แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

รหัสวิชา ว30201

โดย

นางปานรดา บัญหนองสา

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

วิเคราะห์หลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 80 ชั่วโมง/ภาค 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาหลักการของกลศาสตร์ในเรื่องสมดุลกลและเงื่อนไขที่ทำให้วัตถุหรือระบบอยู่ในสมดุลกล ศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ งาน พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก แรงอนุรักษ์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน กำลัง เครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โมเมนตัม การชนกันของวัตถุในหนึ่งมิติ การดล แรงดล และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกลและคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง
2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
3. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย
4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์
5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
6.อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
7. อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลารวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม
8 ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

9. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับรวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

รวมทั้งสิ้น 10 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30201
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน 2.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้/หน่วยย่อยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1. สมดุลกล	1. สมดุลกล	(20)
	1.1 สภาพสมดุล และเงื่อนไขของสมดุล	6
	1.2 สมดุลต่อการเลื่อนที่	8
	1.3 สมดุลต่อการหมุน	6
2. งานและพลังงาน	2. งานและพลังงาน	(20)
	2.1 งานและกำลัง	6
	2.2 พลังงานกล	8
	2.3 กฎการอนุรักษ์พลังงาน การนำความรู้เกี่ยวกับงานและพลังงานไปใช้ในชีวิตประจำวัน	6
3. โมเมนตัมและการชน	3. โมเมนตัมและการชน	(20)
	3.1 โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	8
	3.2 การดลและแรงดล	6
	3.3 การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	6
4. การเคลื่อนที่แนวโค้ง	4. การเคลื่อนที่แนวโค้ง	(14)
	4.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	8
	4.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม	6

หมายเหตุ

1.	ปฐมนิเทศ และ ทำแบบทดสอบรวมก่อนเรียน	2	ชั่วโมง
2.	สอบกลางภาคเรียน	2	ชั่วโมง
3.	สอบปลายภาคเรียน	2	ชั่วโมง
4.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมดุลกล	20	ชั่วโมง
5.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน	20	ชั่วโมง
6.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน	20	ชั่วโมง
7.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แนวโค้ง	14	ชั่วโมง
	รวมเวลาทั้งหมด	80	ชั่วโมง

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30201
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน 2.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/รายภาค	จำนวนเวลา (ชั่วโมง)
1	1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง 2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ	1. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับสมดุลกลของวัตถุ ผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ สามารถเขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่ออยู่ในสมดุลกล และสามารถคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง 2. การสำรวจเกี่ยวกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงกระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ	20

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค	สาระการเรียนรู้/รายภาค	จำนวนเวลา (ชั่วโมง)
2	1. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย 2. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดจากแรงลัพธ์ 3. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่างๆ โดยการใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	1. การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับงานซึ่งขึ้นอยู่กับแรง การกระจัดและมุมระหว่างแรงกับการกระจัดงานในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่ากำลัง 2. การสำรวจตรวจสอบ ทดลองคำนวณ เกี่ยวกับงานทำ ให้พลังงานจลน์หรือพลังงานศักย์เปลี่ยนไป พลังงานศักย์ที่กล่าวนี้มีทั้ง พลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง และงานที่เกิดจากแรงลัพธ์ 3. การทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงซึ่งมีค่าคงตัว เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล และขยายไปถึงกฎการอนุรักษ์พลังงานทั่วไป ซึ่งรวมถึงพลังงานรูปอื่น	20

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค	สาระการเรียนรู้/รายภาค	จำนวนเวลา (ชั่วโมง)
3	1.อธิบาย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนตัมของวัตถุ การดลจากสมการ พื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม 2. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการดลและแรงดล 3. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการชน และกฎอนุรักษ์โมเมนตัม	1. การสำรวจตรวจสอบ คำนวณ และอธิบาย เกี่ยวกับโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วภายใต้แรง 2. การสำรวจตรวจสอบและอภิปราย การดล เป็นการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน 3. การสำรวจตรวจสอบและอภิปราย โมเมนตัมภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ในการชนหรือการระเบิด ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนหรือก่อนการระเบิด จะเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนหรือหลังการระเบิด ซึ่งเป็นกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม กรณีที่เป็นการชนแบบยืดหยุ่น พลังงานรวมมีค่าคงตัว ส่วนกรณีที่พลังงานรวมมีค่าไม่คงตัว เรียกว่า การชนแบบไม่ยืดหยุ่น	20

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค	สาระการเรียนรู้/รายภาค	จำนวนเวลา (ชั่วโมง)
4	1. อธิบายวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 2. ทดลอง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	1. คำนวณ ทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศ การเคลื่อนที่ ที่มีแรงคงตัวกระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว 2. ทดลอง คำนวณเกี่ยวกับวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบวงกลมในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง อธิบายเกี่ยวกับปริมาณอัตราเร็วเชิงมุม การโคจรของดาวเทียมรอบโลก	14

กำหนดการสอน

กำหนดการสอน

รายวิชา ฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว 30201

คาบที่ 1-2 ปฐมนิเทศก่อนเรียน

(เอกสารคำชี้แจง การเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ 1 (ว 30201) และทดสอบก่อนเรียน)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		สัปดาห์ที่ 1 – 2				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับสภาพสมดุล และเงื่อนไขของสมดุล						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	3 - 10	- สภาพสมดุล	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/	/	

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		สัปดาห์ที่ 3 – 4				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	11-18	- สมดุลต่อการหมุน	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/	/	

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		สัปดาห์ที่ 5 - 6				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3. สำรวจตรวจสอบ อธิบาย และคำนวณ เกี่ยวกับงานและกำลัง						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	19-26	- งานและกำลัง	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/	/	

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		สัปดาห์ที่ 7 - 8				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับพลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	27-34	- พลังงานกล	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/	/	

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		สัปดาห์ที่ 9 - 10				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน และรวมไปถึงกฎการอนุรักษ์พลังงานรูปอื่น						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	35-42	- กฎอนุรักษ์พลังงาน	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/	/	
สอบกลางภาค (แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 5) (คาบที่ 35 – 42)						

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		สัปดาห์ที่ 11 - 12				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	43-50	- โมเมนตัม - การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/		/

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	สัปดาห์ที่ 13 - 14

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการดล และแรงดล

จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				จ	ก	ป
8	51-58	- การดล - แรงดล	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/		/

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	สัปดาห์ที่ 15 – 16

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการชน และกฎอนุรักษ์เมนตัม

จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	59-66	- การชน - กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/		/

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9		สัปดาห์ที่ 17 – 18				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 9. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				จ	ก	ป
8	67-73	- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/		/

ผ = รายผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ก = กลางภาค ป = ปลายภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10		สัปดาห์ที่ 19 - 20				
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 10. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม						
จำนวนคาบที่สอน	คาบที่	เนื้อหาสาระ	สื่อการสอน	การวัดผล		
				ผ	ก	ป
8	74-80	- การเคลื่อนที่แบบวงกลม - การเคลื่อนที่บนถนนโค้ง - การเคลื่อนที่แบบวงกลมบนระนาบในแนวดิ่ง	-แบบทดสอบก่อนเรียน -ใบงาน -ใบกิจกรรม -ใบความรู้ -แบบฝึกทักษะ -แบบทดสอบหลังเรียน	/		/
สอบปลายภาค (แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 – 10) (คาบที่ 79 – 80)						

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง
สมดุลกล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง
สภาพสมดุล

รายวิชา ฟิสิกส์ 1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ 1- 2 คาบที่ 1 - 8
เรื่อง สมดุลกล	**หัวข้อเรื่อง สภาพสมดุล**	

สาระฟิสิกส์

สาระที่ 1 เข้าใจธรรมชาติฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุมีการรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมหรือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ

เนื้อหา

1. สมดุลกล
2. สมดุลเนื่องจากแรง

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ เรื่อง “กล่องวางอยู่บนโต๊ะ รถยนต์วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ อยู่ในสภาพนี้ตลอดไปได้หรือไม่” เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “กล่องที่วางอยู่บนโต๊ะ หรือรถยนต์ที่วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ จะมีแรงกระทำหรือไม่ อย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “กล่องที่วางอยู่บนโต๊ะ หรือรถยนต์ที่วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ จะมีแรงกระทำหรือไม่ อย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 10.1เฉพาะข้อ 1.และข้อ 2.(เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ“กล่องที่วางอยู่บนโต๊ะ หรือรถยนต์ที่วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ จะมีแรงกระทำหรือไม่ อย่างไร” แล้วบันทึกลงในใบงาน 10.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากแรง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากแรง จากใบความรู้ 10 ลงในสมุดบันทึก ในใบงาน 10.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 นักเรียนสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากแรง เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ แรงเสียดทาน และตัวอย่างการแก้ปัญหา เกี่ยวกับสมดุลเนื่องจากแรง จากใบความรู้ 10

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 10.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 10

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากแรง หรือ แรงเสียดทาน ในใบกิจกรรม 10

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	*จำนวน*	**สภาพการใช้สื่อ**
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 1.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 1	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 1	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 1.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 1.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 1	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 1.1 – 1.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 1 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 1	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 1	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ
แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 1	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1**
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
สมดุลเนื่องจากแรง		

สมดุลกล (Equilibrium)

คือ วัตถุที่ไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เราเรียกวัตถุที่อยู่ในลักษณะนี้ว่า สมดุล
เราสามารถจำแนกการสมดุลออกเป็น 2 ชนิด ได้ดังนี้

1. สมดุลสถิต (Static equilibrium) คือ สมดุลของวัตถุที่อยู่นิ่ง เช่น สมุดวางอยู่บนโต๊ะ
2. สมดุลจลน์ (Kinetic equilibrium) คือ สมดุลของวัตถุที่ไม่อยู่นิ่ง เช่น วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว หรือ หมุนด้วยอัตราเร็วคงตัว

เราสามารถจำแนกการสมดุลตามลักษณะการเคลื่อนที่ได้ 2 แบบดังนี้

1. สมดุลเนื่องจากแรง คือ สมดุลของวัตถุที่อยู่นิ่ง หรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรง หรือทอร์กคือ สมดุลของวัตถุที่อยู่นิ่ง หรือ หมุนด้วยอัตราเร็วคงที่

สมดุลเนื่องจากแรง ผลจะทำให้วัตถุวัตถุที่อยู่นิ่ง หรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวเดิมได้

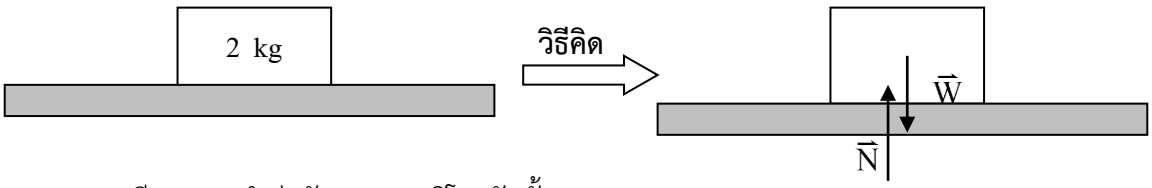
สาเหตุที่ทำให้วัตถุสมดุลเนื่องจากแรงได้

เนื่องจากแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมดรวมกันเป็นศูนย์ ($\Sigma \vec{F} = 0$) จะเห็นได้ว่า เหตุผลนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน และ เมื่อพิจารณาตามแนวระดับ และแนวดิ่ง จะได้ดังนี้

ในแนวระดับ (แนวแกน x) , $\Sigma F_X = 0$ จะได้ แรงซ้าย = แรงขวา

ในแนวดิ่ง (แนวแกน y) , $\Sigma F_Y = 0$ จะได้ แรงบน = แรงล่าง

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุมวล 2 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้น จะมีแรงกระทำกี่แรง คือแรงอะไรบ้าง และมีขนาดเท่าใด



จะมีแรงกระทำต่อวัตถุมวล 2 กิโลกรัมทั้งหมด **2 แรง**

คือ 1. แรง $\vec{W}$ คือ น้ำหนักของวัตถุ (แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ)

2. แรง $\vec{N}$ คือ แรงปฏิกิริยา (แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ)

หาขนาดของแรงทั้งสอง

เมื่อ $\vec{W} = m\vec{g} = (2)(10) = 20$ นิวตัน (N)

พิจารณาในแนวดิ่ง จะได้ $\sum \vec{F}_y = 0$

$\vec{W} + \vec{N} = 0$

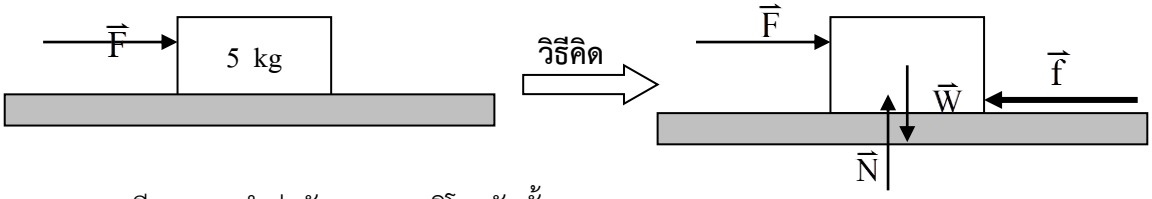
$\vec{N} = -\vec{W}$

แทนค่า $\vec{W}$ จะได้ $\vec{N} = -20$ นิวตัน

ตอบ 1. แรง $\vec{W}$ มีขนาด 20 นิวตัน

2. แรง $\vec{N}$ มีขนาด 20 นิวตัน แต่มีทิศตรงข้ามกับ $\vec{W}$

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุมวล 5 กิโลกรัม ถูกแรง 20 นิวตัน กระทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ไปบนพื้นดังรูป จะมีแรงกระทำกี่แรง คือแรงอะไรบ้าง และมีขนาดเท่าใด



จะมีแรงกระทำต่อวัตถุมวล 5 กิโลกรัมทั้งหมด **4 แรง**

คือ 1. แรง $\vec{W}$ คือ น้ำหนักของวัตถุ (แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ)

2. แรง $\vec{N}$ คือ แรงปฏิกิริยา (แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ)

3. แรง $\vec{F}$ คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ

4. แรง $\vec{f}$ คือ แรงเสียดทาน (จะมีทิศต้านกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ)

หาขนาดของแรง 4 แรง

เมื่อ $\vec{W} = m\vec{g} = (5)(10) = 50$ นิวตัน (N)

พิจารณาในแนวดิ่ง จะได้ $\sum \vec{F}_y = 0$

$\vec{W} + \vec{N} = 0$

$\vec{N} = -\vec{W}$

แทนค่า $\vec{W}$ จะได้ $\vec{N} = -50$ นิวตัน

ตอบ 1. แรง $\vec{W}$ มีขนาด 50 นิวตัน

2. แรง $\vec{N}$ มีขนาด 50 นิวตัน แต่มีทิศตรงข้ามกับ $\vec{W}$

เมื่อ $\vec{F} = 20$ นิวตัน (N)

พิจารณาในแนวระดับ จะได้ $\sum \vec{F}_x = 0$

$\vec{F} + \vec{f} = 0$

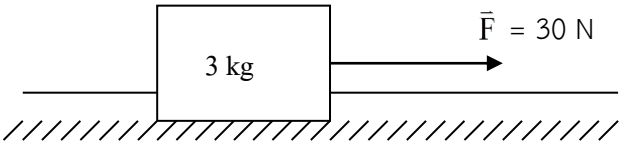
$\vec{f} = -\vec{F}$

แทนค่า $\vec{F}$ จะได้ $\vec{f} = -20$ นิวตัน

ตอบ 3. แรง $\vec{F}$ มีขนาด 20 นิวตัน

4. แรง $\vec{f}$ มีขนาด 20 นิวตัน แต่มีทิศตรงข้ามกับ $\vec{F}$

ตัวอย่างที่ 3 กล่องใบหนึ่งมีมวล 3 กก. วางนิ่งอยู่บนพื้นระดับถ้า μ_s = 0.8 , μ_k = 0.7 เมื่อออกแรง
$\vec{F}$ = 30 N กระทำต่อกล่องดังรูป กล่องจะเป็นอย่างไร



จากตัวอย่างที่ 3 ถ้าถามว่า กล่องใบนี้มีสภาพสมดุลเนื่องจากแรงหรือไม่ นักเรียนก็จะตอบไม่ได้ เมื่อไม่สามารถหาค่าแรงเสียดทานได้ เพราะฉะนั้นต้องหาให้ได้ว่า แรงเสียดทานสูงสุดระหว่างพื้นกับกล่องใบนี้ มีค่าเท่ากับ 30 N หรือไม่

ดังนั้น นักเรียนต้องมีความรู้เรื่อง แรงเสียดทาน และวิธีการหาแรงเสียดทาน

ในที่นี้ การหาปริมาณ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$f = \mu N$$

เมื่อ f คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสนั้น มีหน่วยเป็น นิวตัน

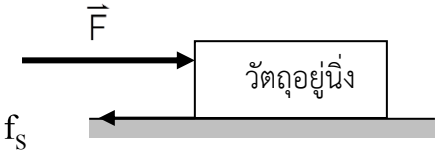
μ คือ สัมประสิทธิความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสนั้น

N คือ แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเนื่องวัตถุกระทำต่อพื้นขณะนั้น มีหน่วยเป็น นิวตัน

แรงเสียดทาน ที่เกิดขึ้นระหว่างพื้น จะมี 2 ชนิด

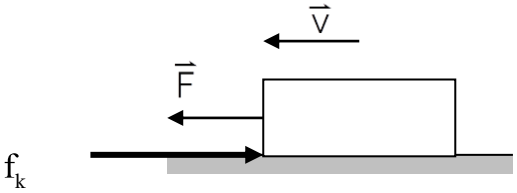
1. **แรงเสียดทานสถิต** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุและ**วัตถุยังอยู่นิ่ง** ซึ่ง แรงเสียดทานสถิต จะมีค่าตั้งแต่ศูนย์จนถึงค่ามากที่สุด โดยค่ามากที่สุดจะเกิดขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ได้พอดี

เขียนสมการได้ดังนี้ $f_S = \mu_S N$

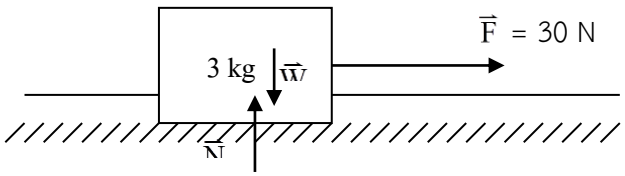


2. **แรงเสียดทานจลน์** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่**วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่**

เขียนสมการได้ดังนี้ $f_k = \mu_k N$



ดังนั้นจากตัวอย่างที่ 3 ต้องหาค่าแรงเสียดทานสถิต(f_S) และ แรงเสียดทานจลน์(f_k)



1. $f_S = \mu_S N$

$f_S = (0.8)(30) = 24$ N

2. $f_k = \mu_k N$

$f_k = (0.7)(30) = 21$ N

แสดงว่า กล่องใบนี้ไม่อยู่ในสภาพสมดุล

เพราะ $\Sigma \vec{F} \neq 0$

จะได้ $\Sigma \vec{F} = 30 - 24 = 6$

$m\vec{a} = 6$

$\vec{a} = 2$ m/s^2

จะได้ว่า กล่องใบนี้ไม่สมดุลเนื่องจากแรง จะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2}

2. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

เช่น รถวิ่งด้วยความเร็วคงที่ กล่องไถลลงบนพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่

ตัวอย่างที่ 4 กล่องใบหนึ่งมีมวล 5 กก. จะต้องออกแรง $\vec{F}$ เท่าใด จึงทำให้วัตถุนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่บนพื้นที่มีค่าสัมประสิทธิความเสียดทานดังนี้ $\mu_s = 0.6$, $\mu_k = 0.4$

วิธีคิด ต้องแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ

จากโจทย์ แสดงว่า วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เพราะแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นคือแรงเสียดทานจลน์

หา แรง $\vec{F}$ พิจารณาแรงในแนวระดับ จากรูป

จะได้ $\Sigma \vec{F}_x = 0$

$\vec{F} + \vec{f} = 0$

$\vec{F} = -\vec{f}$ ..... (1)

หาค่าแรงเสียดทาน $\vec{f}$ จาก $f_k = \mu_k N$ (เพราะวัตถุเคลื่อนที่)

แทนค่า $f_k = (0.4)N$ ..... (2)

หาค่า $\vec{N}$ พิจารณาในแนวดิ่ง จะได้ $\Sigma \vec{F}_x = 0$

$\vec{W} + \vec{N} = 0$

$\vec{N} = -\vec{W}$ ($\vec{W} = (5)(10)$)

แทนค่า $\vec{W}$ จะได้ $\vec{N} = -50$ นิวตัน

แทนค่า $\vec{N}$ ใน (2) จะได้ f_k = (0.4)(-50) = - 20 นิวตัน

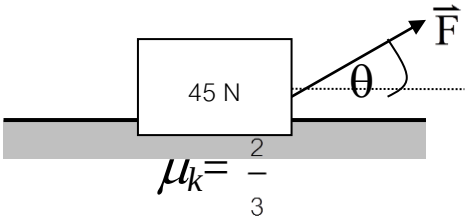
แทนค่า f_k ซึ่ง ก็คือ แรงเสียดทาน $\vec{f}$ ใน (1)

จะได้ $\vec{F}$ = - (- 20) = 20 นิวตัน

ตอบ แรง $\vec{F}$ มีขนาด 20 นิวตัน ทิศทางดังรูป

คำถาม จงเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

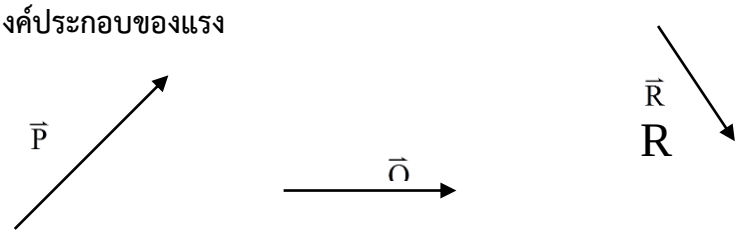
ตัวอย่างที่ 4 จากรูป จงหาขนาดของแรง F ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ ถ้า $\cos\theta = \frac{4}{5}$



ตัวอย่างนี้ นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องการแยกแรงหาองค์ประกอบของแรงด้วยความรู้เรื่อง ตรีโกณ

ความรู้เรื่องการหาองค์ประกอบของแรง

จากรูป

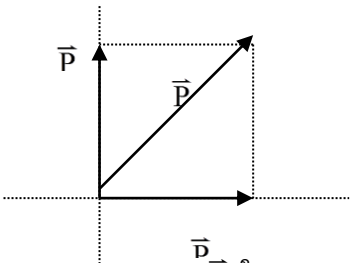


จากรูป มีแรง $\vec{P}$ และ $\vec{R}$ ที่สามารถหาแรงองค์ประกอบในแนวแกน x และ แนวแกน y ได้

ส่วนแรง $\vec{Q}$ แรงทั้งหมดจะกระทำไปในแนวแกน x ไปทางขวามือทั้งหมด

ลองพิจารณาการหาองค์ประกอบของแรง $\vec{P}$

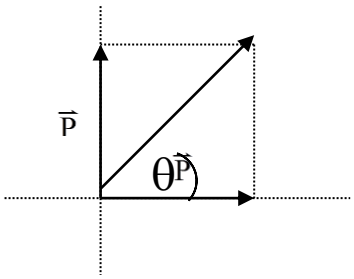
จากรูป ก แรง $\vec{P}$ สามารถหาแยกแรงเป็นองค์ประกอบของแรง $\vec{P}$ ในแนวราบ และในแนวดิ่ง ได้ดังรูป



เราจะไม่สามารถหาขนาดของแรง $\vec{P}_x$ และแรง $\vec{P}_y$ ได้ถ้าเราไม่ทราบค่ามุมใดมุมหนึ่ง ที่แรง $\vec{P}$ ทำกับแกน x และ แกน y

เราเพียงแค่บอกได้ว่า มีแรง $\vec{P}$ ในแนวแกน x เรียกว่าแรง $\vec{P}_x$ และมีแรง $\vec{P}$ ในแนวแกน y เรียกว่าแรง $\vec{P}_y$

เราหาขนาดของแรง $\vec{P}$ ในแนวแกน x และแรง $\vec{P}$ ในแนวแกน y ได้เมื่อทราบค่ามุม θ ดังรูปข้างล่าง

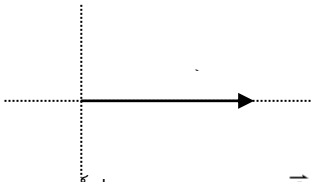


จะได้ขนาดของแรง $\vec{P}_x = \vec{P}\cos\theta$

และ $\vec{P}_y = \vec{P}\sin\theta$

เพราะฉะนั้น

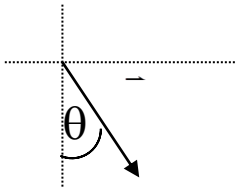
องค์ประกอบของแรง $\vec{Q}$ ในแนวราบ และในแนวดิ่ง



องค์ประกอบของแรง $\vec{Q}$ ในแนวราบ

องค์ประกอบของแรง $\vec{Q}$ ในแนวดิ่ง =.....

องค์ประกอบของแรง $\vec{R}$ ในแนวราบ และในแนวดิ่ง

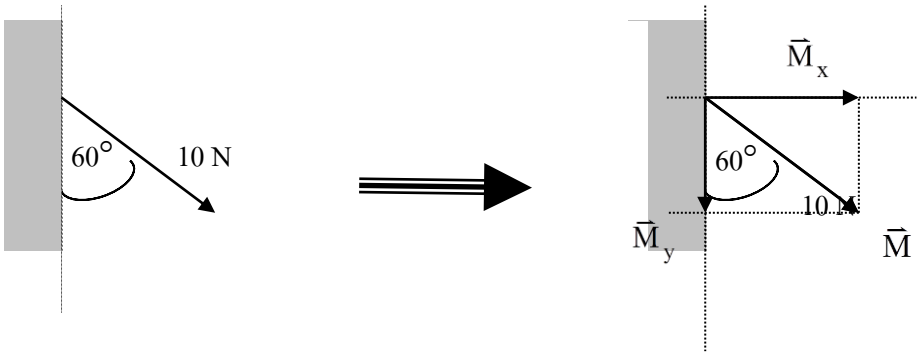


องค์ประกอบของแรง $\vec{R}$ ในแนวราบ

องค์ประกอบของแรง $\vec{R}$ ในแนวดิ่ง

ตัวอย่าง จงหาองค์ประกอบของแรงต่อไปนี้ จากรูป ในแนวขนานกับพื้น และตั้งฉากกับพื้น

ก.

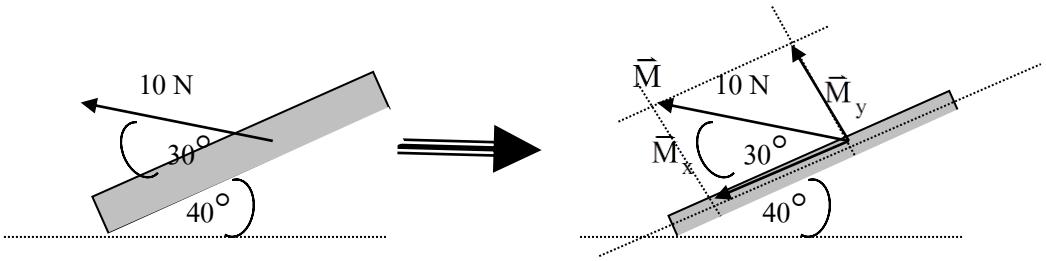


ให้แรง 10 N คือ แรง $\vec{M}$

ดังนั้น แรง $\vec{M}_x$ เป็น แรงตั้งฉากกับพื้น = $\vec{M}$ sin 60° = (10)(0.866) = 8.66 N

แรง $\vec{M}_y$ เป็น แรงขนานกับพื้น = $\vec{M}$ cos 60° = (10)(0.50) = 5.0 N

ข.

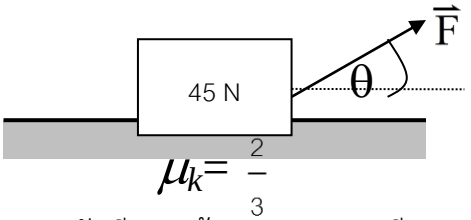


ให้แรง 10 N คือ แรง $\vec{M}$

ดังนั้น แรง $\vec{M}_x$ เป็น แรงขนานกับพื้น = $\vec{M}$ cos 30° = (10)(0.866) = 8.66 N

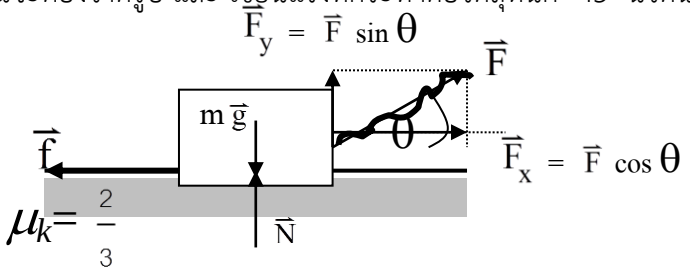
แรง $\vec{M}_y$ เป็น แรงตั้งฉากกับพื้น = $\vec{M}$ sin 30° = (10)(0.50) = 5.0 N

จากตัวอย่างที่ 4 จากรูป จงหาขนาดของแรง F ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ ถ้า $\cos\theta = \frac{4}{5}$



ตัวอย่างนี้ นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องการแยกแรงหาออกประของแรงด้วย ความรู้เรื่อง ตรีโกณ

นักเรียนจะต้องวาดรูป และ เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุหนัก 45 นิวตัน ดังภาพต่อไปนี้



วิธีคิด เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่า วัตถุสมดุลเนื่องจากแรง

ดังนั้น $\Sigma \vec{F} = 0$

และเราจะต้องหาในแต่ละแนวแกน ดังนี้

ในแนวแกน x , $\Sigma \vec{F}_x = 0$

$\vec{F}_x + \vec{f} = 0$

$F\cos\theta - f = 0$

$F\cos\theta = f \quad , (f_k = \mu_k N)$

แทนค่า $F(\frac{4}{5}) = (\frac{2}{3})N$ ..... (1)

ในแนวแกน y , $\Sigma \vec{F}_y = 0$

$\vec{F}_y + \vec{N} + m\vec{g} = 0$

$F\sin\theta + N - mg = 0$

$N = mg - F\sin\theta$

แทนค่า $N = (45) - F(\frac{3}{5})$ ..... (2)

แทนค่า N จาก (2) ใน (1)

$F(\frac{4}{5}) = (\frac{2}{3})(45 - F(\frac{3}{5}))$

$F(\frac{4}{5}) = 30 - F(\frac{2}{5})$

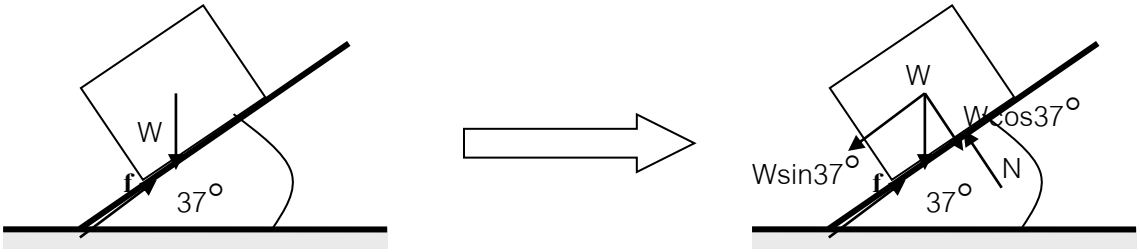
$$(\frac{4}{5})F + (\frac{2}{5})F = 30$$

$$6F = (5)(30)$$

$$F = 25 \text{ N}$$

ตอบ ขนาดของแรง $\vec{F}$ ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ เท่ากับ 25 นิวตัน

ตัวอย่างที่ 5 วัตถุมวล 10 กิโลกรัม ไถลลงตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่ จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ระหว่างวัตถุมวลนี้กับพื้นเอียงซึ่งทำมุมกับแนวระดับ 37 องศา ถ้า $\sin 37^\circ = 0.6$ และ $\cos 37^\circ = 0.8$



จากรูป คิดในแนวแกนระดับกับพื้นเอียง จะได้ ($\sum \vec{F}_x = 0$)

$$\vec{f} + \vec{W}\sin 37^\circ = 0$$

$$f + (-W\sin 37^\circ) = 0$$

$$f - (100)(0.6) = 0$$

$$f = 60 \text{ นิวตัน}$$

จาก $f = \mu N$

แทนค่า $60 = \mu N$ ..... (1)

คิดในแนวแกนตั้งฉากกับพื้นเอียง จะได้ ($\sum \vec{F}_y = 0$)

$$\vec{N} + \vec{W}\cos 37^\circ = 0$$

$$N + (-W_1\cos 37^\circ) = 0$$

$$N - (100)(0.8) = 0$$

$$N = 80$$

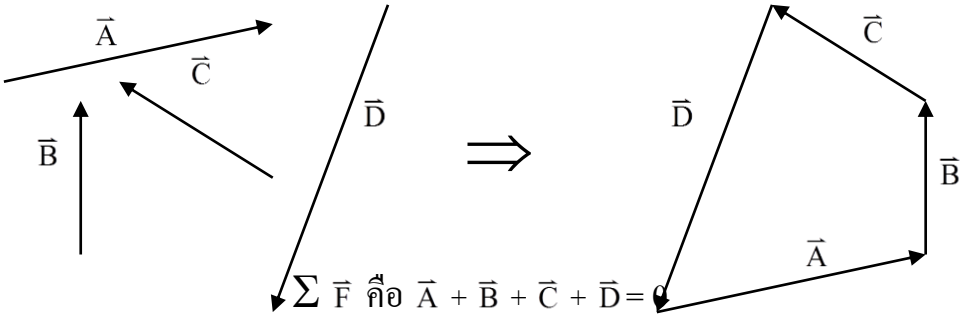
แทนค่า N จากสมการ (1) จะได้ $60 = \mu(80)$

$$\mu = \frac{3}{4} = 0.75$$

ตอบ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ระหว่างวัตถุมวลนี้กับพื้นเอียง = 0.75

แรงใดๆ ที่ทำให้วัตถุ อยู่ในสภาพสมดุลเนื่องจากแรง เมื่อนำมาแสดงด้วยเวกเตอร์โดยการสร้างรูปจะได้

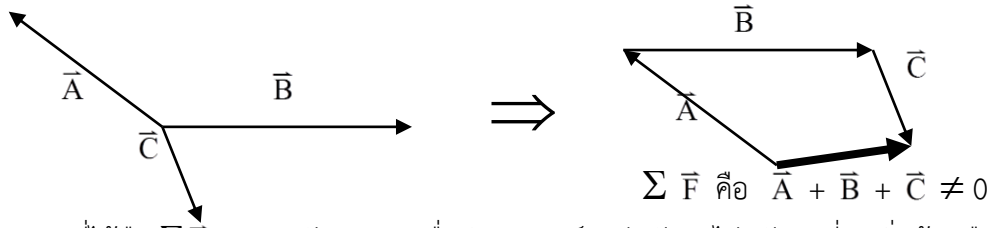
1. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$



ผลที่ได้คือ $\sum \vec{F} = 0$ สังเกตจากเมื่อนำเวกเตอร์มาต่อกันจะกลับมาที่จุดเริ่มต้นเดิมหรือจะได้เป็นรูปเหลี่ยมปิด (ไม่มีขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์)

แรงใดๆ ที่ทำให้วัตถุ ไม่อยู่ในสภาพสมดุลเนื่องจากแรง เมื่อนำมาแสดงด้วยเวกเตอร์โดยการสร้างรูปจะได้

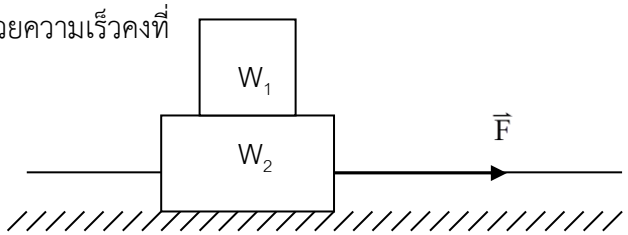
1. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$



ผลที่ได้คือ $\sum \vec{F} \neq 0$ สังเกตจากเมื่อนำเวกเตอร์มาต่อกันจะไม่กลับมาที่จุดเริ่มต้นหรือจะไม่ได้รูปเหลี่ยมปิด (คือมีขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ ในรูปข้างบน **เวกเตอร์ดำ** ที่ชี้จาก A ไปC)

การแก้ปัญหา

ตัวอย่างที่ 1 จากรูป w_1 = 4 N , w_2 = 8 N ส.ป.ส. ความเสียดทานทุกผิวสัมผัสเท่ากับ 0.25 จงหาแรง F ที่ทำให้ W_2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่



วิธีทำ จากโจทย์ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แสดงว่า

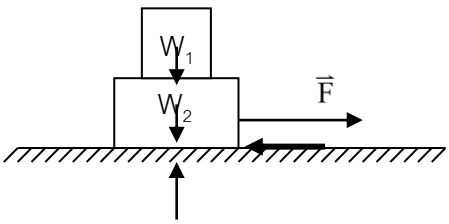
ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$)

และ จะต้องมีแรงกระทำต่อ W_2 ที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส ซึ่งได้แก่แรงเสียดทาน (f)

จะได้ $\vec{F} + \vec{f} = 0$

ถ้าหาเฉพาะขนาดจะได้ F+(- f) = 0

F = f



ถ้าหาขนาดของแรง f ได้ ก็จะได้ค่าของแรง F

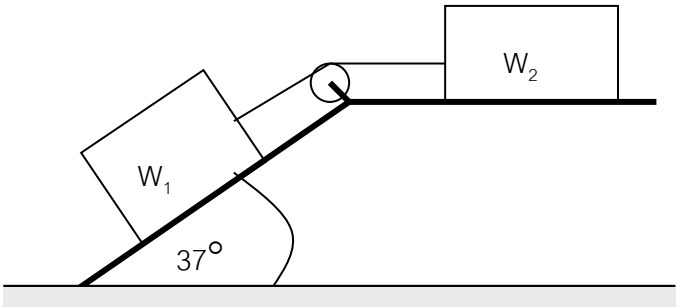
$f = \mu N$, $N = W_1 + W_2$

$f = (0.25)(4+8)$

$f = 3.00$ N

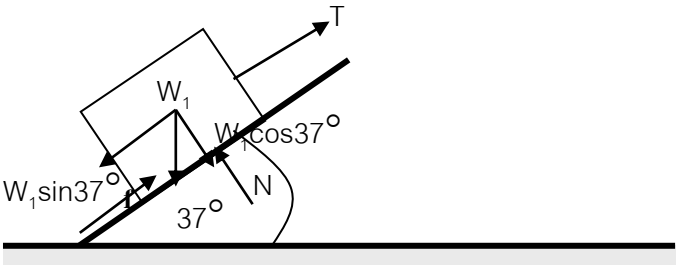
ดังนั้นแรงที่จะทำให้ W_2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ มีค่า เท่ากับ 3 นิวตัน (เพราะ F = f)

ตัวอย่างที่ 2 จากรูป $w_1 = w_2 = 100$ N จงหาค่า μ เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่



วิธีทำ

พิจารณาที่วัตถุ w_1 จะได้ ดังรูป



จากรูป คิดในแนวแกนระดับกับพื้นเอียง จะได้ ($\sum \vec{F}_x = 0$)

ถ้าหาเฉพาะขนาดจะได้ $T + f + (-W_1 \sin\theta) = 0$

$T + f - W_1 \sin\theta = 0$

$T + f = W_1 \sin\theta$

$T + \mu N = W_1 \sin\theta$ ..... (1)

คิดในแนวแกนตั้งฉากกับพื้นเอียง จะได้ ($\sum \vec{F}_y = 0$)

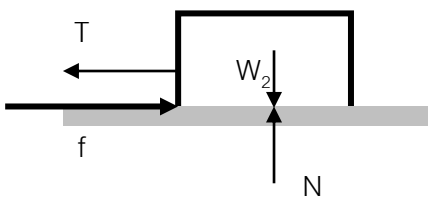
ถ้าหาเฉพาะขนาดจะได้ $N + (-W_1 \cos\theta) = 0$

$N = W_1 \cos\theta$ ..... (2)

แทนค่า N จากสมการ (2) ในสมการ (1) จะได้

$T + \mu W_1 \cos\theta = W_1 \sin\theta$ .....(3)

พิจารณาที่วัตถุ w_2 จะได้ ดังรูป



จากรูป คิดในแนวแกนระดับกับพื้นเอียง จะได้ ($\Sigma \vec{F}_x = 0$)

ถ้าหาเฉพาะขนาดจะได้ $T + (-f) = 0$

$T = f$

$T = \mu N$ .....(4)

คิดในแนวแกนตั้งฉากกับพื้นเอียง จะได้ ($\Sigma \vec{F}_y = 0$)

ถ้าหาเฉพาะขนาดจะได้ $N + (-W_2) = 0$

$N = W_2$ ..... (5)

แทนค่า N จากสมการ (5) ในสมการ (4) จะได้

$T = \mu W_2$ .....(6)

แทนค่า T จากสมการ (6) ในสมการ (3) จะได้

$\mu W_2 + \mu W_1 \cos\theta = W_1 \sin\theta$

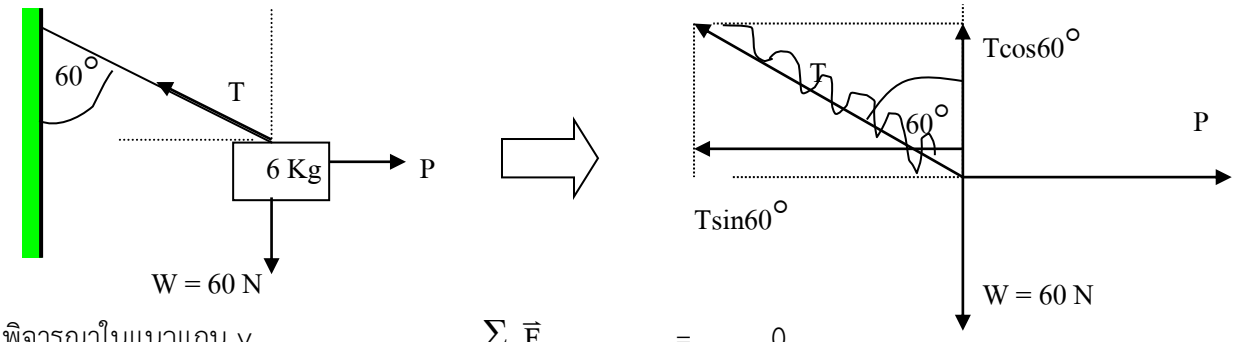
แทนค่า $\mu(100) + \mu(100)(\frac{4}{5}) = (100)(\frac{3}{5})$

$180\,\mu = 60$

$\mu = \frac{1}{3}$

ดังนั้นค่า μ เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 เชือกเส้นหนึ่งผูกวัตถุมวล 6 Kg ปลายอีกข้างตรึงติดกับฝาผนัง ออกแรงดึงวัตถุไปในแนวระดับด้วยแรง P ทำให้เส้นเชือกเอียงทำมุม 60 องศากับฝาผนัง จงหาแรงตึงของเชือกและแรง P ที่ใช้ดึง



พิจารณาในแนวแกน y , $\Sigma \vec{F}_y = 0$

จะได้ $T\cos 60^\circ = W$

$T(\frac{1}{2}) = 60$

$T = (2)(60) = 120$ N

พิจารณาในแนวแกน x , $\Sigma \vec{F}_x = 0$

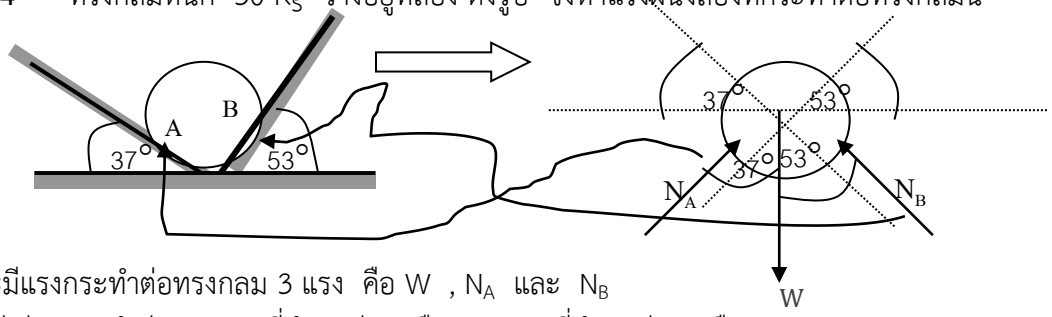
จะได้ $T\sin 60^\circ = P$

แทนค่า T , $(120)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = P$

$P = 60\sqrt{3}$ N

ตอบ ขนาดแรงตึงของเชือก (T) = 120 นิวตัน และแรง P = $60\sqrt{3}$ นิวตัน

ตัวอย่างที่ 4 ทรงกลมหนัก 30 Kg วางอยู่ที่ล่อง ดังรูป จงหาแรงผนังล่องที่กระทำต่อทรงกลมนี้



จากรูป จะมีแรงกระทำต่อทรงกลม 3 แรง คือ W , N_A และ N_B

หาแรงที่ผนังล่องกระทำต่อทรงกลมที่ตำแหน่ง A คือ N_A และที่ตำแหน่ง B คือ N_B

พิจารณาในแนวแกน y , $\sum \vec{F}_y = 0$

จะได้ $N_A \cos 37^\circ + N_B \cos 53^\circ = W$

$N_A\left(\frac{4}{5}\right) + N_B\left(\frac{3}{5}\right) = 300$

$4N_A + 3N_B = 1{,}500$ ..... (1)

พิจารณาในแนวแกน x , $\sum \vec{F}_x = 0$

จะได้ $N_A \sin 37^\circ = N_B \sin 53^\circ$

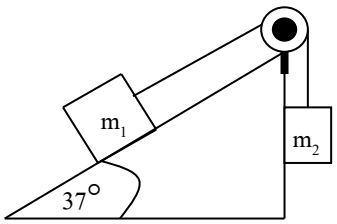
$N_A\left(\frac{3}{5}\right) = N_B\left(\frac{4}{5}\right)$

$N_A = \frac{4}{3} N_B$ ..... (2)

แทนค่า N_A ใน (1) จะได้ N_B = 180 N , N_A = 240 N

ตอบ แรงที่ผนังล่องกระทำต่อทรงกลมที่ตำแหน่ง A คือ N_A มีค่าเท่ากับ 240 นิวตัน และแรงที่ผนังล่องกระทำต่อทรงกลมที่ตำแหน่ง B คือ N_B มีค่าเท่ากับ 180 นิวตัน

ตัวอย่างที่ 5 จากรูปมวล m_1 และ m_2 ผูกกันด้วยเชือกผ่านรอกลื่นที่ยอดพื้นเอียง ที่มีความฝืด m_1 มีค่า 1.0 กิโลกรัม m_2 มีค่า 0.4 กิโลกรัม ถ้ามวลทั้งสองกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จงคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นเอียงกับมวล m_1 กำหนดให้ $\sin 37^\circ = 0.6$ และ $\cos 37^\circ = 0.8$

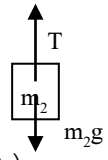


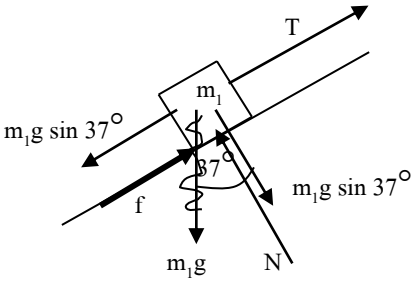
วิธีทำ พิจารณาที่มวล m_2กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่า สมดุล จะได้ $\sum \vec{F} = 0$

$\vec{T} + m_2\vec{g} = 0$

$T - m_2g = 0$

$T = m_2g = (0.4)(10) = 4$ N





พิจารณาที่มวล m_1 กำลังเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่าสมดุล แนวขนานกับพื้นเอียง จะได้ $\sum \vec{F}_x = 0$

$m_1\vec{g}\sin 37^\circ + \vec{T} + \vec{f} + = 0$

$m_1g\sin 37^\circ - T - f = 0$

$(1.0)(10)(\frac{3}{5}) - (4) = f$ จะได้ $f = 2$ นิวตัน

แต่ $f = \mu N$ หาค่า N ได้จาก $N = m_1g\cos 37^\circ = (1.0)(10)(\frac{4}{5}) = 8$ นิวตัน

แทนค่า $N = 8$ นิวตัน ในสมการ $f = \mu N$ จะได้ $\mu = \frac{2}{8} = 0.25$ **ตอบ**

รายวิชา ฟิสิกส์ 1	*ใบงาน 1.1*	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง สมดุลเนื่องจากแรง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า วัตถุที่ อยู่นิ่ง หรือ กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ลักษณะใดที่มีสภาพสมดุล และสมดุลได้เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า วัตถุที่ อยู่นิ่ง หรือ กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ลักษณะใดที่มีสภาพสมดุล และสมดุลได้เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า วัตถุที่ อยู่นิ่ง หรือ กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ลักษณะใดที่มีสภาพสมดุล และสมดุลได้เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 1.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง สมดุลเนื่องจากแรง		

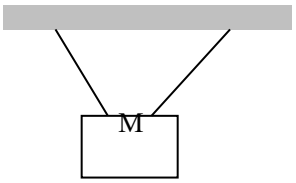
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>คำถาม</u>

1. เมื่อวัตถุไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิม เราเรียกว่าวัตถุอยู่ในสภาพ .....
2. กล่องที่วางอยู่บนพื้น เมื่อเราออกแรงผลัก 8 นิวตันในแนวขนานกับพื้น แล้วกล่องนั้นไม่เคลื่อนที่ แสดงว่า กล่องอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่ ..... เพราะผลรวมของแรงที่กระทำต่อกล่องมีค่า.....
3. ขณะนั้นเราสังเกตเห็นรถยนต์คันหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตลอดการเคลื่อนที่ของการสังเกต แสดงว่า รถยนต์คันนี้อยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่ ..... เพราะผลรวมของแรงที่กระทำต่อรถยนต์คันนี้มีค่า.....ต่อมาคนขับเห็นคนนอนอยู่ในระยะห่าง 30 เมตร จึงเหยียบเบรค ทำให้รถหยุดห่างจากคน 5 เมตร ช่วงที่เหยียบเบรกรถอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่ และมีค่า.....
4. แขวนวัตถุไว้ได้ด้วยเชือก โดยเชือกไม่ขาดและแกว่ง อยากทราบว่าวัตถุนั้นอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....เพราะผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุนี้มีค่า.....และมีแรงกระทำต่อวัตถุนี้กี่แรง.....แรง คือ.....
5. ปล่อยก้อนหินให้ตกลงมาในแนวดิ่งอย่างอิสระ ก้อนหินจะอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่..... เพราะแรงที่กระทำต่อก้อนหินมีค่า..... และถ้าโยนก้อนหินขึ้นในแนวดิ่ง ขณะนั้นก้อนหินจะอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่..... เพราะผลรวมของแรงที่กระทำต่อก้อนหินมีค่า.....

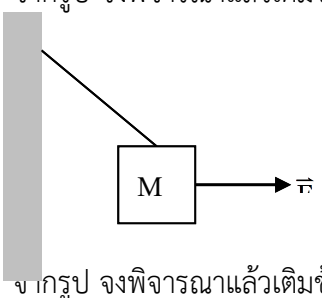
6. แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุและมีทิศต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงนั้นเรียกว่า.....โดยผิวสัมผัสระว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะมีคุณสมบัติทำให้เกิดการต้านเฉพาะตัว ซึ่งเรียกคุณสมบัตินี้ว่า.....(μ)ชื่อเต็มว่า.....ขนาดของแรงที่เกิดขึ้นนี้หาได้จากสมการดังนี้.....

7. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



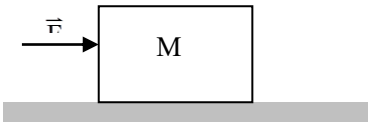
7.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล M กี่แรง .....
7.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
7.3 ถ้ามวล M อยู่นิ่ง แสดงว่า .....
7.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

8. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



8.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล M กี่แรง .....
8.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
8.3 ถ้ามวล M อยู่นิ่ง แสดงว่า .....
8.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

9. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง

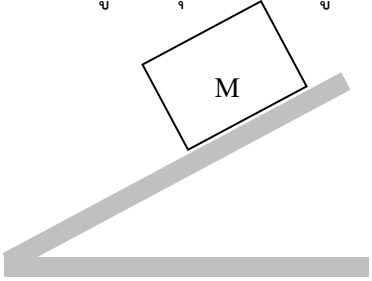


9.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล M กี่แรง .....
9.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
9.3 ถ้ามวล M อยู่นิ่ง แสดงว่า .....
9.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

10. จากรูป วัตถุมวล M ตกอย่างอิสระ จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง

10.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล M กี่แรง .....
10.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
10.3 มวล M ตกลงอย่างอิสระ แสดงว่า .....
10.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

11. จากรูป วัตถุมว M วางอยู่บนพื้นเอียง จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง

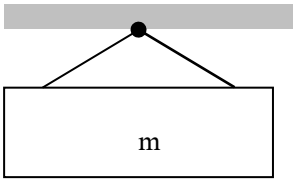


11.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล M กี่แรง .....
11.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
11.3 ถ้ามวล M อยู่นิ่ง แสดงว่า .....
11.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แบบฝึกทักษะ 1	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1
รหัสวิชา ว 30201		ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	เวลา 5 นาที
เรื่อง สมดุลเนื่องจากแรง		

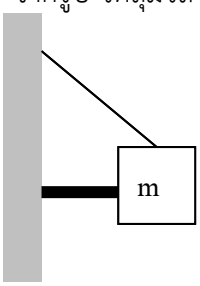
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

12. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



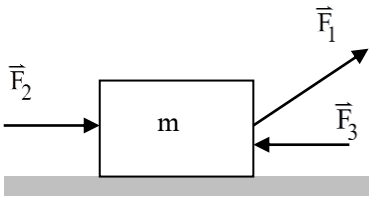
1.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล mกี่แรง .....
1.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
1.3 ถ้ามวล mอยู่นิ่งแสดงว่า .....
1.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

13. จากรูป วัตถุมวล m ถูกไม้ดันไว้ระหว่างผนัง จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



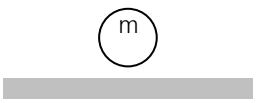
2.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....
2.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
2.3 ถ้ามวล m อยู่นิ่ง แสดงว่า .....
2.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

14. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



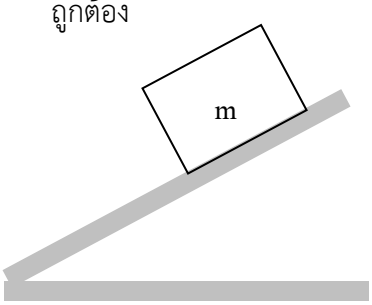
3.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....
3.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
3.3 ถ้ามวล m อยู่นิ่ง แสดงว่า .....
3.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

15. จากรูป วัตถุมวล m ถูกโยนขึ้น ขณะที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้น จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



4.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....
4.2 มีแรงอะไรบ้าง.....
4.3 ขณะที่มวล m กำลังเคลื่อนที่ขึ้น แสดงว่า .....
4.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

16. จากรูป วัตถุมวล m กำลังเคลื่อนที่ลงบนพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่ จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



5.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....

5.2 มีแรงอะไรบ้าง.....

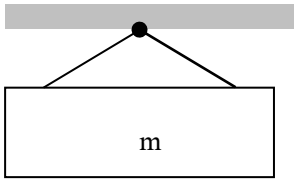
5.3 ขณะที่มวล m กำลังเคลื่อนที่ลงมาด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่า .....

5.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร .....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**เฉลยแบบฝึกทักษะ 1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง สมดุลเนื่องจากแรง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



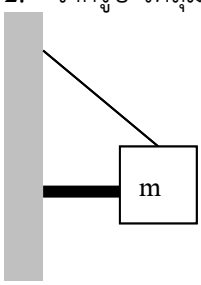
1.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....**2 แรง**.....

1.2 มีแรงอะไรบ้าง**1. แรงตึงในเส้นเชือก ($\vec{T}$) 2. แรงดึงดูดของโลก**

1.3 ถ้ามวล m อยู่นิ่ง แสดงว่า ...**ผลรวมของแรงเท่ากับ 0 ศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$)**

1.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร **...** $\vec{T} + \vec{W} = 0$.....

2. จากรูป วัตถุมวล m ถูกไม้ดันไว้ระหว่างผนัง จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



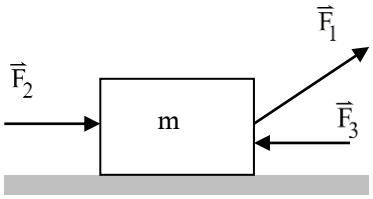
2.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....**3 แรง**...

2.2 มีแรงอะไรบ้าง**1 แรงตึงในเส้นเชือก($\vec{T}$) 2. น้ำหนัก($\vec{W}$) 3. แรงที่ไม้ดัน**

2.3 ถ้ามวล m อยู่นิ่ง แสดงว่า ...**ผลรวมของแรงเท่ากับ 0 ศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$)**

2.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร $\vec{T} + \vec{W} + (\vec{N}) = 0$...

3. จากรูป จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



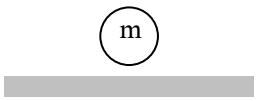
3.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....**3 แรง**.....

3.2 มีแรงอะไรบ้าง..... $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ .....

3.3 ถ้ามวล m อยู่นิ่ง แสดงว่า .....**ผลรวมของแรงเท่ากับ 0 ศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$)**

3.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร ... $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$

4. จากรูป วัตถุมวล m ถูกโยนขึ้น ขณะที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้น จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



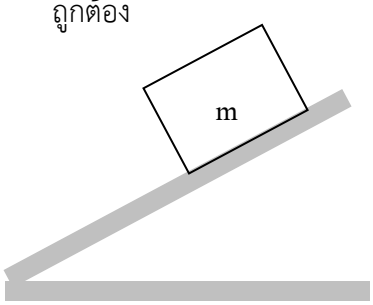
4.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....**1 แรง**.....

4.2 มีแรงอะไรบ้าง.....**แรงดึงดูดของโลก (น้ำหนัก) ($\vec{W}$)**.....

4.3 ขณะที่มวล m กำลังเคลื่อนที่ขึ้น แสดงว่า **ผลรวมของแรงไม่เท่ากับ 0** ($\sum\vec{F} \neq 0$)

4.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร $\vec{W} = m\vec{a}$, ($\vec{W} \neq 0$

5. จากรูป วัตถุมวล m กำลังเคลื่อนที่ลงบนพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่ จงพิจารณาแล้วเติมข้อความให้ถูกต้อง



5.1 มีแรงกระทำต่อวัตถุมวล m กี่แรง .....**2 แรง**.....

5.2 มีแรงอะไรบ้าง...1. **น้ำหนัก ($\vec{W}$) 2. แรงเสียดทาน ($\vec{f}$)**..

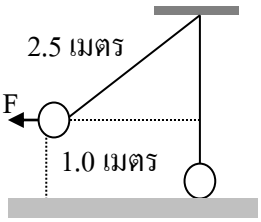
5.3 ขณะที่มวล m กำลังเคลื่อนที่ลงมาด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่า .....**ผลรวมของแรงเท่ากับ 0 ศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$)**.....

5.4 เขียนสมการของแรงลัพธ์ได้อย่างไร ... $\vec{W} + \vec{f} = 0$ .....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 1.3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1
รหัสวิชา ว 30201		ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง สมดุลเนื่องจากแรง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. วัตถุหนัก 1,000 นิวตัน วางอยู่บนพื้นและผูกด้วยเชือกเบายาว 2.5 เมตร ออกแรง F ในแนวระดับดึงวัตถุให้สูงจากพื้น 1.0 เมตรดังรูป จงหาขนาดของแรง F มีค่ากี่นิวตัน



.....

.....

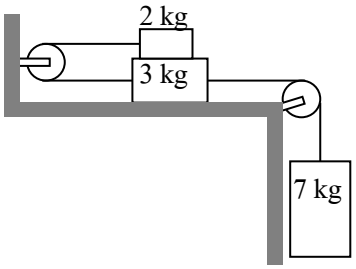
.....

.....

.....

.....

2. จากรูป เมื่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่าง มวล 2 กิโลกรัม และ 3 กิโลกรัม เป็น 0.8 จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับมวล 3 กิโลกรัม ขณะที่ระบบมีความเร็วคงที่



.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. วัตถุหนัก 36 นิวตัน วางอยู่บนพื้นราบ เมื่อออกแรงดึงวัตถุ 20 นิวตัน ในแนวทำมุม 53° กับแนวราบ วัตถุจะเคลื่อนที่ได้พอดี สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับวัตถุเป็นเท่าไร

.....

.....

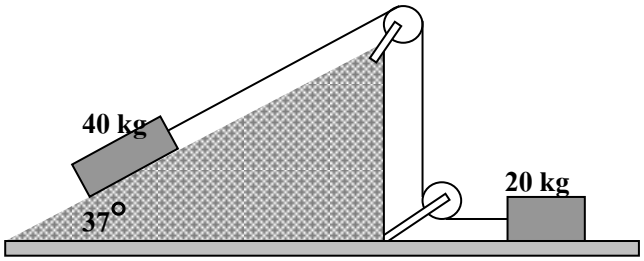
.....

.....

.....

.....

4. จากรูปพื้นเอียงและพื้นราบมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ μ ปรากฏว่ามวล 40 กิโลกรัม เคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงด้วยอัตราเร็วคงที่ จงหาค่า μ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เวลา 15 นาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1 สำรวจตรวจสอบอภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับสภาพสมดุลและเงื่อนไขของสมดุล

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด
   - ก. วัตถุที่อยู่นิ่งถือว่าวัตถุนั้นสภาพสมดุล
   - ข. วัตถุที่เคลื่อนที่เร็วขึ้นอย่างคงที่เรียกว่า สมดุลจลน์
   - ค. คนโดดร่มจากเครื่องบินสู่พื้นดินอย่างปลอดภัยไม่เกี่ยวกับสมดุล
   - ง. สมดุลของวัตถุจำเป็นที่วัตถุต้องอยู่นิ่ง

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   1. วัตถุซึ่งหมุนรอบแกนหมุนที่อยู่กับที่ ถือว่าสมดุลเนื่องจากแรง
   2. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงอย่างสม่ำเสมอ จะสมดุลเนื่องจากแรง
   3. วัตถุที่อยู่นิ่ง จะสมดุลเนื่องจากแรง และ สมดุลเนื่องจากทอร์กหรือโมเมนต์ของแรง

ข้อความใดถูกต้อง

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

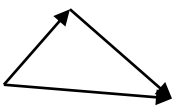
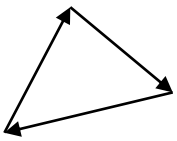
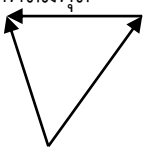
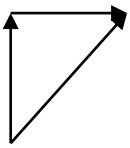
3. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดที่เกี่ยวข้องกับสมดุลเนื่องจากแรงโดยตรง

1. ข้อ 1 2. ข้อ 2 3. ข้อ 3

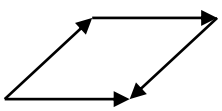
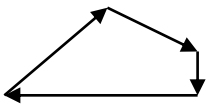
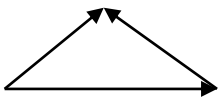
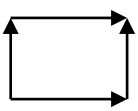
ข้อความใดถูกต้อง

ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 เท่านั้น ค. ข้อ 2 เท่านั้น ง. ข้อ 3 เท่านั้น

4. ภาพเวกเตอร์แทนแรงที่กระทำต่อวัตถุในรูปใดที่ทำให้เกิดสมดุล

ก.  ข.  ค.  ง. 

5. ภาพเวกเตอร์แทนแรงที่กระทำต่อวัตถุในรูปใดที่ทำให้เกิดสมดุล

ก.  ข.  ค.  ง. 

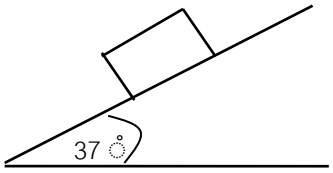
6. จากรูปถ้าเชือกที่แขวนด้วยรูปภาพนี้ทนแรงตึงได้ 25 นิวตัน จงหาว่าจะต้องหารูปภาพที่มีมวลกี่กิโลกรัม แขวนบนเชือกนี้มุมที่เชือกทำกับแนวระดับเท่ากับ 37 องศา

ก. 6 ข. 5 ค. 4 ง.

7. จากการทดลองเกี่ยวกับเรื่องแรงเสียดทานเมื่อออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงที่ผูกถุงทรายขนาด 500 กรัม 2 ถุงอยู่ จะทำให้ถุงเริ่มเคลื่อนที่พอดี โดยอ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง 8 นิวตัน และขณะที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวอ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง 6 นิวตัน อยากทราบว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างถุงทรายกับพื้นมีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 0.3 ข. 0.6 ค. 0.8 ง. 1.2

8. มวล m วางอยู่บนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 37° กับแนวระดับ ถ้าไถลลงด้วยความเร็วคงตัวสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลนั้นกับพื้นจะเป็นเท่าไร



ก. 0.75 ข. 0.6 ค. 0.5 ง. 0.25

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ จากเงื่อนไขที่ให้นี้ ถ้าวัตถุหนัก 1.25×10^3 N เลื่อนลงจากพื้นเอียงด้วยความเร็วสม่ำเสมอ พื้นเอียงนี้ยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร

1. วัตถุเลื่อนลงมาจากพื้นเอียงเนื่องจากมีแรงขนาด 6.25×10^2 N
2. วัตถุเลื่อนลงมาจากพื้นเอียงด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ดังนั้นแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุต้องมีค่าเป็นศูนย์
3. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเอียงมีค่าเท่ากับ 0.75

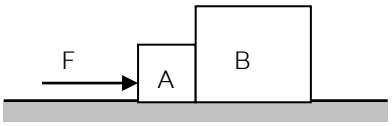
ข้อความใดถูกต้อง

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

10. จากรูป วัตถุ A และ B เป็นวัตถุชนิดเดียวกัน A มีมวล 5 kg , B มีมวล 12 kg สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ A และ B กับพื้นมีค่าเท่ากับ 0.8 จงหาแรงที่วัตถุ A และ B กระทำซึ่งกันและกัน มีค่ากี่นิวตัน ถ้าแรง F ทำให้วัตถุ A และ B เริ่มเคลื่อนที่พอดี

ก. 40 ข. 56

ค. 96 ง. 136



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30201) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	**คำตอบ**
1	ก
2	ค
3	ข
4	ข
5	ข
6	ง
7	ข
8	ก
9	ค
10	ค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง

สมดุลต่อการหมุน

รายวิชา ฟิสิกส์ 1	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 10
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ 3 - 4 คาบที่ 11 - 18
เรื่อง สมดุลกล	**หัวข้อเรื่อง สมดุลต่อการหมุน**	

สาระฟิสิกส์

สาระที่ 1 เข้าใจธรรมชาติฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

วัตถุจะสมดุลต่อการหมุน คือ ไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

เนื้อหา

1. แรงขนานและแรงคู่ควบ
2. โมเมนต์ของแรง และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ
3. สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรง หรือทอร์ก
4. เสถียรภาพของสมดุล

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่อง “การออกแรงผลักหรือดึงตู้ แล้วตู้ล้มหรือไม่ล้ม เป็นผลจากอะไร เพื่อนำไปสู่คำถาม ที่ว่า “การออกแรงผลักหรือดึงตู้ แล้วทำให้ตู้ล้มหรือไม่ล้มเกิดจากสาเหตุใด ”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “การออกแรงผลักหรือดึงตู้ แล้วทำให้ตู้ล้มหรือไม่ล้มเกิดจากสาเหตุใด ” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 11.1เฉพาะข้อ 1.และข้อ 2.(เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ“การออกแรงผลักหรือดึงตู้ แล้วทำให้ตู้ล้มหรือไม่ล้มเกิดจากสาเหตุใด ” แล้วบันทึกลงในใบงาน 2.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับสมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากทอร์กหรือโมเมนต์ของแรงจากใบความรู้ 2 กับใบงาน 2.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกัน เกี่ยวกับตัวอย่าง สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก และเสถียรภาพของสมดุล จากใบความรู้ 2

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 2.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 2

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก หรือ เสถียรภาพของสมดุลในใบกิจกรรม 2

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	*จำนวน*	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 2.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 2	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 2	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 2.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 2.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 2	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 2.1 – 2.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 2 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 2	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 2	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ
แผนการจัดการเรียนรู้

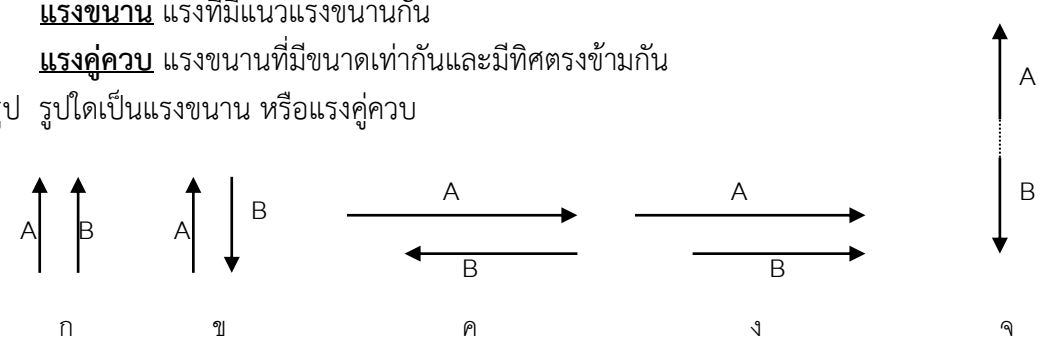
รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 2	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		*ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2*
สมดุลต่อการหมุน		

<u>แรงขนาน และ แรงคู่ควบ</u>

<u>แรงขนาน</u> แรงที่มีแนวแรงขนานกัน

<u>แรงคู่ควบ</u> แรงขนานที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามกัน

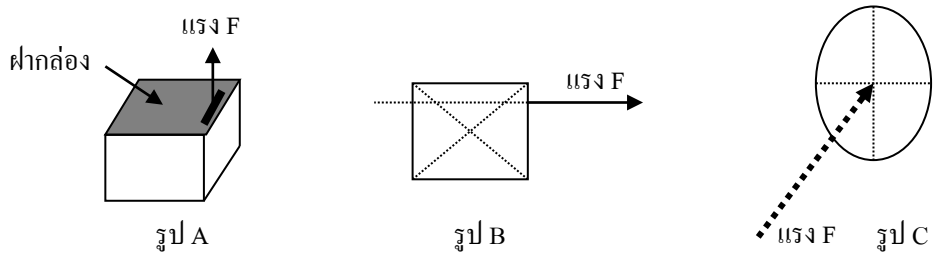
จากรูป รูปใดเป็นแรงขนาน หรือแรงคู่ควบ



แรงขนาน คือ .....

แรงคู่ควบ คือ .....

<u>การหมุน</u> เกิดจาก การออกแรงกระทำต่อวัตถุ และแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุจะต้องไม่ผ่านจุดหมุน



จากรูป การหมุนของวัตถุจะเกิดขึ้นกับรูปใด.....

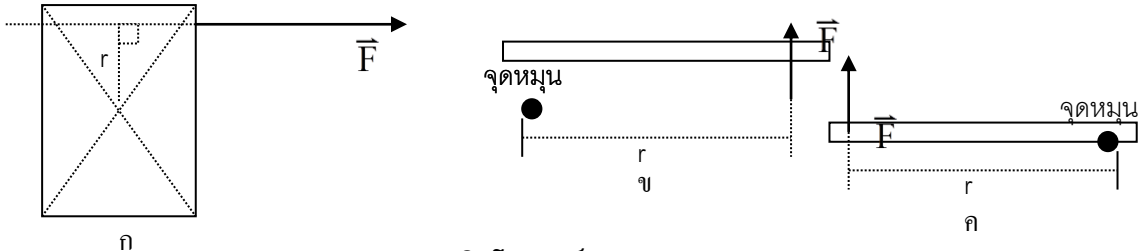
<u>โมเมนต์ ของแรง</u>คือผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

$$\vec{M} = F\,r$$

โดย $\vec{M}$ = โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร (N.m)

$\vec{F}$ = แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

r = ระยะจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)



รูป การเกิดโมเมนต์

โมเมนต์จะเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา
การหมุน จะเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกา และ การหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ข้อสังเกต อาจกล่าวได้ว่า **<u>โมเมนต์ คือ การหมุน</u>**

จากรูป เรื่องการหมุน และ การเกิดโมเมนต์

รูปใดเกิดการหมุนหรือโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา.....
รูปใดเกิดการหมุนหรือโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา.....

<u>โมเมนต์ของแรงคู่ควบ</u> คือ ผลคูณของขนาดของแรงใดแรงหนึ่งกับระยะทางตั้งฉากกับแนวแรงทั้งสอง

จากรูป จงหาขนาดของโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

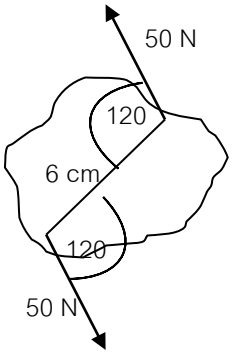
วิธีทำ

$M = F.\ r$

$M = (50)(6x10^{-2})\cos 30$

$M = 3(0.866)$ Nm

$M =$ ..... Nm



จากรูป จงหาขนาดของโมเมนต์ของแรง T เมื่อ T = 20 N

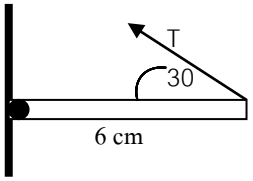
วิธีทำ

$M = F.\ r$

$M = (20)(6x10^{-2})\sin 30$

$M = 1.2(0.5)$ Nm

$M =$ ..... Nm



สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรง ผลจะทำให้วัตถุวัตถุที่อยู่นิ่ง หรือ หมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงที่

สาเหตุที่ทำให้สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรง

เนื่องจากโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมดรวมกันเป็นศูนย์ ($\Sigma \vec{M} = 0$)

จะได้ ผลรวมโมเมนต์มีค่าเท่ากับ ศูนย์

$$\Sigma \vec{M} = 0$$

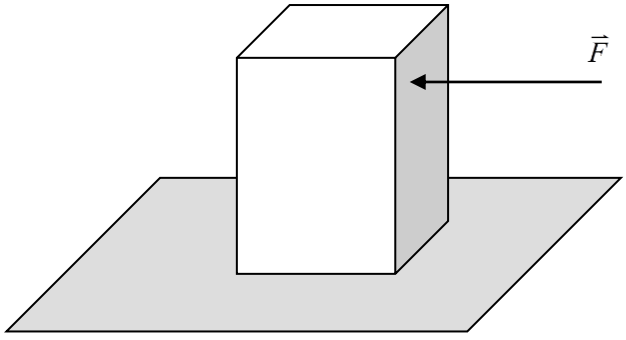
$$\Sigma \vec{M}_{ตาม} + \Sigma \vec{M}_{ทวน} = 0$$

$$\Sigma M_{ตาม} - \Sigma M_{ทวน} = 0$$

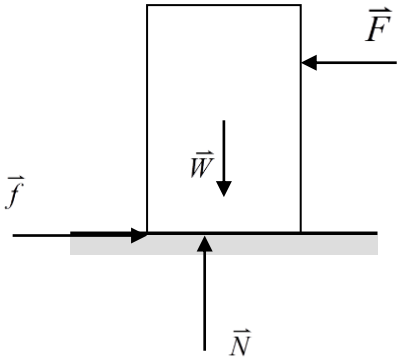
$$\Sigma M_{ตาม} = \Sigma M_{ทวน}$$

ตัวอย่าง กล่องความหนาแน่นสม่ำเสมอดังรูป สูง 1.00 เมตร กว้าง 0.50 เมตร มีน้ำหนัก 2,000 นิวตัน วางอยู่บนพื้นระดับซึ่งมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างผิวสัมผัสเป็น 0.4 แรง $\vec{F}$ ในแนวระดับที่ตำแหน่งสูง *h* จากพื้น

ก. แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในแนวระดับมีค่าเท่าใด วัตถุจึงจะเริ่มเคลื่อนที่พอดี



ข. ระยะสูงสุดที่ แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่าใด วัตถุจึงจะไม่ล้มก่อนไถล



วิธีทำ ก. จากรูป

เนื่องจากวัตถุอยู่ในสมดุล

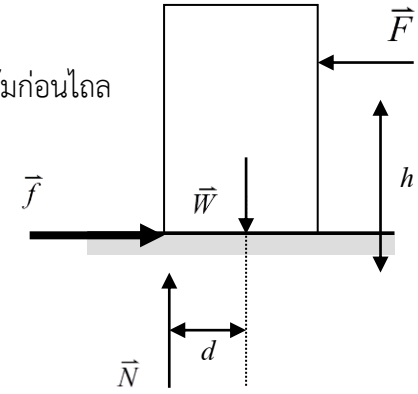
ดังนั้น $W = N$ และ $F = f$

f มีค่ามากที่สุดได้เท่ากับความเสียดทานสถิต

$f_s = \mu_s N = 0.4 \times 2.0 \times 10^3$ N = 800 N

ดังนั้นแรงสูงสุดที่จะทำให้ไถลได้ F = 800 N

ตอบ แรงที่ทำให้วัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่พอดีมีค่าเท่ากับ 800 นิวตัน



ข. ถ้า h เป็นระยะสูงสุดที่ แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุไม่ล้มก่อนไถล

เนื่องจากวัตถุยังคงอยู่ในสมดุลก่อนไถลหรือล้ม ดังนั้น

โมเมนต์ของแรงคู่ควบ $\vec{N}$, $\vec{W}$ = โมเมนต์ของแรงคู่ควบ $\vec{F}$, $\vec{f}_s$

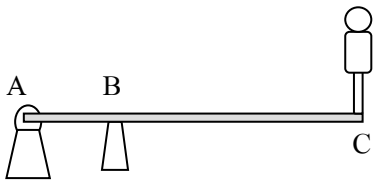
$W \times d = F \times h$

$$200 \text{ (N)} \times \frac{0.50}{2} \text{ (m)} = 800 \text{ (N)} \times h$$

h = 0.625 m

ตอบ ระยะสูงสุดที่แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุเท่ากับ 62.5 เซนติเมตร

ตัวอย่าง กระดานสปริงสำหรับกระโดดน้ำ หนัก 400 นิวตัน มีหลักยึดกับกระดานสปริงที่ A และ B ซึ่งห่างกัน $\frac{1}{4}$ ของความยาวของกระดานสปริง ดังรูป จงหาขนาดและทิศของแรง A และ B กระทำต่อกระดานสปริง ขณะที่นักกระโดดน้ำ หนัก 600 นิวตันที่ปลายคาน C ยืนนิ่งอยู่

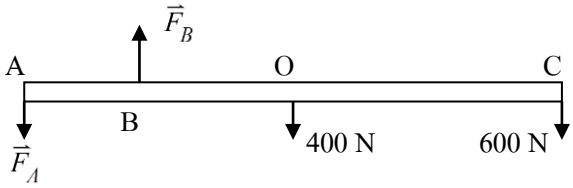


วิธีทำ ให้ O เป็นจุดกึ่งกลางของกระดานสปริง

$\vec{F}_A$ เป็นแรงที่เสา A ยึดกระดานสปริง

$\vec{F}_B$ เป็นแรงที่เสา B ดันกระดานสปริง

l เป็นความยาวของกระดานสปริง AC



เนื่องจากกระดานสปริงอยู่ในสมดุล ดังนั้น $\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = 0$ และ $\sum_{i=1}^{n} M_i = 0$

ให้แรงที่มีทิศขึ้นมีเครื่องหมาย + และแรงที่มีทิศลงมีเครื่องหมาย – (สมมุติให้ทิศของแรงที่ A และ B เป็นดังรูป ถ้าสมมุติผิดเครื่องหมายจะได้ตรงข้ามกับที่สมมุติ)

จาก $\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = 0$

$F_B - F_A - 400 \text{ (N)} - 600 \text{ (N)} = 0$ ..... (1)

ให้โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีเครื่องหมาย + โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีเครื่องหมาย – และให้แกนหมุนผ่านจุด B (อาจคิดผ่านจุด A ก็ได้ โดยจะหาค่า F_B ได้ก่อน)

จาก $\sum_{i=1}^{n} M_i$ = 0

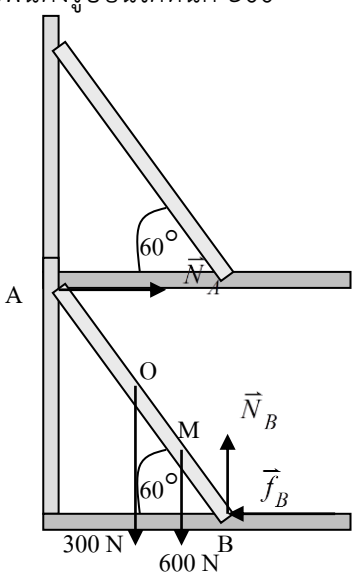
$(F_A \times \frac{l}{4}) - (400\ \text{N} \times \frac{l}{4}) - (600\ \text{N} \times \frac{3l}{4})$ = 0 ..... (2)

จาก (2) F_A = 2,200 N

แทนค่า F_A ใน (1) F_B = 3,200 N

ตอบ แรงที่เสา A กระทำต่อกระดานสปริงเท่ากับ 2,200 นิวตันในทิศดิ่งลง
แรงที่เสา B กระทำต่อกระดานสปริงเท่ากับ 3,200 นิวตันในทิศดิ่งขึ้น

ตัวอย่าง บันไดขนาดสม่ำเสมอวางพิงกำแพงเกลี้ยงโดยปลายล่างทำมุม 60°กับพื้นดังรูปบันไดหนัก 300 นิวตัน



ก. จงเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อบันได

ข. ถ้าคนมีมวล 60 กิโลกรัมยืนบนบันไดที่ระยะ $\frac{1}{4}$ของความยาวบันไดจากพื้น แรงที่พื้นและกำแพงกับบันไดเป็นเท่าใด

วิธีทำ ก. แผนภาพของแรงจะเป็นดังรูป มีแรงเนื่องจากน้ำหนักของบันได 300 N กระทำที่กลางบันได (สม่ำเสมอ) แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อบันได $\vec{f}_B$ และแรงที่พื้นดันปลายบันไดในทิศตั้งฉาก $\vec{N}_B$ กระทำที่ปลายล่างของบันได และแรงที่ปลายที่กำแพงดันปลายบันไดในทิศตั้งฉาก $\vec{N}_A$ มีน้ำหนักของคนเพิ่มขึ้นที่ระยะ ($1/4$) ของความยาวบันไดจากพื้น ตามโจทย์ในข้อ ข.

ข. ให้คาน AB ยาว l AO = BO = $\frac{l}{2}$ และ BM = $\frac{l}{4}$ คน มีมวล 60 kg หนัก 600 N ยืนที่ M เนื่องจากคานอยู่นิ่ง ดังนั้น จาก

จาก $\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i$ = 0

แนวระดับ แรงมีทิศไปทางซ้ายเป็น – แรงมีทิศไปทางขวาเป็น +

$N_A - f_B$ = 0 .....(1)

แนวดิ่ง แรงมีทิศขึ้นเป็น + แรงมีทิศลง เป็น –

N_B - 300 (N) – 600 (N) = 0

N_B = 900 N

จาก $\sum_{i=1}^{n} M_i$ = 0

ให้ B เป็นแกนหมุน โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเป็น + โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเป็นลบ

(300 N x $\frac{l}{2}\cos 60^{\circ}$) + (600 N x $\frac{l}{4}\cos 60^{\circ}$) – (N_A x $l\sin 60^{\circ}$) = 0 ..... (2)

จะได้ N_A = 1385.6 N

แทนค่า N_A ในสมการ (1) f_B = 1385.6 N

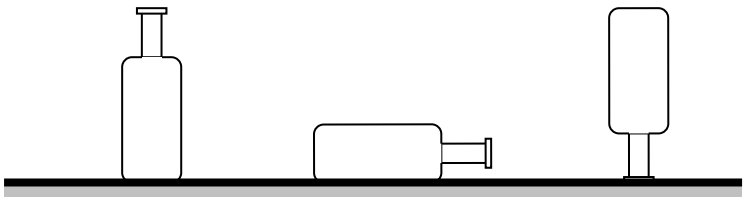
ตอบ แรงเสียดทานที่พื้นกระทำกับบันได 1,385.6 นิวตัน
แรงที่พื้นกระทำกับบันไดในทิศตั้งฉาก 900 นิวตัน
แรงที่กำแพงกระทำกับบันไดในทิศตั้งฉาก 1,385.6 นิวตัน

เสถียรภาพของสมดุล คือ ความมั่นคงของวัตถุขณะที่วางตัวอยู่ในลักษณะต่างๆขณะที่อยู่ในสภาพสมดุล

เสถียรภาพของสมดุลมีได้ 3 แบบ

1. **สมดุลเสถียร** (stable equilibrium) เป็นสภาพที่วัตถุ เมื่อได้รับแรงกระทำแล้วยังสามารถกลับมาวางตัวอยู่ในลัษณะเดิมและตำแหน่งเดิมได้
2. **สมดุลสะเทิน** (neutral equilibrium) เป็นสภาพที่วัตถุ เมื่อได้รับแรงกระทำ และเคลื่อนที่ ไม่กลับที่เดิม แต่เมื่ออยู่นิ่งแล้ววางตัวในลักษณะเดิมได้
3. **สมดุลไม่เสถียร** (unstable equilibrium) เป็นสภาพที่วัตถุ เมื่อได้รับแรงกระทำ แล้วไม่สามารถอยู่ในลักษณะเดิมได้

ตัวอย่าง จงพิจารณาภาพ การวางตัวของขวดมีเสถียรภาพอย่างไร

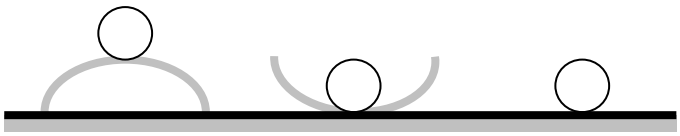


ก ข ค

ก. **สมดุลเสถียร** จากรูป ก. เมื่อผลักขวดให้เอียงไปจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยมือ ขวดจะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ในลักษณะเดิมได้

ข. **สมดุลสะเทิน** จากรูป ข. เมื่อผลักขวดอย่างไรก็ตาม ขวดจะเคลื่อนตัวไม่กลับที่เดิม แต่อยู่นิ่งในลักษณะเดิมได้

ค. **สมดุลไม่เสถียร** จากรูป ค. เมื่อผลักขวดให้เอียงจากเดิมเล็กน้อยแล้วปล่อยมือ ขวดจะล้ม ไม่อยู่ในลักษณะเดิมได้



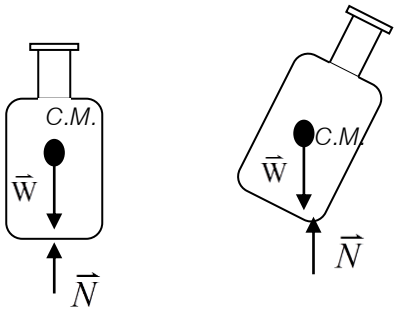
ก *ข* *ค*

คำถาม จงพิจารณาภาพ การวางตัวของวัตถุทรงกลมมีเสถียรภาพอย่างไร

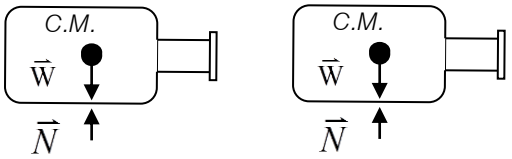
ก. ตอบ..... ข. ตอบ..... ค. ตอบ.....

เฉลย ก. ตอบ สมดุลไม่เสถียร ข.ตอบ สมดุลเสถียร ค. ตอบ สมดุลสะเทิน

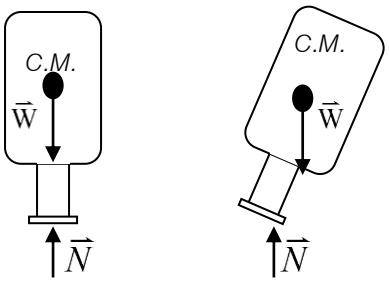
เสถียรภาพของสมดุล พิจารณา จากจุดศูนย์กลางมวล



1. **สภาพสมดุลเสถียร** จากรูป เดิมขวดอยู่ในสมดุล เมื่อมีแรงกระทำต่อขวดให้เอียงไปเล็กน้อย ศูนย์กลางมวล (*C.M.*) ของขวด จะเปลี่ยนตำแหน่งอยู่ในระดับสูงขึ้น ซึ่งหมายถึง พลังงานศักย์ที่สูงขึ้นเมื่อเอียงไปทางใดทางหนึ่ง น้ำหนัก $\vec{W}$ จึงไม่อยู่ในแนวเดียวกับแรงที่พื้นดันวัตถุในทิศตั้งฉาก $\vec{N}$ ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่จะทำให้ขวดกลับมาตั้งอยู่ในลักษณะเดิม

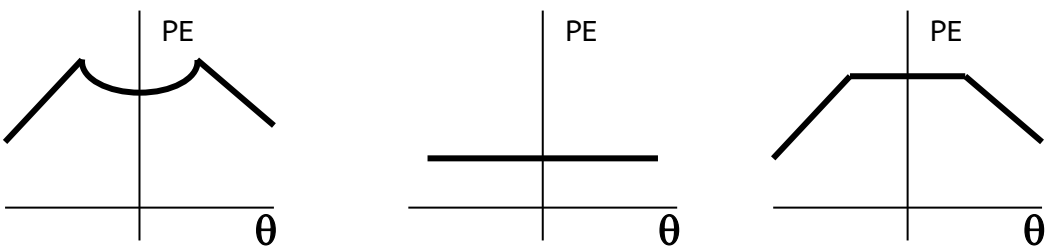


2. **สภาพสมดุลสะเทิน** จากรูป เมื่อออกแรงผลักขวด ไม่ว่าจะผลักอย่างไร ขวดจะกลิ้งโดยศูนย์กลางมวลของขวดอยู่สูงจากพื้นเท่าเดิม (ขวดที่สมมาตร) พลังงานศักย์ของจุดศูนย์กลางมวลเท่าเดิม และแนวน้ำหนัก $\vec{W}$ ยังคงอยู่ในแนวแรง $\vec{N}$ จึงไม่เกิดโมเมนต์ของแรงคืนให้กลับที่เดิม ทำให้ขวดอยู่ ณ ตำแหน่งใหม่ทุกครั้ง



3. **สภาพสมดุลไม่เสถียร** จากรูป เมื่อขวดถูกผลักเอียงไปเล็กน้อย เมื่อจุดศูนย์กลางมวลของขวดพ้นแนวปากขวดที่เป็นฐาน ขวดจะล้มต่อไปด้วยโมเมนต์ของน้ำหนักที่ทำให้ขวดหมุน ขวดจะไม่วางตัวกลับไปดังเดิม พลังงานศักย์ของจุดศูนย์กลางมวลต่ำลงหลังจากเอียงเกินขอบของปากขวดซึ่งแคบ

กราฟของพลังงานศักย์ของจุดศูนย์กลางมวล ในกรณีทั้งสามอาจเขียนเทียบกับมุมเอียง θ โดยประมาณแสดงได้ดังรูป



สมดุลเสถียร สมดุลสะเทิน สมดุลไม่เสถียร

รายวิชา ฟิสิกส์ 1	**ใบงาน 2.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง สมดุลต่อการหมุน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เมื่อเราออกแรงผลักตู้ด้วยแรงที่เท่าๆกัน ณ ที่ตำแหน่งหนึ่งตู้จะล้ม เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า เมื่อเราออกแรงผลักตู้ด้วยแรงที่เท่าๆกัน ณ ที่ตำแหน่งหนึ่งตู้จะล้ม เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า เมื่อเราออกแรงผลักตู้ด้วยแรงที่เท่าๆกัน ณ ที่ตำแหน่งหนึ่งตู้จะล้ม เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 2.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง สมดุลต่อการหมุน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

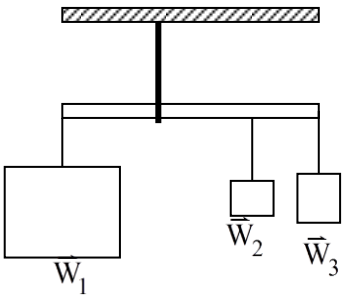
1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

1. ทอร์กหรือโมเมนต์ของแรง

2. สมดุลเนื่องจากทอร์กหรือโมเมนต์ของแรง

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ความพยายามที่จะทำให้วัตถุเกิดการหมุน เรียกว่า .....หรือ.....
2. เมื่อเราออกแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเกิดการหมุน แสดงว่ามีการเกิด.....ซึ่งปริมาณนี้มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m)
3. การหมุนของวัตถุใดๆ เมื่อเทียบกับการหมุนของเข็มนาฬิกาจะมีได้กี่ลักษณะ.....ลักษณะ คือ..... .....
4. ถ้าเราออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ว ทำให้วัตถุยังอยู่ในสภาพอยู่นิ่ง ได้ นอกจากจะมีผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ (0) แล้ว ยังมีอีกเหตุผลหนึ่งคือ เพราะ ผลรวมของ.....ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ (0) ด้วย
5. ผลคูณระหว่างแรงกับระยะห่างระหว่างแรงถึงจุดหมุน ($\vec{F}.\vec{r}$) คือ .....
6. ถ้าเราออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ว ทำให้วัตถุหมุนเร็วขึ้น แต่วัตถุยังอยู่กับที่ แสดงว่าผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่า..... ผลรวมของ.....ที่กระทำต่อวัตถุมีค่า.....
7. คานไม้หนัก $m\vec{g}$ มีวัตถุหนัก $\vec{W}_1$, $\vec{W}_2$, $\vec{W}_3$ แขวนไว้ และถูกมีเชือกแขวนไว้ จนคานอยู่ในแนวระดับ



7.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....

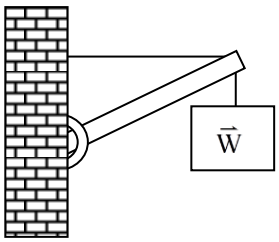
7.2 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....

7.3 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....

7.4 จากข้อ 7.3 คือ.....

7.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา .....

8. คานไม้สม่ำเสมอหนัก m $\vec{g}$ ถูกยึดติดผนังกำแพง และสามารถหมุนโยกได้ มีเชือกดึงไว้ดังรูป มีวัตถุหนัก $\vec{W}$ แขวนอยู่ที่ปลายคาน



8.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....

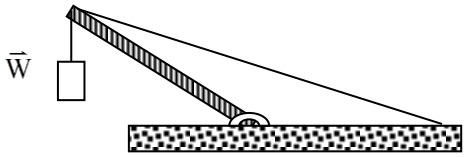
8.2 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....

8.3 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....

8.4 จากข้อ 8.3 คือ.....

8.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา .....

9. คานไม้สม่ำเสมอหนัก m $\vec{g}$ ถูกยึดติดกับพื้น และสามารถหมุนโยกได้ มีเชือกดึงไว้ดังรูป มีวัตถุหนัก $\vec{W}$ แขวนอยู่ที่ปลายคาน



9.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....

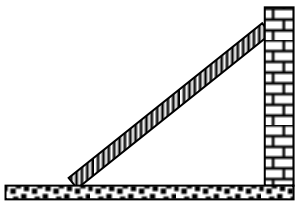
9.2 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....

9.3 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....

9.4 จากข้อ 9.3 คือ.....

9.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา .....

10. บันไดสม่ำเสมอหนัก $\vec{W}$ วางพิงกำแพงผิวเกลี้ยงและปลายด้านหนึ่งวางนิ่งบนพื้นฝืด



10.1มีแรงกระทำต่อบันไดกี่แรง.....

10.2ถ้าบันไดอยู่นิ่งแสดงว่าอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....

10.3มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....

10.4จากข้อ 10.3 คือ.....

10.5แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เมื่อปลายล่างของบันได เป็นจุดหมุน.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 2.3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง สมดุลต่อการหมุน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. บันไดอันหนึ่งยาว L หนัก 80 นิวตัน วางพิงกำแพงเกลี้ยงทำมุม 53° จุดศูนย์ถ่วงของคานอยู่ห่างจากปลายล่าง L / 3 จงหาแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อบันได

.....
.....
.....
.....
.....
.....

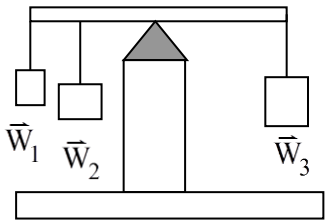
2. กล่องสี่เหลี่ยมกว้าง 1.2 เมตร สูง 2.0 เมตร หนัก 15 กิโลกรัม วางบนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.6 จะต้อง ออกแรงผลักในแนวขนานกับพื้นขนาด 50 นิวตัน สูงจากพื้นเท่าไรกล่องจึงเริ่มล้ม

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แบบฝึกทักษะ 2**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรง		

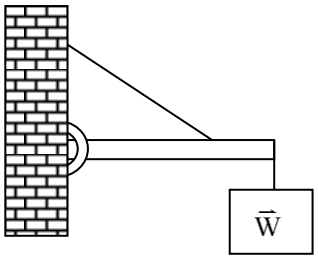
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. คานไม้หนัก $m\vec{g}$ มีวัตถุหนัก $\vec{W}_1$, $\vec{W}_2$, $\vec{W}_3$ แขวนไว้ และถูกวางไว้ จนอยู่นิ่ง ถ้าตำแหน่งที่คานวางเป็นจุดหมุน



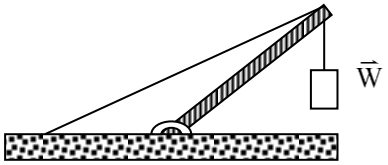
1.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....
1.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....
1.3 จากข้อ 1.2 คือ.....
1.4 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....
1.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา .....

2. คานไม้สม่ำเสมอหนัก $m\vec{g}$ ถูกยึดติดผนังกำแพง และสามารถหมุนโยกได้มีเชือกดึงไว้ดังรูป มีวัตถุหนัก $\vec{W}$ แขวนอยู่ที่ปลายคาน



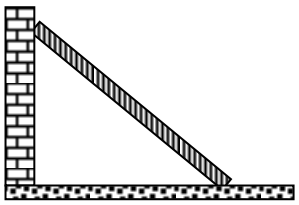
2.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....
2.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....
2.3 จากข้อ 2.2 คือ.....
2.4 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....
2.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา .....

3. คานไม้สม่ำเสมอหนัก $m\vec{g}$ ถูกยึดติดกับพื้น และสามารถหมุนโยกได้มีเชือกดึงไว้ดังรูป มีวัตถุหนัก $\vec{W}$ แขวนอยู่ที่ปลายคาน



3.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....
3.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....
3.3 จากข้อ 3.2 คือ.....
3.4 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....
3.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา .....

4. บันไดสม่ำเสมอหนัก $\vec{W}$ วางพิงกำแพงผิวเกลี้ยงและปลายด้านหนึ่งวางนิ่งบนพื้นฝืด

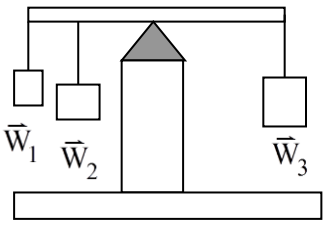


4.1 มีแรงกระทำต่อบันไดกี่แรง.....
4.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ.....
4.3 จากข้อ 4.2 คือ.....
4.4 บันไดอยู่นิ่งแสดงว่าอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....
4.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เมื่อปลายล่างของบันไดเป็นจุดหมุน.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**เฉลยแบบฝึกทักษะ 2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง สมดุลเนื่องจากโมเมนต์ของแรง		

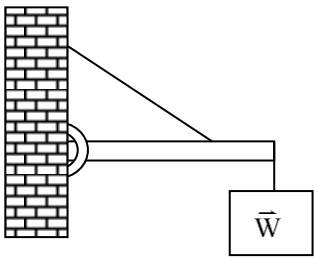
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. คานไม้หนัก m $\vec{g}$ มีวัตถุหนัก $\vec{W}_1$, $\vec{W}_2$, $\vec{W}_3$ แขวนไว้ และถูกวางไว้ จนอยู่นิ่ง ถ้าตำแหน่งที่คานวางเป็นจุดหมุน



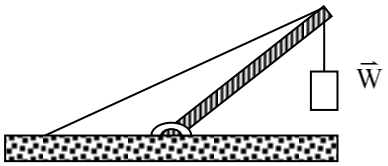
1.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....**5 แรง**.....
1.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ..... **2 ลักษณะ** .....
1.3 จากข้อ 1.2 คือ.....**โมเมนต์ตามเข็ม และ โมเมนต์ทวนเข็ม**...
1.4 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่...**สมดุล**..
1.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา ..... $\vec{W}_1$, $\vec{W}_2$ .....

2. คานไม้สม่ำเสมอหนัก m $\vec{g}$ ถูกยึดติดผนังกำแพง และสามารถหมุนโยกได้ มีเชือกดึงไว้ดังรูป มีวัตถุหนัก $\vec{W}$ แขวนอยู่ที่ปลายคาน



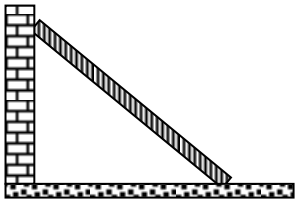
2.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....**4 แรง**.....
2.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ..... **2 ลักษณะ** .....
2.3 จากข้อ 2.2 คือ...**โมเมนต์ตามเข็ม และ โมเมนต์ทวนเข็ม**...
2.4 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่...**สมดุล**..
2.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา...**แรงตึงเชือก($\vec{T}$)**...

3. คานไม้สม่ำเสมอหนัก m $\vec{g}$ ถูกยึดติดกับพื้น และสามารถหมุนโยกได้ มีเชือกดึงไว้ดังรูป มีวัตถุหนัก $\vec{W}$ แขวนอยู่ที่ปลายคาน



3.1 มีแรงกระทำต่อคานกี่แรง.....**4 แรง**.....
3.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ..... **2 ลักษณะ** .....
3.3 จากข้อ 3.2 คือ**โมเมนต์ตามเข็มและโมเมนต์ทวนเข็ม**
3.4 คานอยู่นิ่งแสดงว่าคานอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.**สมดุล**..
3.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา ...**แรงตึงเชือก ($\vec{T}$)**...

4. บันไดสม่ำเสมอหนัก $\vec{W}$ วางพิงกำแพงผิวเกลี้ยงและปลายด้านหนึ่งวางนิ่งบนพื้นฝืด



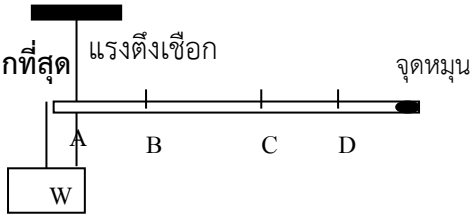
4.1 มีแรงกระทำต่อบันไดกี่แรง.....**3 แรง**.....
4.2 มีโมเมนต์ทั้งหมดกี่ลักษณะ... **2 ลักษณะ** .....
4.3 จากข้อ 4.2 คือ **โมเมนต์ตามเข็ม และ โมเมนต์ทวนเข็ม**
4.4 บันไดอยู่นิ่งแสดงว่าอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่.....**สมดุล**..
4.5 แรงใดที่ทำให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เมื่อปลายล่างของบันไดเป็นจุดหมุน.....**น้ำหนัก** $\vec{W}$ ....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม **รหัสวิชา ว 30201** **ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**	**แบบทดสอบ** **(ก่อนเรียน – หลังเรียน)**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2** **ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2** **เวลา 15 นาที**

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงหรือทอร์กและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

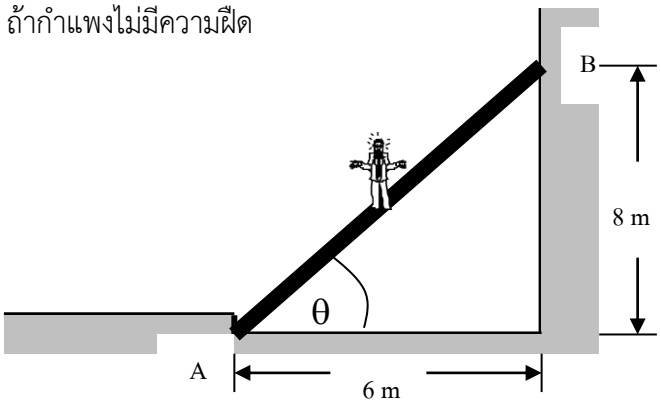
1. จากรูป จะต้องผูกเชือกที่ตำแหน่งใด แรงตึงเชือกจะมีค่ามากที่สุด



ก. D ข. C ค. B ง. A

โจทย์ ใช้ตอบคำถามข้อ 2 – 4

จากรูป AB เป็นคานสม่ำเสมอ หนัก 50 นิวตัน ถ้าเด็กคนหนึ่งหนัก 150 นิวตันขึ้นไปยืนอยู่ตรงกึ่งกลางคาน พอดี ถ้ากำแพงไม่มีความฝืด



2. แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อปลายล่างของคานในแนวระดับเท่ากับกี่นิวตัน

ก. 100 ข. 75 ค. 50 ง. 25

3. แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อปลายล่างของคานในแนวดิ่งเท่ากับกี่นิวตัน

ก. 200 ข. 150 ค. 100 ง. 50

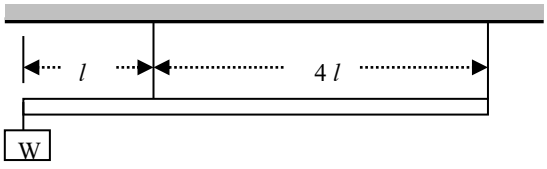
4. เมื่อให้ตำแหน่ง A เป็นจุดหมุน โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับกี่นิวตันเมตร

ก. 1,000 ข. 800 ค. 600 ง. 400

5. คานสม่ำเสมอหนัก 40 นิวตัน จงหาค่าน้ำหนัก W ที่มากที่สุดที่ทำให้คานยังคงวางตัวในแนวระดับได้

ก. 100 นิวตัน ข. 80 นิวตัน

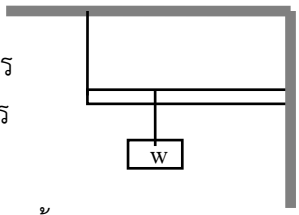
ค. 60 นิวตัน ง. 40 นิวตัน



6. ท่อนไม้สม่ำเสมอท่อนหนึ่งยาว 2 เมตร มวล 40 กิโลกรัม จงหาแรงที่จะยกปลายข้างหนึ่งของไม้ท่อนนั้นให้ขึ้นได้พอดีมีค่าเท่ากับกี่นิวตัน

ก. 200 ข. 120 ค. 100 ง. 80

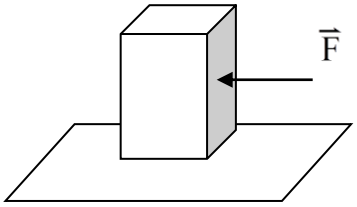
7. จากรูปคาน AB สม่ำเสมอยาว 2 เมตร มวล 6 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกที่ทนแรงตึงสูงสุด 200 นิวตัน ที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้ายหนึ่งยึดติดด้วยบานพับกับกำแพง จงหาว่าจะต้องนำมวล 20 กิโลกรัม แขวนไว้ที่ใดของคาน



ก. ห่างจากเชือก 1.7 เมตร ข. ห่างจากเชือก 1.4 เมตร

ค. ห่างจากเชือก 0.6 เมตร ง. ห่างจากเชือก 0.3 เมตร

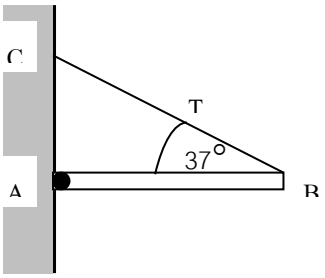
8. กล่องความหนาแน่นสม่ำเสมอดังรูป สูง 1.00 เมตร กว้าง 0.60 เมตร มีน้ำหนัก 2,000 นิวตัน วางอยู่บนพื้นระดับซึ่งมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างผิวสัมผัสเป็น 0.4 แรง $\vec{F}$ ในแนวระดับที่ตำแหน่งสูง h จากพื้น มีค่าเท่าใด วัตถุจึงไม่ล้มก่อนไถล



ก. 0.750 เมตร ข. 0.625 เมตร

ค. 0.435 เมตร ง. 0.225 เมตร

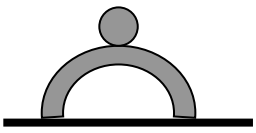
9. จากรูป AB เป็นคานสม่ำเสมอหนัก 24 นิวตัน ถ้าระบบสมดุลดังรูป แรงดึงในเส้นเชือกเท่ากับกี่นิวตัน



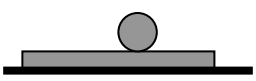
ก. 24 ข. 20

ค. 16 ง. 14

10. วัตถุทรงกลมวางนิ่งบนพื้นแตกต่างกันดังรูป จงบอกว่าวัตถุทรงกลมในแต่ละรูป จะมีเสถียรภาพการ สมดุลแบบใด



1



2

3

ก. (1) สมดุลสะเทิน (2) สมดุลไม่เสถียร (3) สมดุลเสถียร

ข. (1) สมดุลสะเทิน (2) สมดุลเสถียร (3) สมดุลไม่สะเสถียร

ค. (1) สมดุลไม่เสถียร (2) สมดุลสะเทิน (3) สมดุลเสถียร

ง. (1) สมดุลเสถียร (2) สมดุลไม่เสถียร (3) สมดุลสะเทิน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30201) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 2 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	**คำตอบ**
1	ก
2	ข
3	ก
4	ค
5	ค
6	ก
7	ง
8	ก
9	ข
10	ค

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง
งานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง
งานและกำลัง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ 5 - 6 คาบที่ 19 - 26
เรื่อง งานและพลังงาน	**หัวข้อเรื่อง งานและกำลัง**	

สาระฟิสิกส์

สาระที่ 1 เข้าใจธรรมชาติฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x cos\theta$ หรือหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้

กำลังเฉลี่ย คือ งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อธิบาย และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลัง

เนื้อหา 1. งาน
2. กำลัง

ค่านิยม 12 ประการ

1.รักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ 2.ซื่อสัตย์เสียสละ อดทนได้
3. กตัญญูพ่อแม่ ครูอาจารย์ 4.มุ่งใฝ่เล่าเรียนเพียรวิชา 5. รักษาวัฒนธรรมประจำชาติ
6.ไม่ขาดศีลธรรมศาสนา 7.เรียนรู้อธิปไตยของประชา 8.รักษาวินัยกฎหมายไทย
9. ปฏิบัติตามพระราชบัญญัติ 10.ไม่ขาดพอเพียงเลี้ยงชีพได้ 11.ต้องเข้มแข็งทั้งกายใจ
12.คิดอะไรให้ส่วนรวม

ค่านิยม 12 ประการที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ด้วยกัน 2 ข้อ คือ **ข้อ 2 ซื่อสัตย์เสียสละ อดทนได้ และ ข้อ 4 มุ่งใฝ่เล่าเรียนเพียรวิชา**

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “เหตุใดเด็กจึงต้องร้องไห้ เมื่อยกวัตถุที่ต้องการไปไม่ได้ ในแง่ของวิชาฟิสิกส์” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 3.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.3 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ เหตุที่เด็กต้องร้องไห้ เมื่อยกวัตถุที่ต้องการไปไม่ได้ ในแง่ของวิชาฟิสิกส์ แล้วบันทึกลงในใบงาน 3.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับงาน และกำลัง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับงาน จากใบความรู้ 3 พร้อมกับใบงาน 3.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับงาน เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครูและตอบคำถามว่า “การที่เราจะรู้ว่า ใครจะมีกำลังมากหรือน้อย จะสังเกตอย่างไร ” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) เพื่อนำไปสู่ เรื่อง กำลัง

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กำลัง และตัวอย่างการหากำลัง จากใบความรู้ 1

4.3 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 3.3

4.4 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 3

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ งาน และกำลัง ในใบกิจกรรม 3

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 3.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 3	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 3	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 3.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 3.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 3	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 3.1 – 3.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 3 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 3	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 3	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ
แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบความรู้ 3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3**
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**
เรื่อง งานและกำลัง		

งาน (Work)

งาน หมายถึง ผลของการออกแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงมีหน่วยเป็นจูล(J)

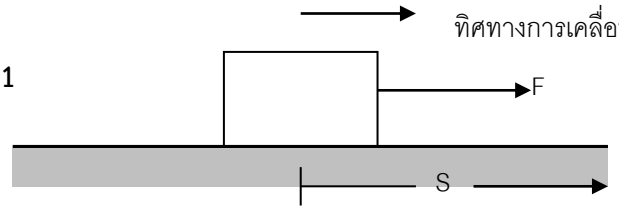
จะได้ $W = F.\ s$

เมื่อ W = งานที่ทำได้ มีหน่วยเป็นจูล (J)

F = แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

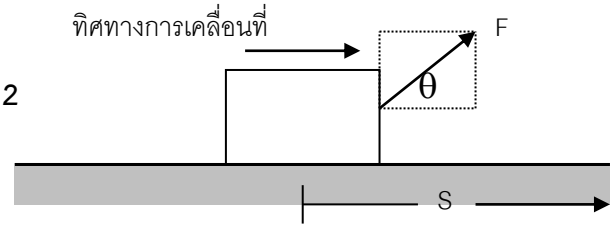
S = ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

กรณีที่ 1



งานที่ทำคือ $W = F.\ s$

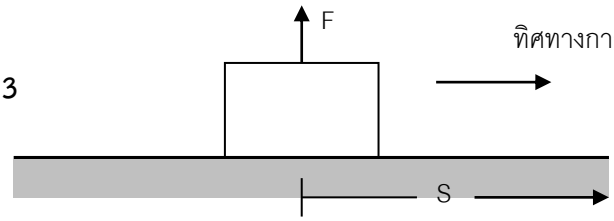
กรณีที่ 2



งานที่ทำคือ $W = F\cos\theta.\ S$

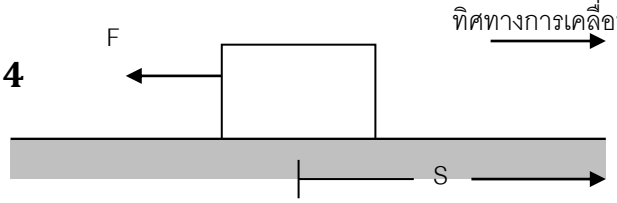
$W = FS\cos\theta$

กรณีที่ 3



งานที่ทำคือ $W = 0$

กรณีที่ 4

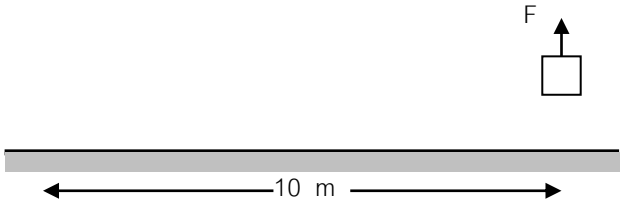


งานที่ทำคือ $W =$ มีค่าติดลบ

ตัวอย่าง จงหางานที่ทำเนื่องจากแรงต่อไปนี้

1. ชายคนหนึ่งหิ้วถังน้ำ หนัก 200 นิวตัน เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 10 เมตร จงหางานในการหิ้วถังน้ำ

วิธีทำ งานในทางฟิสิกส์นั้น วัตถุต้องเคลื่อนที่ตามแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุ จากรูปจะเห็นว่าถังน้ำจะอยู่นิ่ง เมื่อออกแรง (F) หิ้วถัง แต่ระยะทาง 10 เมตรเป็นผลจากแรงเดิน ดังนั้น งานในการหิ้วถังน้ำจึงเป็นศูนย์ พิสูจน์จากการคำนวณ ได้ดังนี้

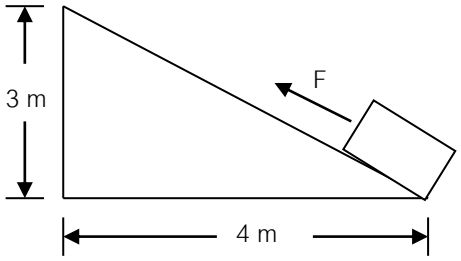


จาก $W = (F\cos 90) (S)$

$= (200)(0) (10)$

$= 0$

2. ชายคนหนึ่งดึงวัตถุหนัก 5 นิวตัน เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่มีแรงเสียดทานน้อยมาก จาก R ถึง Q ดังรูป จงหางานที่ทำ



<u>วิธีทำ</u> 1. นักเรียนต้องหาแรง (F) ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงมีค่าเท่าไร

2. แรงเสียดทานน้อยมาก $\therefore f = 0$

3. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงคือ 5 เมตร

จาก $W = F. S$

$W = F (5)$ ..... (1)

หา F ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่

จะได้ $F = mg\sin\theta$,(แรงซ้าย = แรงขวา)

แทนค่า F ใน (1)

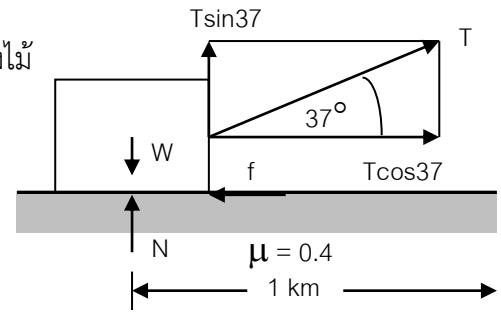
$W = (mg\sin\theta) (5)$

$= (5) (3/5) (5) = 15$ J

3. สมชายคนหนึ่งใช้เชือกลากกล่องไม้มวล 52 kg ไปบนพื้นราบฝืดด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอเป็นระยะทาง 1 km โดยเชือกทำมุม 37 องศากับพื้น ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้เท่ากับ 0.4 ให้ g = 10 m/s^2 จงหา

ก. งานที่ชายคนนี้ทำ

ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้



วิธีทำ

ก. งานที่ชายคนนี้ทำคือ ผลของแรง Tcos37

ดังนั้น $W = (T\cos 37) (S)$

ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทานคือ ผลของแรง f

ดังนั้น $W = - f.s$

$\therefore$ เราจะต้องหาแรง Tcos37 และ f

เนื่องจากกล่องไม้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดังนั้น $\Sigma F = 0$

จะได้ $\Sigma F_X = 0$

$T\cos 37 = f$

$T\cos 37 = \mu N$

$$\Sigma F_Y = 0$$
$$N + T\sin 37 = W$$
$$N = W - T\sin 37$$

$\therefore$ $T\cos 37 = \mu (W - T\sin 37)$

$T (4/5) = (0.4) (520 - T (3/5))$

$T = 200 \ N$

$\therefore T\cos 37 = (200) (4/5) = 160 \ N$

จะได้ ก. งานที่ชายคนนี้ทำ

$W = (T\cos 37) (5)$

$W = (160) (1 \times 10^3)$

$W = 1.6 \times 10^5 \ J$

ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทาน

$W = - f . S$

$W = - (160) (1 \times 10^3)$

$W = - 1.6 \times 10^5 \ J$

<u>การหางานด้วยวิธีคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟ</u>

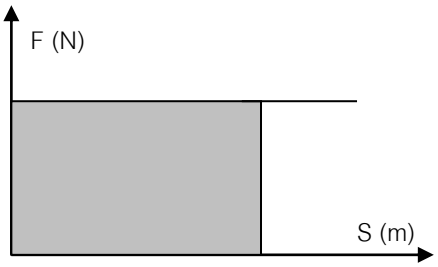
เนื่องจากงาน เป็นผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง

$$W = F. S$$

ดังนั้น งาน (W) จะขึ้นอยู่กับ แรง (F) และ ระยะทาง (S) ที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง

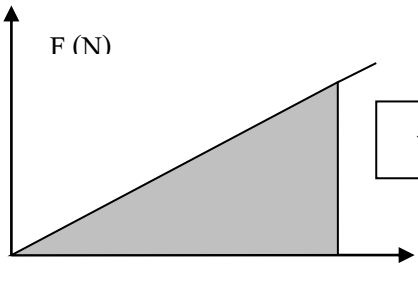
$\therefore$ กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (F) และการขจัด (S) จะบอกให้ทราบขนาดของงานที่ทำโดยพิจารณาจากพื้นที่ใต้กราฟดังนี้

1. เมื่อมีแรงขนาดคงตัว



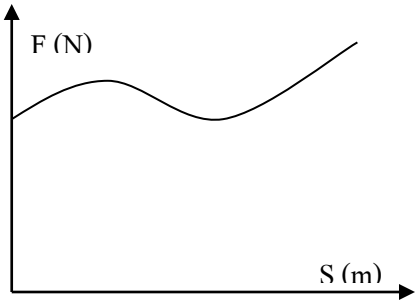
งานที่ทำ = พื้นที่สี่เหลี่ยมใต้กราฟ

2. เมื่อแรงมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างคงตัว



งานที่ทำ = พื้นที่สามเหลี่ยมใต้กราฟ

3. แรงมีขนาดเปลี่ยนแปลงกับเวลา



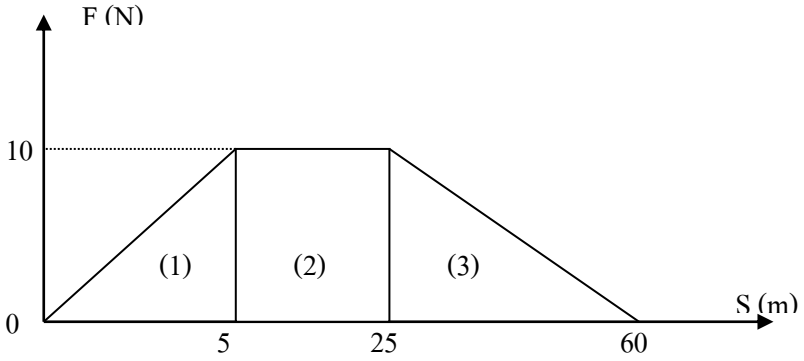
งานที่ทำ = $F_1\Delta S_1 + F_2\Delta S_2 + F_3\Delta S_3 + \ldots F_n\Delta S_n$

หรือ งานที่ทำ = $\frac{(F_1 + F_2 + F_3 + \ldots + F_n)S}{n}$

หรือ งานที่ทำ = แรงเฉลี่ย x การกระจัด

ตัวอย่าง จงหางานเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดดังรูป

วิธีทำ



งานที่ทำ = พื้นที่ใต้กราฟ

= พ.ท. (1) + พ.ท. (2) + พ.ท. (3)

= ½(5)(10) + (20)(10) + ½(35)(10)

= 25 + 200 + 175

งานที่ทำ = 400 จูล

งานที่ทำ = พ.ท.ใต้กราฟ

= พ.ท.สี่เหลี่ยมคางหมู

= ½(ผลบวกของด้านคู่ขนาน)(สูง)

= ½(60 +20) (10)

งานที่ทำ = 400 จูล

กำลัง (Power)

กำลังคือ ปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt)

$$\text{กำลัง} = \frac{\text{งานทำได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

เมื่อ P คือ กำลัง มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)

W คือ งานที่ทำได้ มีหน่วยเป็นจูล (J)

t คือ ช่วงเวลาที่ใช้ มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เนื่องจาก แรง F กำลังที่ใช้คือ

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.s}{t}$$

$$\boxed{P = F.v}$$

เมื่อ P คือ กำลัง มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)
F คือ แรงที่ทำ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
v คือ ความเร็วเฉลี่ย มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

ตัวอย่าง นักกายกรรมหนัก 750 นิวตัน ไต่เชือกขึ้นสูง 5 เมตร ในเวลา 25 วินาที กำลังที่เขาใช้เป็นกี่วัตต์

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

เมื่อ $W = F.s$

$= mg.s$

$= (750)(5) = 3750$ J

$P = \frac{3750}{25} = 150$ Watt

ตัวอย่าง เครื่องยนต์ของเรือลำหนึ่งมีกำลัง 3 กิโลวัตต์ สามารถทำให้เรือแล่นได้ด้วยอัตราเร็วคงตัว 9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่น

วิธีทำ จาก $P = F.v$

$$3x10^3 = F\left(\frac{9x10^3}{60x60}\right)$$

$$F = \left(\frac{3x10^3 x60x60}{9x10^3}\right)$$

$F = 1200$ N

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 3.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง งานและกำลัง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เหตุใดเด็กจึงต้องร้องไห้ เมื่อยกวัตถุที่ต้องการไปไม่ได้ ในแง่ของวิชาฟิสิกส์

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ว่า เหตุใดเด็กจึงต้องร้องไห้ เมื่อยกวัตถุที่ต้องการไปไม่ได้ ในแง่ของวิชาฟิสิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ว่า เหตุใดเด็กจึงต้องร้องไห้ เมื่อยกวัตถุที่ต้องการไปไม่ได้ ในแง่ของวิชาฟิสิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 3.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง งานและกำลัง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

<u>คำถาม</u>

1. งานในทางฟิสิกส์ หมายถึง.....
2. งานหาได้จาก.....
3. งานชนิดบวก คือ.....
4. งานชนิดลบ คือ.....
5. งานเป็นศูนย์ คือ.....
6. กำลัง หมายถึง.....
7. กำลัง หาได้จาก.....
8. กำลัง มีหน่วยเป็น .....
9. กำลังเป็นปริมาณ.....
10. 1 กำลังม้า เท่ากับ.....
11. แรงคงที่ 10 N กระทำอย่างต่อเนื่องกับวัตถุ มวล 5 kg ที่อยู่นิ่งบนพื้นราบลื่นให้เคลื่อนที่ จงหางานที่แรงนี้กระทำในเวลา 4 วินาที

วิธีทำ จาก $W = F.S$

แทนค่า $W = (10)S$ _____(1)

หา S จาก $S = (\ldots\ldots)(\ldots\ldots) + \frac{1}{2}a(\ldots\ldots)^2$

$S = 2a$ _____(2)

จาก $F = ma$

$(\ldots\ldots) = (\ldots\ldots)a$

$a = \ldots\ldots\ m/s^2$

แทนค่า a ใน (2) และ แทน S ใน (1)

จะได้ $W = (10)(\ldots\ldots) = \ldots\ldots$ จูล

12. วัตถุมวล 5 kg ถูกฉุดด้วยแรง 15 N ในทิศทำมุม 60° กับแนวระดับ วัตถุเคลื่อนเป็นระยะ 8 เมตร จงหางานเนื่องจากแรงนี้

วิธีทำ จาก $W = FS\cos\theta$

$W = (\ldots\ldots)(\ldots\ldots)\cos 60^{\circ}$

$W = \ldots\ldots$ จูล

13. ชายคนหนึ่งหนัก 450 N ไต่บันไดสูง 8 m ในเวลา 16 วินาที จงหากำลังที่ชายคนนี้ใช้ในการไต่บันได

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

หรือ $P = \frac{FS}{t} = \frac{(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)}{(\ldots\ldots)} = \ldots\ldots$ Watt

14. ลิฟต์มีมวล 50 kg ถูกยกขึ้นสูง 30 m ในเวลา 25 วินาที จงหากำลังของลิฟต์เครื่องนี้

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

หรือ $P = \frac{FS}{t} = \frac{(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)}{(\ldots\ldots)} = \ldots\ldots$ Watt

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 3.3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง งานและกำลัง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. จงหางานที่ใช้ในการลากกระสอบข้าวสารมวล 100 กิโลกรัม ไปบนพื้นราบฝืดเป็นระยะทาง 20.0 เมตร ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับกระสอบข้าวสารเท่ากับ 0.05

.....

.....

.....

.....

2. ชายคนหนึ่งออกแรง 124 นิวตัน ลากเลื่อนไปบนพื้นราบโดยแนวแรงทำมุม 37 องศากับพื้น จงหางานเนื่องจากแรงนี้ เมื่อเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบเป็นระยะทาง 0.50 กิโลเมตร cot 37 = 4/3

.....

.....

.....

.....

3. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นราบเมื่อถูกแรงกระทำเป็นเวลานาน 5 วินาที วัตถุจะมีความเร็วเป็น 40 เมตรต่อวินาที จงหากำลังที่ทำได้เป็นกี่วัตต์

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แบบฝึกทักษะ 3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	20 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง งานและกำลัง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5/..... .....เลขที่.....

1. แรงคงที่ 6 N กระทำอย่างต่อเนื่องกับวัตถุ มวล 3 kg ที่อยู่นิ่งบนพื้นราบลื่นให้เคลื่อนที่ จงหางานที่แรงนี้กระทำในเวลา 2 วินาที

วิธีทำ จาก $W = F.S$

แทนค่า $W = (6)S$ _____(1)

หา S จาก $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ และ a จาก $F = ma$

2. วัตถุมวล 5 kg ถูกฉุดด้วยแรง 20 N ในทิศทำมุม 60° กับแนวระดับ วัตถุเคลื่อนเป็นระยะ 7 เมตร จงหางานเนื่องจากแรงนี้

วิธีทำ จาก $W = FS\cos\theta$

3. ชายคนหนึ่งหนัก 500 N ไต่บันไดสูง 5 m ในเวลา 25 วินาที จงหากำลังที่ชายคนนี้ใช้ในการไต่บันได

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

หรือ $P = \frac{FS}{t}$

4. ลิฟต์มีมวล 25 kg ถูกยกขึ้นสูง 20 m ในเวลา 10 วินาที จงหากำลังของลิฟต์เครื่องนี้

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

หรือ $P = \frac{FS}{t}$

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม **รหัสวิชา ว 30201** **ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**	**แบบทดสอบ**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3** **ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3** **เวลา 15 นาที**

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1 สำรวจตรวจสอบ อธิบาย และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลัง

ให้กาเครื่องหมาย × ลงใน □ ใต้ตัวอักษร ก, ข, ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

1. การเข็นรถไปตามพื้นราบและการเข็นรถขึ้นไปตามพื้นเอียงด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอในระยะทางเท่ากัน กรณีใดทำงานมากกว่า เพราะเหตุใด ถ้าถือว่าแรงเสียดทานที่กระทำต่อรถทั้งสองกรณี มีขนาดเท่ากัน

ก. การเข็นรถไปตามพื้นราบทำงานมากกว่าเพราะต้องออกแรงน้อยกว่าการเข็นรถไปตามพื้นเอียง

ข. การเข็นรถไปตามพื้นเอียงทำงานมากกว่าเพราะต้องออกแรงน้อยกว่าการเข็นรถไปตามพื้นราบ

ค. การเข็นรถไปตามพื้นเอียงทำงานมากกว่าเพราะต้องออกแรงมากกว่าการเข็นรถไปตามพื้นราบ

ง. การเข็นรถไปตามพื้นเอียงทำงานเท่ากันเพราะต้องออกแรงเท่ากับการเข็นรถไปตามพื้นราบและได้ระยะ ทางเท่ากันด้วย

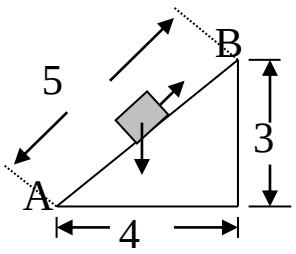
2. ชายคนหนึ่งหิ้วถังน้ำหนัก 100 นิวตัน เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 20 เมตร จงหางานในการหิ้วถังน้ำมีค่ากี่จูล

ก. 2000 ข. 120 ค. 5 ง. 0

3. ชายคนหนึ่งถือของมวล 10 กิโลกรัม นั่งอยู่บนรถบรรทุก ถ้ารถบรรทุกแล่นไปบนเนินสูงได้ระยะทาง 50 เมตร โดยเนินสูงนี้สูงจากระดับเดิม 5 เมตร ชายคนนี้ทำงานกี่จูล

ก. 5000 ข. 500 ค. 60 ง. 0

4. ชายคนหนึ่งดึงน้ำหนัก 15 นิวตัน เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่มีแรงเสียดทานน้อยมาก จาก A ไป B ดังรูป จงหางานที่ทำ



ก. 0 จูล ข. 15 จูล

ค. 30 จูล ง. 45 จูล

5. จงหางานที่ใช้ในการลากกระสอบข้าวสารมวล 100 กิโลกรัม ไปบนพื้นราบฝืดเป็นระยะทาง 20.0 เมตร ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับกระสอบข้าวสารเท่ากับ 0.05

ก. 200 จูล ข. 450 จูล ค. 750 จูล ง. 1,000 จูล

โจทย์ ใช้ตอบคำถามข้อ 6 - 7
ชายคนหนึ่งใช้เชือกลากกล่องไม้มวล 11.0 กิโลกรัม ไปบนพื้นราบฝืดด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอเป็นระยะทาง 1.0 กิโลเมตร โดยเชือกทำมุม 37 องศากับพื้น ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ระหว่างพื้นกับกล่องไม้เท่ากับ 0.5

6. จงหา งานที่ชายคนนี้ทำ
   ก. 20 กิโลจูล ข. -20 กิโลจูล ค. 40 กิโลจูล ง. -40 กิโลจูล

7. งานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้
   ก. 20 กิโลจูล ข. -20 กิโลจูล ค. 40 กิโลจูล ง. -40 กิโลจูล

8. นักกายกรรมหนัก 600 นิวตัน ไต่เชือกขึ้นสูง 5. 0 เมตร ในเวลา 20 วินาที เขาใช้กำลังไปกี่วัตต์
   ก. 150 ข. 300 ค. 3,000 ง. 6,000

9. นักกายกรรมหนัก 400 นิวตัน ไต่เชือกที่แขวนอยู่ในแนวดิ่งขึ้นไปสูง 10.0 เมตร จากพื้นดิน จงหากำลังเฉลี่ยที่เขาใช้ ถ้าอัตราเร็วเฉลี่ยในการไต่เชือกของเขาเท่ากับ 0.5 เมตรต่อวินาที
   ก. 200 วัตต์ ข. 2,000 วัตต์ ค. 400 วัตต์ ง. 4,000 วัตต์

10. เครื่องยนต์เรือลำหนึ่งใช้แรง $3x10^3$ นิวตัน สามารถทำให้เรือแล่นได้ด้วยอัตราเร็วคงตัว 6.0 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง จงหากำลังของเรือนี้เป็นกี่กิโลวัตต์
    ก. 3 ข. 5 ค. 15 ง. 18

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน -หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 3 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	**คำตอบ**
1	ค
2	ง
3	ข
4	ง
5	ง
6	ค
7	ง
8	ก
9	ก
10	ข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง
พลังงานกล

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ 7 - 8 คาบที่ 27 - 34
เรื่อง งานและพลังงาน		**หัวข้อเรื่อง พลังงานกล**

สาระฟิสิกส์

สาระที่ 1 เข้าใจธรรมชาติฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน โดยพลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ และพลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งออกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับพลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน

เนื้อหา

1. พลังงาน
2. พลังงานจลน์
3. ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์
4. พลังงานศักย์

ค่านิยม 12 ประการ

1.รักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ 2.ซื่อสัตย์เสียสละ อดทนได้
3. กตัญญูพ่อแม่ ครูอาจารย์ 4.มุ่งใฝ่เล่าเรียนเพียรวิชา 5. รักษาวัฒนธรรมประจำชาติ
6.ไม่ขาดศีลธรรมศาสนา 7.เรียนรู้อธิปไตยของประชา 8.รักษาวินัยกฎหมายไทย
9. ปฏิบัติตามพระราชบัญญัติ 10.ไม่ขาดพอเพียงเลี้ยงชีพได้ 11.ต้องเข้มแข็งทั้งกายใจ
12.คิดอะไรให้ส่วนรวม

ค่านิยม 12 ประการที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ด้วยกัน 2 ข้อ คือ **ข้อ 2 ซื่อสัตย์เสียสละ อดทนได้ และ ข้อ 4 มุ่งใฝ่เล่าเรียนเพียรวิชา**

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่องการเปลี่ยนสภาพของวัตถุในแง่ของการเปลี่ยนรูปร่าง สี หรือ ตำแหน่ง เพื่อนำไปสู่ คำถาม เกี่ยวกับ การเปลี่ยนรูปร่าง และ ตำแหน่งของวัตถุ

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “เหตุใดจึงไม่จอดรถยนต์ใต้ต้นมะพร้าว ในแง่ของวิชาฟิสิกส์” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 4.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ“เหตุใดจึงไม่จอดรถยนต์ใต้ต้นมะพร้าวในแง่ของวิชาฟิสิกส์” แล้วบันทึกลงในใบงาน 4.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ พลังงานกล พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานกล และพลังงานจลน์ จากใบความรู้ 4 พร้อมกับใบงาน 4.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานกล และพลังงานจลน์ เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครูและตอบคำถามว่า “เหตุใดเราจึงไม่ต้องการที่จะอยู่ในอาคาร หรือ ใต้ต้นมะพร้าวที่ลมกำลังพัดแรง”(ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)เพื่อนำไปสู่ เรื่อง พลังงานศักย์

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับพลังงานศักย์ และตัวอย่างการหาขนาดพลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากใบความรู้ 4

4.3 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 4.3

4.4 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 4

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ พลังงานกล ในใบกิจกรรม 4

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 4.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 4	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 4	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 4.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 4.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 4	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 4.1 – 4.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 4 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 4	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 4	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 4	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง พลังงาน		

พลังงาน (Energy)

ในวิชาฟิสิกส์กำหนดว่า พลังงานเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของระบบ ที่บ่งถึงขีดความสามารถในการทำงาน

พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานแผ่รังสี พลังงานไฟฟ้า พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น

พลังงานต่างๆ จะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

ในทางฟิสิกส์จำแนกพลังงานกล ออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์

พลังงานจลน์ (Kinetic Energy , E_k)

พลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า พลังงานจลน์ (E_k)

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

เมื่อ E_k = พลังงานจลน์ของวัตถุ มีหน่วยเป็น จูล (J)

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

v = ความเร็วของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

ตัวอย่าง ลูกปืนมวล 0.002 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.80 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหาพลังงานจลน์ของลูกปืน

วิธีทำ

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

$$E_k = ½ (0.002)(400)^2$$

$$E_k = 160 \ J$$

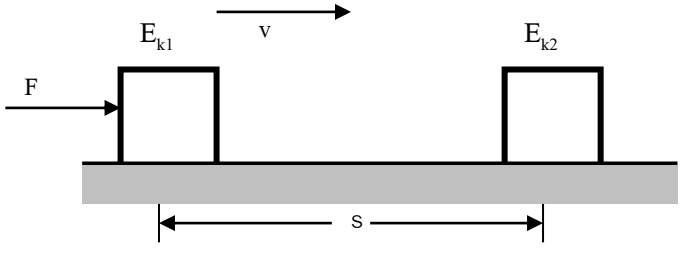
ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์

ถ้าเราทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่อยู่นั้นไปทำงานอย่างหนึ่ง ปริมาณงานที่ทำได้ทั้งหมดจะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป

$$W = \Delta E_k$$

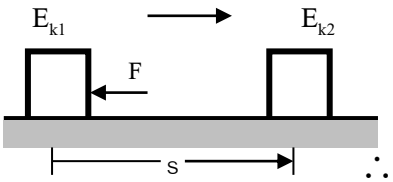
เมื่อ W = ปริมาณงานที่ทำ มีหน่วยเป็น จูล (J)

ΔE_k = พลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น จูล (J)



ตัวอย่าง รถยนต์มวล 800 กิโลกรัม ขณะแล่นด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนขับใช้ห้ามล้อ รถเคลื่อนที่ต่อไปอีก 10 เมตรจึงหยุดนิ่ง งานเนื่องจากแรงต้านที่ทำให้รถหยุดมีค่าเท่าใด

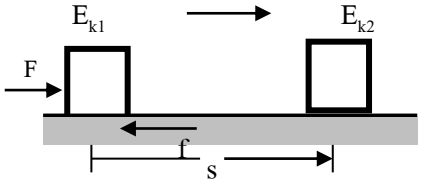
วิธีทำ



$$W = \Delta E_k$$
$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$$
$$\Delta E_k = 0 - \tfrac{1}{2}(800)(20)^2$$
$$\Delta E_k = -8\times10^3 \text{ J}$$
$$\therefore \quad W = -8\times10^3 \text{ J}$$

ตัวอย่าง ออกแรง 20.0 นิวตัน ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว บนพื้นที่มีแรงเสียดทานได้การกระจัด 3.0 เมตร จงหางานที่ทำโดยแรงเสียดทาน

วิธีทำ



$$W = \Delta E_k$$
$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$$
$$\Delta E_k = 0 \quad , (E_{k2} = E_{k1})$$
$$W = (F - f)s$$
$$W = Fs - fs = W_F - W_f$$
$$\therefore \quad W_F - W_f = 0 \quad , (W = \Delta E_k)$$
$$W_F = W_f$$
$$Fs = W_f = (20)(3) = 60 \text{ J}$$

พลังงานศักย์ (Potential Energy , E_p)

พลังงานศักย์ซึ่งเป็นพลังงานประเภทหนึ่งของพลังงานกลในทางฟิสิกส์ คือ **พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุอันเนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ เช่น**

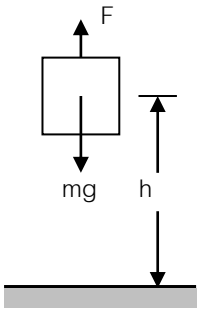
พลังงานศักย์โน้มถ่วง คือพลังงานของวัตถุซึ่งอยู่ในที่สูง เกิดขึ้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุนั้น

จาก $W = F.s$ เมื่อ $F = mg$, $s = h$

$W = mg.h$

และ $W = E_p$

$$\therefore \quad \boxed{E_p = mgh}$$



เมื่อ E_p คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง มีหน่วยเป็น จูล (J)

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง (m/s^2)

h คือ ความสูงของวัตถุจากพื้น มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ตัวอย่าง นักกายกรรมหนัก 600 นิวตัน ไต่เชือกที่แขวนอยู่ในแนวดิ่งขึ้นไปสูง 10 เมตร จากพื้นดิน จงหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงเมื่อเขาอยู่ที่จุดสูง 10 เมตรจากพื้นดิน

วิธีทำ

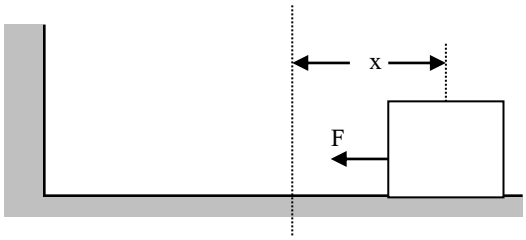
$E_p = mgh$

$E_p = (600)(10)$

$E_p = 6x10^3$ จูล

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น คือ พลังงานศักย์ของวัตถุที่อยู่กับระยะยืดหรือหด เนื่องจากแรงยืดหยุ่นของวัตถุ

$F \propto x$



$F = kx$

เมื่อ F คือ แรงดึงของวัตถุ (N)

k คือ ค่านิจของสปริง (N/m)

x คือ ระยะยืดหรือหดของวัตถุ (m)

จาก $W = F.s$, F = แรงเฉลี่ย

$$W = \frac{0+F}{2}.X$$

$$W = \frac{1}{2}F.x$$

$$W = \frac{1}{2}kx.x$$

$$W = \frac{1}{2}k.x^2$$

ปริมาณงานที่ทำในการดึงหรือกดสปริงให้มีระยะเปลี่ยนไป x จะเท่ากับ $\frac{1}{2}k.x^2$ ปริมาณนี้ก็คือพลังงานศักย์ในสปริง

$$E_P = \frac{1}{2}k.x^2$$

ตัวอย่าง สปริงอันหนึ่ง มีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 150 นิวตันต่อเมตร จงหา

ก. แรงที่ใช้ดึงสปริงขณะสปริงยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร

ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเมื่อสปริงยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร

วิธีทำ ก. จาก $F = kx$

$F = (150)(0.25)$

$F = 37.5 \ N$

ข. จาก $E_P = \frac{1}{2} k.x^2$

$E_P = \frac{1}{2} (150)(0.25)^2$

$E_P = 4.6875 \ J$

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 4.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง พลังงานกล		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเลือกเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เหตุใดจึงไม่จอดรถยนต์ใต้ต้นมะพร้าว ในแง่ของวิชาฟิสิกส์

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า เหตุใดจึงไม่จอดรถยนต์ใต้ต้นมะพร้าว ในแง่ของวิชาฟิสิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า เหตุใดจึงไม่จอดรถยนต์ใต้ต้นมะพร้าว ในแง่ของวิชาฟิสิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 4.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง พลังงานกล		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เราจะทราบได้อย่างไรว่าวัตถุใดมีพลังงาน หรือไม่.....
2. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว มีพลังงานชนิดใด.....
3. พลังงานจลน์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร.....
4. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับ.....
5. พลังงานจลน์ มีหน่วยเป็น.....
6. พลังงานศักย์ของวัตถุที่อยู่ในที่สูง ซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดของโลก เรียกว่า.....
7. พลังงานศักย์โน้มถ่วง วัดจาก.....
8. เมื่อวัตถุตกลงโดยอิสระ พลังงานศักย์ที่ลดลงจะเท่ากับ.....
9. พลังงานศักย์ที่เกี่ยวกับการยืดหรือหดของสปริง เรียกว่า .....
10. สมการพลังงานศักย์ที่เกี่ยวกับการยืดหรือหดของสปริง คือ .....
11. ลูกปืนมวล 0.15 กิโลกรัม เคลื่อนออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.60 m ด้วยอัตราเร็ว 20 m/s จงหาพลังงานจลน์ของลูกปืน

วิธีทำ **จาก** $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$E_k = \frac{1}{2}(\ .....\ )(.....)^2 =$ ..... จูล

12. นักกายกรรมหนัก 650 N ไต่เชือกที่แขวนอยู่ในแนวดิ่ง ขึ้นไปสูง 10 m จากพื้นดิน จงหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงเมื่อเขาอยู่ที่จุดสูงสุด

วิธีทำ จาก $E_p = mgh$

$E_p = (\ .....\ )(.....)$

$E_p =$ ..... จูล

13. สปริงอันหนึ่งเมื่อออกแรงดึง 60 N จะทำให้ยืดออก 15 เซนติเมตร จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง เมื่อสปริงยืดออกมา 10 เซนติเมตร

วิธีทำ จาก $F = kx$

$60 = k(\ldots\ldots\ldots\ldots)$

$k = \ldots\ldots\ldots\ldots$ N/m

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$

$E_p = \frac{1}{2}(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)^2 = \ldots\ldots\ldots\ldots$ จูล

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 4.3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง พลังงานกล		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ลูกปืนมวล 1.0 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 250 เมตร/วินาที ไปกระทบเป้าซึ่งเป็นไม้ ลูกปืนจมลงไปในเนื้อไม้ลึก 4.0 เซนติเมตร จงหาแรงเฉลี่ยของลูกปืนที่กระทำต่อไม้ในการเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อไม้

2. ลูกปืนมวล 0.02 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.75 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตร/วินาที จงหา แรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดออกจากลำกล้องเป็นกี่นิวตัน

3. เครื่องชั่งสปริงแบ่งสเกลไว้ตั้งแต่ 0 – 30 นิวตัน บนสเกลที่ยาว 0.15 เมตร จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง ขณะที่เครื่องสปริงอ่านค่าแรงได้ 20 นิวตัน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แบบฝึกทักษะ 4**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง พลังงานกล		

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... .....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ลูกปืนมวล 0.5 กิโลกรัม เคลื่อนออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.50 m ด้วยอัตราเร็ว 30 m/s จงหาพลังงานจลน์ของลูกปืน

วิธีทำ จาก $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

2. นักกายกรรมหนัก 450 N ไต่เชือกที่แขวนอยู่ในแนวดิ่ง ขึ้นไปสูง 15 m จากพื้นดิน จงหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงเมื่อเขาอยู่ที่จุดสูงสุด

วิธีทำ จาก $E_p = mgh$

3. สปริงอันหนึ่งเมื่อออกแรงดึง 20 N จะทำให้ยืดออก 20 เซนติเมตร จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง เมื่อสปริงยืดออกมา 8 เซนติเมตร

วิธีทำ จาก $F = kS$

$E_p = \frac{1}{2}kS^2$

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม **รหัสวิชา ว 30201** **ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**	**แบบทดสอบ** **(ก่อนเรียน – หลังเรียน)**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4** **ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4** **เวลา 15 นาที**

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับพลังงานกล ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์

ให้กาเครื่องหมาย × ลงใน □ ใต้ตัวอักษร ก, ข, ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

1. นักกายกรรมหนัก 500 นิวตัน ไต่เชือกที่แขวนอยู่ในแนวดิ่งขึ้นไปสูง 10.0 เมตร จากพื้น จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยขณะที่เขากำลังเคลื่อนที่ ถ้าอัตราเร็วเฉลี่ยในการไต่เท่ากับ 0.50 เมตรต่อวินาที

   ก. 5 จูล ข. 6.25 จูล ค. 25.0 จูล ง. 72.5 จูล

2. จากข้อ 1. จงหาพลังงานศักย์เมื่อเขาอยู่ที่จุดสูง 8 เมตร จากพื้นดิน

   ก. 400 จูล ข. 500 จูล ค. 4,000 จูล ง. 5,000 จูล

3. อิเล็กตรอน 1 ตัว มีมวลประมาณ $9x10^{-31}$ กิโลกรัม จงหาจะต้องใช้อิเล็กตรอนกี่ตัว จึงจะมีพลังงานจลน์เป็น 9 จูล ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว $2x10^{8}$ เมตร/วินาที

   ก. $1x10^{14}$ ข. $3x10^{14}$ ค. $5x10^{14}$ ง. $9x10^{14}$

4. ลูกปืนมวล 2.0 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 200 เมตร/วินาที ไปกระทบเป้าซึ่งเป็นไม้ ลูกปืนจมลงไปในเนื้อไม้ลึก 5.0 เซนติเมตร ลูกปืนมีพลังงานจลน์เปลี่ยนไปกี่จูล

   ก. 20 จูล ข. 40 จูล ค. 80 จูล ง. 100 จูล

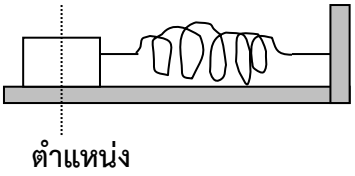
5. ลูกปืนมวล 0.002 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.80 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตร/วินาที จงหางานที่ทำให้ลูกปืนหลุดออกจากลำกล้องเป็นกี่จูล

   ก. 80 จูล ข. 160 จูล ค. 240 จูล ง. 320 จูล

6. เครื่องชั่งสปริงแบ่งสเกลไว้ตั้งแต่ 0 – 20 นิวตัน บนสเกลที่ยาว 0.10 เมตร จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง ขณะที่เครื่องสปริงอ่านค่าแรงได้ 10 นิวตัน

   ก. 1.00 จูล ข. 0.75 จูล ค. 0.50 จูล ง. 0.25 จูล

7. วัตถุมวล 1.00 กิโลกรัม ติดอยู่กับปลายข้างหนึ่งของสปริงดังรูป เมื่อสปริงถูกกดเข้า เป็นระยะ 0.20 เมตรจากตำแหน่งสมดุล แล้วถูกปล่อย จงหาอัตราเร็วของวัตถุขณะผ่านตำแหน่งสมดุลของสปริง เมื่อค่าคงตัวของสปริงเท่ากับ 400 นิวตันต่อเมตร (พื้นลื่น)



ก. 4 m/s ข. 3 m/s

ค. 2 m/s ง. 1 m/s

8. ก้อนหินมวล 40.0 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 185 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาพลังงานศักย์ของก้อนหิน เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที เป็นกี่จูล

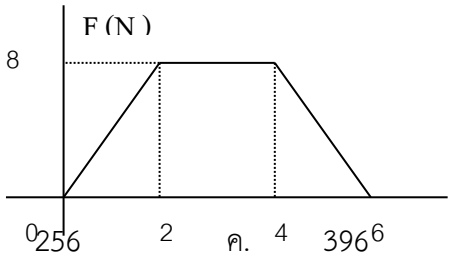
ก. 4.6×10^4 ข. 6.8×10^4 ค. 7.2×10^4

ง. 9.6×10^4

9. จากข้อ 8. เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที ขณะนั้นก้อนหินมีพลังงานจลน์เป็นกี่จูล

ก. 5×10^3 ข. 5×10^4 ค. 5×10^5 ง. 5×10^6

10. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นโต๊ะที่มีแรงเสียดทานน้อยมาก (ไม่คิดแรงเสียดทาน) มีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุในแนวขนานกับพื้นโต๊ะ กราฟระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาแสดงดังรูป พลังงานจลน์ของวัตถุเมื่อสิ้นสุดวินาทีที่ 6 มีค่าเท่ากับกี่จูล



ก. 136 ข. 256 ค. 396 ง. 436

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม. 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 4 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เฉลยแบบทดสอบ

ก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ค
3	ค
4	ค
5	ข
6	ง
7	ก
8	ค
9	ข
10	ข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง
กฎอนุรักษ์พลังงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ 9 - 10 คาบที่ 35 - 42
เรื่อง งานและพลังงาน	**หัวข้อเรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน**	

สาระฟิสิกส์

สาระที่ 1 เข้าใจธรรมชาติฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

งานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_P =$ ค่าคงตัว โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน และรวม ไปถึงกฎการอนุรักษ์พลังงานรูปอื่น

เนื้อหา

1. กฎการอนุรักษ์พลังงาน
2. เครื่องกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล

ค่านิยม 12 ประการ

1.รักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ 2.ซื่อสัตย์เสียสละ อดทนได้
3. กตัญญูพ่อแม่ ครูอาจารย์ 4.มุ่งใฝ่เล่าเรียนเพียรวิชา 5. รักษาวัฒนธรรมประจำชาติ
6.ไม่ขาดศีลธรรมศาสนา 7.เรียนรู้อธิปไตยของประชา 8.รักษาวินัยกฎหมายไทย
9. ปฏิบัติตามพระราชบัญญัติ 10.ไม่ขาดพอเพียงเลี้ยงชีพได้ 11.ต้องเข้มแข็งทั้งกายใจ
12.คิดอะไรให้ส่วนรวม

ค่านิยม 12 ประการที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ด้วยกัน 2 ข้อ คือ **ข้อ 2 ซื่อสัตย์เสียสละ อดทนได้ และ ข้อ 4 มุ่งใฝ่เล่าเรียนเพียรวิชา**

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่อง ตำแหน่งของวัตถุที่จุดสูงสุดแล้วตกลงมาถึงพื้น(ตำแหน่งต่ำสุด) พลังงานที่เกี่ยวข้องมีพลังงานอะไร เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “ทุกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่พลังงาน จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ทุกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่พลังงานจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 5.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ “ทุกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่พลังงาน จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร”แล้วบันทึกลงในใบงาน 5.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ กฎการอนุรักษ์พลังงาน เครื่องกล และประสิทธิภาพของเครื่องกล

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้า จากใบความรู้ 5 พร้อมกับใบงาน 5.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน และการคำนวณเพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครูและตอบคำถามว่า “เครื่องกลต่างๆที่เราใช้เพื่ออำนวยความสะดวกและผ่อนแรงนั้นเป็นไปตามกฎอนุรักษ์พลังงานหรือไม่อย่างไร”(ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) เพื่อนำไปสู่เครื่องกล และประสิทธิภาพของเครื่องกล

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ เครื่องกล และการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกล จากใบความรู้ 5

4.3 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 5.3

4.4 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 5

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานเครื่องกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล ในใบกิจกรรม 5

5.2 นักเรียนนำConcept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 5.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 5	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 5	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 5.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 5.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 5	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 5.1 – 5.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 5 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 5	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 5	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ

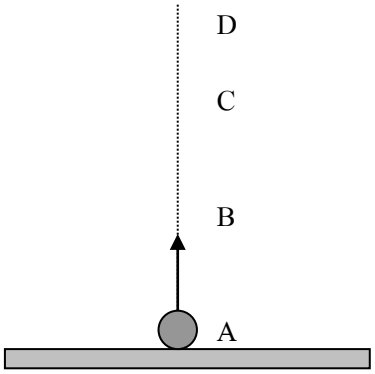
แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 5	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5**
เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน		

กฎการอนุรักษ์พลังงาน

พลังงานรวมของระบบ คือ ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของระบบ

จากรูป ที่ตำแหน่ง A จะมีพลังงานศักย์และพลังงานจลน์
โดยที่ ตำแหน่ง B จะมีพลังงานศักย์และพลังงานจลน์
ตำแหน่ง C จะมีพลังงานศักย์และพลังงานจลน์
ตำแหน่ง D จะมีพลังงานศักย์และพลังงานจลน์
โดย ที่ตำแหน่ง A จะมีพลังงานศักย์เป็นศูนย์แล้วพลังงานศักย์จะเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่งสูงสุด และที่ตำแหน่ง A จะมีค่าพลังงานจลน์มากที่สุดแล้วพลังงานจลน์จะมีค่าลดลงจนเป็นศูนย์ที่ตำแหน่งสูงสุด



กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่า

“พลังงานรวมของระบบจะไม่สูญหายไปไหน แต่อาจเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้”

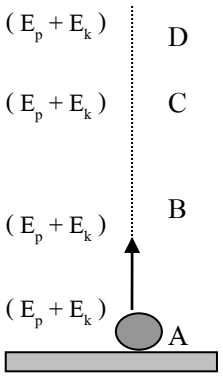
ดังนั้นจากรูปข้างบนที่ตำแหน่ง A , B , C และ D จะต้องมีพลังงานรวมของระบบเท่ากันยกตัวอย่างเช่น

ถ้าที่ตำแหน่ง A จะมีพลังงานรวมของระบบเท่ากับ 10 จูล จะได้ที่ตำแหน่ง B , C และ D จะมีพลังงานรวมของระบบเท่ากับ 10 จูล ด้วย

ถ้าแยกละเอียดเป็นพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ จะได้

ที่ตำแหน่ง A จะมีพลังงานศักย์เท่ากับ 0 จูล และพลังงานจลน์มีค่าเท่ากับ 10 จูล รวมเท่ากับ 10 จูล

ที่ตำแหน่ง B จะมีพลังงานศักย์เพิ่มขึ้น และพลังงานจลน์จะมีค่าลดลงรวมแล้วเท่ากับ 10 จูล



ที่ตำแหน่ง C จะมีพลังงานศักย์เพิ่มขึ้น และพลังงานจลน์จะมีค่าลดลงรวมแล้วเท่ากับ 10 จูล จนกระทั่งที่ตำแหน่งสูงสุดจะมีพลังงานศักย์เท่ากับ 10 จูล และพลังงานจลน์เป็นศูนย์รวมแล้วเท่ากับ10 จูล

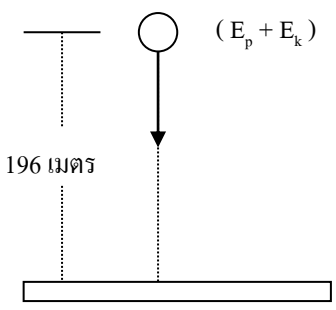
ตัวอย่างก้อนหินมวล 50.0 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 196 เมตรเหนือพื้นดิน จงหาพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของ ก้อนหินขณะที่ก้อนหินเริ่มตก และพลังงานรวมของระบบ

วิธีทำ ที่ตำแหน่งเริ่มตก จะมีพลังงานศักย์สูงสุด

หาได้จาก $E_p = mgh$

$E_p = (50)(10)(196)$

$E_p = 9.8 \times 10^4$ จูล



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

E_k = (½)(50) (0)^2

E_k = 0 จูล

$\therefore$ พลังงานรวมของระบบ เท่ากับ $E_p + E_k$ = 9.8×10^4 จูล

การใช้พลังงาน ควรระลึกอยู่เสมอว่า “ประหยัดพลังงานวันนี้ ดีกว่าไม่มีใช้ในวันข้างหน้า” นักเรียนลองคิดคำขวัญการใช้พลังงาน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีคุณค่ามากที่สุด

เครื่องกล

ประสิทธิภาพของเครื่องกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า

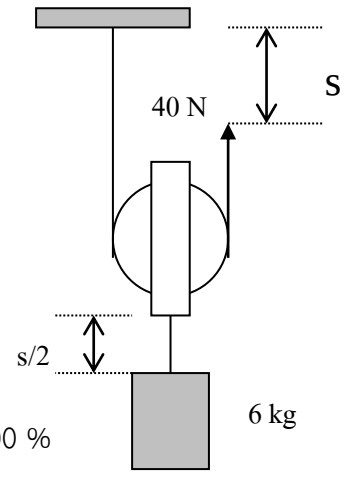
$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องกล หรือ อุปกรณ์} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล หรือ อุปกรณ์}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล หรือ อุปกรณ์}}$$

ประสิทธิภาพของเครื่องกล หรือ อุปกรณ์ = 1 หมายถึง ไม่มีการสูญเสียพลังงาน ประสิทธิภาพเป็น 100 %

ประสิทธิภาพของเครื่องกล หรือ อุปกรณ์ $<$ 1หมายถึง มีการสูญเสียพลังงาน และมีประสิทธิภาพน้อยกว่า 100 %

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องกลหรืออุปกรณ์} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล หรือ อุปกรณ์}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล หรือ อุปกรณ์}} \times 100\ \%$$

ตัวอย่าง ประสิทธิภาพของรอก ดังรูปมีค่าเท่าใด



วิธีทำ 1. หางานที่ได้รับจากรอก

จากสูตร W = Fs

แทนค่าจะได้ W = (60)(s/2)

ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ (s/2)

2. หางานที่ให้จากรอก

จากสูตร W = Fs

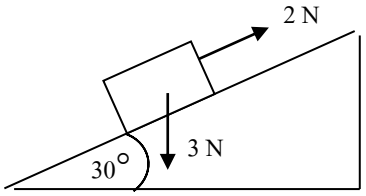
แทนค่าจะได้ W = (40)s

$$\text{ประสิทธิภาพของรอก} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากรอก}}{\text{งานที่ให้จากรอก}} \times 100\ \%$$

ประสิทธิภาพของรอก $= \frac{(60)\left(\frac{s}{2}\right)}{(40)s} \times 100\ \%$

ประสิทธิภาพของรอก = 75 %

ตัวอย่าง ประสิทธิภาพของพื้นเอียงมีค่าเท่าใด ถ้าใช้เป็นเครื่องกลอันหนึ่ง



วิธีทำ 1. หางานที่ให้ในการเคลื่อนวัตถุไปบนพื้นเอียง

จากสูตร W = Fs

แทนค่าจะได้ W = (2)L

ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ ระยะความยาวของพื้นเอียง (L)

2. หางานที่ได้รับในการเคลื่อนวัตถุมาที่บนสุด หาได้

จากสูตร W = mgh

แทนค่าจะได้ W = (3)(Lsin 30)

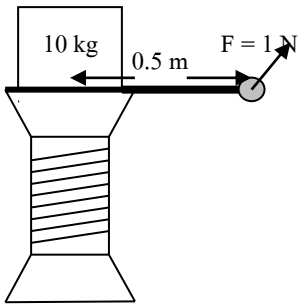
ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ ระยะความสูงของพื้นเอียง (Lsin30)

ประสิทธิภาพของพื้นเอียง $= \frac{\text{งานที่ได้รับจากรอก}}{\text{งานที่ให้จากรอก}} \times 100\ \%$

ประสิทธิภาพของพื้นเอียง $= \frac{(3)\text{Lsin30}}{(2)\text{L}} \times 100\ \%$

ประสิทธิภาพของพื้นเอียง = 75 %

ตัวอย่างประสิทธิภาพของเครื่องกลดังรูปมีค่าเท่าใด



ระยะห่างระหว่างเกลียว 1

วิธีทำ 1. หางานที่ให้ในการหมุนสกรู

จากสูตร W = Fs

แทนค่าจะได้ W = (1)2πr , ($\pi \approx 3$)

ให้ระยะทางที่จับแขนสกรูเคลื่อนที่ได้คือระยะความยาวของเส้นรอบวง

W = (1)(2)(3)(0.5)

= 3 จูล

2. หางานที่ได้รับคือการเคลื่อนวัตถุขึ้นมา 1 ระยะเกลียวเมื่อหมุน 1 รอบ

จากสูตร W = mgh

ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ 1 ระยะเกลียว = 0.01 m

แทนค่าจะได้ W = (10)(10)(0.01) = 1 จูล

ประสิทธิภาพของสกรู $= \frac{\text{งานที่ได้รับจากรอก}}{\text{งานที่ให้จากรอก}} \times 100\ \%$

ประสิทธิภาพของสกรู $= \frac{1}{3} \times 100\ \%$

ประสิทธิภาพของสกรู $= \frac{1}{3} \times 100\ \%$

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 5.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเลือกเขียนแสดงความคิดเห็นว่า ทุกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่พลังงานจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ทุกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่พลังงานจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ทุกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่พลังงานจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 5.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. กฎการอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง .....
.....
2. ในกรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ พลังงานกล เป็นผลรวมของ.....
3. ในกรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำ พลังงานกล เป็นผลรวมของ.....
4. วัตถุที่ตกอย่างอิสระ กรณีนี้ถือว่ามีแรงภายนอกมากระทำหรือไม่ .....
5. วัตถุที่เคลื่อนที่ไปบนพื้นที่มีแรงเสียดทาน กรณีนี้ถือว่ามีแรงภายนอกมากระทำหรือไม่ .....
6. จากข้อ 4 พลังงานกลของระบบ มี อะไรบ้าง .....
7. จากข้อ 5 พลังงานกลของระบบ มี อะไรบ้าง .....
8. จากข้อ 4เมื่อนำมาเขียนในรูป กฎการอนุรักษ์พลังงาน จะมีสมการเป็นอย่างไร .....
9. จากข้อ 5 เมื่อนำมาเขียนในรูป กฎการอนุรักษ์พลังงาน จะมีสมการเป็นอย่างไร .....
10. โยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ ขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ กรณีนี้ ทุกตำแหน่งพลังงานกลของระบบจะมีอะไรบ้าง .....
11. วัตถุมวล 5 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที เข้าชนสปริงปรากฏว่าสปริงหดสั้นมากที่สุด 8 เซนติเมตร ค่านิจของสปริงมีค่ากี่นิวตันต่อเมตร

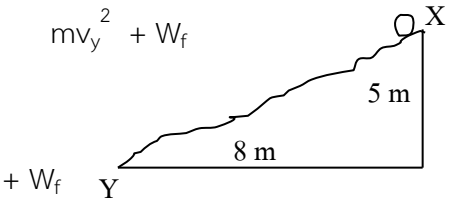
วิธีทำ จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

$(5)(\ldots\ldots)^2 = k(\ldots\ldots)^2$

$k = \ldots\ldots$ N/m

12. หินก้อนหนึ่งมีมวล 8 กิโลกรัม ไถลลงตามเนินเอียง ถ้าก้อนหินมีอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ที่จุด X และ 3 เมตรต่อวินาที ที่จุด Y จงหางานของแรงเสียดทานที่กระทำต่อก้อนหิน ในช่วงการเคลื่อนที่จาก X ไป Y

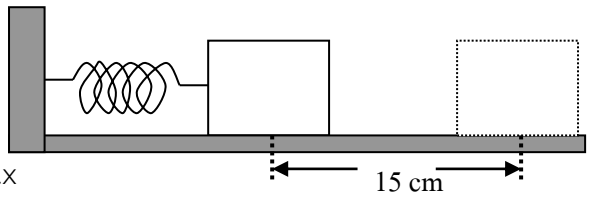
วิธีทำ จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน $mgh + \frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{1}{2}mv_y^2 + W_f$



$$(\ldots\ldots)(10)(\ldots\ldots) + \frac{1}{2}(8)(\ldots\ldots)^2 = \frac{1}{2}(\ldots\ldots)(3)^2 + W_f$$

W_f = ... จูล

13. ผูกสปริงอันหนึ่งกับมวลขนาด 3 กิโลกรัม และยึดติดกับผนังดังรูป สปริงมีค่านิจเท่ากับ 100 นิวตันต่อเมตร เมื่อดังออกจากเดิม 15 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้มวลเคลื่อนที่ พบว่าขณะที่มวลผ่านตำแหน่งสมดุล วัดความเร็วได้ 1 เมตรต่อวินาที สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างมวลกับพื้นมีค่าเท่าใด



วิธีทำ $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + W_f$

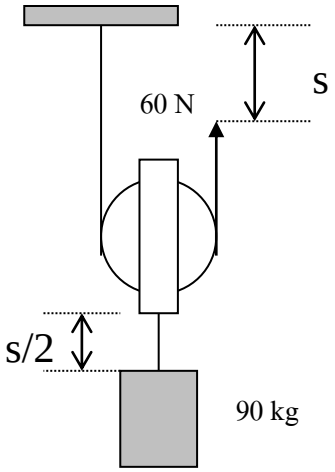
$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mg.x$

$$\frac{1}{2}(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)^2 = \frac{1}{2}(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)^2 + \mu(\ldots\ldots)(10).(15\times10^{-2})$$

μ = ...

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 5.3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....



จากรูป ประสิทธิภาพของรอก ดังรูปมีค่าเท่าใด

วิธีทำ 1. หางานที่ได้รับจากรอก

จากสูตร W = Fs แทนค่าจะได้ W = (.....)(s/2)

ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ (s/2)

2. หางานที่ให้จากรอก

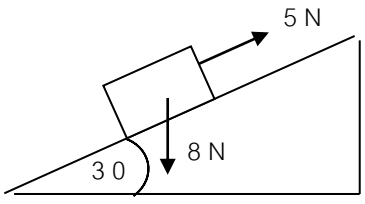
จากสูตร W = Fs แทนค่าจะได้ W = (.....)s

$$\text{ประสิทธิภาพของรอก} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากรอก}}{\text{งานที่ให้จากรอก}} \times 100\ \%$$

$$\text{ประสิทธิภาพของรอก} = \frac{(.....)\left(\frac{s}{2}\right)}{(.....)s} \times 100\ \%$$

ประสิทธิภาพของรอก = ... %

จากรูป ประสิทธิภาพของพื้นเอียงมีค่าเท่าใด ถ้าใช้เป็นเครื่องกลอันหนึ่ง



วิธีทำ 1. หางานที่ให้ในการเคลื่อนวัตถุไปบนพื้นเอียง

จากสูตร W = Fs แทนค่าจะได้ W = (.....)L

ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ ระยะความยาวของพื้นเอียง (L)

2. หางานที่ได้รับในการเคลื่อนวัตถุมาที่บนสุด หาได้

จากสูตร W = mgh แทนค่าจะได้ W = (.....)(Lsin 30)

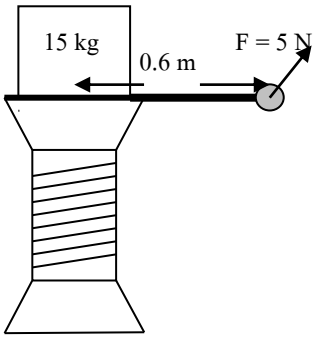
ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ ระยะความสูงของพื้นเอียง (Lsin30)

$$\text{ประสิทธิภาพของพื้นเอียง} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากรอก}}{\text{งานที่ให้จากรอก}} \times 100\ \%$$

$$\text{ประสิทธิภาพของพื้นเอียง} = \frac{(.....)\text{Lsin30}}{(.....)\text{L}} \times 100\ \%$$

ประสิทธิภาพของพื้นเอียง = ... %

จากรูป ประสิทธิภาพของเครื่องกลมีค่าเท่าใด



ระยะห่างระหว่างเกลียว 1 ซม

วิธีทำ 1. หางานที่ให้ในการหมุนสกรู

จากสูตร $W = Fs$

แทนค่าจะได้ $W = (\ldots\ldots)2\pi r$, ($\pi \approx 3$)

ให้ระยะทางที่จับแขนสกรูเคลื่อนที่ได้คือระยะความยาวของเส้นรอบวง

$W = (\ldots\ldots)(2)(3)(0.6)$ = ... จูล

2. หางานที่ได้รับคือการเคลื่อนวัตถุขึ้นมา 1 ระยะเกลียวเมื่อหมุน 1 รอบ

จากสูตร $W = mgh$

ให้ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ 1 ระยะเกลียว = 0.01 m

แทนค่าจะได้ $W = (\ldots\ldots)(10)(\ldots\ldots)$ = ... จูล

$$\text{ประสิทธิภาพของสกรู} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากรอก}}{\text{งานที่ให้จากรอก}} \times 100\ \%$$

ประสิทธิภาพของสกรู = ... %

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แบบฝึกทักษะ 5	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30201		ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	เวลา 5 นาที
เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน		

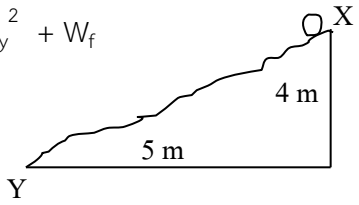
ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /..... เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

1. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที เข้าชนสปริงปรากฏว่าสปริงหดสั้นมากที่สุด 10 เซนติเมตร ค่านิจของสปริงมีค่ากี่นิวตันต่อเมตร

วิธีทำ จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

2. หินก้อนหนึ่งมีมวล 20 กิโลกรัม ไถลลงตามเนินเอียง ถ้าก้อนหินมีอัตราเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ที่จุด X และ 4 เมตรต่อวินาที ที่จุด Y จงหางานของแรงเสียดทานที่กระทำต่อก้อนหิน ในช่วงการเคลื่อนที่จาก X ไป Y

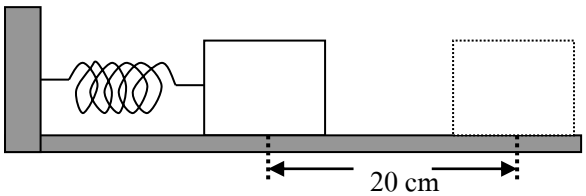
วิธีทำ จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน $mgh + \frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{1}{2}mv_y^2 + W_f$



3. ผูกสปริงอันหนึ่งกับมวลขนาด 2 กิโลกรัม และยึดติดกับผนังดังรูป สปริงมีค่านิจเท่ากับ 50 นิวตันต่อเมตร เมื่อดึงออกจากเดิม 20 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้มวลเคลื่อนที่ พบว่าขณะที่มวลผ่านตำแหน่งสมดุล วัดความเร็วได้ 0.4 เมตรต่อวินาที สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างมวลกับพื้นมีค่าเท่าใด

วิธีทำ $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + W_f$

$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mg.x$



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม **รหัสวิชา ว 30201** **ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**	**แบบทดสอบ** **(ก่อนเรียน – หลังเรียน)**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5** **ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5** **เวลา 15 นาที**

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5 สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน และรวม ไปถึงกฎการอนุรักษ์พลังงานรูปอื่น

ให้กาเครื่องหมาย × ลงใน □ ใต้ตัวอักษร ก, ข, ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

โจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 3 ก้อนหินมวล 50.0กิโลกรัม ตกจากที่สูง 200 เมตรเหนือพื้นดิน

1. จงหาพลังงานศักย์ของก้อนหิน เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

ก. 1.0×10^{5} J ข. 2.0×10^{4} J ค. 4.0×10^{4} J ง. 6.0×10^{4} J

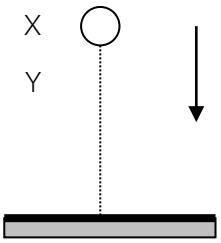
2. จงหาพลังงานจลน์ของก้อนหิน เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

ก. 1.0×10^{5} J ข. 2.0×10^{4} J ค. 4.0×10^{4} J ง. 6.0×10^{4} J

3. จงหางานรวมของระบบ เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

ก. 1.0×10^{5} J ข. 2.0×10^{4} J ค. 4.0×10^{4} J ง. 6.0×10^{4} J

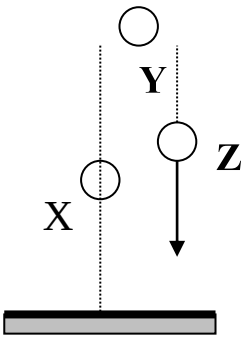
4. ลูกกลมอันหนึ่งตกลงกระทบพื้นตามแนวดิ่งจากจุด X ผ่าน Y ซึ่ง Y เป็นจุดที่ระยะห่าจากตำแหน่ง X เท่ากับ2/5ของระยะ X ถึงพื้น ถ้าให้ E_p เป็นพลังงานศักย์ โน้มถ่วงของวัตถุที่ตำแหน่ง X และ E_k เป็นพลังงานจลน์ของวัตถุที่ตำแหน่ง Y เป็นกี่เท่าของ E_p



ก. $E_k = \frac{2}{3}E_p$ ข. $E_k = \frac{3}{2}E_p$ ค. $E_k = \frac{3}{5}E_p$ ง. $E_k = \frac{5}{3}E_p$

โจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 7

โยนวัตถุมวล 0.2 กิโลกรัม ขึ้นตามแนวดิ่ง เมื่อขึ้นไปได้สูงสุด 3 เมตร วัตถุตกกลับมาที่เดิม ดังรูป x , y และ z เป็นตำแหน่งต่างๆของวัตถุขณะอยู่สูงจากพื้น



5. จงหาพลังงานจลน์ที่ตำแหน่ง Y และ Y เป็นจุดสูงสุดของการเคลื่อนที่

ก. 0 J ข. 2 J ค. 4 J ง. 6 J

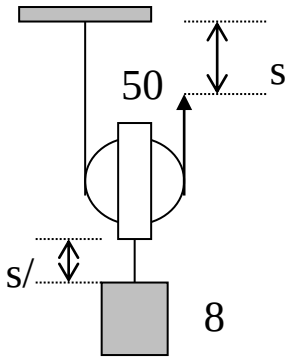
6. จงหาพลังงานรวมของระบบที่ตำแหน่ง X

ก. 0 J ข. 2 J ค. 4 J ง. 6 J

7. จงหาพลังงานศักย์ที่ตำแหน่ง Z เมื่อที่ตำแหน่ง Z มีพลังงานจลน์เท่ากับ 2 จูล

ก. 0 J ข. 2 J ค. 4 J ง. 6 J

8. ประสิทธิภาพของรอก ดังรูปมีค่าเท่าใด



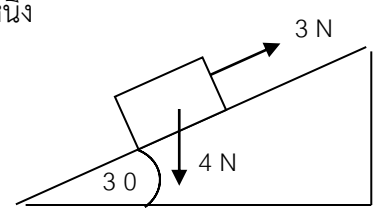
ก. 65 %

ข. 70%

ค. 75 %

ง. 80%

9. ประสิทธิภาพของพื้นเอียงมีค่าเท่าใด ถ้าใช้เป็นเครื่องกลอันหนึ่ง



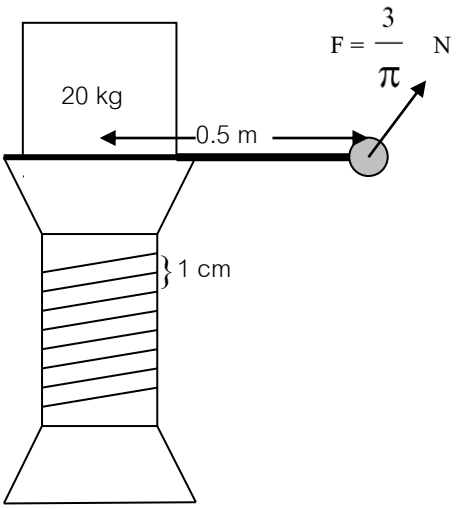
ก. 33.33 %

ข. 66.67%

ค. 75.00 %

ง. 80.00%

10. ประสิทธิภาพของเครื่องกลดังรูปมีค่าเท่าใด



ก. 33.33 %

ข. 66.67%

ค. 75.00 %

ง. 80.00%

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ว 30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เฉลยแบบทดสอบ

ก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ข
3	ง
4	ก
5	ก
6	ง
7	ค
8	ง
9	ข
10	ข

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง
โมเมนตัมและการชน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง
โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ คาบที่
เรื่อง โมเมนตัมและการชน	**หัวข้อเรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนต้ม**	

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

โมเมนตัม เป็นปริมาณที่บอกให้ทราบสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุและความเร็วของวัตถุนั้น เป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการเปลี่ยนขนาดหรือทิศของความเร็วก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

เนื้อหา

1. โมเมนตัม
2. การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่อง รถยนต์วิ่งโดยมีคนยืนขวางทางอยู่กับไม่มีคนยืนขวางทางอยู่

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “การไม่มีสิ่งใดๆ ขวางทางการเคลื่อนที่ของวัตถุกับมีสิ่งใดก็ตาม มาขวางทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร” (ทิ้งช่วงให้ นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 6.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ “การไม่มีสิ่งใดๆ ขวางทางการเคลื่อนที่ของวัตถุกับมีสิ่งใดก็ตาม มาขวางทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ”แล้วบันทึกลงในใบงาน 6.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ และทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม จากใบความรู้ 6 ลงในใบงาน 6.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนากับครูแล้วตอบคำถามที่ว่า “เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดความเร็วของวัตถุ จะมีผลทำให้วัตถุมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปหรือไม่ ถ้าขนาดความเร็วไม่เปลี่ยนแต่ทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยน จะมีผลทำให้วัตถุมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปหรือไม่” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) เพื่อนำไปสู่ การคำนวณหาค่าโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง โมเมนตัม และ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม จากใบความรู้ 6

4.3 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 6.3

4.4 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 6

6. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ โมเมนตัม และ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ในใบกิจกรรม 6

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 6.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 6	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 6	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 6.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 6.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 6	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 6.1 – 6.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 6 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 6	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 6	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 6	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6
(ว 30201) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		

โมเมนตัมคืออะไร (Momentum ; $\vec{P}$)

เราทราบกันแล้วว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ วัตถุใดมีพลังงานจลน์มาก จะมีความเร็วหรือมวลมาก วัตถุใดมีพลังงานจลน์น้อย จะมีความเร็วหรือมวลน้อย และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีคุณสมบัติข้อหนึ่งคือ พยายามเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตลอดเวลา วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ แต่ถ้าจะให้วัตถุที่เคลื่อนที่หยุดลง เราจะต้องออกแรงกระทำกับวัตถุ และแรงนั้นจะต้องเป็นแรงต้านคือมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีความเร็วมาก และวัตถุอีกก้อนหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากันแต่มีความเร็วน้อย เราจะรู้สึกออกแรงต้านไม่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วมากจะต้องใช้แรงต้านมากกว่า และถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุสองก้อนซึ่งมีความเร็วเท่ากัน แต่วัตถุก้อนหนึ่งมีมวลมากกว่าวัตถุอีกก้อนหนึ่ง วัตถุที่มีมวลมากต้องใช้แรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ฉะนั้นเราสามารถบอกได้ว่าในการเคลื่อนที่ของวัตถุจะใช้แรงมากหรือน้อย ขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าเรานำ **มวลคูณกับความเร็วของวัตถุ** เราเรียกค่าที่ได้ว่า **โมเมนตัมของวัตถุ**

โมเมนตัม เป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็วในการที่จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งนั้น วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะทำให้หยุดการเคลื่อนที่ยากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

เมื่อ $\vec{P}$ = โมเมนตัมของวัตถุ

m = มวลของวัตถุ

$\vec{v}$ = ความเร็วของวัตถุ

เขียนเป็นสมการได้ว่า $\vec{P} = m\vec{v}$

โมเมนตัมมีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตร / วินาที (kg.m/s)

ตัวอย่างที่ 1 จงหาโมเมนตัมของรถยนต์มวล 2×10^3 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง

วิธีทำ กำหนดให้ $m = 2 \times 10^3$ kg , $v = 72$ km/hr $= 20$ m/s

จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (2 \times 10^3)(20) = 4 \times 10^4$ kg.m/s

ตอบ ขนาดโมเมนตัมของรถยนต์เท่ากับ 4×10^4 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 2 ปล่อยลูกเทนนิสมวล 0.5 กิโลกรัม จากจุดซึ่งสูงจากพื้น 5 เมตร เมื่อลูกเทนนิสกระทบพื้น จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ m = 0.5 kg , v = ? m/s , h = 5 m หา v ก่อน แล้วหา $\vec{P}$

จากหลักทรงพลังงาน จะได้ $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$

$v = \sqrt{2gh}$

$v = \sqrt{2x10x5} = 10$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (0.5)(10) = 5$ kg.m/s

ตอบ ลูกเทนนิสมีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 5 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 3 วัตถุมีมวล 8 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 เมตร/วินาที^{2} ได้ระยะทาง 10 เมตร จะมีโมเมนตัมเท่าไร

วิธีทำ กำหนดให้ m = 8 kg , v = ? m/s , S = 10 m , a = 5 m/s^2 หา v ก่อน แล้วหา $\vec{P}$

จาก $v^2 = u^2 + 2aS$, (u = 0)

จะได้ $v = \sqrt{2aS}$

$v = \sqrt{2x5x10} = 10$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (8)(10) = 80$ kg.m/s

ตอบ วัตถุนี้มีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 80 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 4 ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบกำแพงด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที มีโมเมนตัมของลูกบอลขณะกระทบกำแพงเท่ากับ 10 กิโลกรัม.เมตร/วินาที ลูกบอลมีมวลเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ $\vec{P}$ = 10 kg.m/s , v = 20 m/s , หา m = ?

จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

จะได้ $m = \frac{\vec{P}}{\vec{v}} = \frac{10}{20} = 0.5$ kg

ตอบ ลูกบอลมีมวลเท่ากับ 0.5 กิโลกรัม

ตัวอย่างที่ 5 วัตถุมีมวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} หลังจากเวลาผ่านไป 3 วินาที จะมีโมเมนตัม เท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ m = 6 kg , v = ? m/s , t = 3 s , a = 2 m/s^2 หา v ก่อน แล้วหา $\vec{P}$

จาก $v = u + at$, (u = 0)

จะได้ $v = at = (2)(3) = 6$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (6)(6) = 36$ kg.m/s

ตอบ วัตถุนี้มีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 36 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 6 ก้อนหินมวล 2 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 200 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาโมเมนตัมของก้อนหินนี้ เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

วิธีทำ กำหนดให้ m = 6 kg , v = ? m/s , t = 4 s , h = 200 m หา v ก่อน แล้วหา $\vec{P}$

จาก $v = u + gt$, (u = 0)

จะได้ $v = gt = (10)(4) = 40$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (2)(40) = 80$ kg.m/s

ตอบ ก้อนหินมีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 80 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 7 วัตถุชิ้นหนึ่งมีความเร็ว 4 เมตร/วินาที มีพลังงานจลน์ 8 จูล จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ m = ? kg , v = 4 m/s , E_k = 8 J หา m ก่อน แล้ว หา $\vec{P}$

จาก $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow m = \frac{2E_k}{v} \Rightarrow m = \frac{2(8)}{4} = 4$ kg

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v} = (4)(4) = 16$ kg.m/s

ตอบ วัตถุนี้มีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 16 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ($\Delta\vec{P}$)

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ขนาดของความเร็วเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่เปลี่ยนทิศทาง หรือ ขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยนแต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน ก็เป็นผลให้สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งเรียกว่า มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทิศของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะมีทิศเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

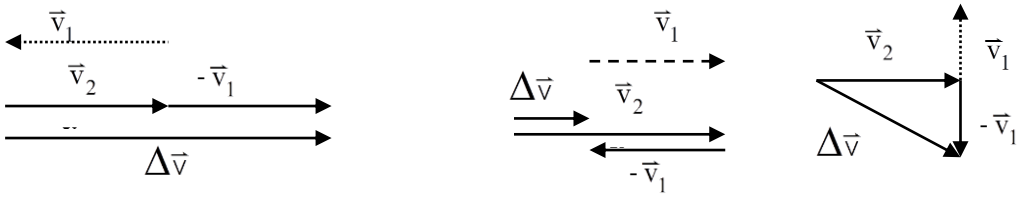
หาขนาดของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ดังนี้

$$\Delta\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

หรือ $\Delta\vec{P} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$

หรือ $\Delta\vec{P} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$

หรือ $\Delta\vec{P} = m\Delta\vec{v}$



รูป ก. ~~รูป ข.~~ รูป ค.

จากรูป ก. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อ ขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน
จากรูป ข. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วไม่เปลี่ยน
จากรูป ค. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน และทิศของความเร็วเปลี่ยน

ผลจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ และทิศของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป จะมีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป

ตัวอย่างที่ 1 ชายคนหนึ่งมีมวล 40 กิโลกรัม ขับรถยนต์ด้วยความเร็วคงที่ 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดภายในเวลาขณะหนึ่ง จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปที่เกิดขึ้น

วิธีทำ จาก $\Delta P = mv - mu$, $u = 72\ (\ 1000/3600) = 20$ m / s

แทนค่า $\Delta P = (40)(0) - (40)(20) = -80$ kg.m/s

ตอบ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเท่ากับ 80 กิโลกรัมเมตรต่อวินาที มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 6.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า โมเมนตัม คืออะไร เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า โมเมนตัม คืออะไร เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า โมเมนตัม คืออะไร เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 6.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และตอบคำถามต่อไปนี้

โมเมนตัม

การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

<u>คำถาม</u>

1. โมเมนตัม คือ.....
2. โมเมนตัม เป็นปริมาณ.....
3. ปริมาณโมเมนตัม ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง.....
4. เราสามารถเขียนสมการในรูปสัญญลักษณ์เกี่ยวกับการหาค่าโมเมนตัมดังนี้.....
5. $\vec{P}$ เป็นสัญญลักษณ์แทนความหมายใด.....
6. โมเมนตัม มีหน่วยเป็น.....
7. $\Delta\vec{P}$ เป็นสัญญลักษณ์แทนความหมายใด.....
8. เราสามารถเขียนสมการในรูปสัญญลักษณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ ดังนี้.....
9. วัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเมื่อใด.....
10. รถยนต์วิ่งไปชนกำแพง ทำให้คนในรถยนต์ถึงกลับเสียชีวิต เพราะ คอหัก นักเรียนคิดว่า เรื่องการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเกี่ยวข้องหรือไม่.....
11. วัตถุมวล 1 kg กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ด้วยความเร็ว 5 m/s จะมีโมเมนตัมเท่าไร

    วิธีทำ $\vec{P} = m\vec{v}$

    $= (1 \text{ kg})(5 \text{ m/s})$

    $= .....$ kg.m/s **ตอบ**

12. ปล่อยวัตถุมวล 1 kg ลงในแนวดิ่ง เมื่อเวลาผ่านไป 3 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงเท่าใด

    วิธีทำ จากโจทย์ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป จึงเป็นผลให้โมเมนตัมของวัตถุนี้เปลี่ยนไป

    ความเร็วขณะปล่อย = 0 เมตรต่อวินาที

    เมื่อเวลา 3 วินาทีความเร็วของวัตถุมีค่าดังนี้

    $v = u + gt = 0 + (10)(3) = ...$ m/s

    ดังนั้น โมเมนตัมของวัตถุนี้เปลี่ยนไป $\Delta\vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$

    $= (.....)(.....) - (.....)(.....) = 30$ kg.m/s **ตอบ**

13. วัตถุหนึ่งมีพลังงานจลน์ 9 จูล มีความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร

    วิธีทำ จาก $E_k = \frac{1}{2} m\vec{v}^{\,2}$

    แทนค่า $9 = \frac{1}{2} m (3)^2$ จะได้ $m = ...$ kg

    ดังนั้น $\vec{P} = m\vec{v} = (.....)(.....) = ...$ kg.m/s

ตอบ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 6.3**	**ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง โมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบกำแพงด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที มีโมเมนตัมของลูกบอลขณะกระทบกำแพงเท่ากับ 10 กิโลกรัม.เมตร/วินาที ลูกบอลมีมวลเท่าใด

.....

.....

.....

.....

2. วัตถุมีมวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} หลังจากเวลาผ่านไป 3 วินาที จะมีโมเมนตัม เท่าใด

.....

.....

.....

.....

3. ก้อนหินมวล 2 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 200 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของก้อนหินนี้ เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แบบฝึกทักษะ 6**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง โมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... .....เลขที่.....

1. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ด้วยความเร็ว 5 m/s จะมีโมเมนตัมเท่าไร

วิธีทำ $\vec{P} = m\vec{v}$

$= (2 \text{ kg})(..... \text{ m/s})$

$= .....$ kg.m/s **ตอบ**

2. ปล่อยวัตถุมวล 2 kg ลงในแนวดิ่ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป จึงเป็นผลให้โมเมนตัมของวัตถุนี้เปลี่ยนไป

ความเร็วขณะปล่อย = 0 เมตรต่อวินาที

เมื่อเวลา 3 วินาทีความเร็วของวัตถุมีค่าดังนี้

$v = u + gt = 0 + (10)(2) = ...$ m/s

ดังนั้น โมเมนตัมของวัตถุนี้เปลี่ยนไป $\Delta\vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$

$= (2 \text{ kg})(.....) - (2 \text{ kg})(.....) = ...$ kg.m/s

ตอบ

3. วัตถุหนึ่งมีพลังงานจลน์ 16 จูล มีความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร

วิธีทำ จาก $E_k = \frac{1}{2} m\vec{v}^{\,2}$

แทนค่า $16 = \frac{1}{2} m (4)^2$ จะได้ $m = ...$ kg

ดังนั้น $\vec{P} = m\vec{v} = (.....)(.....) = ...$ kg.m/s

ตอบ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**เฉลยแบบฝึกทักษะ 6**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง โมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... .....เลขที่.....

1. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ด้วยความเร็ว 5 m/s จะมีโมเมนตัมเท่าไร

วิธีทำ $\vec{P} = m\vec{v}$

$= (2 \text{ kg})(\textbf{.... 5...} \text{ m/s})$

$= \textbf{.....}$ kg.m/s **ตอบ**

2. ปล่อยวัตถุมวล 2 kg ลงในแนวดิ่ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป จึงเป็นผลให้โมเมนตัมของวัตถุนี้เปลี่ยนไป

ความเร็วขณะปล่อย = 0 เมตรต่อวินาที

เมื่อเวลา 3 วินาทีความเร็วของวัตถุมีค่าดังนี้

$v = u + gt = 0 + (10)(2) =$ **.....** m/s

ดังนั้น โมเมนตัมของวัตถุนี้เปลี่ยนไป $\Delta\vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$

$= (2 \text{ kg})(\textbf{.20.}) - (2 \text{ kg})(\textbf{.0.}) =$ **.....** kg.m/s

ตอบ

3. วัตถุหนึ่งมีพลังงานจลน์ 16 จูล มีความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร

วิธีทำ จาก $E_k = \frac{1}{2} m\vec{v}^{\,2}$

แทนค่า $16 = \frac{1}{2} m (4)^2$ จะได้ m = **.....** kg

ดังนั้น $\vec{P} = m\vec{v} =$ **(..2..)(..4...)** = **.....** kg.m/s **ตอบ**

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม **รหัสวิชา ว 30201** **ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**	**แบบทดสอบ** **(ก่อนเรียน – หลังเรียน)**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6** **ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6** **เวลา 15 นาที**

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัม

จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดถูกต้อง
   1. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศไปทางเดียวกับทิศความเร็ว
   2. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศไปทางเดียวกับทิศการเคลื่อนที่
   3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับความเร็ว ความชันกราฟมีหน่วยเช่นเดียวกับหน่วยของมวล
   4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับความเร็ว ความชันกราฟมีค่าเท่ากับมวลของวัตถุ

   ก. 1 ข. 1, 2 ค. 1, 2 , 3 ง. 1, 2, 3, 4

2. วัตถุที่มีโมเมนตัมจำเป็นต้องมีปริมาณใดต่อไปนี้

   ก. พลังงานจลน์ ข. พลังงานศักย์ ค. ความเร่ง ง. การดล

3. ปล่อยวัตถุมวล 100 g ให้ตกจากที่สูง 20 m โมเมนตัมของวัตถุขณะที่ชนพื้นเป็นเท่าใด (ให้ g = 10 m/s^2)

   ก. 80 N.S ข. 20 N.S ค. 10 N.S ง. 2 N.S

4. จงหาโมเมนตัมของรถยนต์มวล 2×10^3 kg ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 km / hr

   ก. 6×10^4 kg.m / s ข. 4×10^4 kg.m / s ค. 2×10^4 kg.m / s ง. 10^4 kg.m / s

5. ลูกบอลตกกระทบพื้น แล้วสะท้อนกลับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม ลูกบอลมีปริมาณที่เปลี่ยนไปคือ

   1. โมเมนตัม 2. ความเร็ว 3. พลังงานจลน์

คำตอบที่ถูกต้องคือ

   ก. 1, 2, 3 ข. 2, 3 ค. 1, 3 ง. 1, 2

6. โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศเดียวกับ

   ก. ความเร็วที่เปลี่ยนไป ข. ความเร็วต้น
   ค. ความเร็วปลาย ง. ความเร็วเฉลี่ย

7. แรงที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

1. มวล 2. ความเร็ว 3. เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม

คำตอบที่ถูกต้องคือ

ก. 1, 2, 3 ข. 2, 3 ค. 1, 3 ง. 1, 2

8. วัตถุมวล 2 kg ตกลงจากที่สูง 500 m จะมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเท่าใดตั้งแต่เริ่มตกจนถึงพื้น

ก. 1,000 N.s ข. 200 N.s ค. 100 N.s ง. 50 N.s

9. ปล่อยวัตถุมวล 2 kg ลงในแนวดิ่ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงเท่าใด

ก. 70 N.s ข. 40 N.s ค. 20 N.s ง. 10 N.s

10. ปาวัตถุมวล 0.5 kg ขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 20 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 4 s โมเมนตัมเปลี่ยนไปเท่าใด

ก. 30 N.s ข. 20 N.s ค. 10 N.s ง. 5 N.s

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30201) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 6 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เฉลยแบบทดสอบ

ก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ก
3	ง
4	ข
5	ง
6	ก
7	ก
8	ข
9	ค
10	ข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง
การดลและแรงดล

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ คาบที่
เรื่อง โมเมนตัมและการชน	**หัวข้อเรื่อง การดลและแรงดล**	

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

การดล คือ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้นๆ การทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้นนั้น จะต้องใช้แรงอย่างมาก ผลที่ตามมาจะทำให้วัตถุที่เกิดการดล จะได้รับพลังงานอย่างมากด้วย การดลและ แรงดลนั้นเป็นปริมาณเวกเตอร์ ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของความเร็ว

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการดลและแรงดล

เนื้อหา 1. **การดล**

2. แรงดล

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมสนทนาเกี่ยวกับ เรื่องการหยุดรถ อย่างกระทันหัน เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “การหยุดรถ อย่างกระทันหัน ผลที่เกิดขึ้นกับรถ และคนในรถมีอะไรบ้าง อย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ การหยุดรถ อย่างกระทันหัน ผลที่เกิดขึ้นกับรถ และคนในรถมีอะไรบ้าง อย่างไร ” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 7.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ผลที่เกิดจากการหยุดรถอย่างกระทันหัน แล้วบันทึกลงในใบงาน 7.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับการดล และแรงดล

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการดล และแรงดล จากใบความรู้ 7 ลงในใบงาน 7.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการดล และแรงดล เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน ตัวอย่าง การดล และแรงดล จากใบความรู้ 7

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 7.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 7

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับการดล และแรงดลในใบกิจกรรม 7

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 7.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 7	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 7	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 7.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 7.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 7	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 7.1 – 7.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 7 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 7	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 7	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

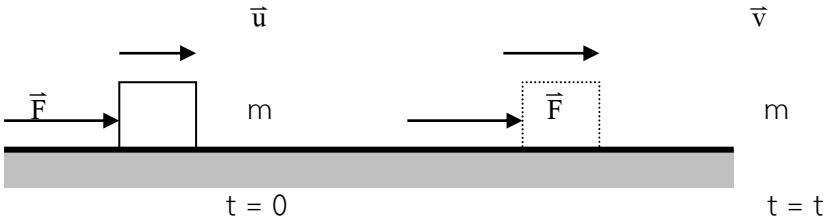
รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบความรู้ 7**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
การดล และแรงดล		

การดลและแรงดล (Impulse ; Impulsive Force)



วัตถุมวล m ได้รับแรงกระทำ $\vec{F}$ เคลื่อนที่บนพื้นราบจากความเร็วต้น $\vec{u}$ เป็นความเร็ว $\vec{v}$ ในเวลา t

จากกฎข้อ 2 ของนิวตัน $\vec{F} = m\vec{a}$ ↖ $\vec{a} = \dfrac{\vec{v}-\vec{u}}{\Delta t}$

จะได้ว่า... $\vec{F} = m\dfrac{\vec{v}-\vec{u}}{\Delta t}$

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v}-m\vec{u}}{\Delta t}$$

- แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เรียกว่า **แรงดล** (Impulsive Force)

- แรงลัพธ์คูณกับเวลา ($\vec{F}\Delta t$) เรียกว่า **การดล** (Impulse)

$$I = \vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$$

การดล (I) แยกพิจารณาเป็น 2 แบบ

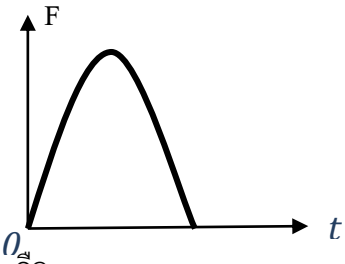
1. **การดลเนื่องจากแรงคงที่** ถ้ามีแรงคงที่กระทำกับวัตถุจะได้การดลเท่ากับ ผลคูณของแรงลัพธ์กับเวลา มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที

$$I = F\Delta t$$

การดลของแรงที่มีขนาดคงที่ ถ้าขนาดของการดลของแรงมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโมเมนตัมของวัตถุที่เรากำลังพิจารณามีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าเป็นลบแสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุจะมีค่าลดลง และถ้าการดลมีค่าเป็นศูนย์ ก็หมายถึงไม่มีการออกแรงกระทำกับวัตถุเลย

2. **การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่** ถ้ามีแรงไม่คงที่กระทำกับวัตถุจะได้การดลมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับเวลา

I = พื้นที่ใต้กราฟของ F และ t



การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่ แยกการพิจารณาเป็น 2 แบบ คือ

2.1 ถ้ามีแรงไม่คงที่เพียงแรงเดียวกระทำกับวัตถุ จะได้การดลเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F กับ Δt

2.2 ถ้ามีแรงคงที่และไม่คงที่กระทำกับวัตถุ จะได้การดลเท่ากับผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟ โดยแรงที่มีทิศตามกัน การดลจะเท่ากับผลบวกของพื้นที่ใต้กราฟ แรงที่มีทิศตรงข้ามกัน การดลจะเท่ากับผลต่างของพื้นที่ใต้กราฟ

การดลที่เราพบบ่อยๆนั้นเป็นการดลที่แรงมีค่ามากมากระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตีลูกเทนนิส การตีลูกปิงปอง การตอกตะปูด้วยค้อน ลูกบิลเลียดชนกัน เป็นต้น

แรงดล หมายถึงแรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ หาได้จากสมการ

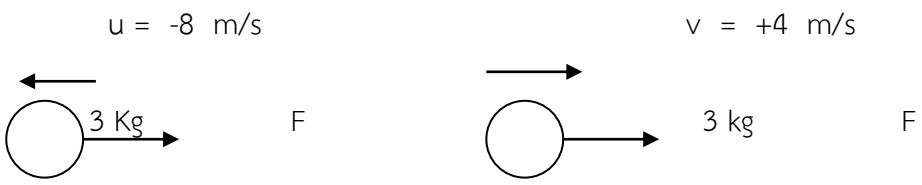
$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$$ มีหน่วยเป็น นิวตัน

$$\vec{F} = \frac{I}{\Delta t}$$ ↑ แรงดล = $\frac{\text{การดล}}{\text{เวลา}}$

แรงดลไม่ใช่เป็นแรงใหม่อะไร ความจริงคือแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุดังกล่าวมาแล้ว มีข้อแตกต่างกันเพียงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุกับวัตถุต้องเป็นเวลาสั้นๆ จึงเรียกชื่อให้ต่างออกไปเสียใหม่ว่า “ แรงดล ” หน่วยที่ใช้ก็เป็นหน่วยเดียวกัน สูตรที่ใช้ก็เป็นสูตรเดียวกัน มีสิ่งที่ควรสังเกต ถ้า mv – mu (การเปลี่ยนแปลง โมเมนตัม) นั้นเท่าเดิม แต่ t มีค่าน้อย เราจะได้ค่า F มากขึ้น เช่น ถ้า mv – mu มีค่า 1 หน่วย และ t เท่ากับ 1 วินาที จะมีค่า 1 หน่วย แต่ถ้าเราใช้ t เท่ากับ $\frac{1}{100}$ วินาที F จะมีค่าเป็น 100 หน่วย มากขึ้นกว่าเดิมถึง 100 เท่า

ตัวอย่าง 1 วัตถุมวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที เมื่อมีแรงคงที่กระทำกับวัตถุในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเดิมเป็นเวลานาน 0.02 วินาที และทำให้วัตถุมีความเร็วเป็น 4 เมตร/วินาที ในทิศของแรงกระทำ จงหาขนาดของ

ก. แรงดลที่กระทำกับวัตถุ ข. การดลที่กระทำกับวัตถุ



วิธีทำ

ก. จากสูตร $\vec{F} = \frac{m\vec{v} \quad m\vec{u}}{\Delta t}$

แทนค่า... $F = \frac{(3)(+4) - (3)(-8)}{0.02} = +1800 \text{ N}$

$\therefore$ แรงดลที่กระทำกับวัตถุเป็น 1800 นิวตัน มีทิศทางไปทางขวามือ

ตอบ

ข. จากสูตร $F\Delta t = mv - mu$

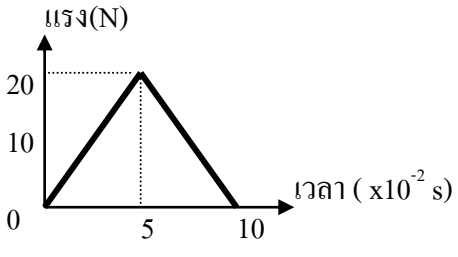
แทนค่า... $F\Delta t = (3)(+4) - (3)(-8)$

$= +36 \text{ N.s}$

$\therefore$ การดลที่กระทำกับวัตถุมีค่าเท่ากับ +36 นิวตัน.วินาที มีทิศทางเดียวกับแรงดล

ตอบ

ตัวอย่าง 2 จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาของวัตถุหนึ่ง



ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงดลที่กระทำต่อวัตถุใน 10×10^{-2} วินาทีแรก

วิธีทำ ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก

I = พื้นที่ใต้กราฟ

$I = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} = \frac{1}{2} \times 10 \times 20$

I = 100 N.s

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 10×10^{-2} วินาทีแรก

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

แทนค่า... $F = \frac{100}{10 \times 10^{-2}} = 1{,}000$ N

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 7.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การดลและแรงดล		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเลือกเขียนแสดงความคิดเห็นว่า ทำไมรถที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงแล้วเบรคอย่างกระทันหัน จะทำให้เกิดการเสียหายมากกว่าการเบรคให้รถหยุดอย่างช้าๆ จนหยุดนิ่ง

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ทำไมรถที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงแล้วเบรคอย่างกระทันหัน จะทำให้เกิดการเสียหายมากกว่าการเบรคให้รถหยุดอย่างช้าๆ จนหยุดนิ่ง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ทำไมรถที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงแล้วเบรคอย่างกระทันหัน จะทำให้เกิดการเสียหายมากกว่าการเบรคให้รถหยุดอย่างช้าๆ จนหยุดนิ่ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 7.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง การดลและแรงดล		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และตอบคำถามต่อไปนี้

การดล (Impulse)

แรงดล (Impulsive Force)

<u>คำถาม</u>

1. การดล คือ.....
2. การดล เป็นปริมาณ.....
3. การดล มีหน่วยเป็น.....
4. การดล มีสูตรคำนวณ คือ.....
5. แรงดล คือ.....
6. แรงดล มีความสัมพันธ์กับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่เท่าไรของนิวตัน.....
7. แรงดล มี สูตรคำนวณ.....

8. การห้อยโหนของนักแสดงกายกรรมจำเป็นต้องมีตาข่ายขึงไว้เบื้องล่าง ตาข่ายนี้ใช้รองรับนักแสดงเมื่อเกิดตกลงมา ถ้าผู้แสดงตกลงบนตาข่ายกับตกลงบนพื้นด้วยความเร็วก่อนกระทบเท่ากัน จนกระทั่งหยุดนักเรียนว่านักแสดงนี้มีการดลหรือแรงดลหรือทั้งการดลและแรงดลที่ต่างกัน .....

9. “ปล่อยไข่ใบหนึ่งให้ตกลงบนฟองน้ำหนาๆ แล้วปล่อยไข่ใบหนึ่งที่มีขนาดเท่ากันกับไข่ใบแรกให้ตกลงบนพื้นแข็ง จากที่ ระดับความสูงประมาณ 1 เมตร เท่ากัน” ไข่ขณะตกกระทบฟองน้ำไม่แตก แต่กระทบบนพื้นแข็งแตก แสดงว่า ไข่แตก เพราะผลจากการดล หรือ แรงดล หรือทั้งสอง.....

10. จากข้อ 9 ช่วงเวลาที่ไข่เปลี่ยนความเร็วขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่ง ต่างกับช่วงเวลาที่กระทบพื้นแข็งแล้วหยุดนิ่ง อย่างไร.....

11. ลูกปืนมวล 20 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 240 เมตร/วินาที กระทบกล่องที่ทำด้วยไม้ แล้วเคลื่อนที่เข้าไปในกล่อง และหยุดนิ่ง ในเวลา 1.5×10^{-4} วินาที จงหาค่าการดลที่เกิดจากกล่องไม้และแรงต้านเฉลี่ยของกล่องไม้ที่กระทำต่อลูกปืน

วิธีทำ การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = ($20x10^{-3}$)(..... – .....) = ... kg. m /s **ตอบ**

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{.....}{1.5x10^{-4}}$ = ... N

ตอบ

12. ลูกกลมลูกหนึ่งมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1 เมตร/วินาที ไปกระทบผนังแล้วกระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1 เมตร/วินาที ถ้าแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อผนังในช่วงเวลาที่มีการชนเป็น 4 นิวตัน การดลที่เกิดขึ้น และเวลาของการดลดังกล่าวมีค่าเท่าใด

วิธีทำ วัตถุเคลื่อนที่กระทบผนังด้วยอัตราเร็ว 1 m/s มีความเร็ว (v_1) = 1 m/s

วัตถุเคลื่อนที่กระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1 m/s มีความเร็ว (v_2) = - 1 m/s

การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (2)(..... – .....) = ... kg. m /s

ตอบ

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

$4 = \frac{.....}{\Delta t}$

Δt = ... วินาที

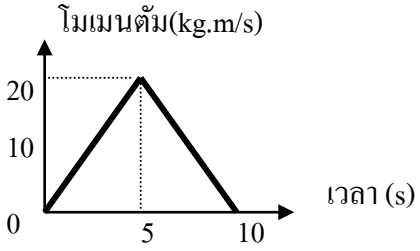
ตอบ

13. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ขับรถยนต์ไปทางถนนตรงสายหนึ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไปทางทิศเหนือ ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 10 วินาที จงหาการดลและแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อชายผู้นั้น

วิธีทำ การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (60)(..... – .....) = ... kg. m /s **ตอบ**

แรงเฉลี่ย $\vec{F}$ = $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ = $\frac{.....}{10}$ = ... N **ตอบ**

14. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง



ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 5 วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 5 วินาทีแรก

วิธีทำ ก. จากรูปกราฟ ที่เวลา 0 วินาที จะได้ $\vec{P}_1$ = 0 kg . m/ s

ที่เวลา 5 วินาที จะได้ $\vec{P}_2$ = 20 kg . m/ s

ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 5 วินาทีแรก

$\Delta \vec{P}$ = $\vec{P}_2 - \vec{P}_1$ = (.....) – (.....)

= ..... kg . m/s **ตอบ**

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 5 วินาทีแรก

$\vec{F}$ = $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ = $\frac{.....}{.....}$ = ... N **ตอบ**

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	*ใบงาน 7.3*	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การดลและแรงดล		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ลูกบอลมวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 35 เมตร/วินาที ในแนวระดับ เข้าหากำแพง เมื่อกระทบแล้วลูกบอลสะท้อนออกมาในแนวระดับด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที จงหาการดลที่แรงกระทำต่อลูกบอล

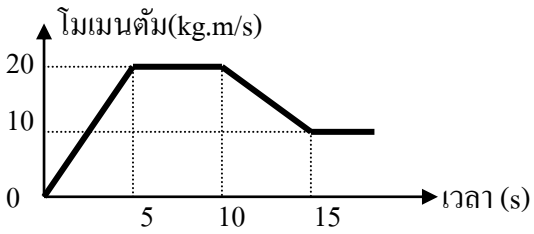
2. ใช้ค้อนมวล 0.5 กิโลกรัม ตอกตะปู ในขณะที่ค้อนเริ่มกระทบหัวตะปู ค้อนมีขนาดความเร็ว8 เมตร/วินาที หลังจากกระทบหัวตะปูแล้ว ค้อนสะท้อนกลับด้วยขนาดความเร็วเท่าเดิม ถ้าช่วงเวลาที่ค้อนกระทบหัวตะปูเป็น 1 มิลลิวินาที แรงดลเฉลี่ยที่ค้อนกระทำต่อตะปูเป็นเท่าใด และการดลที่ค้อนกระทำต่อตะปูเป็นเท่าใด

3. กระสุนปืนมวล 0.05 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้ากระทบแท่งไม้ที่ยึดแน่นกับผนัง ขณะเริ่มกระทบเนื้อไม้ กระสุนปืนมีอัตราเร็ว 400 เมตร/วินาที และสามารถทะลุเข้าไปในเนื้อไม้เป็นระยะ 0.1 เมตร ถ้าแรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทำต่อกระสุนปืนมีค่าคงตัว จงหาการดลที่เนื้อไม้กระทำต่อกระสุนปืนเวลาที่กระสุนปืนเคลื่อนที่ในเนื้อไม้แรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทำต่อกระสุนปืน

4. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง

ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วงวินาทีที่ 5 - 10

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน ช่วงวินาทีที่ 10 - 15



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**เฉลยใบงาน 7.3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การดลและแรงดล		

1. ลูกบอลมวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 35 เมตร/วินาที ในแนวระดับ เข้าหากำแพง เมื่อกระทบแล้วลูกบอลสะท้อนออกมาในแนวระดับด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที จงหาการดลที่แรงกระทำต่อลูกบอล

วิธีทำ ลูกบอลเคลื่อนที่กระทบกำแพงด้วยอัตราเร็ว 35 m/s มีความเร็ว (v_1) = 35 m/s

ลูกบอลสะท้อนกลับด้วยอัตราเร็ว 25 m/s มีความเร็ว (v_2) = - 25 m/s

การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (0.4)(**- 25** – **35**) = **-24** kg. m /s

ตอบ

2. ใช้ค้อนมวล 0.5 กิโลกรัม ตอกตะปู ในขณะที่ค้อนเริ่มกระทบหัวตะปู ค้อนมีขนาดความเร็ว8 เมตร/วินาที หลังจากกระทบหัวตะปูแล้ว ค้อนสะท้อนกลับด้วยขนาดความเร็วเท่าเดิม ถ้าช่วงเวลาที่ค้อนกระทบหัวตะปูเป็น 1 มิลลิวินาที แรงดลเฉลี่ยที่ค้อนกระทำต่อตะปูเป็นเท่าใด และการดลที่ค้อนกระทำต่อตะปูเป็นเท่าใด

วิธีทำ ค้อนเคลื่อนที่กระทบหัวตะปูด้วยอัตราเร็ว 8 m/s มีความเร็ว (v_1) = 8 m/s

ค้อนสะท้อนกลับด้วยอัตราเร็ว เท่าเดิม มีความเร็ว (v_2) = - 8 m/s

การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (0.5)(**- 8** – **8**) = **-9** kg. m /s

ตอบ

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{-9}{1x10^{-3}} = -9x10^{3}$ N

ตอบ

3. กระสุนปืนมวล 0.05 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้ากระทบแท่งไม้ที่ยึดแน่นกับผนัง ขณะเริ่มกระทบเนื้อไม้ กระสุนปืนมีอัตราเร็ว 400 เมตร/วินาที และสามารถทะลุเข้าไปในเนื้อไม้เป็นระยะ 0.1 เมตร ถ้าแรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทำต่อกระสุนปืนมีค่าคงตัว จงหาการดลที่เนื้อไม้กระทำต่อกระสุนปืน เวลาที่กระสุนปืนเคลื่อนที่ในเนื้อไม้แรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทำต่อกระสุนปืน

วิธีทำ กระสุนปืนเคลื่อนที่กระทบแท่งไม้ด้วยอัตราเร็ว 400 m/s มีความเร็ว (v_1) = 400 m/s

กระสุนปืนเคลื่อนที่เข้าเนื้อไม้เป็นระยะ 0.1 m แสดงว่าลูกปืนหยุดนิ่ง (v_2) = 0 m/s

การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (0.05)(0 – 400) = - 20 kg. m /s

ตอบ

เวลาที่กระสุนปืนเคลื่อนที่ในเนื้อไม้ S = $\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} . \Delta t$

$$0.1 = \left(\frac{400+0}{2}\right).\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{0.1}{200} = 5 \times 10^{-4} \text{ วินาที}$$

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{-20}{5x10^{-4}} = -4 \times 10^{4}$ N

ตอบ

4. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง
   ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วงวินาทีที่ 5 - 10
   ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน ช่วงวินาทีที่ 10 - 15

วิธีทำ ก. จากรูปกราฟ ที่เวลา วินาทีที่ 5 จะได้ $\vec{P}_1 = 20$ kg . m/ s
ที่เวลา วินาทีที่ 10 จะได้ $\vec{P}_2 = 20$ kg . m/ s
ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วงวินาทีที่ 5 - 10

$$\Delta \vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1 = (20) - (20) = 0 \text{ kg . m/s}$$

ตอบ

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในช่วงวินาทีที่ 10 - 15

$$\vec{F} = \frac{\vec{P}_2 - \vec{P}_1}{\Delta t} = \frac{10 - 20}{5} = -2 \text{ N}$$ **ตอบ**

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แบบฝึกทักษะ 7**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง การดลและแรงดล		

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... .....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ลูกปืนมวล 10 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 200 เมตร/วินาที กระทบกล่องที่ทำด้วยไม้ แล้วเคลื่อนที่เข้าไปในกล่อง และหยุดนิ่ง ในเวลา 1.0×10^{-4} วินาที จงหาค่าการดลที่เกิดจากกล่องไม้และแรงต้านเฉลี่ยของกล่องไม้ที่กระทำต่อลูกปืน

วิธีทำ การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = ($10x10^{-3}$)(..... – .....) = ... kg. m /s **ตอบ**

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{.....}{1.0x10^{-4}}$ = ... N

ตอบ

2. ลูกกลมลูกหนึ่งมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1.5 เมตร/วินาที ไปกระทบผนังแล้วกระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1.5 เมตร/วินาที ถ้าแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อผนังในช่วงเวลาที่มีการชนเป็น 3 นิวตัน การดลที่เกิดขึ้น และเวลาของการดลดังกล่าวมีค่าเท่าใด

วิธีทำ วัตถุเคลื่อนที่กระทบผนังด้วยอัตราเร็ว 1 m/s มีความเร็ว (v_1) = 1.5 m/s

วัตถุเคลื่อนที่กระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1 m/s มีความเร็ว (v_2) = - 1.5 m/s

การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (1)(..... – .....) = ... kg. m /s

ตอบ

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

3 = $\frac{.....}{\Delta t}$

Δt = ... วินาที

ตอบ

3. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ขับรถยนต์ไปทางถนนตรงสายหนึ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไปทางทิศเหนือ ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 5 วินาที จงหาการดลและแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อชายผู้นั้น

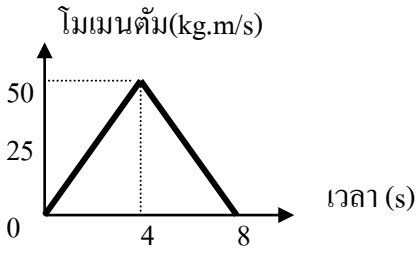
วิธีทำ การดล $I = \Delta\vec{P} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = (80)(\ldots\ldots - \ldots\ldots) = \ldots\ldots$ kg. m /s

ตอบ

แรงเฉลี่ย $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \dfrac{\ldots\ldots}{5} = \ldots\ldots$ N

ตอบ

4. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง



ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 4 วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 4 วินาทีแรก

วิธีทำ ก. จากรูปกราฟ ที่เวลา 0 วินาที จะได้ $\vec{P}_1 = 0$ kg . m/ s

ที่เวลา 4 วินาที จะได้ $\vec{P}_2 = \ldots\ldots$ kg . m/ s

ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 4 วินาทีแรก

$\Delta\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1 = (\ldots\ldots) - (0)$

$= \ldots\ldots\ldots$ kg . m/s **ตอบ**

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 4 วินาทีแรก

$\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \dfrac{\ldots\ldots}{4} = \ldots\ldots$ N **ตอบ**

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**เฉลยแบบฝึกทักษะ 7**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 5 นาที**
เรื่อง การดลและแรงดล		

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... .....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ลูกปืนมวล 10 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 200 เมตร/วินาที กระทบกล่องที่ทำด้วยไม้ แล้วเคลื่อนที่เข้าไปในกล่อง และหยุดนิ่ง ในเวลา 1.0×10^{-4} วินาที จงหาค่าการดลที่เกิดจากกล่องไม้และแรงต้านเฉลี่ยของกล่องไม้ที่กระทำต่อลูกปืน

   วิธีทำ การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = ($10x10^{-3}$)(**0 – 200**) = ... kg. m /s

   ตอบ

   แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F}$ = $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ = $\frac{.....}{1.0x10^{-4}}$ = **.....** N

   ตอบ

2. ลูกกลมลูกหนึ่งมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1.5 เมตร/วินาที ไปกระทบผนังแล้วกระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1.5 เมตร/วินาที ถ้าแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อผนังในช่วงเวลาที่มีการชนเป็น 3 นิวตัน การดลที่เกิดขึ้น และเวลาของการดลดังกล่าวมีค่าเท่าใด

วิธีทำ วัตถุเคลื่อนที่กระทบผนังด้วยอัตราเร็ว 1 m/s มีความเร็ว (v_1) = 1.5 m/s

วัตถุเคลื่อนที่กระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1 m/s มีความเร็ว (v_2) = - 1.5 m/s

การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (1)(**.-1.5.** – **.1.5.**) = **.....** kg. m /s

ตอบ

แรงต้านเฉลี่ย $\vec{F}$ = $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

3 = $\frac{.....}{\Delta t}$

Δt = ... วินาที **ตอบ**

3. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ขับรถยนต์ไปทางถนนตรงสายหนึ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไปทางทิศเหนือ ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 5 วินาที จงหาการดลและแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อชายผู้นั้น

วิธีทำ การดล I = $\Delta \vec{P}$ = $m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ = (80)(..... – .....) = ... kg. m /s

ตอบ

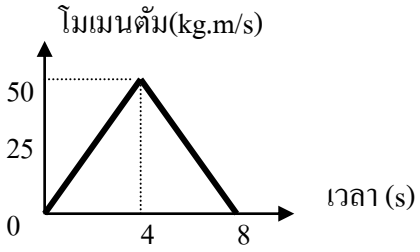
แรงเฉลี่ย $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{.....}{5} =$ ..... N

ตอบ

4. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง

ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 4 วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 4 วินาทีแรก



วิธีทำ ก. จากรูปกราฟ ที่เวลา 0 วินาที จะได้ $\vec{P}_1$ = 0 kg . m/ s

ที่เวลา 4 วินาที จะได้ $\vec{P}_2$ = ... kg . m/ s

ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 4 วินาทีแรก

$\Delta \vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$ = (.....) – (0)

= ..... kg . m/s **ตอบ**

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 4 วินาทีแรก

$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{.....}{4} =$ ..... N **ตอบ**

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม **รหัสวิชา ว 30201** **ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**	**แบบทดสอบ** **(ก่อนเรียน – หลังเรียน)**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7** **ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7** **เวลา 15 นาที**

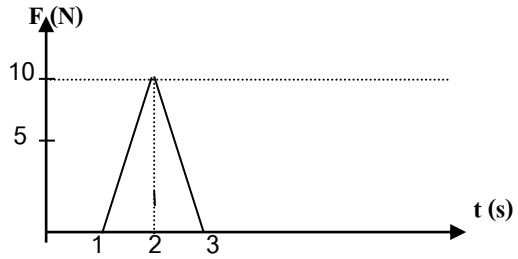
จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 7 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการดลและแรงดล

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ไข่ 2 ใบ ขนาดเท่ากัน ตกลงจากที่สูงเท่ากัน โดยไข่ A ตกลงบนฟองน้ำ แต่ไข่ B ตกลงบนพื้นไม้ ปรากฏว่าไข่ B แตก ไข่ A ไม่แตก ทั้งนี้เป็นเพราะอะไร
   1. อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของ B มากกว่า A ขณะกระทบพื้น
   2. แรงที่พื้นกระทำต่อ B มากกว่าแรงที่พื้นกระทำต่อ A
   3. ขณะที่ตกถึงพื้น ไข่ B ถูกทำให้หยุดเร็วกว่าไข่ A
   4. ในขณะถึงพื้น โมเมนตัมของ B มากกว่าของ A
   5. แรงดลแปรผกผันกับเวลา ($F \propto \frac{1}{t}$)

   ก. 2, 3, 4, 5 ข. 1, 2, 3, 5 ค. 1, 2, 3, 4 ง. 1, 2, 3

2. จากกราฟ มีแรงกระทำกับวัตถุ ในช่วงเวลาที่มีแรงกระทำนั้น (จากวินาทีที่ 1 – 3) จะทำให้วัตถุเปลี่ยน โมเมนตัมไปเท่าใด (kg.m/s)

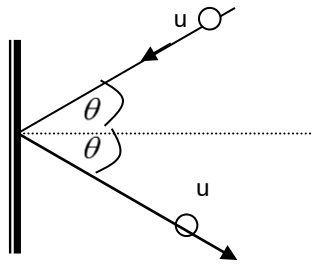


   ก. 20 kg.m/s
   ข. 15 kg.m/s
   ค. 10 kg.m/s
   ง. 5 kg.m/s

3. จากข้อ 2 แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน

   ก. 10 N ข. 5.0 N ค. 2.5 N ง. 0.5N

4. ถ้าลูกบอลมวล m วิ่งเข้าชนกำแพงด้วยความเร็ว u โดยทำมุม θ กับเส้นตั้งฉาก ดังรูป ถ้าลูกบอลใช้เวลา t ในการกระทบ จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป



   ก. $\frac{2mu\cos\theta}{t}$
   ข. 2 mu cos θ . t
   ค. 2 mu cos θ . F
   ง. 2 mu cos θ

5. เทิดศักดิ์เตะลูกบอลมวล 0.5 kg ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 20 m/s เข้าชนฝาผนังในแนวตั้งฉาก แล้วสะท้อนกลับออกมาในแนวเดิมด้วยอัตราเร็ว 20 m/s เท่ากัน ถ้าลูกบอลกระทบฝาผนังนาน 0.05 วินาที จงหา

1. การดลของลูกบอล
2. แรงแฉลี่ยที่ฝาผนังกระทำต่อลูกบอล

ก. การดล = 5 kg.m/s แรงเฉลี่ย = 100 N

ข. การดล = 10 kg.m/s แรงเฉลี่ย = 200 N

ค. การดล = 15 kg.m/s แรงเฉลี่ย = 300 N

ง. การดล = 20 kg.m/s แรงเฉลี่ย = 400 N

6. ปล่อยลูกบอลมวล 0.6 kg จากที่สูง 20 m ลงกระทบพื้น ปรากฏว่าลูกบอลกระดอนขึ้นจากพื้นได้สูงสุด 5 m ถ้าเวลาตั้งแต่เริ่มปล่อยลูกบอลจนกระทั่งลูกบอลกระดอนถึงตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ 3.05 วินาที จงหาแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อลูกบอลนี้

ก. 460 N ข. 360 N ค. 250 N ง. 150 N

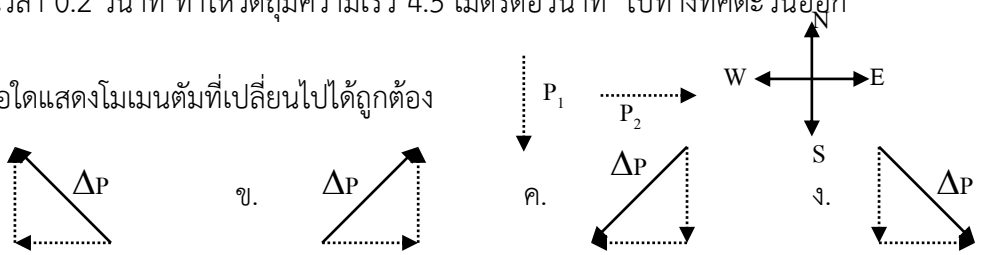
7. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้

ก. แรง ข. พลังงานจลน์ ค. โมเมนตัม ง. ความเร็ว

โจทย์ ใช้ตอบคำถามข้อ 8 -10

วัตถุมวล 2 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อวินาที ถูกแรงกระทำสม่ำเสมอเป็นเวลา 0.2 วินาที ทำให้วัตถุมีความเร็ว 4.5 เมตรต่อวินาที ไปทางทิศตะวันออก

8. ข้อใดแสดงโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปได้ถูกต้อง



9. จงหาโมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปในหน่วย นิวตัน.วินาที (N.s)

ก. 15 ข. 12 ค. 6 ง. 3

10. จงหาแรงที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดกี่นิวตัน

ก. 150 ข. 120 ค. 90 ง. 75

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30201) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	**คำตอบ**
1	ข
2	ค
3	ก
4	ง
5	ง
6	ข
7	ค
8	ข
9	ก
10	ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง

การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ คาบที่
เรื่อง โมเมนตัมและการชน	**หัวข้อเรื่อง การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม**	

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

การชนกันของวัตถุ จะมีผลทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไป เป็นผลให้แต่ละวัตถุนั้นมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเกิดขึ้น แต่เมื่อคิดตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 และ 3 ของนิวตัน ปรากฏว่าเมื่อคิดทั้งระบบที่มีการชนกันเกิดขึ้น โมเมนตัมรวมของระบบก่อนชนจะเท่ากับโมเมนตัมรวมของระบบหลังชน (กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม) และสิ่งที่เกิดขึ้นขณะวัตถุชนกันจะทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานให้แก่กัน ผลคือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัตถุนั้นๆ และเมื่อคิดพลังงานรวมของระบบ จะแยกได้เป็น 2 กรณี คือ 1) พลังงานจลน์รวมของระบบไม่เปลี่ยน เรียกการชนนั้นว่าเป็นการชนกันแบบยืดหยุ่น 2) พลังงานจลน์รวมของระบบเปลี่ยนไป เรียกการชนนั้นว่า เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับการชน และกฎอนุรักษ์โมเมนตัม

เนื้อหา

1. การชน
2. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันเกี่ยวกับ เรื่อง “การชนกันของวัตถุๆต่างๆ เช่นรถยนต์ชนกัน ลูกสนุ๊กกระทบกัน” เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “ การชนกันของวัตถุ จะมีอะไรเกี่ยวข้องบ้างอย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ การชนกันของวัตถุ จะมีอะไรเกี่ยวข้องบ้างอย่างไร ” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 8.1 เฉพาะข้อ 1.และข้อ 2. (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่เกี่ยวข้องจากการชนกันของวัตถุ แล้วบันทึกลงในใบงาน 8.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การชน จากใบความรู้ 8 และบันทึกลงในใบงาน 8.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชน เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่น และตัวอย่าง จากใบความรู้ 8

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 8.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 8

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับการชนและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ในใบกิจกรรม 8

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 8.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 8	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
4. ใบความรู้ 8	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 8.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 8.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 8	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 8.1 – 8.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 8 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 8	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 8	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 8	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30201 ระดับชั้น ม. 4		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8**
การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม		

การชน (Collision)

การชน หมายถึง การที่วัตถุหนึ่งกระทบกับอีกวัตถุหนึ่งในช่วงเวลาสั้นๆ (การชนกันของรถ การกระทบกันของลูกตุ้ม กับเสาเข็ม การตีเทนนิส ตีปิงปอง ตีกอล์ฟ การเตะลูกบอล)หรือในบางครั้งวัตถุอาจไม่ต้องกระทบกัน แต่มีแรงมากระทำต่อวัตถุแล้วให้ผลเหมือนกับการชน (การระเบิดของวัตถุระเบิด การยิงปืน)

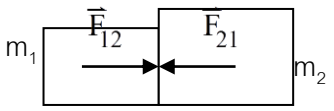
ในการชนของวัตถุโดยมากมักจะมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ ซึ่งขนาดของแรงจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะการชนของวัตถุ และในการชนอาจมีการสูญเสียค่าโมเมนต้มมากหรือน้อย หรือไม่สูญเสียเลยก็ได้ เราอาจแยกการชนออกได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. เมื่อโมเมนตัมของระบบมีค่าคงที่ เป็นการชนที่ขณะชนมีแรงภายนอกมากระทำน้อยมากๆ เมื่อเทียบกับขนาดของแรงดลที่เกิดขึ้น หรือแรงภายนอกเป็นศูนย์ เช่น การชนกันของลูกบิดเลียด การชนของรถยนต์ การยิงปืน เป็นต้น

2. เมื่อโมเมนตัมของระบบไม่คงที่ เป็นการชนที่ขณะชนมีแรงภายนอกมากระทำมากกว่าแรงดลที่เกิดกับวัตถุขณะชนกัน เช่นลูกบอลตกกระทบพื้น รถยนต์ชนกับต้นไม้ เป็นต้น

ในที่นี้ เราจะกล่าวถึงการชนของวัตถุ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อระบบ ซึ่งจะเป็นผลให้โมเมนตัมของระบบมีค่าคงที่ พิสูจน์ได้จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

เมื่อวัตถุชนกันจะเกิดแรงกระทำซึ่งกันและกันด้วยขนาดที่เท่ากันแต่ทิศตรงกันข้าม ดังรูป



จากรูปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

จะได้ $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

จะได้ $m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$

$$m_1\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_1 = -m_2\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_2$$

$$m_1\frac{(v_1 - u_1)}{\Delta t} = -m_2\frac{(v_2 - u_2)}{\Delta t}$$

$$m_1v_1 - m_1u_1 = -m_2v_2 + m_2u_2$$

ดังนั้น $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$$(P_1 + P_2)_{\text{ก่อนชน}} = (P_1 + P_2)_{\text{หลังชน}}$$

$$\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$$

จาก $\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$

ซึ่งเรียกว่า **กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม สรุปได้ว่า "การชนของวัตถุ เมื่อมีแรงภายนอกที่เป็นศูนย์มากระทำ ผลรวมของโมเมนตัมของระบบก่อนชนจะเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมของระบบหลังชนเสมอ"**

ในที่นี้ จะกล่าวถึงการชนใน 2 ลักษณะ คือ

1. การชนแบบยืดหยุ่น

เป็นการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่เปลี่ยน จะได้

$$\sum \mathbf{E_k}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \mathbf{E_k}_{\text{หลังชน}}$$

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

จาก $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ ..... (1)

และ $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ ..... (2)

จะได้ $\boxed{u_1 + v_1 = u_2 + v_2}$

การชนใน 1 มิติ

ตัวอย่าง วัตถุมวล 2 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที เข้าชนวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ไปในทิศทางเดียวกัน ถ้าการชนไม่มีการสูญเสียพลังงาน ความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนเป็นเท่าใด

วิธีทำ จาก $\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$2(4) + 1(2) = 2v_1 + v_2$

$10 = 2v_1 + v_2$ ..... (1)

จาก $u_1 + v_1 = u_2 + v_2$

$4 + v_1 = 2 + v_2$

$2 = v_2 - v_1$ ..... (2)

(1) – (2) $8 = 3v_1$

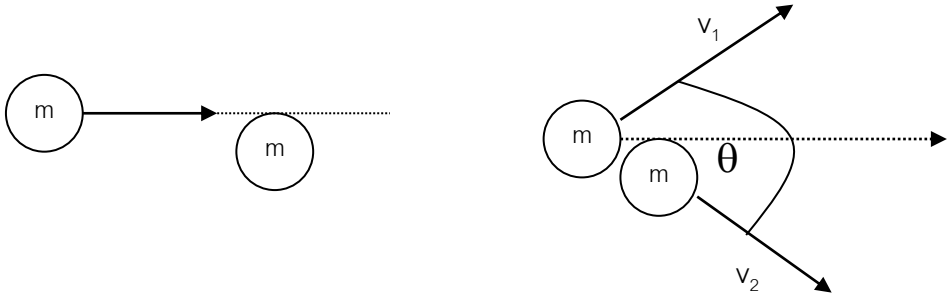
$\therefore$ $\mathbf{v_1 = 8/3 \text{ m/s}}$

$\mathbf{v_2 = 14/3 \text{ m/s}}$

การชนใน 2 มิติ

เป็นการชนของวัตถุในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวล ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เรียกการชนลักษณะนี้ว่า **การชนในสองมิติ** ในที่นี้จะกล่าวถึงการชนแบบยืดหยุ่น เมื่อมวลทั้งสองก้อนเท่ากัน

กำหนดให้มวล m มีความเร็ว u_1 เข้าชนมวล m อีกก้อนหนึ่ง ซึ่งอยู่นิ่งในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวล ทำให้มวลทั้งสองแยกออกจากกันทำมุม θ มีความเร็ว v_1 และ v_2 ตามลำดับ ดังรูป



รูป การชนแบบยืดหยุ่น ใน 2 มิติ เมื่อมวลเท่ากัน

ผลการชนจะได้ว่า

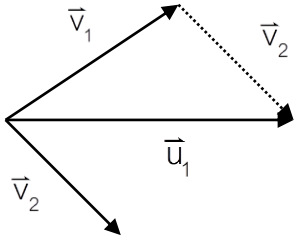
1. $$\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$$

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

เมื่อมวล m เท่ากัน และ $\vec{u}_2$ อยู่นิ่ง ดังนั้นจึงมีค่าเท่ากับ ศูนย์

จะได้ $$\vec{u}_1 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

แสดงได้ดังรูป



หาขนาดได้ดังนี้ $$u_1^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos\theta \quad \text{.....(1)}$$

2. $$\sum \mathbf{E_k}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \mathbf{E_k}_{\text{หลังชน}}$$

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

เมื่อมวล m เท่ากัน และ $\vec{u}_2$ อยู่นิ่ง ดังนั้นจึงมีค่าเท่ากับ ศูนย์

จะได้ $$u_1^2 = v_1^2 + v_2^2 \quad \text{.....(2)}$$

(1) = (2) ได้ว่า $$2 v_1 v_2 \cos\theta = 0$$

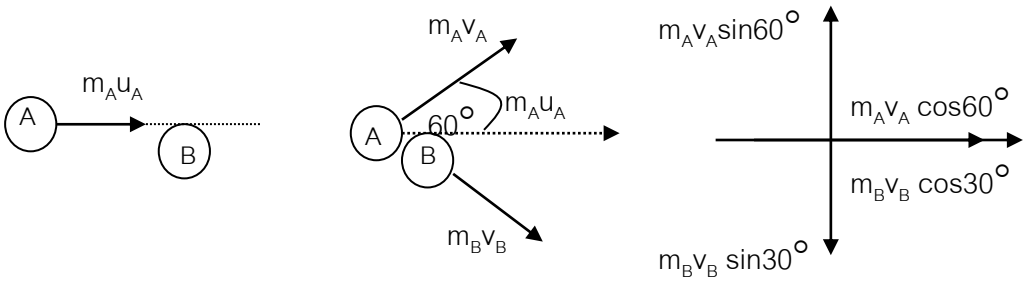
แต่ $$2 v_1 v_2 \neq 0$$

ดังนั้น $$\cos\theta = 0$$

$\therefore$ $$\theta = 90^\circ$$

สรุปได้ว่า ถ้ามวลเท่ากัน ชนกันแบบยืดหยุ่นในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและมวลถูกชนอยู่นิ่ง หลังชนกันมวลทั้งสองจะแยกออกจากกันทำมุม 90° เสมอ

ตัวอย่าง ลูกกลมขนาดเท่ากัน 2 ลูก A และ B โดยลูก A วิ่งเข้าชนลูก B ซึ่งอยู่นิ่งในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลาง ทำให้ลูก A กระเด็นเบี่ยงไปจากแนวเดิมเป็นมุม 60° ก่อนชนลูกกลม A มีความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที และเป็นการชนแบบยืดหยุ่น หลังชนลูกกลม A และ B จะมีความเร็วเท่าใด



จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	$\sum \vec{\mathbf{P}}_{\text{ก่อนชน}}$	=	$\sum \vec{\mathbf{P}}_{\text{หลังชน}}$	
ในแนวตั้งฉากกับ m_Au_A	$m_Av_A\sin60^\circ$	=	$m_Bv_B\sin30^\circ$	
	$\frac{\sqrt{3}}{2}v_A$	=	$\frac{v_B}{2}$	
	v_B	=	$\sqrt{3}\,v_A$	..... (1)
ในแนวขนานกับ m_Au_A	m_Au_A	=	$m_Av_A\cos60^\circ + m_Bv_B\cos30^\circ$	
	10	=	$\frac{v_A}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}v_B$	
	20	=	$v_A + \sqrt{3}\,v_A$	..... (2)
แทน (1) ใน (2)	20	=	$v_A + 3v_A$	
$\therefore$	v_A	=	5	m/s
แทนค่า v_A ใน (1)	v_B	=	$5\sqrt{3}$	m/s

ดังนั้นหลังชนลูกกลม A และ B จะมีความเร็ว 5 m/s และ $5\sqrt{3}$ m/s ตามลำดับ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 8.1**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเลือกแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ การชนกันข้องวัตถุ มีปริมาณใดบ้างที่เกี่ยวข้อง อย่างไร

.....

.....

.....

2. ให้ กลุ่มเลือก เหตุการณ์จากข้อ 1. มาแสดงความคิดเห็นว่า การชนกันข้องวัตถุ มีปริมาณใดบ้างที่เกี่ยวข้อง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า การชนกันข้องวัตถุ มีปริมาณใดบ้างที่เกี่ยวข้อง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 8.2**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (P)	**เวลา 40 นาที**
เรื่อง การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล ลงในสุดจดบันทึก

1. **การชน (collission)**
2. **กฎทรงโมเมนตัม**
3. **การชนแบบยืดหยุ่น**
4. **การชนแบบไม่ยืดหยุ่น**

ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่ของวัตถุนอกจากจะมีโมเมนตัมแล้วยังมีปริมาณอีกอย่างหนึ่งในรูปของพลังงาน คือ พลังงานอะไร .....
2. การชนนั้นจะมีพลังงานเกี่ยวข้อง ผลจะทำให้พลังงานในระบบเปลี่ยนไป เราสามารถจำแนกการชนโดยยึดหลักในเรื่อง พลังงาน แบ่งการชนได้เป็น 2 แบบ คือ.....
3. การชนกันของวัตถุ ในระบบหนึ่ง เมื่อไม่คิดแรงภายนอก โมเมนตัมของระบบจะเป็นอย่างไร.....
4. ในวัตถุหนึ่งๆ เมื่อเกิดการชนเกิดขึ้น ปริมาณใดบ้างที่เปลี่ยนไป .....
5. เมื่อวัตถุในระบบหนึ่ง เกิดการชนกัน โดยไม่คิดแรงภายนอก ปริมาณใดของระบบไม่เปลี่ยนแปลง.....
6. เมื่อวัตถุในระบบหนึ่ง เกิดการชนกัน โดยไม่คิดแรงภายนอก ปริมาณใดของระบบที่เปลี่ยนแปลง.....
7. วัตถุ A มี E_K = 20 จูล และ วัตถุ B มี E_K = 15 จูล เมื่อ วัตถุ ทั้งสองชนกัน วัตถุทั้งสอง มี E_K รวมกัน = 28.5 จูล แสดงว่าการชนกันของวัตถุทั้งสองนี้เป็นการชนแบบ .....
8. วัตถุ A มี โมเมนตัม = 5 N.s และ วัตถุ B โมเมนตัม = 3 N.s เมื่อ วัตถุ ทั้งสองชนกัน วัตถุทั้งสอง จะมีโมเมนตัมรวมกันหลังชนมีค่า มากกว่า หรือ น้อยกว่า หรือเท่ากับ 8 N.s .....
9. หลังจากที่วัตถุทั้งสองชนกันแล้ว มี E_K รวมกัน = 30 จูล โดยวัตถุตัวที่หนึ่ง มี E_K = 21 จูล และวัตถุตัวที่สอง มี E_K = 9 จูล แสดงว่าการชนกันของวัตถุทั้งสองนี้เป็นการชนแบบ .....
10. มีวัตถุทั้งสองเหมือนกันทุกประการ เมื่อชนกันโดย E_K ของระบบคงที่ ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและมวลถูกชนอยู่นิ่ง หลังชนกันมวลทั้งสองจะแยกออกจากกันทำมุม .....เสมอ
11. บอลมวล 3 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที เข้าชนกล่องมวล 6 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่ง ภายหลังชน บอลหยุดนิ่งแต่กล่องเคลื่อนที่ต่อไปในทิศเดิมด้วยความเร็วกี่เมตรต่อวินาที

วิธีทำ ผลรวมโมเมนตัมตัมก่อนชน เท่ากับ ผลรวมโมเมนตัมหลังชน

$$\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$$

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

$$(3)(.....) + (6)(.....) = (3)(.....) + (6)(V_2)$$

$$\frac{9}{6} = V_2$$

V_2 = ... เมตร ต่อวินาที

ตอบ

12. มวล 2 กิโลกรัม มีความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที พุ่งเข้าชนมวล 1 กิโลกรัม ซึ่งสวนมาด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางมวล ภายหลังการชนมวลทั้งสองติดกันไป จงหาพลังงานจลน์ที่หายไปเป็นกี่จูล

วิธีทำ $\sum \mathbf{E_k}_{\text{ก่อนชน}} = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}(2)(\ldots..)^2 + \frac{1}{2}(\ldots..)(2)^2$

$= (\ldots\ldots\ldots) + (\ldots\ldots\ldots\ldots) = 11$ J

$\sum \mathbf{E_k}_{\text{หลังชน}} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2$ ..... (1)

หาความเร็วเมื่อมวลทั้งสองติดกันไป จาก

$\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$

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

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

$(2)(3) + (1)(-2) = (2+1)V$

(.....) + (.....) = $3V$

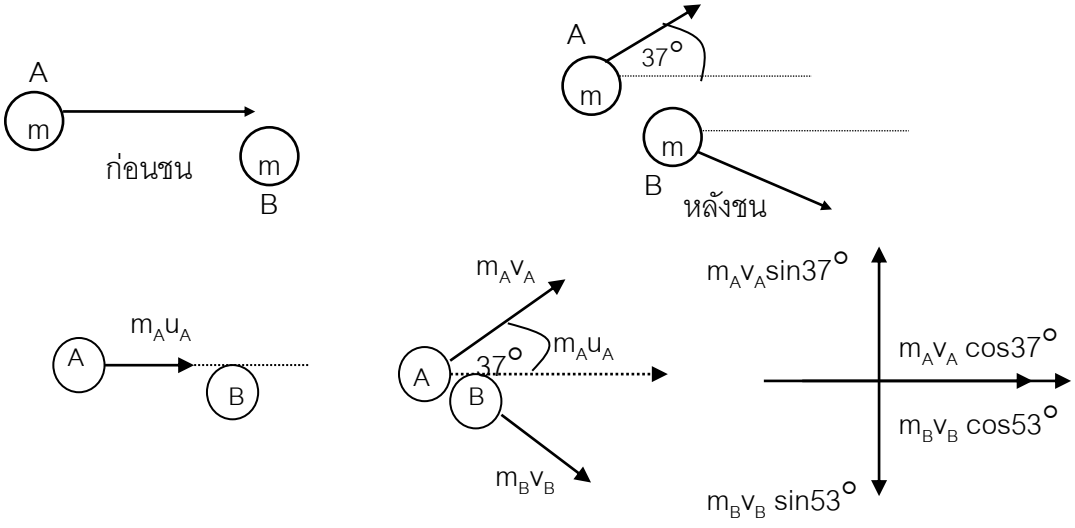
V = (.....)

แทนค่า V ในสมการ (1)

จะได้ $\sum \mathbf{E_k}_{\text{หลังชน}} = \frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2 = \frac{1}{2}(3)(\ldots\ldots\ldots)^2$ = ... จูล

$\therefore$ พลังงานจลน์หายไป $= \sum \mathbf{E_k}_{\text{ก่อนชน}} - \sum \mathbf{E_k}_{\text{หลังชน}}$ = (11) - (.....) = ... จูล

13. ลูกกลม 2 ลูก มวล A และ B มีมวลเท่ากัน A มีขนาดความเร็วก่อน 5 เมตรต่อวินาที และ B อยู่นิ่ง ดังรูปจงหาขนาดของความเร็วของลูกกลมทั้งสองภายหลังชน ตามลำดับ (เมตรต่อวินาที) เมื่อ $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$



จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม $\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$

ในแนวตั้งฉากกับ $m_A u_A$ $m_A v_A \sin 37^\circ = m_B v_B \sin 53^\circ$

$$\frac{3}{5} v_A = \frac{4}{5} v_B$$

$$v_B = \frac{3}{4} v_A \quad \text{..... (1)}$$

ในแนวขนานกับ $m_A u_A$ $m_A u_A = m_A v_A \cos 37^\circ + m_B v_B \cos 53^\circ$

$$5 = \frac{4}{5} v_A + \frac{3}{5} v_B$$

$$25 = 4v_A + 3v_B \quad \text{..... (2)}$$

แทน (1) ใน (2) $25 = 4v_A + 3\left(\frac{3}{4} v_A\right)$

$\therefore$ $v_A =$ ..... m/s

แทนค่า v_A ใน (1) $v_B =$ ..... m/s

ดังนั้นหลังชนลูกกลม A และ B จะมีความเร็ว (.....) m/s และ (.....) m/s ตามลำดับ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 8.3**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8**
รหัสวิชา ว 30201		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	5 คะแนน (A)	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

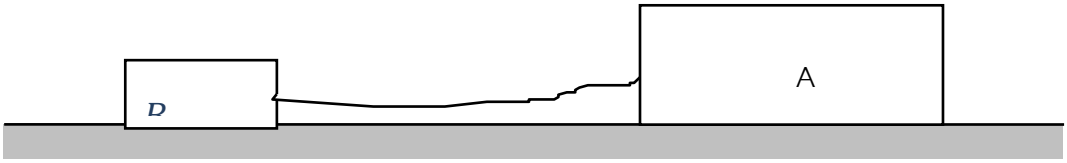
1. มวล 4 กิโลกรัม มีความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที พุ่งเข้าชนมวล 2 กิโลกรัม ซึ่งสวนมาด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางมวล ภายหลังการชนมวลทั้งสองติดกันไป จงหาพลังงานจลน์ที่หายไปเป็นกี่จูล

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. ลูกระเบิดลูกหนึ่งมวล 5 กิโลกรัม กลิ้งเป็นแนวเส้นตรงไปบนพื้นราบที่ไม่มีแรงเสียดทานด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ปรากฏว่าลูกระเบิด ระเบิดออกเป็นสองส่วนมวลเท่ากัน โดยส่วนที่หนึ่งเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเดิม ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ดังนั้นอีกส่วนหนึ่งจะเคลื่อนที่อย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. วัตถุ A มวล 5 กิโลกรัม และวัตถุ B มวล 2 กิโลกรัม วางบนพื้นที่ไม่มีความเสียดทาน มีเชือกผูกต่อกัน โดยเชือกไม่ตึง ดังรูป ถ้าออกแรงผลักวัตถุ A ให้เริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 14 เมตรต่อวินาที อัตราเร็วสุดท้ายของวัตถุ A และ B มีค่ากี่เมตรต่อวินาที

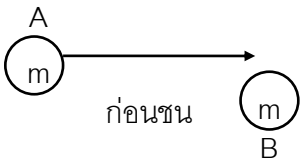


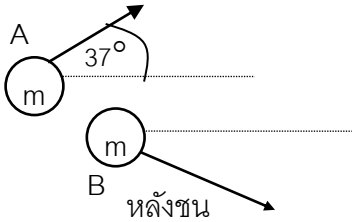
.....

.....

.....

4. ลูกกลม 2 ลูก มวล A และ B มีมวลเท่ากัน A มีขนาดความเร็วก่อน 4 เมตรต่อวินาที และ B อยู่นิ่ง ดังรูป จงหาขนาดของความเร็วของลูกกลมทั้งสองภายหลังชน ตามลำดับ (เมตรต่อวินาที) เมื่อ $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$





.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง
การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9
เรื่อง
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

รายวิชา ฟิสิกส์	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		สัปดาห์ที่ คาบที่
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง	**หัวข้อเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์**	

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุจะเปลี่ยนไป เมื่อมีแรงที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุ และถ้าแรงกระทำนั้นกระทำตลอดเวลา การเคลื่อนที่นั้นจะเปลี่ยนไปทั้งขนาดและทิศทางของความเร็ว วัตถุที่ถูกขว้างหรือโยนจะมีแนวการเคลื่อนที่โค้งคล้ายกราฟพาราโบลา ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุนั้นในแนวดิ่ง แต่ในการระดับจะไม่มีแรงใดๆกระทำตลอดการเคลื่อนที่ ความเร็วของวัตถุในแนวระดับจะคงตัว ส่วนความเร็วในแนวดิ่งจะไม่คงตัว

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

เนื้อหา การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ เรื่อง “การเคลื่อนที่ของของวัตถุในลักษณะต่างๆ” เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “วัตถุที่ถูกขว้างออกไปจากที่สูงจากพื้น หรือ ยิงวัตถุออกไปจากพื้นทำมุมใดๆ กับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะโค้งคล้ายกับกราฟพาราโบลา อยากทราบว่า มีแรงกระทำต่อวัตถุนี้หรือไม่ อย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “วัตถุที่ถูกขว้างออกไปจากที่สูงจากพื้น หรือยิงวัตถุออกไปจากพื้นทำมุมใดๆ กับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะโค้งคล้ายกับกราฟพาราโบลา อยากทราบว่า มีแรงกระทำต่อวัตถุนี้หรือไม่ อย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 9.1เฉพาะข้อ 1.และข้อ 2.(เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ“วัตถุที่ถูกขว้างออกไปจากที่สูงจากพื้น หรือ ยิงวัตถุออกไปจากพื้นทำมุมใดๆ กับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะโค้งคล้ายกับกราฟพาราโบลา อยากทราบว่า มีแรงกระทำต่อวัตถุนี้หรือไม่ อย่างไร” แล้วบันทึกลงในใบงาน 9.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 9 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากใบความรู้ 9 ลงในสมุดบันทึก ในใบงาน 9.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 นักเรียนสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และตัวอย่างการแก้ปัญหา เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากใบความรู้ 9

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 9.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 9

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในใบกิจกรรม 9

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 9.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 9	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 9	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 9.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 9.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 9	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 9.1 – 9.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 9 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 9	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 9	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ

แผนจัดการเรียนรู้

รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม	**ใบความรู้ 9**	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 41101 ระดับชั้น ม. 4		**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9**
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

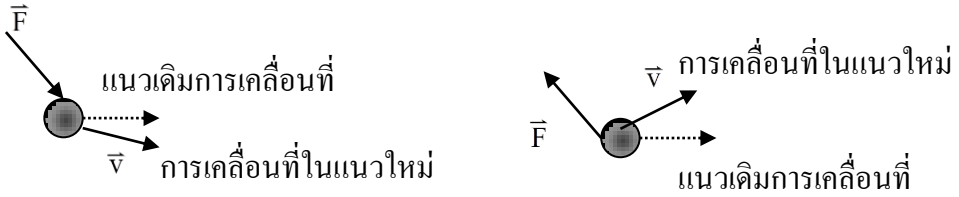
การเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ จะมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลง ก็ต่อเมื่อมีแรงที่ไม่เป็นกับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ดังนี้

1. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในแนวเดิมเป็นเส้นตรง (1 มิติ) โดยการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเร็วขึ้นเมื่อแรงนั้นมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ และจะช้าลงเมื่อแรงนั้นมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ ดังรูป. 1

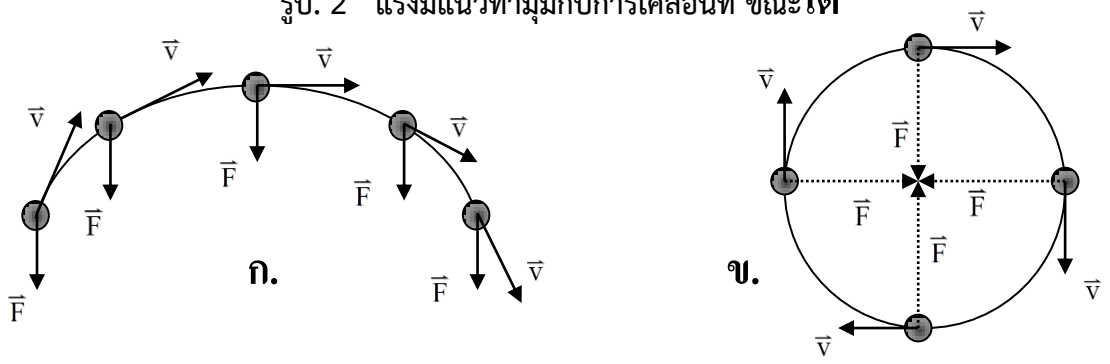
การเคลื่อนที่เร็วขึ้น ในแนวเดิม การเคลื่อนที่ช้าลง ในแนวเดิม

รูป. 1 แรงมีแนวเดียวกับการเคลื่อนที่

2. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังรูป 2. หรือแนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง เมื่อ แรงนั้นกระทำต่อวัตถุตลอดเวลาที่เคลื่อนที่ ดังรูป 3. การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ



รูป. 2 แรงมีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ ขณะใด



รูป. 3 แรงมีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่

ในทีนี้เราจะกล่าวถึงการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง (2 มิติ) ที่แรงใดๆกระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมใดๆกับแนวการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังรูป 3 ก. เช่น การขว้างวัตถุทำมุมใดๆกับแนวระดับ หรือขว้างจาก

ยอดตึก หรือหน้าผา ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุนั้นตลอดเวลา โดยการเคลื่อนที่นั้นจะได้ระยะทั้งในแนวระดับและในแนวดิ่ง แนวการเคลื่อนที่นั้นจะมีลักษณะเป็นแนวโค้งแบบพาราโบลา เราเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่า

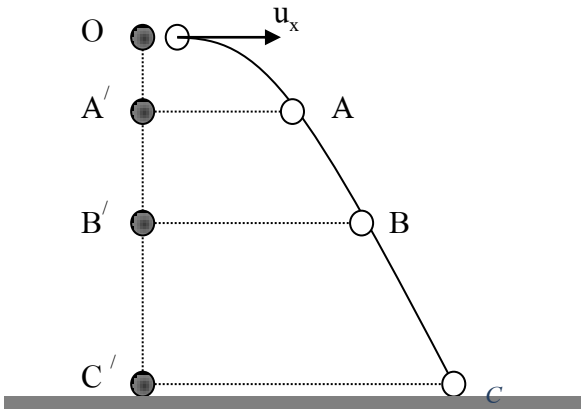
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นี้ จะประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ 2 แนวตั้งฉากกันและกัน และเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน คือการเคลื่อนที่ในแนวราบ และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง โดยแสดงให้เห็นจากการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุ พร้อมกับการดีดให้วัตถุนั้นกระเด็นออกไปพร้อมกันจากจุดเดียวกันซึ่งอยู่จากที่สูงจากพื้นระดับหนึ่ง ดังรูป 4. พบว่า

1. วัตถุที่ตกในแนวดิ่ง มีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ส่วนวัตถุที่ถูกดีด มีการกระจัดทั้งในแนวดิ่งและในแนวระดับ

2. วัตถุทั้งสองมีการกระจัดในแนวดิ่งเท่ากัน เพราะตกถึงพื้นพร้อมกัน และเวลามี่ใช้เท่ากัน

3. วัตถุทั้งสองถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว (ไม่คิดแรงต้านของอากาศ) มีความเร่งในแนวดิ่งเท่ากันคือ g



รูป 4. แสดงวัตถุตกในแนวดิ่ง และถูกดีดออกในแนวระดับ

ปริมาณต่างๆ ที่ควรทราบในการเคลื่อนแบบโพรเจกไทล์ ดังรูป 5.

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ 2 แนวที่เป็นอิสระต่อกัน จึงแยกคำนวณออกเป็น 2 แนว คือ

1. ในแนวระดับ จะไม่มีแรงใดๆมากระทำขณะเคลื่อนที่ จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว สมการที่เกี่ยวข้องคือ

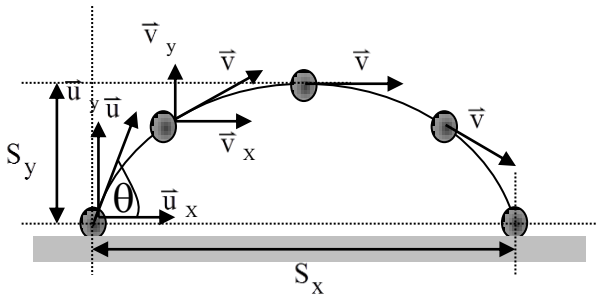
$$S_x = u_x t$$

2. ในแนวดิ่ง จะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำตลอดการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นสมการที่เกี่ยวข้อง คือ

$$v_y = u_y + gt$$

$$S_y = u_y t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2gS_y$$



รป 5. ปริมาณต่างๆ ในการเคลื่อนที่แบบ

เมื่อ S_x คือ การกระจัดในแนวระดับ , S_y คือ การกระจัดในแนวดิ่ง

u_x คือ ความเร็วต้นในแนวระดับ , u_y คือ ความเร็วต้นในแนวระดับ

v_x คือ ความเร็วใดๆในแนวระดับ , v_y คือ ความเร็วใดๆ ในแนวดิ่ง

t คือ เวลาในการเคลื่อนที่ , θ คือ มุมที่ทำกับแนวระดับ

ตัวอย่างการแก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ตัวอย่าง 1 ขว้างวัตถุด้วยความเร็ว 15 เมตรต่อวินาที ทำมุม 60 องศากับแนวระดับ เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ จงหา

ก. นานเท่าใดก้อนหินจึงจะตกถึงพื้น

ข. วัตถุนั้นตกห่างจากจุดโยนเท่าใด

ค. วัตถุนั้นอยู่สูงจากพื้นดินมากที่สุดเท่าใด

วิธีทำ ก. แสดงว่าให้หาเวลาทั้งหมด

จากสมการ $v_y = u_y + gt$

ขนาด ของ $v_y = u_y$ เพราะในระดับเดียวกันขนาดความเร็วเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม จะได้ $v_y = -u_y$

ค่า g จะติดลบ เพราะมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ จะได้เป็น –g , t = T (เวลาทั้งหมด)

แทนค่าจะได้ $-u_y = u_y - gT$

$gT = u_y + u_y = 2u_y$

$$T = \frac{2u_y}{g} = \frac{2u\sin\theta}{g} = \frac{2(15)(\sin 60^\circ)}{(10)} = \frac{2(15)(\frac{\sqrt{3}}{2})}{(10)}$$

$T = 1.5\sqrt{3} = 1.5(1.73) = 2.595 = 2.60$ s

ตอบ ใช้เวลานาน ประมาณ 2.60 วินาที จึงตกถึงพื้นดิน

ข. หาระยะในแนวระดับ

จากสมการ $S_X = u_x t$, t = T (เวลาทั้งหมด)

จะได้ $S_X = u\cos\theta\, T$

$S_X = (15)\cos 60^\circ (1.5\sqrt{3}) = (15)(0.5)(1.5\sqrt{3}) =$ 19.4625 m

ตอบ วัตถุตกห่างจากจุดโยนเท่ากับ 19.46 เมตร

ค. หาระยะสูงสุด

จากสมการ $v_y^2 = u_y^2 + 2gS_y$

ค่า g จะติดลบ เพราะมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ จะได้เป็น –g , จะได้ $v_y = 0$ (ศูนย์)

จะได้ $0 = u_y^2 - 2gS_y$

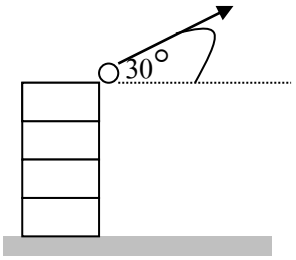
$2gS_y = u_y^2$

$$S_y = \frac{u_y^2}{2g} = \frac{(u\sin\theta)^2}{2g} = \frac{(15 \times \frac{\sqrt{3}}{2})^2}{2(10)} = 8.4375$$

m

ตอบ วัตถุอยู่สูงจากพื้นได้มากที่สุด 8.44 เมตร

ตัวอย่าง 2. ขว้างวัตถุจากยอดตึกด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ถ้าวัตถุนั้นลอยอยู่ในอากาศนาน 6 วินาที จงหา



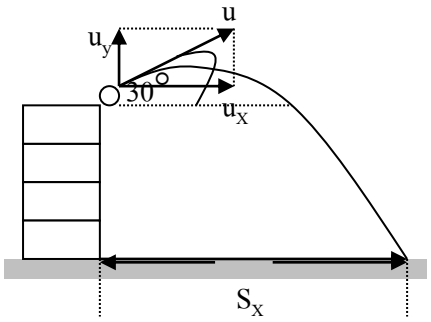
ก. วัตถุอยู่ห่างจากฐานตึกเท่าใดขณะตกถึงพื้น

ข. ความสูงของยอดตึก

ค. ความเร็วของวัตถุขณะกระทบพื้น

ง. ที่เวลา 4 วินาที วัตถุนั้นอยู่ห่างจากจุดโยนเท่าใด

วิธีทำ ก. หาระยะจากจุดที่วัตถุตกอยู่ห่างจากฐานตึก



จากสมการ $S_x = u_x t$

จะได้ $S_x = u\cos\theta\, t$

$S_x = (20)\cos 30^\circ (6)$

$S_x = (20)(\frac{\sqrt{3}}{2})(6)$

$S_x = 60\sqrt{3}$ m

ตอบ จุดที่วัตถุตกอยู่ห่างจากฐานตึกเท่า $60\sqrt{3}$ เมตร

ข. หาความสูงของตึก

$$S_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$S_y = u\sin 30^\circ t - \frac{1}{2} g t^2$$

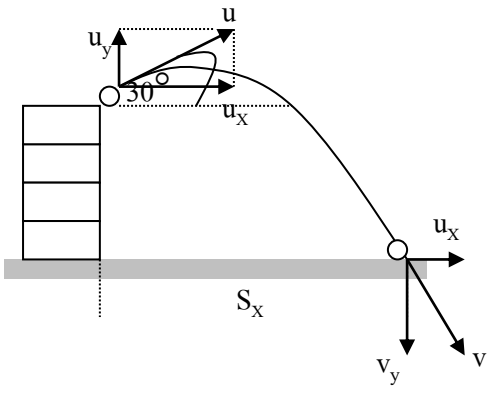
$$S_y = (20)(\frac{1}{2})(6) - \frac{1}{2}(10)(6)^2$$

$S_y = 60 - 180 = -120$ m

ค่า -120 ที่ได้แสดงให้เห็นว่า วัตถุตกถึงพื้นต่ำกว่าระดับที่ขว้างอยู่ 120 เมตร

ตอบ ตึกสูง 120 เมตร

ค. ความเร็วของวัตถุขณะกระทบพื้น



ความเร็วของวัตถุ ณ ตำแหน่งใดๆ จะมีองค์ประกอบของความเร็วอยู่ 2 แนว คือ ความเร็วในแนวระดับ และความเร็วในแนวดิ่ง

ความเร็วของวัตถุขณะกระทบ พื้น จะต้องหาความเร็วในแนวระดับขณะกระทบพื้น และความเร็วในแนวดิ่งขณะกระทบพื้น

ความเร็วในแนวระดับขณะกระทบพื้น คือ $u_X = u\cos30^\circ = (20)(\frac{\sqrt{3}}{2}) = 10\sqrt{3}$ m /s โดยจะเท่ากับความเร็วในแนวระดับขณะที่ขว้างออกมา เพราะในแนวระดับ จะไม่มีแรงใดๆมากระทำ ความเร็วในแนวระดับจึงไม่เปลี่ยนแปลง

ในแนวดิ่งจะมีแรงกระทำเพียงแรงเดียวคือแรงดึงดูดของโลก เพราะฉะนั้น จึงเกิดความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เราสามารถหาความเร็วขณะกระทบพื้นได้

จากสมการ $v_y = u_y + gt$

$v_y = u\sin\theta - gt$

$v_y = u\sin30^\circ - gt$

$v_y = (20)(\frac{1}{2}) - (10)(6)$

$v_y = -50$ m/s

ค่า -50 m/s แสดงให้ทราบว่า ความเร็วในแนวดิ่งมีขนาด 50 m/s มีทิศตรงข้ามกับความเร็วต้นในแนวดิ่งขณะที่ขว้างออกมา เพราะฉะนั้น ขนาดของ $v_y = 50$ m/s

ดังนั้นความเร็วขณะกระทบพื้น $v = \sqrt{u_x^2 + v_y^2}$

$v = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + (50)^2}$

$v = \sqrt{300 + 2500}$

$v = \sqrt{2800}$

$v = 20\sqrt{7}$ m/s

ตอบ ความเร็วของวัตถุขณะกระทบพื้นเท่ากับ $20\sqrt{7}$ เมตรต่อวินาที

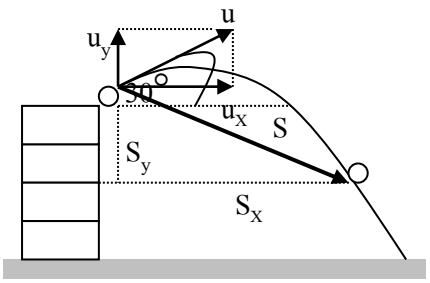
ง. ที่เวลา 4 วินาที วัตถุนั้นอยู่ห่างจากจุดโยนเท่าใด

จาก $S_y = u_y t + \frac{1}{2} gt^2$

$S_y = u\sin30^\circ t - \frac{1}{2} gt^2$

$S_y = (20)(\frac{1}{2})(4) - \frac{1}{2}(10)(4)^2$

$S_y = 40 - 80 = -40$ m



ค่า – 40 ที่ได้แสดงให้เห็นว่า วัตถุตกถึงพื้นต่ำกว่าระดับที่ขว้าง อยู่ 40 เมตร

จากสมการ $S_X = u_x t$

จะได้ $S_X = u\cos\theta\, t$

$S_X = (20)\cos30^\circ(4)$

$$S_X = (20)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(4)$$

$$S_X = 40\sqrt{3} \quad m$$

ดังนั้นที่เวลา 4 วินาที วัตถุนั้นอยู่ห่างจากจุดโยน คือการกระจัด S

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

$$S = \sqrt{(40\sqrt{3})^2 + (40)^2}$$

$$S = \sqrt{4800 + 1600}$$

$$S = \sqrt{6400}$$

$$S = 80 \quad m$$

ตอบ ที่เวลา 4 วินาที วัตถุนั้นอยู่ห่างจากจุดโยนเท่ากับ 80 เมตร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10
เรื่อง
การเคลื่อนที่แบบวงกลม

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 10**
รหัสวิชา ว 30201 ชั้น ม.4		**สัปดาห์ที่ คาบที่**
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง	**หัวข้อเรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม**	

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีลักษณะเป็นแนวตรง หรือแนวโค้ง ขึ้นอยู่กับทิศของแรงที่มากระทำกับทิศของการเคลื่อนที่ โดยทิศของแรงอยู่ในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง ทิศของแรงทำมุมใดๆกับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลา วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง ส่วนการเคลื่อนที่แบบวงกลมนั้นแรงจะทำมุมตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลาการเคลื่อนที่ และแรงที่กระทำจะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเรียกแรงนี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

เนื้อหา

1. การเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. การเคลื่อนที่บนถนนโค้ง
3. การเคลื่อนที่แบบวงกลมบนระนาบในแนวดิ่ง

กระบวนจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่อง “ทิศของแรง กับ ทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุมีผลต่อการเคลื่อนที่อย่างไร” เพื่อนำไปสู่คำถาม ที่ว่า “วัตถุที่ผูกด้วยเชือกแล้วแกว่งเป็นวัตถุนั้นให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม สิ่งที่สำคัญของการเคลื่อนที่นี้มีอะไรบ้าง”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “วัตถุที่ผูกด้วยเชือกแล้วแกว่งเป็นวัตถุนั้นให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม สิ่งที่สำคัญของการเคลื่อนที่นี้มีอะไรบ้าง” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 10.1เฉพาะข้อ 1.และข้อ 2.(เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ“วัตถุที่ผูกด้วยเชือกแล้วแกว่งเป็นวัตถุนั้นให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม สิ่งที่สำคัญของการเคลื่อนที่นี้มีอะไรบ้าง” แล้วบันทึกลงในใบงาน 10.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบวงกลม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบวงกลม จากใบความรู้ 10 กับใบงาน 10.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบวงกลม เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่บนถนนโค้ง การเคลื่อนที่แบบวงกลมบนราบในแนวดิ่ง และตัวอย่างการแก้ปัญหา จากใบความรู้ 10

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 10.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 10

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในใบกิจกรรม 10

5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน ให้กับเพื่อน

5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 10.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 10	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 10	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 10.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 10.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 10	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 10.1 – 10.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 10 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 10	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 10	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

สื่อประกอบ
แผนจัดการเรียนรู้

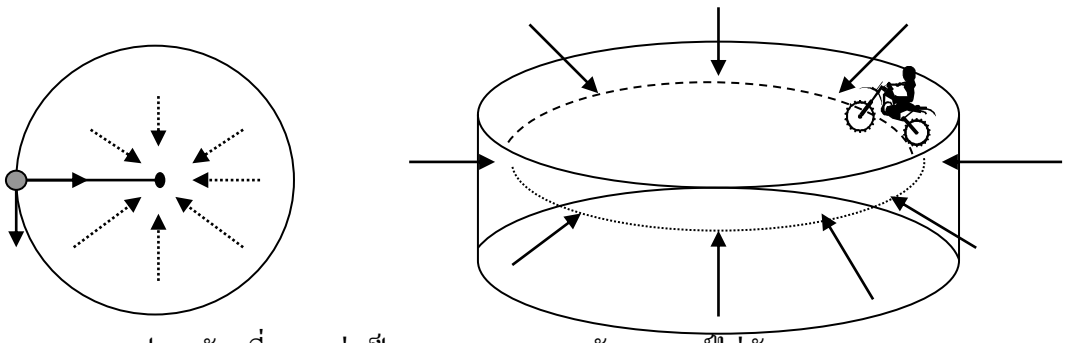
รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน	ใบความรู้ 10	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 10**
รหัสวิชา ว 30101 ระดับชั้น ม. 4		*ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10*
การเคลื่อนที่แบบวงกลม		

การเคลื่อนที่แบบวงกลม

วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แสดงว่ามีแรงกระทำในทิศแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ไม่ว่าจะมีทิศทางเดียวกัน หรือตรงกันข้ามผลจะทำให้การเคลื่อนที่นั้นเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง โดยแนวการเคลื่อนที่จะอยู่ในแนวเดิม (เส้นตรง)

วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบโพรเจกไทล์ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุนั้นในแนวทำมุมใดๆกับการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

แต่ถ้าวัตถุใดมีแรงกระทำต่อวัตถุนั้นในทิศทำมุม 90 องศากับทิศการเคลื่อนที่นั้น ผลจะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบวงกลม วัตถุที่ถูกผูกด้วยเชือกแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม เราจะต้องออกแรงดึงเชือกไว้คลอดเวลา แรงนี้จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางคือตำแหน่งที่เราจับเชือกไว้ หรือ การขับรถจักรยานยนต์ไต่ถังเป็นวงกลม จะมีแรงจากผนังกระทำต่อรถจักรยานยนต์ตลอดเวลาในทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ และแรงจากผนังที่กระทำต่อรถจักรยานยนต์จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง จึงเรียกแรงนี้ว่าแรงสู่ศูนย์กลาง ($\vec{F}_c$) ดังรูป 1.



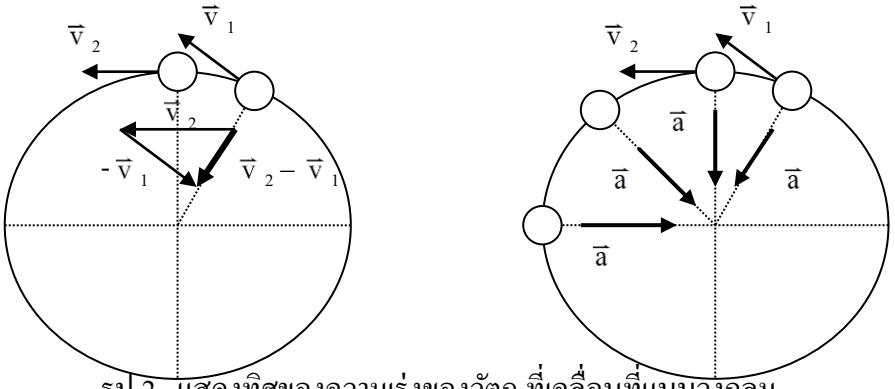
รูป 1. วัตถุที่ถูกแกว่งเป็นวงกลม และ รถจักรยานยนต์ไต่ถัง

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน วัตถุจะเปลี่ยนไปจากสภาพเดิม เมื่อมีแรงที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ แสดงว่าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบวงกลม จะต้องเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดังนั้นสมการของแรงสู่ศูนย์กลางจะได้ดังนี้

จาก $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

จะได้ $\vec{F}_c = m\vec{a}$

ความเร่งที่เกิดขึ้นกับวัตถุจะมีขนาดและทิศทางเท่าไร และอย่างไร



รูป 2. แสดงทิศของความเร่งของวัตถุ ที่เคลื่อนที่แบบวงกลม

จากรูป 2. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว($\vec{v}_2 - \vec{v}_1$)ในช่วงเวลา t จะเกิดความเร่งของวัตถุขึ้น โดยความเร่งจะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางตลอดการเคลื่อนที่ จึงเรียกความเร่งนี้ว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ($\vec{a}_c$)

จะได้ $\vec{F}_c = m\vec{a}_c$

ขนาดของความเร่ง $\vec{a}_c$ จะหาได้ดังนี้

จากรูป 2. วัตถุมวล m กำลังเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบวงกลม ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ณ ตำแหน่ง A และตำแหน่ง B มีขนาดความเร็ว v เท่ากัน

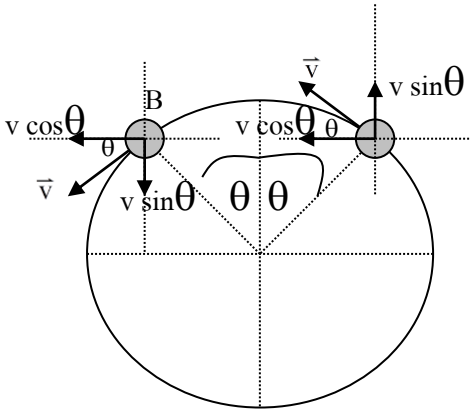
ใช้เวลา t

รัศมีความโค้งของการเคลื่อนเป็น R

ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้คือ $S = 2\theta R$

จาก $v = \frac{S}{t} = \frac{2\theta R}{t}$

$t = \frac{2\theta R}{v}$



รูป 3 แสดงองค์ประกอบของความเร็ว

จาก $a = \frac{\Delta v}{t}$

จากรูป 3. ในแนวแกน x จะไม่เกิดความเร่ง เนื่องจาก ขนาดและทิศทางของความเร็วไม่เปลี่ยนแปลง

แต่ในแนวแกน y จะเกิดความเร่งเนื่องจากทิศทางของความเร็วเปลี่ยนไป จะได้

$$a = \frac{(v\sin\theta - (-v\sin\theta))}{\frac{2\theta R}{v}} = \frac{(2v\sin\theta)(v)}{2\theta R}$$

$$a = \frac{v^2 \sin\theta}{R\theta}$$, เมื่อ θ เป็นมุมเล็กมากๆ จะได้ $\sin\theta = \theta$

จะได้ $$a = \frac{v^2}{R}$$ .....*****

เมื่อ θ เป็นมุมเล็กมากๆ จะได้ ความเร่ง a ที่เกิดขึ้นจะอยู่ในแนวแกน y และมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง ดังนั้นความเร่งนี้จึงเป็นความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง $\vec{a}_c$

จะได้ $$\vec{a}_c = \frac{v^2}{R}$$ .....*****

จะได้ $$\vec{F}_c = m\vec{a}_c$$

$$\vec{F}_c = \frac{mv^2}{R}$$ .....*****

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นคือ อัตราเร็ว (v) หรือ ความเร็ว ($\vec{v}$) ของวัตถุนั้น และการเคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้น หรือ เรียกว่าอัตราเร็วเชิงเส้นหรือความเร็วเชิงเส้น เมื่อวัตถุใดมีการเคลื่อนที่รอบตำแหน่งใดๆ เช่นการเคลื่อนที่แบบวงกลม การแกว่งของลูกตุ้ม หรือการสั่นของสปริง การเคลื่อนที่นั้นจะทำให้ระยะทางของวัตถุเปลี่ยนไปแล้ว มุมที่เทียบกับตำแหน่งนั้นก็จะเปลี่ยนไปด้วย การเคลื่อนที่ในลักษณะที่ทำให้มุมเปลี่ยนไปนี้เรียกว่า เกิดอัตราเร็วเชิงมุมหรือความเร็วเชิงมุม ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีอัตราเร็วเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมมาเกี่ยวข้อง ปริมาณนี้ในทางฟิสิกส์แทนด้วยสัญลักษณ์คือ ω (อ่านว่า โอเมก้า)

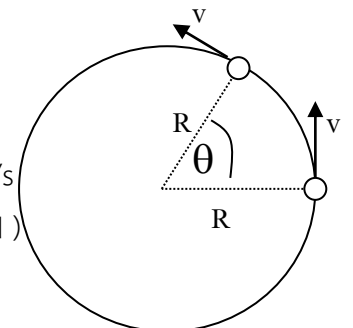
เราสามารถหาขนาดของอัตราเร็วเชิงมุมได้ดังนี้

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

เมื่อ ω คือ อัตราเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad /s

θ คือ มุมที่เคลื่อนที่กวาดไปได้ มีหน่วยเป็น เรเดียน (rad)

t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที (s)



รูป 4. การเคลื่อนที่ในแบบวงกลม

ความถี่และคาบ

ความถี่ (f) ใช้กับการกระทำที่ซ้ำ หรือ ครบรอบ ในหนึ่งหน่วยเวลา

ความถี่ คือ จำนวนครั้ง หรือ จำนวนรอบ ในหนึ่งหน่วยเวลา

ความถี่ = $\frac{\text{จำนวนครั้ง (หรือ จำนวนรอบ)}}{\text{เวลา}}$ มีหน่วยเป็น ครั้ง (หรือรอบ)ต่อวินาที , (เฮิรตซ์)

f = $\frac{n}{t}$ มีหน่วยเป็นครั้ง (หรือรอบ)ต่อวินาที เรียกหน่วยนี้ว่า เฮิรตซ์, (Hz)

คาบ (T) ใช้กับ เวลา ในการกระทำสิ่งนั้นๆ หนึ่งครั้งหรือ หนึ่งรอบ

คาบ คือ เวลาที่ใช้ ในหนึ่งครั้งหรือหนึ่งรอบ

คาบ = $\frac{\text{เวลาที่ใช้}}{\text{จำนวนครั้ง (หหรือจำนวรอบ)}}$ มีหน่วยเป็น วินาที ต่อครั้ง (หรือรอบ), วินาที (s)

T = $\frac{t}{n}$ มีหน่วยเป็น วินาทีต่อครั้ง (หรือรอบ) เรียกหน่วยนี้ว่า วินาที (s)

ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และคาบ

จะได้ $f = \frac{1}{T}$ *หรือ* $T = \frac{1}{f}$

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω)

การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้จะหาได้จาก

$S = \theta R$ ..... (1)

เมื่อ S คือ ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงที่เคลื่อนที่ได้ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

θ คือ มุมที่วัตถุเคลื่อนที่กวาดไปได้รอบจุดศูนย์กลาง มีหน่วยเป็น องศา หรือ เรเดียน

R คือ รัศมีของการเคลื่อนที่รอบจุดศูนย์กลาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

และจากสมการ $\omega = \frac{\theta}{t}$ ..... (2)

แทนค่า θ จากสมการ (1) ในสมการ (2)

จะได้ $\omega = \frac{S}{tR}$, เมื่อ ($v = \frac{S}{t}$)

จะได้ $\omega = \frac{v}{R}$

หรือ $v = \omega R$ .....*****

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คาบ (T) และ ความถี่ (f)

จาก $\omega = \frac{\theta}{t}$

เมื่อมีการเคลื่อนที่ครบรอบ จะได้ $\theta = 2\pi$ และ $t = T$ เมื่อนำไปแทนค่าจะได้

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{.....*****}$$

หรือ $\omega = 2\pi f$ .....*****

และจาก $v = \omega R$

จะได้ $v = \frac{2\pi}{T} R$ .....*****

หรือ $v = 2\pi f R$ .....*****

ตัวอย่าง โลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง และรัศมีของโลกเท่ากับ 6.37×10^6 เมตร จงคำนวณหา

ก. อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลก

ข. อัตราเร็วเชิงเส้น และขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก

วิธีทำ

ก. หาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลก

จาก $\omega = \frac{2\pi}{T}$, เมื่อ $T = 24 \times 3600 = 86400$ s

$$\omega = \frac{2 \times 3.142 \text{ rad}}{86400 \text{ s}} = 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad / s}$$

ตอบ อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลกเท่ากับ 7.27×10^{-5} เรเดียนต่อวินาที

ข. หาอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก

จาก $v = \omega R$

$v = (7.27 \times 10^{-5} \text{ rad / s})(6.37 \times 10^6 \text{ m})$

$v = 4.63 \times 10^2$ m /s

ตอบ อัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลกเท่ากับ 463 เมตรต่อวินาที

หาขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก

จาก $a_c = \frac{v^2}{R}$ และ $v = \omega R$

จะได้ $a_c = \omega^2 R$

$a_c = (7.27 \times 10^{-5} \text{ rad / s})^2 (6.37 \times 10^6 \text{ m})$

$$a_c = 3.37 \times 10^{-2}\ m/s^2$$

ตอบ ขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก เท่ากับ 3.37×10^{-2} เมตรต่อ(วินาที)^2

การเคลื่อนที่บนถนนโค้ง

ขณะที่รถยนต์กำลังเลี้ยวโค้ง ได้โดยที่รถยนต์ไม่ไถลออกนอกถนน เนื่องจากมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถ และแรงนี้จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางความโค้งของถนน แรงสู่ศูนย์กลางนี้จะมีค่าจำกัด ขึ้นอยู่กับ รัศมีความโค้งของถนน อัตราเร็วที่รถวิ่ง เมื่อฝนตกถนนลื่น แรงเสียดทาน(แรงสู่ศูนย์กลาง)จะลดลง ดังนั้นอัตราเร็วของรถยนต์จึงควรลดลงด้วย เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

ตัวอย่าง รถยนต์มวล 1,000 กิโลกรัม แล่นด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เลี้ยวโค้งบนถนนที่มีผิวอยู่ในแนวระดับและมีทางโค้ง 2 โค้ง ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร และ 500 เมตร ตามลำดับ

1. แรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์ในแต่ละกรณีมีค่าเท่าใด
2. ถ้าแรงเสียดทานที่พื้นถนนกระทำกับยางรถในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,000 นิวตัน จะมีผลอย่างไรต่อการเลี้ยวโค้งของรถยนต์ทั้งสองกรณี

วิธีทำ กรณีที่ถนนระดับมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร

จาก $\vec{F}_c = \dfrac{mv^2}{R}$

$$F_c = \frac{(1{,}000\ kg)\left(\dfrac{60 \times 10^3}{3600}\ m/s\right)^2}{100\ m}$$

$$F_c = 2{,}778\ N$$

ตอบ แรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์กรณีที่ถนนระดับมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร เท่ากับ 2,778 นิวตัน

กรณีที่ถนนระดับมีรัศมีความโค้ง 500 เมตร

จาก $\vec{F}_c = \dfrac{mv^2}{R}$

$$F_c = \frac{(1{,}000\ kg)\left(\dfrac{60 \times 10^3}{3600}\ m/s\right)^2}{500\ m}$$

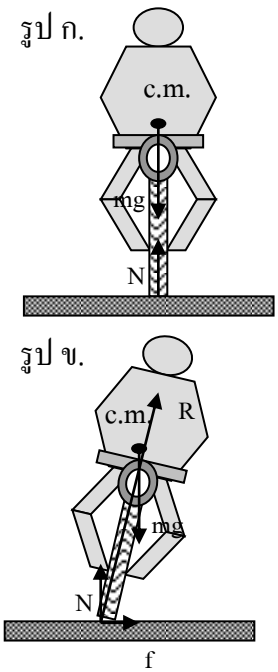
$$F_c = 555.6\ N$$

ตอบ แรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์กรณีที่ถนนระดับมีรัศมีความโค้ง 500 เมตร เท่ากับ 555.6 นิวตัน

2. เนื่องจากแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์มีค่าสูงสุด 1,000 นิวตัน รถยนต์จะต้องเลี้ยวโค้งด้วยแรงสู่ศูนย์กลางที่น้อยกว่าหรือเท่ากับแรงสู่ศูนย์กลางสูงสุดจึงจะเลี้ยวโค้งได้อย่างปลอดภัย
ตอบ กรณีที่รัศมีของทางโค้ง 100 เมตร ต้องใช้แรงสู่ศูนย์กลางถึง 2,778 นิวตัน ดังนั้นรถยนต์จึงไม่สามารถเลี้ยวโค้งได้ เป็นเหตุให้รถไถลออกนอกถนน แต่กรณีที่รัศมีของทางโค้ง 500 เมตรจะใช้แรงสู่ศูนย์กลางเพียง 555.6 นิวตัน ดังนั้นรถยนต์จึงสามารถเลี้ยวโค้งได้อย่างปลอดภัย

การเลี้ยวโค้งบนถนนระดับของรถจักรยานยนต์หรือรถจักรยาน

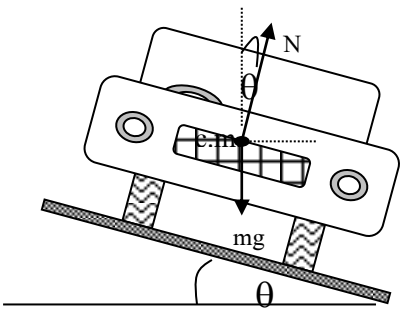
ขณะที่แล่นบนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถกับคนมากมายรวมทั้งแรงเสียดทานที่กระทำที่ล้อให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ยังมี $m\vec{g}$ คือ น้ำหนักของรถและคน , $\vec{N}$ คือ แรงที่พื้นกระทำต่อรถและคน ในขณะที่แล่นในแนวตรง และ $\vec{f}$ คือ แรงเสียดทานที่พื้นถนนกระทำกับด้านข้างของล้อรถในทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง , $\vec{R}$ คือ แรงลัพธ์ของแรง $\vec{f}$ และ $\vec{N}$ เมื่อแล่นในแนวโค้งหรือเอียง พิจารณาจากรูปต่อไปนี้



รูป 5. แสดงแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์

จากรูป 5 ก. พิจารณาขณะที่แล่นในแนวตรงบนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์หรือรถจักยาน คือ น้ำหนัก $m\vec{g}$ ของรถและคน , แรง $\vec{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน โดยแนวของแรงทั้งสอง จะผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคนอยู่ในแนวดิ่ง ทำให้รถไม่มีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ จึงทำให้รถไม่ล้ม

จากรูป 5 ข. พิจารณาขณะที่แล่นในแนวโค้งและ**เอียงรถ**บนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์หรือรถจักยาน คือ น้ำหนัก $m\vec{g}$ ของรถและคน , แรง $\vec{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน และ แรงเสียดทาน $\vec{f}$ ที่พื้นถนนกระทำกับด้านข้างของล้อรถในทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง เป็นผลให้**เกิดแรงลัพธ์ $\vec{R}$ ของแรง $\vec{f}$ และ $\vec{N}$ เมื่อแล่นในแนวโค้ง รถจึงจำเป็นต้องเอียง** เพื่อให้แรงลัพธ์ $\vec{R}$ ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถไม่มีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ **จึงทำให้รถไม่ล้ม**



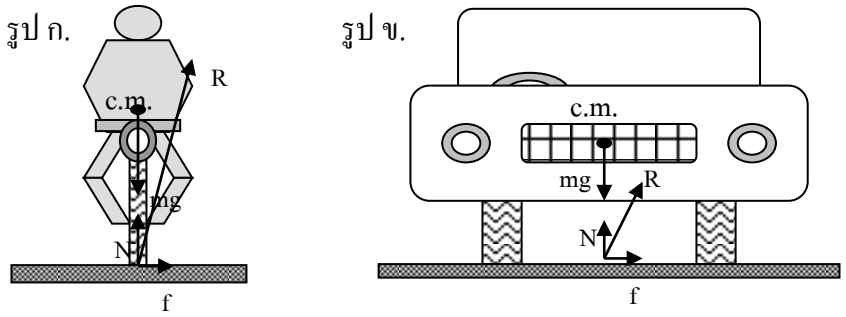
รูป 7. แรงกระทำต่อรถขณะที่กำลังแล่น

จากรูป 5 ค. พิจารณาขณะที่แล่นในแนวโค้งและ**ไม่เอียงรถ** บนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์หรือรถจักยาน คือ น้ำหนัก $m\vec{g}$ ของรถและคน , แรง $\vec{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและ

คน และ แรงเสียดทาน $\vec{f}$ ที่พื้นถนนกระทำกับด้านข้างของล้อรถในทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง เป็นผลให้ **เกิดแรงลัพธ์ $\vec{R}$ ของแรง $\vec{f}$ และ $\vec{N}$ เมื่อแล่นในแนวโค้ง เมื่อไม่เอียงรถ** แรงลัพธ์ $\vec{R}$ ก็จะไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถมีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ **จึงทำให้รถล้ม**

การยกขอบถนนโค้ง

เพื่อให้การเลี้ยวโค้งปลอดภัยขึ้น ด้วยความเร็วที่แตกต่างจากถนนโค้งในแนวระดับ โดยมีหลักให้แรงลัพธ์ $\vec{R}$ ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถไม่มีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ พิจารณาจากรูปต่อไปนี้



รูป 6. แรงกระทำต่อรถขณะที่กำลังแล่นเลี้ยวโค้งบนถนนพื้นระดับ

จากรูป 6 ก. และ รูป6 ข. เมื่อแล่นบนถนนโค้งแล้วไม่มีการเอียงรถ แรงลัพธ์ จะไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถมีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ จึงทำให้รถล้มหรือพลิกคว่ำได้

ดังนั้นวิศวกรจึงออกแบบถนนโดยการยกขอบถนนโค้ง เพื่อให้รถแล่นด้วยความปลอดภัย ด้วยความเร็วที่เป็นไปได้ โดยไม่อาศัยแรงเสียดทาน $\vec{f}$ ยกเว้นรถแล่นด้วยอัตราเร็วที่ไม่พอดีรถจึงจะอาศัยแรงเสียดทาน $\vec{f}$ ช่วย

จากรูป 7. เมื่อยกขอบถนน เมื่อแล่นด้วยอัตราเร็วที่เป็นไปได้ จะไม่มีแรงเสียดทาน $\vec{f}$ ที่ด้านข้างของล้อรถ จะมีแรงกระทำที่รถคือ น้ำหนัก $m\vec{g}$ ของรถและคน และ แรง $\vec{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน โดย องค์ประกอบของแรง $\vec{N}$ ที่ขนานกับพื้นระดับ (ไม่ใช่พื้นถนน) จะทำให้เกิดแรงสู่ศูนย์กลาง คือ $\vec{F}_c$ ดังนั้นเราสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่า ความเอียงของถนน (การยกขอบถนน) สัมพันธ์กับอัตราเร็วที่เป็นไปได้ดังนี้

จาก $\vec{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

ดังนั้น $N \sin\theta = \frac{mv^2}{R}$

และ $N \cos\theta = mg$

จะได้ $\frac{N\sin\theta}{N\cos\theta} = \frac{mv^2}{Rmg}$

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

สมการ $\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$ แสดงให้เห็นว่าในการสร้างถนนทางโค้งเอียงทำมุมกับแนวระดับนั้นต้องคำนึงถึงอัตราเร็วของรถขณะเลี้ยวและรัศมีของทางโค้งเพื่อให้การขับรถปลอดภัย

ตัวอย่าง รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บนถนนโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 150 เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน พื้นถนนควรเอียงทำมุมเท่าไร กับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ การหามุมที่พื้นถนนทำกับแนวระดับ หาได้จากสมการ

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

แทนค่า $$\tan\theta = \frac{(16.67\ \text{m/s})^2}{(150\ \text{m})(9.8\ \text{m/s}^2)} = 0.189$$

$$\theta = 10.5^\circ$$

คำตอบ พื้นถนนจะต้องเอียงทำมุม 10.5 องศากับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

ตัวอย่าง รถยนต์มวล 1,550 กิโลกรัม แล่นเลี้ยวบนถนนระดับ ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 50 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวโค้งได้ คือแรงสู่ศูนย์กลาง

$$\vec{F}_c = \frac{mv^2}{R}$$

$$F_c = \frac{(1{,}550\ \text{kg})(10\ \text{m/s})^2}{50\ \text{m}}$$

$$F_c = 3{,}100\ \text{N}$$

คำตอบ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย เท่ากับ 3,100 นิวตัน

ตัวอย่าง ถ้าแกว่งเชือกยาว L ซึ่งมีวัตถุมวล m ผูกที่ปลายให้เคลื่อนที่แบบเพนดูลัมกรวย โดยให้แนวเส้นเชือกทำมุม θ กับแนวดิ่ง รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมเท่ากับ r และวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว v จงหามุม θ ที่เส้นเชือกทำกับแนวดิ่ง

วิธีทำให้T เป็นแรงดึงในเส้นเชือก แรงองค์ประกอบของ T ในแนวระดับเท่ากับ T $\sin\theta$ ซึ่งเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

จาก $\vec{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

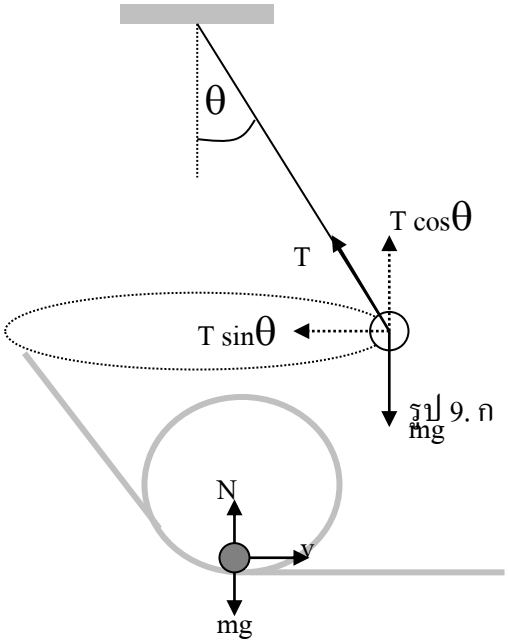
แทนค่า $T\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$

แรงองค์ประกอบของ T ในแนวดิ่งคือ $T\cos\theta$ ซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนัก mg แต่กระทำวัตถุในแนวตรงข้ามกัน ในสมดุล

$T\cos\theta = mg$

จะได้ $\frac{T\sin\theta}{T\cos\theta} = (\frac{mv^2}{R})(\frac{1}{mg})$

$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$

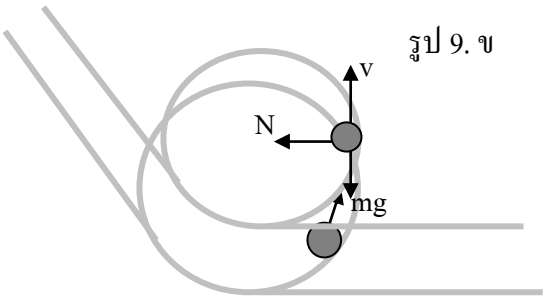


รูป 9. ก

คำตอบ มุมที่เส้นเชือกทำกับแนวดิ่งเท่ากับ $\tan^{-1}(\frac{v^2}{Rg})$

การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง

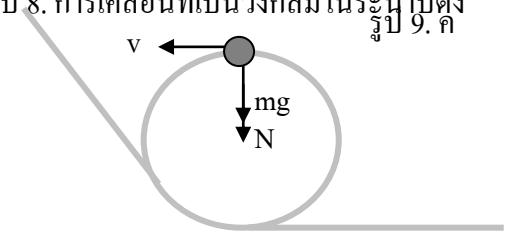
การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง ได้แก่ การเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะไปตามรางรูปวงกลมในระนาบดิ่ง ทุกๆหนแห่งที่ลูกกลมโลหะเคลื่อนที่ผ่านจะมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อลูกกลมโลหะเพื่อเปลี่ยนทิศของความเร็ว แรงสู่ศูนย์กลางมีค่าเป็นอย่างไร เมื่อลูกกลมโลหะอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ ในรางรูปวงกลม ดังรูป 8. ดังนั้นจะต้องระลึกว่าเพราะลูกกลมถูกแรงโน้มถ่วงกระทำอยู่ตลอดเวลาด้วย ผลของแรงโน้มถ่วงที่กระทำนี้ จะทำให้อัตราเร็วของการเคลื่อนที่ไม่สามารถจะรักษาให้คงตัวได้ แต่จะต้องเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะได้เรียนในบทต่อไป



รูป 9. ข

รูป 8. การเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง

การคิดหาค่าแรงที่ต้องการที่จะกระทำให้วัตถุวิ่งโค้งอาจทำได้ตามหลักเกณฑ์ปกติ เช่น กรณีลูกกลมโลหะอยู่ ณ ตำแหน่งล่างสุดของรางวงกลม แรงที่รางกระทำกับวัตถุจะเป็นเท่าใด ขณะที่วัตถุมีอัตราเร็ว v และรางมีรัศมีความโค้งเป็น R



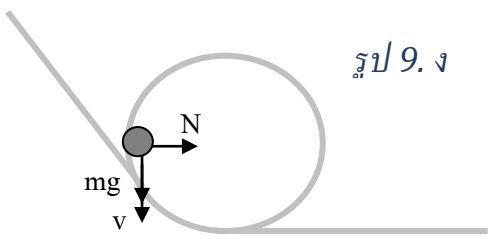
รูป 9. ค

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ก จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = N - mg$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N



รูป 9. ง

รูป 9. แรงต่อการเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่งที่จุดต่างๆ

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R} + mg$ .....*****

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ข จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = N$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R}$ .....*****

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ค จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = N + mg$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R} - mg$ .....*****

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ง จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

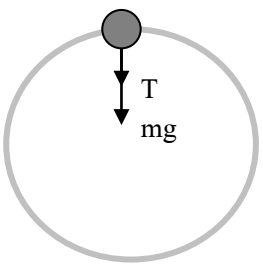
จะได้ $F_c = N$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R}$ .....*****

ตัวอย่าง ผูกวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ด้วยเส้นเชือกยาว 1 เมตร แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบดิ่ง ขณะวัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งต่ำสุด วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุด เมื่อแรงตึงในเส้นเชือกเท่ากับ 6 นิวตัน

วิธีทำ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดหาได้ดังนี้



จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = T + mg$

จะได้ $T + mg = \frac{mv^2}{R}$

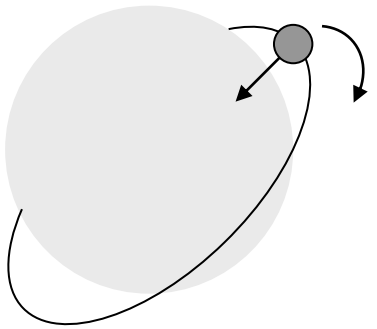
v^2 = R (T + mg) / m = (1 kg) (6 N + (1 kg)(10 m/s^2)) / (1 kg)

v^2 = 16 (m/s)^2

v = 4 m/s

คำตอบ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ 4 เมตรต่อวินาที

การเคลื่อนที่ของดาวเทียม



รูป 10. การเคลื่อนที่ของดาวเทียมรอบโลก

ดาวเทียมที่โคจรรอบโลกมีเป็นจำนวนมาก ดาวเทียมแต่ละดวงจะทำหน้าที่ต่างๆกัน เช่นดาวเทียมอุตุนิยม ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดาวเทียมสื่อสารและดาวเทียมจารกรรมทางทหาร เป็นต้น ดาวเทียมแต่ละดวงมีรัศมีวงโคจรต่างกันแต่ต่างก็เคลื่อนที่รอบโลกในแนววงกลม โดยมีแรงที่โลกดึงดูดดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อดาวเทียม ดาวเทียมแต่ละดวงจะเคลื่อนที่รอบโลกด้วยอัตราเร็วอย่างไร

จากรูป 10. ดาวเทียมมวล m โคจรรอบโลกด้วยอัตราเร็ว v ณ ตำแหน่งวงโคจรซึ่งห่างศูนย์กลางของโลกเป็นระยะ R ให้ M เป็นมวลของโลก F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลางซึ่งเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำกับดาวเทียม และหาค่าของแรงนี้ได้จากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

จาก $F = \frac{GMm}{R^2}$

และ $F_c = \frac{mv^2}{R}$

ดังนั้น $\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$

$v^2 = \frac{GM}{R}$

จาก $v^2 = \frac{GM}{R}$ จะเห็นว่า ดาวเทียมที่มีรัศมีวงโคจรต่างกันจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงเส้นต่างกันด้วย

การส่งดาวเทียมขึ้นไปสู่วงโคจรต่างๆ รอบโลกนั้น ได้มีการกำหนดรัศมีวงโคจรไว้ก่อน แล้วคำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำกับดาวเทียมและอัตราเร็วเชิงเส้นในวงโคจรนั้นๆ เมื่อยิงดาวเทียมขึ้นไปจนมีความสูงหรือรัศมีของการโคจรตามต้องการแล้ว จึงปรับทิศทางและอัตราเร็วของดาวเทียมเพื่อให้เข้าสู่วงโคจรรอบโลกตามที่กำหนดไว้

เมื่อสังเกตดาวเทียมสื่อสารจากพื้นโลก จะเห็นดาวเทียมสื่อสารอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมคลอดเวลา ที่เป็นเช่นนี้ เพราะดาวเทียมสื่อสารมีคาบของการโคจรรอบโลกเท่ากับคาบการหมุนของโลกรอบตัวเอง หรืออัตราเร็วเชิงมุมของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมในการหมุนรอบตัวเองของโลก และการที่ดาวเทียมสื่อสารอยู่ที่ตำแหน่งเดิมโดยไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้สถานีภาคพื้นดินและดาวเทียมสามารถติดต่อกันได้ตลอดเวลา

ตัวอย่าง โลกหมุนรอบตัวเองเท่ากับ 24 ชั่วโมง รัศมีวงโคจรรอบโลกของดาวเทียมสื่อสารจะต้องเป็นเท่าใดและมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่าใด กำหนดให้ G = 6.67×10^{-11} นิวตัน (เมตร)^2 ต่อ (กิโลกรัม)^2 มวลของโลก = 5.95×10^{24} กิโลกรัม

วิธีทำ เนื่องจากคาบของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับคาบของการหมุนรอบตัวเองของโลก

จาก $\omega = \frac{2\pi}{T}$, เมื่อ T = 24 x 60 x 60 s = 86,400 s

จะได้ $\omega = \frac{(2)(\frac{22}{7})}{86{,}400\ s} = 7.27\times10^{-5}$ rad / s ..... **ตอบ**

จาก $v^2 = \frac{GM}{R}$, และ $v = \omega R$

จะได้ $R^3 = \frac{GM}{\omega^2} =$

$$\frac{(6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2)(5.95\times10^{24}\ kg)}{(7.27\times10^{-5}\ rad/s)^2}$$

$R^3 = 74848.19\times10^{18}\ m^3$

$R = 42.14\times10^{6}\ m$ .....

ตอบ

คำตอบ รัศมีวงโคจรรอบโลกของดาวเทียมเท่ากับ 42.14 เมตร

อัตราเร็วเชิงมุมของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับ 7.26×10^{-5} เรเดียนต่อวินาที