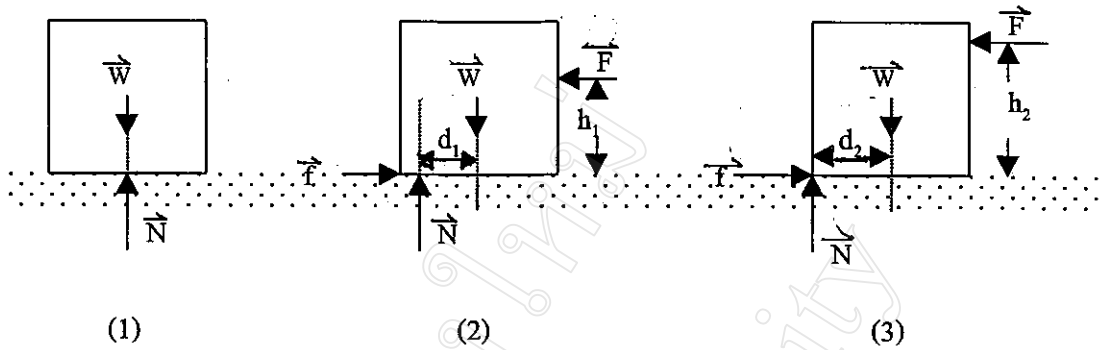
เงื่อนไขที่ 1

แรงลัพธ์เป็นศูนย์หรือผลรวมของแรงต่างๆที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

เงื่อนไขที่ 2

ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

วัตถุที่วางนิ่งบนพื้นราบในแนวระดับถือว่าอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์และจะมีแรงกระทำต่อวัตถุสองแรงคือ แรงโน้มถ่วงของโลก $\vec{W}$ และแรงกระทำของพื้นในแนวตั้งฉากกับพื้น $\vec{N}$ แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน กระทำอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศตรงข้ามดังรูปที่ (1)



เมื่อมีแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุที่มีความสูง h ตำแหน่งที่สูงจากพื้นต่าง ๆ กันโดยวัตถุไม่เลื่อนที่และไม่ล้มแนวแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉาก $\vec{N}$ จะเลื่อนออกไปจากเดิม ทำให้โมเมนต์ของแรงคู่ควบ $\vec{N}, \vec{W}$ มีค่าเท่ากับโมเมนต์ของคู่ควบ $\vec{F}, \vec{f}$ ดังรูปที่ (2) และ (3) คือ

$Fh_1 = Wd_1$ และ $Fh_2 = Wd_2$ ตามลำดับ

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูใช้คำถามในการทบทวนเกี่ยวกับสมดุลที่เรียนมาแล้วดังนี้ - วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่จะดำรงสภาพอย่างไร (อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว) - วัตถุสมดุลต่อการหมุนจะดำรงสภาพอย่างไร (วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการหมุน อัตราการหมุนคงตัว) - ถ้าออกแรงผ่านจุดศูนย์กลางมวลวัตถุจะดำรงสภาพอย่างไร (เคลื่อนที่ไปตามแนวแรงแต่ไม่หมุน)	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูใช้คำถามในการทบทวนเกี่ยวกับสมดุลที่เรียนมาแล้วดังนี้ - วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่จะดำรงสภาพอย่างไร (อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว) - วัตถุสมดุลต่อการหมุนจะดำรงสภาพอย่างไร (วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการหมุน อัตราการหมุนคงตัว) - ถ้าออกแรงผ่านจุดศูนย์กลางมวลวัตถุจะดำรงสภาพอย่างไร (เคลื่อนที่ไปตามแนวแรงแต่ไม่หมุน)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- ถ้าออกแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลวัตถุจะดำรงสภาพอย่างไร (วัตถุเกิดการหมุนขึ้น) **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังตอบคำถามในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนได้ไม่ถูกต้อง **ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนศึกษารูป 8.47 หน้า 46 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 และครูใช้คำถามประกอบดังนี้ - จากรูปมีแรงใดกระทำต่อวัตถุบ้าง วัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์หรือไม่เพราะเหตุใด (มีแรง $\vec{W}$ กับแรง $\vec{N}$ เนื่องจากวัตถุวางนิ่งบนพื้นราบในแนวระดับจึงเชื่อว่าวัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์เพราะวัตถุนิ่งบนพื้นไม่หมุนและมีแรงกระทำต่อวัตถุ 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามกันอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน คือ แรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก $\vec{W}$ และแรงกระทำของพื้นในแนวตั้งฉากกับพื้น $\vec{N}$ ทั้งนี้ครูจะนำแท่งไม้ลูกบาศก์มาวางไว้บนโต๊ะให้นักเรียนดูประกอบการอธิบาย) 2. ครูให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 8.48 ก. และ 8.48 ข. หน้า 46 แล้วครูสาธิตการออกแรงดันแท่งไม้ที่ครูเตรียมไว้โดยออกแรงกระทำ ณ	- ถ้าออกแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลวัตถุจะดำรงสภาพอย่างไร (วัตถุเกิดการหมุนขึ้น) **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังตอบคำถามในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนได้ไม่ถูกต้อง **ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนศึกษารูป 8.47 หน้า 46 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 และครูใช้คำถามประกอบดังนี้ - จากรูปมีแรงใดกระทำต่อวัตถุบ้าง วัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์หรือไม่เพราะเหตุใด (มีแรง $\vec{W}$ กับแรง $\vec{N}$ เนื่องจากวัตถุวางนิ่งบนพื้นราบในแนวระดับจึงเชื่อว่าวัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์เพราะวัตถุนิ่งบนพื้นไม่หมุนและมีแรงกระทำต่อวัตถุ 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามกันอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน คือ แรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก $\vec{W}$ และแรงกระทำของพื้นในแนวตั้งฉากกับพื้น $\vec{N}$ ทั้งนี้ครูจะนำแท่งไม้ลูกบาศก์มาวางไว้บนโต๊ะให้นักเรียนดูประกอบการอธิบาย) 2. ครูให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 8.48 ก. และ 8.48 ข. หน้า 46 แล้วครูสาธิตการออกแรงดันแท่งไม้ที่ครูเตรียมไว้โดยออกแรงกระทำ ณ

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ตำแหน่งต่าง ๆ ดังรูป 8.48 ก. แล้วใช้คำถามดังนี้ - ขณะที่ครูออกแรงดันแท่งไม้จะมีแรงใดบ้างเกิดขึ้น (แรงเสียดทาน $\vec{f}$) - เมื่อครูออกแรงกระทำต่อแท่งไม้และแท่งไม้ยังไม่เคลื่อนที่มีแรงใดบ้างที่เท่ากัน (F = f และ W = N) - จากรูป 8.48 ก. แรงในแนวราบและแรงในแนวดิ่งแต่ละคู่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหรือไม่ (ไม่) - ทำไมแรงทั้งสองคู่จึงไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน (เพราะแรงเสียดทานเกิด ณ ผิวสัมผัสของวัตถุกับพื้นส่วนแรงที่กระทำต่อวัตถุจะกระทำที่จุดใดก็ได้และแรงในแนวดิ่งไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันอันเนื่องมาจากการที่แรง $\vec{F}$ และ $\vec{f}$ ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบในทิศทวนเข็มนาฬิกาขึ้น $\vec{W}$ กับ $\vec{N}$ จึงมีการปรับให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบตามเข็มนาฬิกาที่มีขนาดเท่ากันเพื่อให้วัตถุสมดุลอยู่ได้) 3. ครูสาธิต ออกแรงกระทำต่อแท่งไม้ดังรูป 8.48 ข. หน้า 46 ครูออกแรงกระทำต่อแท่งไม้จนกระทั่งแท่งไม้เริ่มเอียงและหมุนล้มวางตัวในแนวนอน แล้วใช้คำถามประกอบดังนี้ - ขณะที่ครูออกแรงกระทำต่อแท่งไม้ที่ระดับความสูงจากพื้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ	ตำแหน่งต่าง ๆ ดังรูป 8.48 ก. แล้วใช้คำถามดังนี้ - ขณะที่ครูออกแรงดันแท่งไม้จะมีแรงใดบ้างเกิดขึ้น (แรงเสียดทาน $\vec{f}$) - เมื่อครูออกแรงกระทำต่อแท่งไม้และแท่งไม้ยังไม่เคลื่อนที่มีแรงใดบ้างที่เท่ากัน (F = f และ W = N) - จากรูป 8.48ก. แรงในแนวราบและแรงในแนวดิ่งแต่ละคู่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหรือไม่ (ไม่) - ทำไมแรงทั้งสองคู่จึงไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน (เพราะแรงเสียดทานเกิด ณ ผิวสัมผัสของวัตถุกับพื้นส่วนแรงที่กระทำต่อวัตถุจะกระทำที่จุดใดก็ได้และแรงในแนวดิ่งไม่อยู่ในเส้นตรงเดียวกันอันเนื่องมาจากการที่แรง $\vec{F}$ และ $\vec{f}$ ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบในทิศทวนเข็มนาฬิกาขึ้น $\vec{W}$ กับ $\vec{N}$ จึงมีการปรับให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบตามเข็มนาฬิกาที่มีขนาดเท่ากันเพื่อให้วัตถุสมดุลอยู่ได้) 3. ครูสาธิต ออกแรงกระทำต่อแท่งไม้ดังรูป 8.48 ข. หน้า 46 ครูออกแรงกระทำต่อแท่งไม้จนกระทั่งแท่งไม้เริ่มเอียงและหมุนล้มวางตัวในแนวนอน แล้วใช้คำถามประกอบดังนี้ - ขณะที่ครูออกแรงกระทำต่อแท่งไม้ที่ระดับความสูงจากพื้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ปริมาณใดเพิ่มขึ้นเมื่อแรง $\vec{F}$ คงที่ (ค่าโมเมนต์คู่ควบของแรง $\vec{F}$ กับ $\vec{f}$ เพิ่มขึ้น) - เมื่อออกแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่หรือเริ่มจะเอียงจุดที่ทำหน้าที่เป็นจุดหมุนคือจุดใด (มุมล่างสุดที่สัมผัสพื้นตรงข้ามกับแรงกระทำ $\vec{F}$) - ขณะที่วัตถุเริ่มจะเอียงแรง $\vec{N}$ อยู่ที่ใดทำไมถึงเป็นเช่นนั้น (ขณะที่วัตถุเริ่มจะเอียงแรง $\vec{N}$ จะอยู่ที่ขอบของวัตถุ ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดหมุนที่จะทำให้วัตถุล้ม ที่เป็นเช่นนั้นเพราะวัตถุพยายามรักษาสมดุลเพื่อไม่ให้เกิดการหมุนหรือการล้มของแท่งวัตถุดังนั้นจึงทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบระหว่างแรง $\vec{W}$ กับแรง $\vec{N}$ ขึ้นเนื่องจากแนวแรงของ $\vec{W}$ ไม่เปลี่ยนแปลงคืออยู่ในแนวดิ่งเสมอ แต่แรง $\vec{N}$ สามารถขยับออกไปได้และไปได้ไกลที่สุดคือสุดขอบฐานของแท่งไม้เท่านั้นดังนั้นโมเมนต์ของแรงคู่ควบของ $\vec{N}$ กับแรง $\vec{W}$ จึงมีค่าได้สูงสุดค่าหนึ่งเท่านั้น) - เมื่อครูออกแรง $\vec{F}$ สูงขึ้นกว่าเมื่อตอนที่วัตถุเริ่มจะเอียงเพียงเล็กน้อยวัตถุดำรงสภาพอย่างไรเพราะเหตุใด (วัตถุล้มลงคือวัตถุไม่อยู่ในสมดุลต่อการหมุนต่อไป เพราะว่าขณะที่ออกแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุวัตถุเริ่มเอียงนั้นโมเมนต์แรงคู่ควบของ $\vec{F}$ กับ $\vec{f}$ มีค่าเท่ากับโมเมนต์แรงคู่ควบของ $\vec{W}$ กับ $\vec{N}$ ซึ่ง	ปริมาณใดเพิ่มขึ้นเมื่อแรง $\vec{F}$ คงที่ (ค่าโมเมนต์คู่ควบของแรง $\vec{F}$ กับ $\vec{f}$ เพิ่มขึ้น) - เมื่อออกแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่หรือเริ่มจะเอียงจุดที่ทำหน้าที่เป็นจุดหมุนคือจุดใด (มุมล่างสุดที่สัมผัสพื้นตรงข้ามกับแรงกระทำ $\vec{F}$) - ขณะที่วัตถุเริ่มจะเอียงแรง $\vec{N}$ อยู่ที่ใดทำไมถึงเป็นเช่นนั้น (ขณะที่วัตถุเริ่มจะเอียงแรง $\vec{N}$ จะอยู่ที่ขอบของวัตถุ ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดหมุนที่จะทำให้วัตถุล้ม ที่เป็นเช่นนั้นเพราะวัตถุพยายามรักษาสมดุลเพื่อไม่ให้เกิดการหมุนหรือการล้มของแท่งวัตถุดังนั้นจึงทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบระหว่างแรง $\vec{W}$ กับแรง $\vec{N}$ ขึ้นเนื่องจากแนวแรงของ $\vec{W}$ ไม่เปลี่ยนแปลงคืออยู่ในแนวดิ่งเสมอแต่แรง $\vec{N}$ สามารถขยับออกไปได้และไปได้ไกลที่สุดคือสุดขอบฐานของแท่งไม้เท่านั้นดังนั้นโมเมนต์ของแรงคู่ควบของ $\vec{N}$ กับแรง $\vec{W}$ จึงมีค่าได้สูงสุดค่าหนึ่งเท่านั้น) - เมื่อครูออกแรง $\vec{F}$ สูงขึ้นกว่าเมื่อตอนที่วัตถุเริ่มจะเอียงเพียงเล็กน้อยวัตถุดำรงสภาพอย่างไรเพราะเหตุใด (วัตถุล้มลงคือวัตถุไม่อยู่ในสมดุลต่อการหมุนต่อไป เพราะว่าขณะที่ออกแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุวัตถุเริ่มเอียงนั้นโมเมนต์แรงคู่ควบของ $\vec{F}$ กับ $\vec{f}$ มีค่าเท่ากับโมเมนต์แรงคู่ควบของ $\vec{W}$ กับ $\vec{N}$ ซึ่ง

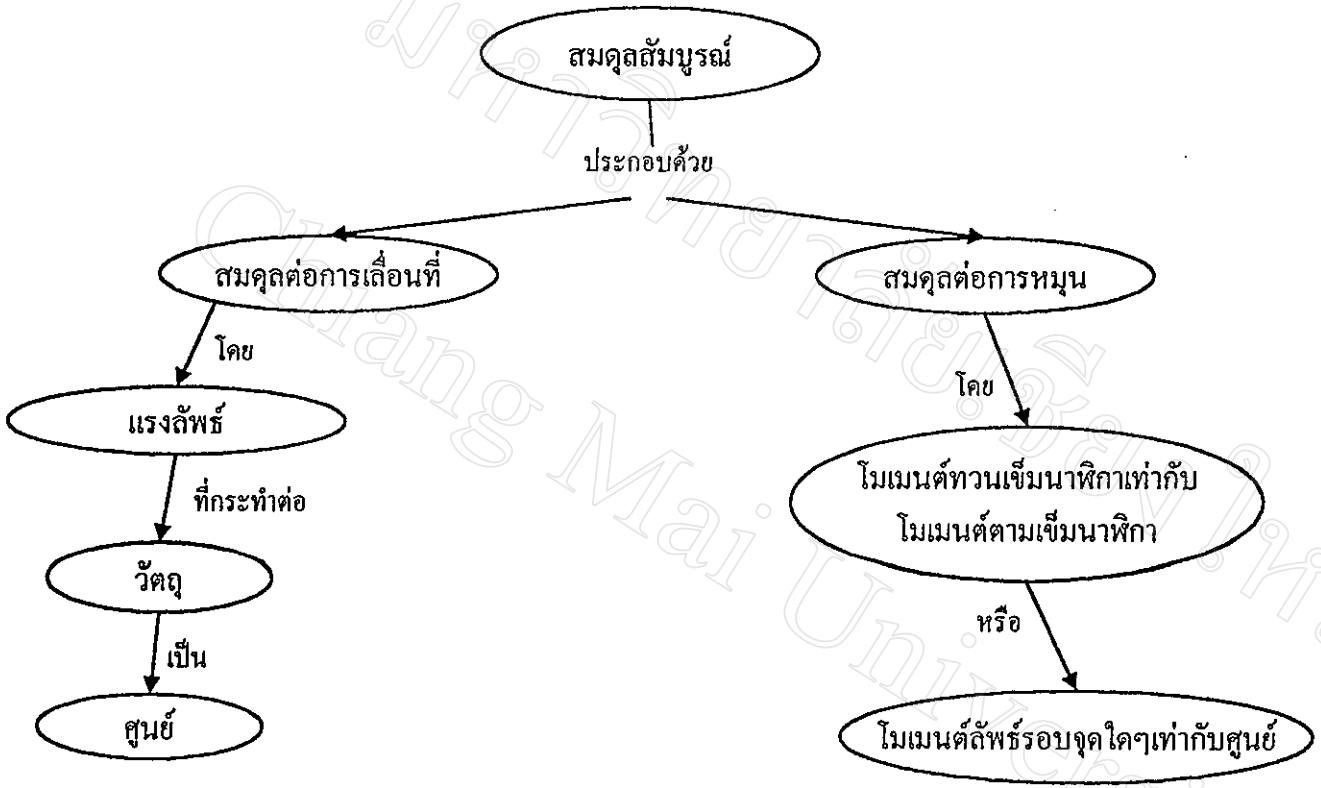
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขณะนั้นมีค่ามากที่สุดแล้วไม่สามารถเพิ่มต่อไปได้ เมื่อวัตถุล้มโมเมนต์แรงคู่ควบของแรง $\vec{F}$ และ $\vec{f}$ มีค่ามากกว่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบของ $\vec{W}$ กับ $\vec{N}$ ทำให้โมเมนต์ลัพธ์ไม่เป็นศูนย์จึงเกิดการหมุนหรือล้มของแท่งไม้ขึ้น) - จากรูป 8.48 ก. วัตถุไม่ล้มเพราะวัตถุสมดุลต่อการหมุนนักเรียนเขียนความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร ($Fh_1 = Wd_1$) - จากรูป 8.48 ข. วัตถุเริ่มจะล้มเราเขียนความสัมพันธ์ของสมดุลต่อการหมุนได้ว่าอย่างไร ($Fh_2 = Wd_2$) 4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลสัมบูรณ์และเงื่อนไขสองประการที่ใช้พิจารณาเมื่อวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลสัมบูรณ์คือ เงื่อนไขที่ 1 แรงลัพธ์เป็นศูนย์หรือผลรวมของแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เงื่อนไขที่ 2 ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ 5. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการคำนวณจากตัวอย่าง 8.3 หน้า 48 แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม 8.15, 8.16 หน้า 50 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์เล่ม 3 ว 022	ขณะนั้นมีค่ามากที่สุดแล้วไม่สามารถเพิ่มต่อไปได้ เมื่อวัตถุล้มโมเมนต์แรงคู่ควบของแรง $\vec{F}$ และ $\vec{f}$ มีค่ามากกว่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบของ $\vec{W}$ กับ $\vec{N}$ ทำให้โมเมนต์ลัพธ์ไม่เป็นศูนย์จึงเกิดการหมุนหรือล้มของแท่งไม้ขึ้น) - จากรูป 8.48 ก. วัตถุไม่ล้มเพราะวัตถุสมดุลต่อการหมุนนักเรียนเขียนความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร ($Fh_1 = Wd_1$) - จากรูป 8.48 ข. วัตถุเริ่มจะล้มเราเขียนความสัมพันธ์ของสมดุลต่อการหมุนได้ว่าอย่างไร ($Fh_2 = Wd_2$) 4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลสัมบูรณ์และเงื่อนไขสองประการที่ใช้พิจารณาเมื่อวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลสัมบูรณ์คือ เงื่อนไขที่ 1 แรงลัพธ์เป็นศูนย์หรือผลรวมของแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เงื่อนไขที่ 2 ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ 5. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการคำนวณจากตัวอย่าง 8.3 หน้า 48 แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม 8.15 , 8.16 หน้า 50 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
(แนวคำตอบของคำถาม 8.15 และ8.16 8.15 พื้นลื่นไม่มีแรงเสียดทานวัตถุจะมีแรง F ซึ่งเป็นแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุดังนั้นวัตถุจะไม่สมดุลต่อการเลื่อนที่ วัตถุจึงไม่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ 8.16 ก. เมื่อออกแรง 1 แรงกระทำกับไม้เมตรในแนวผ่านศูนย์กลางมวลดังรูป 8.50 จะทำให้ไม้เมตรเคลื่อนที่คือ ไม่สมดุลต่อการเลื่อนที่จึงไม่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ ข. แรงคู่ควบ 1 คู่ กระทำต่อไม้เมตรดังรูป 8.50 ข. ทำให้ไม้เมตรหมุนตามเข็มนาฬิกาไม่สมดุลต่อการหมุนแต่สมดุลต่อการเลื่อนที่ ดังนั้นไม้เมตรจึงไม่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์) 6. ให้นักเรียนศึกษารูป 8.51 หน้า 51 และ 8.52 หน้า 52 และครูอธิบายประกอบถึงเงื่อนไขของสมดุลข้อที่ 2 คือ “ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์จะได้ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุรอบจุดหมุนใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์” 7. ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 8.4 หน้า 53 – 54 และ 8.5 หน้า 55 – 56	(แนวคำตอบ ของคำถาม 8.15 และ8.16 8.15. พื้นลื่นไม่มีแรงเสียดทานวัตถุจะมีแรง F ซึ่งเป็นแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุดังนั้นวัตถุจะไม่สมดุลต่อการเลื่อนที่ วัตถุจึงไม่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ 8.16 ก. เมื่อออกแรง 1 แรงกระทำกับไม้เมตรในแนวผ่านศูนย์กลางมวลดังรูป 8.50 ก. จะทำให้ไม้เมตรเคลื่อนที่คือ ไม่สมดุลต่อการเลื่อนที่จึงไม่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ ข. แรงคู่ควบ 1 คู่ กระทำต่อไม้เมตร ดังรูป 8.50 ข. ทำให้ไม้เมตรหมุนตามเข็มนาฬิกาไม่สมดุลต่อการหมุนแต่สมดุลต่อการเลื่อนที่ ดังนั้นไม้เมตรจึงไม่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์) 6. ให้นักเรียนศึกษารูป 8.51 หน้า 51 และ 8.52 หน้า 52 และครูอธิบายประกอบถึงเงื่อนไขของสมดุลข้อที่ 2 คือ “ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์จะได้ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุรอบจุดหมุนใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์” 7.ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 8.4 หน้า 53 – 54 และ 8.5 หน้า 55 – 56

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องที่กำลังเรียนขณะนั้น 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจงโดยทดลองเขียนใส่กระดาษแล้วแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	**ขั้นสรุปบทเรียน** นักเรียนและครูช่วยกันสรุปในประเด็นสำคัญดังนี้ 1. การที่วัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ได้นั้น วัตถุต้องสมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุน 2. เงื่อนไขข้อที่ 1. ของสมดุลสัมบูรณ์ คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ 3. เงื่อนไขข้อที่ 2. ของสมดุลสัมบูรณ์ คือ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ 4. สำหรับวัตถุที่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ เมื่อพิจารณาโมเมนต์ของแรงรอบจุดใด ๆ ก็ได้ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุรอบจุดหมุนใด ๆ มีค่าเท่ากับศูนย์

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน **การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ **การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 7

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 8

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง เสถียรภาพของสมดุล **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันเราจะพบว่าหลายสิ่งรอบ ๆ ตัวเราต้องอาศัยความมีเสถียรภาพของสมดุล เช่น สิ่งปลูกสร้าง สะพาน รถ ตลอดจนเครื่องใช้อีกหลาย ๆ อย่างซึ่งเสถียรภาพของสมดุลมีอยู่ 3 ประเภท คือ สมดุลเสถียร สมดุลไม่เสถียรและสมดุลสะเทิน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสมดุลเสถียร สมดุลไม่เสถียรและสมดุลสะเทินได้
2. ระบุได้ว่าถ้าวัตถุอยู่ในสมดุลเสถียรแล้วผลักให้วัตถุเอียงศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่สูงจากระดับเดิม
3. ระบุได้ว่าถ้าสมดุลไม่เสถียรศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ต่ำกว่าแนวระดับเดิม
4. ระบุได้ว่าสมดุลสะเทินนั้นศูนย์กลางมวลอยู่ในระดับเดิมตลอดเวลาและแนวของน้ำหนักจะลงที่จุดสัมผัสเสมอ

เนื้อหา

เสถียรภาพของสมดุลวัตถุที่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์นั้นอาจรักษาสมดุลเดิมได้ต่างกัน วัตถุใดที่ถูกทำให้เสียสมดุลแล้วกลับมาอยู่ในสมดุลเดิมได้เรียกว่าสมดุลเสถียรและถ้าวางตัวอยู่ในลักษณะเดิมอยู่เสมอเรียกว่าสมดุลสะเทินแต่ถ้าไม่รักษาสมดุลได้เรียกว่าสมดุลไม่เสถียร ถ้าสังเกตการเปลี่ยนตำแหน่งศูนย์กลางมวลของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ ถ้าเดิมวัตถุอยู่ในสมดุลเสถียรศูนย์กลางมวลจะอยู่สูงจากระดับเดิมและสำหรับวัตถุที่เดิมอยู่ในสมดุลไม่เสถียรศูนย์กลางมวลจะต่ำลงจากระดับเดิม นอกจากนี้ ข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งเกี่ยวกับสมดุลสะเทินแนวน้ำหนักของวัตถุจะผ่านจุดสัมผัสกับพื้นเสมอ

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูกล่าวนำว่าในชีวิตประจำวันเราอาจเคยเห็นการหกล้ม รถยนต์คว่ำ เมื่อเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้นเราก็มักจะพูดกันว่าเพราะเราเสียหลักหรือรถยนต์เสียหลักจากการทรงตัว ซึ่งแสดงให้เราทราบว่าวัตถุที่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์อาจรักษาสมดุลเดิมในลักษณะต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูอธิบายเสริมถึงจุดศูนย์ถ่วงและสมดุลสัมบูรณ์ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการล้ม รถยนต์คว่ำและความสามารถในการทรงตัวของวัตถุ **ขั้นสอน** 1. ครูสาธิตโดยนำแท่งไม้รูปทรงต่าง ๆ เช่น ปริซึมหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ปิรามิด กรวย มาตั้งในลักษณะต่าง ๆ กัน และนำขวดมาตั้งดังรูป 8.58 หน้า 58 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 แล้วออกแรงผลักวัตถุให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้วตอบคำถาม	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ครูกล่าวนำว่าในชีวิตประจำวันเราอาจเคยเห็นการหกล้ม รถยนต์คว่ำ เมื่อเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้นเราก็มักจะพูดกันว่าเพราะเราเสียหลักหรือรถยนต์เสียหลักจากการทรงตัว ซึ่งแสดงให้เราทราบว่าวัตถุที่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์อาจรักษาสมดุลเดิมในลักษณะต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป **ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูอธิบายเสริมถึงจุดศูนย์ถ่วงและสมดุลสัมบูรณ์ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการล้ม รถยนต์คว่ำและความสามารถในการทรงตัวของวัตถุ **ขั้นสอน** 1. ครูสาธิตโดยนำแท่งไม้รูปทรงต่าง ๆ เช่น ปริซึมหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ปิรามิด กรวย มาตั้งในลักษณะต่าง ๆ กันและนำขวดมาตั้งดังรูป 8.58 หน้า 58 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 แล้วออกแรงผลักวัตถุให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้วตอบคำถาม

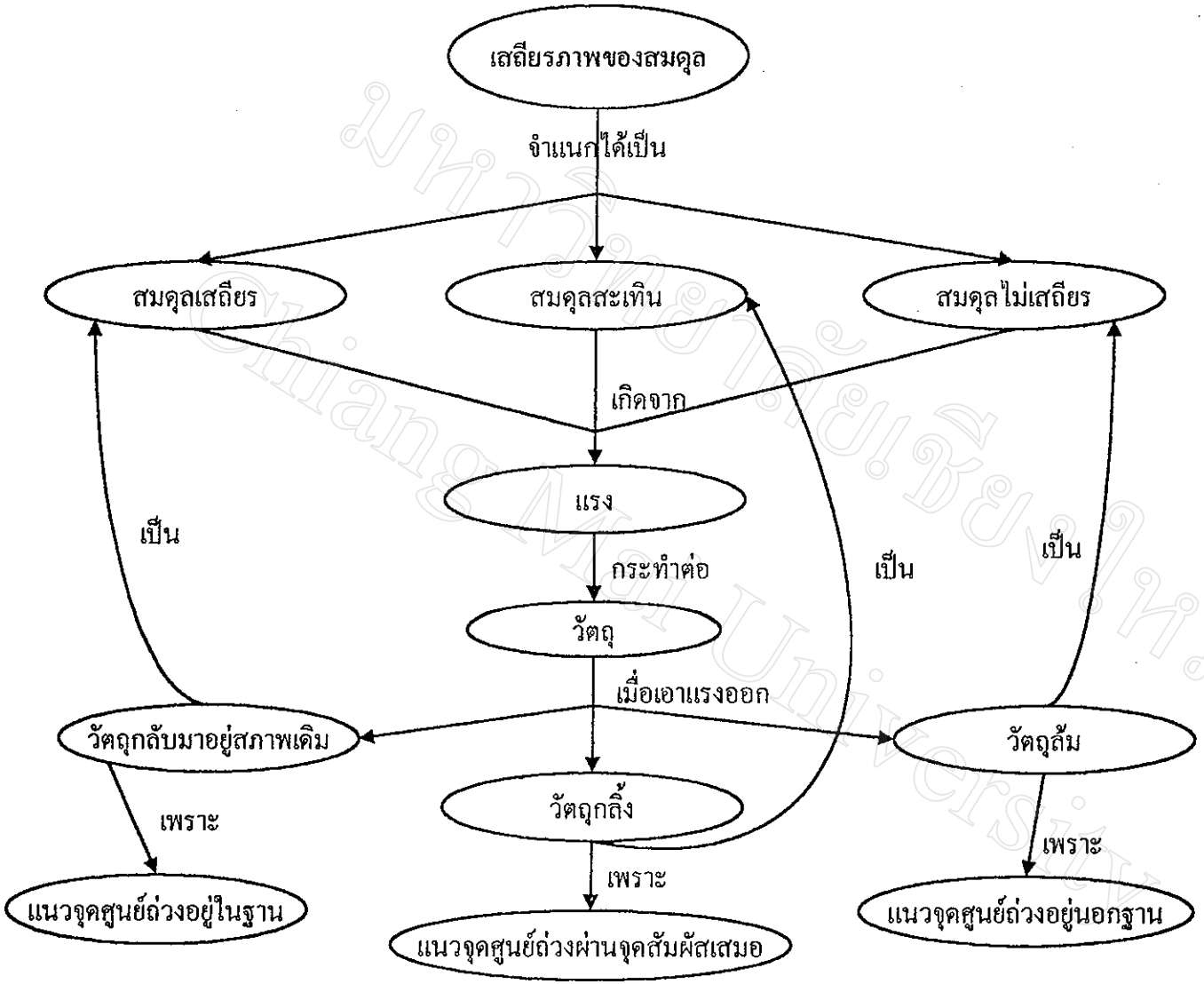
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
2. ให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 8.59 ก หน้า 59 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ - เมื่อใช้มือผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยขณะนั้นขวดอยู่ในสมดุลต่อการหมุนหรือไม่เพราะเหตุใด (ขวดสมดุลต่อการหมุนเพราะว่าขวดกลับมาอยู่ในสภาพเหมือนตอนก่อนออกแรงผลัก) - เมื่อพิจารณาจุดศูนย์กลางมวลของขวดขณะออกแรงผลักให้เอียงไปเล็กน้อย ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ในลักษณะใด (ศูนย์กลางมวลจะอยู่สูงจากแนวระดับเดิม) - แนวของน้ำหนักกับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ส่งผลต่อขวดอย่างไร (น้ำหนักมีแนวต่างจากแนวปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำหนักรอบจุดรองรับในทิศที่ทำให้วัตถุหมุนกลับมาตั้งอยู่ในลักษณะเดิม) 3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลดังรูป 8.59 ก เมื่อผลักขวดให้เอียงไปจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อย ขวดจะเคลื่อนที่กลับมาตั้งอยู่ในลักษณะเดิม เรียกสมดุลในลักษณะนี้ว่า สมดุลเสถียร	2. ให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 8.59 ก หน้า 59 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ - เมื่อใช้มือผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยขณะนั้นขวดอยู่ในสมดุลต่อการหมุนหรือไม่เพราะเหตุใด (ขวดสมดุลต่อการหมุนเพราะว่าขวดกลับมาอยู่ในสภาพเหมือนตอนก่อนออกแรงผลัก) - เมื่อพิจารณาจุดศูนย์กลางมวลของขวดขณะออกแรงผลักให้เอียงไปเล็กน้อย ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ในลักษณะใด (ศูนย์กลางมวลจะอยู่สูงจากแนวระดับเดิม) - แนวของน้ำหนักกับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ส่งผลต่อขวดอย่างไร (น้ำหนักมีแนวต่างจากแนวปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำหนักรอบจุดรองรับในทิศที่ทำให้วัตถุหมุนกลับมาตั้งอยู่ในลักษณะเดิม) 3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลดังรูป 8.59 ก เมื่อผลักขวดให้เอียงไปจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อย ขวดจะเคลื่อนที่กลับมาตั้งอยู่ในลักษณะเดิม เรียกสมดุลในลักษณะนี้ว่า สมดุลเสถียร

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
4. ให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 8.59 ข แล้วตอบคำถามดังนี้ - เมื่อใช้มือผลักขวดเบา ๆ ขวดเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ขวดกลิ้งแล้วหยุด) - แนวของน้ำหนักกับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ส่งผลต่อขวดอย่างไร (อยู่ในแนวเดียวกันทำให้ไม่เกิดโมเมนต์ของแรงมากระทำให้วัตถุหมุนต่อไปได้) - เมื่อพิจารณาจุดศูนย์กลางมวลของขวดขณะออกแรงผลัก ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ในลักษณะใด (อยู่ในแนวระดับเดิม) 5. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลดังรูป 8.59 ข ไม่ว่าจะผลักขวดอย่างไร หรือปล่อยให้กลิ้ง ขวดจะวางตัวอยู่ในลักษณะเดิม เรียกว่าสมดุลสะเทิน 6. ให้นักเรียน พิจารณารูปที่ 8.59 ค แล้วตอบคำถามดังนี้ - เมื่อใช้มือผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยขณะนั้นขวดอยู่ในสมดุลต่อการหมุนหรือไม่เพราะเหตุใด (ขวดไม่สมดุลต่อการหมุนเพราะว่าขวดไม่กลับมาอยู่ในสภาพเหมือนตอนก่อนออกแรงผลักหรือขวดล้มลง)	4. ให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 8.59 ข แล้วตอบคำถามดังนี้ - เมื่อใช้มือผลักขวดเบา ๆ ขวดเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ขวดกลิ้งแล้วหยุด) - แนวของน้ำหนักกับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ส่งผลต่อขวดอย่างไร (อยู่ในแนวเดียวกันทำให้ไม่เกิดโมเมนต์ของแรงมากระทำให้วัตถุหมุนต่อไปได้) - เมื่อพิจารณาจุดศูนย์กลางมวลของขวดขณะออกแรงผลัก ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ในลักษณะใด (อยู่ในแนวระดับเดิม) 5. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลดังรูป 8.59 ข ไม่ว่าจะผลักขวดอย่างไร หรือปล่อยให้กลิ้ง ขวดจะวางตัวอยู่ในลักษณะเดิม เรียกว่าสมดุลสะเทิน 6. ให้นักเรียน พิจารณารูปที่ 8.59 ค แล้วตอบคำถามดังนี้ - เมื่อใช้มือผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยขณะนั้นขวดอยู่ในสมดุลต่อการหมุนหรือไม่เพราะเหตุใด (ขวดไม่สมดุลต่อการหมุนเพราะว่าขวดไม่กลับมาอยู่ในสภาพเหมือนตอนก่อนออกแรงผลักหรือขวดล้มลง)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- เมื่อพิจารณาจุดศูนย์กลางมวลของขวดขณะออกแรงผลักให้เอียงไปเล็กน้อย ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ในลักษณะใด (ศูนย์กลางมวลจะอยู่ต่ำกว่าแนวระดับเดิม) - แนวของน้ำหนักกับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ส่งผลต่อขวดอย่างไร (น้ำหนักมีแนวต่างจากแนวปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำหนักรอบจุดรองรับในทิศที่ทำให้วัตถุล้มลง) 7. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลดังรูป 8.59 ค เมื่อผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยขวดจะล้ม เรียกว่า สมดุลไม่เสถียร 8. ให้นักเรียนพิจารณารูป 8.60 หน้า 60 วัตถุวางบนพื้นเอียงแล้วตอบคำถามดังนี้ - ถ้าวางแท่งวัตถุสี่เหลี่ยมที่มีการแขวนน้ำหนักถ่วงติดกับแท่งวัตถุตรงตำแหน่งซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับศูนย์กลางมวลแล้วนำไปวางบนพื้นเอียงดังรูป 8.60 จะเอียงพื้นได้มุมเอียงมากเท่าใดโดยวัตถุยังไม่ล้ม (มุมเอียงของพื้นจะเอียงได้มากที่สุดเมื่อแนวน้ำหนักของวัตถุผ่านขอบฐานด้านล่างของวัตถุพอดีวัตถุถึงจะไม่ล้ม)	- เมื่อพิจารณาจุดศูนย์กลางมวลของขวดขณะออกแรงผลักให้เอียงไปเล็กน้อย ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะอยู่ในลักษณะใด (ศูนย์กลางมวลจะอยู่ต่ำกว่าแนวระดับเดิม) - แนวของน้ำหนักกับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ส่งผลต่อขวดอย่างไร (น้ำหนักมีแนวต่างจากแนวปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำหนักรอบจุดรองรับในทิศที่ทำให้วัตถุล้มลง) 7. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมดุลดังรูป 8.59 ค เมื่อผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยขวดจะล้ม เรียกว่า สมดุลไม่เสถียร 8. ให้นักเรียนพิจารณารูป 8.60 หน้า 60 วัตถุวางบนพื้นเอียงแล้วตอบคำถามดังนี้ - ถ้าวางแท่งวัตถุสี่เหลี่ยมที่มีการแขวนน้ำหนักถ่วงติดกับแท่งวัตถุตรงตำแหน่งซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับศูนย์กลางมวลแล้วนำไปวางบนพื้นเอียงดังรูป 8.60 จะเอียงพื้นได้มุมเอียงมากเท่าใดโดยวัตถุยังไม่ล้ม (มุมเอียงของพื้นจะเอียงได้มากที่สุดเมื่อแนวน้ำหนักของวัตถุผ่านขอบฐานด้านล่างของวัตถุพอดีวัตถุถึงจะไม่ล้ม)

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
- วัตถุควรจะมีฐานและรูปทรงอย่างไรจึงจะล้มได้ยาก (วัตถุควรมีฐานกว้างและไม่ควรสูงมากเพื่อให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำซึ่งจะทำให้วัตถุเสถียรขึ้น)	- วัตถุควรจะมีฐานและรูปทรงอย่างไรจึงจะล้มได้ยาก (วัตถุควรมีฐานกว้างและไม่ควรสูงมากเพื่อให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำซึ่งจะทำให้วัตถุเสถียรขึ้น)
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยปฏิบัติดังนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญจากเรื่องเสถียรภาพของสมดุล 1.2 จัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุจากบทเรียนไว้แล้วตามลำดับความสำคัญของมโนมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.3 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.4 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.5 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยทดลองเขียนใส่กระดาษแล้วแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มแล้วนำผังที่ได้ส่งครู 2. ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่มเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน	**ขั้นสรุปบทเรียน** ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปในประเด็นดังต่อไปนี้ 1. สมดุลเสถียรคือ สมดุลของวัตถุที่รักษาสภาพการวางตัวให้เหมือนเดิมไม่ว่าจะผลักวัตถุให้เอียงไปบ้างวัตถุจะกลับมาสมดุลอยู่ในลักษณะเดิมอันเนื่องมาจากแนวน้ำหนักหรือแนวของจุดศูนย์ถ่วงไม่ออกจากฐานของวัตถุ 2. สมดุลสะเทินคือ สมดุลของวัตถุที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งไปเมื่อถูกผลักแต่ยังวางตัวในลักษณะเดิม 3. สมดุลไม่เสถียรคือ สมดุลของวัตถุที่ถูกผลักเพียงเล็กน้อยจะล้มและไม่กลับมาสมดุลเช่นเดิม ลักษณะการวางเมื่อถูกแรงผลักจะเปลี่ยนไป 4. เมื่อผลักวัตถุให้เอียงไป 4.1 สมดุลเสถียรศูนย์กลางมวลจะอยู่สูงจากระดับเดิม แนวน้ำหนักอยู่ในฐานของวัตถุ

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
3. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 4. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	4.2 สมดุลไม่เสถียรศูนย์กลางมวลจะอยู่ต่ำจากระดับเดิม แนวน้ำหนักอยู่นอกฐานของวัตถุ 4.3 สมดุลสะเทินศูนย์กลางมวลจะอยู่ในระดับเดิม แนวน้ำหนักผ่านผิวสัมผัสวัตถุ 5. การผลักวัตถุแล้ววัตถุอยู่ในสภาพที่รักษาสมดุลได้ต่างกันเป็นผลมาจากโมเมนต์ของแรง $\vec{W}$ กับแรง $\vec{N}$
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การสาธิตเรื่องเสถียรภาพของสมดุล - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - อุปกรณ์การสาธิตเรื่องเสถียรภาพของสมดุล
การวัดและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนในเรื่องเกี่ยวกับเสถียรภาพของสมดุล - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนในเรื่องเกี่ยวกับเสถียรภาพของสมดุลและการสรุปบทเรียน



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 8

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

แผนการสอนที่ 9

วิชาฟิสิกส์ รหัส ว 022 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง การนำหลักการสมดุลไปประยุกต์ **เวลา 2 คาบ**

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันนั้นเราพบว่าเราได้นำหลักการของสมดุลมาใช้กันอย่างมากมาย เช่น ใช้ในการคำนวณหาแรงกระทำต่อส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างที่รับน้ำหนัก เช่น ป้ายโฆษณา ประตู หน้าต่าง อัฒจันทร์ดูกีฬา เสาไฟฟ้า ตลอดจนใช้กับเครื่องผ่อนแรงชนิดต่าง ๆ จำพวก คีมตัดลวด คาน ไขควง กว้าน ล้อ และเพลา และพื้นเอียง เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. นำหลักการสมดุลไปอธิบายแรงกระทำต่อส่วนต่าง ๆ ของวัตถุที่กำหนดไว้ได้
2. นำหลักการของสมดุลไปอธิบายการทำงาน การได้เปรียบเชิงกล และคำนวณหาแรงที่กระทำต่อวัตถุที่กำหนดให้ได้

เนื้อหา

โจทย์ตัวอย่างเกี่ยวกับสมดุล เช่น การแขวนแผ่นป้าย ประตู หน้าต่าง และเครื่องกลอย่างง่าย ซึ่งเครื่องกลอย่างง่าย หมายถึง เครื่องมือที่อำนายความสะดวกในการทำงานให้กับมนุษย์เรา ซึ่งอาจจะช่วยผ่อนแรงหรือไม่ผ่อนแรงก็ได้ เครื่องกลจะทำงานได้ต่อเมื่อเราใส่พลังงานให้กับเครื่องกลนั้น เครื่องกลอย่างง่ายทุกแบบสามารถอธิบายโดยใช้หลักของงาน แต่เครื่องกลบางอย่างนอกจากจะอธิบายด้วยงานแล้วยังต้องอาศัยหลักของโมเมนต์มาใช้ในการอธิบายได้อีกด้วย เช่น คานงัด รอก ล้อ และเพลา การใช้แรงในเครื่องกล แรงที่กระทำโดยตรงให้แก่เครื่องกล เรียกว่า ความพยายาม แทนด้วย F_1 และน้ำหนักที่ถูกยกหรือความต้านทานที่ถูกเอาชนะ โดยอาศัยเครื่องกล คือ W หรืออาจเขียนอยู่ในรูปของแรงที่เครื่องกลให้ออกมาแทนด้วย F_o

หลักของงาน สำหรับเครื่องกลใด ๆ ที่ไม่มีความเสียดทานและไม่คำนึงถึงน้ำหนักของเครื่องกล แล้วงานที่ทำโดยความพยายามย่อมมีค่าเท่ากับงานที่ใช้เพื่อยกน้ำหนัก หรือเพื่อเอาชนะความต้านทานเสมอ

งานของความพยายาม = งานของความต้านทาน

สำหรับเครื่องกลใด ๆ ที่มีความฝืดงานของความพยายามย่อมมีค่าเท่ากับงานที่ใช้เพื่อยกน้ำหนัก หรือเพื่อเอาชนะความต้านทาน รวมกับงานที่ใช้เพื่อเอาชนะความเสียดทานของเครื่องกล

งานที่ใส่เข้าไป = งานที่ได้รับ + งานของความต้านทาน

การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage) MA แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

ก. การได้เปรียบเชิงกลจริง ๆ (Actual Mechnical Advantage) เขียนย่อ ๆ ว่า A.M.A.

นิยาม A.M.A. = F_o / F_1

ถ้า A.M.A. > 1 แสดงว่าผ่อนแรง เรียกว่า การได้เปรียบเชิงกล

ถ้า A.M.A. = 1 แสดงว่าไม่ได้ผ่อนแรง แต่เครื่องกลอำนวยความสะดวกในการทำงาน

ถ้า A.M.A. < 1 แสดงว่าเปลืองแรง เรียกว่า การเสียเปรียบเชิงกล

ข. การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีหรืออัตราส่วนความเร็ว (Ideal Mechanical Advantage หรือ Velocity Ratio หรือ Ideal Force Ratio) เขียนย่อว่า I.M.A.

นิยาม A.M.A. = S_o / S_1

เมื่อ S_1 คือ ระยะทางที่แรง F_1 เคลื่อนที่ S_0 คือระยะทางที่แรง F_0 เคลื่อนที่

เครื่องกลอุดมคติ (Ideal Machines)

สำหรับเครื่องกลอุดมคตินั้น หมายถึง เครื่องกลที่ไม่มีความเสียดทานเลย (ซึ่งตามความเป็นจริงไม่มีเครื่องกลอันไหนที่ไม่มีความฝืด) ดังนั้น เมื่อใส่งานให้แก่เครื่องกลชนิดนี้เข้าไปเท่าไรก็ตาม ผลก็คือเครื่องกลจะให้งานออกมาเท่ากับที่ใส่เข้าไปเสมอ ไม่มีงานที่หายไปเนื่องจากการต่อต้านความเสียดทานของเครื่องกลเลย นั่นคือ

งานที่ใส่ให้กับเครื่องกล = งานที่เครื่องกลให้ออกมา

Input Work = Output Work

ดังนั้น $F_1S_1 = F_0S_0$

$F_0/F_1 = S_1/S_0$

นั่นคือ A.M.A. = I.M.A.

กิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ในชีวิตประจำวันมีการนำหลักการสมดุลและโมเมนต์ไปใช้อยู่มากมาย เช่น ใช้ในการคำนวณหาแรงกระทำต่อส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างที่รับน้ำหนัก ได้แก่ ป้ายโฆษณา เสาไฟฟ้า หรือใช้กับเครื่องผ่อนแรงชนิดต่าง ๆ ดังที่จะได้ศึกษาต่อไปนี้	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ในชีวิตประจำวันมีการนำหลักการสมดุลและโมเมนต์ไปใช้อยู่มากมาย เช่น ใช้ในการคำนวณหาแรงกระทำต่อส่วนต่างๆ ในโครงสร้างที่รับน้ำหนัก ได้แก่ ป้ายโฆษณา เสาไฟฟ้า หรือใช้กับเครื่องผ่อนแรงชนิดต่าง ๆ ดังที่จะได้ศึกษาต่อไปนี้
ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน ครูอธิบายถึงความจำเป็นของการนำเอาความรู้เกี่ยวกับสมดุลไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	**ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน** ครูอธิบายถึงความจำเป็นของการนำเอาความรู้เกี่ยวกับสมดุลไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

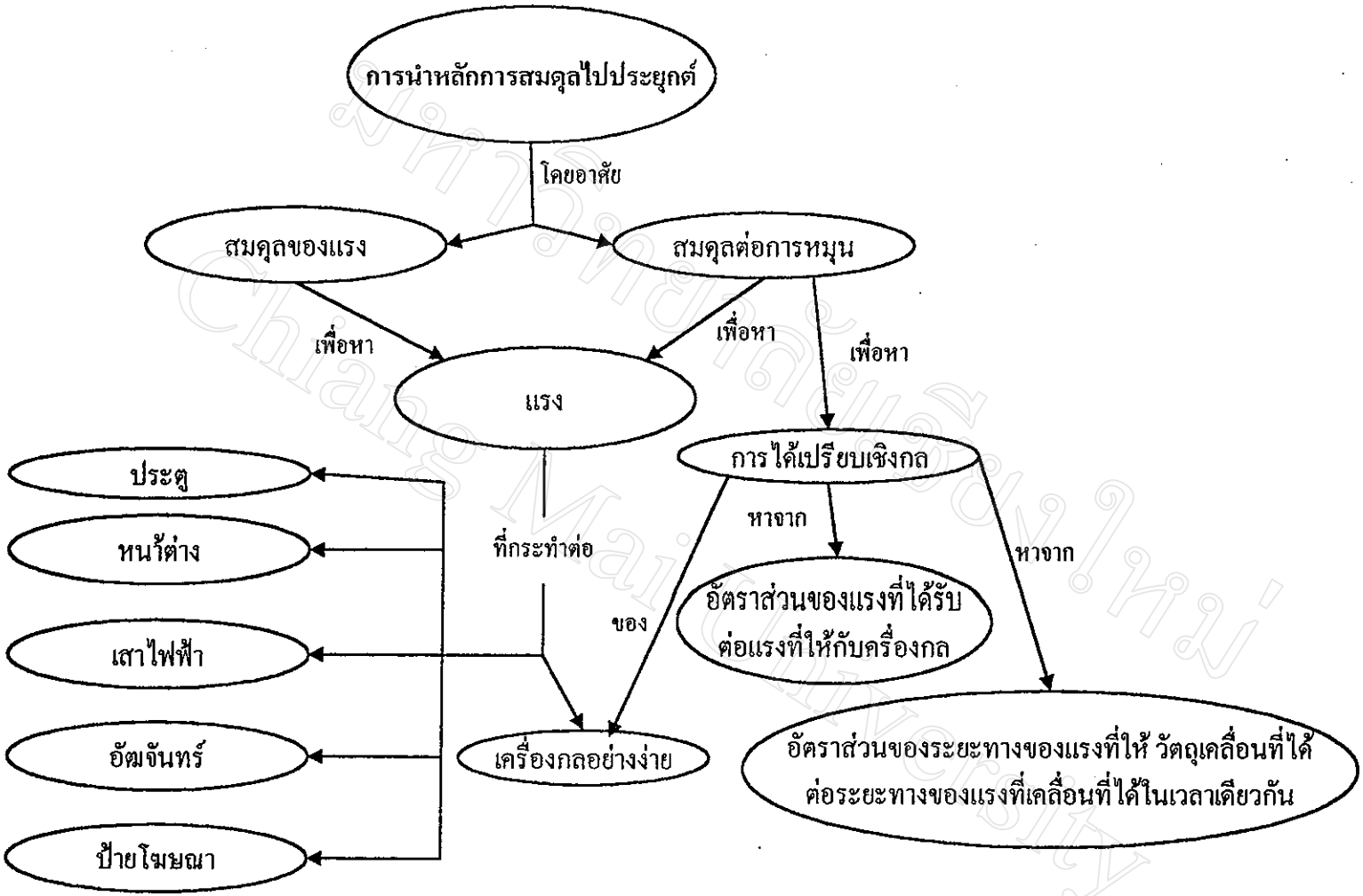
แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
ขั้นสอน 1. ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 8.6 หน้า 60 ในหนังสือเรียน แล้วตอบคำถามดังนี้ - จากรูป 8.61 ป้ายจะแขวนอยู่ได้ดีมีสิ่งใดบ้างมาประกอบกัน (คาน ป้าย บานพับ ยึดคานกับผนัง เชือกผูกปลายคานไปยึดผนัง) - จากตัวอย่างแยกระบบออกเป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง (แยกเป็น 2 ส่วน คือ ป้าย, คาน) - แรงที่กระทำต่อป้ายในรูป 8.62 มีแรงใดบ้าง (แรง T_1 และ T_2, แรงเนื่องจากน้ำหนักป้าย) 2. ครูอธิบายถึงวิธีการใช้เงื่อนไขข้อที่ 1. และข้อที่ 2. ของสมดุลสัมบูรณ์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับ ป้าย ประตู ตลอดจนอธิบายเรื่องอัฒจันทร์ดูกีฬา เสาไฟฟ้าที่มีคานยื่นออกไปข้างเดียวและสองข้างที่สามารถตั้งอยู่ได้ 3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการได้เปรียบเชิงกล โดยยกตัวอย่างเรื่อง คาน คีมตัดลวด ไขควง ล้อและเพลา และพื้นเอียง ให้นักเรียนได้เข้าใจถึงหลักของงานและการได้เปรียบเชิงกล MA (Mechnical Advantage) ถ้า MA = 1 แสดงว่าไม่ผ่อนแรง, MA < 1 ไม่ได้เปรียบเชิงกล MA > 1 ได้เปรียบเชิงกล	**ขั้นสอน** 1. ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 8.6 หน้า 60 ในหนังสือเรียน แล้วตอบคำถามดังนี้ - จากรูป 8.61 ป้ายจะแขวนอยู่ได้ดีมีสิ่งใดบ้างมาประกอบกัน (คาน ป้าย บานพับยึดคานกับผนัง เชือกผูกปลายคานไปยึดผนัง) - จากตัวอย่างแยกระบบออกเป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง (แยกเป็น 2 ส่วน คือ ป้าย, คาน) - แรงที่กระทำต่อป้ายในรูป 8.62 มีแรงใดบ้าง (แรง T_1 และ T_2, แรงเนื่องจากน้ำหนักป้าย) 2. ครูอธิบายถึงวิธีการใช้เงื่อนไขข้อที่ 1. และข้อที่ 2. ของสมดุลสัมบูรณ์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับ ป้าย ประตู ตลอดจนอธิบายเรื่องอัฒจันทร์ดูกีฬา เสาไฟฟ้า ที่มีคานยื่นออกไปข้างเดียวและสองข้างที่สามารถตั้งอยู่ได้ 3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการได้เปรียบเชิงกล โดยยกตัวอย่างเรื่อง คาน คีมตัดลวด ไขควง ล้อและเพลา และพื้นเอียง ให้นักเรียนได้เข้าใจถึงหลักของงานและการได้เปรียบเชิงกล

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
	MA (Mechnical Advantage) ถ้า MA = 1 แสดงว่าไม่ผ่อนแรง, MA < 1 ไม่ได้เปรียบเชิงกล MA > 1 ได้เปรียบเชิงกล
ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างผังมโนมติสัมพันธ์เพื่อสรุปบทเรียนโดยเน้นประเด็นสำคัญต่อไปนี้ 1.1 ระบุมโนมติที่สำคัญเกี่ยวกับการนำเอาหลักการของสมดุลไปประยุกต์ใช้มาจัดเรียงลำดับของมโนมติที่ได้ระบุไว้แล้วตามลำดับความสำคัญเป็นมโมมติหลัก มโนมติรอง และมโนมติย่อย 1.2 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน 1.3 หาคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ 1.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยทดลองเขียนในกระดาษและแก้ไขปรับปรุงโดยการระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่ม แล้วนำผังที่ได้ส่งครู	**ขั้นสรุปบทเรียน** ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปในประเด็นต่อไปนี้ 1. การแก้ปัญหาเรื่องสมดุลต้องอาศัยเงื่อนไขของสมดุลสัมบูรณ์ทั้งสองข้อเข้ามาช่วยแก้ปัญหานั้น คือ เงื่อนไขข้อที่ 1. $\sum_{i=1}^{n} \vec{F} = 0$ เงื่อนไขข้อที่ 2. $\sum_{i=1}^{n} Mi = 0$ 2. จากเงื่อนไข ข้อที่ 2. ของสมดุลสัมบูรณ์ เราสามารถนำไปหาการได้เปรียบเชิงกลได้จากอัตราส่วนระหว่างแรงที่ได้รับจากเครื่องกลกับแรงที่กระทำกับเครื่องกล 3. การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีขึ้นกับรูปทรงเครื่องกล กรณีของคาน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
1.5 ครูคัดเลือกผังมโนมติมาเพียงบางกลุ่ม เพื่อนำเสนอต่อหน้าชั้น 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้าง 3. ครูนำผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างมาเสนอต่อชั้นเรียน	I.M.A. = S_1/S_0 เมื่อ S_1 คือ ระยะทางที่แรง F_1 เคลื่อนที่ S_0 คือระยะทางที่แรง F_0 เคลื่อนที่ 4. การได้เปรียบเชิงกลที่ได้จากเครื่องกลต่อแรงที่กระทำกับเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกลที่แท้จริงจะมีค่าน้อยกว่าทางทฤษฎี เพราะเครื่องกลทุกชนิดมีความฝืด เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ A.M.A. = F_0/F_1 เมื่อ F_1 คือ แรงที่ใส่ให้กับเครื่องกล F_0 คือ แรงที่เครื่องกลให้ออกมา ถ้า A.M.A. > 1 แสดงว่า ผ่อนแรง เรียกว่า การได้เปรียบเชิงกล ถ้า A.M.A. = 1 แสดงว่า ไม่ได้ผ่อนแรง แต่เครื่องกลอำนวยความสะดวกในการทำงาน ถ้า A.M.A. < 1 แสดงว่า เปลืองแรง เรียกว่า การเสียเปรียบเชิงกล
สื่อและอุปกรณ์การสอน - หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ - ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียน	**สื่อและอุปกรณ์การสอน** หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของกระทรวงศึกษาธิการ

แผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน	แผนการสอนตามคู่มือครู
การวัดผลและประเมินผล - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจผลของการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์	**การวัดผลและประเมินผล** - สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน และการสรุปสาระสำคัญของบทเรียนเรื่องการนำหลักการสมดุลไปประยุกต์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้สรุปบทเรียนของแผนการสอนที่ 9

ประวัติผู้เขียน

ชื่อและสกุล	นายนิคม พงษ์ประเสริฐ
วันเดือนปีเกิด	12 พฤษภาคม 2505
ที่อยู่ปัจจุบัน	239/16 หมู่บ้านสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200
วุฒิการศึกษา	- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมือง อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก - ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนครนายกวิทยาคม อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก - พ.ศ. 2531 ศึกษาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์
การทำงาน	อาจารย์สอนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University