



คู่มือใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้

คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรูปของแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิธีการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ รวมทั้งการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบของเนื้อหา

แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง งานและพลังงาน

ชุดที่ 2 เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ชุดที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

2. เอกสารชุดนี้ประกอบด้วย

2.1 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201)

2.2 ขั้นตอนการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้

2.3 บทบาทของครู

2.4 บทบาทของนักเรียน

2.5 แบบฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (ว31201)

3. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียม

3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน

3.2 แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์

3.3 แบบบันทึกคะแนน

3.4 แบบทดสอบหลังเรียน

3.5 แบบประเมินทักษะการปฏิบัติ

3.6 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์





4. การประเมินผลการเรียนรู้

4.1 ประเมินผลด้านความรู้ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้จากแบบทดสอบ

4.1.1 ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน

4.1.2 ตรวจสอบใบกิจกรรม

4.1.3 ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน

4.2 ประเมินด้านทักษะการปฏิบัติ

4.2.1 ประเมินตามสภาพจริงจากการสังเกตและบันทึกลงในแบบประเมิน

4.3 ประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.3.1 ประเมินตามสภาพจริงจากการสังเกตและบันทึกลงในแบบประเมิน





คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201)

ก่อนนำแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ไปใช้ ควรปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์และปฏิบัติตามขั้นตอนในการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ให้ถูกต้องตามลำดับ
2. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้โดยละเอียด และปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครบทุกขั้นตอน
3. ศึกษาเนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผลของแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) อย่างละเอียด





ขั้นตอนการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201)

ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนในการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ให้เข้าใจ ดังนี้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ใช้เวลา 60 นาที
2. อธิบายวิธีการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201)
3. ชี้แจงบทบาทของนักเรียนให้เข้าใจบทบาทของตนเองในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละชุดของแบบฝึกทักษะการเรียนรู้
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเกี่ยวกับวิธี ขั้นตอน และบทบาทของนักเรียน ตลอดจนข้อสงสัยอื่น ๆ
5. ดำเนินการจัดกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่กำลังเรียน
6. ดำเนินการจัดกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้
7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนมา โดยให้นักเรียนอภิปรายและครูคอยชี้แนะ เพิ่มเติมเพื่อให้องค์ความรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ใช้เวลา 60 นาที



บทบาทของครู

สิ่งที่ครูควรปฏิบัติก่อนใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ ขณะใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ และหลังใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้มีดังนี้

1. ควรศึกษาและทำความเข้าใจวิธีการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม รวมทั้งวิธีวัดและประเมินผลของแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ให้ชัดเจน
2. ควรค้นคว้าและอ่านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม จากหนังสือเรียน และหนังสือเสริมประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้มีความรู้ความแม่นยำในเนื้อหาให้มากยิ่งขึ้น
3. ควรเตรียมการจัดกิจกรรมล่วงหน้าและเตรียมสถานที่ตลอดจนสื่อต่างๆ ให้พร้อมก่อนใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201)
4. ควรเตรียมสื่อต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนที่ไม่อาจบรรจุลงในแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ได้
5. ควรชี้แจงบทบาทของนักเรียน เวลาที่ใช้ในการประกอบกิจกรรมแต่ละกิจกรรมหรือแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนทราบ
6. แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน ก่อนเริ่มเรียนในแต่ละชุด
8. แจกแบบฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ให้นักเรียนศึกษา และแนะนำวิธีใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนจะได้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
9. ดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
10. ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูควรให้การดูแลอย่างทั่วถึง และให้คำแนะนำกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจในกิจกรรมต่าง ๆ และต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองมากที่สุด
11. หากมีนักเรียนคนใดเรียนไม่ทัน ครูควรให้คำแนะนำหรืออาจมอบหมายงานหรือเอกสารให้ศึกษาเพิ่มเติมในเวลาว่าง
12. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากที่ยังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เสร็จเรียบร้อยแล้วในแต่ละชุด
13. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ครูควรตรวจคำตอบแล้วแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบทันทีและเมื่อเรียนจบเนื้อหาให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ครูตรวจคำตอบแล้วแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบ เพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง หากมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ครูควรให้นักเรียนรับแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ เรื่องที่ไม่ผ่านเกณฑ์ศึกษาเองเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน
14. ควรสรุปผลการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ สภาพปัญหาและข้อเสนอแนะ หลังจากใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ แต่ละครั้ง เพื่อนำไปปรับปรุงในการใช้ครั้งต่อไป

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่นักเรียนควรปฏิบัติก่อนใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ ขณะใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้และหลังใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ มีดังนี้

1. อ่านคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาแบบฝึกทักษะการเรียนรู้
2. นักเรียนรับแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) คนละ 1 ชุด ที่ครูผู้สอน
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลา 60 นาที เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน
4. นักเรียนศึกษาแบบฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในกิจกรรม
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลา 60 นาที เพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนหลังจากทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วในแต่ละชุด
6. บอกคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนทุกชุดให้ครูทราบเพื่อบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนจากการทำกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อสรุปผลคะแนน
7. หลังจากทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเก็บวัสดุอุปกรณ์ แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว31201) ให้เรียบร้อย
8. ในการทำกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ทุกชุด ขอให้นักเรียนทำด้วยความตั้งใจให้ความร่วมมือและมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองให้มากที่สุด โดยไม่ดูเฉยก่อนทำกิจกรรมและแบบทดสอบ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชุดที่ 2 เรื่อง โมเมนตัมและการชน

สาระสำคัญ

โมเมนตัม เป็นความสามารถในการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีค่าเท่ากับผลคูณของมวล (m) กับความเร็ว (v) ของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทางโดยทิศโมเมนตัมเป็นทิศเดียวกับทิศของความเร็วของวัตถุเสมอ ซึ่งสามารถหาขนาดของโมเมนตัมได้จากผลคูณของมวลกับความเร็ว

การชน หมายถึง การที่วัตถุหนึ่งกระทบกับอีกวัตถุหนึ่งในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือในบางครั้งอาจไม่ต้องกระทบกันแต่มีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วให้ผลเหมือนกับการชนก็ถือว่าเป็นการชนกันลักษณะหนึ่ง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับโมเมนตัม และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
2. อธิบายได้ว่าการชนของวัตถุใน 2 มิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่น และบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้
3. นำกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายการชนของวัตถุใน 2 มิติและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกได้ว่าวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีโมเมนตัม โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับทิศทางความเร็ว
3. หาโมเมนตัมของวัตถุ เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ได้
4. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป
5. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ได้
6. นำกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายการชนของวัตถุใน 2 มิติและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้





แบบทดสอบก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อละ 1 คะแนน) รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน)

1. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ต้องมีปริมาณใดต่อไปนี้
 1. ความเร่ง
 2. การดล
 3. พลังงานจลน์
 4. พลังงานศักย์
2. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้
 1. ความเร็ว
 2. โมเมนตัม
 3. พลังงานจลน์
 4. แรง
3. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความต่อไปนี้เป็นจริงเสมอ
 1. โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง
 2. พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง
 3. ผลรวมของโมเมนตัมระบบทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง
 4. ผลรวมของพลังงานจลน์ระบบทั้งหมดลดลง
4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการชนของวัตถุ
 1. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน
 2. พลังงานรวมของระบบก่อนการชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังการชน
 3. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์
 4. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมใช้ไม่ได้กับวัตถุเดียว
5. เมื่อความเร็วของวัตถุหนึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า จะได้ว่า
 1. ความเร่งของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
 2. โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
 3. พลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
 4. พลังงานศักย์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า





6. บอลลูกหนึ่งมวล 100 กรัม เข้ากระทบไม้ตีด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที และกระดอนออกจากไม้ตีด้วยความเร็ว 40 เมตร/วินาที ในทิศตรงข้ามกับตอนเข้ากระทบ จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม้ตีกระทำต่อลูกบอล ถ้าลูกบอลกระทบไม้ นาน 1 มิลลิวินาที
1. 6.5×10^3 นิวตัน 2. 7.5×10^3 นิวตัน 3. 8.5×10^3 นิวตัน 4. 10^4 นิวตัน
7. นิดกว้างลูกบอลมวล m ด้วยความเร็ว 2v เข้าชนกับกำแพงในแนวตั้งฉากแล้วลูกบอลสะท้อนออกมาด้วยอัตราเร็วเป็นครึ่งหนึ่งของอัตราเร็วก่อนชน จงหาการดลที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็นเท่าไร
1. mv 2. 2mv 3. 3mv 4. 4mv
8. รถคันหนึ่งเริ่มเบรกขณะมีความเร็ว 20 m/s ถ้ารถวิ่งบนถนนระดับราบที่มีสัมประสิทธิ์ ของความเสียดทาน $\mu=0.50$ รถต้องใช้เวลาเบรกนานเท่าไรจึงหยุด ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
1. 2 วินาที 2. 3 วินาที 3. 4 วินาที 4. 5 วินาที
9. รถทดลอง A และ B มีมวลเท่ากัน วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง รถ B วิ่งมาชนรถ A ซึ่งอยู่นิ่ง ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ปรากฏว่ารถ B หยุดนิ่ง ส่วนรถ A วิ่งตรงไปด้วยความเร็วเท่ากับรถ B ที่วิ่งมาชนแสดงว่า
1. ผลรวมโมเมนตัมคงที่ 2. ผลรวมพลังงานจลน์คงที่
3. ข้อ 1 และ 2 คงที่ 4. ไม่มีค่าใดคงที่
10. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนด้วยความเร็ว 500 m/s ตามกฎทรงโมเมนตัม ปืนจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับลูกปืน ถ้ามวล เราต้องออกแรงเฉลี่ยเท่าไร จึงจะบังคับให้ปืนหยุดในเวลา 0.1 วินาที
1. 30 นิวตัน 2. 50 นิวตัน 3. 150 นิวตัน 4. 250 นิวตัน
11. วัตถุมวล 4m วิ่งด้วยความเร็ว v เข้าชนมวล m ซึ่งอยู่กับที่ในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ ความเร็วของมวล m หลังถูกชนเป็นเท่าไร
1. $\frac{v}{5}$ 2. $\frac{3v}{5}$ 3. $\frac{6v}{5}$ 4. $\frac{8v}{5}$

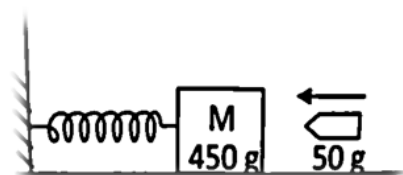




12. รถทดลองมวล 1.0 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 m/s เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากัน และอยู่นิ่งหลังการชนรถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป ถ้าพลังงานจลน์ที่สูญเสียไปเปลี่ยนเป็น ความร้อน จงหาค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการชน



1. 0.25 J 2. 0.5 J 3. 0.75 J 4. 1.0 J
13. รถทดลองมวล 3m วิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที เข้าชนรถทดลอง 6m ซึ่งวิ่งไปในทิศทางเดียวกับมวล 3m ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที หลังชนรถทดลองมวล 3m มีความเร็ว 2 เมตร/วินาที ในทิศทางตรงข้ามเดิม อยากทราบว่ารถทดลองมวล 6m จะมีความเร็วกี่เมตร/วินาที
1. 4 เมตร/วินาที 2. 8 เมตร/วินาที
3. 12 เมตร/วินาที 4. 16 เมตร/วินาที
14. จากรูป สปริงอยู่ในแนวราบมีมวล M ขนาด 450 g ติดอยู่กับสปริงวางอยู่บนพื้นลื่น ยิงลูกมวล 50 g ในแนวราบเข้าไปฝังในมวล M ถ้าลูกปืนวิ่งชนมวล M ด้วยอัตราเร็ว 40 m/s สปริงจะหดตัวเข้าไปจากเดิมเท่าไร ถ้าสปริงมีค่าคงตัวเท่ากับ 800 N/m

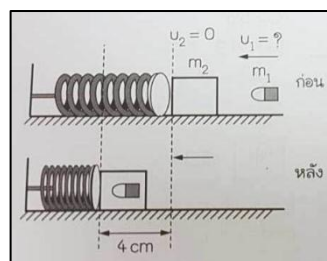


15. มวลขนาด 5 kg เคลื่อนที่ไปทางตะวันออกด้วยความเร็ว 20 m/s ไปชนกับมวลขนาด 2 kg ที่เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกด้วยความเร็ว 10 m/s แล้วมวลแรกยังคงเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s ความเร็วของมวลอันที่สองมีขนาดและทิศทางอย่างไร
1. 30 m/s ทิศตะวันออก 2. 30 m/s ทิศตะวันตก
3. 15 m/s ทิศตะวันออก 4. 15 m/s ทิศตะวันตก





16. ก้อนไม้มวล 0.1 kg วางนิ่งอยู่บนพื้นราบลื่น ยิงกระสุนยางมวล 50 g ในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 40 m/s มาชนก้อนไม้ หลังชน กระสุนยางกระดอนกลับในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 10 m/s จงหาอัตราเร็วของก้อนไม้หลังการชน
1. 5 m/s 2. 15 m/s 3. 20 m/s 4. 25 m/s
17. วัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นราบ เมื่อแตกออกเป็น 2 ก้อน โดยก้อนหนึ่งมีพลังงานจลน์เป็น 2 เท่า ก้อนที่มีพลังงานจลน์มากกว่า มีมวลเป็นกี่เท่าของก้อนที่มีพลังงานจลน์น้อยกว่า
1. $\frac{1}{4}$ เท่า 2. $\frac{1}{2}$ เท่า 3. 2 เท่า 4. 4 เท่า
18. นักกีฬาเตะลูกบอล 200 กรัม อัดกำแพงแล้วสะท้อนสวนออกมาด้วยอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที เท่ากับอัตราเร็วเดิม ถ้าแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 40 นิวตัน ลูกบอลกระทบกำแพงนานเท่าใด
1. 0.05 วินาที 2. 0.01 วินาที 3. 0.15 วินาที 4. 0.10 วินาที
19. รถกระบะมวล 1,500 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ชนรถบรรทุกที่อยู่นิ่งมีมวล 5,000 กิโลกรัม ทำให้รถกระบะกระดอนกลับด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที จงหาว่ารถบรรทุกจะเคลื่อนที่ได้ไกลสุดเท่าใด ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนนเป็น 0.2
1. 2.24 เมตร 2. 3.43 เมตร 3. 3.24 เมตร 4. 4.42 เมตร
20. สปริงอยู่ในแนวราบมีค่าคงที่ 1,000 นิวตัน/เมตร ปลายหนึ่งติดข้างฝา อีกปลายด้านหนึ่งติดกับมวล 500 กรัม วางบนพื้นไม่มีความฝืด ขณะเริ่มต้นสปริงยังไม่หด ต่อมายิงลูกปืนมวล 10 กรัม ในแนวราบเข้าไปฝังในมวล 500 กรัม เมื่อสปริงถูกกดเข้าไปเป็นระยะ 4 เซนติเมตร จงหาความเร็วของลูกปืน



1. 1.05 เมตร/วินาที 2. 1.09 เมตร/วินาที
3. 1.12 เมตร/วินาที 4. 1.80 เมตร/วินาที





กระดาษคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบแล้วทำเครื่องหมาย X ในข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อ	1	2	3	4	ข้อ	1	2	3	4
1					11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				

เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก	ตอบผิด
	1	0

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง 15 – 20	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง 10 – 14	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง 0 – 9	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุง



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ต้องมีปริมาณใดต่อไปนี้

ตอบ 3. พลังงานจลน์

วิเคราะห์โจทย์ วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ต้องมีความเร็วแน่ๆ พิจารณาจากตัวเลือก

- 1) ความเร่งไม่จำเป็นต้องมีก็ได้
- 2) การดล หรือ $\Delta P = mv - mu$ ไม่จำเป็นต้องมีความเร็วก็ได้
- 3) พลังงานจลน์ ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$) จำเป็นต้องมีแน่นอน
- 4) พลังงานศักย์ (E_p) ไม่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่

2. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้

ตอบ 2. โมเมนตัม

วิเคราะห์โจทย์ การดลมีค่า = $m\vec{v} - m\vec{u}$ (การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม)

3. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความต่อไปนี้เป็นจริงเสมอ

ตอบ 3. โมเมนตัมทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อวัตถุมีการชนกันโดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ จะได้ว่า โมเมนตัมของระบบมีค่าคงที่เสมอ

4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการชนของวัตถุ

ตอบ 2. พลังงานรวมของระบบก่อนการชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังการชน

วิเคราะห์โจทย์ ในการชนกันของวัตถุ พลังงานรวมของระบบคงที่เสมอ

5. เมื่อความเร็วของวัตถุหนึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า จะได้ว่า

ตอบ 2. โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า จะทำให้โมเมนตัมเพิ่มขึ้น 4 เท่าด้วย ($P = mv$)



6. บอลลูกหนึ่งมวล 100 กรัม เข้ากระทบไม้ตีด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที และกระดอนออกจากไม้ตีด้วยความเร็ว 40 เมตร/วินาที ในทิศตรงข้ามกับตอนเข้ากระทบ จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม้ตีกระทำต่อลูกบอล ถ้าลูกบอลกระทบไม้ นาน 1 มิลลิวินาที

ตอบ 1. 6.5×10^3 นิวตัน

วิเคราะห์โจทย์

เมื่อ $m = 0.1 \text{ kg}$

$u = -25 \text{ m/s}$

$v = 40 \text{ m/s}$ (ให้ u เป็น $-$, v เป็น $+$)

$t = 10^{-3} \text{ s}$

ต้องการหา F

$$\text{จาก } F = \frac{mv - mu}{t}$$

$$= \frac{0.1(40) - 0.1(-25)}{10^{-3}}$$

$$\therefore F = 6.5 \times 10^3 \text{ N}$$

7. นิดขว้างลูกบอลมวล m ด้วยความเร็ว v เข้าชนกับกำแพงในแนวตั้งฉากแล้วลูกบอลสะท้อนออกมาด้วยอัตราเร็วเป็น 2 เท่า ของอัตราเร็วก่อนชน จงหาการดลที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็นเท่าไร

ตอบ 3. $3mv$

วิเคราะห์โจทย์

เมื่อ $u = -v$

$v = 2v$

ต้องการหาการดล

$$\text{การดล} = mv - mu$$

$$= m(2v) - m(-v)$$

$$\therefore \text{การดล} = 3mv$$

8. รถคันหนึ่งเริ่มเบรกขณะมีความเร็ว 20 m/s ถ้ารถวิ่งบนถนนระดับราบที่มีสัมประสิทธิ์ ของความเสียดทาน $\mu = 0.50$ รถต้องใช้เวลาเบรกนานเท่าไรจึงหยุด ใช้ $g = 10 \text{ m/s}^2$

ตอบ 3. 4 วินาที

วิเคราะห์โจทย์

เมื่อ $u = 20 \text{ m/s}$

$v = 0$

$\mu = 0.50$

ต้องการหา t

$$\text{จาก } F \cdot t = mv - mu$$

$$-\mu mgt = mv - mu$$

$$t = \frac{20}{5}$$

$$\therefore t = 4 \text{ s}$$





9. รถทดลอง A และ B มีมวลเท่ากัน วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง รถ B วิ่งมาชนรถ A ซึ่งอยู่นิ่ง ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ปรากฏว่ารถ B หยุดนิ่ง ส่วนรถ A วิ่งตรงไปด้วยความเร็วเท่ากับ รถ B ที่วิ่งมาชนแสดงว่า

ตอบ 3. ข้อ 1 และ 2 คงที่

วิเคราะห์โจทย์

$$\text{เมื่อ } m_A = m_B = m$$

$$u_A = 0$$

$$u_B = 10 \text{ m/s}$$

$$v_A = 10 \text{ m/s}$$

$$v_B = 0$$

ถ้าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ จะได้ว่า

$$u_A + v_A = u_B + v_B$$

$$0 + 10 = 10 + 0$$

$$10 = 10$$

แสดงว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ ดังนั้น โมเมนตัมและพลังงานจลน์คงที่

10. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนด้วยความเร็ว 1500 m/s ตามกฎของ โมเมนตัม ปืนจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับลูกปืน ถ้ามวล เราต้องออกแรงเฉลี่ยเท่าไร จึงจะบังคับให้ปืน หยุดในเวลา 0.1 วินาที

ตอบ 2. 150 นิวตัน

วิเคราะห์โจทย์

$$\text{ทราบ } m = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$u = 1,500 \text{ m/s}$$

$$M = M$$

$$V_{\text{ปืน}} = V$$

$$\sum P_n = \sum P_f$$

$$0 = M_j V_j - m_n v_n$$

$$M_j V_j = m_n v_n$$

$$= 10 \times 10^{-3} \times 1,500$$

$$P_{\text{ปืน}} = 15 \text{ N.S}$$

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$15 = F \times 0.1$$

$$F = 150 \text{ N}$$

*ต้องใช้แรงเฉลี่ย 150 N

11. วัตถุมวล 4m วิ่งด้วยความเร็ว v เข้าชนมวล m ซึ่งอยู่กับที่ในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ ความเร็วของมวล m หลังถูกชนเป็นเท่าไร

ตอบ 4. $\frac{8v}{5}$

วิเคราะห์โจทย์

$$\text{เมื่อ } m_1 = 4m$$

$$u_1 = v$$

$$m_2 = m$$

ต้องการหา v_2

เนื่องจากเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ (ไม่สูญเสียพลังงานจลน์)

$$\text{จาก } v_2 = \frac{2m_1 u_1}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{2(4m)v}{4m + m}$$

$$v_2 = \frac{8v}{5}$$





12. รถทดลองมวล 1.0 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 m/s เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากัน และอยู่นิ่งหลังการชนรถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการชน



ตอบ 4. 1.0 J

วิเคราะห์โจทย์

เมื่อ $U_1 = 2 \text{ m/s}$
 $U_2 = 0 \text{ m/s}$
 $\sum P_{\text{ก่อน}} = \sum P_{\text{หลัง}} = 0.50$
 $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1+m_2)v$
 $(m_2) + 0 = (2m)v$
 $V = 1 \text{ m/s}$

หา $\sum k$ ที่สูญเสีย

$$\begin{aligned} \sum k_{\text{ก่อน}} &= \left(\frac{1}{2}\right)(m_1u_1^2) + \left(\frac{1}{2}\right)(m_2u_2^2) \\ &= \left(\frac{1}{2}\right) \times (1)(2)^2 \\ &= 2 \text{ J} \\ \sum k_{\text{หลัง}} &= \left(\frac{1}{2}\right)(m_1u_2)^2 \\ &= \left(\frac{1}{2}\right) (1+1)1^2 \\ &= 1 \text{ J} \\ &= \\ \sum k_{\text{ก่อน}} - \sum k_{\text{หลัง}} &= 2 - 1 \\ &= 1 \text{ J} \end{aligned}$$

13. รถทดลองมวล 3m วิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที เข้าชนรถทดลอง 6m ซึ่งวิ่งไปในทิศทางเดียวกับมวล 3m ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที หลังชนรถทดลองมวล 3m มีความเร็ว 2 เมตร/วินาที ในทิศทางตรงข้ามเดิม อยากทราบว่ารถทดลองมวล 6m จะมีความเร็วกี่เมตร/วินาที

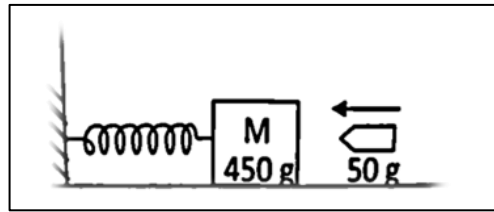
ตอบ 4. 16 เมตร/วินาที

วิเคราะห์โจทย์

เมื่อ $m_1 = 3m$
 $u_1 = 20 \text{ m/s}$
 $m_2 = 6m$
 $u_2 = 5 \text{ m/s}$
 $v_1 = -2 \text{ m/s}$
 ต้องการหา v_2

จาก $\sum P_{\text{ก่อนชน}} = \sum P_{\text{หลังชน}}$
 $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
 $3m(20) + 6m(5) = 3m(-2) + 6mv_2$
 $\therefore v_2 = 16 \text{ m/s}$





14. จากรูป สปริงอยู่ในแนวราบมีมวล M ขนาด 450 g ติดอยู่กับสปริงวางอยู่บนพื้นลื่น ینگูกมวล 50 g ในแนวราบเข้าไปฝังในมวล M ถ้าลูกปืนวิ่งชนมวล M ด้วยอัตราเร็ว 40 m/s สปริงจะหดตัวเข้าไปจากเดิมเท่าไร ถ้าสปริงมีค่าคงตัวเท่ากับ 800 N/m

ตอบ 2. 10 cm

วิเคราะห์โจทย์

ขั้นที่ 1 หา V หลังการชน

ทราบ $m = 50 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$M = 0.45 \text{ kg}$

$U_m = 40 \text{ m/s}$

$U_M = 0 \text{ m/s}$

$\sum P_{\text{ก่อน}} = \sum P_{\text{หลัง}}$

$mu + Mu = (m+M)V$

$(0.05 \times 40) + 0 = (0.05 + 0.45)V$

$2 = 0.5 V$

$V = 4 \text{ m/s}$

$E_2 = E_1$

$E_p = E_k$

$\left(\frac{1}{2}\right)kx^2 = \left(\frac{1}{2}\right)mu^2$

$800x^2 = 0.5 \times 4 \times 4$

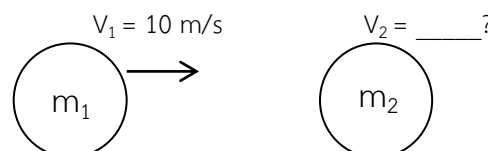
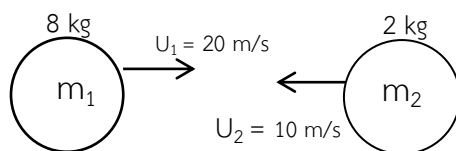
$x^2 = \left(\frac{1}{100}\right)$

$x = \left(\frac{1}{10}\right)$

$= 0.1 \text{ m}$

15. มวลขนาด 5 kg เคลื่อนที่ไปทางตะวันออกด้วยความเร็ว 20 m/s ไปชนกับมวลขนาด 2 kg ที่เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกด้วยความเร็ว 10 m/s แล้วมวลแรกยังคงเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s ความเร็วของมวลอันที่สองมีขนาดและทิศทางอย่างไร

ตอบ 30 m/s ทิศตะวันออก



ทราบ $m_1 = 8 \text{ kg}$

$m_2 = 2 \text{ kg}$

$u_1 = 20 \text{ m/s}$

$u_2 = -10 \text{ m/s}$

$v_1 = 10 \text{ m/s}$

หา $v_2 = \text{_____?}$

สูตร $\sum P_{\text{ก่อน}} = \sum P_{\text{หลัง}}$

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$(8 \times 20) - (2 \times 10) = (8 \times 10) + 2v_2$

$140 = 80 + 2v_2$

$60 = 2v_2$

$30 = v_2$

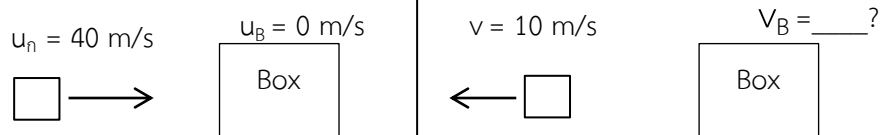
*ความเร็วหลังชนก้อนที่ 2 = 30 m/s ไปทางทิศตะวันออก





16. ก้อนไม้มวล 0.1 kg วางนิ่งอยู่บนพื้นราบลื่น ยิงกระสุนยางมวล 50 g ในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 40 m/s มาชนก้อนไม้ หลังชน กระสุนยางกระดอนกลับในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 10 m/s จงหาอัตราเร็วของก้อนไม้หลังการชน

ตอบ 4. 25 m/s



วิเคราะห์โจทย์

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{ก่อน}} &= \sum P_{\text{หลัง}} \\ m_n u_n + m_B u_B &= m_n v_n + m_B v_B \\ (0.05 \times 40) + 0 &= (0.05 \times (-10)) + 0.1 v_B \\ 2 &= -0.5 + 0.1 v_B \\ 2.5 &= 0.1 v_B \\ 25 &= v_B \text{ m/s} \end{aligned}$$

17. วัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นราบ เมื่อแตกออกเป็น 2 ก้อน โดยก้อนหนึ่งมีพลังงานจลน์เป็น 2 เท่า ก้อนที่มีพลังงานจลน์มากกว่า มีมวลเป็นกี่เท่าของก้อนที่มีพลังงานจลน์น้อยกว่า

ตอบ 2. $\frac{1}{2}$ เท่า

ทราบ $P_1 = P_2$
 $E_{k1} = 2E_k$
 $E_{k2} = E_k$
 ทราบ $\frac{m_1}{m_2} = \dots\dots\dots?$

สูตร $P_n = P_n$
 $0 = P_1 - P_2$
 $P_1 = P_2$
 $m_1 v_1 = m_2 v_2$

$$\begin{aligned} E_{k1} &= 2E_k \\ \frac{1}{2} m_1 v_1 v_1 &= 2 \times \frac{1}{2} m_2 v_2 v_2 \end{aligned}$$

$$v_1 = 2v_2$$

$$\begin{aligned} \frac{m_1}{m_2} &= \frac{v_2}{v_1} \\ \frac{m_1}{m_2} &= \frac{v_2}{2v_2} \\ \frac{m_1}{m_2} &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$





18. นักกีฬาเตะลูกบอล 200 กรัม อัดกำแพงแล้วสะท้อนสวนออกมาด้วยอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที เท่ากับอัตราเร็วเดิม ถ้าแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 40 นิวตัน ลูกบอลกระทบกำแพงนานเท่าใด

ตอบ 1. ลูกบอลกระทบกำแพงใช้เวลานาน 0.05 วินาที

วิเคราะห์โจทย์

ทราบ	$u = 5 \text{ m/s}$	จาก	$F = \frac{mv - mu}{t} = \frac{mv - m(-u)}{t}$
	$v = 5 \text{ m/s}$		$40 = \frac{mv + mu}{t} = \frac{0.2(5) + 0.2(5)}{t}$
			$t = 0.05 \text{ วินาที}$

19. รถกระบะมวล 1,500 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ชนรถบรรทุกที่อยู่นิ่งมีมวล 5,000 กิโลกรัม ทำให้รถกระบะกระดอนกลับด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที จงหาว่ารถบรรทุกจะเคลื่อนที่ได้ไกลสุดเท่าใด ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนนเป็น 0.2

ตอบ 3. รถบรรทุกจะเคลื่อนที่ได้ไกลสุด 3.24 เมตร

วิเคราะห์โจทย์

ทราบ	$u_1 = 10 \text{ m/s}$	$m_1 = 1,500 \text{ kg}$
	$u_2 = 0 \text{ m/s}$	$m_2 = 5,000 \text{ kg}$
	$v_1 = 2 \text{ m/s}$	$S = \dots\dots\dots?$
	$v_2 = \dots\dots\dots?$	

หาความเร็วหลังชนของรถบรรทุก

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$1500(10) + 0 = 1500(-2) + 5000(v_2)$$

$$15000 + 3000 = 5000v_2$$

$$v_2 = 3.6 \text{ m/s}$$

หาระยะทางที่รถบรรทุกเคลื่อนที่หลังชน จากกฎอนุรักษ์พลังงาน

$$\sum E_A = \sum E_A$$

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

$$\frac{1}{2}mv^2 = \mu mgs$$

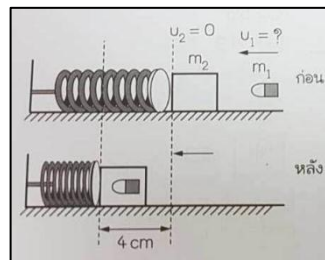
$$\frac{1}{2}(3.6)^2 = 0.2(10)S$$

$$S = 3.24 \text{ m}$$





20. สปริงอยู่ในแนวราบมีค่าคงที่ 1,000 นิวตัน/เมตร ปลายหนึ่งติดข้างฝา อีกปลายด้านหนึ่งติดกับมวล 500 กรัม วางบนพื้นไม่มีความฝืด ขณะเริ่มต้นสปริงยังไม่หด ต่อมายิงลูกปืนมวล 10 กรัม ในแนวราบเข้าไปฝังในมวล 500 กรัม เมื่อสปริงถูกกดเข้าไปเป็นระยะ 4 เซนติเมตร จงหาความเร็วของลูกปืน



ตอบ 4. ความเร็วของลูกปืน 1.80 เมตร/วินาที

วิเคราะห์โจทย์

จากกฎอนุรักษ์พลังงานสปริงหดเข้าไป 4 cm

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 &= \frac{1}{2}kx^2 \\ \frac{1}{2}(510 \times 10^{-3})v^2 &= \frac{1}{2}(1000)(4 \times 10^{-2})^2 \\ v &= 1.77 \text{ m/s}\end{aligned}$$

จากกฎอนุรักษ์โมเมนตัม หาความเร็วลูกปืน

$$\begin{aligned}m_1u_1 + m_2u_2 &= m_1v_1 + m_2v_2 \\ 500u_1 + 0 &= (500 + 10)1.77 \\ u_1 &= 1.80 \text{ m/s}\end{aligned}$$





โมเมนตัมและการชน

สเนกเกอร์ (snooker) เป็นตัวอย่างที่เด่นชัดเกี่ยวกับโมเมนตัมและการชนของวัตถุ ผู้เล่นต้องพยายามทำให้ลูกสเนกเกอร์ ที่ถูกชนเคลื่อนที่ไปในทิศทางและมีความเร็วตามที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางของลูกสเนกเกอร์ที่เคลื่อนที่เข้ามาชน

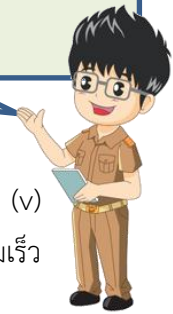




โมเมนตัม

เราอาจเคยสงสัยว่า เมื่อแมลงตัวหนึ่งบินมาชนกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เราอ่านอยู่ ปรากฏว่าแมลงตัวนั้นไม่เป็นอะไรเลย แต่ถ้าเราขว้างกระดาษหนังสือพิมพ์แล้วตีแมลงตัวนั้น ปรากฏว่าแมลงตาย เหตุการณ์ทั้งสองให้ผลที่แตกต่างกัน ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าว สามารถอธิบายได้ด้วย “โมเมนตัม” (Momentum) “ \vec{p} ”

โมเมนตัม เป็นความสามารถในการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีค่าเท่ากับผลคูณของมวล (m) กับความเร็ว (v) ของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทางโดยทิศโมเมนตัมเป็นทิศเดียวกับทิศของความเร็วของวัตถุเสมอ ซึ่งสามารถหาขนาดของโมเมนตัมได้จาก สมการ $\vec{p} = m\vec{v}$



เมื่อ \vec{p} = โมเมนตัม มีหน่วย $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ หรือ N.s
 m = มวล มีหน่วย kg
 \vec{v} = ความเร็ว มีหน่วย m/s

ข้อสังเกต

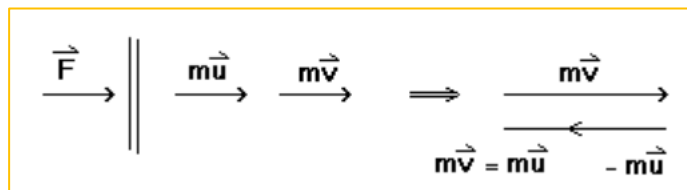
โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ พึงระมัดระวังเรื่องทิศทางของโมเมนตัมด้วย เพราะต้องคำนึงถึงทิศทางเสมอ



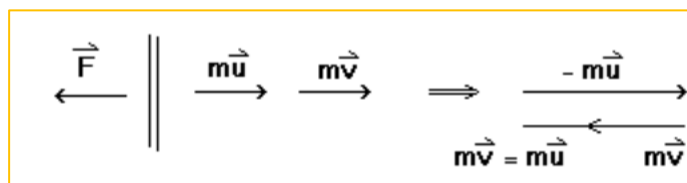


โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นเมื่อโมเมนตัมมีการเปลี่ยนแปลงไป การคำนวณหาโมเมนตัมลัพธ์ก็ใช้หลักการของเวกเตอร์ ถ้าให้แรง \vec{F} กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัม $m\vec{u}$ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไปเป็น $m\vec{v}$ พิจารณาได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

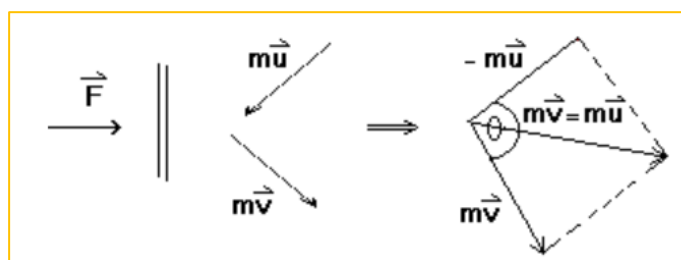
กรณีที่ 1 เมื่อทิศทางของแรง \vec{F} อยู่ในทิศเดียวกับ \vec{u} และ \vec{v} ทำให้ $v > u$



กรณีที่ 2 เมื่อทิศทางของแรง \vec{F} อยู่ในทิศสวนทางหรือตรงข้ามกับ \vec{u} และ \vec{v} ทำให้ $v > u$



กรณีที่ 3 เมื่อทิศทางของแรง \vec{F} ไม่อยู่ในทิศเดียวกับ \vec{u} และ \vec{v}







ตัวอย่างที่ 1 วัตถุมวล 2 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร

เมื่อรู้ $m = 2 \text{ kg}$, $v = 10 \text{ m/s}$, ต้องการหา P

$$\begin{aligned} \text{จาก } \vec{P} &= m\vec{v} \\ &= 2 \times 10 \\ \vec{P} &= 20 \text{ kg m/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น วัตถุมีโมเมนตัม 20 กิโลกรัมเมตร/วินาที มีทิศไปทางเหนือ

ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์ คันหนึ่งมีมวล 1,200 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยโมเมนตัม 24,000 กิโลกรัมเมตร/วินาที อยากทราบว่ารถยนต์คันนี้ กำลังแล่นด้วยขนาดความเร็วเท่าใด (ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง)

เมื่อรู้ $m = \dots\dots\dots \text{ kg}$, $P = \dots\dots\dots \text{ kg m/s}$ ต้องการหา.....

$$\begin{aligned} \text{จาก } \vec{P} &= \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots &= \dots\dots\dots v \\ \therefore v &= \dots\dots\dots \text{ m/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น รถยนต์กำลังแล่นด้วยขนาดความเร็ว..... เมตรต่อวินาที

เฉลย $m = 1200 \text{ kg}$, $P = 24000 \text{ kg m/s}$ ต้องการหา v

$$\begin{aligned} \text{จาก } \vec{P} &= m\vec{v} \\ 24000 &= 1200 v \\ \therefore v &= 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น รถยนต์กำลังแล่นด้วยขนาดความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที

ทำถูกต้องไหมครับ
ถ้าถูกต้องฝึกทำแบบฝึก
ข้อต่อไปนะครับ





ตัวอย่างที่ 3 วัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ถูกปาลงตรงๆ ในแนวตั้งด้วยอัตราเร็วเริ่มต้น 10 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที วัตถุจะมีโมเมนตัมเท่าใด

เมื่อรู้ $m = 0.5 \text{ kg}$, $u = 10 \text{ m/s}$, $a = 10 \text{ m/s}^2$, $t = 5 \text{ s}$ ต้องการหา P ต้องหา \vec{v} ก่อน

$$\begin{aligned} \text{จาก } v &= u + at \\ &= 10 + (10)5 \\ &= 60 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{และ } \vec{P} &= m\vec{v} \\ &= 0.5(60) \end{aligned}$$

$$\therefore \vec{P} = 30 \text{ kgm/s}$$

ดังนั้น วัตถุมีโมเมนตัม 30 กิโลกรัม/วินาที ทิศทางลงในแนวตั้ง

ตัวอย่างที่ 4 วัตถุมวล 5 กิโลกรัม เริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที² เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด (ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง)

$m = \dots\dots\dots\text{kg}$, $u = 0 \text{ m/s}$, $a = \dots\dots\dots \text{ m/s}^2$, $t = 10 \text{ วินาที}$ ต้องการหา P ต้องหา $\dots\dots\dots$ ก่อน

$$\begin{aligned} \text{จาก } v &= u + \dots\dots\dots \\ &= \dots\dots\dots + (2)\dots\dots\dots \\ &= \dots\dots\dots\text{m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{P} &= \dots\dots\dots \\ &= 5\dots\dots\dots \\ \therefore \vec{P} &= \dots\dots\dots \text{ kgm/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น วัตถุมีโมเมนตัม..... กิโลกรัม/วินาที

เฉลย $m = 5 \text{ kg}$, $u = 0 \text{ m/s}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$, $t = 10 \text{ วินาที}$ ต้องการหา P ต้องหา v ก่อน

$$\begin{aligned} \text{จาก } v &= u + at \\ &= 0 + (2)10 \\ &= 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{P} &= m\vec{v} \\ &= 5(20) \\ \therefore \vec{P} &= 100 \text{ kgm/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น วัตถุมีโมเมนตัม 100 กิโลกรัม/วินาที





กิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน

ข้อ 1 รถบรรทุกคันหนึ่ง มวล 10 ตัน กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 90 km/hr ไปทางทิศตะวันตก
จงหาขนาดและทิศทางของโมเมนตัม ของรถยนต์คันนี้

$$v = 90 \text{ km/hr} \leftarrow \text{Truck}$$

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

ข้อ 2 วัตถุ A มวล 4 kg เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและมีพลังงานจลน์เท่ากับ 128 จูล จงหาค่าโมเมนตัมของ
วัตถุ A

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





ข้อ 7 วัตถุหนึ่งมีความเร็ว 4 เมตร/วินาที มีพลังงานจลน์ 8 J จะมีโมเมนตัมเท่าไร

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

ข้อ 8 รถยนต์คันหนึ่งมวล 1,000 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีโมเมนตัมเท่าไร

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





ข้อ 9 วัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ถูกโยนขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที วัตถุมีโมเมนตัมเท่าไร

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

ข้อ 10 ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบบำแพงด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที โมเมนตัมของลูกบอลขณะกระทบบำแพง เท่ากับ 20 กิโลกรัม เมตร/วินาที ลูกบอลมีมวลเท่าไร

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





เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน
นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร	1
นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง	1
นักเรียนสามารถแสดงวิธีคิดหาคำตอบ	1
นักเรียนเขียนคำตอบที่เป็นจำนวนและหน่วยได้ถูกต้อง	1

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง	31 – 40	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง	21 – 30	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง	0 – 20	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุง

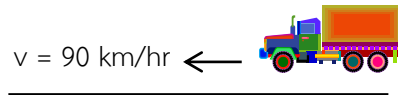




เฉลยกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ

ข้อ 1 รถบรรทุกคันหนึ่ง มวล 10 ตัน กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 90 km/hr ไปทางทิศตะวันตก จงหาขนาดและทิศทางของโมเมนตัม ของรถยนต์คันนี้



ข้อมูลที่มี $m = 10 \text{ ตัน} = 10,000 \text{ kg}$
 $V = 90 \text{ km/hr} = 25 \text{ m/s}$
 ต้องการทราบ $P = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $P = mv$
 $P = (10,000)(25)$
 $P = 2.5 \times 10^5 \text{ N.s}$

รถบรรทุกมีโมเมนตัมขนาด $2.5 \times 10^5 \text{ N.s}$
 ทิศไปทางทิศตะวันตก

ข้อ 2 วัตถุ A มวล 4 kg เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและมีพลังงานจลน์เท่ากับ 128 จูล จงหาค่าโมเมนตัมของวัตถุ A

ขั้นตอนที่ 1 หา ความเร็ว(v) ของวัตถุ
 ข้อมูลที่มี $E_k = 128 \text{ J}$
 $m = 4 \text{ kg}$
 ต้องการทราบ $v = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
 $128 = \frac{1}{2}(4)v^2$
 $v = 8 \text{ m/s}$

ขั้นตอนที่ 2 หา โมเมนตัม (P) ของวัตถุ
 ข้อมูลที่มี $m = 4 \text{ kg}$
 $v = 8 \text{ m/s}$
 ต้องการทราบ $P = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $P = mv$
 $P = (4)(8)$
 $P = 32 \text{ N.s}$

ตอบ โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 32 N.s





ข้อ 3 วัตถุ A มีมวล m วัตถุ B มีมวล $4m$ วัตถุทั้งสองมีพลังงานจลน์เท่ากัน ถ้าวัตถุ A มีโมเมนตัม $10 \text{ N}\cdot\text{s}$ วัตถุ B จะมีโมเมนตัมเท่าใด

ข้อมูลที่มี $m_A = m_A$
 $m_B = 4m_A$
 $E_{kA} = E_{kB}$
 $P_A = 10 \text{ N}\cdot\text{s}$
 ต้องการทราบ $P_B = \dots\dots\dots?$

จาก $E_{kA} = E_{kB}$
 $\frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2$
 แทนค่า $m_A \cdot v_A^2 = 4m_A \cdot v_B^2$
 $v_A^2 = 4v_B^2$
 $v_A = 2v_B$
 $0.5v_A = v_B \rightarrow$ สมการ (1)

จาก $P_A = m_A v_A$
 และ $P_B = m_B v_B$
 แทนค่า สมการ (1) $P_B = 4m_A (0.5)v_A$
 $P_B = 2m_A v_A$
 $P_B = 2 P_A$
 $P_B = 20 \text{ N}\cdot\text{s}$

ตอบ โมเมนตัมของวัตถุ B มีค่า $20 \text{ N}\cdot\text{s}$

ข้อ 4 ปล่อยวัตถุ มวล 500 กรัม ตกจากยอดตึกสูง 100 เมตร จงหาโมเมนตัมของวัตถุหลังจาก ปล่อยไปแล้ว 3 วินาที

ขั้นตอนที่ 1 หาค่าความเร็วของวัตถุ
 หลังผ่านไป 3 วินาที
 ข้อมูลที่มี $u = 0 \text{ m/s}$
 $t = 3 \text{ s}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 ต้องการทราบ $v = \dots\dots\dots?$
 จากสมการ $v = u + gt$
 $v = 0 + (10 \cdot 3)$
 $v = 30 \text{ m/s}$

ขั้นตอนที่ 2 หาโมเมนตัมของวัตถุ
 ข้อมูลที่มี $m = 0.5 \text{ kg}$
 $v = 30 \text{ m/s}$
 ต้องการทราบ $P = \dots\dots\dots?$
 จากสมการ $P = mv$
 $P = 0.5 \cdot 15$
 $P = 15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$

ตอบ โมเมนตัมของวัตถุมีค่าเท่ากับ $15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$





ข้อ 5 วัตถุมวล 2 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร

ข้อมูลที่มี $m = 2 \text{ Kg}$

$$V = 10 \text{ m/s}$$

ต้องการทราบ $P = \dots\dots\dots$?

จาก $P = mv$

$$P = 2 \times 10$$

$$P = 20 \text{ Kg.m/s}$$

ดังนั้นวัตถุมีโมเมนตัม 20 กิโลกรัม.เมตร/วินาที

ข้อ 6 รถจักรยานยนต์มวล 200 กิโลกรัมเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ 2 เมตร/วินาที² เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาทีจะมีโมเมนตัมเท่าไร

ข้อมูลที่มี $m = 200 \text{ kg}$ $a = 2 \text{ m/s}^2$

$t = 4 \text{ s}$ หา v ก่อน

จากสมการ

$$v = u + at$$

$$v = 0 + (2 \times 4)$$

$$v = 8 \text{ m/s}$$

จาก $P = mv$

$$P = 200 \times 8$$

$$P = 1600 \text{ Kg.m/s}$$

ดังนั้นมีโมเมนตัม 1600 กิโลกรัม.เมตร/วินาที

ข้อ 7 วัตถุหนึ่งมีความเร็ว 4 เมตร/วินาที มีพลังงานจลน์ 8 J จะมีโมเมนตัมเท่าไร

ข้อมูลที่มี $v = 4 \text{ m/s}$, $E_k = 8 \text{ J}$

จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$8 = \frac{1}{2}m(4)^2$$

$$m = 1 \text{ Kg}$$

จาก $P = mv$

$$P = 1 \times 4$$

$$P = 4 \text{ Kg.m/s}$$

ดังนั้นมีโมเมนตัม 4 กิโลกรัม.เมตร/วินาที





ข้อ 8 รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1,000 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีโมเมนตัมเท่าไร

ข้อมูลที่มี $m = 1,000 \text{ kg}$ $v = 20 \text{ m/s}$

จาก $P = mv$

$$P = 1000 \times 20$$

$$P = 20,000 \text{ Kg.m/s}$$

ดังนั้นมีโมเมนตัม 20,000 กิโลกรัม.เมตร/วินาที

ข้อ 9 วัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ถูกโยนขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที วัตถุมีโมเมนตัมเท่าไร

ข้อมูลที่มี $m = 0.5 \text{ kg}$ $u = 20 \text{ m/s}$

$$t = 1$$

จาก $v = u - gt$

$$v = 20 - (10)1$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

จาก $P = mv$

$$P = 0.5 \times 10$$

$$P = 5 \text{ Kg.m/s}$$

ดังนั้นมีโมเมนตัม 5 กิโลกรัม.เมตร/วินาที

ข้อ 10 ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบบก้าแพงด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที โมเมนตัมของลูกบอลขณะกระทบบก้าแพงเท่ากับ 20 กิโลกรัม เมตร/วินาที ลูกบอลมีมวลเท่าไร

ข้อมูลที่มี $P = 20 \text{ kg m/s}$ $v = 10 \text{ m/s}$

จาก $P = mv$

$$20 = m \times 10$$

$$m = 2 \text{ Kg}$$

ดังนั้นลูกบอลมีมวล 2 กิโลกรัม



การดลและแรงดล

การดล คือ ค่าของแรงดลคูณกับเวลา มีหน่วยเป็นนิวตัน.วินาทีหรือกิโลกรัม.เมตร/วินาที ซึ่งก็เป็นปริมาณที่บอกถึงการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ โดยอธิบายได้ว่า สำหรับการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุที่เท่ากัน ถ้าออกแรงมากเวลาที่ใช้ก็น้อย แต่ถ้าเวลาที่ใช้มากแรงที่ใช้ก็มีค่าน้อย

หาได้จาก

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

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

การดลที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันได้แก่ ลูกกระสุนปืนวิ่งกระทบเป้า รถยนต์ชนกัน การตอกตะปูด้วยค้อน การตีลูกเทนนิสหรือลูกขนไก่ ลูกกระทบกันของลูกบิลเลียด

การดลที่ยกตัวอย่างนี้ เป็นการดลที่ใช้เวลาสั้น ๆ แรงซึ่งกระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้เราเรียกว่า **แรงดล** มีหน่วยเป็นนิวตัน



การดล

เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v วัตถุดังกล่าวจะมีโมเมนตัมตามที่เราได้ศึกษามาจากหัวข้อที่ผ่านมา โดยทั่วไปมวลของวัตถุจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นถ้าความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง เราจะถือว่าโมเมนตัมของวัตถุไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในกรณีที่ความเร็วของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือโมเมนตัม ของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม เรียกว่า “การดล” (Impulse)

เราสามารถหาขนาดของการดลได้จาก

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

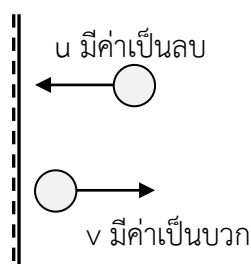
จะได้ $\Delta \vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$

$$\Delta \vec{P} = m(\vec{v} - \vec{u})$$

เมื่อ	$\Delta \vec{P}$	= การดล	หน่วย N.s
	\vec{P}_2	= โมเมนตัมปลาย	หน่วย N.s
	\vec{P}_1	= โมเมนตัมต้น	หน่วย N.s
	m	= มวลของวัตถุ	หน่วย kg
	\vec{v}	= ความเร็วปลาย	หน่วย m/s
	\vec{u}	= ความเร็วต้น	หน่วย m/s

โดยที่ \vec{v} และ \vec{u} เป็นปริมาณเวกเตอร์ดังนั้น ปริมาณ $(\vec{v} - \vec{u})$ จึงจำเป็นต้องลบกันแบบเวกเตอร์

นั่นคือ ในกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงทิศของความเร็ว ต้องมีการกำหนดทิศทางของความเร็ว โดยหนังสือเล่มนี้ มีการกำหนดทิศเข้า มีค่าเป็นลบ (-) และทิศออก มีค่าเป็นบวก (+) ดังรูป





แรงดล

เป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น แรงที่ไม่แรกเกิดกระทำต่อลูกเทนนิส ช่วงเวลาที่ลูกเทนนิสสัมผัสไม้แรกเกิดนั้นจะเป็นช่วงเวลาสั้นมาก เราจะเรียกแรงดังกล่าวว่าเป็น “แรงดล” แรงดลเป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยมีทิศเดียวกับทิศของการดล

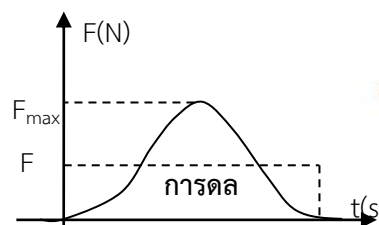
เราสามารถหาขนาดของแรงดลได้จาก อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา ตามสมการ

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \text{ หรือ } \vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{P}$$

โดยที่ \vec{F} = แรงดลเฉลี่ย หน่วย N
 $\Delta \vec{P}$ = การดล หน่วย N.s
 Δt = ช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ หน่วย s

จากสมการดังกล่าว ขนาดของแรง \vec{F} เป็นค่าของแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุ โดยที่แรงที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุกระทบกำแพง, พื้น หรือสิ่งต่าง ๆ นั้น ไม่ได้มีค่าคงที่แต่จะมีลักษณะเป็นรูปประฆังคว่ำ ดังกราฟด้านซ้ายมือ และพบว่า ค่าแรงดลเฉลี่ย จากสมการ ไม่ได้เป็นค่าแรงสูงสุดที่กระทำต่อวัตถุ

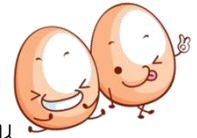
นอกจากนี้ พบว่า ขนาดของพื้นที่ใต้กราฟของกราฟ ระหว่างแรงดล F และช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ Δt มีค่าเท่ากับ ขนาดของการดลของวัตถุ



เมื่อเราทำการทดลองโดยให้ ไข่ไก่ 2 ฟองที่เหมือนกันทุกประการ ถูกปล่อยให้ตกจากที่สูงระดับเดียวกัน แต่ลักษณะของพื้นที่รองรับไข่ไก่แต่ละฟองไม่เหมือนกัน คือ ไข่ไก่ฟองแรกตกลงบนพื้นฟองน้ำหนา ในขณะที่ไข่ไก่อีกฟอง ตกลงพื้นไม้ที่แข็ง เราสามารถคาดเดาผลการทดลองได้ว่า ไข่ไก่ฟองแรกที่ตกลงบนพื้นฟองน้ำนั้น ไม่แตก ในขณะที่ไข่ไก่อีกฟองที่ตกลงพื้นไม้ที่แข็งนั้นแตก ผลของไข่ไก่ทั้งสองฟองนั้นแตกต่างกันด้วยสาเหตุใด



เมื่อเราปล่อยให้ไข่ไก่ ตกจากที่สูงระดับเดียวกันนั้นคือมีค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากัน และเมื่อไข่ไก่ทั้งสองใกล้กระทบพื้น(เกือบกระทบ) ทั้งสองต้องมีความเร็วเท่ากัน (เป็นความเร็วปลายของการเคลื่อนที่แต่เป็นความเร็วต้นของการตกกระทบ) นั่นคือ $u_1 = u_2$ และเมื่อไข่ไก่ทั้งสองกระทบพื้น (ที่แตกต่างกัน) จนหยุดนิ่ง มีความเร็วปลายเป็นศูนย์เหมือนกัน คือ $v_1 = v_2 = 0 \text{ m/s}$ จาก $\Delta P = m(\vec{v} - \vec{u})$ เราพบว่า ไข่ไก่ทั้งสองฟองมี m , u และ v เท่ากัน ดังนั้น การดลของไข่ไก่ทั้งสองฟองมีค่าเท่ากัน แต่ทำไม ไข่ทั้งสองฟองจึงมีผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน



การที่ไข่ไก่ทั้งสองฟองมีผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน(ไข่แตก กับ ไม่แตก) เนื่องด้วยระยะเวลาที่ไข่ไก่แต่ละฟองสัมผัสพื้นมีค่าแตกต่างกัน โดยไข่ไก่ฟองแรกมีระยะเวลาที่สัมผัสพื้นน้ำที่มากกว่า (ระยะเวลาตั้งแต่ไข่ไก่สัมผัสพื้นน้ำจนกระทั่งไข่ไก่หยุดนิ่ง) ไข่ไก่ฟองที่สอง(ระยะเวลาตั้งแต่ไข่ไก่สัมผัสพื้นน้ำจนกระทั่งไข่ไก่หยุดนิ่ง) และเนื่องจากไข่ไก่ทั้งสองฟองมีค่าการดลที่เท่ากัน แต่ระยะเวลาที่ไข่ไก่สัมผัสพื้นแตกต่างกัน จึงเป็นผลให้แรงที่พื้นกระทำต่อไข่ไก่ทั้งสองไม่เท่ากัน โดยพื้นพองน้ำมีแรงกระทำต่อไข่ไก่ฟองแรกน้อยกว่าเนื่องจากมีระยะเวลาที่พื้นพองน้ำสัมผัสกับไข่ไก่มากกว่า ทำให้ไข่ไก่ฟองแรกไม่แตก ซึ่งแตกต่างจากไข่ไก่ฟองที่สองที่พื้นน้ำออกแรงกระทำต่อไข่ไ้มากกว่า เนื่องจากมีระยะเวลาที่พื้นน้ำสัมผัสกับไข่น้อย ทำให้ไข่ไก่ฟองที่สองแตก

ตามกราฟระหว่างแรงดลกับเวลา จะพบว่าทั้งสองกราฟมีขนาดของพื้นที่ใต้กราฟเท่ากันแต่ระยะเวลาที่พื้นออกแรงกระทำต่อไข่ไก่ของกราฟที่สองสั้นกว่า ทำให้มีแรงกระทำ(F) มากกว่ากราฟแรก เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดลและแรงดล อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ในชีวิตประจำวันได้ เช่น

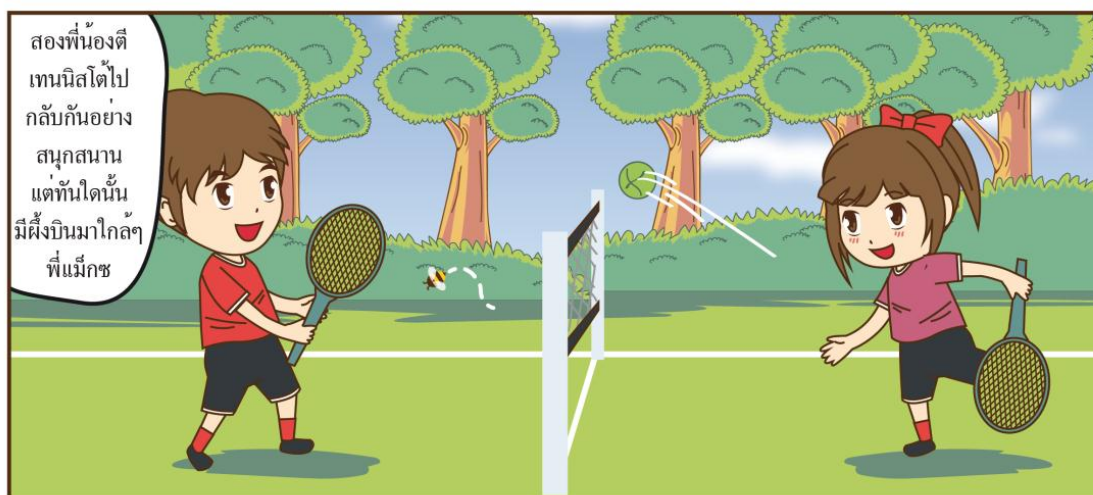
1. เมื่อเรากระโดดลงจากที่สูง เมื่อเท้าสัมผัสกับพื้นแล้ว เราจะต้องย่อตัวลงทั้งนี้เพื่อให้ระยะเวลาที่แรงกระทำกับตัวเรามีค่ามากที่สุด เพื่อที่จะทำให้ขนาดของแรงที่พื้นกระทำต่อเรามีค่าน้อยลง (เราจะได้ไม่เจ็บในการกระโดด)



2. เมื่อนักฟุตบอลต้องการรับลูกบอลที่ลอยมาหาตัวเขา เขาต้องยื่นเท้าไปข้างหน้าและเมื่อลูกบอลกระทบเท้าเขาจะดึงเข่ากลับอย่างรวดเร็วเพื่อให้ลูกบอลไม่กระเด็นไปที่อื่น (ศัพท์ทางฟุตบอลเรียกดูบอลให้ติดเท้า) การที่ลูกบอลไม่กระเด็นไปเพราะระยะเวลาที่เท้าสัมผัสลูกบอลมีค่ามาก (ตั้งแต่ลูกบอลสัมผัสเท้าจนกระทั่งบอลหยุดนิ่ง)ทำให้แรงที่เท้ากระทำต่อลูกบอลมีค่าน้อย นั่นเอง

3. นักกรีฑา บางประเภทเช่น ทูม่น้ำหนัก หรือ ฟุ่งแหลน ต้องการให้ลูกตุ้มน้ำหนัก มีอัตราเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีค่ามากที่สุด (อัตราเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับอัตราเร็วปลายของการดลของลูกตุ้มขณะที่อยู่ในมือของนักกรีฑา) เพื่อที่ให้อัตราเร็วมีค่ามากที่สุดจึงต้องออกแรงให้มากและมีระยะเวลาในการออกแรงที่นานกว่า ดังนั้นนักกรีฑา จึงต้องวิ่งหรือสลับเท้าขณะที่ปล่อยลูกน้ำหนักออกไป







ตัวอย่างที่ 5 ลูกบอลมวล 300 g เดิมอยู่นิ่งต่อมากถูกเตะออกไปด้วยความเร็วต้น 20 m/s ถ้าระยะเวลาที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลเท่ากับ 5 ms จงหาขนาดของการดลและขนาดของแรงดลที่กระทำต่อลูกบอล

ก. หาการดล

ข้อมูลที่มี $m = 0.3 \text{ kg}$
 $u = 0 \text{ m/s}$
 $v = 20 \text{ m/s}$
 ต้องการทราบ $\Delta P = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $\Delta P = m(v - u)$
 $\Delta P = 0.3(20 - 0)$
 $\Delta P = 6 \text{ N.s}$

ตอบ ขนาดการดลมีค่าเท่ากับ 6 N.s

ข. หาแรงดล

ข้อมูลที่มี $\Delta P = 6 \text{ N.s}$
 $\Delta t = 5 \times 10^{-3} \text{ s}$
 ต้องการทราบ $F = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $F\Delta t = \Delta P$
 $F \times 5 \times 10^{-3} = 6$
 $F = 1.2 \times 10^3 \text{ N}$

ตอบ ขนาดของแรงดลมีค่าเท่ากับ 1.2 kN

ตัวอย่างที่ 6 ลูกฟุตบอลมวล 0.4 kg เคลื่อนที่เข้าหาผู้รักษาประตู ด้วยความเร็ว 90 km/hr ถ้าเขาใช้เวลาในการรับลูกจนลูกฟุตบอลหยุดนิ่งภายในเวลา 0.1 วินาที จงหาแรงที่ผู้รักษาประตูกระทำต่อลูกบอลนี้

กำหนดทิศทาง ให้ทิศเข้าสู่ผู้รักษาประตู มีค่าเป็นลบ ให้ทิศออกจากผู้รักษาประตู มีค่าเป็นบวก

ข้อมูลที่มี $m = 0.4 \text{ kg}$
 $u = 90 \text{ km/hr}$
 $= -25 \text{ m/s}$
 $v = 0 \text{ m/s}$
 $\Delta t = 0.1 \text{ s}$
 ต้องการทราบ $F = \dots\dots\dots?$

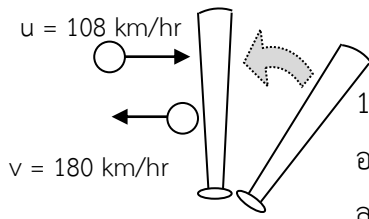
จากสมการ $F \cdot \Delta t = m(v - u)$
 $F \cdot (0.1) = 0.4(0 - (-25))$
 $F \cdot (0.1) = 0.4(25)$
 $F = 100 \text{ N}$
 ทิศออกจาก ผู้รักษาประตู

ตอบ แรงที่ผู้รักษาประตูกระทำต่อลูกบอลมีขนาด 100 N

หมายเหตุ ค่าของความเร็วต้น มีค่าติดลบ หมายความว่า

ทิศของความเร็วลูกบอลมีทิศตรงเข้าหาผู้รักษาประตู





ตัวอย่างที่ 7 ลูกเบสบอลมวล 200 g เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 108 km/hr นาย A ใช้ไม้เบสบอลตีด้วยแรง 400 N ให้เคลื่อนกลับออกไปในเส้นทางเดิมด้วยความเร็ว 180 km/hr จงหาระยะเวลาที่ลูกเบสบอลสัมผัสกับไม้เบสบอล

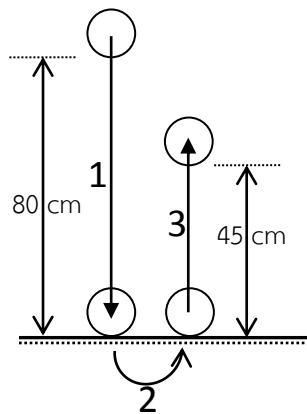
ข้อมูลที่มี $m = 0.2 \text{ kg}$
 $u = -108 \text{ km/hr}$
 $= -30 \text{ m/s}$
 $v = 180 \text{ km/hr}$
 $= 50 \text{ m/s}$
 $F = 400 \text{ s}$
 ต้องการทราบ $\Delta t = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $F\Delta t = m(v - u)$
 $400\Delta t = 0.2(50 - (-30))$
 $\Delta t = \frac{0.2 \cdot 80}{400}$
 $\Delta t = 0.04 \text{ วินาที}$

ตอบ ระยะเวลาที่ลูกเบสบอลสัมผัสกับไม้ เท่ากับ 0.04 วินาที

หมายเหตุ การที่ค่าความเร็วต้น u มีค่าเป็นลบ เนื่องจากทิศของ u เข้าหาไม้เบสบอล

ตัวอย่างที่ 8 ปล่อยลูกปิงปอง 20 g จากพื้นสูง 80 cm พบว่าลูกปิงปองกระดอนกลับขึ้นมาได้สูง 45 cm ดังรูป จงหาขนาดและทิศทางการดลของลูกปิงปอง?



กำหนดให้ ทิศเข้าสู่พื้น มีค่าเป็น ลบ (-) และ ทิศออกจากพื้นมีค่าเป็นบวก(+)

โจทย์ข้อนี้ มี 3 เหตุการณ์ ที่เกิดต่อเนื่องกัน

เหตุการณ์ที่ 1 ช่วงการตกอย่างอิสระของลูกปิงปอง

โดยที่ $u_1 = 0 \text{ m/s}$, $v_1 =$ ความเร็วขณะกระทบพื้น

เหตุการณ์ที่ 2 ช่วงกระทบพื้นของลูกปิงปอง

โดยที่ $u_2 = v_1$, $v_2 =$ ความเร็วของการกระดอนขึ้น

เหตุการณ์ที่ 3 ช่วงการเคลื่อนที่ขึ้น(อย่างอิสระ)ของลูกบอล

โดยที่ $u_3 = v_2$, $v_3 = 0 \text{ m/s}$

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์แล้วพบว่า การดลของลูกปิงปองเป็นเหตุการณ์ที่ 2 ดังนั้น เราสามารถหาค่า u_2 จาก v_1 และ หาค่า v_2 จาก u_3 ตามลำดับ





ขั้นตอนที่ 1 หาค่า v_1 (เพื่อจะได้ค่า u_2) จากเหตุการณ์ที่ 1

ข้อมูลที่มี $u = 0 \text{ m/s}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $s = 0.8 \text{ m}$
 ต้องการทราบ $v = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $v^2 = u^2 + 2gs$
 $v^2 = 0 + 2(10)(0.8)$
 $v^2 = 16$
 $v = 4 \text{ m/s}$

ดังนั้น $u_2 = 4 \text{ m/s}$ ทิศเข้าสู่พื้น

ขั้นตอนที่ 2 หาค่า u_3 (เพื่อจะได้ค่า v_2) จากเหตุการณ์ที่ 3

ข้อมูลที่มี $v = 0 \text{ m/s}$
 $g = -10 \text{ m/s}^2$
 $s = 0.45 \text{ m}$
 ต้องการทราบ $u = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $v^2 = u^2 + 2gs$
 $0 = u^2 + 2(-10)(0.45)$
 $u = 9$
 $u = 3 \text{ m/s}$

ดังนั้น $v_2 = 3 \text{ m/s}$ ทิศออกจากพื้น

ขั้นตอนที่ 3 หาขนาดของการดลลูกปิงปอง จากเหตุการณ์ 2

ข้อมูลที่มี $u_2 = -4 \text{ m/s}$
 $v_2 = +3 \text{ m/s}$
 $m = 20 \times 10^{-3} \text{ kg}$
 ต้องการทราบ $\Delta P = \dots\dots\dots?$

จากสมการ $\Delta P = m(v - u)$
 $\Delta P = 20 \times 10^{-3} (3 - (-4))$
 $\Delta P = 20 \times 10^{-3} (7)$
 $\Delta P = +0.14 \text{ N.s}$

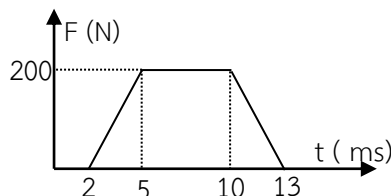
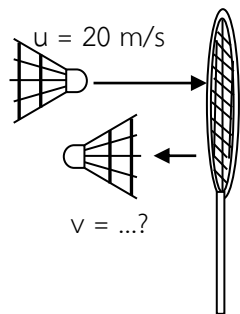
เนื่องจาก ค่าของการดลมีค่าเป็นบวก ดังนั้นการดลจึงมีทิศออกจากพื้น

ตอบ การดลของลูกปิงปองมีขนาด 0.14 N.s ทิศออกจากพื้น





ตัวอย่างที่ 9 ลูกขนไก่มวล 40 g เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s กระทบไม้แบดมินตันโดยแรงที่ไม่แบดมินตันกระทำต่อลูกขนไก่ แสดงได้ดังกราฟ จงหาขนาดและทิศทางของความเร็ววัตถุภายหลังถูกแรงกระทำ



ข้อมูลที่มี $m = 0.04 \text{ kg}$
 $u = -20 \text{ m/s}$
 $\Delta P = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$
 ต้องการทราบ $v = \dots\dots\dots?$

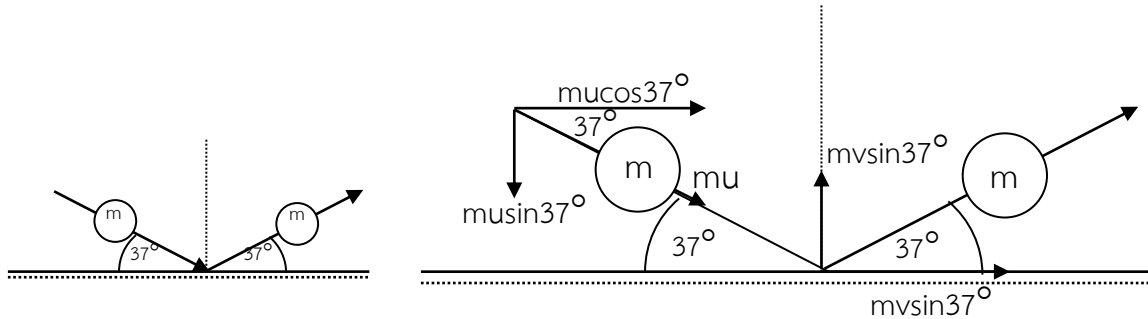
จากสมการ $\Delta P = m(v - u)$
 พื้นที่ใต้กราฟ $= m(v - u)$
 $\frac{1}{2} \cdot (200) \cdot (11 + 5) \cdot 10^{-3} = 0.04(v - (-20))$
 $1.6 = 0.04 + (v + 20)$
 $40 = v + 20$
 $v = 20 \text{ m/s}$

ตอบ ลูกขนไก่ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s





ตัวอย่างที่ 10 ลูกปิงปองมวล 20 g เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s กระทบพื้นและกระดอนด้วยอัตราเร็วเท่าเดิมดังรูป จงหาขนาดและทิศทางของการดลของลูกปิงปอง



เมื่อพิจารณา โมเมนตัม ลูกปิงปองสามารถแตกออกเป็นโมเมนตัมในแนวแกน X และ แกน Y เป็น $m u \cos(37^\circ)$ และ $m u \sin(37^\circ)$ สำหรับโมเมนตัมก่อนกระทบ และ $m v \cos(37^\circ)$ และ $m v \sin(37^\circ)$ สำหรับโมเมนตัมหลังกระทบ

เมื่อพิจารณาโมเมนตัมในแนวราบ พบว่า ค่าโมเมนตัมในแนวราบไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก $m u \cos(37^\circ)$ และ $m v \cos(37^\circ)$ มีค่าเท่ากันทั้งขนาดและทิศทาง แต่เมื่อพิจารณาโมเมนตัมในแนวตั้ง พบว่า ค่าโมเมนตัมในแนวตั้งมีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้ว่าค่า $m u \sin(37^\circ)$ และ $m v \sin(37^\circ)$ มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางของทั้งสอง ตรงข้ามกัน ดังแสดง ในรูป

<p>ข้อมูลที่มี</p> <p>$m = 0.02 \text{ kg}$</p> <p>$u = -10 \text{ m/s}$</p> <p>$v = 10 \text{ m/s}$</p> <p>$\theta = 37^\circ$</p> <p>ต้องการทราบ $\Delta P = \dots\dots\dots?$</p>	<p>จากสมการ</p> <p>$\Delta P_y = m v \cos(37^\circ) - (-m u \cos(37^\circ))$</p> <p>$\Delta P_y = m(v - (-u)) \cos(37^\circ)$</p> <p>$\Delta P_y = 0.02(10 - (-10)) \cos(37^\circ)$</p> <p>$\Delta P_y = 0.02(20)(0.8)$</p> <p>$\Delta P_y = 0.32 \text{ N.s}$</p>
---	---

ตอบ การดลมีขนาด 0.32 N.s ทิศออกจากพื้น







กิจกรรมที่ 2 แบบฝึกความเข้าใจ

คำชี้แจง พิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่กล่าวได้ถูกต้อง และ
ทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่กล่าวผิด ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 10 คะแนน

1.	การดลเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที (kg m/s) เช่นเดียวกับกับหน่วยของโมเมนตัม
2.	ขณะวัตถุ A และ B กำลังเคลื่อนที่ ถ้า A มีมวลมากกว่า B ขนาดโมเมนตัมของ A จะมากกว่า B เสมอ
3.	หนู และช้าง ตกจากหน้าผาความสูงเดียวกัน จะมีขนาดโมเมนตัมเมื่อถึงพื้นเท่ากัน
4.	มวล m เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v มีโมเมนตัมในทิศขึ้น มากกว่าโมเมนตัมในทิศลง
5.	วัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยโมเมนตัมเพิ่มขึ้น จะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นด้วย
6.	การดล ขึ้นอยู่กับแรงดล และช่วงเวลาที่แรงกระทำ
7.	การดล มีทิศทางเดียวกับโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
8.	แรงดล มีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในหนึ่งหน่วยเวลา
9.	แรงดล มักมีค่าไม่คงตัว การหาแรงดลจึงเป็นแรงดลเฉลี่ยในช่วงเวลานั้นๆ
10.	ปล่อยไข่จากความสูงเดียวกัน เมื่อไข่ตกกระทบพื้นจะแตก แต่เมื่อตกกระทบฟองน้ำจะไม่แตก เพราะไข่มีการดลขณะตกกระทบทั้งสองกรณีไม่เท่ากัน

เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก	ตอบผิด
	1	0

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง	8 – 10	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง	6 – 7	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง	0 – 5	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุง





เฉลยกิจกรรมที่ 2 แบบฝึกความเข้าใจ

คำชี้แจง พิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่กล่าวได้ถูกต้อง และ
ทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่กล่าวผิด ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 10 คะแนน

✓	1. การดลเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที (kg m/s) เช่นเดียวกับกับหน่วยของโมเมนตัม
✗	2. วัตถุ A และ B กำลังเคลื่อนที่ ถ้า A มีมวลมากกว่า B ขนาดโมเมนตัมของ A จะมากกว่า B เสมอ
✗	3. หนู และช้าง ตกจากหน้าผาความสูงเดียวกัน จะมีขนาดโมเมนตัมเมื่อถึงพื้นเท่ากัน
✗	4. มวล m เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v มีโมเมนตัมในทิศขึ้น มากกว่าโมเมนตัมในทิศลง
✓	5. วัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยโมเมนตัมเพิ่มขึ้น จะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นด้วย
✓	6. การดล ขึ้นอยู่กับแรงดล และช่วงเวลาที่แรงกระทำ
✓	7. การดล มีทิศทางเดียวกับโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
✓	8. แรงดล มีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในหนึ่งหน่วยเวลา
✓	9. แรงดล มักมีค่าไม่คงตัว การหาแรงดลจึงเป็นแรงดลเฉลี่ยในช่วงเวลานั้นๆ
✗	10. ปล่องไข่จากความสูงเดียวกัน เมื่อไข่ตกกระทบพื้นจะแตก แต่เมื่อตกกระทบฟองน้ำจะไม่แตก เพราะไข่มีการดลขณะตกกระทบทั้งสองกรณีไม่เท่ากัน



**บรรณานุกรม**

จรัญ บุระตะ. (2555). **คู่มือเรียนรู้ด้วยตนเอง (self study) ฟิสิกส์ เล่ม 2 ม.4 -6.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์นอพนธ์.

นิรันดร์ สุวรรณ์. (2554). **คู่มือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** นนทบุรี : โรงพิมพ์เพิ่มทรัพย์การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค.

อธิพงษ์ อามาศย์สมบัติ. (2562). **ลัทธิฟิสิกส์ ม.ปลาย เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

