

ภาคผนวก

รายละเอียดเนื้อหาและรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ของ

สื่อดิจิทัลสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์

ประกอบหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์



ต้นร่าง 3 กระดานเรื่องราวสื่อเว็บแอปพลิเคชัน (web application)

สำหรับ การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ

กลุ่มวิชาฟิสิกส์

แก้ไขวันที่ 4 เม.ย. 2568

ภาพรวมของสื่อ

สื่อเว็บแอปพลิเคชันสำหรับ การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้มีเครื่องมือสำหรับ วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุในวิดิทัศน์ตัวอย่างหรือวิดิทัศน์ที่ผู้ใช้ถ่ายทำขึ้นเอง โดยนำวิดิทัศน์นั้นมาระบุตำแหน่ง ของวัตถุในแต่ละช่วงเวลา แล้วคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ แล้วนำมาใช้ในการสร้างกราฟ เพื่อ หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

ในการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยสื่อฯ นี้ ผู้ใช้จะได้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุจากวิดิทัศน์ ตัวอย่างหรือวิดิทัศน์ที่ผู้ใช้ถ่ายทำขึ้นเอง โดยนำวิดิทัศน์นั้นมาระบุตำแหน่งของวัตถุในแต่ละช่วงเวลา เพื่อหาการ กระจัดของวัตถุในแนวแกน x และแนวแกน y จากนั้นกำหนดตัวแปรที่ต้องการหาความสัมพันธ์ แล้วนำข้อมูลที่ เกี่ยวข้องมาสร้างกราฟ เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นๆ โดยผู้ใช้สามารถบันทึก เปิดไฟล์ที่เคยวิเคราะห์ ส่งผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบไฟล์ excel หรือ pdf ที่สามารถเลือกและกำหนดข้อมูลที่ต้องการแสดงผลออกมา ได้

สื่อดิจิทัลมีเสียงบรรยายประกอบขั้นตอนการทำการกิจกรรม ความหมายของคำ และ คำอธิบายต่าง ๆ ตลอด การใช้งานสื่อ

ขอบเขตของสื่อ	
---------------	--

เป็นเว็บแอปพลิเคชันสำหรับที่ให้ผู้ได้มีเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุจากวิถีทัศนตัวอย่าง หรือวิถีทัศนที่ผู้ถ่ายทำขึ้นเอง โดยนำวิถีทัศนนั้นมาระบุตำแหน่งของวัตถุในแต่ละช่วงเวลา แล้วคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ต่าง ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ โดยจะมีโปรแกรมอัตโนมัติที่ช่วยในการระบุตำแหน่งของวัตถุในแต่ละช่วงเวลา คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแต่ละช่วงเวลา และสร้างเส้นแสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

เมื่อใช้สื่อเรียนรู้เรื่องนี้แล้ว คาดหวังว่า ผู้ใช้จะสามารถ

1. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุจากวิถีทัศนเพื่อหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง
2. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยใช้กราฟ

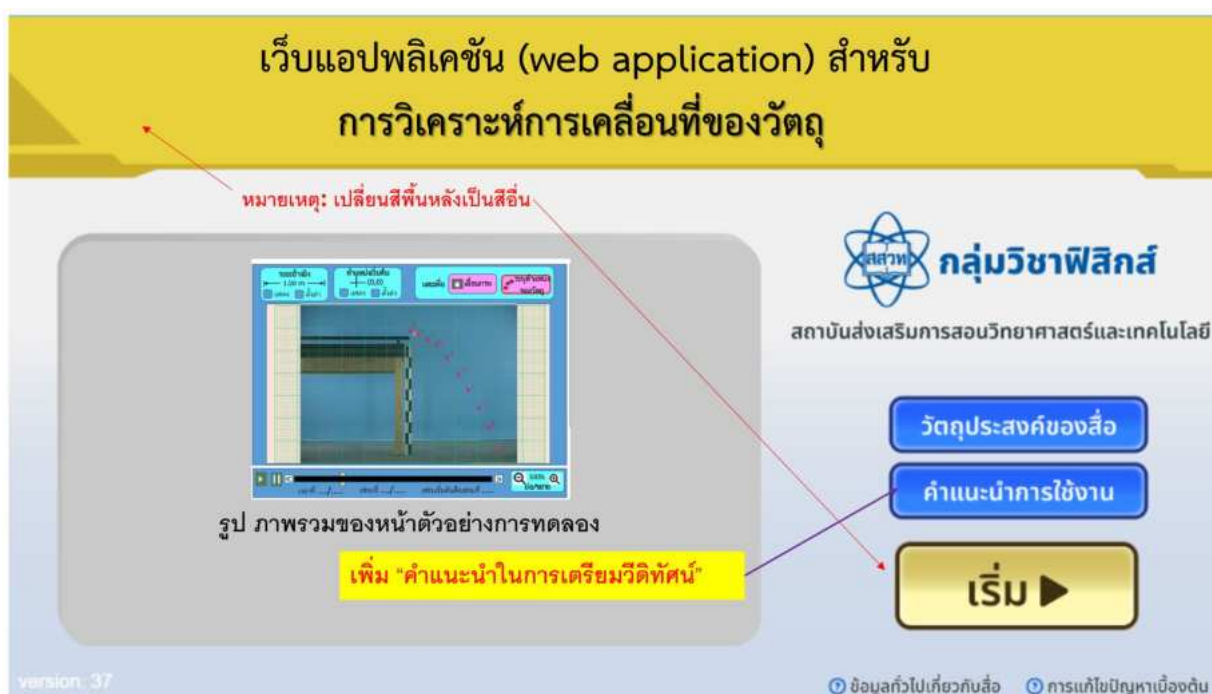


ส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม และ สรุปผลการทำกิจกรรม

หน้าปก

รายละเอียดหน้าปก

- ด้านบน ในแถบสีเข้ม แสดงชื่อประเภทสื่อและชื่อเรื่องสื่อ
 - ตรงกลางซ้ายมือ แสดง ภาพตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันในสื่อ ส่วนตรงกลางขวามือ แสดงชื่อกลุ่มวิชา ชื่อสถาบัน ปุ่มกดดู “วัตถุประสงค์ของสื่อ” ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” และ ปุ่ม “เริ่ม” ให้เข้าไปใช้งาน
- ด้านล่างขวา เป็นข้อความ “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” และ “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” ที่กดดูรายละเอียดได้



ปุ่ม Interactive

1. ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความวัตถุประสงค์ของสื่อ ดังหน้าถัดไป
2. ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความคำแนะนำการใช้งาน ดังหน้าถัดไป
3. ปุ่ม “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ ดังหน้าถัดไป
4. ปุ่ม “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ดังหน้าถัดไป

ปุ่ม navigation

1. ปุ่ม “เริ่ม” เพื่อไปสู่หน้าแรกของกิจกรรม

เมื่อกดที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

วัตถุประสงค์ของสื่อ

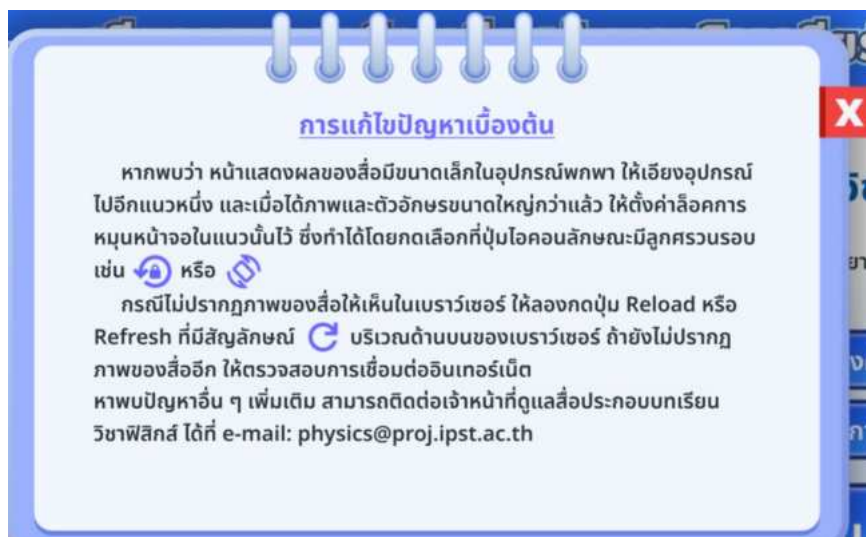
1. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุจากวิดิทัศน์เพื่อหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง
2. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยใช้กราฟ



ส่วน “คำแนะนำการใช้งาน” จะจัดทำเป็นแบบ infographic ซึ่งจะดำเนินการภายหลังที่ได้สตอรี่บอร์ดที่มีการแก้ไขแล้ว

ส่วน “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” เป็นกรอบแสดงรายชื่อคณะผู้จัดทำ คณะบรรณาธิการ ระบบและอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานสื่อฯ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาสื่อ ซึ่งจะจัดทำในภายหลัง

ส่วน “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” เป็นกรอบแสดงคำแนะนำการใช้งานสื่อบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นการขยายหน้าจอ ดังตัวอย่างด้านล่าง

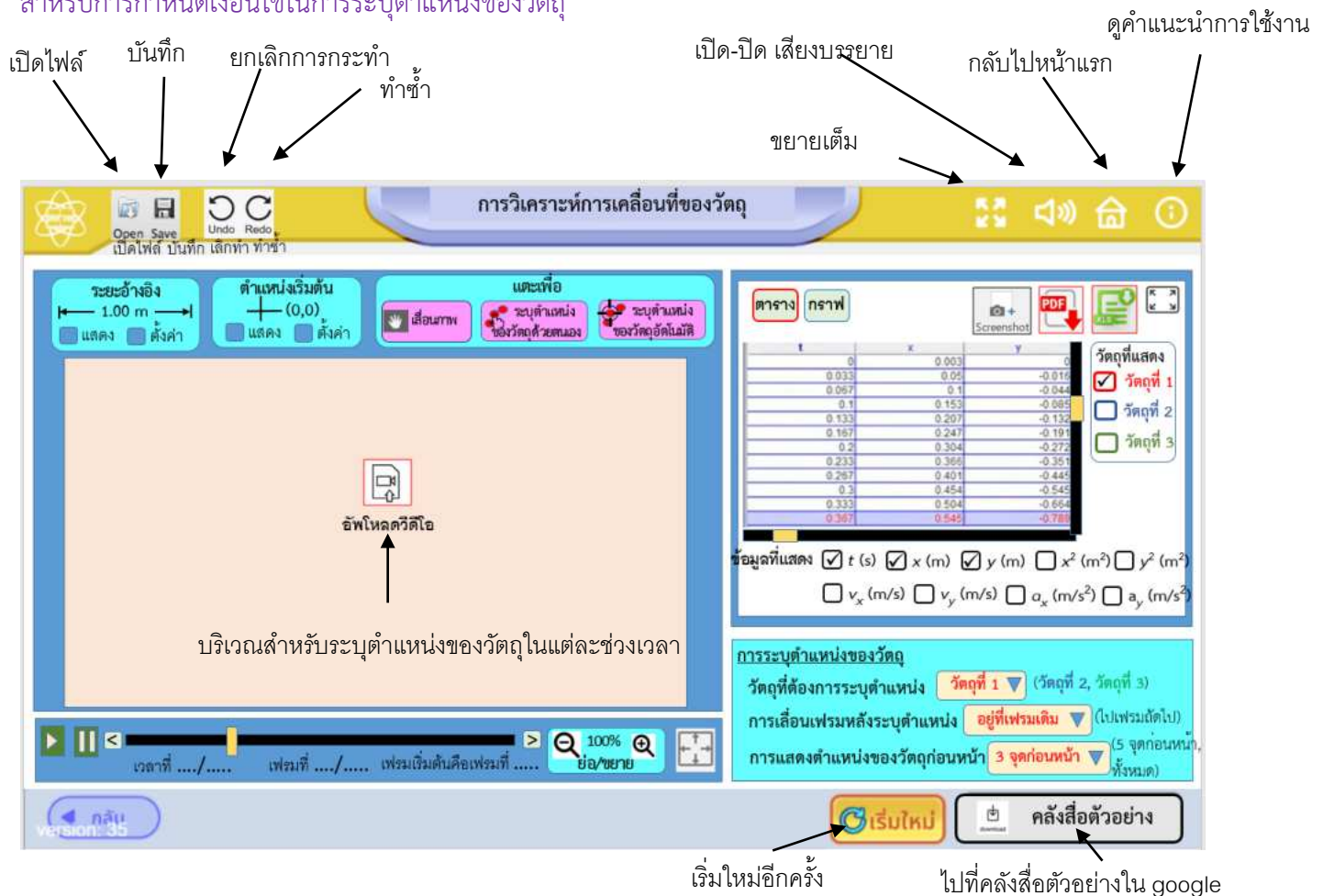


[Handwritten signature]

หน้ากิจกรรมหลัก

รายละเอียด

ในกิจกรรมหลัก ประกอบด้วยบริเวณสำหรับการระบุตำแหน่งของวัตถุในแต่ละช่วงเวลา บริเวณสำหรับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในรูปแบบตารางและในรูปแบบกราฟ และบริเวณสำหรับการกำหนดเงื่อนไขในการระบุตำแหน่งของวัตถุ



ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน

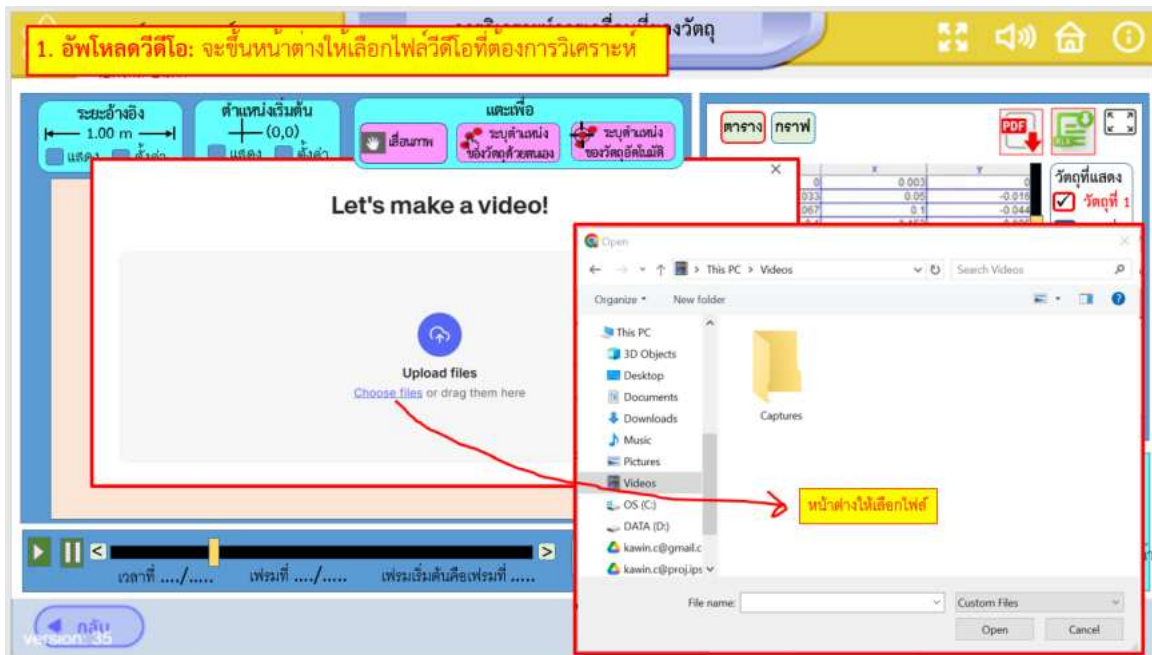
1. ปุ่ม กดแล้ว จะแสดงกรอบคำแนะนำการใช้งาน
2. ปุ่มรูปลำโพง กดเพื่อเปิดหรือปิดเสียงบรรยาย
3. ปุ่ม กดเพื่อขยายให้สื่อแสดงเต็มหน้าจออุปกรณ์
4. ปุ่ม “เปิดไฟล์” กดเพื่อเปิดไฟล์ที่บันทึกไว้
5. ปุ่ม “บันทึก” กดเพื่อบันทึกไฟล์
6. ปุ่ม “ยกเลิกการกระทำ” กดเพื่อยกเลิกการกระทำก่อนหน้านี้
7. ปุ่ม “ทำซ้ำ” กดเพื่อดำเนินการกระทำก่อนหน้านี้ที่ถูกยกเลิก

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน กลับไปยังหน้าปก
2. ปุ่ม “เริ่มใหม่” กดเพื่อล้างการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ทั้งหมด
3. ปุ่ม “คลังสื่อตัวอย่าง” กดเพื่อไปที่คลังสื่อตัวอย่างใน google drive

รายละเอียด

ผู้ใช้งานเริ่มทำกิจกรรมมีโดยกรอข้อมูลและลูกศรระบุให้อัปโหลดวิดีโอ เพื่อให้ระบบได้ทำการแปลงไฟล์วิดีโอเป็นภาพตามจำนวนเฟรมที่กำหนด โดยมีการแสดง % ความก้าวหน้าในการแปลงไฟล์ จนครบ 100%



1. อัฟโหลตวิดีโอ (ต่อ): เมื่อเลือกไฟล์วิดีโอเรียบร้อยแล้ว ระบบจะถามจำนวน frame/s ของวิดีโอ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แผนะเพื่อ: ☐ แสดงภาพ ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

โปรระบุ: Video Framerate: 30 frames/s (24, 30, 60, 120, 240) | Analysis Framerate: 30 frames/s (24, 30, 60, 120, 240)
(หมายเหตุ: ขาหลังจะมากกว่าขาหน้าไม่มีเกิน 10 เท่ากับ 30 จะโดนแค่ 30)

OK Cancel

ตาราง กราฟ

t	x	y
0	0.000	0.000
0.033	0.051	-0.011
0.067	0.1	-0.044
0.1	0.153	-0.085
0.133	0.201	-0.133
0.167	0.247	-0.187
0.2	0.304	-0.237
0.233	0.366	-0.301
0.267	0.421	-0.444
0.3	0.454	-0.541
0.333	0.504	-0.644
0.367	0.541	-0.751

วัตถุที่แสดง: ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)
การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)
การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เวลา: .../... เฟรมที่: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ...

100% ย่อ/ขยาย

กลับ เริ่มต้น

เริ่มใหม่ คลังสื่อตัวอย่าง

1. อัฟโหลตวิดีโอ (ต่อ): เมื่อกำหนด framerate เรียบร้อยแล้ว จะทำการอัฟโหลตวิดีโอ โดยแสดง % ความก้าวหน้า

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แผนะเพื่อ: ☐ แสดงภาพ ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

พื้นที่สีชมพูสำหรับแสดงวิดีโอ คือ 16:9

อัฟโหลตวิดีโอ

Uploading... (100%)

ตาราง กราฟ

t	x	y
0	0.000	0.000
0.033	0.051	-0.011
0.067	0.1	-0.044
0.1	0.153	-0.085
0.133	0.201	-0.133
0.167	0.247	-0.187
0.2	0.304	-0.237
0.233	0.366	-0.301
0.267	0.421	-0.444
0.3	0.454	-0.541
0.333	0.504	-0.644
0.367	0.541	-0.751

วัตถุที่แสดง: ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)
การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)
การแสดงผลตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เวลา: .../... เฟรมที่: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ...

100% ย่อ/ขยาย

กลับ เริ่มต้น

เริ่มใหม่ คลังสื่อตัวอย่าง

1. อัฟโหลตวิดีโอ (ต่อ): เมื่ออัฟโหลตเสร็จวิดีโอจะถูกแปลงเป็นไฟล์ภาพต่อๆ กันตามจำนวน frame ที่กำหนด

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แผนะเพื่อ: ☐ แสดงภาพ ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

พื้นที่สีชมพูสำหรับแสดงวิดีโอ คือ 16:9

อัฟโหลตวิดีโอ

เมื่ออัฟโหลตวิดีโอเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะสามารถกดปุ่มถัดไปได้ เพื่อส่งไปยังจุดคำสั่งถัดไปได้

ตาราง กราฟ

t	x	y
0	0.000	0.000
0.033	0.051	-0.011
0.067	0.1	-0.044
0.1	0.153	-0.085
0.133	0.201	-0.133
0.167	0.247	-0.187
0.2	0.304	-0.237
0.233	0.366	-0.301
0.267	0.421	-0.444
0.3	0.454	-0.541
0.333	0.504	-0.644
0.367	0.541	-0.751

วัตถุที่แสดง: ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่จะแสดง: ☐ t (s) ☐ x (m) ☐ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)
การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)
การแสดงผลตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เวลา: .../... เฟรมที่: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ...

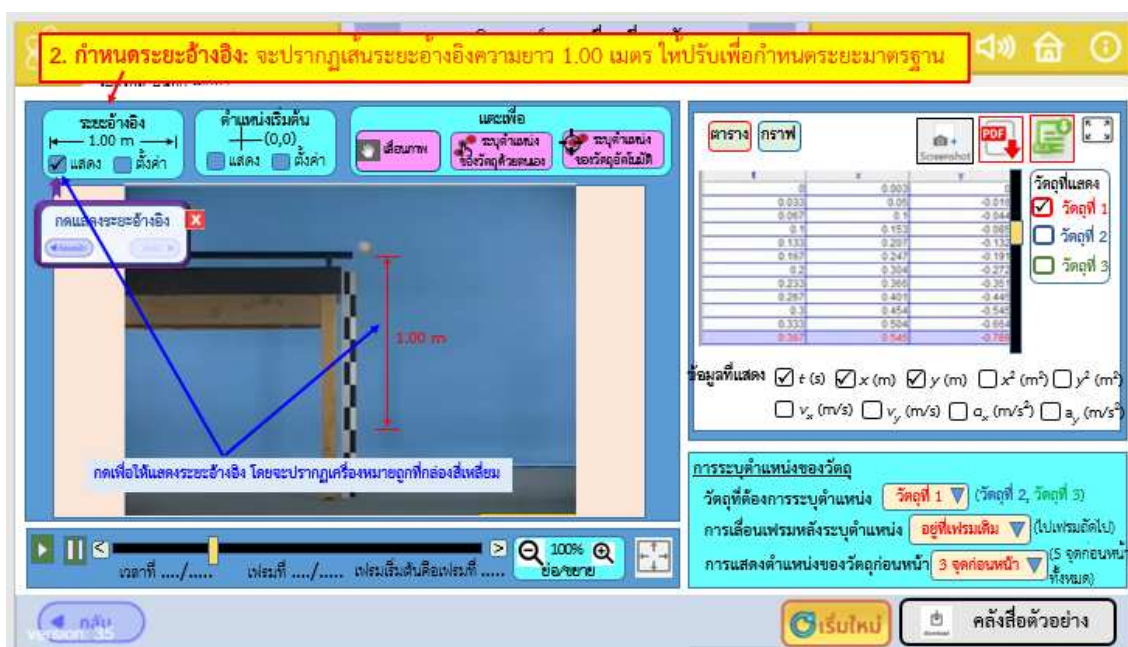
100% ย่อ/ขยาย

กลับ เริ่มต้น

เริ่มใหม่ คลังสื่อตัวอย่าง

รายละเอียด

เมื่อออฟโพลด์วิตีโอเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีรอบข้อความและลูกศรระบุให้แสดงระยะอ้างอิง ซึ่งจะปรากฏระยะอ้างอิงเบื้องต้นขนาด 1.00 เมตร ในแนวตั้ง จากนั้นจะมีรอบข้อความและลูกศรระบุให้ตั้งค่าระยะอ้างอิง เพื่อตั้งค่าระยะอ้างอิงใหม่ โดยการยืดและหดเส้นอ้างอิง หรือการกรอกตัวเลขความยาวของเส้นอ้างอิงใหม่ โดยระยะอ้างอิงนี้ใช้เป็นระยะสำหรับการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่





2. กำหนดระยะอ้างอิง: จะปรากฏเส้นระยะอ้างอิงความยาว 1.00 เมตร ให้เลื่อนเพื่อกำหนดระยะมาตรฐาน

ถ้าปุ่มนี้มีเครื่องหมายถูก เส้นอ้างอิงจะปรับขนาดได้ (สามารถย้อนกลับมากำหนดค่าใหม่ได้)

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

พิกัดจุดเริ่มต้น: (0,0)

เลือกภาพ: ☒ แสดง ☒ ซ่อนค่า

ระบุตำแหน่ง: ☒ ระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ ☒ ระบุตำแหน่งวัตถุอื่นที่ไม่สนใจ

คลิกที่เส้นได้ ด้วยการลากที่หัวเส้น

1.00 m

เวลา: เฟรมที่: เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: 100% ช้อบ/ขยาย

คลิก version: 3d

รีเซ็ต

คลิกเพื่อตัวอย่าง

ตาราง กราฟ

เลือกจุดที่แสดง: ☒ จุดที่ 1 ☐ จุดที่ 2 ☐ จุดที่ 3

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่ไหนเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

2. กำหนดระยะอ้างอิง: จะปรากฏเส้นระยะอ้างอิงความยาว 1.00 เมตร ให้เลื่อนเพื่อกำหนดระยะมาตรฐาน

ถ้าปุ่มนี้มีเครื่องหมายถูก เส้นอ้างอิงจะปรับขนาดได้ (สามารถย้อนกลับมากำหนดค่าใหม่ได้)

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

พิกัดจุดเริ่มต้น: (0,0)

เลือกภาพ: ☒ แสดง ☒ ซ่อนค่า

ระบุตำแหน่ง: ☒ ระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ ☒ ระบุตำแหน่งวัตถุอื่นที่ไม่สนใจ

กำหนดตัวเลขเองได้ จะนำตัวเลขนี้ไปคำนวณเป็นค่าอ้างอิง

1.00 m

เวลา: เฟรมที่: เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: 100% ช้อบ/ขยาย

คลิก version: 3d

รีเซ็ต

คลิกเพื่อตัวอย่าง

ตาราง กราฟ

เลือกจุดที่แสดง: ☒ จุดที่ 1 ☐ จุดที่ 2 ☐ จุดที่ 3

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่ไหนเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

2. กำหนดระยะอ้างอิง: จะปรากฏเส้นระยะอ้างอิงความยาว 1.00 เมตร ให้เลื่อนเพื่อกำหนดระยะมาตรฐาน

ถ้าปุ่มนี้มีเครื่องหมายถูก เส้นอ้างอิงจะปรับขนาดได้ (สามารถย้อนกลับมากำหนดค่าใหม่ได้)

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

พิกัดจุดเริ่มต้น: (0,0)

เลือกภาพ: ☒ แสดง ☒ ซ่อนค่า

ระบุตำแหน่ง: ☒ ระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ ☒ ระบุตำแหน่งวัตถุอื่นที่ไม่สนใจ

สามารถหมุนเป็นมุมได้ โดยสามารถกรอกตัวเลขของค่าหมุนได้ด้วย

1.00 m

เวลา: เฟรมที่: เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: 100% ช้อบ/ขยาย

คลิก version: 3d

รีเซ็ต

คลิกเพื่อตัวอย่าง

ตาราง กราฟ

เลือกจุดที่แสดง: ☒ จุดที่ 1 ☐ จุดที่ 2 ☐ จุดที่ 3

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่ไหนเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

กิจกรรม การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น

รายละเอียด

เมื่อตั้งค่าระยะอ้างอิงเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีกรอบข้อความและลูกศรระบุให้กำหนดและไปที่เฟรมเริ่มต้น เพื่อกรอกตัวเลขและแสดงเฟรมที่ถูกกำหนดให้เป็นตำแหน่งเริ่มต้น จากนั้นจะมีกรอบข้อความและลูกศรระบุให้แสดงตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อแสดงตำแหน่งเริ่มต้นและแนวแกน x และแกน y จากนั้น จะมีกรอบข้อความและลูกศรระบุให้ตั้งค่าเฟรมเริ่มต้น เพื่อตั้งค่าเฟรมเริ่มต้นใหม่ โดยสามารถเลื่อนตำแหน่งพิกัด $(0,0)$ ไปยังตำแหน่งเริ่มต้นตามที่ต้องการ รวมทั้งยังสามารถหมุนแนวแกน x และแกน y ได้โดยการหมุนที่ปลายของแกนและกรอกตัวเลขขนาดของมุมที่ต้องการ หมุนโดยตำแหน่งเริ่มต้นนี้ใช้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นสำหรับการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

3. กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น: ผู้ใช้ควรจะไปเฟรมแรกที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ หรือเริ่มวิเคราะห์วัตถุ แล้วมาร์คตำแหน่งนั้นเป็นจุดเริ่มต้น

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แสดง: ☒ แสดง ☐ ตั้งค่า

แผนเพื่อ: ☒ เสร็จสิ้น ☐ เริ่มวัตถุด้วยตนเอง ☐ เริ่มวัตถุอัตโนมัติ

กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น

ได้กรอกตัวเลข ซึ่งจะทำการบันทึกไปทำงานได้

เวลา: .../.../... เฟรม: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่ ... 100%

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x^2 (m²) ☐ y^2 (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3) | ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: ☒ อยู่เฟรมเดิม ☐ ไปเฟรมถัดไป

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เริ่มใหม่ | คลังสื่อตัวอย่าง

3. กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น: ผู้ใช้ควรจะไปเฟรมแรกที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ หรือเริ่มวิเคราะห์วัตถุ แล้วมาร์คตำแหน่งนั้นเป็นจุดเริ่มต้น

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แสดง: ☒ แสดง ☐ ตั้งค่า

แผนเพื่อ: ☒ เสร็จสิ้น ☐ เริ่มวัตถุด้วยตนเอง ☐ เริ่มวัตถุอัตโนมัติ

กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น

ได้กรอกตัวเลข ซึ่งจะทำการบันทึกไปทำงานได้

เวลา: .../.../... เฟรม: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่ ... 100%

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x^2 (m²) ☐ y^2 (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3) | ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: ☒ อยู่เฟรมเดิม ☐ ไปเฟรมถัดไป

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เริ่มใหม่ | คลังสื่อตัวอย่าง

3. กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น: ผู้ใช้ควรจะเลือกไปที่เฟรมแรกที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ หรือเริ่มวิเคราะห์วัตถุ แล้วมารัดตำแหน่งนั้นเป็นจุดเริ่มต้น

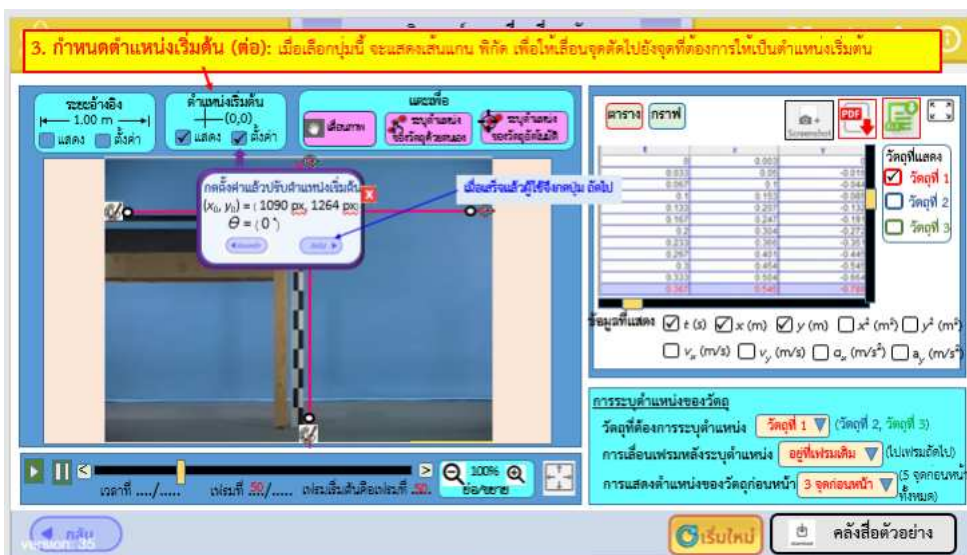
ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)

จุดอ้างอิง: มุมซ้ายบน

กรอบอ้างอิง: โลก

เมื่อแตะที่ไอคอนจานสีในได้อันหนึ่งจะทำให้เลือกสีและขนาดเส้นได้ (ลองปรับตัวเลือกดูในโหมดชม)





รายละเอียด

เมื่อตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีกรอบข้อความและลูกศรให้ระบุหมายเลขวัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง จากนั้นจะมีกรอบข้อความและลูกศรระบุให้กำหนดการเลื่อนเฟรมหลักระบุตำแหน่งว่าต้องการให้อยู่ที่เฟรมเดิมหรือไปเฟรมถัดไป จากนั้นจะมีกรอบข้อความและลูกศรระบุให้กำหนดการแสดงตำแหน่งวัตถุก่อนหน้านี้ว่าต้องการให้แสดง 3 จุดก่อนหน้านี้ 5 จุดก่อนหน้านี้ หรือทั้งหมด

4. กำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการระบุตำแหน่งของวัตถุ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)

และเพื่อ: เลือกภาพ, ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง, ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

ไม่จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการแสดงผลถัดไป

กำหนดหมายเลขวัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง

เวลา: .../... เฟรมที่: 50/... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: 50

ข้อมูลแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้, ทั้งหมด)

เริ่มใหม่

คลิกเพื่อดูตัวอย่าง

4. กำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการระบุตำแหน่งของวัตถุ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)

และเพื่อ: เลือกภาพ, ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง, ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

ไม่จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการแสดงผลถัดไป

กำหนดหมายเลขวัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง

เวลา: .../... เฟรมที่: 50/... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: 50

ข้อมูลแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้, ทั้งหมด)

เริ่มใหม่

คลิกเพื่อดูตัวอย่าง

4. กำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการระบุตำแหน่งของวัตถุ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แสดง: ☐ แสดง ☐ ตั้งค่า

เลือกภาพ: ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

เวลา: .../... เฟรมที่ 50/... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่ 50

กำหนดการแสดงผลตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

version 3.5

เริ่มใหม่

คลังสื่อตัวอย่าง

t (s)	x (m)	y (m)	x ² (m ²)	y ² (m ²)	v _x (m/s)	v _y (m/s)	a _x (m/s ²)	a _y (m/s ²)
0	0.003	-0.011						
0.033	0.05	-0.044						
0.067	0.1	-0.088						
0.1	0.153	-0.132						
0.133	0.207	-0.176						
0.167	0.241	-0.219						
0.2	0.264	-0.263						
0.233	0.286	-0.307						
0.267	0.301	-0.351						
0.3	0.314	-0.395						
0.333	0.324	-0.439						
0.367	0.331	-0.483						

วัตถุที่แสดง: ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่แสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

4. กำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการระบุตำแหน่งของวัตถุ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m | ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0) | แสดง: ☐ แสดง ☐ ตั้งค่า

เลือกภาพ: ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

เวลา: .../... เฟรมที่ .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่ ...

100% ขยาย

ในการระบุตำแหน่ง จะต้องเลือกข้อมูลเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งให้เรียบร้อย ตาม prompt ที่บอกก่อนหน้านี้ทั้งสาม แต่สามารถกลับมาปรับเปลี่ยนได้ตลอด

วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

version 3.5

เริ่มใหม่

คลังสื่อตัวอย่าง

t (s)	x (m)	y (m)	x ² (m ²)	y ² (m ²)	v _x (m/s)	v _y (m/s)	a _x (m/s ²)	a _y (m/s ²)
0	0.003	-0.011						
0.033	0.05	-0.044						
0.067	0.1	-0.088						
0.1	0.153	-0.132						
0.133	0.207	-0.176						
0.167	0.241	-0.219						
0.2	0.264	-0.263						
0.233	0.286	-0.307						
0.267	0.301	-0.351						
0.3	0.314	-0.395						
0.333	0.324	-0.439						
0.367	0.331	-0.483						

วัตถุที่แสดง: ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่แสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²) ☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

รายละเอียด

เมื่อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระบุตำแหน่งของวัตถุเรียบร้อยแล้ว จะมีกรอบข้อความและลูกศรระบุให้เริ่มระบุตำแหน่งของวัตถุและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยผู้ใช้งานจะต้องเลือกโหมดการทำงานโหมดใดโหมดหนึ่งใน 3 โหมด โดยไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ แต่ทำงานต่อเนื่องกันได้ โดยทั้งสามโหมดประกอบด้วย

1. โหมดเลื่อนภาพ คือ การเลื่อนภาพซ้ายขวาเพื่อขยายและเลื่อนดูตำแหน่งของสิ่งต่างๆ ในเฟรมโดยไม่มีผลต่อการลงจุด
2. โหมดระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง คือ การแตะเพื่อลงจุดตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งเมื่อลงแล้วจะเลื่อนไปเฟรมถัดไปหรืออยู่เฟรมเดิมก็ได้ตามที่กำหนด
3. โหมดระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ คือ การที่ผู้ใช้กำหนดวัตถุแล้วจากนั้น ระบบจะช่วยระบุตำแหน่งของวัตถุในเฟรมถัดไปให้อัตโนมัติ

ทั้งนี้ เมื่อระบุตำแหน่งในทั้งสองโหมดการระบุด้วยตนเองหรือการระบุอัตโนมัติเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถย้อนกลับมาแก้ไขเฉพาะเฟรมนั้นๆ ได้ โดยการเลือกระบุตำแหน่งด้วยตนเอง

ในการระบุตำแหน่ง ระบบจะทำตัวเหมือนเป็นตารางที่แต่ละจุดมีพิกัด x, y โดยมีความละเอียดสูงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วจะทำการวัดพิกัดของตำแหน่งวัตถุที่มาร์คไว้ในแต่ละเฟรม มาคำนวณและการบันทึกผลโดยใช้แกนอ้างอิงและระยะอ้างอิงเป็นหลัก เพื่อนำมาคำนวณค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่และบันทึกลงในตารางบันทึกผล

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่ผู้ใช้มาร์คไว้ในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปเติมลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

การระบุตำแหน่งของวัตถุ

วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้า: 3 จุดก่อนหน้า (5 จุดก่อนหน้าทั้งหมด)

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพวิดีโอในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปป้อนลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m
 ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)
 แสดง: ☐ แสดง ☐ ตั้งค่า

โหมด: ☐ ใช้งานภาพ ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุโดยอัตโนมัติ

การระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง
 ทำได้โดยการใช้นิ้วแตะไปที่ภาพของวัตถุ
 เพื่อบันทึกตำแหน่งของวัตถุในแต่ละเฟรม

เวลา: .../... เฟรม: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ...

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x^2 (m²) ☐ y^2 (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ
 วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)
 การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)
 การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ ทั้งหมด)

คลิกเพื่อดูตัวอย่าง

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพวิดีโอในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปป้อนลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m
 ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)
 แสดง: ☐ แสดง ☐ ตั้งค่า

โหมด: ☐ ใช้งานภาพ ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุโดยอัตโนมัติ

การระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง
 ทำได้โดยการใช้นิ้วแตะไปที่ภาพของวัตถุ
 ในเฟรมที่ต้องการระบุตำแหน่งแล้วระบบจะบันทึก
 ตำแหน่งของวัตถุในเฟรมถัดไปโดยอัตโนมัติ

เวลา: .../... เฟรม: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ...

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x^2 (m²) ☐ y^2 (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ
 วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)
 การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)
 การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ ทั้งหมด)

คลิกเพื่อดูตัวอย่าง

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพวิดีโอในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปป้อนลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m
 ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)
 แสดง: ☐ แสดง ☐ ตั้งค่า

โหมด: ☐ ใช้งานภาพ ☒ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุโดยอัตโนมัติ

ระบบจะทำการเหมือนเป็นตารางที่แต่ละจุดมีพิกัด x y โดยมีควมละเอียดสูงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 แล้วจะทำการวัดพิกัดของตำแหน่งวัตถุที่มารีไจน์ในแต่ละเฟรม เช่น ($x=64$, $y=12$) (โดยตารางสีเขียวนี้ไม่ต้องแสดงในสื่อ)

เวลา: .../... เฟรม: .../... เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ...

ข้อมูลที่จะแสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x^2 (m²) ☐ y^2 (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ
 วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)
 การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)
 การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ ทั้งหมด)

คลิกเพื่อดูตัวอย่าง

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพไว้ในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปเติมลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)

แสดง: ☐ ค่า ☐ ตัวค่า

และเพื่อ: ☐ เลือกภาพ ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

การคำนวณและการบันทึกผลจะใช้แกนอ้างอิง และระยะอ้างอิงเป็นหลัก เช่น แปลง $x=64$ $y=12$ เป็น $x=+4$ ซม., $y=-8$ ซม. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะอ้างอิงและตำแหน่งเริ่มต้น (หมดใจไป)

เวลา: เฟรมที่: เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ย่อ/ขยาย

ตาราง: กราฟ

t	x	y
0.000	0.000	0.000
0.033	0.000	-0.019
0.067	0.1	-0.044
0.1	0.155	-0.065
0.133	0.207	-0.132
0.167	0.247	-0.18
0.2	0.304	-0.277
0.233	0.356	-0.371
0.267	0.401	-0.448
0.3	0.454	-0.545
0.333	0.504	-0.674
0.367	0.549	-0.788

วัตถุที่แสดง: ☒ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่แสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เปิดใหม่ คลังสื่อตัวอย่าง

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพไว้ในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปเติมลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)

แสดง: ☐ ค่า ☐ ตัวค่า

และเพื่อ: ☐ เลือกภาพ ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

การคำนวณและการบันทึกผลจะใช้แกนอ้างอิง และระยะอ้างอิงเป็นหลัก เช่น แปลง $x=64$ $y=12$ เป็น $x=+4$ ซม., $y=-8$ ซม. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะอ้างอิงและตำแหน่งเริ่มต้น (หมดใจไป)

เวลา: เฟรมที่: เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ย่อ/ขยาย

ตาราง: กราฟ

t	x	y
0.000	0.000	0.000
0.033	0.207	-0.132
0.067	0.247	-0.18
0.1	0.304	-0.277
0.133	0.356	-0.371
0.167	0.401	-0.448
0.2	0.454	-0.545
0.233	0.504	-0.674
0.267	0.549	-0.788

วัตถุที่แสดง: ☐ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

ข้อมูลที่แสดง: ☒ t (s) ☒ x (m) ☒ y (m) ☐ x² (m²) ☐ y² (m²)
☐ v_x (m/s) ☐ v_y (m/s) ☐ a_x (m/s²) ☐ a_y (m/s²)

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

เปิดใหม่ คลังสื่อตัวอย่าง

5. ระบุตำแหน่งของวัตถุ: ระบบจะทำการจดจำตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพไว้ในแต่ละเฟรม เพื่อนำไปเติมลงในตาราง พล็อตกราฟ และใช้ในการคำนวณ

ระยะอ้างอิง: 1.00 m

ตำแหน่งเริ่มต้น: (0,0)

แสดง: ☐ ค่า ☐ ตัวค่า

และเพื่อ: ☐ เลือกภาพ ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยตนเอง ☐ ระบุตำแหน่งของวัตถุอัตโนมัติ

การคำนวณและการบันทึกผลจะใช้แกนอ้างอิง และระยะอ้างอิงเป็นหลัก เช่น แปลง $x=64$ $y=12$ เป็น $x=+4$ ซม., $y=-8$ ซม. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะอ้างอิงและตำแหน่งเริ่มต้น (หมดใจไป)

เวลา: เฟรมที่: เฟรมเริ่มต้นคือเฟรมที่: ย่อ/ขยาย

ตาราง: กราฟ

ตัวอย่างใหม่กราฟ

แกน y: v_y (m/s)

แกน x: t (s)

วัตถุที่แสดง: ☐ วัตถุที่ 1 ☐ วัตถุที่ 2 ☐ วัตถุที่ 3

เส้นแนวโน้ม: ☒ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3

การระบุตำแหน่งของวัตถุ: วัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง: วัตถุที่ 1 (วัตถุที่ 2, วัตถุที่ 3)

การเลื่อนเฟรมหลังระบุตำแหน่ง: อยู่ที่เฟรมเดิม (ไปเฟรมถัดไป)

การแสดงตำแหน่งของวัตถุก่อนหน้านี้: 3 จุดก่อนหน้านี้ (5 จุดก่อนหน้านี้ทั้งหมด)

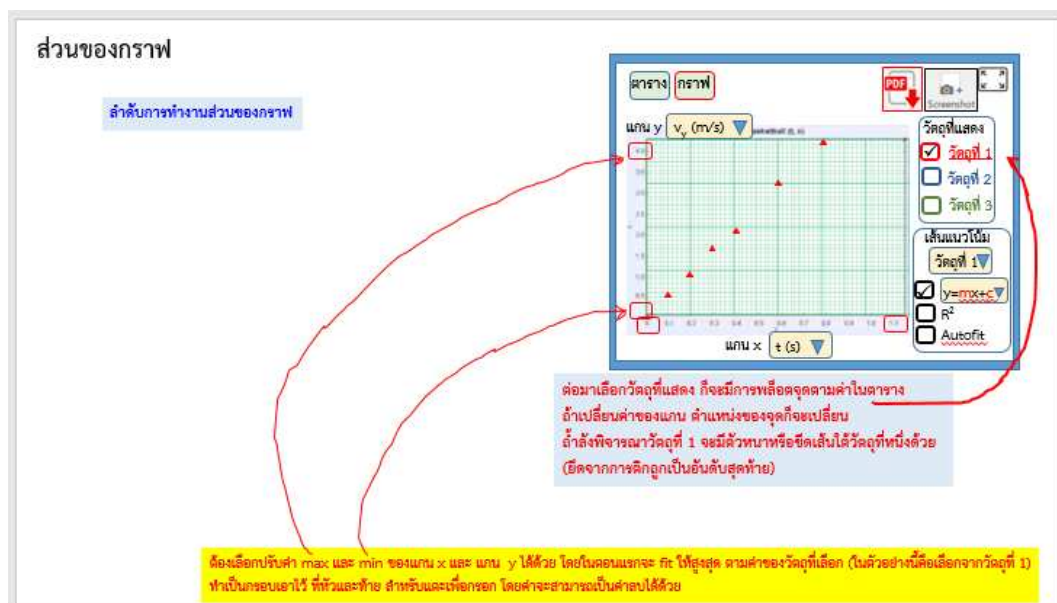
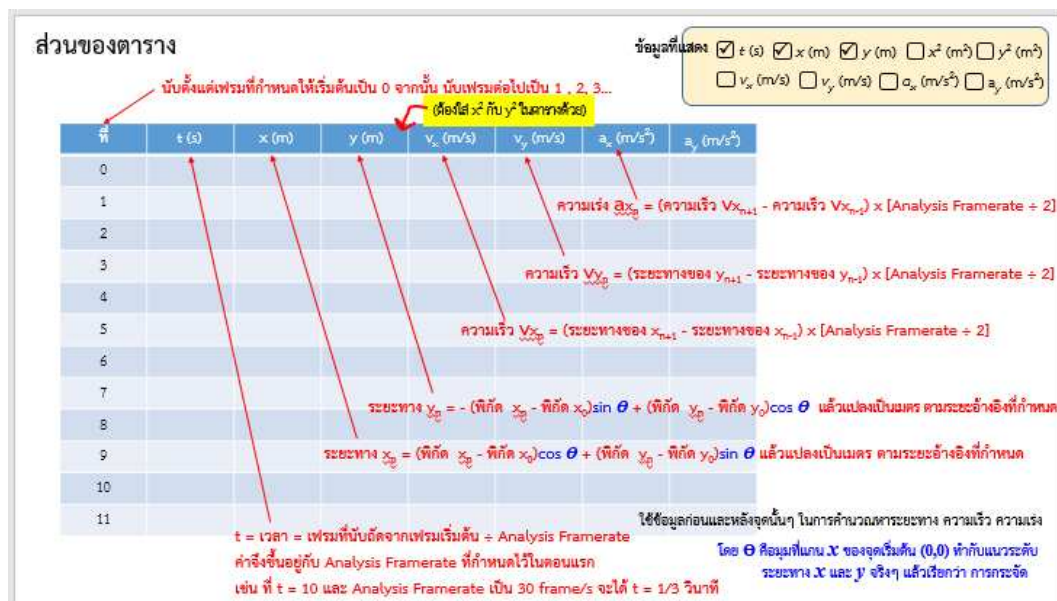
เปิดใหม่ คลังสื่อตัวอย่าง

กิจกรรม การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ

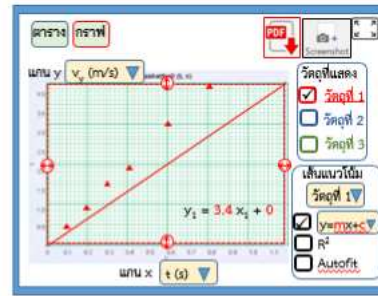
รายละเอียด

ผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุได้ในรูปแบบตารางบันทึกผลและในรูปแบบกราฟ โดยในส่วนของการแสดงผลผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลได้ว่าจะแสดงค่าอะไรบ้างในแต่ละคอลัมน์ของตาราง โดยระบบจะคำนวณค่าต่าง ๆ ให้โดยอัตโนมัติ ในส่วนของกราฟ ผู้ใช้งานสามารถเลือกวัตถุที่จะแสดงความสัมพันธ์ได้ และเลือกการแสดงผลค่าในแกน x และ แกน y เพื่อหาความสัมพันธ์ได้ รวมทั้งยังสามารถหาสมการเส้นแนวโน้มที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ได้ และยังแสดงค่า R^2 ของเส้นแนวโน้มด้วย ซึ่งทั้งกราฟและตารางสามารถส่งออกในรูปแบบ screenshot excel และ pdf ที่ตามที่ต้องการได้



ส่วนของกราฟ

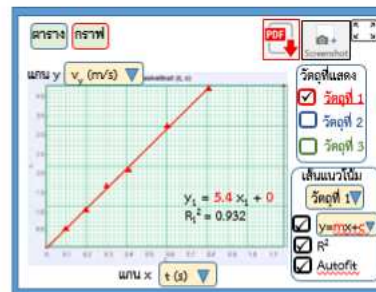
ลำดับการทำงานส่วนของกราฟ



ถ้าแสดงเส้นแนวโน้มสีแดง จะปรากฏกรอบให้ลากเพื่อปรับเปลี่ยน โดยค่าในสมการก็จะปรับเปลี่ยนตาม

ส่วนของกราฟ

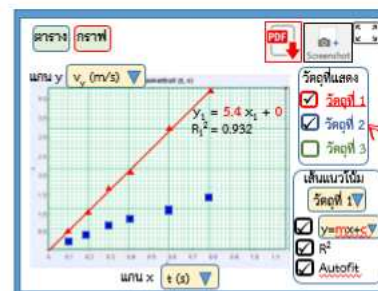
ลำดับการทำงานส่วนของกราฟ



ถ้าเลือก **Autofit** ระบบจะปรับกราฟให้อัตโนมัติ และเปลี่ยนค่า R^2 ใหม่ ที่ถูกต้องมากขึ้น แต่ถ้ายังมีเครื่องหมายออกอย่างนี้ จะปรับเส้นกราฟและสมการไม่ได้

ส่วนของกราฟ

ลำดับการทำงานส่วนของกราฟ

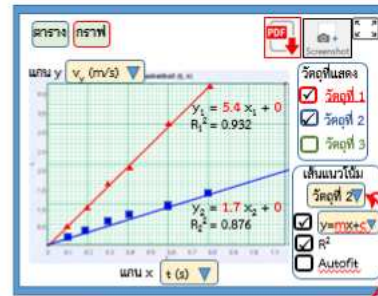


ในทำนองเดียวกันสามารถเลือก แสดงค่าวัตถุที่ 2 ได้

Handwritten signature

ส่วนของกราฟ

ลำดับการทำงานส่วนของกราฟ



เส้นแนวโน้มที่ 2 ก็จะต้องเลข 2 กำกับ

ส่วนของ Export PDF

ชื่อ ชั้น เลขที่

โรงเรียน

วิศัลยกรรมที่โรงเรียน

วันที่เรียน

แผน y V_x (m/s) แผน x t (s)

วัตถุที่แสดง

- ☒ วัตถุที่ 1
- ☐ วัตถุที่ 2
- ☐ วัตถุที่ 3

เส้นแนวโน้ม

- ☒ เส้นที่ 1
- ☐ เส้นที่ 2
- ☐ เส้นที่ 3

$y = \square x + \square$
 $R^2 = \square$

+ ตาราง
+ กราฟ

สามารถเพิ่มได้
สามารถลบค่าที่เพิ่มได้

ส่วนของ Export PDF

แผน y V_x (m/s) แผน x t (s)

วัตถุที่แสดง

- ☐ วัตถุที่ 1
- ☒ วัตถุที่ 2
- ☐ วัตถุที่ 3

เส้นแนวโน้ม

- ☐ เส้นที่ 1
- ☒ เส้นที่ 2
- ☐ เส้นที่ 3

$y = \square x + \square$
 $R^2 = \square$

+ ตาราง
+ กราฟ

แผน y a_x (m/s²) แผน x t (s)

วัตถุที่แสดง

- ☐ วัตถุที่ 1
- ☐ วัตถุที่ 2
- ☒ วัตถุที่ 3

เส้นแนวโน้ม

- ☐ เส้นที่ 1
- ☐ เส้นที่ 2
- ☒ เส้นที่ 3

$y = \square x + \square$
 $R^2 = \square$

+ ตาราง
+ กราฟ

(ภาพเหมือนที่ กราฟทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ กับเลข

Handwritten signature

ต้นร่าง 3 กระดานเรื่องราวสื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กลุ่มวิชาฟิสิกส์

แก้ไขวันที่ 3 มี.ค. 2568

ภาพรวมของสื่อ

สื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อให้ผู้ใช้ได้เข้าใจธรรมชาติในการเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติงแล้วนำความรู้ดังกล่าวมาใช้หาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติงได้ ตลอดจนสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ผ่านการทำกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์จำลอง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติงกับแหล่งกำเนิดแสงสองชนิด คือ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ และแหล่งกำเนิดแสงขาว พร้อมให้ผู้ใช้ได้ทำการทดลอง บันทึกรายการ วิเคราะห์ ตอบคำถาม และสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อสร้างความเข้าใจจากการทำกิจกรรม

ในการเรียนรู้เกี่ยวกับการหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติงด้วยสื่อฯ เรื่องนี้ ผู้ใช้จะได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม ในส่วนของกิจกรรมย่อยแรก เป็นการให้ผู้ใช้ได้ศึกษาการหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ โดยมีเป้าหมายที่ให้ผู้ได้ทำการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ส่วนกิจกรรมย่อยที่สอง เป็นการให้ผู้ใช้ได้ศึกษาการหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ที่อยู่ในแสงขาว โดยมีเป้าหมายที่ให้ผู้ได้ทำการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ที่อยู่ในแสงขาวจำนวน 3 แสงสี

สื่อดิจิทัลมีเสียงบรรยายประกอบขั้นตอนการทำกิจกรรม ความหมายของคำ และ คำอธิบายต่าง ๆ ตลอดการใช้งานสื่อ

ขอบเขตของสื่อ	
---------------	--

เป็นสถานการณ์จำลองที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย โดยทั้งสองกิจกรรมย่อยเป็นการจำลองการทำกิจกรรมการทดลองที่ให้ผู้ใช้นำวัสดุและอุปกรณ์ในสื่อไปวางในบริเวณที่กำหนดเพื่อศึกษาปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง โดยมีตารางบันทึกผลให้ผู้ใช้นบันทึกผลการทดลองและคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีโปรแกรมช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล รวมทั้งยังมีโปรแกรมที่ช่วยในการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาความยาวคลื่นของแสงให้โดยอัตโนมัติ

ทั้งนี้ ภายในสื่อ จะมีการให้เนื้อหาในส่วนความหมายของคำศัพท์ คำถามท้ายกิจกรรมที่ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ มีการให้เลือกค่าไปวางในข้อความสรุปผลกิจกรรมที่ตรวจสอบความถูกต้องของการวางข้อความได้

เมื่อใช้สื่อเรียนรู้เรื่องนี้แล้ว คาดหวังว่า ผู้ใช้จะสามารถตอบคำถาม 3 คำถามดังนี้ได้

1. ธรรมชาติการเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติงมีลักษณะสำคัญอย่างไร
2. การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีต่าง ๆ โดยใช้เกรตติงสามารถทำได้อย่างไร
3. การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาวโดยใช้เกรตติงสามารถทำได้อย่างไร



ส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม และ สรุปผลการทำกิจกรรม

หน้าปก

รายละเอียดหน้าปก

- ด้านบน ในแถบสีเข้ม แสดงชื่อประเภทสื่อและชื่อเรื่องสื่อ
- ตรงกลางซ้ายมือ แสดง ภาพตัวอย่างสถานการณ์จำลองในสื่อ ส่วนตรงกลางขวามือ แสดงชื่อกลุ่มวิชา ชื่อสถาบัน ปุ่มกดดู “วัตถุประสงค์ของสื่อ” ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” และ ปุ่ม “เริ่ม” ให้เข้าไปใช้งาน
- ด้านล่างขวา เป็นข้อความ “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” และ “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” ที่กดดูรายละเอียดได้



ปุ่ม Interactive

1. ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความวัตถุประสงค์ของสื่อ ดังหน้าถัดไป
2. ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความคำแนะนำการใช้งาน ดังหน้าถัดไป
3. ปุ่ม “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ ดังหน้าถัดไป
4. ปุ่ม “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ดังหน้าถัดไป

ปุ่ม navigation

1. ปุ่ม “เริ่ม” เพื่อไปสู่หน้าแรกของกิจกรรม

เมื่อกดที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

วัตถุประสงค์ของสื่อ

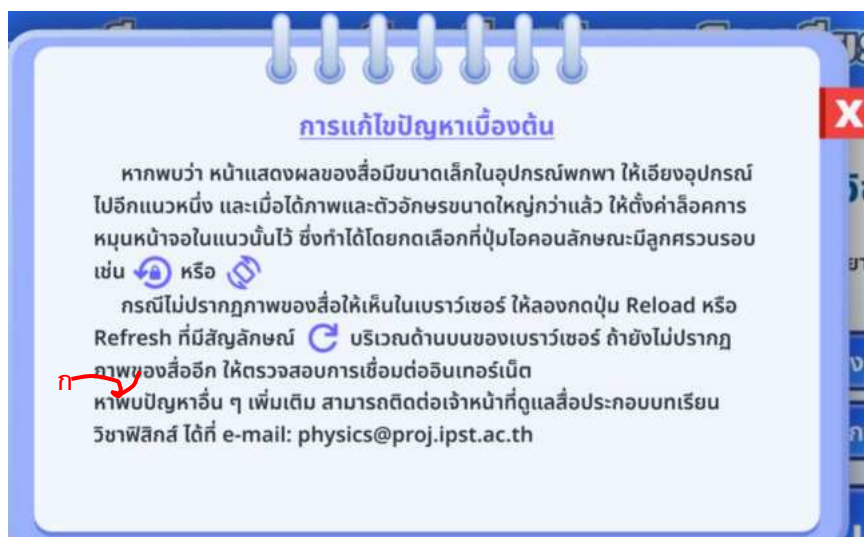
1. หาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยใช้เกรตติง
2. หาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว โดยใช้เกรตติง



ส่วน “คำแนะนำการใช้งาน” จะจัดทำเป็นแบบ infographic ซึ่งจะดำเนินการภายหลังที่ได้สตอรี่บอร์ดที่มีการแก้ไขแล้ว

ส่วน “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” เป็นกรอบแสดงรายชื่อคณะผู้จัดทำ คณะบรรณาธิการ ระบบและอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานสื่อฯ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาสื่อ ซึ่งจะจัดทำในภายหลัง

ส่วน “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” เป็นกรอบแสดงคำแนะนำการใช้งานสื่อบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นการขยายหน้าจอ ดังตัวอย่างด้านล่าง



[Handwritten signature]

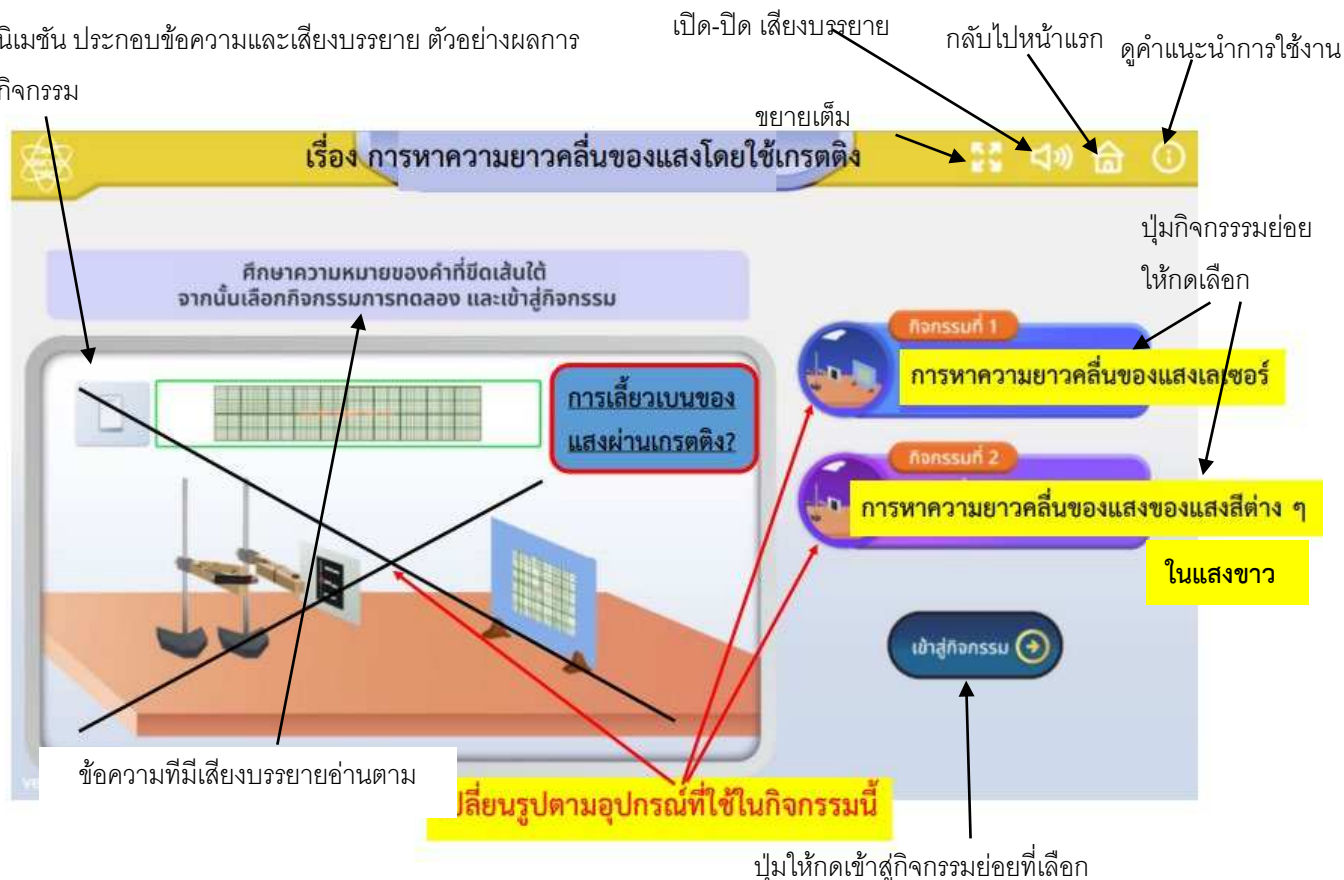
หน้ารองปก

รายละเอียด

ในหน้ารองปก ประกอบด้วยแอนิเมชัน ข้อความ และปุ่มกดเลือกกิจกรรม โดยด้านซ้ายมือ แสดงแอนิเมชันพร้อมข้อความที่กระตุ้นความสนใจชวนให้ผู้ใช้งานอยากทำกิจกรรมและเรียนรู้จากสื่อ ส่วนด้านขวามือ แสดงปุ่มกิจกรรมที่ 1 - 2 ให้ผู้ใช้เลือกกิจกรรมที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” เพื่อไปสู่หน้าของกิจกรรมนั้น ๆ

แอนิเมชัน ประกอบข้อความและเสียงบรรยาย ตัวอย่างผลการ

ทำกิจกรรม



ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน

1. ปุ่ม ⓘ กดแล้ว จะแสดงกรอบคำแนะนำการใช้งาน
2. ปุ่มรูปลำโพง 🔊 กดเพื่อเปิดหรือปิดเสียงบรรยาย
3. ปุ่ม ↗️ กดเพื่อขยายให้สื่อแสดงเต็มหน้าจออุปกรณ์

ปุ่ม navigation

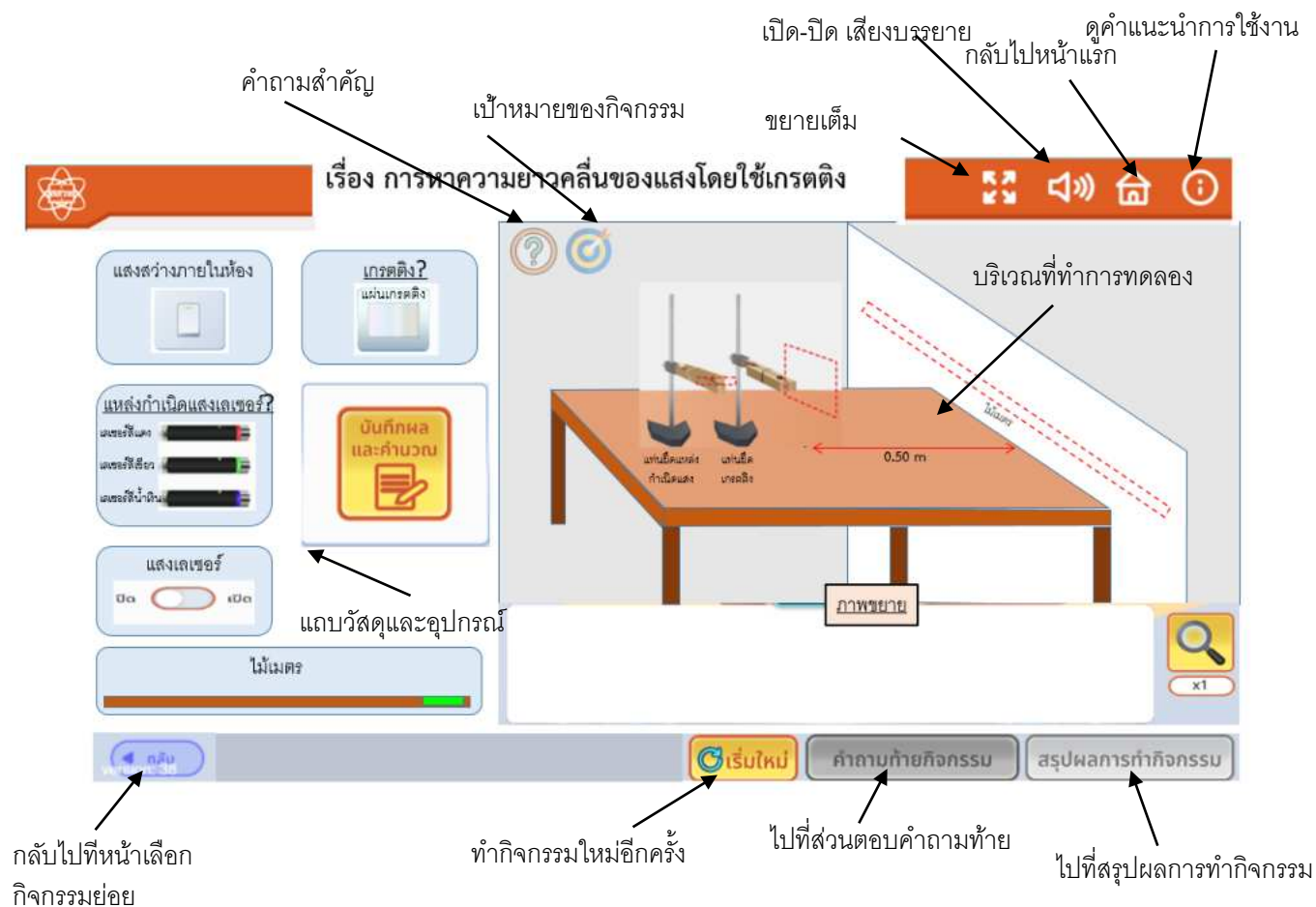
1. ปุ่มรูปบ้าน 🏠 กลับไปยังหน้าปก
2. ปุ่มกิจกรรม 2 กิจกรรม ที่กดเพื่อเลือกกิจกรรมที่ต้องการศึกษา
3. ปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” กดเพื่อไปสู่กิจกรรมที่เลือก

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง

สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

กิจกรรมนี้เป็นการให้ผู้ได้ศึกษาการหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ โดยมีเป้าหมายที่ให้ผู้ได้ทำการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากการจำลองการทำกิจกรรมการทดลองที่ให้ผู้ใช้นำวัสดุและอุปกรณ์ในสื่อไปวางในบริเวณที่กำหนด เพื่อศึกษาปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง โดยมีตารางบันทึกผลให้ผู้บันทึกผลการทดลองและคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีโปรแกรมช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล รวมทั้งยังมีโปรแกรมที่ช่วยในการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาความยาวคลื่นของแสงให้โดยอัตโนมัติ



[Signature]

ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน เหมือนหน้ารองปก

ส่วนแสดงสถานการณ์จำลอง

1. ปุ่ม “คำถามสำคัญ” ที่กดแล้ว จะแสดงกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ผู้หาคำตอบผ่านการทำกิจกรรม
2. ปุ่ม “เป้าหมายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะแสดงเป้าหมายที่ผู้หาคำตอบจะต้องทำกิจกรรมให้ครบ เพื่อไปสู่การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม

ส่วนแถบด้านล่าง

1. ปุ่ม “กลับ” ที่กดแล้ว จะกลับไปหน้าจอเลือกกิจกรรมย่อย
2. ปุ่ม “เริ่มใหม่” ที่กดแล้ว จะให้ทำกิจกรรมใหม่อีกครั้ง
3. ปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะไปที่หน้าการตอบคำถามท้ายกิจกรรม
4. ปุ่ม “สรุปผลการทำกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะไปที่หน้าการสรุปผลการทำกิจกรรม

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน  กลับไปยังหน้าปก



กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง

คำถามสำคัญและเป้าหมายกิจกรรม

ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ใช้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมาย” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

คำถามสำคัญ

การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติงสามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร



คำถามสำคัญ : การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติงสามารถทำได้อย่างไร

เป้าหมาย

หาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน



เป้าหมายกิจกรรม: หาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

ตัวอย่างการแสดงคำถามสำคัญในหน้าสถานการณ์จำลอง ของกิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง



กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง

ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

หลังจากที่ผู้ใช้งานทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมที่ 1 แล้ว จะเริ่มทำกิจกรรมที่ 1 ตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับของการทำกิจกรรมดังภาพ โดยเริ่มจากกรอบข้อความ “กดค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมาย” ไปเรื่อย ๆ จนได้ภาพการเลี้ยวเบนของแสงเลเซอร์ปรากฏบนฉาก โดยมีภาพขยายที่สามารถขยายและเลื่อนเพื่อหาตำแหน่งแถบสว่างที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตรทั้งฝั่งซ้ายมือและฝั่งขวามือของจุดสว่างกลางได้



[Signature]

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์

แสดงตัวภายในห้อง

เกรตติง?

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

เลเซอร์ฮีเลียม

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

แสงเลเซอร์

เปิด ปิด

กดเพื่อเปิดแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

ไม่เปิด

บันทึกผลและคำนวณ

ภาพขยาย

0.50 m

ฉาก

เลเซอร์

เลเซอร์ฮีเลียม

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

x1

เริ่มใหม่

ทำตามทำกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์

แสดงตัวภายในห้อง

เกรตติง?

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

เลเซอร์ฮีเลียม

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

แสงเลเซอร์

เปิด ปิด

กดเพื่อเปิดแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

ไม่เปิด

บันทึกผลและคำนวณ

ภาพขยาย

0.50 m

ฉาก

เลเซอร์

เลเซอร์ฮีเลียม

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

x1

เริ่มใหม่

ทำตามทำกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์

แสดงตัวภายในห้อง

เกรตติง?

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

เลเซอร์ฮีเลียม

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

แสงเลเซอร์

เปิด ปิด

กดเพื่อเปิดแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

ไม่เปิด

บันทึกผลและคำนวณ

ภาพขยาย

0.50 m

ฉาก

เลเซอร์

เลเซอร์ฮีเลียม

เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน

x1

เริ่มใหม่

ทำตามทำกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

แสดงสว่างภายในห้อง

เกรตติง?

กดเพื่อปิดแหล่งกำเนิดแสงในห้อง

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์?

เลเซอร์สีแดง

เลเซอร์สีน้ำเงิน

เลเซอร์สีม่วง

แสงเลเซอร์

เปิด

ปิด

ไมไ้มอเตอร์

บันทึกผลและคำนวณ

ภาพขยาย

0.50 m

ฉาก

โปรแกรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์

x1

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎี

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

แสดงสว่างภายในห้อง

เกรตติง?

กดเพื่อปิดแหล่งกำเนิดแสงในห้อง

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์?

เลเซอร์สีแดง

เลเซอร์สีน้ำเงิน

เลเซอร์สีม่วง

แสงเลเซอร์

เปิด

ปิด

ไมไ้มอเตอร์

บันทึกผลและคำนวณ

ภาพขยาย

0.50 m

ฉาก

กดเพื่อจุดสว่างกลางเพื่อสังเกตภาพบนฉาก

x1

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎี

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

แสดงสว่างภายในห้อง

เกรตติง?

กดเพื่อปิดแหล่งกำเนิดแสงในห้อง

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์?

เลเซอร์สีแดง

เลเซอร์สีน้ำเงิน

เลเซอร์สีม่วง

แสงเลเซอร์

เปิด

ปิด

ไมไ้มอเตอร์

บันทึกผลและคำนวณ

ภาพขยาย

0.50 m

ฉาก

กดขยายและเลื่อนเพื่อสังเกตตำแหน่งของจุดสว่างอันดับที่ 1 มืดซ้ายมือและฝั่งขวามือของจุดสว่างกลาง

x1

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎี

สรุปผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง

ขั้นตอนที่ 2 บันทึกผลการทำกิจกรรม

รายละเอียด

สื่อจะแสดงกรอบข้อความ “กดเพื่อบันทึกผลและคำนวณ” โดยเมื่อคลิกบริเวณที่ลูกศรชี้จะปรากฏหน้าต่างบันทึกผลการทำกิจกรรมที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับของบันทึกผลและคำนวณ โดยมีตารางบันทึกผลให้ผู้ใช้นบันทึกผลการทดลองตามสีของแสงเลเซอร์ที่เลือกและคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการบันทึกผลและคำนวณจะมีโปรแกรมช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล รวมทั้งยังมีโปรแกรมที่ช่วยในการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาความยาวคลื่นของแสงให้โดยอัตโนมัติ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นสื่อจะปรากฏข้อความ “ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์จนครบ 3 สี” เพื่อให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามกรอบข้อความจนได้คำตอบที่ถูกต้องของแสงเลเซอร์ทั้ง 3 สี



เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-3} \text{ cm}$) และจัดเกรตติงให้ห่างจาก ฉาก 0.50 เมตร ($L = 0.50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$)

สีของแสงเลเซอร์	ตำแหน่งจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง ที่ปรากฏบนฉาก		*ได้ทำบันทึกและจดจำค่าของตำแหน่งจุดสว่างบนฉาก และคำนวณถึงเลขนัยสำคัญ
	ฝั่งซ้ายมือ (cm)	ฝั่งขวามือ (cm)	
แดง	32	67	(เดือน กรณีก่อนคือเลข ไม่เป็นเลข 2 หลัก และทศนิยม 1 ตำแหน่ง)
เขียว			
ฟ้าเงิน			

คำนวณค่าในมือ

ตรวจสอบ

กลับไปทำกิจกรรมต่อ

เปิด ปิด

ไม้เมตร

ภาพถ่าย

เริ่มใหม่

ทำตามท้ายกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-3} \text{ cm}$) และจัดเกรตติงให้ห่างจาก ฉาก 0.50 เมตร ($L = 0.50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$)

สีของแสงเลเซอร์	ตำแหน่งจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง ที่ปรากฏบนฉาก		ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
	ฝั่งซ้ายมือ (cm)	ฝั่งขวามือ (cm)				
แดง	32.1	67.9				
เขียว						
ฟ้าเงิน						

คำนวณค่าในมือ

ตรวจสอบ

กลับไปทำกิจกรรมต่อ

เปิด ปิด

ไม้เมตร

ภาพถ่าย

เริ่มใหม่

ทำตามท้ายกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-3} \text{ cm}$) และจัดเกรตติงให้ห่างจาก ฉาก 0.50 เมตร ($L = 0.50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$)

สีของแสงเลเซอร์	ตำแหน่งจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง ที่ปรากฏบนฉาก		ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
	ฝั่งซ้ายมือ (cm)	ฝั่งขวามือ (cm)				
แดง	25.2	77.2	XXX	XXXX	XXX	720
เขียว						
ฟ้าเงิน						

คำนวณค่าในมือ

ตรวจสอบ

กลับไปทำกิจกรรมต่อ

เปิด ปิด

ไม้เมตร

ภาพถ่าย

เริ่มใหม่

ทำตามท้ายกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

* ความยาวคลื่นที่หาได้ไม่ถูกต้อง ให้วัดและคำนวณใหม่อีกครั้ง (เดือนในกรณีนี้ที่วัดหรือคำนวณไม่ถูกต้อง ให้ error ได้แค่ 5%)

เรื่อง การหาความยาวของจุดสว่างอันดับที่ 1 โดยใช้เกรตติง

ระยะห่างเส้นของจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-3} \text{ cm}$) และจัดเกรตติงให้ห่างจากฉาก 0.50 เมตร ($L = 0.50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$)

สีของแสงเลเซอร์	ตำแหน่งจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง ที่ปรากฏบนไม้เมตร	ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
แดง	32.1	17.9	53.10753	0.33705200	634
เขียว					
น้ำเงิน					

จำนวนขีดในไม้เมตร

ตรวจสอบคำตอบ

กลับไปทำกิจกรรมต่อ

(ถ้าทำได้ถูกต้อง ปุ่มกลับไปทำกิจกรรมต่อจะปรากฏ)

ไม้เมตร

ดูภาพ

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎี

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

แสดงแสงภายในห้อง

เกรตติง?

แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์

เลเซอร์สีแดง

เลเซอร์สีเขียว

เลเซอร์สีน้ำเงิน

แสดงแสงเลเซอร์

ไม้เมตร

บันทึกผลการทดลองของนักเรียนโดยเป็นตอนหนึ่งในการทดลองแสงเลเซอร์จำนวน 5 สัปดาห์

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์

ฉาก

0.50 m

ภาพขยาย

ดูภาพ

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎี

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวของจุดสว่างอันดับที่ 1 โดยใช้เกรตติง

ระยะห่างเส้นของจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง

(ครั้งที่ 2 และ 3 นี้ผู้ใช้สามารถกรอกทุกตัวเลขทั้งหมดแล้วกดตรวจสอบคำตอบได้ในกรณีที่ต้องการคำนวณด้วยตนเอง)

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-3} \text{ cm}$) และจัดเกรตติงให้ห่างจากฉาก 0.50 เมตร ($L = 0.50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$)

สีของแสงเลเซอร์	ตำแหน่งจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง ที่ปรากฏบนไม้เมตร	ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
แดง	32.1	17.9	53.10753	0.33705200	634
เขียว					
น้ำเงิน					

จำนวนขีดในไม้เมตร

ตรวจสอบคำตอบ

กลับไปทำกิจกรรมต่อ

ภาพขยาย

ดูภาพ

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎี

สรุปผลการทำกิจกรรม

(หรือผู้ใช้สามารถกรอกแค่ 2 ช่องแรก แล้วสามารถกดปุ่มคำนวณอัตโนมัติ แล้วระบบจะคำนวณและเติมตัวเลขให้จนครบ จากนั้นค่อยกดตรวจสอบคำตอบ)

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง

ขั้นตอนที่ 3 คำถามท้ายกิจกรรม

รายละเอียด

เมื่อทำกิจกรรมจนได้คำตอบในตารางบันทึกผลเป็นค่าความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ที่ถูกต้องครบทั้ง 3 สี แล้วจะมีคำสั่งให้กดปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” และเมื่อกดปุ่มนี้ จะปรากฏหน้าต่างคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ที่มีระบบช่วยตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 1

- เมื่อแสงเลเซอร์ผ่านเกรตติง จะทำให้เกิดภาพอย่างไร
 - เป็นจุดสว่างขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางเพียง 1 จุด
 - เป็นจุดสว่างขนาดใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 จุด และมีจุดสว่างขนาดเล็กทางด้านซ้ายและขวาของจุดสว่างกลาง ✓
 - เป็นแถบสว่างของแสงสีต่าง ๆ ที่เบนไปจากแนวกลาง ณ ตำแหน่งต่างกันทางด้านซ้ายและขวา

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 2

- จุดสว่างที่ 1 ทางด้านซ้ายและขวาของแสงเลเซอร์สีแดง เขียว และน้ำเงิน มีการเบนจากจุดสว่างกลางเป็นระยะที่เท่ากันทุกสีหรือไม่
 - เท่ากัน
 - ไม่เท่ากัน ✓

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 3

- ให้เรียงลำดับระยะห่างของจุดสว่างที่ 1 ที่เบนจากจุดสว่างกลางของแสงเลเซอร์สีแดง เขียว และน้ำเงิน จากน้อยไปมาก โดยลากกรอบข้อความสีฟ้าที่แสดงชื่อเลเซอร์แต่ละสีไปวางที่กรอบข้อความสีขาวที่แสดงลำดับของระยะห่างของจุดสว่างที่ 1 ที่เบนจากจุดสว่างกลาง

เลเซอร์สีแดง	เลเซอร์สีเขียว	เลเซอร์สีน้ำเงิน	หมายเหตุ: ให้ลากไปวางเรียงลำดับ โดย: น้ำเงิน เขียว แดง
ระยะห่างน้อยที่สุด	ระยะห่างปานกลาง	ระยะห่างมากที่สุด	

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 4

- ให้เรียงลำดับมุมที่จุดสว่างที่ 1 ที่เบนจากแนวกลางระหว่างเกรตติงกับฉากจากน้อยไปมาก โดยลากกรอบข้อความสีฟ้าที่แสดงชื่อเลเซอร์แต่ละสีไปวางที่กรอบข้อความสีขาวที่แสดงลำดับของมุมที่จุดสว่างที่ 1 ที่เบนจากแนวกลางระหว่างเกรตติงกับฉาก

เลเซอร์สีแดง	เลเซอร์สีเขียว	เลเซอร์สีน้ำเงิน	หมายเหตุ: ให้ลากไปวางเรียงลำดับ โดย: น้ำเงิน เขียว แดง
มุมมีขนาดน้อยที่สุด	มุมมีขนาดปานกลาง	มุมมีขนาดมากที่สุด	

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 5

5. ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์แต่ละสีที่ทดลองได้มีขนาดเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่ คำกล่าวในข้อใดถูกต้อง
- ก. เท่ากัน
- ข. ไม่เท่ากัน โดยความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีแดง < เลเซอร์สีเขียว < เลเซอร์สีน้ำเงิน
- ค. ไม่เท่ากัน โดยความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีน้ำเงิน < เลเซอร์สีเขียว < เลเซอร์สีแดง ✓
- ง. ไม่เท่ากัน โดยความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สีเขียว < เลเซอร์สีน้ำเงิน < เลเซอร์สีแดง

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 6

6. มุมที่จุดสว่างที่ 1 เบนไปจากแนวกลางระหว่างเกรตติงกับฉากมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นหรือไม่ ถ้าสัมพันธ์กัน คำกล่าวในข้อใดถูกต้อง
- ก. ไม่สัมพันธ์กัน
- ข. สัมพันธ์กันโดยความยาวคลื่นมีค่ามาก มุมที่เบนไปจากแนวกลางมีค่ามาก
- ค. สัมพันธ์กันโดยความยาวคลื่นมีค่ามาก มุมที่เบนไปจากแนวกลางมีค่าน้อย

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 7

7. การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สามารถทำได้อย่างไร ให้ลากกรอบข้อความสีฟ้าที่แสดงขั้นตอนการทำการกิจกรรมไปวางต่อจากกรอบข้อความสีขาวที่แสดงลำดับของการหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยเลข 1 แทนลำดับแรก และเลข 6 แทนลำดับสุดท้าย

1. ฉายแสงเลเซอร์ผ่านเกรตติงไปบนฉากโดยมีระยะระหว่างเกรตติงกับฉากเป็นระยะ L
2. นำไม้เมตรวัดตำแหน่งของจุดสว่างที่ปรากฏบนฉากโดยให้ขีด 50.0 เซนติเมตรอยู่ตรงกับจุดสว่างกลาง
3. อ่านและบันทึกตำแหน่งจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลางทางซ้ายและขวาที่ปรากฏบนไม้เมตร
4. หาระยะห่างเฉลี่ย x ของจุดสว่างอันดับที่ 1 จากจุดสว่างกลาง
5. คำนวณหา $\sin \theta$ จาก $\sin \theta = \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}}$
6. คำนวณหาความยาวคลื่น จาก $\lambda = d \sin \theta$

ภาพออกแบบวิธีหาความยาวคลื่นของเลเซอร์นี้ โดยตัวสีแดงที่แสดงถึง θ ซึ่งในหน้านี้เป็นภาพเพื่อลำดับที่ถูกต้อง (ในคำตอบจริงต้องเขียนชื่อองศา)

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 8

8. ในการทดลองหาความยาวคลื่นแสงเลเซอร์สีหนึ่งโดยใช้เกรตติงที่ขนาดของช่องที่มีระยะ d เท่ากับ 1.88×10^{-4} ซม. (5317 ช่องต่อเซนติเมตร) และจัดเกรตติงให้ห่างจากฉากที่ระยะ L เท่ากับ 50 ซม. พบว่า ตำแหน่งจุดสว่างที่ 1 ห่างจากจุดสว่างกลางทางด้านซ้ายและขวามีระยะเฉลี่ย x เท่ากับ 12.2 ซม. ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีขนาดเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร เมื่อ $\lambda = d \sin \theta$ และ $\sin \theta = \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}}$

..... nm

445 nm ✓ (error ได้ 5%)

กิจกรรมที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติง

ขั้นตอนที่ 4 สรุปผลการทำกิจกรรม

รายละเอียด

เมื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรมเสร็จแล้วจะมีคำสั่งให้กดปุ่ม “สรุปผลการทำกิจกรรม” และเมื่อกดปุ่มนี้ จะปรากฏหน้าสรุปผลการทำกิจกรรมที่ 1 ที่มีการให้เลือกราคาไปวางในข้อความสรุปผลกิจกรรมแล้วระบบช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการวางข้อความได้

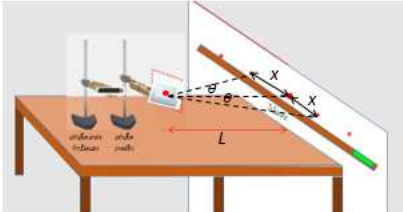
สรุปผลการทำกิจกรรมที่ 1

ให้กดและลากคำในกรอบสีเหลืองไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างนี้ถูกต้อง

แสงเลเซอร์ เกรตติง จุดสว่างกลาง สีแดง สีน้ำเงิน $d \sin \theta = \lambda$ $\sin \theta = \frac{\lambda}{\sqrt{L^2 + x^2}}$

มากี่ชุด บ่อยที่สุด จุดสว่างเล็ก ๆ สีเขียว

เมื่อ ซึ่งเป็นแสงความถี่เดียวผ่าน จะเห็นเป็น ด้านซ้ายและขวา
ของ โดยจุดสว่างของแสงเลเซอร์ ซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุดจะเบนออกจากแนวกลาง
เป็นมุม และจุดสว่างของแสงเลเซอร์ ซึ่งมีความยาวคลื่นน้อยที่สุดจะเบนออกจากแนวกลางเป็น
มุม ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สามารถคำนวณหาได้จากสมการ เมื่อ



☒ มีความยาวคลื่น เลเซอร์สีแดง ~~ความถี่~~ 635 nm
☐ มีความยาวคลื่น เลเซอร์สีเขียว ~~ความถี่~~ 532 nm
☐ มีความยาวคลื่น เลเซอร์สีน้ำเงิน ~~ความถี่~~ 405 nm

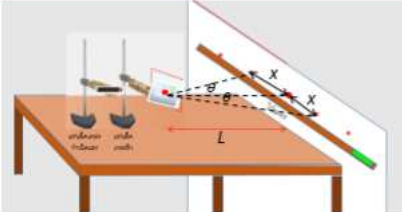
(นำภาพผลการทดลองมาแสดงตรงนี้ โดยเน้นสเกลระยะ x และ θ)
(สามารถเลือกได้ว่าจะให้แสดงภาพของเลเซอร์สีอะไร โดยคลิกเลือก)

สรุปผลการทำกิจกรรมที่ 1

ให้กดและลากคำในกรอบสีเหลืองไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างนี้ถูกต้อง

สีน้ำเงิน

เมื่อ ซึ่งเป็นแสงความถี่เดียวผ่าน จะเห็นเป็น จุดสว่างเล็ก ๆ ด้านซ้ายและขวา
ของ โดยจุดสว่างของแสงเลเซอร์ สีแดง ซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุดจะเบนออกจากแนวกลาง
เป็นมุม มากี่ชุด และจุดสว่างของแสงเลเซอร์ สีน้ำเงิน ซึ่งมีความยาวคลื่นน้อยที่สุดจะเบนออกจากแนวกลางเป็น
มุม บ่อยที่สุด ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์สามารถคำนวณหาได้จากสมการ เมื่อ $d \sin \theta = \lambda$ $\sin \theta = \frac{\lambda}{\sqrt{L^2 + x^2}}$



☒ มีความยาวคลื่น เลเซอร์สีแดง ~~ความถี่~~ 635 nm
☐ มีความยาวคลื่น เลเซอร์สีเขียว ~~ความถี่~~ 532 nm
☐ มีความยาวคลื่น เลเซอร์สีน้ำเงิน ~~ความถี่~~ 405 nm

ตรวจสอบคำตอบ

(วางครบทุกช่อง จะปรากฏปุ่มตรวจสอบ)

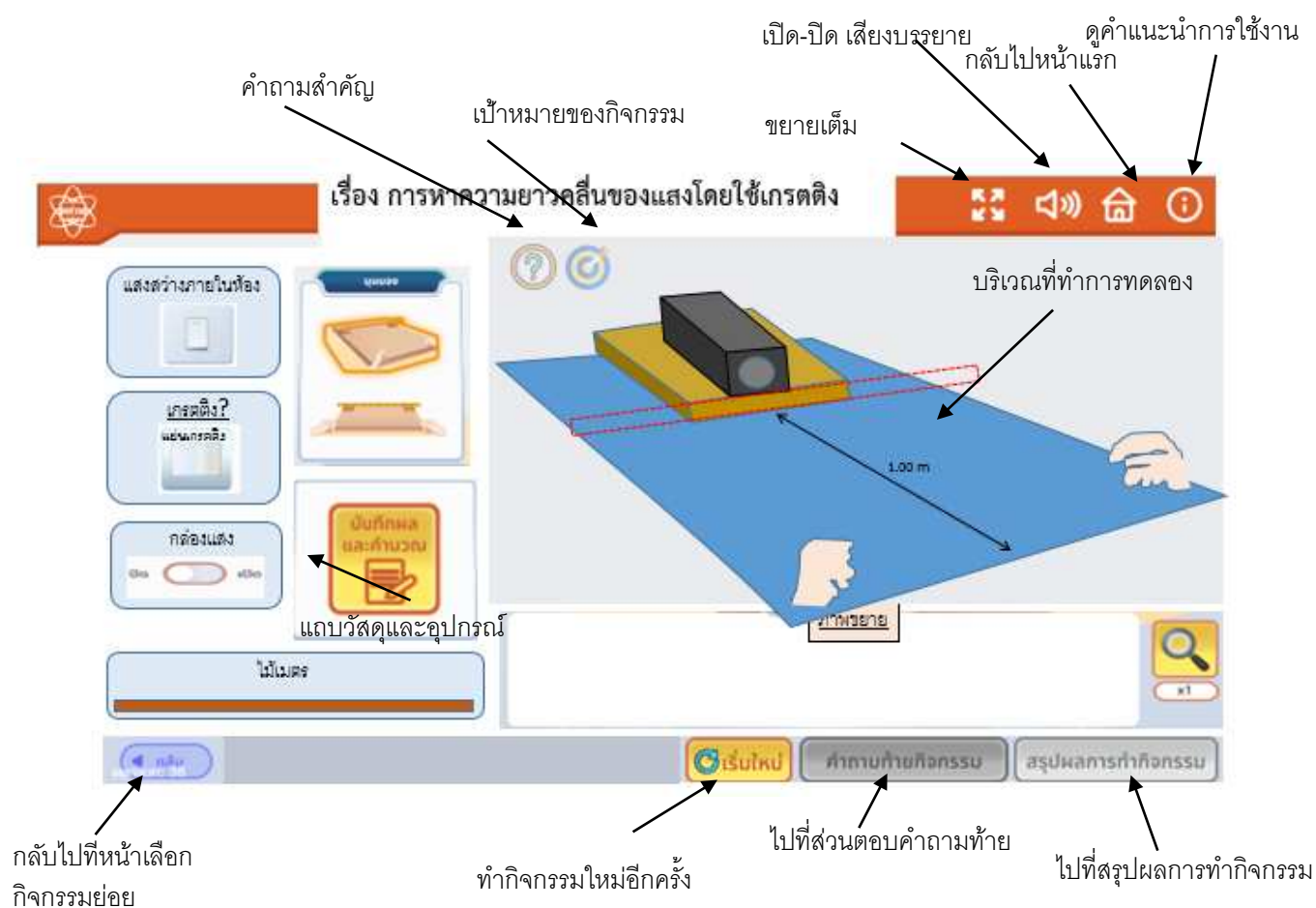


กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

กิจกรรมนี้เป็นการให้ผู้ได้ศึกษาการหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว โดยมีเป้าหมายที่ให้ผู้ได้ทำการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว จำนวน 3 แสงสี จากการจำลองการทำกิจกรรมการทดลองที่ให้ผู้ใช้นำวัสดุและอุปกรณ์ในสื่อไปวางในบริเวณที่กำหนด เพื่อศึกษาปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง โดยมีตารางบันทึกผลให้ผู้ได้บันทึกผลการทดลองและคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีโปรแกรมช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล รวมทั้งยังมีโปรแกรมที่ช่วยในการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาความยาวคลื่นของแสงให้โดยอัตโนมัติ



[Signature]

ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน เหมือนหน้ารองปก

ส่วนแสดงสถานการณ์จำลอง

3. ปุ่ม “คำถามสำคัญ” ที่กดแล้ว จะแสดงกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ผู้หาคำตอบผ่านการทำกิจกรรม
4. ปุ่ม “เป้าหมายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะแสดงเป้าหมายที่ผู้หาคำตอบจะต้องทำกิจกรรมให้ครบ เพื่อไปสู่การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม

ส่วนแถบด้านล่าง

5. ปุ่ม “กลับ” ที่กดแล้ว จะกลับไปหน้าจอเลือกกิจกรรมย่อย
6. ปุ่ม “เริ่มใหม่” ที่กดแล้ว จะให้ทำกิจกรรมใหม่อีกครั้ง
7. ปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะไปที่หน้าการตอบคำถามท้ายกิจกรรม
8. ปุ่ม “สรุปผลการทำกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะไปที่หน้าการสรุปผลการทำกิจกรรม

ปุ่ม navigation

2. ปุ่มรูปบ้าน  กลับไปยังหน้าปก



กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

คำถามสำคัญและเป้าหมายกิจกรรม

ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ใช้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมาย” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

คำถามสำคัญ

การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาวโดยใช้เกรตติงสามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร



คำถามสำคัญ : การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาวโดยใช้เกรตติงสามารถทำได้อย่างไร

เป้าหมาย

หาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว จำนวน 3 สี



เป้าหมายกิจกรรม: หาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว จำนวน 3 แสงสี

ตัวอย่างการแสดงคำถามสำคัญในหน้าสถานการณ์จำลอง ของกิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

The screenshot shows a simulation titled "เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง" (Topic: Finding the wavelength of light using a diffraction grating). The sidebar on the left contains several interactive elements: "แสงสว่างภายในห้อง" (Light in the room), "เกรตติง? แฉกเกรตติง" (Grating? Grating slits), "กดส่องแสง" (Press to shine light) with a "On/Off" toggle, "บันทึกผลและคำนวณ" (Record results and calculate), and a "ไม้มืด" (Dark screen) slider. The main simulation area displays a 3D model of a diffraction grating setup. A light source is positioned at a distance of "1.00 m" from a screen. The screen shows a diffraction pattern with a central maximum and several side maxima. A label "ภาพขยาย" (Zoomed image) is visible near the screen. The bottom toolbar includes buttons for "กลับไป" (Go back), "เริ่มใหม่" (Restart), "ทำตามก๊าดกิจกรรม" (Follow the activity), and "สรุปผลการทำกิจกรรม" (Summarize the activity results).

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

หลังจากที่ผู้ใช้งานทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมที่ 2 แล้ว จะเริ่มทำกิจกรรมที่ 2 ตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับของการทำกิจกรรมดังภาพ โดยเริ่มจากกรอบข้อความ “กดคำที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมาย” ไปเรื่อย ๆ จนได้ภาพการเลี้ยวเบนของแสงขาวปรากฏบนฉาก โดยมีภาพขยายที่สามารถขยายและเลื่อนเพื่อหาตำแหน่งของแสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตรฝั้ซ้ายมือและฝั้ขวามือได้



[Signature]

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

กดเพื่อเปิดหลอดไฟในห้องแสง

ภาพขยาย

1.00 m

ไม้เมตร

กลับไป เริ่มใหม่ ค่าตามทฤษฎี สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

คลิกเพื่อดูเกรตติงไปอีกรอบ

ภาพขยาย

1.00 m

ไม้เมตร

กลับไป เริ่มใหม่ ค่าตามทฤษฎี สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

กดเพื่อเปิดหลอดไฟในห้องแสง

ภาพขยาย

1.00 m

ไม้เมตร

กลับไป เริ่มใหม่ ค่าตามทฤษฎี สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

กดปุ่มเกรตติงเพื่อสังเกตสเปกตรัม
ตามเกรตติง

5.00 m

ภาพขยาย

ไม่เปิด

เปิด

ปุ่มก๊อปปี้และคำนวณ

ไม่เปิด

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎีการรบกวน

สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กดปุ่มเกรตติงเพื่อสังเกตสเปกตรัม
ตามเกรตติง

5.00 m

ภาพขยาย

ไม่เปิด

เปิด

ปุ่มก๊อปปี้และคำนวณ

ไม่เปิด

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎีการรบกวน

สรุปผลการทำกิจกรรม

(สเกลเส้น 1 เมตร)

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

กดปุ่มเกรตติงเพื่อสังเกตสเปกตรัม
ตามเกรตติง

5.00 m

ภาพขยาย

ไม่เปิด

เปิด

ปุ่มก๊อปปี้และคำนวณ

ไม่เปิด

เริ่มใหม่

ค่าตามทฤษฎีการรบกวน

สรุปผลการทำกิจกรรม

(สเกลเส้น 1 เมตร)

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

The simulation interface features a top bar with a logo and the title "เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง". The left sidebar contains controls for "แสงสว่างภายในห้อง" (Room brightness), "เกรตติง?" (Grating?), "กวดังแสง" (Sound of light), and a "ไม่เผลอ" (Don't miss) button. The main simulation area shows a light source (a sun icon) emitting light through a diffraction grating, creating a spectrum of colors. A text box on the right explains that the light source is a monochromatic light source. The bottom bar includes buttons for "กลับ" (Back), "เริ่มใหม่" (Restart), "ทำตามก๊วยกักรร" (Follow the guide), and "สรุปผลการทำก๊วยกรร" (Summarize the results).

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

This screenshot shows the same simulation interface, but with a different view of the diffraction grating and spectrum. The text box on the right now says "กวดังแสงและเสียงของแสงที่ผ่านเกรตติง" (Sound of light and sound of light passing through the grating). The bottom bar includes buttons for "กลับ" (Back), "เริ่มใหม่" (Restart), "ทำตามก๊วยกักรร" (Follow the guide), and "สรุปผลการทำก๊วยกรร" (Summarize the results).

[Handwritten signature]

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-4} \text{ cm}$)

บันทึกค่าแนวช่องแสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตร
ตำแหน่งและแนวช่องโดยคำนึงถึงเลขโดดสำคัญ = 100 cm

แสงสีในแถบสว่าง อันดับที่ 1	ตำแหน่งของแสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตร		ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
	ฝั่งซ้ายมือ (cm)	ฝั่งขวามือ (cm)				
แดง						
เขียว						
น้ำเงิน						

คำนวณอัตโนมัติ

ตรวจสอบ (หมายเหตุ: เลือกค่าที่ละเอียด)

ภาพขยาย

ไม้เมตร

เริ่มใหม่ ทำตามทำกิจกรรม สรุปผลการทำกิจกรรม

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-4} \text{ cm}$) และวัดเกรตติงได้ห่างจากแนวช่องกำเนิดแสง 1.00 เมตร ($D = 1.00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$)

ระยะทางเฉลี่ยของแถบสว่างอันดับที่ 1 จากแนวกลาง

แสงสีในแถบสว่าง อันดับที่ 1	ตำแหน่งของแสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตร		ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
	ฝั่งซ้ายมือ (cm)	ฝั่งขวามือ (cm)				
แดง	10.0	90.0	40.0	xxxx.xxx	xxxx.xxxx	xxx
เขียว						
น้ำเงิน						

คำนวณอัตโนมัติ

ตรวจสอบ (หมายเหตุ: เลือกค่าที่ละเอียด)

ภาพขยาย

ไม้เมตร

เริ่มใหม่ ทำตามทำกิจกรรม สรุปผลการทำกิจกรรม

* ความยาวคลื่นที่หาได้ไม่ถูกต้อง ให้วัดและคำนวณใหม่อีกครั้ง
(เขียนในกรณีนี้ที่วัดหรือคำนวณไม่ถูกต้อง ให้ error ได้แค่ 5%)

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงโดยใช้เกรตติง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-4} \text{ cm}$) และวัดเกรตติงได้ห่างจากแนวช่องกำเนิดแสง 1.00 เมตร ($D = 1.00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$)

ระยะทางเฉลี่ยของแถบสว่างอันดับที่ 1 จากแนวกลาง

แสงสีในแถบสว่าง อันดับที่ 1	ตำแหน่งของแสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตร		ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
	ฝั่งซ้ายมือ (cm)	ฝั่งขวามือ (cm)				
แดง	10.0	90.0	40.0	xxxx.xxx	xxxx.xxxx	xxx
เขียว						
น้ำเงิน						

คำนวณอัตโนมัติ

ตรวจสอบ (หมายเหตุ: เลือกค่าที่ละเอียด)

ภาพขยาย

ไม้เมตร

เริ่มใหม่ ทำตามทำกิจกรรม สรุปผลการทำกิจกรรม

เลือกแสงสีอื่น ๆ แล้วหาความยาวคลื่นจนครบ 3 แสงสี

เมื่อตอบถูก 1 ครั้งแล้ว ปุ่มคำนวณอัตโนมัติจะทำงานได้

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

ขั้นตอนที่ 3 คำถามท้ายกิจกรรม

รายละเอียด

เมื่อทำกิจกรรมจนได้คำตอบในตารางบันทึกผลเป็นค่าความยาวคลื่นของแสงสีในแสงขาวที่ถูกต้องครบทั้ง 3 สีแล้ว จะมีคำสั่งให้กดปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” และเมื่อกดปุ่มนี้ จะปรากฏหน้าต่างคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ที่มีระบบช่วยตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้

เรื่อง การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาวอันที่ 1 โดยใช้เกรตติง

ระยะห่างเส้นของแถบสว่างอันที่ 1 จากแนวกลาง

เกรตติงจำนวน 5317 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.88 \times 10^{-4} \text{ cm}$) และจัดเกรตติงให้ห่างจากแหล่งกำเนิดแสง 1.00 เมตร ($D = 1.00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$)

แสงสีในแถบสว่างอันที่ 1	ตำแหน่งของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาวอันที่ 1 ที่ปรากฏบนไม้เมตร		ระยะห่าง $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{L^2 + \bar{x}^2}}$	ความยาวคลื่น $\lambda = d \sin \theta$ (nm)
	ฝั่งซ้าย (cm)	ฝั่งขวา (cm)				
ม่วง						
น้ำเงิน						
เขียว						
น้ำเงิน						

คำนวณอัตโนมัติ

ตรวจสอบคำตอบ

ภาพขยาย

กดเพื่อไปตอบคำถามท้ายกิจกรรม

เริ่มใหม่

คำถามท้ายกิจกรรม

สรุปผลการทำกิจกรรม

เมื่อตอบถูกต้องครบ 3 แสงสี ปุ่มคำถามท้ายกิจกรรมจะปรากฏ

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 1

- เมื่อแสงขาวผ่านเกรตติง จะทำให้เกิดภาพอย่างไร
 - เป็นจุดสว่างสีขาวขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางเพียง 1 จุด
 - เป็นจุดสว่างสีขาวขนาดใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 จุด และมีจุดสว่างสีขาวขนาดเล็กทางด้านซ้ายและขวาของจุดสว่างกลาง
 - เป็นแถบสว่างของแสงสีต่าง ๆ ที่เบนไปจากแนวกลาง ณ ตำแหน่งต่างกันทางด้านซ้ายและขวา ✓

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 2

- แสงสีใดมีการเบนจากแนวกลางมากที่สุด
 - แสงสีม่วง
 - แสงสีน้ำเงิน
 - แสงสีเขียว
 - แสงสีแดง ✓

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 3

3. แสงสีใดมีการเบนจากแนวกลางน้อยที่สุด

ก. แสงสีม่วง ✓

ข. แสงสีน้ำเงิน

ค. แสงสีเขียว

ง. แสงสีแดง

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 4

4. ให้เรียงลำดับระยะห่างของแสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 จากแนวกลาง จากน้อยไปมาก โดยลากกรอบข้อความสีฟ้าที่แสดงแสงแต่ละสีไปวางที่กรอบข้อความสีขาวที่แสดงลำดับของระยะห่างของแถบสว่างอันดับที่ 1 จากแนวกลาง (เลข 1 แทนน้อยที่สุด และเลข 6 แทนมากที่สุด)

แสงสีเหลือง	แสงสีม่วง	แสงสีแดง	แสงเขียว	แสงสีน้ำเงิน	แสงสีแดง
1	2	3	4	5	6

หมายเหตุ: ให้ลากไปวางเรียงลำดับ

โดย: แสงสีม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง แดง

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 5

5. ให้เรียงลำดับมุมที่แสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 เบนไปจากแนวกลาง จากน้อยไปมาก โดยลากกรอบข้อความสีฟ้าที่แสดงแสงแต่ละสีไปวางที่กรอบข้อความสีขาวที่แสดงลำดับของ มุมที่แสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 เบนไปจากแนวกลาง (เลข 1 แทนน้อยที่สุด และเลข 6 แทนมากที่สุด)

แสงสีเหลือง	แสงสีม่วง	แสงสีแดง	แสงเขียว	แสงสีน้ำเงิน	แสงสีแดง
1	2	3	4	5	6

หมายเหตุ: ให้ลากไปวางเรียงลำดับ

โดย: แสงสีม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง แดง

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 6

6. มุมที่แสงสีต่าง ๆ ในแถบสว่างอันดับที่ 1 เบนไปจากแนวกลาง มีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นหรือไม่ ถ้าสัมพันธ์กัน คำกล่าวในข้อใดถูกต้อง

ก. ไม่สัมพันธ์กัน

ข. สัมพันธ์กันโดยความยาวคลื่นมีค่ามาก มุมที่เบนไปจากแนวกลางมีค่าน้อย

ค. สัมพันธ์กันโดยความยาวคลื่นมีค่ามาก มุมที่เบนไปจากแนวกลางมีค่ามาก

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 7

7. การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาวสามารถทำได้อย่างไร ให้ลากกรอบข้อความสีฟ้าที่แสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมไปวางต่อจากกรอบข้อความสีขาวที่แสดงลำดับของการหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยเลข 1 แทนลำดับแรก และเลข 6 แทนลำดับสุดท้าย

1. วางไม้เมตรในแนวตั้งฉากกับความยาวของช่องแสง โดยให้ขีด 50.0 เซนติเมตรอยู่ตรงกับไส้หลอดพอสี
2. มองไส้หลอดไฟฟ้าผ่านเกรตติง โดยให้เกรตติงอยู่ห่างจากไส้หลอดเป็นระยะ L
3. อ่านและบันทึกค่าแฉกของแสงสีที่ต้องการหาความยาวคลื่นในแถบสว่างอันดับที่ 1 จากแนวกลางทางซ้ายและขวาที่ปรากฏบนไม้เมตร
4. หาระยะห่างเฉลี่ย (Δx) ของแถบสว่างอันดับที่ 1 จากแนวกลาง
5. คำนวณหา $\sin \theta$ จาก $\sin \theta = \frac{\Delta x}{\sqrt{L^2 + \Delta x^2}}$
6. คำนวณหาความยาวคลื่น จาก $\lambda = d \sin \theta$

หากออกแบบวิธีการวางตัวมือของข้อนี้ โดยฉีกอีกทีและตั้ง 6 ข้อในหน้านี้นี้เป็นการเรียงลำดับที่ถูกต้อง (ในคำถามจริงเน้นเส้นประยังเรียงไม่ถูก)

กิจกรรมที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ในแสงขาว

ขั้นตอนที่ 4 สรุปผลการทำกิจกรรม

รายละเอียด

เมื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรมเสร็จแล้วจะมีคำสั่งให้กดปุ่ม “สรุปผลการทำกิจกรรม” และเมื่อกดปุ่มนี้ จะปรากฏหน้าสรุปผลการทำกิจกรรมที่ 2 ที่มีการให้เลือกคำไปวางในข้อความสรุปผลกิจกรรมแล้วระบบช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการวางข้อความได้

สรุปผลการทำกิจกรรมที่ 2

ให้กดและลากคำในกรอบข้อความด้านล่างไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างนี้ให้ถูกต้อง

แสงขาว แสงสีม่วง แสงสีเขียว แสงสีฟ้า มากที่สุด $d \sin \theta = \lambda$ $\sin \theta = \frac{\lambda}{\sqrt{L^2 + x^2}}$

เกรตติ่ง แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน จุดสว่าง น้อยที่สุด

เมื่อมอง..... ผ่าน..... จะเห็นเป็น ของแสงสีต่าง ๆ ดังรูป โดย ซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุดจะเบนออกจากแนวกลางเป็นมุม และ ซึ่งมีความยาวคลื่น..... จะเบนออกจากแนวกลางไปเป็นระยะทางที่น้อยที่สุด ความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการ โดย และความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ มีค่าแสดงได้ดังตาราง



รูป การแทรกสอดของแสงขาวผ่านเกรตติ่ง

สี	ความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ λ (nm)
แสงสีม่วง	390 - 425
น้ำเงิน	425 - 500
เขียว	500 - 575
เหลือง	575 - 585
แดง	585 - 620
แดง	620 - 740

(อ้างอิงจาก A Dictionary of Science, Oxford University Press, 2000.)

ตรวจคำตอบ

สรุปผลการทำกิจกรรมที่ 2

ให้กดและลากคำในกรอบข้อความด้านล่างไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างนี้ให้ถูกต้อง

แสงสีม่วง แสงสีน้ำเงิน จุดสว่าง

เมื่อมอง..... ผ่าน..... จะเห็นเป็น ของแสงสีต่าง ๆ ดังรูป โดย ซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุดจะเบนออกจากแนวกลางเป็นมุม และ ซึ่งมีความยาวคลื่น..... จะเบนออกจากแนวกลางไปเป็นระยะทางที่น้อยที่สุด ความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการ โดย และความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ มีค่าแสดงได้ดังตาราง



รูป การแทรกสอดของแสงขาวผ่านเกรตติ่ง

สี	ความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ λ (nm)
แสงสีม่วง	390 - 425
น้ำเงิน	425 - 500
เขียว	500 - 575
เหลือง	575 - 585
แดง	585 - 620
แดง	620 - 740

(อ้างอิงจาก A Dictionary of Science, Oxford University Press, 2000.)

ตรวจคำตอบ



กระดานเรื่องราวสื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์

เรื่อง ความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุ

กลุ่มวิชาฟิสิกส์
แก้ไขวันที่ 4 มีค 2568

ภาพรวมของสื่อ

สื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่อง ความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุ มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุโดยทดลองหาความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวของวัสดุ และเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาว ตลอดจนสามารถศึกษาและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความเค้นความเครียด ผ่านการทำกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์จำลอง สำหรับความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุให้ผู้ใช้ได้ศึกษา บันทึกและตอบคำถาม เพื่อสร้างความเข้าใจจากการทำกิจกรรม

ในการเรียนรู้เกี่ยวกับความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุด้วยสื่อฯ เรื่องนี้ ผู้ใช้จะได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม เป็นการให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุ ศึกษาปริมาณที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณปริมาณต่างๆ ซึ่งผู้ใช้งานจะได้คำนวณได้จากสื่อ บันทึกและคำนวณปริมาณต่างๆ และเขียนกราฟ หลังจากนั้นตอบคำถามสรุปผลการทำกิจกรรม และอภิปรายกิจกรรม

สื่อดิจิทัลมีเสียงบรรยายประกอบขั้นตอนการทำกิจกรรม ความหมายของคำ และ คำอธิบายต่าง ๆ ตลอดจนการใช้งานสื่อ

ขอบเขตของสื่อ

เป็นสถานการณ์จำลองที่ประกอบด้วยกิจกรรมการศึกษาความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุโดยทดลองหาความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวของวัสดุ และเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาว และได้เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณปริมาณต่างๆซึ่งคำนวณได้จากสื่อ บันทึกและคำนวณปริมาณต่างๆ หลังจากนั้น ตอบคำถาม สรุปผลการทำกิจกรรม อภิปรายกิจกรรม

ทั้งนี้ ภายในสื่อ จะมีการให้เนื้อหาในส่วนความหมายของคำศัพท์ คำถามแบบเลือกตอบที่ตรวจสอบคำตอบได้ มีการให้เลือกคำไปวางในข้อความสรุปผลกิจกรรม กรอบข้อความแสดงการสรุปผลการทำกิจกรรม และ การอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติม

เมื่อใช้สื่อเรียนรู้เรื่องนี้แล้ว คาดหวังว่า ผู้ใช้จะสามารถตอบคำถามดังนี้ได้

1. ความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาวของวัสดุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม และ สรุปผลการทำกิจกรรม

หน้าปก

รายละเอียดหน้าปก

- ด้านบน ในแถบสีเข้ม แสดงชื่อประเภทสื่อและชื่อเรื่องสื่อ
- ตรงกลางซ้ายมือ แสดง ภาพตัวอย่างสถานการณ์จำลองในสื่อ ส่วนตรงกลางขวามือ แสดงชื่อกลุ่มวิชา ชื่อสถาบัน ปุ่มกดดู “วัตถุประสงค์ของสื่อ” ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” และ ปุ่ม “เริ่ม” ให้เข้าไปใช้งาน
 - ด้านล่างขวา เป็นข้อความ “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” และ “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” ที่กดดูรายละเอียดได้



ส่วนหน้าปก ให้มีและจัด
องค์ประกอบเหมือนกันกับหน้านี้

ปุ่ม Interactive

1. ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความวัตถุประสงค์ของสื่อ ดังหน้าถัดไป
2. ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความคำแนะนำการใช้งาน ดังหน้าถัดไป
3. ปุ่ม “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ ดังหน้าถัดไป
4. ปุ่ม “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ดังหน้าถัดไป

ปุ่ม navigation

1. ปุ่ม “เริ่ม” เพื่อไปสู่หน้าแรกของกิจกรรม

เมื่อกดที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

วัตถุประสงค์ของสื่อ

1. ทดลองหาความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวของวัสดุ
2. เขียนกราฟและหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาว

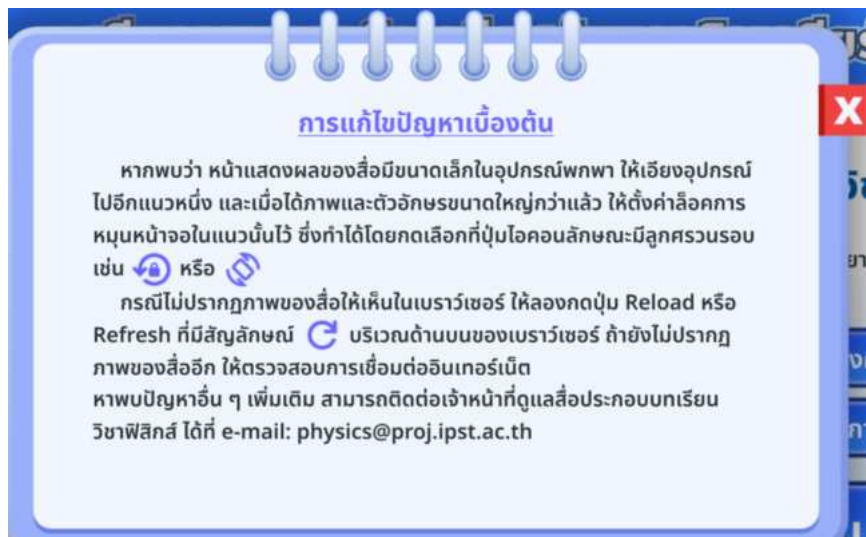


ส่วน “คำแนะนำการใช้งาน” จะจัดทำเป็นแบบ infographic ซึ่งจะดำเนินการภายหลังที่ได้สตอรี่บอร์ดที่มีการแก้ไขแล้ว

ส่วน “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” เป็นกรอบแสดงรายชื่อคณะผู้จัดทำ คณะบรรณาธิการ ระบบและอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานสื่อฯ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาสื่อ ซึ่งจะจัดทำในภายหลัง

ส่วน “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” เป็นกรอบแสดงคำแนะนำการใช้งานสื่อบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นการขยายหน้าจอ ดังตัวอย่างด้านล่าง



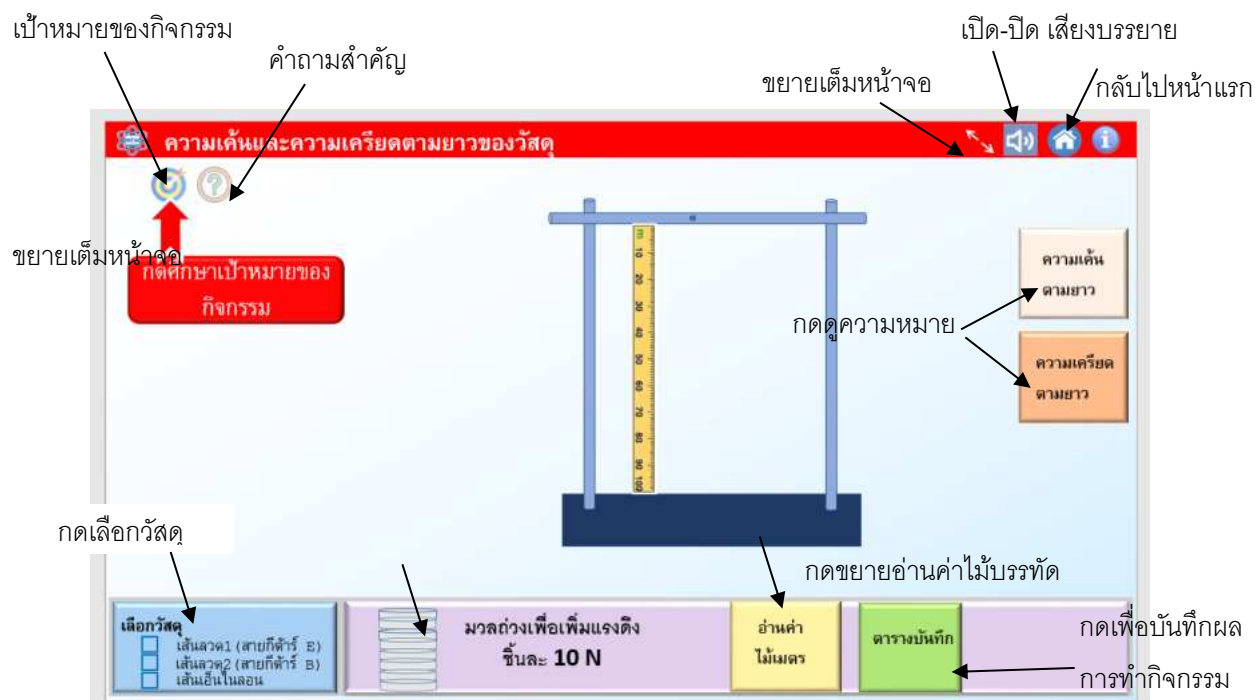


หน้ารองปก (ไม่มีหน้าปกรอง)	
----------------------------	--

กิจกรรม ความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุ	สถานการณ์จำลอง
---	----------------

รายละเอียด

กิจกรรมนี้เป็นการให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุและได้เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณปริมาณต่างๆซึ่งผู้ใช้งานจะได้คำนวณได้จากสื่อ บันทึกและคำนวณปริมาณต่างๆ และเขียนกราฟ หลังจากนั้น ตอบคำถาม



[Signature]

ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน เหมือนหน้ารองปก

ส่วนแสดงสถานการณ์จำลอง

1. ปุ่ม “คำถามสำคัญ” ที่กดแล้ว จะแสดงกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ผู้หาคำตอบผ่านการทำกิจกรรม
2. ปุ่ม “เป้าหมายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะแสดงเป้าหมายที่ผู้ใช้จะต้องทำกิจกรรมให้ครบ เพื่อไปสู่การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม

ส่วนแถบด้านล่าง

1. ปุ่มเลือกวัสดุ
2. ปุ่มเพิ่มมวลที่แขวน
3. ปุ่มขยายค่าไม้บรรทัด
4. ปุ่มศึกษาความหมายความเค้นตามยาว
5. ปุ่มศึกษาความหมายความเครียดตามยาว
6. ปุ่มบันทึกผลกิจกรรม

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน  กลับไปยังหน้าปก



ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน
เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมาย” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

คำถามสำคัญ ความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาวของวัตถุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร



คำถามสำคัญ: ความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาวของวัตถุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

เป้าหมาย

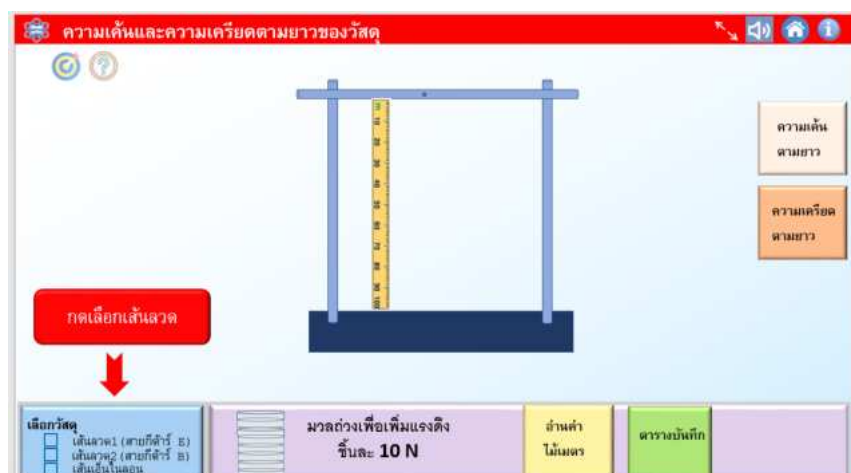
ทดลองหาความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวของเส้นเอ็นในลอนกับเส้นลวดอีก 1 เส้น



เป้าหมาย: ทดลองหาความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวของเส้นเอ็นในลอนกับเส้นลวดอีก 1 เส้น

รายละเอียด

หลังจากที่ผู้ใช้งานทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมแล้ว จะเริ่มทำกิจกรรม ตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับ โดยเริ่มต้น สื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กตศึกษาความหมาย” และลูกศรชี้ไปที่กรอบความเค้นตามยาว และความเครียดตามยาว จากนั้นสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กตเลือกวัสดุ” และลูกศรชี้ไปที่กรอบ และจะมีเส้นลวดมาแขวนพร้อมกับตะขอน้ำหนักและข้อความชี้ไปที่ตะขอ “ตะขอน้ำหนักเบาเพื่อแขวนมวล” ต่อมาสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กตนำมวลไปวาง” และลูกศรชี้ไปที่กรอบ โดยที่เส้นลวดจะมีระยะยืด l_1 จากนั้นสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กตขยายอ่านค่าไม้บรรทัด” และลูกศรชี้ไปที่กรอบ





กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ต่อมาสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “บันทึกผล” และมีลูกศรชี้ไปที่กรอบนี้ เพื่อเข้าสู่ตารางบันทึกผล

รายละเอียด

เมื่อกดปุ่มบันทึกผลแล้ว สื่อจะแสดงตารางบันทึกผล พร้อมกรอบข้อความมีลูกศรชี้ไปที่แถบว่างสีขาวในตาราง และข้อความ “บันทึกผลการทดลอง” เมื่อผู้ใช้ได้กรอกปริมาณต่างๆ ในตารางแล้ว กดตรวจคำตอบ สื่อจะระบุว่าถูกหรือผิด ถ้าผิด จะไม่แสดงสัญลักษณ์ผิดแต่จะแสดงกรอบข้อความให้กำลังใจและแนะนำแนวทาง เช่น “ลองดูใหม่” ถ้าใส่ตัวเลขถูก สื่อจะแสดงไอคอนลูกพร้อมข้อความที่ชื่นชมสิ่งที่ใช้พยายามจนตอบถูก เช่น “เก่งมาก” ทั้งนี้ ถ้าใส่ตัวเลขไม่ถูก 2 ครั้ง สื่อจะเฉลย ตัวอย่างเช่น กรณีที่บันทึกคำตอบแล้วกด “ตรวจคำตอบ” ถ้าได้ผลที่ผิด สื่อจะแสดงกรอบข้อความ “ลองดูใหม่” และถ้าได้ผลที่ถูกต้อง สื่อจะแสดงข้อความ “เก่งมาก” พร้อมเสียงเอฟเฟ็ค และจะมีกรอบแจ้งให้ “ทำการทดลองครั้งต่อไป โดยเพิ่มมวล” จนสามารถกรอกข้อมูลในตารางได้ครบถ้วนแล้ว สื่อจะพาไปที่หน้าการเขียนกราฟ

ตารางบันทึกความเค้น ความเครียด : ความยาวเริ่มต้น $l_0 = 0.60$ เมตร

เพิ่มมวลถ่วง ครั้งที่	แรงที่ใช้ดึง F (N)	ความยาววัสดุที่เปลี่ยนไป $\Delta l = l_1 - l_0$ ($\times 10^{-3}$ m)	ความเค้น ตามยาว $\sigma = \frac{F}{A}$ (N/m ²)	ความเครียด ตามยาว $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} (\times 10^{-3})$
1	10		10/A	
2	20		20/A	
3				
4				
5	50		50/A	

อ่านความยาว l_1 และคำนวณหา Δl แล้วบันทึก
ค่าในตาราง จากนั้นคำนวณหาความเค้น
ตามยาว โดยใช้พื้นที่หน้าตัดตลอดเป็น A และ
ความเครียดตามยาว แล้วบันทึกค่าในตาราง

ทำการทดลองครั้งต่อไป

ตารางบันทึกความเค้น ความเครียด : ความยาวเริ่มต้น $l_0 = 0.60$ เมตร

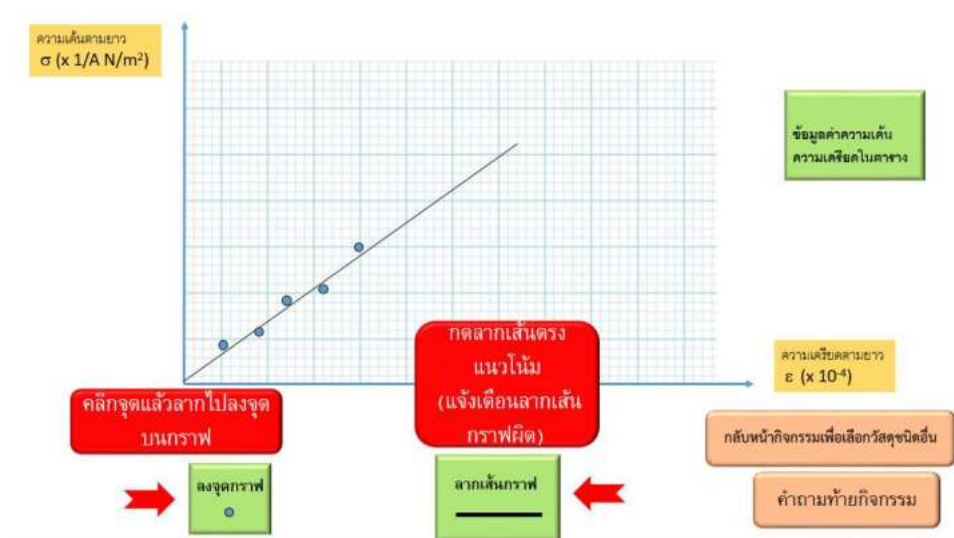
เพิ่มมวลถ่วง ครั้งที่	แรงที่ใช้ดึง F (N)	ความยาววัสดุที่เปลี่ยนไป $\Delta l = l_1 - l_0$ ($\times 10^{-3}$ m)	ความเค้น ตามยาว $\sigma = \frac{F}{A}$ (N/m ²)	ความเครียด ตามยาว $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} (\times 10^{-3})$
1	10	0.5	10/A	0.833
2	20	0.9	20/A	1.500
3	30	1.3	30/A	2.167
4	40	1.7	40/A	2.833
5	50	2.1	50/A	3.500

ทำการทดลองครั้งต่อไปโดยเพิ่มมวล

ทำการทดลองครั้งต่อไปโดยเปลี่ยนเป็นโลหะ

รายละเอียด

เมื่อสื่อจะพาไปที่หน้าแสดงตารางกราฟว่าง ๆ ที่มีแกนระบุว่า แนวตั้งเป็นความเค้นตามยาวกับ แกนนอนที่ความเครียดตามยาว พร้อมกับปุ่ม วงกลม สำหรับกดเพื่อลงจุดกราฟทีละจุด ให้สอดคล้องกับตารางบันทึกผล ซึ่งมีกรอบให้กดแสดงข้อมูล และกดปุ่มลงจุดกราฟให้ สอดคล้องกับตารางบันทึกผล พร้อมข้อความแจ้งขั้นตอนว่า “กดและลากวงกลมไปวางบนกราฟในบริเวณที่มีค่าสอดคล้องกัน” ตัวอย่างดังนี้



จากนั้นให้ผู้ใช้เลือกลากเส้นกราฟชนิดที่แสดงความสัมพันธ์สอดคล้องกับจุดบนกราฟได้ ถ้าลากไม่ถูกต้อง สื่อจะแจ้งข้อความ “พยายามดีมาก ลองพิจารณาแนวโน้มนของจุดบนกราฟอีกครั้ง” และเมื่อเลือกได้ถูกต้อง สื่อจะแสดงข้อความ “ยอดเยี่ยม” พร้อมปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” เมื่อทำครบทั้ง 2 การทดลอง เส้นลวด 1 ชนิด กับ เส้นเอ็นไนลอนครบถ้วนแล้ว แต่ถ้ายังทำการทดลองโดยเลือกวัสดุไม่ครบจะมีปุ่มแจ้ง “กลับหน้ากิจกรรมเพื่อเลือกวัสดุอื่น” โดยถ้าการทดลองครั้งแรกเลือกเป็นลวดชนิดที่ 1 หรือ 2 ก็ตาม การทดลองครั้งต่อไประบบจะล๊อคให้เลือกเป็นเส้นเอ็นไนลอนเท่านั้น ถ้าครั้งแรกเลือกเอ็นไนลอน การทดลองครั้งต่อไป ระบบจะล๊อคให้เลือกเป็น ลวดชนิดที่ 1 หรือ 2

รายละเอียด

หลังจากทำกิจกรรมครบแล้ว จะแสดง กดปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” สื่อจะพาไปที่หน้าแสดงคำถามท้ายกิจกรรมทีละข้อ โดยผู้ใช้สามารถตอบคำถามโดยการกดที่วงกลมหน้าข้อความที่คิดว่า เป็นคำตอบที่ถูก จากนั้นกด “ส่งคำตอบ” ซึ่งสื่อจะให้ผู้ใช้สามารถตอบผิดได้ 2 ครั้ง ก่อนจะเฉลย ถ้าตอบผิด สื่อจะแสดงข้อความ “ลองดูใหม่” ถ้าตอบถูก สื่อจะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมเครื่องหมาย “ถูก ” ตัวอย่างการแสดงผลหน้าคำถามท้ายกิจกรรม ดังรูปด้านล่าง

ความเด่นและความเครียดตามยาวของวัสดุ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ในการเพิ่มมวลถ่วงแต่ละครั้งเท่าๆกันความยาวลวดที่เพิ่มขึ้นแต่ละครั้งแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

- ☒ เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
- ☐ ไม่ใกล้เคียงกันโดยมีความยาวที่ยืดเพิ่มขึ้น
- ☐ ไม่ใกล้เคียงกันโดยมีความยาวที่ยืดลดลง

ตรวจสอบคำตอบ

←

คำถามข้อที่ 2

รายละเอียด

ที่หน้าสรุปผลการทำกิจกรรม จะมีข้อความแจ้งผู้ “ให้กดและลากคำในกรอบสีฟ้าไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง” โดยผู้ใช้ต้องลากคำไปเติมในช่องว่างให้เต็มทุกช่องที่มีก่อน จึงสามารถกดปุ่ม “ตรวจคำตอบ” ได้ ซึ่งถ้ามีส่วนคำที่วางในช่องว่างไม่ถูกต้อง หลังจากกดตรวจคำตอบ สื่อจะแสดงข้อความ “พยายามได้ดี แต่บางคำยังลงไม่ถูก ลองคิดดูใหม่ แล้วลองอีกครั้ง”

แต่ถ้าวางคำถูกต้องทุกช่องว่าง สื่อจะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมข้อความ “ยอดเยี่ยม ทำความเข้าใจเนื้อหาในกิจกรรมได้ดีมาก !” พร้อมแสดงปุ่ม “อธิบายเพิ่มเติม” ที่มุมขวาล่าง

ทั้งนี้ ถ้าวางคำไม่ถูกต้องทุกช่องว่าง 2 ครั้ง สื่อจะเฉลยให้



สรุปผลการทำกิจกรรม

ให้คัดและลากคำในกรอบสีฟ้าไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง

ความเค้นตามยาว

ไม่คงตัว

ความชัน

แตกต่างกัน

กราฟเส้นตรง

คงตัว

ความเครียดตามยาว

- กราฟความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาวของวัสดุทั้ง 2 ชนิดในช่วงที่ทดลองมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง
- จากกราฟอัตราส่วนระหว่างความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาวจะมีค่าคงตัว
- อัตราส่วนความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาวพิจารณาจากความชันของกราฟ
- อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับพื้นที่หน้าตัด เรียกว่า ความเค้นตามยาว แทนด้วยสัญลักษณ์ σ มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)
- อัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปกับความยาวเดิม เรียกว่า ความเครียดตามยาว (longitudinal strain) แทนด้วยสัญลักษณ์ ϵ

ศึกษาการอภิปรายเพิ่มเติม



กิจกรรมที่ 1

สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ที่หน้า “อภิปรายเพิ่มเติม” สื่อจะแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเค้นความเครียดตามยาว โดยเมื่อผู้ใช้งานได้ศึกษาข้อความ และกดดูหน้าถัดไปแล้ว จะเป็นการจบการทำกิจกรรม



อภิปรายกิจกรรม

อัตราส่วนระหว่างความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาวจะมีค่าคงตัวและเท่ากับความชันของกราฟเส้นตรง อัตราส่วนนี้ เรียกว่า มอดุลัสของยัง (Young's modulus) แสดงดังสมการ

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ หรือ } Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$$

ต้นร่าง 3 กระดาษเรื่องราวสื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์

เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

กลุ่มวิชาฟิสิกส์

แก้ไขวันที่ 28 ก.พ. 2568

ภาพรวมของสื่อ	
---------------	--

สื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่อง ความตึงผิว มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เข้าใจการทำการทดลองเพื่อหาความตึงผิวของของเหลวบางชนิด ผ่านการทำกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์จำลองการทดลองเพื่อหาความตึงผิวของของเหลวในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดอัตราส่วนคาน การเลือกมวลหลอดแก้วเพื่อจัดคานให้อยู่ในสมดุลกับน้ำหนักห้วงแหวน การเลือกชนิดของเหลว การเลือกมวลหลอดแก้วที่ทำให้ห้วงแหวนหลุดจากผิวของของเหลวพอดี คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิว โดยมีตารางข้อมูลสำหรับให้ผู้ใช้ได้บันทึก วิเคราะห์ และตอบคำถาม เพื่อสร้างความเข้าใจจากการทำกิจกรรม

สื่อดิจิทัลมีเสียงบรรยายประกอบขั้นตอนการทำกิจกรรม ความหมายของคำ และ คำอธิบายต่าง ๆ ตลอดการใช้งานสื่อ

ขอบเขตของสื่อ	
---------------	--

เป็นสถานการณ์จำลองของการทดลองและการออกแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับ ม.ปลาย ในการเรียนรู้และโต้ตอบกับสื่อ เกี่ยวกับความตึงผิวของของเหลว

ทั้งนี้ ภายในสื่อ จะมีการให้เนื้อหาในส่วนการหาความตึงผิวของของเหลว คำถามแบบเลือกตอบที่ตรวจสอบคำตอบได้ มีการให้เลือกค่าไปวางในข้อความสรุปผลกิจกรรม กรอบข้อความแสดงการสรุปผลการทำกิจกรรม และการอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติม

เมื่อใช้สื่อเรียนรู้เรื่องนี้แล้ว คาดหวังว่า ผู้ใช้จะสามารถตอบคำถาม 3 คำถามดังนี้ได้

1. ความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้อย่างไร
2. ความตึงผิวของของเหลวชนิดเดียวกัน ที่อุณหภูมิต่างกัน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. ความตึงผิวของของเหลวต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน แตกต่างกันหรือไม่



ส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม และ สรุปผลการทำกิจกรรม

หน้าปก

รายละเอียดหน้าปก

- ด้านบน ในแถบสีเข้ม แสดงชื่อประเภทสื่อและชื่อเรื่องสื่อ
- ตรงกลางซ้ายมือ แสดง ภาพตัวอย่างสถานการณ์จำลองในสื่อ ส่วนตรงกลางขวามือ แสดงชื่อกลุ่มวิชา ชื่อสถาบัน ปุ่มกดดู “วัตถุประสงค์ของสื่อ” ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” และ ปุ่ม “เริ่ม” ให้เข้าไปใช้งาน
- ด้านล่างขวา เป็นข้อความ “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” และ “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” ที่กดดูรายละเอียดได้



ปุ่ม Interactive

1. ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความวัตถุประสงค์ของสื่อ ดังหน้าถัดไป
2. ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความคำแนะนำการใช้งาน ดังหน้าถัดไป
3. ปุ่ม “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ ดังหน้าถัดไป
4. ปุ่ม “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ดังหน้าถัดไป

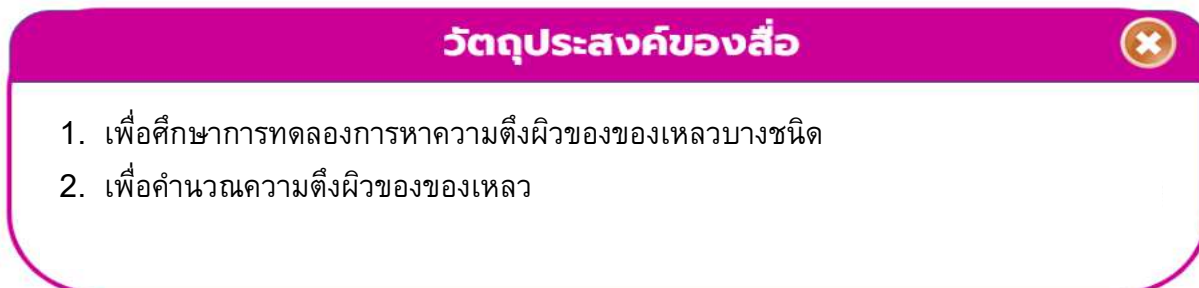
ปุ่ม navigation

1. ปุ่ม “เริ่ม” เพื่อไปสู่หน้าแรกของกิจกรรม

เมื่อกดที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

วัตถุประสงค์ของสื่อ

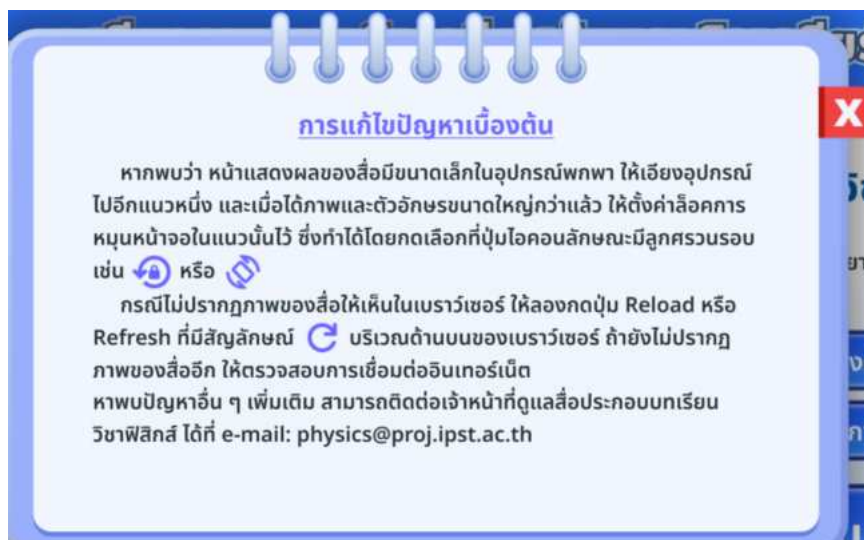
1. เพื่อศึกษาการทดลองการหาความถี่ผิวของของเหลวบางชนิด
2. เพื่อคำนวณความถี่ผิวของของเหลว



ส่วน “คำแนะนำการใช้งาน” จะจัดทำเป็นแบบ infographic ซึ่งจะดำเนินการภายหลังที่ได้สตอรี่บอร์ดที่มีการแก้ไขแล้ว

ส่วน “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” เป็นกรอบแสดงรายชื่อคณะผู้จัดทำ คณะบรรณาธิการ ระบบและอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานสื่อฯ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาสื่อ ซึ่งจะจัดทำในภายหลัง

ส่วน “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” เป็นกรอบแสดงคำแนะนำการใช้งานสื่อบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นการขยายหน้าจอ ดังตัวอย่างด้านล่าง



กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

กิจกรรมนี้เป็นการให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาการทดลองการหาความตึงผิวของของเหลวในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดอัตราส่วนคาน การเลือกมวลนอตถ่วงเพื่อจัดคานให้อยู่ในสมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน การเลือกชนิดของเหลว การเลือกมวลนอตถ่วงที่ทำให้ห้วงวงแหวนหลุดจากผิวของของเหลวพอดี คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิว โดยมีตารางข้อมูลสำหรับผู้ใช้ได้บันทึก วิเคราะห์ และตอบคำถาม เพื่อสร้างความเข้าใจจากการทำกิจกรรม

Annotations and UI elements in the simulation:

- คำถามสำคัญ** (Important Question): Icon for asking questions.
- เป้าหมายของกิจกรรม** (Activity Goal): Icon for activity goals.
- ปุ่มเริ่มกิจกรรมใหม่ทั้งหมดโดยลบค่าที่บันทึกในตาราง** (Reset all activity by deleting values in the table): Button to reset the simulation.
- ความตึงผิวของของเหลว** (Surface Tension of Liquid): Title of the simulation.
- เปิด-ปิด เสียงบรรยาย** (Toggle Narration): Button to toggle narration.
- ดูคำแนะนำการใช้งาน** (View Usage Instructions): Button to view instructions.
- กลับไปหน้าแรก** (Go to Home): Button to return to the home screen.
- ขยายเต็มหน้าจอ** (Full Screen): Button to expand to full screen.
- ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1** (Reset from step 1): Button to reset from step 1.
- ขั้นตอนที่ 1** (Step 1): กำหนดอัตราส่วนคาน $x:y$ (Determine the ratio $x:y$). Options: 1:1, 1:3.
- ขั้นตอนที่ 2** (Step 2):
 - มวลนอต (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับห้วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม (Mass of the weight (m_0) to balance the ring with mass 40.0 g). Value: 120.0 กรัม.
 - มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม (Mass used is 120.0 g).
 - มวลนอตแต่ละชนิด (Mass of each weight):

มวลนอตแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	-4
0.5 กรัม	-20
1.0 กรัม	-3
5.0 กรัม	-2
10.0 กรัม	-11
- ขั้นตอนที่ 3** (Step 3): เลือกชนิดของของเหลว (Select the type of liquid). Options: น้ำ (20°C), น้ำ (50°C), น้ำเกลือ (20°C), น้ำยาล้างจาน (20°C), กลีเซอริน (20°C), เบนซิน (20°C), ปรอท (20°C).
- ภาพขยายสเกลตาชั่ง** (Zoomed-in scale image): Image of a balance scale.
- ภาพขยายห้วงวงแหวน** (Zoomed-in image of the ring): Image of the ring.
- ข้อมูลแนะนำในการทดลอง** (Recommended information for the experiment): Text box.
- ตารางบันทึกผล** (Result recording table): Table for recording results.
- ขั้นตอนที่ 4** (Step 4):
 - มวลนอต (m_w) เพื่อหาแรงตึงผิว (Mass of the weight (m_w) to find surface tension). Value: 13.4 กรัม.
 - มวลที่ใช้ เท่ากับ 13.4 กรัม (Mass used is 13.4 g).
 - คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล (Calculate surface tension and surface tension of the liquid from the data in the result recording table).
- ขั้นตอนที่ 5** (Step 5):
- ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2** (Reset from step 2): Button to reset from step 2.
- ปุ่ม + หรือ - เพื่อเพิ่มหรือลดจำนวนนอตในขั้นตอนที่ 2 และ 4** (+ or - button to increase or decrease the number of weights in step 2 and 4): Buttons to adjust the number of weights.
- ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3** (Reset from step 3): Button to reset from step 3.
- ปุ่มบันทึกค่ามวลนอต m_w ในขั้นตอนที่ 4** (Record the value of m_w in step 4): Button to record the value of m_w .

ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน เหมือนหน้ารองปก

ส่วนแสดงสถานการณ์จำลอง

1. ปุ่ม “คำถามสำคัญ” ที่กดแล้ว จะแสดงกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ผู้ใช้งานหาคำตอบผ่านการทำกิจกรรม
2. ปุ่ม “เป้าหมายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะแสดงเป้าหมายที่ผู้ใช้งานจะต้องทำกิจกรรมให้ครบ เพื่อไปสู่การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม

ส่วนแถบด้านซ้าย

1. ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1
2. ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3

ส่วนแถบด้านขวา

1. ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2
2. ปุ่มล็อกและบันทึกค่ามวลนอต m_0 ในขั้นตอนที่ 2
3. ปุ่ม + หรือ - เพื่อเพิ่มหรือลดจำนวนนอตในขั้นตอนที่ 2 และ 4
4. ปุ่มเริ่มใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 4
5. ปุ่มบันทึกค่ามวลนอต m_w ในขั้นตอนที่ 4

ส่วนแถบด้านบน

1. ปุ่มเริ่มกิจกรรมใหม่ทั้งหมดโดยลบค่าที่บันทึกในตาราง

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน  กลับไปยังหน้าปก



กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

คำถามสำคัญและเป้าหมายกิจกรรม

ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ใช้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมาย” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

คำถามสำคัญ

1. ความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้อย่างไร
2. ความตึงผิวของของเหลวชนิดเดียวกัน ที่อุณหภูมิต่างกัน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. ความตึงผิวของของเหลวต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน แตกต่างกันหรือไม่



คำถามสำคัญ : ความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้อย่างไร

ความตึงผิวของของเหลวชนิดเดียวกัน ที่อุณหภูมิต่างกัน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
ความตึงผิวของของเหลวต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน แตกต่างกันหรือไม่

เป้าหมาย

หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 กับ 50 องศาเซลเซียส และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้ อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า



เป้าหมาย : หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 กับ 50 องศาเซลเซียส และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า

ตัวอย่างการแสดงคำถามสำคัญในหน้าสถานการณ์จำลอง

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน

คำถามสำคัญ : ความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้อย่างไร
ความตึงผิวของของเหลวชนิดเดียวกัน ที่อุณหภูมิต่างกัน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
ความตึงผิวของของเหลวต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน แตกต่างกันหรือไม่

3 เลือกชนิดของของเหลว

- ☐ น้ำ (20°C)
- ☐ น้ำ (50°C)
- ☐ น้ำเกลือ (20°C)
- ☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)
- ☐ กลีเซอริน (20°C)
- ☐ เบนซิน (20°C)
- ☐ ปรัช (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายห่วงวงแหวน

คำนวณแรงดึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

มวลบนถาดแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	0
0.5 กรัม	0
1.0 กรัม	0
5.0 กรัม	0
10.0 กรัม	0

คำนวณแรงดึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

มวลที่ใช้ เท่ากับ กรัม

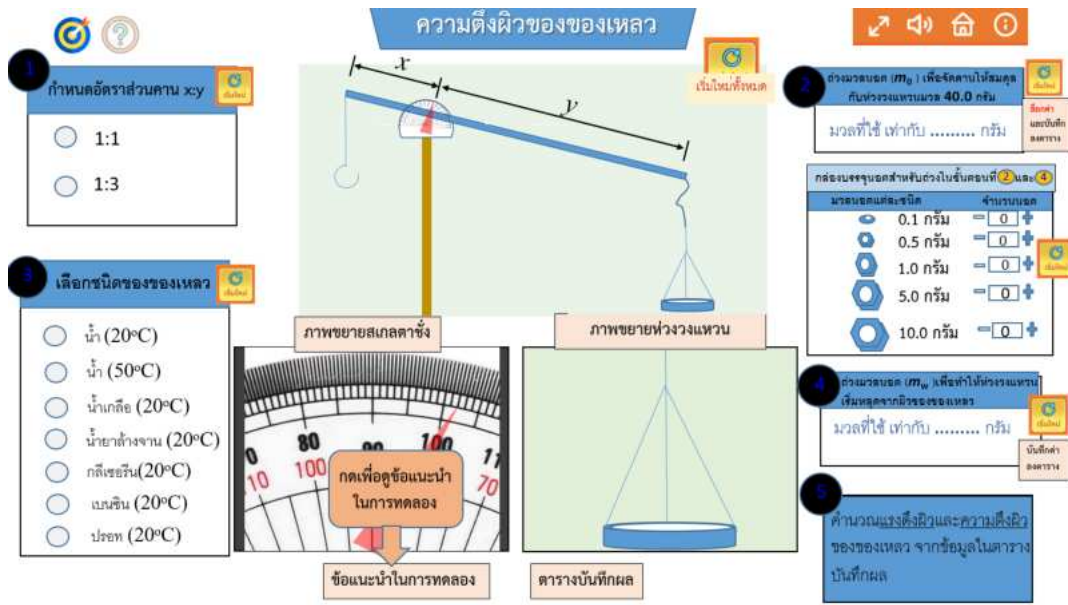
บันทึกค่า
ผลการวัด

กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

ข้อแนะนำในการทดลอง

รายละเอียด

ในขณะที่ผู้ใช้งานเริ่มเปิดแอปพลิเคชัน สื่อแสดงกรอบข้อความว่า “เพื่อดูข้อแนะนำในการทดลอง” ซึ่งจะมีลูกศรชี้ไปที่ปุ่ม ข้อแนะนำในการทดลอง ดังรูป



เมื่อผู้ใช้งานมีการกดที่ ข้อแนะนำในการทดลอง ให้สื่อแสดงหน้าต่างกรอบข้อความจำนวน 8 หน้า ดังนี้
หน้าที่ 1

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้

หน้าที่ 1
ไปต่อ

ข้อแนะนำในการทดลอง

ความรู้เบื้องต้นของการทดลอง

การทดลองหาความตึงผิวของของเหลว (surface tension : γ) ใช้หลักการของโมเมนต์ของแรงในการคำนวณความสละสลวยในการคำนวณหาแรงตึงผิว และนำไปสู่การคำนวณค่าความตึงผิวของของเหลวได้

ขั้นตอนที่1 เลือกอัตราส่วนคาน $x:y$

ขั้นตอนที่2 ถ่วงมวลขนาด (m_0) เพื่อให้น้ำหนักมันติดอยู่ในสมดุลคานกับน้ำหนักห้วงวงแหวน

ขั้นตอนที่3 เลือกชนิดของเหลวที่จะหาความตึงผิวของของเหลวแล้วจัดให้ห้วงวงแหวนสัมผัสผิวของของเหลว

ขั้นตอนที่4 ถ่วงมวลขนาด (m_w) เพิ่มทีละน้อย จนกระทั่งห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของเหลวพอดี

ขั้นตอนที่5 คำนวณหาแรงตึงผิวของของเหลว และความตึงผิวของของเหลวจากอัตราส่วนของคาน $x:y$ ในขั้นตอนที่ 1 มวลขนาด (m_w) ในขั้นตอนที่ 4 และความยาวเส้นรอบวงของห้วงวงแหวน (L) ที่กำหนดให้

ข้อกำหนดในการทดลอง ให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และความยาวเส้นรอบวงด้านนอกของห้วงวงแหวน $L = 0.3$ เมตร มวลของห้วงวงแหวน เท่ากับ 40.0 กรัม มวลของคาน มวลของตะกั่วเกี่ยววัตถุ และมวลของเชือกผูกห้วงวงแหวน ถือว่ามีค่าน้อยมากจนไม่นับมาพิจารณา

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 2

หน้าที่ 2

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้

ⓧ

กลับ

ข้อแนะนำในการทดลอง

ความรู้เบื้องต้นของการทดลอง

หน้าที่ 2

ไปต่อ

ความตึงผิวของของเหลว (γ) คำนวณจาก อัตราส่วนของแรงตึงผิว (F) ต่อ ความยาวผิวทั้งหมดของเหลวที่สัมผัสกับวัตถุอื่น (l) ตามสมการ

$$\gamma = \frac{F}{l}$$

ในกรณีที่วัตถุเป็นห่วงวงกลมบางที่มีความยาวเส้นรอบวงด้านนอกเป็น (L) ความยาวผิวทั้งหมดของเหลวที่สัมผัสกับห่วงวงกลมจะเป็น $l=2L$

ดังนั้น $\gamma = \frac{F}{2L}$

แรงตึงผิว F ในการทดลองนี้หาได้จากหลักของโมเมนต์ของแรงตามสมการ

$$F y = (m_w g) x$$

เมื่อ m_w เป็นมวลถ่วง ที่ทำให้ห่วงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของเหลวพอดี

ข้อกำหนดในการทดลอง ให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และความยาวเส้นรอบวงด้านนอกของห่วงวงแหวน $L = 0.3$ เมตร มวลของห่วงวงแหวน เท่ากับ 40.0 กรัม มวลของจาน มวลของตะกั่วที่ยาวนออก และมวลของเชือกผูกห่วงวงแหวน ถือว่ามีค่าน้อยมากจนไม่นำมาพิจารณา

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม ⓧ จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 3

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 1

หน้าที่ 3

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้

ⓧ

กลับ

ข้อแนะนำในการทดลอง

การถ่วงมวลนอต

ให้คานสมดุลกับน้ำหนักห่วงวงแหวนในขั้นตอนที่ 2

หน้าที่ 3

ไปต่อ

ภาพถ่ายสเกลค่าชี้

ภาพถ่ายห่วงวงแหวน

มวลนอตถ่วง น้อยเกินไป
คานยังไม่อยู่ในสมดุล
ต้องเพิ่มมวลนอตถ่วงจนกระทั่งคาน
อยู่ในสมดุล

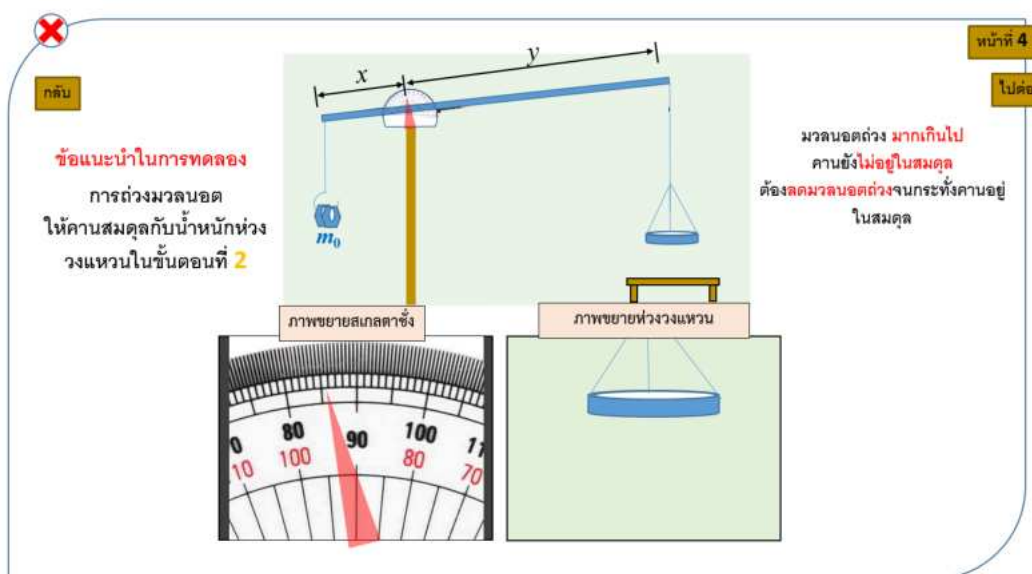
เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม ⓧ จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 4

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 2

หน้าที่ 4

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้



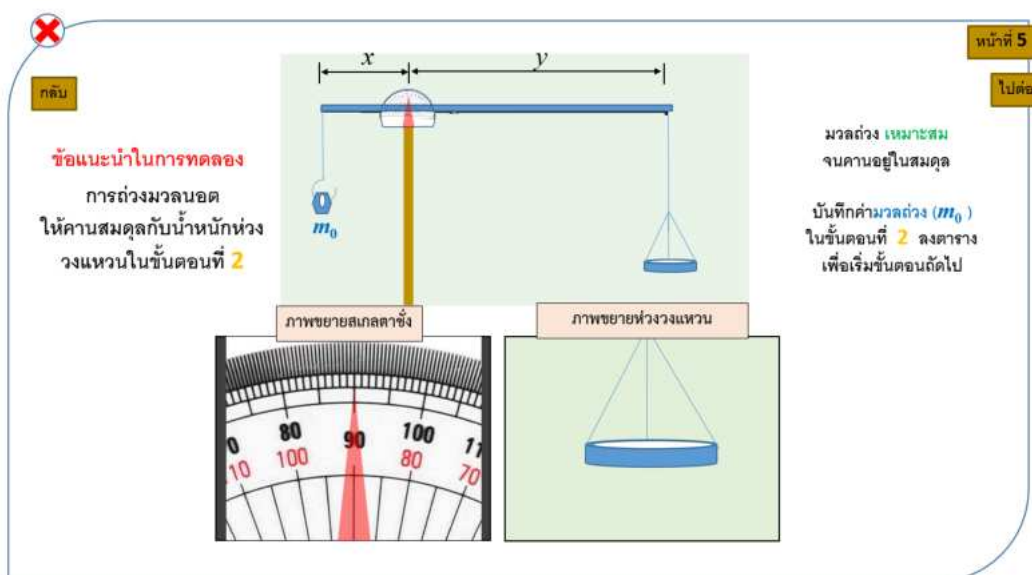
เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 5

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 3

หน้าที่ 5

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้



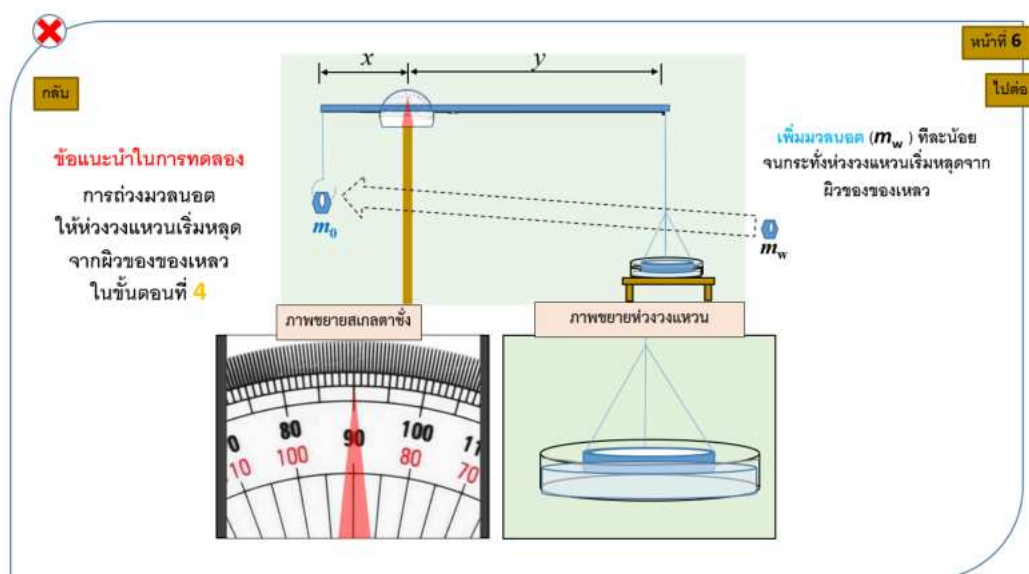
เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 6

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 4

หน้าที่ 6

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้



เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม  จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

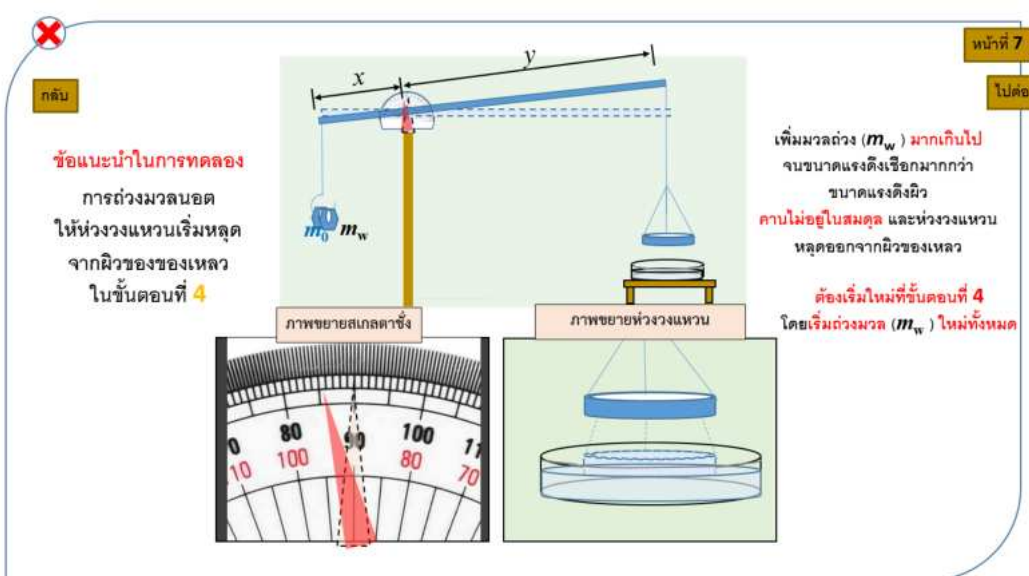
เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 7

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 5

แอนิเมชันประกอบ : แสดงแอนิเมชันให้มินอต (m_w) ขนาดเล็กเคลื่อนที่ไปแขวนที่ตะขอ ทำให้ห้วงวงแหวนขยับขึ้นเล็กน้อยและผิวของของเหลวยืดออกมากขึ้น

หน้าที่ 7

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้



เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม  จะปิดหน้าต่างกรอบข้อความ แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “ไปต่อ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอบข้อความที่ 8

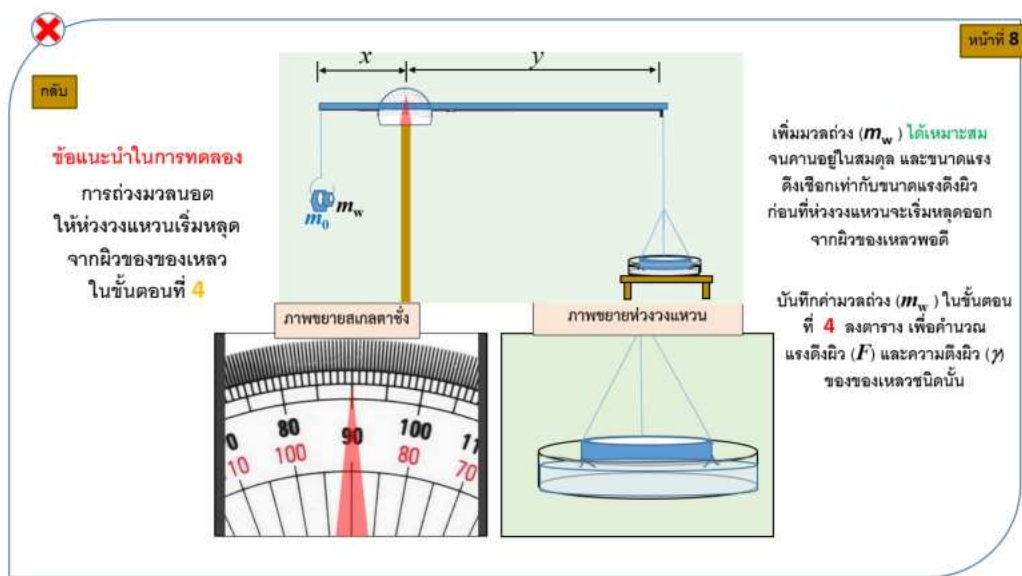


เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอกรับข้อมูลที่ 6

แอนิเมชันประกอบ : แสดงแอนิเมชันให้มินอต (m_w) ขนาดใหญ่เคลื่อนที่ไปแขนที่ตะขอ ทำให้ห้วงวงแหวนหลุดจากผิวของเหลวทันที และคันเอียงไปทางด้านซ้าย

หน้าที่ 8

สื่อแสดงข้อความและรูปภาพ ดังนี้



เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม จะปิดหน้าต่างกรอกรับข้อมูล แล้วกลับเข้าหน้าหลัก

เมื่อผู้ใช้งาน กดปุ่ม “กลับ” ให้ไปที่หน้าต่างกรอกรับข้อมูลที่ 7

แอนิเมชันประกอบ : แสดงแอนิเมชันให้มินอต (m_w) ขนาดเล็กเคลื่อนที่ไปแขนที่ตะขอ ทำให้ผิวของเหลวยืดออกและห้วงวงแหวนขยับขึ้น จนกระทั่งห้วงวงแหวนหลุดเริ่มจากผิวของเหลว และคันเอียงไปทางด้านซ้าย

รายละเอียด

หลังจากที่ผู้ใช้งานทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมแล้ว จะเริ่มทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับ ซึ่งขณะที่อยู่ในช่วงปฏิบัติขั้นตอนใด พื้นหลังวงกลมรอบตัวเลขลำดับขั้นตอนนั้นจะเป็นสีส้ม ส่วนขั้นตอนที่ยังไม่ถึงช่วงปฏิบัติ พื้นหลังวงกลมรอบตัวเลขลำดับขั้นตอนนั้นจะเป็นสีดำ โดยเริ่มต้นทำกิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 พื้นหลังวงกลมรอบตัวเลขลำดับขั้นตอนที่ 1 จะเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีส้ม และสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กดเพื่อกำหนดอัตราส่วนคาน $x : y$ ” และลูกศรชี้ไปที่กรอบที่มีอัตราส่วนคาน 2 ค่า คือ 1:1 และ 1:3 เมื่อกดเพื่อกำหนดอัตราส่วนหนึ่งแล้ว สื่อจะแสดงวงกลมสีฟ้าหน้าอัตราส่วนคานที่เลือก และแสดงอัตราส่วนคานตามทีเลือกบนภาพตรงกลาง ซึ่งคานจะไม่อยู่ในสมดุลโดยเอียงไปทางด้านขวา (ด้านที่มีหัววงแหวน) ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน $x:y$

☐ 1:1

☒ 1:3

กดเพื่อกำหนดอัตราส่วนคาน $x : y$

2 เลือกชนิดของของเหลว

☐ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอริน (20°C)

☐ เบนซิน (20°C)

☐ ปรัช (20°C)

3 เริ่มใบ้ทั้งหมด

4 ถ่วงมวลวัตถุ (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับทรงจระเข้มวลรวม 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ กรัม

5 ถ่วงมวลวัตถุ (m_w) เพื่อหาแรงตึงผิว

มวลที่ใช้ เท่ากับ กรัม

คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายหัววงแหวน

ข้อแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

ขั้นตอนที่ 2 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เริ่มขั้นตอนที่ 2 พื้นหลังวงกลมรอบตัวเลขลำดับขั้นตอนที่ 2 จะเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีส้ม และสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “ถ่วงมวลนอต (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับห้วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม” ซึ่งจะมีลูกศรชี้ไปที่กรอบที่มีนอตมวลต่าง ๆ กัน (กรอบกลางด้านขวา) และแสดงข้อความว่า “กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต” ดังรูป

แอนิเมชันประกอบ : เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม + ของนอตขนาดใด ให้แสดงแอนิเมชันมีนอตเคลื่อนที่ออกจากกล่องเข้าไปแขวนที่ตะขอ (ด้านซ้ายของคาน) หรือเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม - ของนอตขนาดใด ให้แสดงแอนิเมชันมีนอตเคลื่อนที่ออกจากตะขอกลับเข้าไปที่กล่อง

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน x:y

- ☐ 1:1
- ☒ 1:3

2 ถ่วงมวลนอต (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับห้วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ กรัม

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต

3 เลือกชนิดของของเหลว

- ☐ น้ำ (20°C)
- ☐ น้ำ (50°C)
- ☐ น้ำเกลือ (20°C)
- ☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)
- ☐ กลีเซอรีน (20°C)
- ☐ เบนซิน (20°C)
- ☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายห้วงวงแหวน

4 ถ่วงมวลนอต (m_0) เพื่อหาแรงดึงผิว

มวลที่ใช้ เท่ากับ กรัม

5 คำนวณแรงดึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

มวลนอตแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	= 0 +
0.5 กรัม	= 0 +
1.0 กรัม	= 0 +
5.0 กรัม	= 0 +
10.0 กรัม	= 0 +

ข้อมูลแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

ช่องว่าง..... ในข้อความ “มวลที่ใช้เท่ากับ กรัม” ในกรอบขั้นตอนที่ 2 จะเป็นค่าที่ปรากฏอัตโนมัติตามค่ามวลนอต (m_0) ที่ผู้ใช้งานเพิ่มนอตจากกล่อง ตัวอย่าง ผู้ใช้งานเพิ่มนอต 5.0 กรัม จำนวน 2 ตัว และนอต 10.0 กรัม จำนวน 11 ตัว ดังนั้น มวลนอต (m_0) = $2 \times (5.0 \text{ กรัม}) + 11 \times (10.0 \text{ กรัม}) = 120.0 \text{ กรัม}$ ข้อความในกรอบขั้นตอนที่ 2 จึงขึ้นเป็น “มวลที่ใช้เท่ากับ ...120.0... กรัม” โดยอัตโนมัติ ซึ่งเมื่อผู้ใช้เริ่มมีการกดเพิ่มมวลนอตที่ตะขอให้สื่อแสดงกรอบข้อความแสดงขั้นตอนให้กดเพื่อ “กดเลือกค่ามวลนอต (m_0) และบันทึกผลตารางก่อนจึงจะไปขั้นตอนที่ 3 ได้” โดยคานจะอยู่ในสมดุล (คานวางตัวในแนวระดับ) เมื่อมวลนอต (m_0) เท่ากับ 40.0 กรัม สำหรับอัตราส่วนคาน 1 : 1 และเมื่อมวลนอต (m_0) เท่ากับ 120.0 กรัม สำหรับอัตราส่วนคาน 1 : 3 ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน x:y

☐ 1:1
☒ 1:3

2 ถ่วงมวลนอต (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับห้วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ **120.0** กรัม

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต

กดล็อกค้ำมวลนอต (m_0) และบันทึกผลการทดลอง

5.0 กรัม - [2]
10.0 กรัม - [11]

3 เลือกชนิดของของเหลว

☐ น้ำ (20°C)
☐ น้ำ (50°C)
☐ น้ำเกลือ (20°C)
☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)
☐ กลีเซอริน (20°C)
☐ เบนซิน (20°C)
☐ ปรอท (20°C)

ภาพถ่ายสเกลตาชั่ง

ภาพถ่ายห้วงวงแหวน

ค่าแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม ตารางบันทึกผล จะปรากฏค่ามวลนอต (m_0) โดยอัตโนมัติ ตามมวลนอตขณะที่กดล็อกในขั้นตอนที่ 2 ในหน้าตารางบันทึกผล (ในหน้านี้จะบันทึกค่าโดยใช้ระบบหน่วยเอสไอ) จากตัวอย่าง ผู้ใช้งานกำหนดอัตราส่วนคาน 1:3 และล็อกค่ามวลนอต (m_0) ที่ 120.0 กรัม เนื่องจากวิเคราะห์ห้วงวงแหวนเป็นค่ามวลที่ทำให้คานอยู่ในสมดุลกับห้วงวงแหวน ตารางบันทึกผลในหน้าที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลของอัตราส่วนคาน 1:3 (ส่วนตารางบันทึกผลในหน้าที่ 1 เป็นข้อมูลของอัตราส่วนคาน 1:1) จึงปรากฏค่ามวลนอต (m_0) เป็น 120.0 กรัม โดยอัตโนมัติ ในข้อความหัวตาราง “มวลนอต (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ 120.0 กรัม” ดังรูป

ตารางบันทึกผล

การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:3

มวลนอต (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ 120.0 กรัม

ชนิดของของเหลว	มวลนอต (m_0) เพื่อทำให้ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว (กรัม)	แรงตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
☐ น้ำ (20°C)			
☐ น้ำ (50°C)			
☐ น้ำเกลือ (20°C)			
☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)			
☐ กลีเซอริน (20°C)			
☐ เบนซิน (20°C)			
☐ ปรอท (20°C)			

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด่าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

หน้า 2

ออก

ตรวจสอบความถูกต้อง

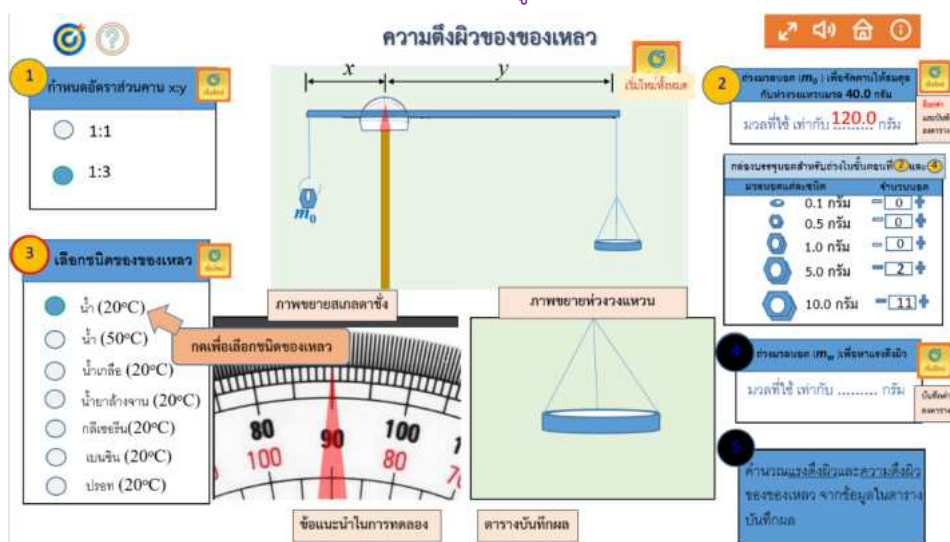
คำนวณหาค่าจลกรรรมและสรุปกิจกรรม

กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

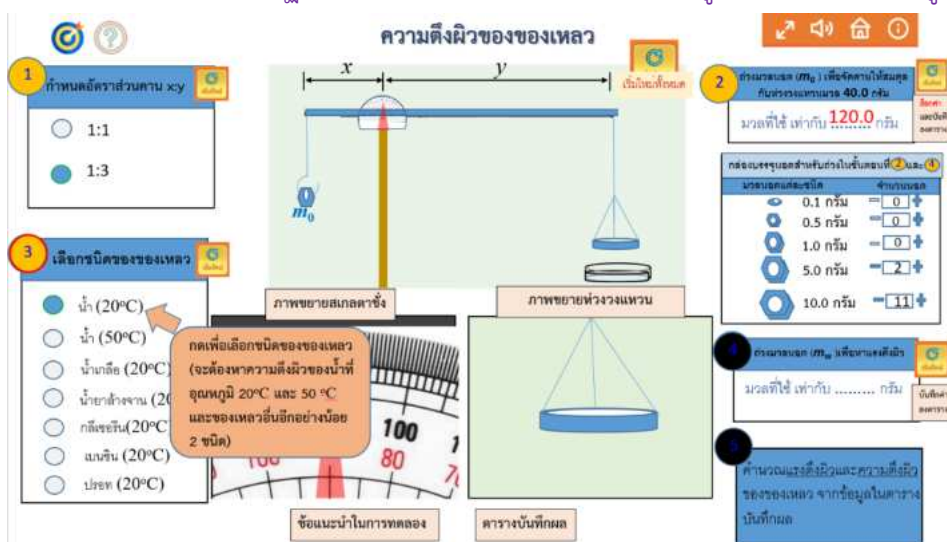
ขั้นตอนที่ 3 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เริ่มขั้นตอนที่ 3 กรอบที่มีพื้นหลังวงกลมรอบตัวเลขลำดับขั้นตอนที่ 3 จะเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีส้ม และสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กดเพื่อเลือกชนิดของของเหลว (จะต้องการความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C และ 50 °C และของเหลวอื่นอีกอย่างน้อย 2 ชนิด)” และลูกศรชี้ไปกรอบที่มีของเหลวให้เลือก 7 ตัวเลือก เมื่อกดเพื่อเลือกชนิดของของเหลว สื่อจะแสดงวงกลมสีฟ้าหน้าของเหลวที่เลือก ดังรูป



แอนิเมชันประกอบ : ถ้วยแก้วใส (จานเพาะเชื้อแก้ว) ที่บรรจุของเหลวตามชนิดที่เลือก ปรากฏอยู่บริเวณด้านล่างหัววงแหวน จากนั้นถ้วยแก้วใสค่อย ๆ เคลื่อนที่ขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งผิวของเหลวสัมผัสกับขอบล่างของหัววงแหวนพอดี จากนั้นจึงปรากฏไต่อะขนาดเล็กเพื่อรองถ้วยแก้วใสให้อยู่นิ่งในแนวระดับ ดังรูป



[Signature]

ความตึงผิวของของเหลว

1. กำหนดอัตราส่วนคาน $x:y$

☐ 1:1

☒ 1:3

3. เลือกชนิดของของเหลว

☒ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอริน (20°C)

☐ เบนซีน (20°C)

☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายหัววงแหวน

ถ่วงมวลนอต (m_w) เพื่อให้หัววงแหวนหลุดจากผิวของเหลวพอดี

ข้อแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

2. ความหนาแน่น (m_0) เพื่อใช้คำนวณหาความตึงผิว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม

มวลของมวลนอตแต่ละชนิด

มวลนอตแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	0
0.5 กรัม	0
1.0 กรัม	0
5.0 กรัม	2
10.0 กรัม	11

4. ความหนาแน่น (m_w) เพื่อใช้คำนวณหาความตึงผิว

มวลที่ใช้ เท่ากับ กรัม

คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

สื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กดบันทึกค่ามวลนอต (m_w) ลงตารางก่อน จึงจะไปขั้นตอนที่ 5 ได้” ซึ่งจะมีลูกศรชี้ไปที่ปุ่ม “บันทึกค่าลงตาราง” เมื่อผู้ใช้เริ่มมีการกดเพิ่มมวลนอตที่กล่องบรรจุนอต ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1. กำหนดอัตราส่วนคาน $x:y$

☐ 1:1

☒ 1:3

3. เลือกชนิดของของเหลว

☒ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอริน (20°C)

☐ เบนซีน (20°C)

☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายหัววงแหวน

ถ่วงมวลนอต (m_w) เพื่อให้หัววงแหวนหลุดจากผิวของเหลวพอดี

ข้อแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

2. ความหนาแน่น (m_0) เพื่อใช้คำนวณหาความตึงผิว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม

มวลของมวลนอตแต่ละชนิด

มวลนอตแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	0
0.5 กรัม	2
1.0 กรัม	0
5.0 กรัม	2
10.0 กรัม	11

4. ความหนาแน่น (m_w) เพื่อใช้คำนวณหาความตึงผิว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 1.0 กรัม

กดบันทึกค่ามวลนอต (m_w) ลงตารางก่อน จึงจะไปขั้นตอนที่ 5 ได้

คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในตารางบันทึกผล

สื่อวิเคราะห์กรณีที่เกิดขึ้น โดยใช้การคำนวณประกอบ ดังนี้

การคำนวณประกอบ :

มวลนอตรวม เท่ากับ ผลรวมของผลคูณของมวลนอตแต่ละขนาดกับจำนวนนอตแต่ละขนาดที่แขวนบนตะขอ

$$\text{มวลนอต } (m_w) = \text{มวลนอตรวม} - \text{มวลนอต } (m_0)$$

สื่อแสดงค่าตัวเลข มวลนอต (m_w) ในช่องว่าง..... ของข้อความ “มวลที่ใช้เท่ากับ กรัม” ในกรอบ

ขั้นตอนที่ 4 โดยอัตโนมัติ จากตัวอย่าง เมื่อเพิ่มมวลนอต จนมวลนอตรวม = $2 \times (0.5 \text{ กรัม}) + 2 \times (5.0 \text{ กรัม}) + 11 \times$

(10.0 กรัม) = 121.0 กรัม แต่มวลนอต (m_0) เท่ากับ 120.0 กรัม ดังนั้น มวลนอต (m_w) = 121.0 - 120.0 กรัม = 1.0 กรัม จึงถูกแสดงโดยอัตโนมัติ ดังรูป

สื่อวิเคราะห์กรณีที่เกิดขึ้น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 4.1

เมื่อผู้ใช้งานค่อย ๆ เพิ่มมวลนอต จนกระทั่งมวลนอตรวมเท่ากับมวลนอตที่กำหนดสำหรับของเหลวแต่ละชนิด และอัตราส่วนคานแต่ละค่า สื่อแสดงห่วงวงแหวนจะเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว จากตัวอย่าง ที่น้ำอุณหภูมิ 20 °C และอัตราส่วนคาน 1:3 มวลนอตที่กำหนด เท่ากับ 133.4 กรัม เมื่อผู้ใช้งานเพิ่มมวลนอต 0.3 กรัม (นอต 0.1 กรัม จำนวน 3 ตัว) ทำให้จาก มวลนอตรวม = 133.1 กรัม เปลี่ยนแปลงเป็น มวลนอตรวม = 133.4 กรัม ผิวของของเหลว จะยึดจนถึงที่สุด จนทำให้ห่วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว และทำให้คานเอียงไปทางซ้าย ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน x:y

☐ 1:1

☒ 1:3

2 ใส่มวลนอต (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุล กับห่วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต

3 เลือกชนิดของของเหลว

☒ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอรีน (20°C)

☐ เบนซีน (20°C)

☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายห่วงวงแหวน

4 ใส่มวลนอต (m_w) เพื่อทำให้ห่วงวงแหวน เริ่มหลุดจากผิวของของเหลว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 133.1 กรัม

กดปุ่มที่ค่ามวลนอต (m_w) ลง ตารางก่อน จึงจะไปขึ้นตอนที่ 5 ได้

ของของเหลว จากข้อมูลในตาราง บันทึกผล

ชื่อนักเรียนในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

มวลนอตแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	- 1 +
0.5 กรัม	- 20 +
1.0 กรัม	- 3 +
5.0 กรัม	- 2 +
10.0 กรัม	- 11 +

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน x:y

☐ 1:1

☒ 1:3

2 ใส่มวลนอต (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุล กับห่วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลนอต

3 เลือกชนิดของของเหลว

☒ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอรีน (20°C)

☐ เบนซีน (20°C)

☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายห่วงวงแหวน

4 ใส่มวลนอต (m_w) เพื่อทำให้ห่วงวงแหวน เริ่มหลุดจากผิวของของเหลว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 133.4 กรัม

กดปุ่มที่ค่ามวลนอต (m_w) ลง ตารางก่อน จึงจะไปขึ้นตอนที่ 5 ได้

ของของเหลว จากข้อมูลในตาราง บันทึกผล

ชื่อนักเรียนในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

มวลนอตแต่ละชนิด	จำนวนนอต
0.1 กรัม	- 4 +
0.5 กรัม	- 20 +
1.0 กรัม	- 3 +
5.0 กรัม	- 2 +
10.0 กรัม	- 11 +

Prak

แอนิเมชันประกอบ : ผิวของของเหลวยืดจนถึงที่สุด จนหัววงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว และทำให้คันเอียงไปทางซ้าย

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคัน x:y

☐ 1:1

☒ 1:3

3 เลือกชนิดของของเหลว

☒ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอริน (20°C)

☐ เบนซีน (20°C)

☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายหัววงแหวน

ช้อนแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

2 ส่วนมวลของเหลว (m_0) เพื่อจัดคันให้สมดุลกับหัววงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลของเหลว

กดปุ่มที่ค่ามวลของเหลว (m_0) ลงตารางก่อน จึงจะไปขั้นตอนที่ 5 ได้

ของเหลวจากข้อมูลในตารางบันทึกผล

มวลของเหลวแต่ละชิ้น	จำนวนของเหลว
0.1 กรัม	- 4 +
0.5 กรัม	- 20 +
1.0 กรัม	- 3 +
5.0 กรัม	- 2 +
10.0 กรัม	- 11 +

4 ส่วนมวลของเหลว (m_0) เพื่อทำให้หัววงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 13.4 กรัม

กดปุ่มที่ค่ามวลของเหลว (m_0) ลงตารางก่อน จึงจะไปขั้นตอนที่ 5 ได้

ของเหลวจากข้อมูลในตารางบันทึกผล

กรณีที่ 4.2

เมื่อผู้ใช้งานเพิ่มมวลของเหลว จนมวลของเหลวมากกว่า มวลของเหลวที่กำหนด หัววงแหวนจะหลุดจากผิวของของเหลวทันที โดยไม่มีการยืดของผิวของของเหลว จากตัวอย่าง สำหรับน้ำอุณหภูมิ 20 °C และอัตราส่วนคัน 1:3 มวลของเหลวที่กำหนด เท่ากับ 133.4 กรัม เมื่อผู้ใช้งานเพิ่มมวลของเหลว 1.0 กรัม (ของเหลว 1.0 กรัม จำนวน 1 ตัว) ทำให้จากมวลของเหลวรวม = 133.1 กรัม เปลี่ยนแปลงเป็น มวลของเหลวรวม = 134.1 กรัม หัววงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลวทันที โดยที่ผิวของของเหลวไม่มีการยืด และทำให้คันเอียงไปทางซ้าย ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคัน x:y

☐ 1:1

☒ 1:3

3 เลือกชนิดของของเหลว

☒ น้ำ (20°C)

☐ น้ำ (50°C)

☐ น้ำเกลือ (20°C)

☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)

☐ กลีเซอริน (20°C)

☐ เบนซีน (20°C)

☐ ปรอท (20°C)

ภาพขยายสเกลตาชั่ง

ภาพขยายหัววงแหวน

ช้อนแนะนำในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

2 ส่วนมวลของเหลว (m_0) เพื่อจัดคันให้สมดุลกับหัววงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ 120.0 กรัม

กดปุ่ม + เพื่อเพิ่ม หรือ กดปุ่ม - เพื่อลด มวลของเหลว

กดปุ่มที่ค่ามวลของเหลว (m_0) ลงตารางก่อน จึงจะไปขั้นตอนที่ 5 ได้

ของเหลวจากข้อมูลในตารางบันทึกผล

มวลของเหลวแต่ละชิ้น	จำนวนของเหลว
0.1 กรัม	- 1 +
0.5 กรัม	- 20 +
1.0 กรัม	- 3 +
5.0 กรัม	- 2 +
10.0 กรัม	- 11 +

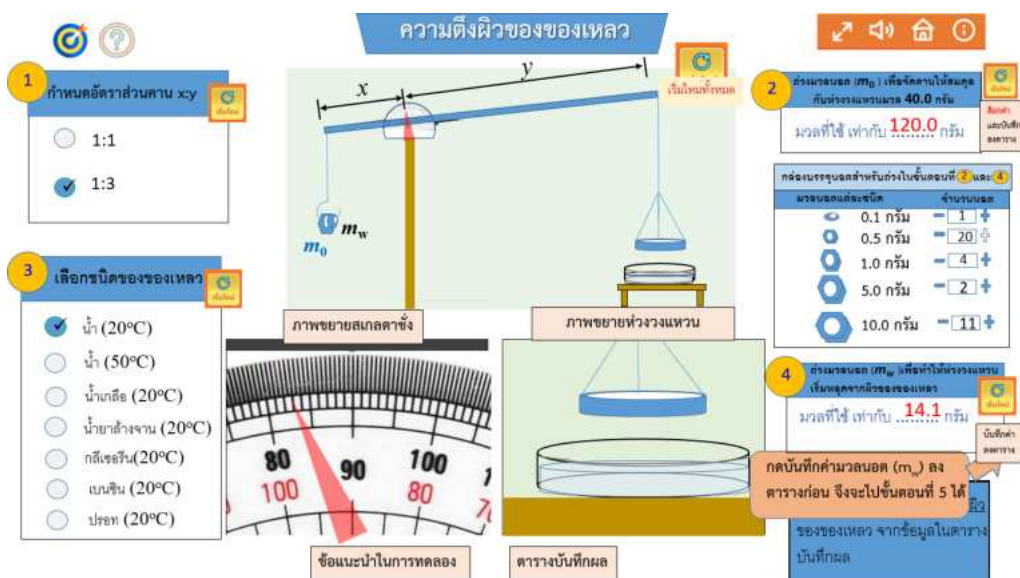
4 ส่วนมวลของเหลว (m_0) เพื่อทำให้หัววงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว

มวลที่ใช้ เท่ากับ 13.1 กรัม

กดปุ่มที่ค่ามวลของเหลว (m_0) ลงตารางก่อน จึงจะไปขั้นตอนที่ 5 ได้

ของเหลวจากข้อมูลในตารางบันทึกผล

Signature



ค่ามวลหลอดที่กำหนด ในหน่วยกรัม ขึ้นกับอัตราส่วนคานและชนิดของของเหลว ดังตาราง

ชนิดของของเหลว	อัตราส่วนคาน x:y	
	1:1	1:3
น้ำ (20 °C)	44.5	134.4
น้ำ (50 °C)	44.2	132.5
น้ำเกลือ (20 °C)	44.6	133.8
น้ำยาล้างจาน (20 °C)	42.4	127.2
กลีเซอรีน (20 °C)	43.9	131.6
เบนซิน (20 °C)	41.7	125.3
ปรอท (20 °C)	68.5	205.5

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม บันทึกค่าลงตาราง จะปรากฏค่ามวลหลอด (m_w) โดยอัตโนมัติ ตามมวลหลอดขณะที่กดปุ่มในขั้นตอนที่ 4 ในหน้าตารางบันทึกผล จากตัวอย่าง ผู้ใช้งานกำหนดอัตราส่วนคาน 1:3 และเลือกของเหลวเป็นน้ำ (20 °C) เมื่อกดบันทึกค่ามวลหลอด (m_w) ที่ 13.4 กรัม เนื่องจากวิเคราะห์ว่าเป็นค่ามวลที่ทำให้ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว ตารางบันทึกผลในหน้าที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลของอัตราส่วนคาน 1:3 จึงปรากฏค่ามวลหลอด (m_w) = 13.4 กรัม โดยอัตโนมัติ ในช่องของคอลัมน์ “มวลหลอด (m_w) เพื่อทำให้ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว” และในแถว “น้ำ (20 °C)” ดังรูป

ตารางบันทึกผล

การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

สำหรับอัตราส่วนคาน $x:y$ เท่ากับ **1:3**

มวลนอต (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ **120.0** กรัม

ชนิดของของเหลว	มวลนอต (m_w) เพื่อให้ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว (กรัม)	แรงตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
น้ำ (20°C)	13.4		
น้ำ (50°C)			
น้ำเกลือ (20°C)			
น้ำยาสั่งจาน (20°C)			
กลีเซอริน (20°C)			
เบเนซิน (20°C)			
ปรอท (20°C)			

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร
 โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

ขั้นตอนที่ 5 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เริ่มขั้นตอนที่ 5 พื้นหลังวงกลมรอบตัวเลขลำดับขั้นตอนที่ 5 จะเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีส้ม และสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กดเพื่อศึกษาวิธีคำนวณแรงตึงผิว” ซึ่งจะมีลูกศรชี้ไปที่คำขีดเส้นใต้ว่า “แรงตึงผิว” กรอบข้อความว่า “กดเพื่อศึกษาวิธีคำนวณความตึงผิว” ซึ่งจะมีลูกศรชี้ไปที่คำขีดเส้นใต้ว่า “ความตึงผิว” กรอบข้อความว่า “กดปุ่ม ตารางบันทึกผล เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้ในการคำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว” ซึ่งจะมีลูกศรชี้ไปที่ ปุ่ม ตารางบันทึกผล ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน $x:y$

- ☐ 1:1
- ☒ 1:3

2 คำนวณมวลนอต (m_0) เพื่อใช้ถ่วงคานให้สมดุลกับห้วงวงแหวนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ **120.0** กรัม

3 เลือกชนิดของของเหลว

- ☒ น้ำ (20°C)
- ☐ น้ำ (50°C)
- ☐ น้ำเกลือ (20°C)
- ☐ น้ำยาสั่งจาน (20°C)
- ☐ กลีเซอริน (20°C)
- ☐ เบเนซิน (20°C)
- ☐ ปรอท (20°C)

4 คำนวณมวลนอต (m_w) เพื่อให้ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว

มวลที่คำนวณได้ **14.1** กรัม

5 คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูล

กดเพื่อศึกษาวิธีคำนวณความตึงผิว

เมื่อผู้ใช้งานมีการกดที่ คำขีดเส้นใต้ “แรงตึงผิว” ให้สื่อแสดงกรอบข้อความและสมการการคำนวณแรงตึงผิว

ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน x:y

- ☐ 1:1
- ☒ 1:3

3 เลือกชนิดของของเหลว

- ☒ น้ำ (20°C)
- ☐ น้ำ (50°C)
- ☐ น้ำเกลือ (20°C)
- ☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)
- ☐ กลีเซอริน (20°C)
- ☐ เบนซิน (20°C)
- ☐ ปรัช (20°C)

2 ส่วนมวลของ (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับช่วงแขนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ **120.0** กรัม

กดปุ่มชั่งน้ำหนักสำหรับช่วงในขั้นตอนที่ 2 และ 4

มวลของของเหลว	จำนวนครั้ง
0.1 กรัม	1
0.5 กรัม	20
1.0 กรัม	4
5.0 กรัม	2
10.0 กรัม	11

ส่วนมวล (m_w) เพื่อทำให้ช่วงแขนสมดุลจากน้ำหนักของของเหลว

มวลที่ใช้ เท่ากับ **14.1** กรัม

หาค่าความตึงผิว

คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในหน้าจอ

กดเพื่อศึกษาวิธีคำนวณความตึงผิว

ภาพขยายสเกลตาซึ่ง

แรงตึงผิวของของเหลว (F) ในการทดลองนี้คำนวณได้จากหลักของโมเมนต์ของแรง ตามสมการ

$$F y = (m_w g) x$$

โดยที่ F มีหน่วยเป็น นิวตัน และ m_w มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

และคำนวณความตึงผิวของของเหลว

ข้อมูลนำเข้าในการทดลอง

ตารางบันทึกผล

เมื่อผู้ใช้งานมีการกดที่ คำชี้แนะได้ “ความตึงผิว” ให้สื่อแสดงกรอบข้อความและสมการการคำนวณความตึงผิว ดังรูป

ความตึงผิวของของเหลว

1 กำหนดอัตราส่วนคาน x:y

- ☐ 1:1
- ☒ 1:3

3 เลือกชนิดของของเหลว

- ☒ น้ำ (20°C)
- ☐ น้ำ (50°C)
- ☐ น้ำเกลือ (20°C)
- ☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)
- ☐ กลีเซอริน (20°C)
- ☐ เบนซิน (20°C)
- ☐ ปรัช (20°C)

2 ส่วนมวลของ (m_0) เพื่อจัดคานให้สมดุลกับช่วงแขนมวล 40.0 กรัม

มวลที่ใช้ เท่ากับ **120.0** กรัม

กดปุ่มชั่งน้ำหนักสำหรับช่วงในขั้นตอนที่ 2 และ 4

มวลของของเหลว	จำนวนครั้ง
0.1 กรัม	1
0.5 กรัม	20
1.0 กรัม	4
5.0 กรัม	2
10.0 กรัม	11

ส่วนมวล (m_w) เพื่อทำให้ช่วงแขนสมดุลจากน้ำหนักของของเหลว

มวลที่ใช้ เท่ากับ **14.1** กรัม

หาค่าความตึงผิว

คำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว จากข้อมูลในหน้าจอ

กดเพื่อศึกษาวิธีคำนวณความตึงผิว

ภาพขยาย

ความตึงผิวของของเหลว (γ) คำนวณจาก อัตราส่วนของแรงตึงผิว (F) ต่อ ความยาวผิวทั้งหมดของของเหลวที่สัมผัสกับวัตถุอื่น (l) ตามสมการ

$$\gamma = \frac{F}{l}$$

ในกรณีที่วัตถุเป็นห่วงวงกลมบางที่มีความยาวเส้นรอบวงด้านนอกเป็น (L) ความยาวผิวทั้งหมดของของเหลวที่สัมผัสกับห่วงวงกลมจะเป็น $l = 2L$

ข้อมูลนำเข้าในการคำนวณแรงตึงผิวและความตึงผิวของของเหลว

ตารางบันทึกผล

เมื่อผู้ใช้งานมีการกดที่ปุ่ม ตารางบันทึกผล ให้สื่อแสดงหน้าต่าง ตารางบันทึกผล

กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

ตารางบันทึกผล

รายละเอียด

สื่อแสดงหน้าต่าง ตารางบันทึกผลซึ่งมี 2 หน้า ดังรูป

หน้าที่ 2

ตารางบันทึกผล
การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว
สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:3

ออก

กลับ

มวลของเหลว (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ กรัม

ชนิดของของเหลว 3	มวลของเหลว (m_0) เพื่อทำให้ ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจาก ผิวของของเหลว (กรัม) 4	แรงตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร) 5
☐ น้ำ (20°C)			
☐ น้ำ (50°C)			
☐ น้ำเกลือ (20°C)			
☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)			
☐ กลีเซอริน (20°C)			
☐ เบนซิน (20°C)			
☐ ปรัช (20°C)			

ตรวจสอบความถูกต้อง

คำนวณค่าแรงตึงผิว
และสรุปกิจกรรม

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร
 โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

หน้าที่ 2

ตารางบันทึกผล
การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว
สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:3

ออก

กลับ

มวลของเหลว (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ กรัม

ชนิดของของเหลว 3	มวลของเหลว (m_0) เพื่อทำให้ ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจาก ผิวของของเหลว (กรัม) 4	แรงตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร) 5
☐ น้ำ (20°C)			
☐ น้ำ (50°C)			
☐ น้ำเกลือ (20°C)			
☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)			
☐ กลีเซอริน (20°C)			
☐ เบนซิน (20°C)			
☐ ปรัช (20°C)			

ตรวจสอบความถูกต้อง

คำนวณค่าแรงตึงผิว
และสรุปกิจกรรม

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร
 โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

เมื่อผู้ใช้งานปฏิบัติเสร็จสิ้นในขั้นตอนที่ 4 สื่อจะแสดงค่ามวลนอต (m_0) และ มวลนอต (m_w) ที่บันทึกโดยอัตโนมัติ จากตัวอย่าง ดังรูป

ตารางบันทึกผล

การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

สำหรับอัตราส่วนคาน $x:y$ เท่ากับ 1:3 ¹

หน้า 2

ออก

มวลนอต (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ **120.0** กรัม ²

	ชนิดของเหลว ³	มวลนอต (m_w) เพื่อทำให้ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว (กรัม) ⁴	แรงตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร) ⁵
☐	น้ำ (20°C)	13.4		
☐	น้ำ (50°C)			
☐	น้ำเกลือ (20°C)			
☐	น้ำยาล้างจาน (20°C)			
☐	กลีเซอริน (20°C)			
☐	เบนซิน (20°C)			
☐	ปรอท (20°C)			

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร

โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

ตรวจสอบความถูกต้อง

คำนวณหาฟังก์ชันและสรุปฟังก์ชัน

เมื่อผู้ใช้งาน ใส่ค่าตัวเลขแรงตึงผิวและความตึงผิวเป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงใน ตารางบันทึกผล และผู้ใช้งานกดปุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ในหน้านั้น ๆ ให้สื่อทำการบันทึกค่าตัวเลขเหล่านั้นเก็บไว้ จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องสามส่วนพร้อมกัน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตรวจสอบค่ามวลนอต (m_0) ตามค่าอัตราส่วนคาน ดังนี้

ในหน้าที่ 1 อัตราส่วนคาน 1:1 ถ้าค่ามวลนอต (m_0) อยู่ในช่วงระหว่าง 39.6 กับ 40.4 กรัม ให้ขึ้นเครื่องหมายถูกต้องเหนือค่าตัวเลขมวลนอต (m_0) และสื่อดำเนินการตรวจต่อไปในส่วนที่ 2 แต่ถ้าค่ามวลนอต (m_0) อยู่นอกช่วงนี้ให้ขึ้นเครื่องหมายผิด และสื่อหยุดการตรวจที่ส่วนนี้

ในหน้าที่ 2 อัตราส่วนคาน 1:3 ถ้าค่ามวลนอต (m_0) อยู่ในช่วงระหว่าง 119.0 กับ 121.0 กรัม ให้ขึ้นเครื่องหมายถูกต้องเหนือค่าตัวเลขมวลนอต (m_0) และสื่อดำเนินการตรวจต่อไปในส่วนที่ 2 แต่ถ้าค่ามวลนอต (m_0) อยู่นอกช่วงนี้ให้ขึ้นเครื่องหมายผิด และสื่อหยุดการตรวจที่ส่วนนี้

ส่วนที่ 2 สำหรับอัตราส่วนคานค่าหนึ่ง ให้ตรวจสอบค่ามวลนอต (m_w) ของของเหลวแต่ละชนิด ว่าเท่ากับผลต่างของมวลรวมที่กำหนดกับมวลนอต (m_0) หรือไม่ ถ้าเท่ากันให้ขึ้นเครื่องหมายถูกต้องเหนือค่าตัวเลขมวลนอต (m_w) และสื่อดำเนินการตรวจต่อไปในส่วนที่ 3 แต่ถ้าไม่เท่ากันให้ขึ้นเครื่องหมายผิด และสื่อหยุดการตรวจที่ส่วนนี้

ส่วนที่ 3 ตรวจสอบค่าแรงตึงผิว (F ในหน่วยนิวตัน) ที่คำนวณได้ถูกต้องสอดคล้องกับค่ามวลนอต (m_w ในหน่วยกรัม) ที่บันทึกหรือไม่ ดังนี้

ในหน้าที่ 1 อัตราส่วนคาน 1:1 ตรวจสอบว่า ถ้า $F = \frac{m_w \times 9.8}{1000}$ ให้ขึ้นเครื่องหมายถูกต้องเหนือค่าแรงตึงผิว และสื่อดำเนินการตรวจต่อไปในส่วนที่ 4 ถ้าไม่เท่ากันให้ขึ้นเครื่องหมายผิด และสื่อหยุดการตรวจที่ส่วนนี้



ในหน้าที่ 2 อัตราส่วนคาน 1:3 ตรวจสอบว่า ถ้า $F = \frac{m_w \times 9.8 \times (1/3)}{1000}$ ให้ขึ้นเครื่องหมายถูกต้องเหนือค่าค่าแรงดึงผิวและสื่อดำเนินการตรวจต่อไปในส่วนที่ 4 ถ้าไม่เท่ากันให้ขึ้นเครื่องหมายผิด และสื่อหยุดการตรวจที่ส่วนนี้จากตัวอย่างดังรูป

ส่วนที่ 4 ตรวจสอบค่าความตึงผิว (γ ในหน่วยนิวตันต่อเมตร) ที่คำนวณได้ถูกต้องสอดคล้องกับแรงดึงผิว (F ในหน่วยนิวตัน) ที่บันทึกหรือไม่ ถ้า $\gamma = \frac{F}{0.6}$ ให้ขึ้นเครื่องหมายถูกต้องเหนือค่าตัวเลขความตึงผิว ถ้าไม่เท่ากันให้ขึ้นเครื่องหมายผิด

เมื่อทำการการตรวจสอบถูกต้องทั้ง 4 ส่วน แล้ว ถ้าผู้ใช้งานได้รับเครื่องหมายถูกต้องทั้ง 4 ส่วนเท่านั้น ให้สื่อแสดงเครื่องหมายถูกต้องกับไว้ที่หน้าแถวของของเหลวชนิดนั้น ๆ ถ้าไม่เป็นไปตามกรณีนี้ให้สื่อแสดงเครื่องหมายผิดกับไว้ที่หน้าแถวของของเหลวชนิดนั้น ๆ

ตัวอย่าง ผลการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละส่วน เป็นดังรูป

หน้าที่ 2

ออก

ตารางบันทึกผล
การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว
สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:3

1 2

มวลนอต (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ 120.0 กรัม

ชนิดของของเหลว	มวลนอต (m_w) เพื่อทำให้ ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจาก ผิวของของเหลว (กรัม)	แรงดึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
น้ำ (20°C)	13.4	44.000	73.333
น้ำ (50°C)			
น้ำเกลือ (20°C)			
น้ำยาล้างจาน (20°C)			
กลีเซอริน (20°C)			
เบนซีน (20°C)			
ปรอท (20°C)			

ตรวจสอบความถูกต้อง
 ค่าความตึงผิวกิจกรรม
 และสรุปกิจกรรม

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร
 โดยให้เติมค่าแรงดึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

หน้าที่ 2

ออก

ตารางบันทึกผล
การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว
สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:3

1 2

มวลนอต (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ 120.0 กรัม

ชนิดของของเหลว	มวลนอต (m_w) เพื่อทำให้ ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจาก ผิวของของเหลว (กรัม)	แรงดึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
น้ำ (20°C)	13.4	0.044	0.147
น้ำ (50°C)			
น้ำเกลือ (20°C)			
น้ำยาล้างจาน (20°C)			
กลีเซอริน (20°C)			
เบนซีน (20°C)			
ปรอท (20°C)			

ตรวจสอบความถูกต้อง
 ค่าความตึงผิวกิจกรรม
 และสรุปกิจกรรม

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร
 โดยให้เติมค่าแรงดึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ลงในตาราง

ตารางบันทึกผล

การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

สำหรับอัตราส่วนคาน $x:y$ เท่ากับ **1:3** ①

มวลของเหลว (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ **120.0** กรัม ②

ชนิดของของเหลว ③	มวลของเหลว (m_0) เพื่อทำให้อ่างวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว (กรัม) ④	แรงตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตัน) ⑤	ความตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร) ⑥
☒ น้ำ (20°C)	13.4	0.044	0.073
☐ น้ำ (50°C)			
☐ น้ำเกลือ (20°C)			
☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)			
☐ กลีเซอริน (20°C)			
☐ เบนซีน (20°C)			
☐ ปิรอล (20°C)			

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง **1** ดัน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร

โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม **3** ตำแหน่ง ลงในตาราง

หน้า 2
ชอก

ตรวจสอบความถูกต้อง
คำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรม

สื่อตรวจสอบเงื่อนไขว่า ผู้ใช้งานได้หาความตึงผิวของของเหลวที่ถูกต้อง (ได้รับเครื่องหมายถูกหน้าแถว) ครบตามเงื่อนไข 4 ข้อ ดังนี้หรือไม่

- ความตึงผิวของน้ำ (20 °C) ที่อัตราส่วนคาน 1:1 และ 1:3
- ความตึงผิวของน้ำ (50 °C) ที่อัตราส่วนคาน 1:1 และ 1:3
- ความตึงผิวของของเหลวชนิดที่ 3 ที่อัตราส่วนคาน 1:1 และ 1:3
- ความตึงผิวของของเหลวชนิดที่ 4 ที่อัตราส่วนคาน 1:1 และ 1:3

จากนั้นสื่อแสดงผลตามกรณีที่เกิดขึ้น ดังนี้

กรณีที่เงื่อนไขไม่ครบ 4 ข้อ

ปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรม” จะไม่สามารถกดได้ (และมีพื้นหลังเป็นสีดำ) และสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C กับ 50 °C และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า ก่อน จึงจะตอบคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรมได้” ดังรูป

ตารางบันทึกผล

การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

สำหรับอัตราส่วนคาน $x:y$ เท่ากับ **1:3** ①

มวลของเหลว (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ **121.0** กรัม ②

ชนิดของของเหลว ③	มวลของเหลว (m_0) เพื่อทำให้อ่างวงแหวนเริ่มหลุดจากผิวของของเหลว (กรัม) ④	แรงตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตัน) ⑤	ความตึงผิวที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร) ⑥
☒ น้ำ (20°C)	12.4	0.041	0.068
☐ น้ำ (50°C)			
☐ น้ำเกลือ (20°C)			
☐ น้ำยาล้างจาน (20°C)			
☐ กลีเซอริน (20°C)			
☐ เบนซีน (20°C)			
☐ ปิรอล (20°C)			

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง **1** ดัน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร

โดยให้เติมค่าแรงตึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม **3** ตำแหน่ง ลงในตาราง

หน้า 2
ชอก

ตรวจสอบความถูกต้อง
คำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรม

หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C กับ 50 °C และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า ก่อน จึงจะตอบคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรมได้

Paul

กรณีที่เงื่อนไขครบ 4 ข้อ

ปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรม” จะสามารถกดได้ (และมีพื้นหลังเปลี่ยนเป็นสีส้ม) และสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C กับ 50 °C และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า แล้ว สามารถกดปุ่มเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรมได้” ดังรูป

หน้าที่ 1

ไปต่อ

ตารางบันทึกผล
การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว
สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:1

1 2

มวลหลอด (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ 40.0 กรัม

ชนิดของของเหลว	มวลหลอด (m_0) เพื่อทำให้ ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจาก ผิวของของเหลว (กรัม)	แรงดึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
น้ำ (20°C)	4.5	0.044	0.073
น้ำ (50°C)	4.2	0.041	0.068
น้ำเกลือ (20°C)	4.6	0.045	0.075
น้ำยาล้างจาน (20°C)			
กลีเซอริน (20°C)			
เบเนซิน (20°C)	1.7	0.017	0.028
ปรอท (20°C)			

ตรวจสอบความถูกต้อง

คำถามท้ายกิจกรรม
และสรุปกิจกรรม

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ซม.
 โดยให้เติมค่าแรงดึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง

หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C กับ 50 °C และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า แล้ว สามารถกดปุ่มเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรมได้

หน้าที่ 2

ออก

ตารางบันทึกผล
การทดลองเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว
สำหรับอัตราส่วนคาน x:y เท่ากับ 1:3

1 2

มวลหลอด (m_0) ที่ใช้ถ่วงเพื่อจัดคานให้สมดุลกับน้ำหนักห้วงวงแหวน เท่ากับ 120.0 กรัม

ชนิดของของเหลว	มวลหลอด (m_0) เพื่อทำให้ ห้วงวงแหวนเริ่มหลุดจาก ผิวของของเหลว (กรัม)	แรงดึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
น้ำ (20°C)	13.4	0.044	0.073
น้ำ (50°C)	12.5	0.041	0.068
น้ำเกลือ (20°C)	13.8	0.045	0.075
น้ำยาล้างจาน (20°C)			
กลีเซอริน (20°C)			
เบเนซิน (20°C)	5.3	0.017	0.028
ปรอท (20°C)			

ตรวจสอบความถูกต้อง

คำถามท้ายกิจกรรม
และสรุปกิจกรรม

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห้วงมีความยาวเส้นรอบวง 1 ซม.
 โดยให้เติมค่าแรงดึงผิวและความตึงผิวที่คำนวณได้เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง

หาความตึงผิวของน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C กับ 50 °C และของเหลวอีกอย่างน้อย 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนคานตามที่กำหนดให้ทั้ง 2 ค่า แล้ว สามารถกดปุ่มเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรมได้

กิจกรรม ความตั้งใจของของเหลว

คำถามท้ายกิจกรรม

รายละเอียด

เมื่อกดปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรมและสรุปกิจกรรม” สื่อจะพาไปที่หน้าแสดงคำถามท้ายกิจกรรมที่จะข้อ โดยผู้ใช้สามารถตอบคำถามโดยการกดที่วงกลมหน้าข้อความที่คิดว่า เป็นคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นกดตรวจคำตอบ ซึ่งสื่อจะให้ผู้ใช้สามารถตอบผิดได้ 2 ครั้ง ก่อนจะแสดงข้อความเฉลย ถ้าตอบผิด สื่อจะแสดงข้อความ “ลองดูใหม่” ถ้าตอบถูก สื่อจะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมกับแสดงข้อความเฉลยที่มีคำอธิบาย ที่แตกต่างกัน ตามแต่ละข้อคำถาม “คำตอบที่ถูกต้อง คือ” ตัวอย่างการแสดงผลหน้าคำถามท้ายกิจกรรม ดังรูปด้านล่าง

คำถามข้อ 1.

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ หรือถ้าไม่ให้)

3. เลือก

ป้อน

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 1. ขณะที่ห้วงวงกลมกำลังจะหลุดจากผิวของเหลวพอดี มีผิวของเหลวสัมผัสกับห้วงวงกลมกี่ด้าน อย่างไร

- ☐ หนึ่งด้าน โดยด้านนอกของห้วงวงกลมเท่านั้นที่สัมผัสผิวของเหลว
- ☐ หนึ่งด้าน โดยด้านในของห้วงวงกลมเท่านั้นที่สัมผัสผิวของเหลว
- ☐ สองด้าน โดยทั้งด้านนอกและด้านในของห้วงวงกลมสัมผัสผิวของเหลว

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ หรือถ้าไม่ให้)

3. เลือก

ป้อน

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 1. ขณะที่ห้วงวงกลมกำลังจะหลุดจากผิวของเหลวพอดี มีผิวของเหลวสัมผัสกับห้วงวงกลมกี่ด้าน อย่างไร

- ☐ หนึ่งด้าน โดยด้านนอกของห้วงวงกลมเท่านั้นที่สัมผัสผิวของเหลว
- ☒ หนึ่งด้าน โดยด้านในของห้วงวงกลมเท่านั้นที่สัมผัสผิวของเหลว
- ☐ สองด้าน โดยทั้งด้านนอกและด้านในของห้วงวงกลมสัมผัสผิวของเหลว

ลองดูใหม่

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ หรือห้ามไม่ให้เป็น)

3. เลือก

พร้อม

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 1. ขณะที่ยังคงลมกำลังจะพัดจากผิวของเหลวพอดี มีผิวของเหลวสัมผัสกับพื้นผิวของเหลว อย่างไร

☐ หนึ่งด้าน โดยด้านนอกของพื้นผิวของเหลวเท่านั้นที่สัมผัสผิวของเหลว

☐ หนึ่งด้าน โดยด้านในของพื้นผิวของเหลวเท่านั้นที่สัมผัสผิวของเหลว

☒ สองด้าน โดยทั้งด้านนอกและด้านในของพื้นผิวของเหลวสัมผัสผิวของเหลว

คำตอบที่ถูกต้อง คือ
สองด้าน โดยทั้งด้านนอกและด้านในของพื้นผิวของเหลวสัมผัสผิวของเหลว เพราะการทดลองนี้ใช้พื้นผิวของเหลว ทั้งขอบด้านนอกและขอบด้านในของ ด้านล่างพื้นผิวของเหลวสัมผัสกับผิวของเหลว และถ้าพื้นผิวของเหลว นี้ บางมากพอ สามารถประมาณได้ว่า ความยาวเส้นรอบวงของขอบด้านนอก เท่ากับ ความยาวเส้นรอบวงของขอบด้านใน

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

คำถามข้อ 2.

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ หรือห้ามไม่ให้เป็น)

3. เลือก

พร้อม

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 2. ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C และ 50°C มีค่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

☐ ไม่แตกต่างกัน

☐ แตกต่างกัน โดยความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 50°C น้อยกว่า ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C

☐ แตกต่างกัน โดยความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 50°C มากกว่า ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ หรือห้ามไม่ให้เป็น)

3. เลือก

พร้อม

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 2. ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C และ 50°C มีค่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

☐ ไม่แตกต่างกัน

☒ แตกต่างกัน โดยความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 50°C น้อยกว่า ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C

☐ แตกต่างกัน โดยความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 50°C มากกว่า ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C

คำตอบที่ถูกต้อง คือ
แตกต่างกัน โดยความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 50°C น้อยกว่า ความตึงผิวของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C เพราะน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า โมเลกุล ของน้ำจะมีพลังงานจลน์มากกว่า แรงระหว่างโมเลกุลจะมีค่าน้อยกว่า ทำให้ความตึงผิวมีค่าน้อยกว่า

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

Handwritten signature

คำถามข้อ 3.

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ) หรือห้ามไม่ทำ

3. เลือก

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 3. ความถี่ของของเหลวต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิเท่ากัน มีค่าแตกต่างกันหรือไม่

☐ ไม่แตกต่างกัน

☐ แตกต่างกัน

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ) หรือห้ามไม่ทำ

3. เลือก

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 3. ความถี่ของของเหลวต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิเท่ากัน มีค่าแตกต่างกันหรือไม่

☐ ไม่แตกต่างกัน

☒ แตกต่างกัน ✓

คำตอบที่ถูกต้อง คือ
แตกต่างกัน เพราะที่อุณหภูมิเท่ากัน แต่เป็นของเหลวต่างชนิดกัน จะมีแรงระหว่างโมเลกุลต่างกัน แรงดึงดูดจึงต่างกัน ทำให้ความถี่ต่างกัน

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

คำถามข้อ 4.

1. คำตอบ (แนะนำหรือบังคับหรือไม่ให้)

3. เลือก

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 4. ในกรณีที่ทำการทดลองหาความถี่ของของเหลวชนิดเดียวกัน ที่อุณหภูมิเท่ากัน โดยไม่เกิดความคลาดเคลื่อนในทุก ๆ ขั้นตอนของการทดลอง และใช้ช่วงวงแหวนวงเดิม ความถี่ที่ได้จากการคำนวณเมื่อใช้อัตราส่วนคาน $x:y$ เท่ากับ $1:1$ เป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับความถี่ที่ได้จากการคำนวณเมื่อใช้อัตราส่วนคานเท่ากับ $1:3$

☐ ความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:1$ มีค่าเท่ากับ ค่าความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:3$
☐ ความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:1$ มีค่ามากกว่า
☐ ความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:1$ มีค่าน้อยกว่า

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

1. คำตอบ (แนะนำหรือบังคับหรือไม่ให้)

3. เลือก

คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ 4. ในกรณีที่ทำการทดลองหาความถี่ของเหลวชนิดเดียวกัน ที่อุณหภูมิเท่ากัน โดยไม่เกิดความคลาดเคลื่อนในทุก ๆ ขั้นตอนของการทดลอง และใช้ช่วงวงแหวนวงเดิม ความถี่ที่ได้จากการคำนวณเมื่อใช้อัตราส่วนคาน $x:y$ เท่ากับ $1:1$ เป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับความถี่ที่ได้จากการคำนวณเมื่อใช้อัตราส่วนคานเท่ากับ $1:3$

☒ ความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:1$ มีค่าเท่ากับ ค่าความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:3$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ

ความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:1$ มีค่าเท่ากับ ค่าความถี่จากอัตราส่วนคาน $1:3$

เพราะในการทดลองที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน และใช้ช่วงวงแหวนวงเดิม ความยาวของผิวช่วงวงแหวนที่สัมผัสผิวของเหลวจะเท่าเดิม แรงตึงผิวจึงมีค่าเท่ากัน ทำให้ความถี่มีค่าเท่ากันไม่ขึ้นกับอัตราส่วนคานที่ใช้ การเปลี่ยนอัตราส่วนคานส่งผลเพียงค่ามวลถ่วงและน้ำหนักมวลถ่วงที่ใช้ในการหาแรงตึงผิวตามหลักการของโมเมนต์ของแรงเท่านั้น โดยค่าอัตราส่วนคานมาก ค่ามวลถ่วง(และน้ำหนักมวลถ่วง)จะมีค่าน้อย ดังตาราง (กดเพื่อแสดงตารางเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนคาน $1:1$ และ $1:3$)

กลับ ตรวจสอบคำตอบ ไปต่อ

เมื่อผู้ใช้งานกด คำชี้แจงได้ ตาราง สีจะแสดงกรอบตารางดังรูปด้านล่าง

ตารางเปรียบเทียบ*
มวลถ่วง แรงตึงผิว ความถี่ผิว
สำหรับอัตราส่วนคาน $x:y$ คือ $1:1$ กับ $1:3$

ชนิดของของเหลว	อัตราส่วนคาน $1:1$			อัตราส่วนคาน $1:3$		
	มวลถ่วงเพื่อทำให้ ช่วงวงแหวนจมหลุด จากผิวของของเหลว (กรัม)	แรงตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความถี่ผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)	มวลถ่วงเพื่อทำให้ ช่วงวงแหวนจมหลุด จากผิวของของเหลว (กรัม)	แรงตึงผิว ที่คำนวณได้ (นิวตัน)	ความถี่ผิว ที่คำนวณได้ (นิวตันต่อเมตร)
น้ำ (20°C)	4.5	0.044	0.073	13.4	0.044	0.073
น้ำ (50°C)	4.2	0.041	0.068	12.5	0.041	0.068
น้ำเกลือ (20°C)	4.6	0.045	0.075	13.8	0.045	0.075
น้ำยาล้างจาน (20°C)	2.4	0.024	0.040	7.2	0.024	0.040
กลีเซอริน (20°C)	3.9	0.038	0.063	11.6	0.038	0.063
เบสซิน (20°C)	1.7	0.017	0.028	5.3	0.017	0.028
ปรอท (20°C)	28.5	0.279	0.465	85.5	0.279	0.465

กำหนดให้ $g = 9.8$ เมตรต่อวินาที² และห่วงมีมวล 40.0 กรัม มีความยาวเส้นรอบวง 1 ด้าน เท่ากับ $L = 0.3$ เมตร

*ในกรณีที่ ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนในทุก ๆ ขั้นตอนของการทดลอง

ที่หน้าของคำถามข้อสุดท้าย เมื่อกดปุ่ม “ไปต่อ” จะเข้าสู่หน้าต่างกรอบ “สรุปผลการทำกิจกรรม”

กิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว

สรุปผลการทำกิจกรรม

รายละเอียด

ที่หน้าสรุปผลการทำกิจกรรม จะมีข้อความแจ้งผู้ใช้งาน “ให้กดและลากคำในกรอบสีเหลืองไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง” โดยผู้ใช้ต้องลากคำไปเติมในช่องว่างให้เต็มทุกช่องที่มีก่อนจึงสามารถกดปุ่ม “ตรวจคำตอบ” ได้ ซึ่งถ้ามีส่วนคำที่วางในช่องว่างไม่ถูกต้อง หลังจากกดตรวจคำตอบ สื่อจะแสดงข้อความ “พยายามได้ดี แต่บางคำยังลงไม่ถูก ลองคิดดูใหม่ แล้วลองอีกครั้ง”

แต่ถ้าวางคำถูกต้องทุกช่องว่าง สื่อจะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมข้อความ “ยอดเยี่ยม ทำความเข้าใจเนื้อหาในกิจกรรมได้ดีมาก !”

ทั้งนี้ ถ้าวางคำไม่ถูกต้องทุกช่องว่าง 2 ครั้ง สื่อจะเฉลยให้ ตัวอย่างกรณีการสรุปผลการทำกิจกรรม และ การแสดงผลสะท้อนกลับ ดังรูปด้านล่าง

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ หรือถ้าไม่ให้)

สรุปผลการทำกิจกรรม

ให้กดและลากคำในกรอบสีเหลืองไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง

F	l	เมตร	นิวตันต่อเมตร	เมตรต่อนิวตัน	นิวตัน	เท่ากัน
มีผล	ไม่มีผล	น้อยกว่า	เท่ากับ	มากกว่า	ต่างกัน	

ความตึงผิวของของเหลว (γ) คำนวณได้จาก อัตราส่วนของแรงตึงผิว (F) ต่อ ความยาวผิวทั้งหมดของของเหลวที่สัมผัสกับวัตถุอื่น (l) ตามสมการ

$$\gamma = \frac{\quad}{\quad}$$

โดยแรงตึงผิวมีหน่วยเป็น ความยาวผิวมีหน่วยเป็น และความตึงผิวมีหน่วยเป็น

ที่อุณหภูมิเท่ากัน ของเหลวต่างชนิดกัน จะมีความตึงผิว เช่น ที่อุณหภูมิ 20°C เบนซีนมีความตึงผิวน้อยกว่าน้ำ และโดยทั่วไปสำหรับของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความตึงผิวจะลดลง โดยน้ำที่อุณหภูมิ 50°C มีความตึงผิว น้ำที่อุณหภูมิ 20°C นอกจากนั้นอัตราส่วนของค่า ขนาดแรงตึงผิวและความตึงผิวที่ได้จากการทดลองแต่อัตราส่วนของค่า มวลถ่วงและน้ำหนักของมวลถ่วงในการหาแรงตึงผิวตามหลักการของโมเมนต์ของแรงเท่ากัน

ป้อน (Ctrl)

1. กำหนด (แนะนำหรือบังคับ) หรือถ้าไม่ให้เป็น

สรุปผลการทำกิจกรรม

ให้ทดและลากคำในกรอบสีเหลืองไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง

ยอดเยี่ยมทำความเข้าใจ ในกิจกรรมนี้ได้ดีมาก

เมตรต่อนิวตัน เท่ากับ มากกว่า เท่ากัน

ความตึงผิวของของเหลว (γ) คำนวณได้จาก อัตราส่วนของแรงตึงผิว (F) ต่อ ความยาวผิวทั้งหมดของของเหลวที่สัมผัสกับวัตถุอื่น (L) ตามสมการ

$$\gamma = \frac{F}{L}$$

โดยแรงตึงผิวมีหน่วยเป็นนิวตัน ความยาวผิวมีหน่วยเป็นเมตร และความตึงผิวมีหน่วยเป็นนิวตันต่อเมตร

ที่อุณหภูมิเท่ากัน ของเหลวต่างชนิดกัน จะมีความตึงผิวต่างกัน เช่น ที่อุณหภูมิ 20°C เบนซีนมีความตึงผิวน้อยกว่าน้ำ และโดยทั่วไปสำหรับของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความตึงผิวจะลดลง โดยน้ำที่อุณหภูมิ 50°C มีความตึงผิวน้อยกว่าน้ำที่อุณหภูมิ 20°C นอกจากนั้นอัตราส่วนของความตึงผิวต่อขนาดแรงตึงผิวและความตึงผิวที่ได้จากการทดลองแต่อัตราส่วนของความตึงผิวต่อมวลถ่วงและน้ำหนักของมวลถ่วงในการหาแรงตึงผิวตามหลักการของโมเมนต์ของแรงเท่ากัน

กลับ ตรวจสอบคำตอบ

ปรีช

กระดานเรื่องราวสื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์

เรื่อง สมการแบร์นูลลี

กลุ่มวิชาฟิสิกส์

แก้ไขวันที่ 15 เมษายน 2568

ภาพรวมของสื่อ

สื่อสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่อง สมการแบร์นูลลี มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ศึกษาการไหลของของไหล เมื่อท่อที่ของไหลไหลผ่านมีขนาดแตกต่างกัน และอยู่ที่ระดับความสูงเท่ากัน รวมทั้งศึกษาการไหลของของไหล เมื่อท่อที่ของไหลไหลผ่านมีขนาดแตกต่างกัน และอยู่ที่ระดับความสูงต่างกัน ตลอดจนสามารถศึกษาและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมการแบร์นูลลี ผ่านการทำกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์จำลองสมการแบร์นูลลีโดยปรับปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ พร้อมให้ผู้ใช้ได้บันทึกผลในตารางและตอบคำถาม เพื่อสร้างความเข้าใจจากการทำกิจกรรม

ในการเรียนรู้เกี่ยวกับพลศาสตร์ของไหลด้วยสื่อฯ เรื่องนี้ ผู้ใช้จะได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม โดยในส่วนของกิจกรรมย่อยแรก เป็นการให้ผู้ใช้ได้ศึกษาสมการแบร์นูลลีโดยศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อขนาดแตกต่างกันที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน และได้เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณปริมาณต่างๆ ซึ่งผู้ใช้จะคำนวณในตารางจากสื่อ บันทึกผลและคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสมการแบร์นูลลี หลังจากนั้นตอบคำถาม

ในกิจกรรมย่อยที่สอง เป็นการให้ผู้ใช้ได้ศึกษาสมการแบร์นูลลีโดยศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อขนาดแตกต่างกันที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน และได้เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณปริมาณต่างๆ ซึ่งผู้ใช้จะได้คำนวณในตารางจากสื่อ บันทึกผลและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมการแบร์นูลลี หลังจากนั้นตอบคำถาม สรุปผลการทำกิจกรรม อภิปรายกิจกรรมและการนำความรู้ไปประยุกต์

สื่อดิจิทัลมีเสียงบรรยายประกอบขั้นตอนการทำกิจกรรม ความหมายของคำ และ คำอธิบายต่าง ๆ ตลอดการใช้งานสื่อ

ขอบเขตของสื่อ

เป็นสถานการณ์จำลองที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย โดยกิจกรรมย่อยแรกให้ผู้ใช้ได้ศึกษาสมการแบร์นูลลีโดยศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อขนาดแตกต่างกันที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน และกิจกรรมย่อยที่สอง เป็นการให้ผู้ใช้ได้ศึกษาสมการแบร์นูลลี โดยศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อขนาดแตกต่างกันที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน โดยมีตารางบันทึกผลให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมการแบร์นูลลีจากการ



คำนวณปริมาณต่างๆซึ่งคำนวณได้จากสื่อ หลังจากนั้น ตอบคำถาม สรุปผลการทำกิจกรรม อภิปรายกิจกรรม และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

ทั้งนี้ ภายในสื่อ จะมีการให้เนื้อหาในส่วนความหมายของคำศัพท์ คำถามแบบเลือกตอบที่ตรวจสอบคำตอบได้ มีการให้เลือกคำไปวางในข้อความสรุปผลกิจกรรม กรอบข้อความแสดงการสรุปผลการทำกิจกรรม และ การอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติม

เมื่อใช้สื่อเรียนรู้เรื่องนี้แล้ว คาดหวังว่า ผู้ใช้จะสามารถตอบคำถาม 2 คำถามดังนี้ได้

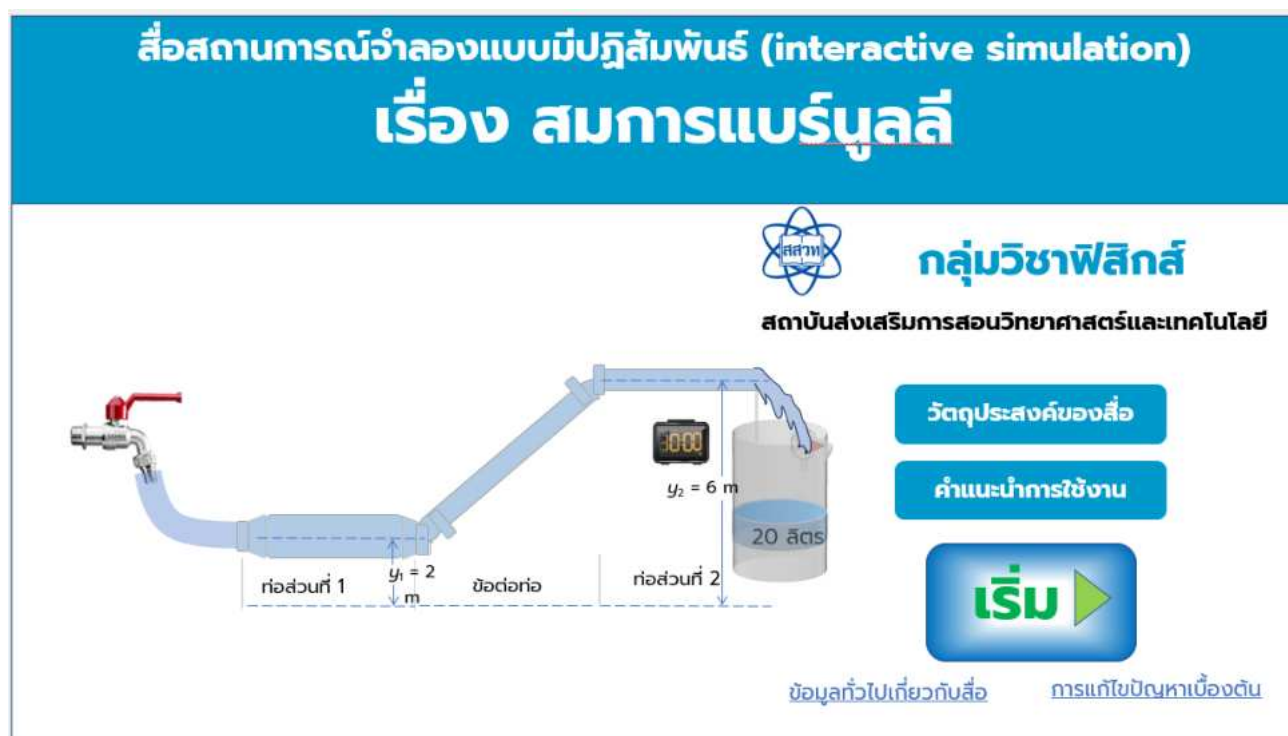
1. ของไหลในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงเดียวกัน มีความดันและอัตราเร็วของของไหลแตกต่างกันอย่างไร
2. ของไหลในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงแตกต่างกัน มีความดันและอัตราเร็วของของไหลแตกต่างกันอย่างไร
3. ตลอดการไหลของน้ำในท่อ สำหรับอัตราการไหลค่าหนึ่ง ปริมาณใดมีค่าคงตัว



หน้าปก

รายละเอียดหน้าปก

- ด้านบน ในแถบสีเข้ม แสดงชื่อประเภทสื่อและชื่อเรื่องสื่อ
- ตรงกลางซ้ายมือ แสดง ภาพตัวอย่างสถานการณ์จำลองในสื่อ ส่วนตรงกลางขวามือ แสดงชื่อกลุ่มวิชา ชื่อสถาบัน ปุ่มกดดู “วัตถุประสงค์ของสื่อ” ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” และ ปุ่ม “เริ่ม” ให้เข้าไปใช้งาน
 - ด้านล่างขวา เป็นข้อความ “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” และ “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” ที่กดดูรายละเอียดได้



ปุ่ม Interactive

1. ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความวัตถุประสงค์ของสื่อ ดังหน้าถัดไป
2. ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความคำแนะนำการใช้งาน ดังหน้าถัดไป
3. ปุ่ม “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ ดังหน้าถัดไป
4. ปุ่ม “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ดังหน้าถัดไป

ปุ่ม navigation

1. ปุ่ม “เริ่ม” เพื่อไปสู่หน้าแรกของกิจกรรม

เมื่อกดที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

วัตถุประสงค์ของสื่อ

1. เพื่อศึกษาการไหลของของไหล เมื่อท่อที่ของไหลไหลผ่านมีขนาดแตกต่างกัน และ
 - 1.1 อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน
 - 1.2 อยู่ในระดับความสูงต่างกัน
2. เพื่อศึกษาและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมการแบร์นูลลี

วัตถุประสงค์ของสื่อ

1. เพื่อศึกษาการไหลของของไหล เมื่อท่อที่ของไหลไหลผ่านมีขนาดแตกต่างกัน และ
 - 1.1 อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน
 - 1.2 อยู่ในระดับความสูงต่างกัน
2. เพื่อศึกษาและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมการแบร์นูลลี

ส่วน “คำแนะนำการใช้งาน” จะจัดทำเป็นแบบ infographic ซึ่งจะดำเนินการภายหลังที่ได้สตอรี่บอร์ดที่มีการแก้ไขแล้ว

ส่วน “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” เป็นกรอบแสดงรายชื่อคณะผู้จัดทำ คณะบรรณาธิการ ระบบและอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานสื่อฯ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาสื่อ ซึ่งจะจัดทำในภายหลัง

ส่วน “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” เป็นกรอบแสดงคำแนะนำการใช้งานสื่อบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นการขยายหน้าจอ ดังตัวอย่างด้านล่าง

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

หากพบว่า หน้าแสดงผลของสื่อมีขนาดเล็กในอุปกรณ์พกพา ให้เอียงอุปกรณ์เพื่อให้จอภาพอยู่ในแนวนอน และเมื่อได้ภาพและตัวอักษรขนาดใหญ่กว่าแล้ว ให้ตั้งคาล็อคการหมุนหน้าจอในแนวนอนไว้ ซึ่งทำได้โดยกดเลือกที่ปุ่มไอคอนลักษณะมีลูกศรรอบ เช่น



กรณีที่ไม่ปรากฏภาพของสื่อให้เห็นในเบราว์เซอร์ ให้ลองกดปุ่ม Reload หรือ Refresh ที่มีสัญลักษณ์  บริเวณด้านบนของเบราว์เซอร์ ถ้ายังไม่ปรากฏภาพของสื่ออีก ให้ตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

หากพบปัญหาอื่น ๆ เพิ่มเติม สามารถติดต่อเจ้าหน้าที่ดูแลสื่อประกอบบทเรียน วิชาฟิสิกส์ ได้ที่ e-mail: physics@proj.ipst.ac.th

หน้ารองปก

รายละเอียด

ในหน้ารองปก ประกอบด้วยแอนิเมชัน ข้อความ และปุ่มกดเลือกกิจกรรม โดยด้านซ้ายมือ แสดงแอนิเมชันพร้อมข้อความที่กระตุ้นความสนใจชวนให้ผู้ใช้อยากทำกิจกรรมและเรียนรู้จากสื่อ ส่วนด้านขวามือ แสดงปุ่มกิจกรรมที่ 1 – 2 ให้ผู้ใช้เลือกกิจกรรมที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” เพื่อไปสู่หน้าของกิจกรรมนั้น ๆ



ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน

1. ปุ่ม กดแล้ว จะแสดงกรอบคำแนะนำการใช้งาน
2. ปุ่มรูปลำโพง กดเพื่อเปิดหรือปิดเสียงบรรยาย
3. ปุ่ม กดเพื่อขยายให้สื่อแสดงเต็มหน้าจออุปกรณ์

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน กลับไปยังหน้าปก
2. ปุ่มกิจกรรม 2 กิจกรรม ที่กดเพื่อเลือกกิจกรรมที่ต้องการศึกษา
3. ปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” กดเพื่อไปสู่กิจกรรมที่เลือก

รายละเอียด

ในหน้ารองปก แอนิเมชันนำเข้าสู่กิจกรรม มีการแสดงภาพเคลื่อนไหวและข้อความดังนี้

ข้อความที่ 1 : “เคยสงสัยไหมว่า เครื่องบินขนาดยักษ์ที่หนักเป็นตัน ๆ สามารถยกตัวขึ้นจากพื้นดินและลอยอยู่บนท้องฟ้าได้อย่างไร”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 1 : เครื่องบินกำลังบินบนท้องฟ้า

ข้อความที่ 2 : “หรือว่าทำไมลูกฟุตบอลที่ถูกเตะให้สูง หมุน และโค้งจึงสามารถตกลงมาอย่างรวดเร็วและเข้าประตูได้ ”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 2 : แสดงนักฟุตบอลปั่นฟรีคิก ลูกบอลข้ามกำแพงผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม แล้วโค้งลงไปเข้าประตู ที่ผู้รักษาประตูกระโดดแล้ว แต่ปัดไม่ได้

สมการแบร์นูลลี



กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

หรือว่าทำไมลูกฟุตบอลที่ถูกเตะให้สูง หมุน และโค้งจึงสามารถตกลงมาอย่างรวดเร็วและเข้าประตูได้ ?

เข้าสู่กิจกรรม

ข้อความที่ 3 : “หรือบางคนอาจเคยได้ยินคำเตือน หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับการยื่นหรือขับรถยนต์เล็กใกล้รถขนาดใหญ่ที่วิ่งอย่างรวดเร็ว ให้เว้นระยะห่างพอสมควร ไม่เช่นนั้น จะถูกดุดเข้าไปแล้วเกิดอันตรายได้”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 3 : รถมอเตอร์ไซด์ขับสวนกับรถบรรทุก

สมการแบร์นูลลี



กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

หรือบางคนอาจเคยได้ยินคำเตือน หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับการยื่นหรือขับรถยนต์เล็กใกล้รถขนาดใหญ่ที่วิ่งอย่างรวดเร็ว ให้เว้นระยะห่างพอสมควร ไม่เช่นนั้น จะถูกดุดเข้าไปแล้วเกิดอันตรายได้

เข้าสู่กิจกรรม

ข้อความที่ 4 : “สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทีกล่าวนานี้ สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของแบร์นูลลี ซึ่งจะได้ศึกษาและทำความเข้าใจผ่านการการทำกิจกรรม 2 กิจกรรม กดเลือกกิจกรรม แล้วกดปุ่ม เข้าสู่กิจกรรม ได้เลย”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 4 : เครื่องบินกำลังบินบนท้องฟ้า เปลี่ยนไปเป็นคนเตะฟร็คกี เปลี่ยนไปเป็น รถมอเตอร์ไซด์ขับสวนรถบรรทุก ทุก 10 วินาที

สมการแบร์นูลลี



กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทีกล่าวนานี้ สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของแบร์นูลลี ซึ่งจะได้อธิบายและทำความเข้าใจผ่านการการทำกิจกรรม 2 กิจกรรม กดเลือกกิจกรรม แล้วกดปุ่ม เข้าสู่กิจกรรม ได้เลย

เข้าสู่กิจกรรม



กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

กิจกรรมนี้เป็นการให้ผู้ได้ศึกษา สมการแบร์นูลลีโดยศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อขนาดต่างกันที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน และได้เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณปริมาณต่างๆซึ่งผู้จะใช้จะคำนวณในตารางจากสื่อ บันทึกผลและคำนวณปริมาณต่างๆ หลังจากนั้น ตอบคำถาม

The screenshot shows a simulation interface for Bernoulli's equation. At the top, there's a blue header with the title 'สมการแบร์นูลลี' and 'กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน'. Below the header, there's a diagram of a pipe with a faucet on the left. The pipe has two sections of different diameters, labeled 'ท่อส่วนที่ 1' and 'ท่อส่วนที่ 2'. The pipe is connected to a reservoir on the left. The interface includes several control panels at the bottom: a panel for selecting the area of the pipe (10, 20, or 40 x 10^-4 m^2), a panel for selecting the fluid (water, oil, or honey), a panel for selecting the fluid velocity (1, 2, or 3 m/s), a panel for selecting the fluid density (1000, 800, or 1200 kg/m^3), and a panel for selecting the fluid viscosity (0.001, 0.01, or 0.1 Pa·s). There are also buttons for 'บันทึกผล' (Record Results) and 'เริ่มใหม่' (Start Over). The interface is labeled with various Thai text: 'คำถามสำคัญ' (Important Questions), 'เป้าหมายของกิจกรรม' (Activity Objectives), 'เปิด-ปิด เสียงบรรยาย' (Open/Close Narration), 'กลับไปหน้าแรก' (Go to Home), 'ดูคำแนะนำการใช้งาน' (View Usage Instructions), 'ขยายเต็มหน้าจอ' (Full Screen), 'กดเลือกพื้นที่หน้าตัดท่อ' (Click to select pipe cross-section area), 'กดเลือกอัตราการไหลของน้ำ' (Click to select water flow rate), 'กดติดตั้งเครื่องวัดความดัน' (Click to install pressure gauge), 'กดแสดงมวลน้ำและสายกระแส' (Click to show water mass and streamlines), 'กดเพื่อบันทึกผลการทำกิจกรรม' (Click to record activity results), and 'ปุ่มเริ่มใหม่' (Start Over button).

ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน เหมือนหน้ารองปก

ส่วนแสดงสถานการณ์จำลอง

1. ปุ่ม “คำถามสำคัญ” ที่กดแล้ว จะแสดงกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ผู้หาคำตอบผ่านการทำกิจกรรม

2. ปุ่ม “เป้าหมายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะแสดงเป้าหมายที่ผู้ใช้จะต้องทำกิจกรรมให้ครบ เพื่อไปสู่การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม

ส่วนแถบด้านล่าง

1. ปุ่มเลือกอัตราการไหลของน้ำ
2. ปุ่มเลือกพื้นที่หน้าตัดท่อ
3. ปุ่มติดตั้งเครื่องวัดความดัน
4. ปุ่มเริ่มใหม่
5. ปุ่มบันทึกผลกิจกรรม
6. ปุ่มแสดงผลน้ำและสายกระแส

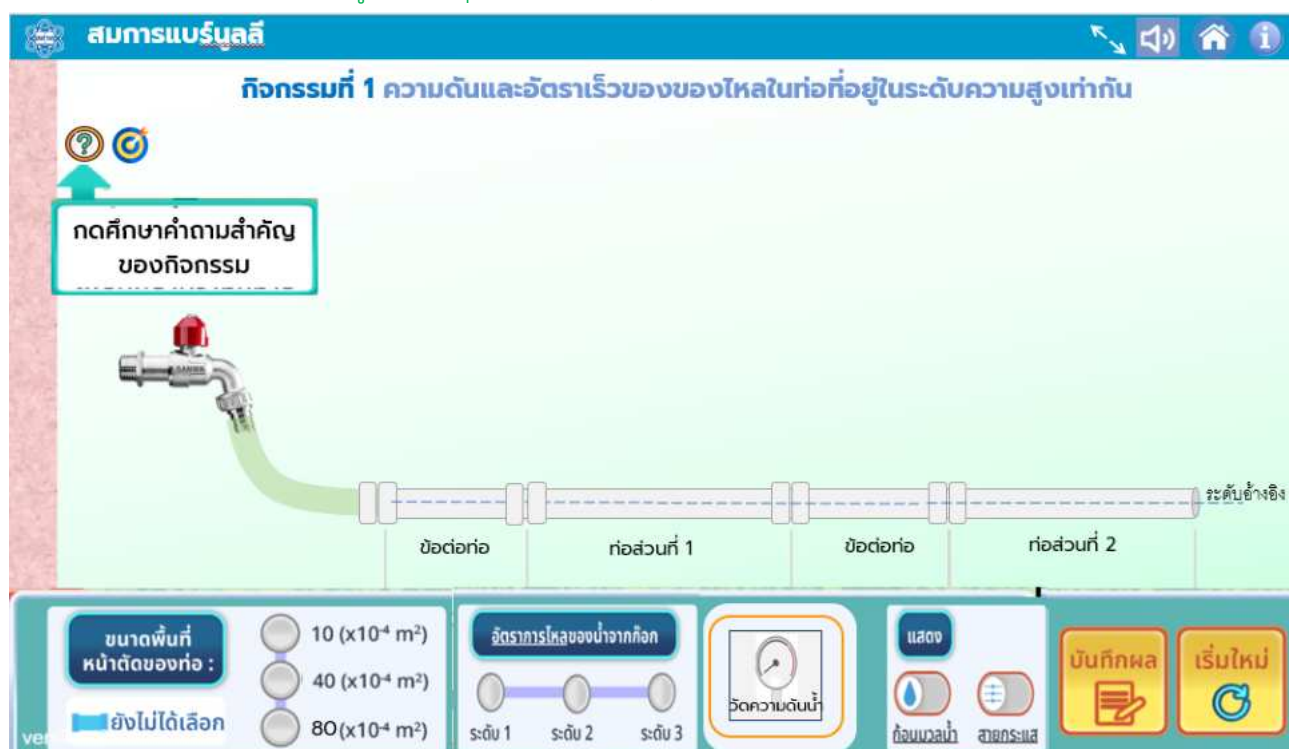
ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน  กลับไปยังหน้าปก

กิจกรรมที่ 1

คำถามสำคัญและเป้าหมายกิจกรรม

ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ใช้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน



เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้



คำถามสำคัญ ของไหลในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงเดียวกัน มีความดันและอัตราเร็วของของไหลแตกต่างกันอย่างไร



สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ของไหลในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงเดียวกัน มีความดันและอัตราเร็วของของไหลแตกต่างกันอย่างไร

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :
☐ 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
 ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก
☐ ระดับ 1 ☐ ระดับ 2 ☐ ระดับ 3

วัดความดัน

แสดง
☐ คำนวณ ☐ สาขาระเบ

บันทึกผล
 เริ่มใหม่

ลำดับต่อไป สื่อจะให้ผู้ใช้กด “กดศึกษาเป้าหมายของกิจกรรมและค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมาย”

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

กดศึกษาเป้าหมายของกิจกรรมและกดที่ค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมาย

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :
☐ 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
 ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก
☐ ระดับ 1 ☐ ระดับ 2 ☐ ระดับ 3

วัดความดัน

แสดง
☐ คำนวณ ☐ สาขาระเบ

บันทึกผล
 เริ่มใหม่



เป้าหมาย

ศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลตามสมการแบร์นูลลี ในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงเท่ากัน โดยใช้อัตราการไหลอย่างน้อย 2 ระดับ

*กำหนดให้น้ำซึ่งเป็นของไหล (?) ที่ไหลจากก๊อก มีสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ (?)

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลตามสมการแบร์นูลลี ในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงเท่ากัน โดยใช้อัตราการไหลอย่างน้อย 2 ระดับ

*กำหนดให้น้ำซึ่งเป็นของไหล (?) ที่ไหลจากก๊อก มีสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ (?)

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :

- 10 ($\times 10^{-4}$ m²)
- 40 ($\times 10^{-4}$ m²)
- 80 ($\times 10^{-4}$ m²)

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก

ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

แสดง

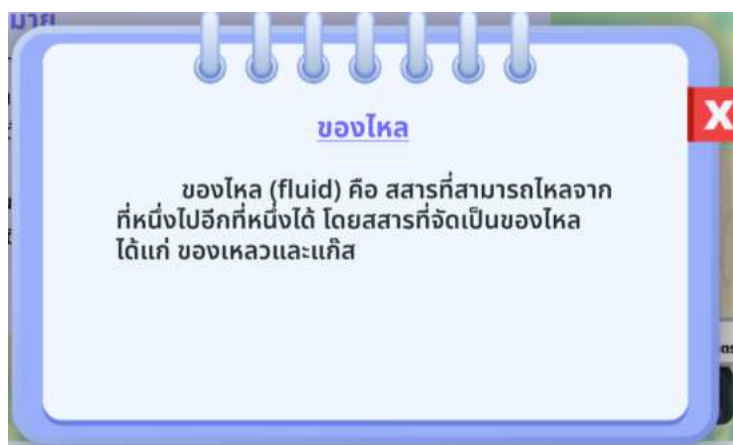
ปิดก๊อก

เปิดก๊อก

บันทึกผล

เริ่มใหม่

ทั้งนี้ คำว่า “ของไหล” และ “ของไหลอุดมคติ” สามารถหาเพื่อดูความหมายได้ ดังกรอบในรูปถัดไป



Handwritten signature in blue ink.

ของไหลอุดมคติ

ของไหลอุดมคติ (ideal fluid) คือ ของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน

ด้วยสมบัติดังกล่าว ของไหลอุดมคติจึงมีลักษณะดังนี้

1. ไม่มีความหนืดหรือแรงเสียดทานภายในระหว่างชั้นของของไหล
2. ไม่สามารถอัดตัวได้ ทำให้ความหนาแน่นของของไหลมีค่าคงตัว
3. ไหลสม่ำเสมอ (steady flow) คือ ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในของไหลความเร็วและความดันของของไหล มีค่าคงตัว
4. ไหลโดยไม่หมุน กล่าวคือไม่มีลักษณะการไหลเชี่ยวและไม่มีการไหลวนเกิดขึ้น

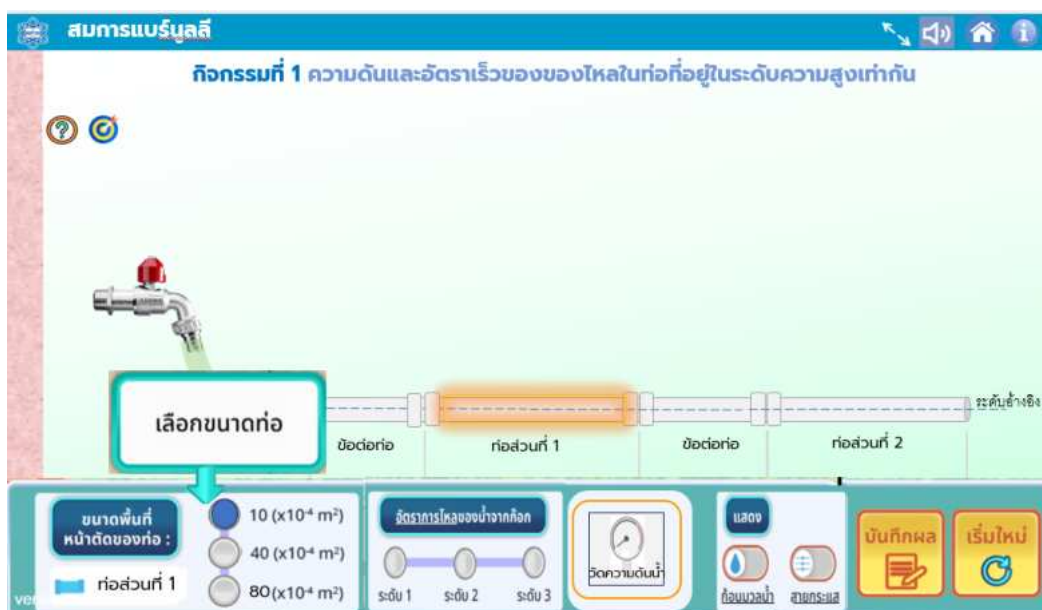
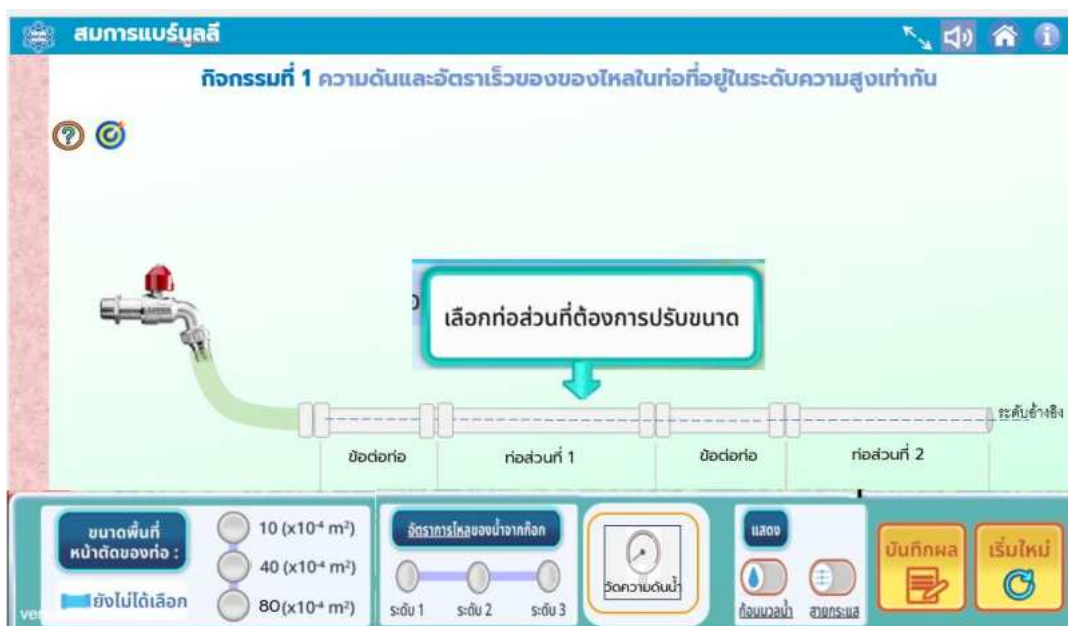
กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

หลังจากที่ผู้ใช้ทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมที่ 1 แล้ว จะเริ่มทำกิจกรรมที่ 1 ตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับ โดยเริ่มต้น สื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “เลือกท่อส่วนที่ต้องการปรับขนาด” และลูกศรชี้ไปที่ท่อ เมื่อเลือกส่วนของท่อแล้ว แถบด้านล่างจะระบุว่า ท่อส่วนใดกำลังได้รับการเลือก

ต่อไป สื่อจะแสดงขั้นตอนให้ “เลือกขนาดท่อ” พร้อมลูกศรชี้ไปที่ ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ ซึ่งเมื่อเลือกขนาดท่อแล้ว สื่อจะแสดงท่อส่วนที่เลือกมีขนาดตามที่เลือก จากนั้น จะเป็นขั้นตอนซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้เลือกขนาดท่อได้ครบทั้ง 2 ส่วน



สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

เลือกท่อส่วนที่ต้องการปรับขนาด

ระดับอ้างอิง

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :

- 10 ($\times 10^{-4}$ m²)
- 40 ($\times 10^{-4}$ m²)
- 80 ($\times 10^{-4}$ m²)

ท่อส่วนที่ 1

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก

ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

แสดง

คำนวณมวลน้ำ

สายกระแส

บันทึกผล

เริ่มใหม่

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

เลือกขนาดท่อ

ระดับอ้างอิง

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :

- 10 ($\times 10^{-4}$ m²)
- 40 ($\times 10^{-4}$ m²)
- 80 ($\times 10^{-4}$ m²)

ท่อส่วนที่ 2

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก

ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

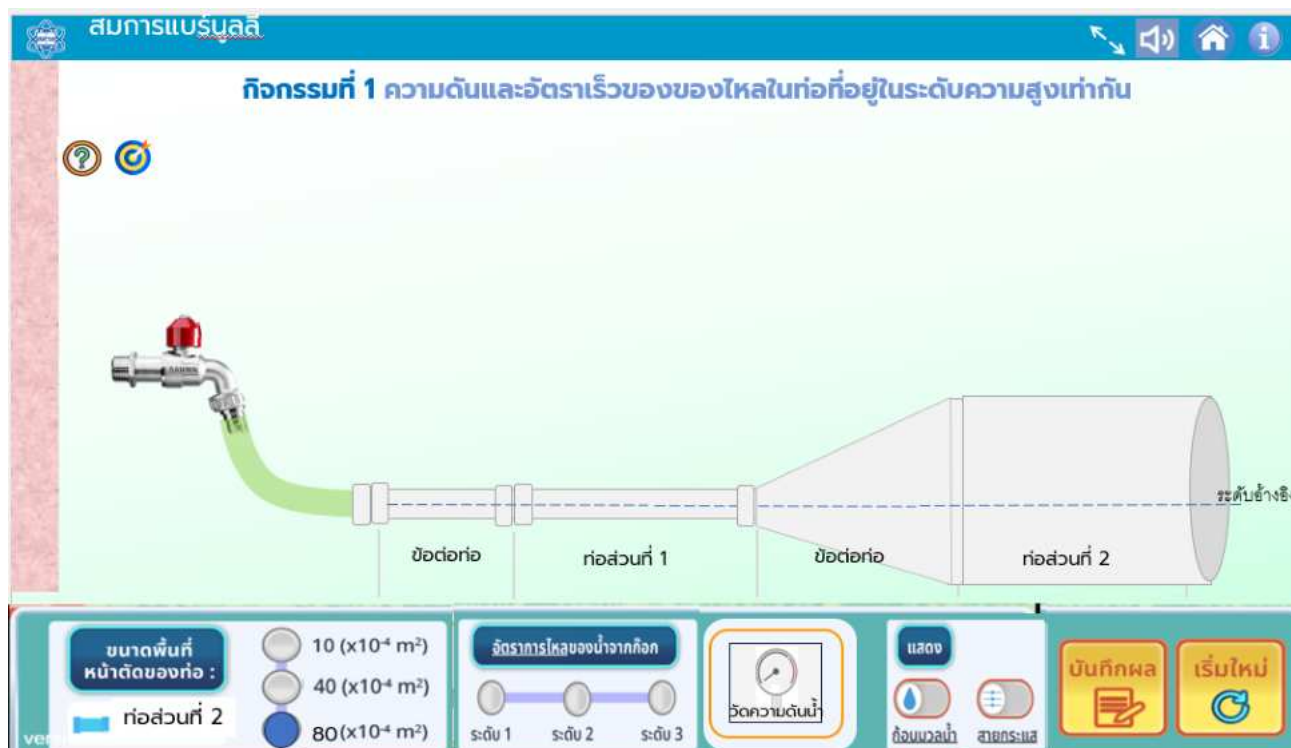
แสดง

คำนวณมวลน้ำ

สายกระแส

บันทึกผล

เริ่มใหม่

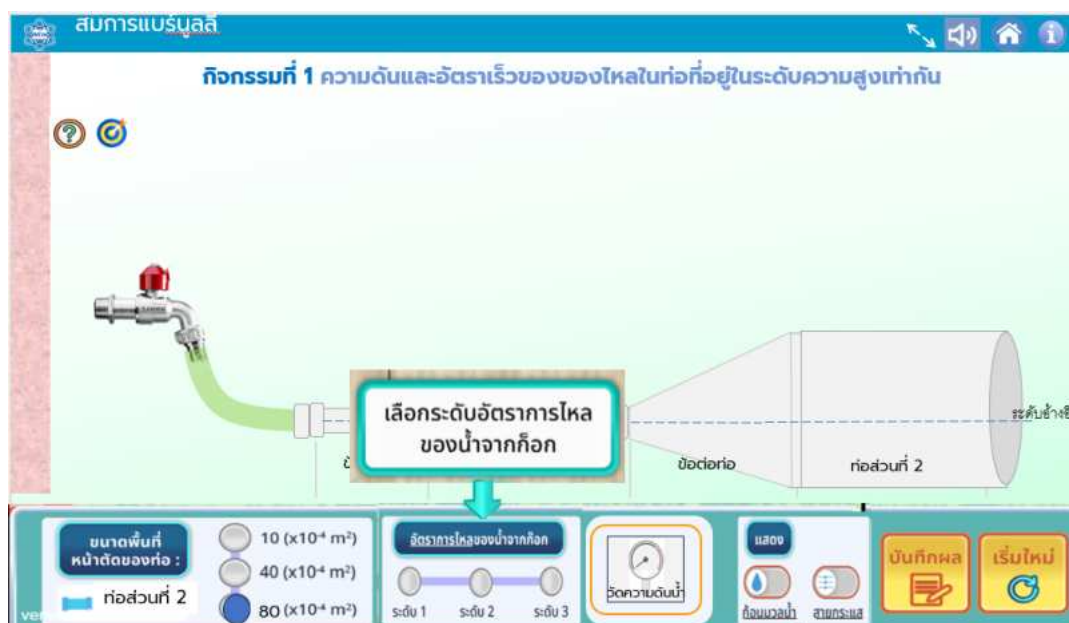


กิจกรรมที่ 1

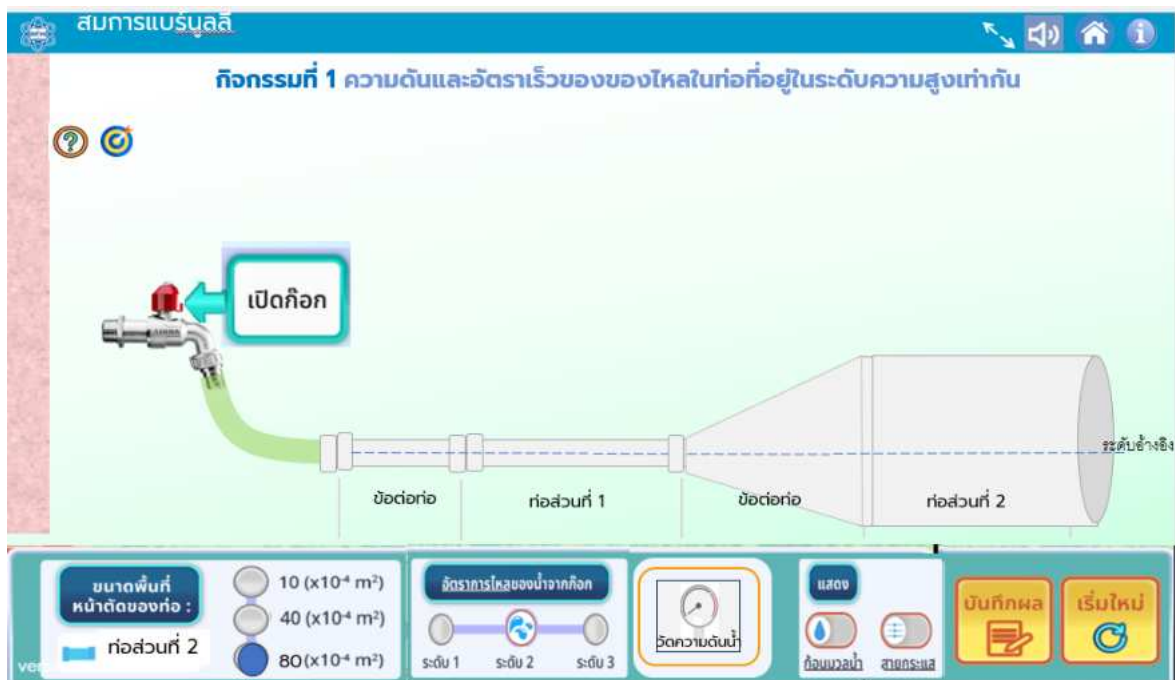
ขั้นตอนที่ 2 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ต่อมาสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “เลือกระดับอัตราการไหลของน้ำจากก๊อก” และลูกศรชี้ไปที่กรอบอัตราการไหลของน้ำจากก๊อก จากนั้นมีลูกศรแจ้งให้ “เปิดก๊อก” และมีนาฬิกาจับเวลาจนน้ำเต็มถึงที่ 20 วินาที



[Signature]

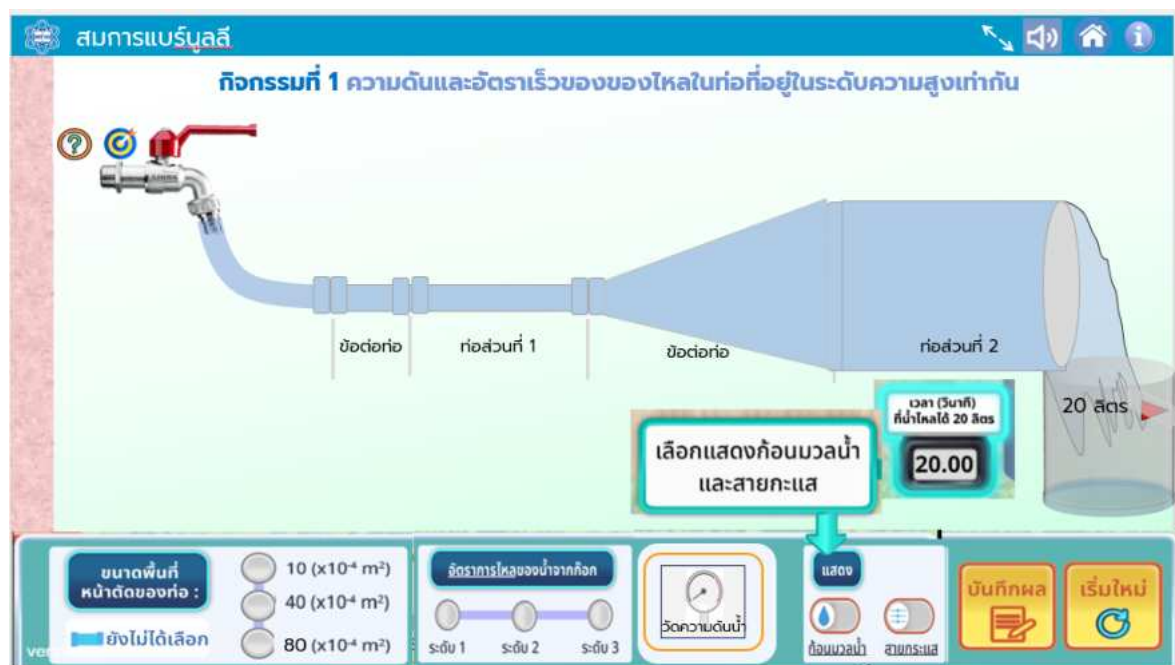


กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เมื่อเปิดน้ำแล้ว น้ำจะไหลจากปากก๊อกไปยังปลายท่อตามอัตราการไหลที่เลือกไว้ จนกระทั่งน้ำเต็มถึง เวลาหยุดเดิน แต่น้ำยังคงไหลตลอดไม่หยุด จากนั้น จะมีกรอบพร้อมลูกศรแจ้งว่าให้ “แสดงมวลน้ำและสายกระแส” โดยอาจเลือกแสดงพร้อมกันหรืออย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้



สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ข้อต่อท่อ ท่อส่วนที่ 1 ข้อต่อท่อ ท่อส่วนที่ 2

เวลา (วินาที) ที่น้ำไหลได้ 20 ลิตร
20.00

20 ลิตร

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :
☐ 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
 ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก
☐ ระดับ 1 ☐ ระดับ 2 ☐ ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

แสดง
☐ ถอยมวลน้ำ ☐ สายกระแส

บันทึกผล เริ่มใหม่

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ข้อต่อท่อ ท่อส่วนที่ 1 ข้อต่อท่อ ท่อส่วนที่ 2

เวลา (วินาที) ที่น้ำไหลได้ 20 ลิตร
20.00

20 ลิตร

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :
☐ 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
 ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก
☐ ระดับ 1 ☐ ระดับ 2 ☐ ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

แสดง
☐ ถอยมวลน้ำ ☐ สายกระแส

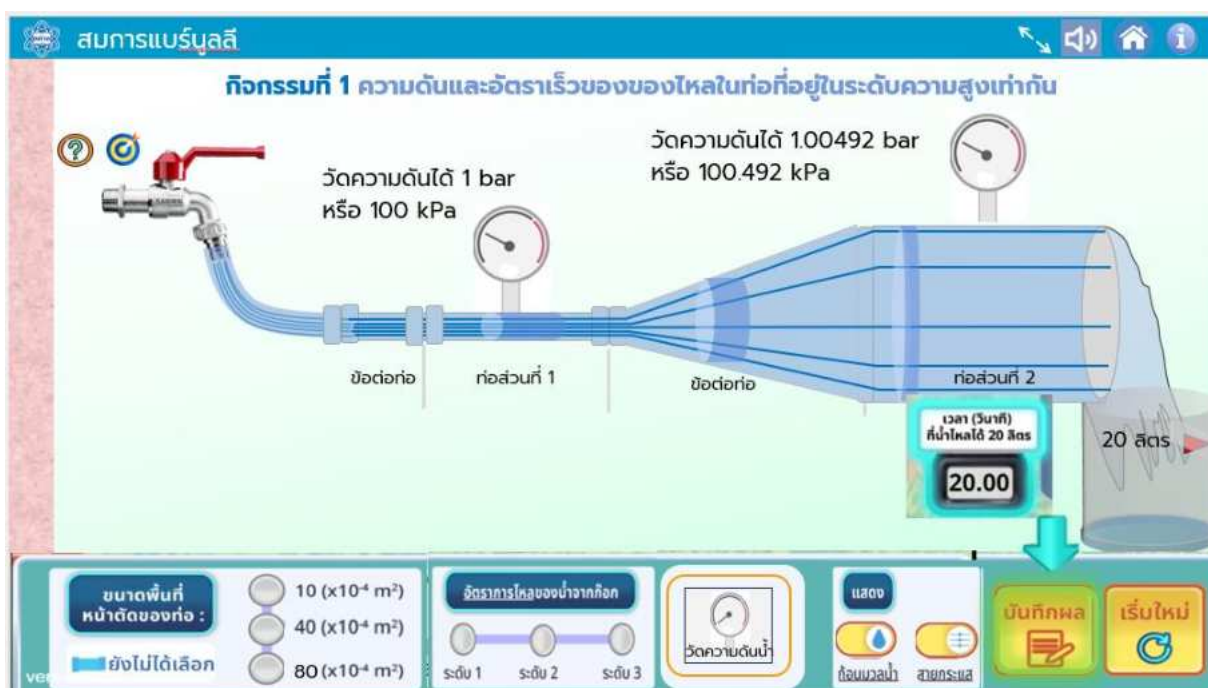
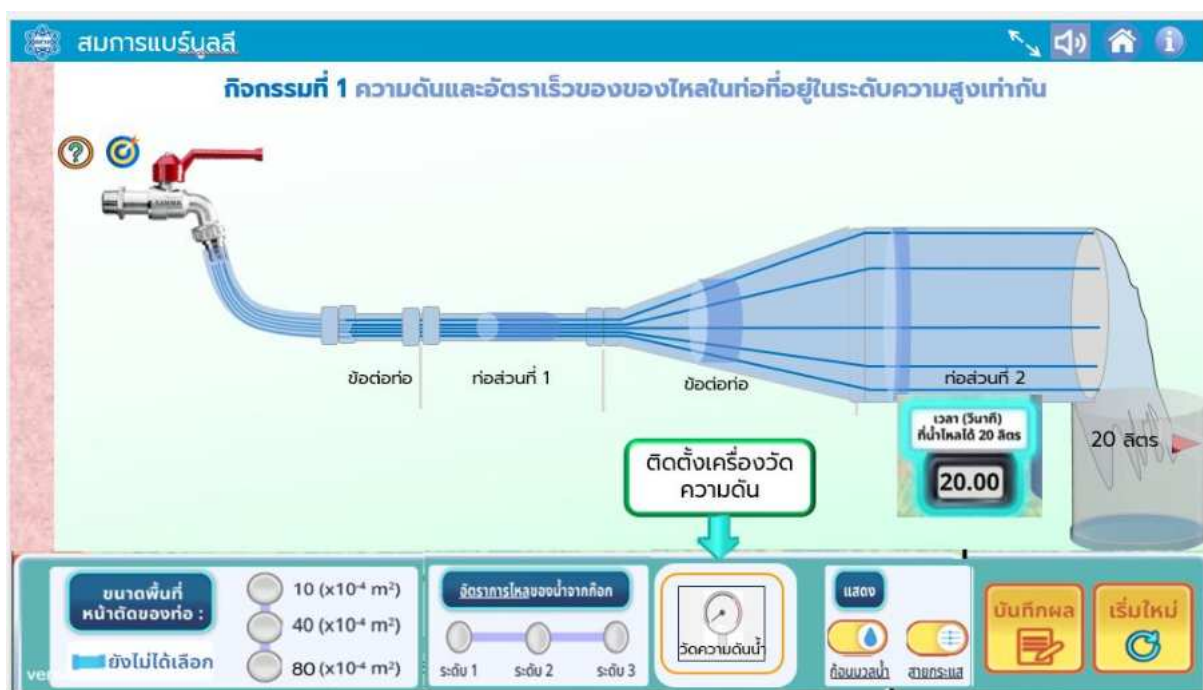
บันทึกผล เริ่มใหม่

กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 4 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ต่อมาสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “ติดตั้งเครื่องวัดความดัน” เพื่อติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันน้ำบนท่อทั้งสองส่วน เมื่อกดเลือกแล้ว อุปกรณ์วัดความดันจะติดตั้งโดยอัตโนมัติบริเวณท่อส่วนที่ 1 และท่อส่วนที่ 2 จากนั้น สื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “บันทึกผล” และมีลูกศรชี้ไปที่กรอบ บันทึกผล ดังตัวอย่างในรูปด้านล่าง



[Handwritten signature]

กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 5 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เมื่อกดปุ่มบันทึกผลแล้ว สื่อจะแสดงตารางบันทึกผล พร้อมกรอบข้อความมีลูกศรชี้ไปที่แถบว่างสีขาวในตาราง และข้อความ “คำนวณอัตราการไหลของน้ำ อัตราเร็วของน้ำ และค่าในคอลัมน์ด้านขวามือ จากนั้น บันทึกค่าที่คำนวณได้ เป็นเลขทศนิยม 3 ตำแหน่ง ในช่องว่างที่เว้นไว้” ทั้งนี้ ค่าในตารางคำว่า “อัตราการไหลของน้ำ” และ “อัตราเร็วของน้ำ” สามารถกดเพื่อดูคำอธิบายความหมายของค่าได้ ดังกรอบในด้านล่าง

ผลการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ 2 (กดค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

****กำหนดให้น้ำที่ไหลจากก๊อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3**

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด $A (\times 10^{-4} \text{ m}^2)$	ความสูงของท่อจากแนวระดับ $y (\text{m})$	อัตราการไหลของน้ำ (?) $R (\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})$	อัตราเร็วของน้ำ (?) $v (\text{m/s})$	ความดันน้ำ $P (\text{kPa หรือ } \times 10^3 \text{ N/m}^2)$	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho g y$
		0	10		100.000	
					100.492	

คำนวณอัตราการไหลของน้ำ อัตราเร็วของน้ำ และค่าในคอลัมน์ด้านขวามือ จากนั้น บันทึกค่าที่คำนวณได้ เป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง ในช่องว่างที่เว้นไว้

ตรวจสอบคำตอบ

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :
☐ 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
 ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก
☐ ระดับ 1
☐ ระดับ 2
☐ ระดับ 3

วัดความดันน้ำ
☐ แสดง
☐ ปิดหน่วยน้ำ
☐ สาขกระแ

บันทึกผล
 เริ่มใหม่

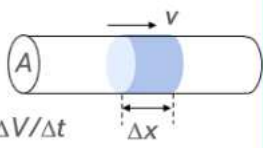
อัตราเร็วของน้ำ

อัตราเร็วของน้ำ (water flow speed) คือ อัตราเร็วของก้อนมวลน้ำที่ไหลผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในหนึ่งหน่วยเวลา ในกิจกรรมนี้ เมื่อพิจารณาการไหลของก้อนมวลน้ำในท่อทรงกระบอกที่มีพื้นที่หน้าตัด A ความยาวส่วนของทรงกระบอก Δx ในช่วงเวลา Δt ดังรูป จะได้ว่าก้อนมวลน้ำมีปริมาตร $\Delta V = A \Delta x$ เมื่อหารทั้งสองข้างของสมการด้วย Δt จะได้

$$\Delta V / \Delta t = A(\Delta x / \Delta t)$$

ซึ่งอัตราเร็วของน้ำ $v = \Delta x / \Delta t$ และอัตราการไหลของน้ำคือ $R = \Delta V / \Delta t$

ดังนั้น จะได้ว่า $R = Av$




อัตราการไหลของน้ำ

อัตราการไหลของน้ำ (water flow rate) คือ ปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดท่อในหนึ่งหน่วยเวลา แทนด้วยตัวอักษร R ในกิจกรรมนี้ หา R ได้จาก ปริมาตรน้ำที่ไหลลงถังได้ 20 ลิตร หรือ $20 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ในช่วงเวลาที่นาฬิกาดิจิทัลเริ่มวิ่งจนกระทั่งหยุด

กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 6 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เมื่อผู้ใช้ได้คำนวณและกรอกปริมาณต่างๆ ในตารางแล้ว กดตรวจคำตอบ สื่อจะระบุว่าถูกหรือผิด ถ้าผิด จะไม่แสดงสัญลักษณ์ผิดแต่จะแสดงกรอบข้อความให้กำลังใจและ แนะนำแนวทาง เช่น “ลองดูใหม่” ถ้าใส่ตัวเลขถูก สื่อจะแสดงไอคอนถูกพร้อมข้อความที่ชื่นชมสิ่งที่ใช้พยายามจนตอบถูก เช่น “คำนวณได้เก่งมาก” ทั้งนี้ ถ้าใส่ตัวเลขไม่ถูก 2 ครั้ง สื่อจะเฉลย ตัวอย่างเช่น กรณีที่บันทึกคำตอบแล้วกด “ตรวจคำตอบ” ถ้าได้ผลที่ผิด สื่อจะแสดงกรอบข้อความ “ลองดูใหม่” และถ้าได้ผลที่ถูกต้อง สื่อจะแสดงข้อความ “คำนวณได้เก่งมาก” พร้อมเสียงเอฟเฟ็ค

ผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราไหลระดับต้น (สำหรับศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

หลังจากก็อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	อัตราไหลของน้ำ R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho g y$
1	10	10	1.0	100.000	100.5
2	80	10.0	0.1	100.492	100.5

ตรวจคำตอบ

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ :
☐ 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
☐ 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)
 ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากก็อก :
 ระดับ 1 ☐ ระดับ 2 ☐ ระดับ 3 ☐

วัดความดันน้ำ

แสดง ☐
 คำนวณ ☐
 ใช้นักผล ☐
 เริ่มใหม่ ☐

Handwritten signature

หลังจากกรอกตัวเลขในตารางได้ถูกต้องครบถ้วนแล้ว และจะมีรอบแจ้งให้ “ทำกิจกรรมอีกครั้งโดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลให้ต่างจากเดิม” กดปุ่มกลับไปหน้ากิจกรรมแล้วทำกิจกรรมซ้ำโดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลให้ต่างจากเดิม บันทึกผล

สภารเบรูลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ 2 (กดค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

****กำหนดให้น้ำที่ไหลจากก๊อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3**

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	10	0	10	1.0	100.000	100.5
2	80	0	10.0	0.1	100.492	100.5

ตรวจสอบคำตอบ

ทำกิจกรรมอีกครั้ง โดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลของน้ำให้ต่างจากเดิม

บันทึกผล

เริ่มใหม่

กิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 7 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

หลังจากทำกิจกรรมอีกครั้ง โดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลให้ต่างจากเดิม รวมทั้งกรอกตัวเลขในตารางบันทึกผลครั้งที่ 2 ได้ถูกต้องแล้ว สื่อจะแสดง กดปุ่ม “คำถามท้ายกิจกรรม” สื่อจะพาไปที่หน้าแสดงคำถามท้ายกิจกรรมที่ละข้อ ดังตัวอย่างในหน้าถัดไป

สามารถแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ระดับความสูงเท่ากัน

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ 2 (กดค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

**กำหนดให้พื้นที่ไหลจากท่อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด $A (\times 10^{-4} \text{ m}^2)$	ความสูงของ ท่อกจากแนว ระดับ $y \text{ (m)}$	อัตราการไหล ของน้ำ (?) $R (\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})$	อัตราเร็ว ของน้ำ (?) $v \text{ (m/s)}$	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	80	0	20	1.0	100.000	100.5
2	40	0	20.0	0.1	100.492	100.5

ตรวจสอบคำตอบ
✓
✓

ขนาดพื้นที่
หน้าตัดของท่อ :

ยังไม่ได้เลือก

10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

อัตราการไหลของน้ำจากท่อก

ระดับ 1

ระดับ 2

ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

แสดง

ซ่อนหน่วย

สามารถใส่

ทำตามท้ายกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1

คำถามท้ายกิจกรรม

รายละเอียด

ในส่วนคำถามท้ายกิจกรรม ผู้ใช้สามารถตอบคำถามโดยการกดที่วงกลมหน้าข้อความที่คิดว่า เป็นคำตอบที่ถูก จากนั้นกด “ตรวจคำตอบ” ซึ่งสื่อจะให้ผู้ใช้งานสามารถตอบผิดได้ 2 ครั้ง ก่อนจะเฉลย ถ้าตอบผิด สื่อจะแสดงข้อความ “ลองดูใหม่” ถ้าตอบถูก สื่อจะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมข้อความ “วิเคราะห์ได้ดีมาก” ตัวอย่างการแสดงผลหน้าคำถามท้ายกิจกรรม ดังรูปด้านล่าง โดยมีคำถามทั้งหมด 4 ข้อ

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

วัดความดันได้ 100492 bar
วัดความดันได้ 1 bar **คำถาม** 100.492 kPa

1. จากอัตราการไหลค่าหนึ่ง ความดันของน้ำ (P) ในท่อกแต่ละส่วนเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

- ☐ เท่ากัน โดยพื้นที่หน้าตัดของท่อไม่มีผลต่อความดัน
- ☐ ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่ไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าจะมีความดันน้อยกว่า
- ☐ ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่ไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าจะมีความดันมากกว่า

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของ ท่อกจากแนว ระดับ y (m)	อัตราการไหล ของน้ำ (Q) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็ว ของน้ำ (V) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^5 \text{ N/m}^2$)	$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y$
1	10	0	10	1.0	100.000	100.5
2	80	0	10	0.1	100.492	100.5

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ

ยังไม่ได้เลือก

80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

ข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3

ตรวจสอบคำตอบ

บันทึกผล เริ่มใหม่



สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

คำถาม

2. จากอัตราการไหลค่าหนึ่ง อัตราเร็วของน้ำ (v) ในท่อแต่ละส่วนเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

☐ เท่ากัน โดยพื้นที่หน้าตัดของท่อไม่มีผลต่ออัตราเร็วของน้ำ

☐ ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่ไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าจะมีอัตราเร็วมากกว่า

☒ ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่ไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าจะมีอัตราเร็วน้อยกว่า

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho g y$
1	10	0	10	1.0	100.000	100.5
2	80	0	10	0.1	100.492	100.5

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

คำถาม

3. จากอัตราการไหลค่าหนึ่ง อัตราเร็วของน้ำ (v) กับความดันน้ำ (P) ในท่อ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

☐ ไม่มี โดยอัตราเร็วของน้ำในท่อไม่มีความสัมพันธ์กับความดันน้ำในท่อ

☐ มี โดยเมื่อน้ำในท่อมีอัตราเร็วน้อย ความดันของน้ำในท่อก็จะมีค่าน้อย

☒ มี โดยเมื่อน้ำในท่อมีอัตราเร็วมาก ความดันของน้ำในท่อก็จะมีค่าน้อย

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho g y$
1	10	0	10	1.0	100.000	100.5
2	80	0	10	0.1	100.492	100.5

สำหรับคำถามที่ 4 ซึ่งเป็นคำถามสุดท้ายในส่วนคำถามท้ายกิจกรรม เมื่อผู้ใช้ตอบถูก จะปรากฏปุ่ม “ไปศึกษา กิจกรรมที่ 2” ด้านล่างขวามือ ให้ผู้ใช้กด เพื่อเข้าไปทำกิจกรรมที่ 2 ดังรูปตัวอย่างด้านล่าง

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 1 ความดันและอัตราเร็วของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงเท่ากัน

คำถาม

4. ข้อความใดถูกต้อง สำหรับอัตราการไหลค่าหนึ่งๆ ตลอดการไหลของน้ำในท่อ

- ☐ อัตราการไหล (R) และ ค่า $P + (1/2) \rho v^2$ มีค่าคงตัว
- ☐ อัตราการไหล (R) และ ความดันของน้ำ (P) มีค่าคงตัว
- ☐ อัตราเร็วน้ำ (v) และ ความดันของน้ำ (P) มีค่าคงตัว

ส่งคำตอบ

ไปศึกษากิจกรรมที่ 2

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2$
1	10	0	10	1.0	100.000	100.5
2	80	0	10	0.1	100.492	100.5

บันทึกผล

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ในส่วนของกิจกรรมที่ 2 ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ใช้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน โดยการแสดงกรอบขั้นตอนที่มีลูกศรชี้ไปที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมาย”

“กดศึกษาคำถามสำคัญของกิจกรรม”

“กดศึกษาเป้าหมายของกิจกรรมและคำที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมาย” ตามลำดับ

ซึ่งเมื่อกดที่ไอคอนแต่ละอันแล้ว จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

คำถามสำคัญ

“ของไหลในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงแตกต่างกัน มีความดันและอัตราเร็วของของไหลแตกต่างกันอย่างไร”

ของไหลในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงแตกต่างกัน มีความดันและอัตราเร็วของของไหลแตกต่างกันอย่างไร

เป้าหมาย

“ศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลตามสมการแบร์นูลลี ในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงต่างกัน โดยใช้อัตราการไหลอย่างน้อย 2 ระดับ

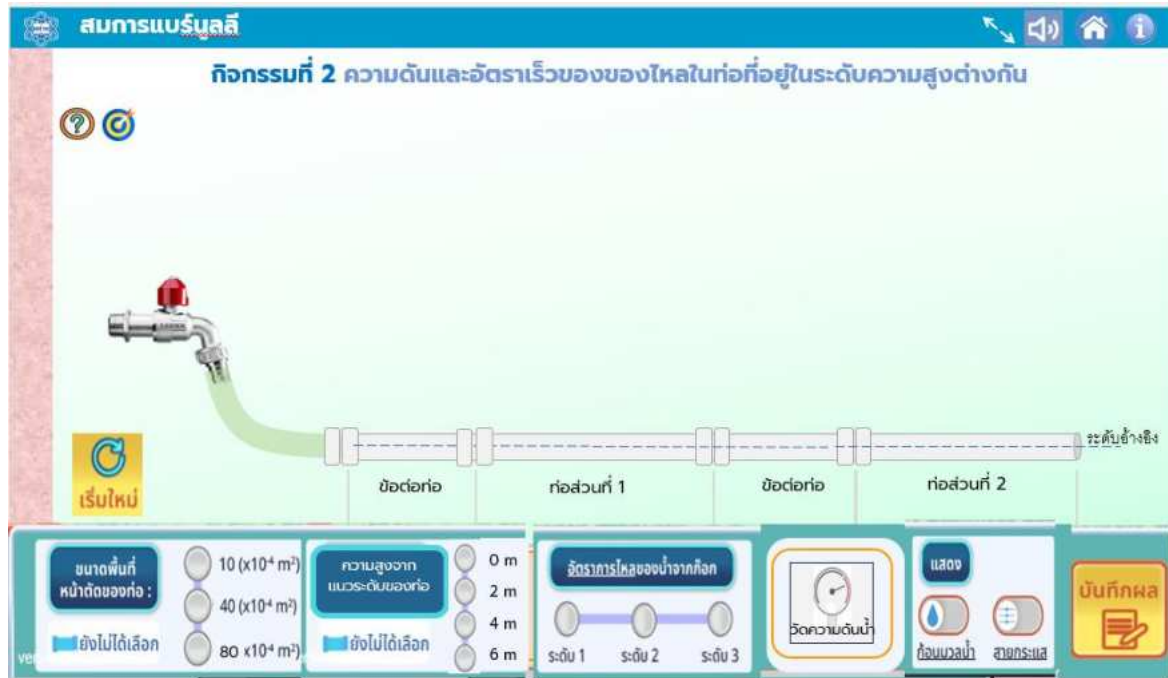
กำหนดให้น้ำซึ่งเป็นของไหล (?) ที่ไหลจากก๊อก มีสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ (?)”

ศึกษาความดันและอัตราเร็วของของไหลตามสมการแบร์นูลลี ในท่อที่มีขนาดแตกต่างกันและอยู่ที่ระดับความสูงต่างกัน โดยใช้อัตราการไหลอย่างน้อย 2 ระดับ

กำหนดให้น้ำซึ่งเป็นของไหล (?) ที่ไหลจากก๊อก มีสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ (?)

หลังจากที่ผู้ใช้ทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมที่ 2 แล้ว จะเริ่มทำกิจกรรมที่ 2

ทั้งนี้ กิจกรรมที่ 2 นอกจากจะมีตัวเลือกต่าง ๆ เหมือนกิจกรรมที่ 1 ในกิจกรรมที่ 2 มีกรอบให้เลือก “ความสูงจากแนวระดับของท่อ” ด้วย ดังรูปในหน้าถัดไป

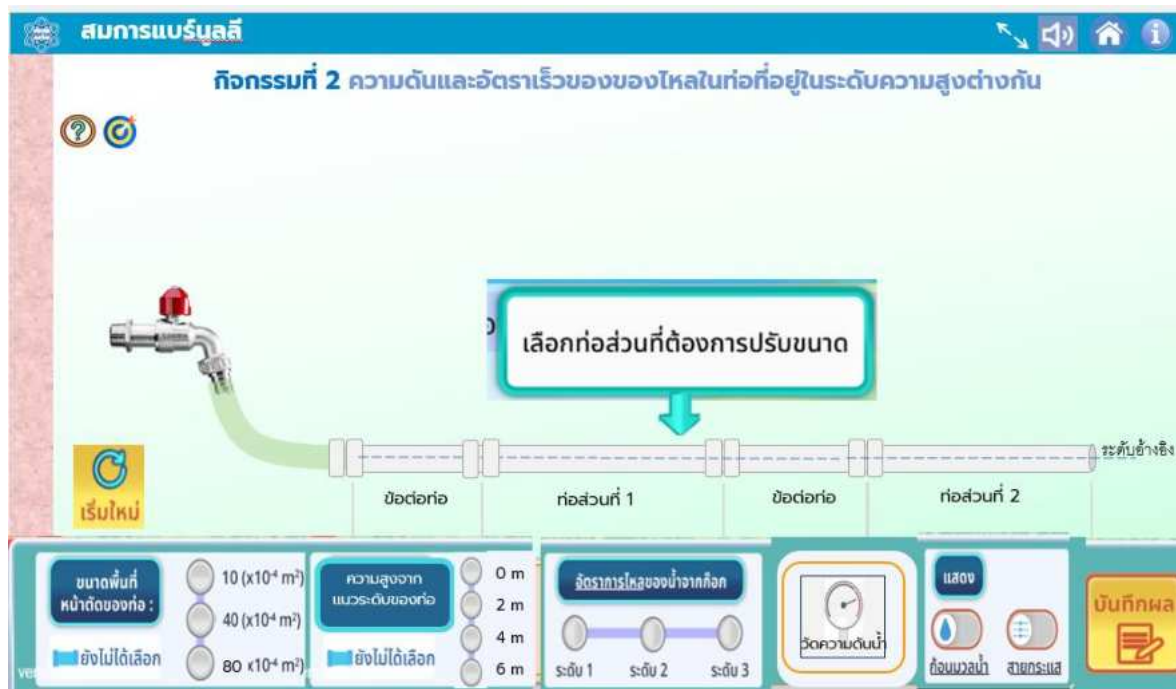


กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เริ่มทำกิจกรรมที่ 2 ตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับ โดยเริ่มต้น สื่จะแสดงกรอบข้อความว่า “เลือกท่อส่วนที่ต้องการปรับขนาด” และลูกศรชี้ไปที่ท่อ เมื่อเลือกส่วนของท่อแล้ว แถบด้านล่างจะระบุว่าท่อส่วนใดกำลังได้รับการเลือก



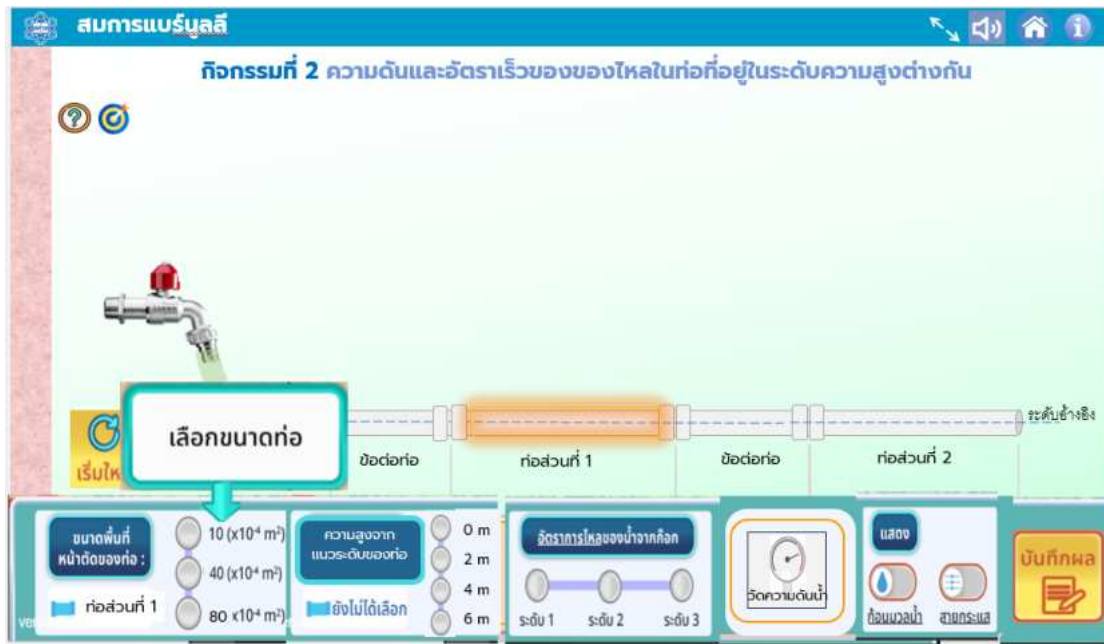
[Signature]

กิจกรรมที่ 2

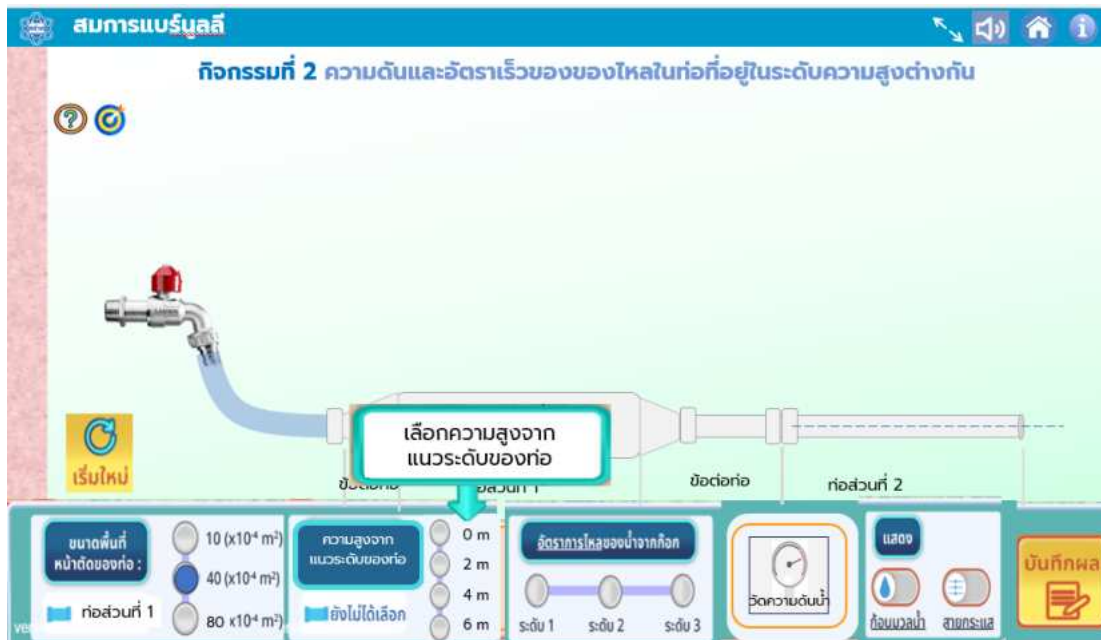
ขั้นตอนที่ 3 สถานการณ์จำลอง

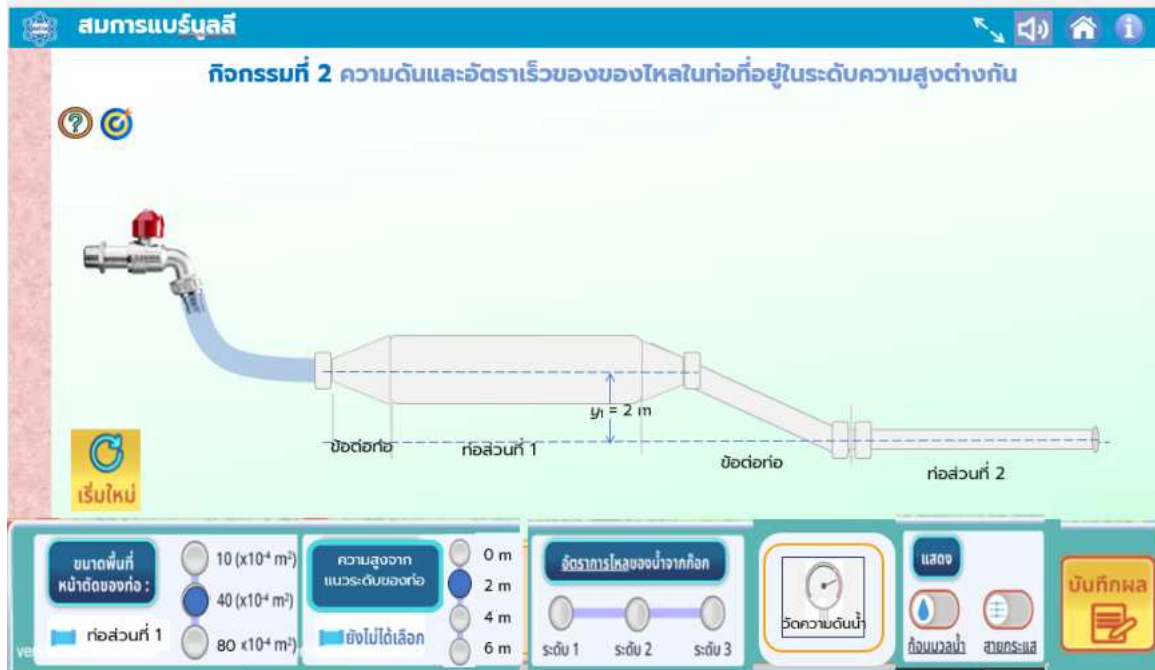
รายละเอียด

ต่อไป สื่อจะแสดงขั้นตอนให้ “เลือกขนาดท่อ” พร้อมลูกศรชี้ไปที่ ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ ซึ่งเมื่อเลือกขนาดท่อแล้ว สื่อจะแสดงท่อส่วนที่เลือกมีขนาดตามที่เลือก



จากนั้น จะให้ “เลือกความสูงจากแนวระดับของท่อ” เมื่อเลือกแล้ว ท่อส่วนนั้น จะขยับขึ้นสูงกว่าแนวระดับ



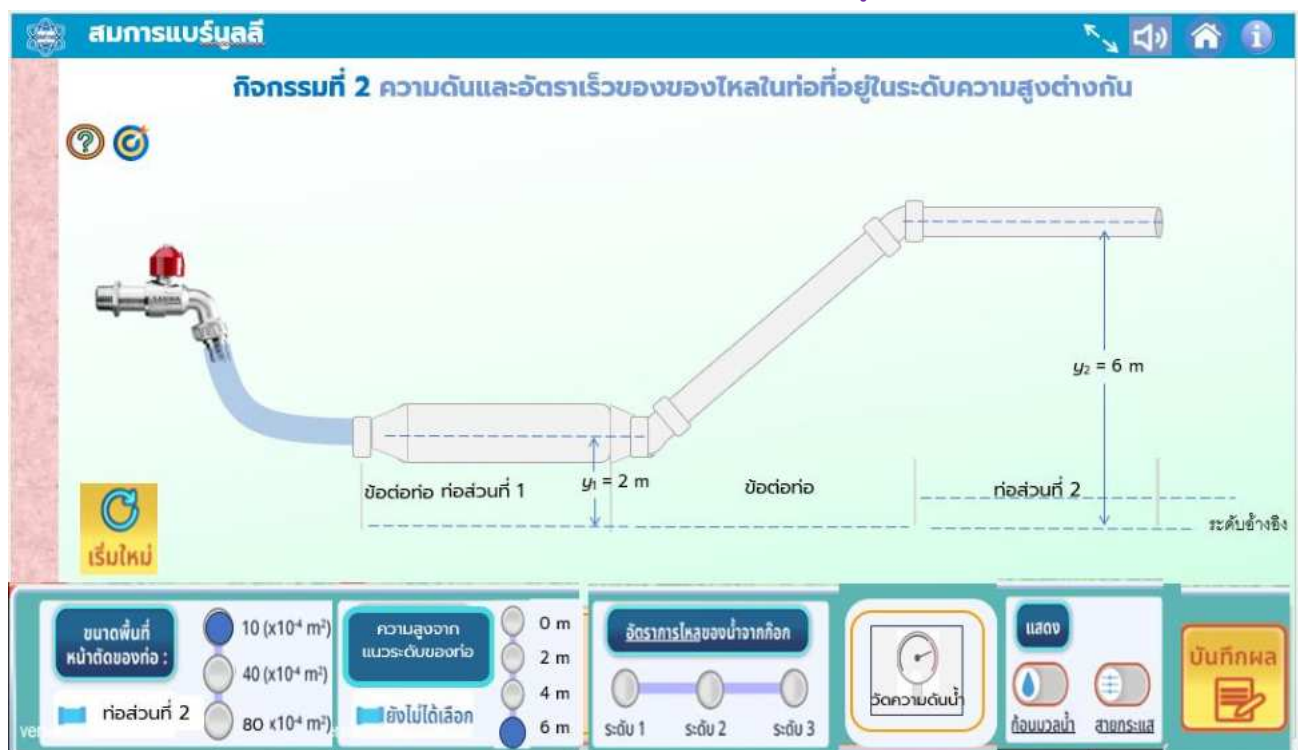


กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ต่อไป จะเป็นขั้นตอนซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้เลือกขนาดท่อและระดับความสูงของท่อ ได้ครบทั้ง 2 ส่วน



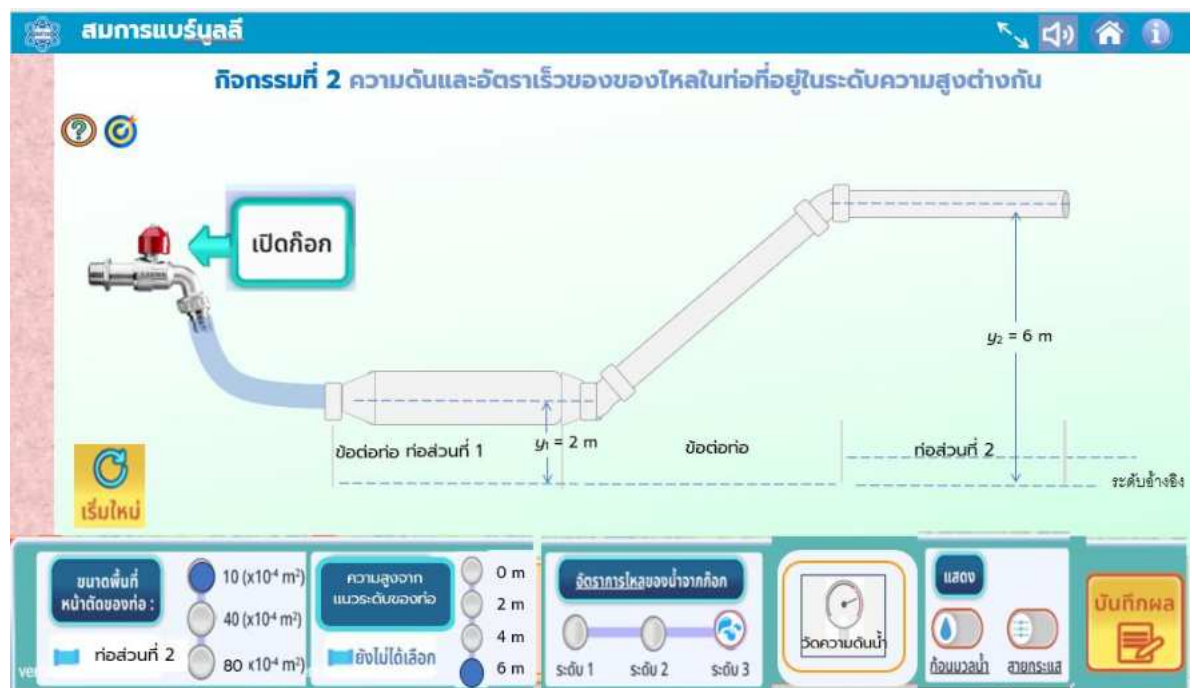
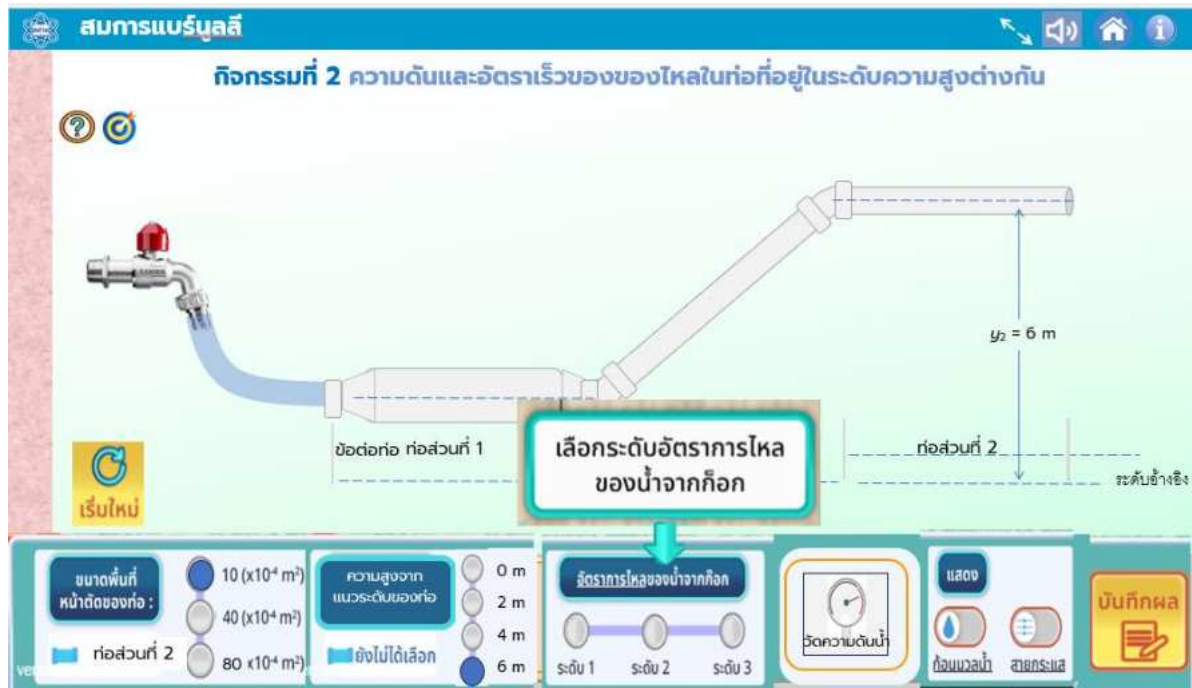
[Signature]

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 5 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ต่อมาสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “เลือกระดับอัตราการไหลของน้ำจากก๊อก” และลูกศรชี้ไปที่กรอบอัตราการไหลของน้ำจากก๊อก จากนั้นมีลูกศรแจ้งให้ “เปิดก๊อก” และมีนาฬิกาจับเวลาจนน้ำเต็มถึงที่ 20 วินาที



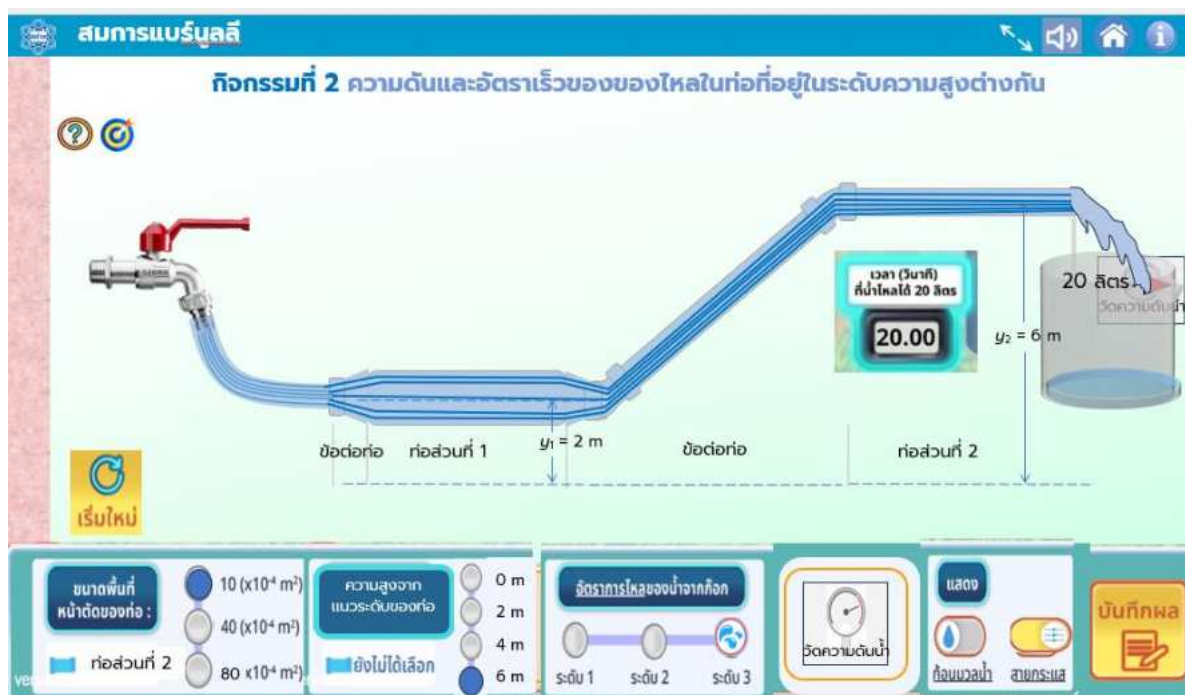
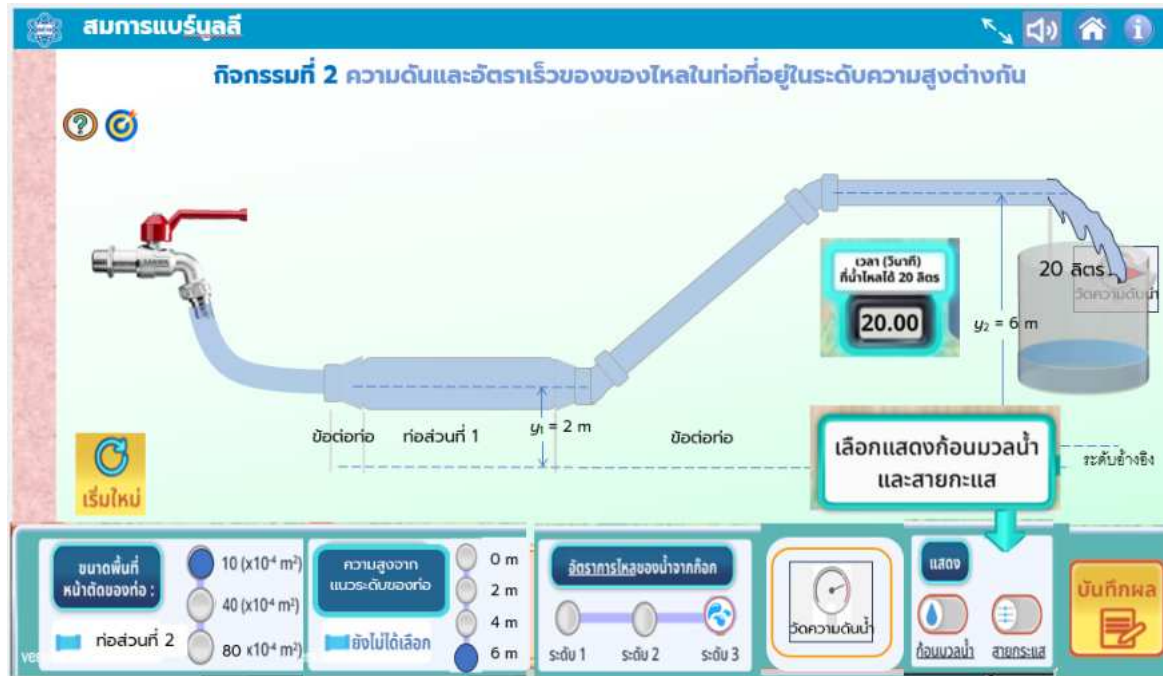
Handwritten signature

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 6 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เมื่อเปิดน้ำแล้ว น้ำจะไหลจากปากก๊อกไปยังปลายท่อตามอัตราการไหลที่เลือกไว้ จนกระทั่งน้ำเต็มถึง เวลาหยุดเดิน แต่น้ำยังคงไหลตลอดไม่หยุด จากนั้น จะมีการพร้อมลูกศรแจ้งว่าให้ “แสดงมวลน้ำและสายกระแส” โดยอาจเลือกแสดงพร้อมกันหรืออย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้



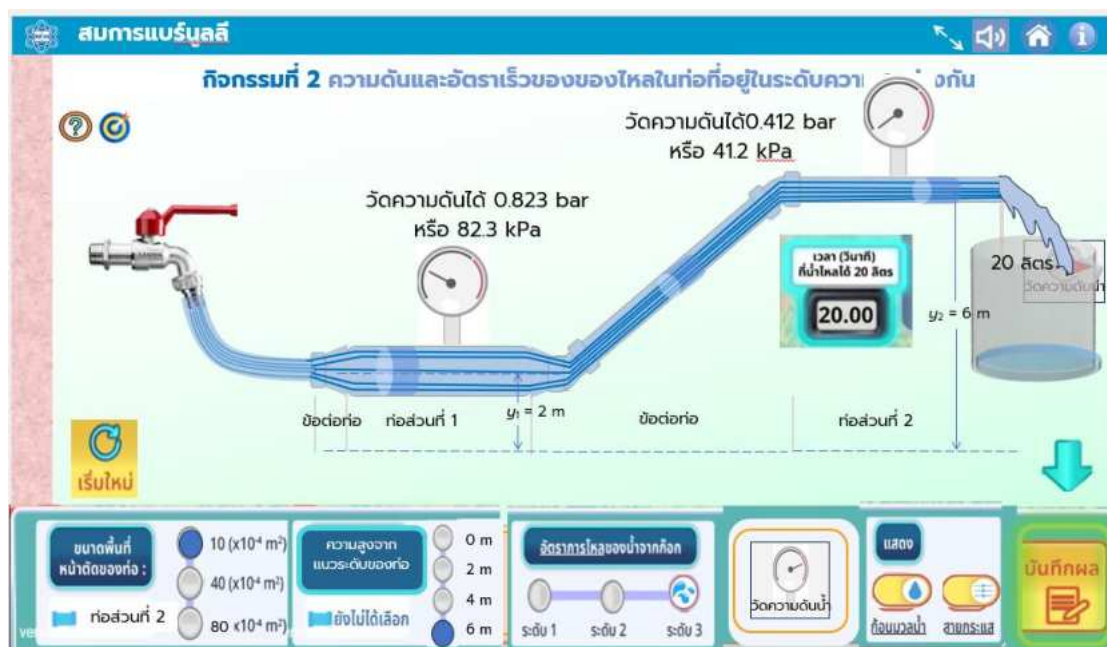
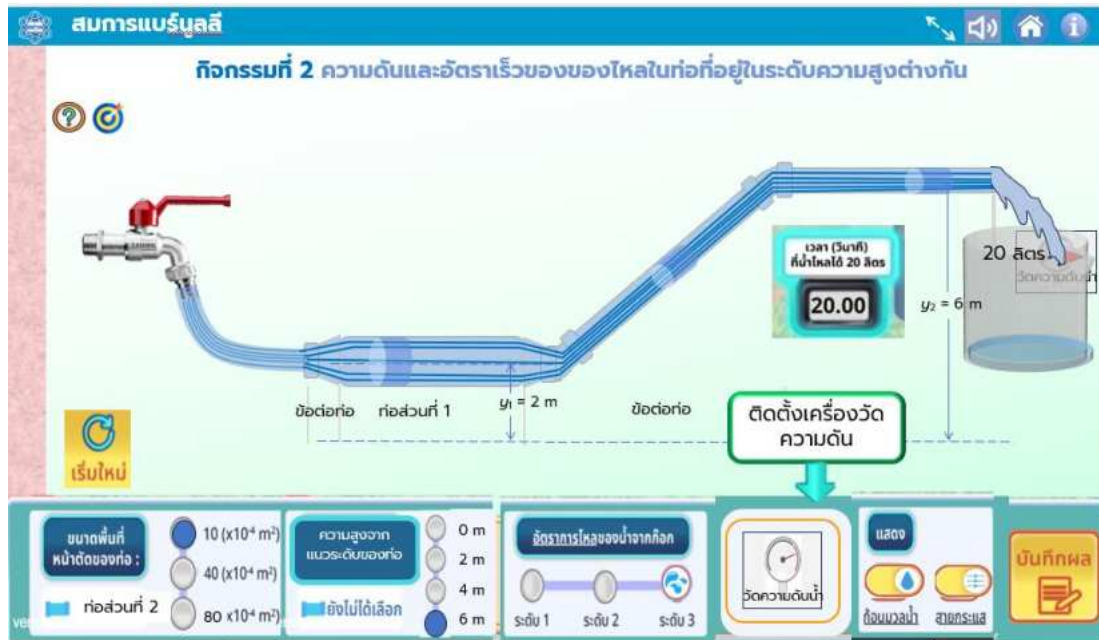
Handwritten signature

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 6 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ต่อมาสื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “ติดตั้งเครื่องวัดความดัน” เพื่อติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันน้ำบนท่อทั้งสองส่วน เมื่อกดเลือกแล้ว อุปกรณ์วัดความดันจะติดตั้งโดยอัตโนมัติบริเวณท่อส่วนที่ 1 และท่อส่วนที่ 2 จากนั้น สื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “บันทึกผล” และมีลูกศรชี้ไปที่กรอบ บันทึกผล ดังตัวอย่างในรูปด้านล่าง



Handwritten signature

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 7 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เมื่อกดปุ่มบันทึกผลแล้ว สื่อจะแสดงตารางบันทึกผล พร้อมกรอบข้อความมีลูกศรชี้ไปที่แถบว่างสีขาวในตาราง และข้อความ “คำนวณอัตราการไหลของน้ำ อัตราเร็วของน้ำ และค่าในคอลัมน์ด้านขวามือ จากนั้น บันทึกค่าที่คำนวณได้ เป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง ในช่องว่างที่เว้นไว้” ทั้งนี้ คำในตารางคำว่า “อัตราการไหลของน้ำ” และ “อัตราเร็วของน้ำ” สามารถกดเพื่อดูคำอธิบายความหมายของคำได้

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความ

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ 3 กดคำที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

**กำหนดให้น้ำที่ไหลจากท่อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	40	2	20		82.3	
2	10	6			41.2	

ตรวจสอบคำตอบ

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ : 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$) 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$) 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

ความสูงจากแนวระดับของท่อ : 0 m 2 m 4 m 6 m

อัตราการไหลของน้ำจากท่อก : ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3

วัดความดันน้ำ : แสดง

คำนวณผล : บันทึกผล

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความ

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ 3 กดคำที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

**กำหนดให้น้ำที่ไหลจากท่อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
			20		82.3	
					41.2	

ตรวจสอบคำตอบ

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ : 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$) 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$) 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

ความสูงจากแนวระดับของท่อ : 0 m 2 m 4 m 6 m

อัตราการไหลของน้ำจากท่อก : ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3

วัดความดันน้ำ : แสดง

คำนวณผล : บันทึกผล

คำนวณอัตราการไหลของน้ำ อัตราเร็วของน้ำ และ ค่าในคอลัมน์ด้านขวามือ จากนั้น บันทึกค่าที่คำนวณได้ เป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง ในช่องว่างที่เว้นไว้

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 8 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

เมื่อผู้ใช้ได้คำนวณและกรอกปริมาณต่างๆ ในตารางแล้ว กดตรวจคำตอบ สื่อจะระบุว่าถูกหรือผิด ถ้าผิด จะไม่แสดงสัญลักษณ์ผิดแต่จะแสดงกรอบข้อความให้กำลังใจและ แนะนำทาง เช่น “ลองดูใหม่” ถ้าใส่ตัวเลขถูก สื่อจะแสดงไอคอนถูกพร้อมข้อความที่ชื่นชมสิ่งที่ใช้พยายามจนตอบถูก เช่น “คำนวณได้เก่งมาก” ทั้งนี้ ถ้าใส่ตัวเลขไม่ถูก 2 ครั้ง สื่อจะเฉลย ตัวอย่างเช่น กรณีที่บันทึกคำตอบแล้วกด “ตรวจคำตอบ” ถ้าได้ผลที่ผิด สื่อจะแสดงกรอบข้อความ “ลองดูใหม่” และถ้าได้ผลที่ถูกต้อง สื่อจะแสดงข้อความ “คำนวณได้เก่งมาก” พร้อมเสียงเอฟเฟ็ค

สภารเบรณลล

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความ

การบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ

คำนวณได้เก่งมาก

บันทึกเพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

จากท่อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด $A (\times 10^{-4} \text{ m}^2)$	อัตราการไหลของน้ำ (?) $R (\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})$	อัตราเร็วของน้ำ (?) $v (\text{m/s})$	ความดันน้ำ $P (\text{kPa หรือ } \times 10^3 \text{ N/m}^2)$	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho g y$
1	40	2	0.5	82.3	102.0
2	10	6	2.0	41.2	102.0

ตรวจคำตอบ

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ : 10 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$), 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$), 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

ท่อบางที่ 2

ความสูงจากแนวระดับของท่อ : 0 m, 2 m, 4 m, 6 m

ยังไม่ได้เลือก

อัตราการไหลของน้ำจากท่อก : ระดับ 1, ระดับ 2, ระดับ 3

วัดความดันน้ำ

แสดง

คำนวณน้ำ

สาธิตการเส

บันทึกผล

หลังจากกรอกตัวเลขในตารางได้ถูกต้องครบถ้วนแล้ว และจะมีกรอบแจ้งให้ “ทำกิจกรรมอีกครั้งโดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลให้ต่างจากเดิม” กดปุ่มกลับไปหน้ากิจกรรมแล้วทำกิจกรรมซ้ำโดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลให้ต่างจากเดิม บันทึกผล

สภารเบรบูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

อัตราการไหลระดับ 3 กดค่าที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายและสมการที่ใช้คำนวณ)

**กำหนดให้ น้ำที่ไหลจากก๊อกมีความหนาแน่น (ρ) เท่ากับ 10^3 kg/m^3

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด $A (\times 10^{-4} \text{ m}^2)$	ความสูงของท่อจากแนวระดับ $y (\text{m})$	อัตราการไหลของน้ำ (?) $R (\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})$	อัตราเร็วของน้ำ (?) $v (\text{m/s})$	ความดันน้ำ $P (\text{kPa หรือ } \times 10^3 \text{ N/m}^2)$	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	40	2	20	0.5	82.3	102.0
2	10	6	20.0	2.0	41.2	102.0

ตรวจสอบคำตอบ

ทำกิจกรรมอีกครั้ง โดยปรับขนาดท่อและอัตราการไหลของน้ำให้ต่างจากเดิม

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อ: 40 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$), 80 ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)

อัตราการไหลของน้ำจากก๊อก: ระดับ 1, ระดับ 2, ระดับ 3

วัดความดันน้ำ: แสดง, ปิดมวลน้ำ, สวมกระแส

บันทึกผล

กิจกรรมที่ 2

คำถามท้ายกิจกรรม

รายละเอียด

ในส่วนคำถามท้ายกิจกรรม ผู้ใช้สามารถตอบคำถามโดยการกดที่วงกลมหน้าข้อความที่คิดว่า เป็นคำตอบที่ถูก จากนั้นกด “ตรวจสอบ” ซึ่งสื่จะให้ผู้ใช้งานสามารถตอบผิดได้ 2 ครั้ง ก่อนจะเฉลย ถ้าตอบผิด สื่จะแสดงข้อความ “ลองดูใหม่” ถ้าตอบถูก สื่จะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมข้อความ “วิเคราะห์ได้ดีมาก” ตัวอย่างการแสดงผลหน้าคำถามท้ายกิจกรรม ดังรูปด้านล่าง โดยมีคำถามทั้งหมด 4 ข้อ

สภารเบรบูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

คำถาม

1.ข้อความใดถูกต้อง สำหรับอัตราการไหลค่าหนึ่งๆ ตลอดการไหลของน้ำในท่อ ที่มีขนาดท่อและระดับความสูงแตกต่างกัน

☐ ค่า $P + \rho gh$ มีค่าคงตัว
☒ ค่า $P + (1/2) \rho v^2 + \rho gh$ มีค่าคงตัว
☐ ค่า $P + (1/2) \rho v^2 + \rho gh$ มีค่าแตกต่างกัน

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด $A (\times 10^{-4} \text{ m}^2)$	ความสูงของท่อจากแนวระดับ $y (\text{m})$	อัตราการไหลของน้ำ (?) $R (\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})$	อัตราเร็วของน้ำ (?) $v (\text{m/s})$	ความดันน้ำ $P (\text{kPa หรือ } \times 10^3 \text{ N/m}^2)$	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	40	2	20	0.5	82.3	102.0
2	10	6	20	2.0	41.2	102.0

แสดงผลและคำนวณ

บันทึกผล

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

ทำตาม

2. จากอัตราการไหลค่าหนึ่งในท่อแต่ละส่วนที่มีขนาดเท่ากันแต่อยู่สูงจากแนวระดับต่างกัน อัตราเร็วของน้ำ และความดันของน้ำ (P) เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

☐ อัตราเร็วเท่ากัน แต่ น้ำที่ไหลผ่านท่อที่อยู่สูงจากแนวระดับมากกว่า จะมีความดันน้ำน้อยกว่า
☐ อัตราเร็วเท่ากัน โดย น้ำที่ไหลผ่านท่อที่อยู่สูงจากแนวระดับมากกว่า จะมีความดันน้ำมากกว่า
☐ อัตราเร็วไม่เท่ากัน โดย น้ำที่ไหลผ่านท่อที่อยู่สูงจากแนวระดับมากกว่า จะมีความดันน้ำน้อยกว่า

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (Q) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (v) (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	40	2	20	0.5	82.3	102.0
2	10	6	20	2.0	41.2	102.0

แสดงผลและคำนวณ

บันทึกผล

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

ทำตาม

3. จากอัตราการไหลค่าหนึ่งในท่อแต่ละส่วนที่มีขนาดต่างกันและอยู่สูงจากแนวระดับต่างกัน อัตราเร็วของน้ำ (v) จะต่างกันอย่างไร

☐ อัตราเร็วของน้ำในท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า และอยู่สูงจากแนวระดับมากกว่าจะเร็วกว่า
☐ อัตราเร็วของน้ำในท่อที่มีขนาดเล็กกว่า จะเร็วกว่า โดยไม่ขึ้นกับระดับความสูงจากแนวระดับ
☐ อัตราเร็วของน้ำในท่อที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่า จะช้ากว่า โดยไม่ขึ้นกับขนาดของท่อ

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (Q) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (v) (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gy$
1	40	2	20	0.5	82.3	102.0
2	10	6	20	2.0	41.2	102.0

แสดงผลและคำนวณ

บันทึกผล

สำหรับคำถามที่ 4 ซึ่งเป็นคำถามสุดท้ายในส่วนคำถามท้ายกิจกรรม เมื่อผู้ใช้ตอบถูก จะปรากฏปุ่ม “ไปศึกษา กิจกรรมที่ 2” ด้านล่างขวามือ ให้ผู้ใช้กด เพื่อเข้าไปทำกิจกรรมที่ 2 ดังรูปตัวอย่างด้านล่าง

สมการแบร์นูลลี

กิจกรรมที่ 2 ความดันและอัตราเร็วของของไหลในท่อที่อยู่ในระดับความสูงต่างกัน

คำถาม

4. จากอัตราการไหลค่าหนึ่ง ความดันของน้ำ (P) ในท่อแต่ละส่วนที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงต่างกัน เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

☐ ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่ไหลผ่านท่อที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงน้อยกว่าจะมีความดันน้ำน้อยกว่า
☐ ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่ไหลผ่านท่อที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าจะมีความดันน้ำน้อยกว่า
☒ อาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ โดยขึ้นกับความสูงและขนาดท่อที่แตกต่างกัน

ตรวจสอบคำตอบ

ส่วนของท่อ	พื้นที่หน้าตัด A ($\times 10^{-4} \text{ m}^2$)	ความสูงของท่อจากแนวระดับ y (m)	อัตราการไหลของน้ำ (?) R ($\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)	อัตราเร็วของน้ำ (?) v (m/s)	ความดันน้ำ P (kPa หรือ $\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gh$
1	40	2	20	0.5	82.3	
2	10	6	20	2.0	41.2	

สรุปผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 9 สถานการณ์จำลอง

รายละเอียด

ที่หน้าสรุปผลการทำกิจกรรม จะมีข้อความแจ้งผู้ “ให้กดและลากคำในกรอบข้อความสี่เหลี่ยมไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง” โดยผู้ใช้ต้องลากคำไปเติมในช่องว่างให้เต็มทุกช่องที่มีก่อน จึงสามารถกดปุ่ม “ตรวจคำตอบ” ได้ ซึ่งถ้ามีส่วนคำที่วางในช่องว่างไม่ถูกต้อง หลังจากกดตรวจคำตอบแล้วจะแสดงข้อความ “พยายามได้ดี แต่บางคำยังลงไม่ถูก ลองคิดดูใหม่ แล้วลองอีกครั้ง”

แต่ถ้าวางคำถูกต้องทุกช่องว่าง ก็จะแสดงเครื่องหมายถูก พร้อมข้อความ “ยอดเยี่ยม ทำความเข้าใจเนื้อหาในกิจกรรมได้ดีมาก !” พร้อมแสดงปุ่ม “อภิปรายเพิ่มเติม” ที่มุมขวาล่าง

ทั้งนี้ ถ้าวางคำไม่ถูกต้องทุกช่องว่าง 2 ครั้ง ก็จะเฉลยให้

สภาร่างรัฐธรรมนูญ

สรุปผลการทำกิจกรรม

ให้คัดและลากคำในกรอบสี่เหลี่ยมไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง

น้อยกว่า ไม่คงตัว มากกว่า แตกต่างกัน อุดมคติ เท่ากัน คงตัว อัตราการไหล ความดัน อัตราเร็ว

- ของไหลที่พิจารณาเป็นของไหล _____ ที่ไหลผ่านท่อที่มีขนาดและระดับความสูงแตกต่างกัน
- ของไหลในท่อหนึ่งที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากัน จะมี _____ เท่ากันตลอดการไหลในท่อนี้
- ความดันน้ำในท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กกว่า มีค่า _____ กว่าความดันน้ำบริเวณที่พื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่า
- ของไหลในท่อที่แต่ละส่วนมีขนาดท่อแตกต่างกัน และอยู่ในระดับความสูงเท่ากัน บริเวณท่อที่ _____ ของน้ำมีค่าสูง ท่อบริเวณนั้น _____ ของน้ำมีค่าน้อย
- ของไหลในท่อที่แต่ละส่วนมีขนาดท่อเท่ากัน แต่อยู่สูงต่างกัน ความดันของน้ำในท่อที่วางตัวในระดับที่สูงกว่า มีค่า _____ และมีอัตราเร็ว _____ กับท่อที่วางตัวในระดับที่ต่ำกว่า
- ตลอดการไหลของน้ำในท่อสำหรับอัตราการไหลค่าหนึ่ง ที่มีขนาดท่อและระดับความสูงแตกต่างกัน $P + (1/2) \rho v^2 + \rho gh$ มีค่า _____

สภาร่างรัฐธรรมนูญ

สรุปผลการทำกิจกรรม

ให้คัดและลากคำในกรอบสี่เหลี่ยมไปวางในช่องว่างที่เว้นไว้ในข้อความสรุปผลการทำกิจกรรมด้านล่างให้ถูกต้อง

แตกต่างกัน ไม่คงตัว

- ของไหลที่พิจารณาเป็นของไหล _____ อุดมคติ ที่ไหลผ่านท่อที่มีขนาดและระดับความสูงแตกต่างกัน
- ของไหลในท่อหนึ่งที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากัน จะมี _____ อัตราการไหล _____ ตลอดการไหลในท่อนี้
- ความดันน้ำในท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่า มีค่า _____ มากกว่า _____ ความดันน้ำบริเวณที่พื้นที่หน้าตัดเล็กกว่า _____ อัตราเร็ว _____
- ของไหลในท่อที่แต่ละส่วนมีขนาดท่อแตกต่างกัน และอยู่ในระดับความสูงเท่ากัน บริเวณท่อที่ _____ ของน้ำมีค่าสูง ท่อบริเวณนั้น _____ ของน้ำมีค่าน้อย _____ น้อยกว่า _____
- ของไหลในท่อที่แต่ละส่วนมีขนาดท่อเท่ากัน แต่อยู่สูงต่างกัน ความดันของน้ำในท่อที่วางตัวในระดับที่สูงกว่า มีค่า _____ และอัตราเร็ว _____ เท่ากัน _____ กับท่อที่วางตัวในระดับที่ต่ำกว่า
- ตลอดการไหลของน้ำในท่อสำหรับอัตราการไหลค่าหนึ่ง ที่มีขนาดท่อและระดับความสูงแตกต่างกัน $P + (1/2) \rho v^2 + \rho gh$ มีค่า _____ คงตัว _____

อภิปรายเพิ่มเติม

กิจกรรมที่ 2

อภิปรายเพิ่มเติม

รายละเอียด

ที่หน้า “อภิปรายเพิ่มเติม” สื่อจะแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี โดยเมื่อผู้ใช้ได้ศึกษาข้อความ และกดดูหน้าถัดไปที่ปุ่ม “ศึกษาการประยุกต์ใช้” ซึ่งสื่อจะแสดงหน้าการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ให้ผู้ใช้กด “หน้าถัดไป” จนถึงหน้าสุดท้าย จะมีปุ่ม “จบกิจกรรม”

สมการแบร์นูลลี

อภิปรายเพิ่มเติม

พิจารณาของไหลอุดมคติที่ไหลผ่านสองตำแหน่งในท่อหนึ่งที่มีระดับความสูงต่างๆ และมีขนาดของท่อต่างกัน ผลรวมของความดัน (P) พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ($(1/2)\rho v^2$) และพลังงานศักย์โน้มถ่วงต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (ρgy) ณ ตำแหน่งใดๆ ภายในท่อที่ของไหลผ่าน มีค่าคงตัวเสมอ ซึ่งเป็นไปตาม สมการแบร์นูลลี

$$P + (1/2) \rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$$

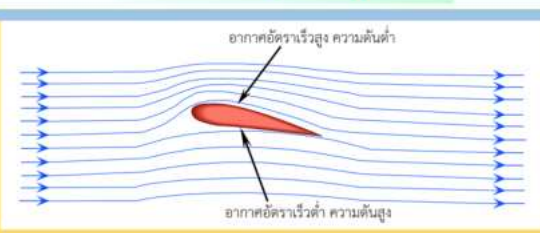
โดย $(1/2)\rho v^2$ เมื่อแทนค่า $\rho = m/V$ จะได้ $\frac{1}{2} \frac{mv^2}{V}$ ซึ่งเป็นพลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

และ ρgy เมื่อแทนค่า $\rho = m/V$ จะได้ $\frac{mgy}{V}$ ซึ่งเป็นพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

ศึกษาการประยุกต์ใช้ >

สมการแบร์นูลลี

การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้



อากาศอัตราเร็วสูง ความดันต่ำ

อากาศอัตราเร็วต่ำ ความดันสูง

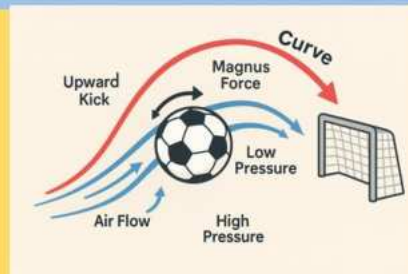
แรงยกปีกเครื่องบิน ขณะเครื่องบินเคลื่อนที่จะมีอากาศเคลื่อนผ่านปีกเครื่องบิน โดยอากาศบริเวณด้านบนของปีกเครื่องบินมีอัตราเร็วสูงกว่าอัตราเร็วของอากาศบริเวณผิวปีกด้านล่าง และความดันของอากาศที่ผิวปีกด้านบนน้อยกว่าที่ผิวปีกด้านล่าง จึงเป็นผลให้เกิดแรงยกขึ้นกระทำที่ปีกเครื่องบิน

หน้าถัดไป >





การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้



เมื่อผู้เล่นเตะลูกฟุตบอลให้หมุนและโค้งขึ้นไปในอากาศ ลูกบอลจะเคลื่อนที่ผ่านอากาศด้วยความเร็วที่ต่างกันทั้งสองด้านของลูกบอล ตามสมการของแบร์นูลลี ด้านที่อากาศไหลเร็วจะมีความดันต่ำกว่าด้านที่อากาศไหลช้า ทำให้เกิดแรงยกหรือแรงเบี่ยงทิศทางแรงนี้ทำให้ลูกฟุตบอลโค้งขึ้นข้ามหัวกองหลัง และเมื่อแรงโน้มถ่วงเริ่มมีอิทธิพลมากขึ้น ลูกบอลจะโค้งลงและมุ่งเข้าสู่ประตูอย่างแม่นยำ



หน้าถัดไป >



การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้



https://www.youtube.com/watch?v=skEAL_N_CwE

จากคลิปนี้ แทรกคลิปยูทูบ เวลา 10.20-11.00 (https://www.youtube.com/watch?v=skEAL_N_CwE) Ctrl+Click to follow link

เส้นเหล็บบนขบวนขบวนรถไฟความเร็วสูงที่รถไฟวิ่งด้วยความเร็วอากาศรอบบริเวณรถไฟจะมีความดันต่ำลง แต่บริเวณที่เรายืนอยู่บนขบวนรถไฟอากาศมีอัตราเร็วต่ำกว่าจะมีความดันสูงกว่า อากาศจึงเคลื่อนที่เข้าไปแทนที่ จึงอาจเกิดการผลักเราให้เข้าหารถไฟฟ้าจนอาจเกิดอันตรายได้ จึงมีเส้นเหลืองเพื่อกันไว้ไม่ให้เราอยู่ใกล้รถไฟมากเกินไป



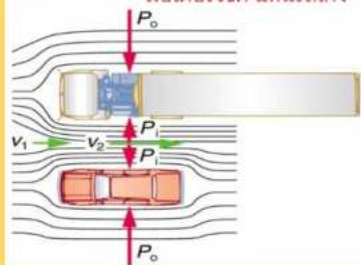
หน้าถัดไป >

สภการแบร์นูลลี

การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้



วาดภาพใหม่ เปลี่ยนเป็นรถ
มอเตอร์ไซด์ แทนรถเก๋ง



เมื่อรถขนาดเล็กกับรถขนาดใหญ่ที่ขับด้วยความเร็วสูงมาอยู่ใกล้กัน ความดันของอากาศระหว่างช่องว่างของรถจะลดลง รถแต่ละคันจึงถูกอากาศด้านนอกที่มีความดันมากกว่าผลึกเข้ามา โดยรถขนาดใหญ่จะได้รับผลกระทบน้อยกว่ารถขนาดเล็ก รถขนาดเล็กจึงเสมือนถูกผลึกเข้าหารถขนาดใหญ่ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยรถขนาดเล็กควรหลีกเลี่ยงการขับใกล้รถขนาดใหญ่ (อากาศบริเวณ $V_2 > V_1$ และ $P_0 > P_i$)

จบกิจกรรม

ต้นร่าง 4 กระดาษเรื่องราวสื่อดิจิทัลสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์

เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย: คาน

แก้ไขวันที่ 20/04/2025

ภาพรวมของสื่อ	
---------------	--

สื่อดิจิทัลสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย: คาน ของสาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สสวท. เป็นสื่อที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของคาน ด้วยการสำรวจตรวจสอบและโต้ตอบจากสถานการณ์จำลอง โดยจะมีคำถามที่ช่วยสร้างความเข้าใจ

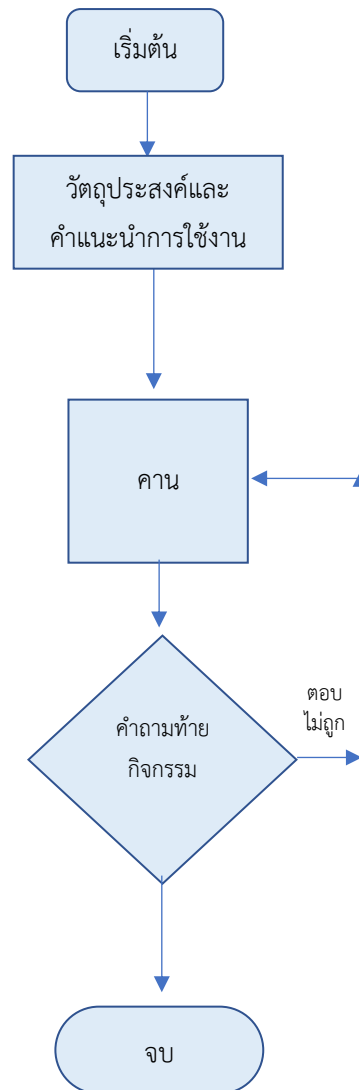
ขอบเขตของสื่อ	
---------------	--

เป็นสถานการณ์จำลองของการทดลองและการออกแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับ ม.ปลาย ในการเรียนรู้และโต้ตอบกับสื่อ เกี่ยวกับ เรื่อง คาน

เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ	
--------------------------	--

1. HTML 5
2. ในคอมพิวเตอร์ รองรับระบบปฏิบัติการ Windows 10, Windows 11, macOS, Linux
3. ในอุปกรณ์พกพา รองรับแท็บเล็ตและสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android, iOS,
4. เว็บเบราว์เซอร์ที่รองรับได้แก่ Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox





รายละเอียดหน้าปก

- ด้านบน ในแถบสีเข้ม แสดงชื่อประเภทสื่อและชื่อเรื่องสื่อ
- ตรงกลางซ้ายมือ แสดง ภาพตัวอย่างสถานการณ์จำลองในสื่อ ส่วนตรงกลางขวามือ แสดงชื่อกลุ่มวิชา ชื่อสถาบัน ปุ่มกดดู “วัตถุประสงค์ของสื่อ” ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” และ ปุ่ม “เริ่ม” ให้เข้าไปใช้งาน
 - ด้านล่างขวา เป็นข้อความ “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” และ “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” ที่กดดูรายละเอียดได้

”



Interactive

1. ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความวัตถุประสงค์ของสื่อ ดังหน้าถัดไป
2. ปุ่ม “คำแนะนำการใช้งาน” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความคำแนะนำการใช้งาน ดังหน้าถัดไป
3. ปุ่ม “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ ดังหน้าถัดไป
4. ปุ่ม “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” กดแล้ว จะแสดงกรอบข้อความการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ดังหน้าถัดไป

ปุ่ม navigation

ปุ่ม “เริ่ม” เพื่อไปสู่หน้าแรกของกิจกรรม

เมื่อคลิกที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์ของสื่อ” และ “คำแนะนำการใช้งาน” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

วัตถุประสงค์ของสื่อ

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายประเภท คาน โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุล ผ่านการโต้ตอบกับสถานการณ์จำลอง
2. เพื่อคำนวณการได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของคาน

วัตถุประสงค์ของสื่อ

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายประเภท คาน โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุล ผ่านการโต้ตอบกับสถานการณ์จำลอง
2. เพื่อคำนวณการได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของคาน

ส่วน “คำแนะนำการใช้งาน” จะจัดทำเป็นแบบ infographic ซึ่งจะดำเนินการภายหลังที่ได้สตอรี่บอร์ดที่มีการแก้ไขแล้ว

ส่วน “ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสื่อ” เป็นกรอบแสดงรายชื่อคณะผู้จัดทำ คณะบรรณาธิการ ระบบและอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานสื่อฯ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาสื่อ ซึ่งจะจัดทำในภายหลัง

ส่วน “การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น” เป็นกรอบแสดงคำแนะนำการใช้งานสื่อบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นการขยายหน้าจอ ดังตัวอย่างด้านล่าง

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

หากพบว่า หน้าแสดงผลของสื่อมีขนาดเล็กในอุปกรณ์พกพา ให้เอียงอุปกรณ์ เพื่อให้จอภาพอยู่ในแนวนอน และเมื่อได้ภาพและตัวอักษรขนาดใหญ่กว่าแล้ว ให้ตั้งคำลือค การหมุนหน้าจอในแนวนอนไว้ ซึ่งทำได้โดยกดเลือกที่ปุ่มไอคอนลักษณะมีลูกศรวนรอบ เช่น

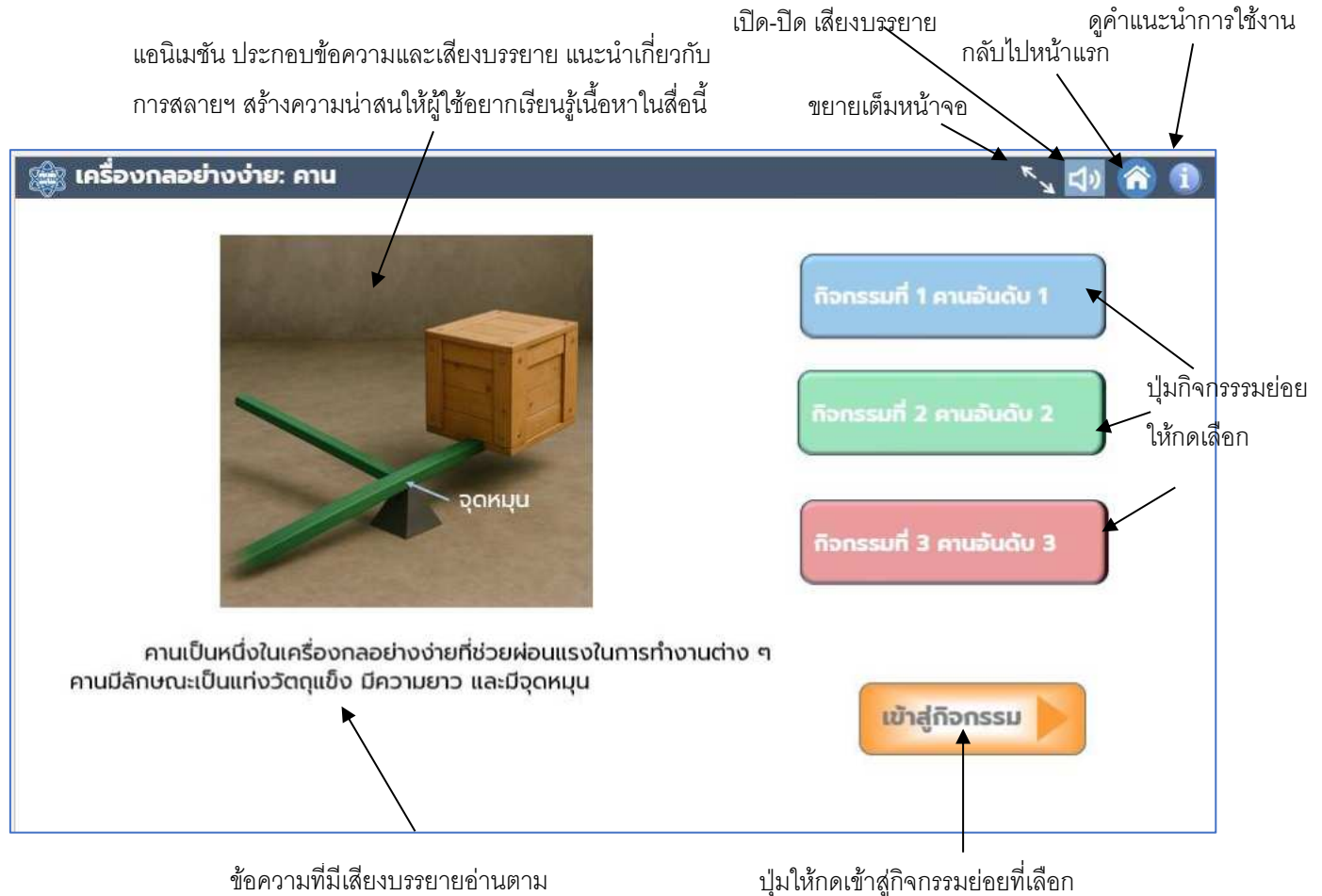


หรือ กรณีที่ไม่ปรากฏภาพของสื่อให้เห็นในเบราว์เซอร์ ให้ลองกดปุ่ม Reload หรือ Refresh ที่มีสัญลักษณ์ บริเวณด้านบนของเบราว์เซอร์ ถ้ายังไม่ปรากฏภาพของสื่ออีก ให้ตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

หากพบปัญหาอื่น ๆ เพิ่มเติม สามารถติดต่อเจ้าหน้าที่ดูแลสื่อประกอบบทเรียน วิชาฟิสิกส์ ได้ที่ e-mail: physics@proj.ipst.ac.th

รายละเอียด

ในหน้ารองปก ประกอบด้วยแอนิเมชัน ข้อความ และปุ่มกดเลือกกิจกรรม โดยด้านซ้ายมือ แสดงแอนิเมชันพร้อมข้อความที่กระตุ้นความสนใจชวนให้ผู้ใช้อยากทำกิจกรรมและเรียนรู้จากสื่อ ส่วนด้านขวามือ แสดงปุ่มกิจกรรมที่ 1 – 3 ให้ผู้ใช้เลือกกิจกรรมที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” เพื่อไปสู่หน้าของกิจกรรมนั้น ๆ



ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน

1. ปุ่ม ⓘ กดแล้ว จะแสดงกรอบคำแนะนำการใช้งาน
2. ปุ่มรูปลำโพง 🔊 กดเพื่อเปิดหรือปิดเสียงบรรยาย
3. ปุ่ม ↗ กดเพื่อขยายให้สื่อแสดงเต็มหน้าจออุปกรณ์

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน 🏠 กลับไปยังหน้าปก
2. ปุ่มกิจกรรม 3 กิจกรรม ที่กดเพื่อเลือกกิจกรรมที่ต้องการศึกษา
3. ปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” กดเพื่อไปสู่กิจกรรมที่เลือก

รายละเอียด

ในหน้ารองปก แอนิเมชันนำเข้าสู่กิจกรรม มีการแสดงภาพเคลื่อนไหวและข้อความดังนี้

ข้อความที่ 1: “คานเป็นหนึ่งในเครื่องกลอย่างง่ายที่ช่วยผ่อนแรงในการทำงานต่าง ๆ คานมีลักษณะเป็นแท่งวัตถุแข็ง มีความยาว และมีจุดหมุน”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 1: แสดงคานที่เหมือนของจริงและแสดงส่วนสำคัญนั่นคือ จุดหมุน



จุดหมุน

กิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1

กิจกรรมที่ 2 คานอันดับ 2

กิจกรรมที่ 3 คานอันดับ 3

เข้าสู่กิจกรรม

คานเป็นหนึ่งในเครื่องกลอย่างง่ายที่ช่วยผ่อนแรงในการทำงานต่าง ๆ
คานมีลักษณะเป็นแท่งวัตถุแข็ง มีความยาว และมีจุดหมุน



รายละเอียด

ในหน้ารองปก แอนิเมชันนำเข้าสู่กิจกรรม มีการแสดงภาพเคลื่อนไหวและข้อความดังนี้

ข้อความที่ 2: “หลักการทำงานของคาน คือ ให้แรงกระทำต่อคานที่เรียกว่าแรงพยายามเพื่อให้คานออกแรงทำงานตามต้องการแทนเรา เรียกว่า แรงต้าน”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 2: แสดงคานรูปเดิม ที่มีลูกศรแสดงเวกเตอร์ของแรงต้าน (น้ำหนักของกล่อง) และลูกศรอีกสี่ แสดงเวกเตอร์ของแรงพยายาม

กิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1

กิจกรรมที่ 2 คานอันดับ 2

กิจกรรมที่ 3 คานอันดับ 3

เข้าสู่กิจกรรม

หลักการทำงานของคาน คือ ให้แรงกระทำต่อคานที่เรียกว่าแรงพยายามเพื่อให้คานออกแรงทำงานตามต้องการแทนเรา เรียกว่า แรงต้าน

รายละเอียด

ในหน้ารองปก แอนิเมชันนำเข้าสู่กิจกรรม มีการแสดงภาพเคลื่อนไหวและข้อความดังนี้

ข้อความที่ 3: “คานมี 3 ประเภท เรียก คานอันดับ 1 2 และ 3 คานแต่ละประเภทช่วยให้การทำงานใช้แรงน้อยลง หรือ สะดวกขึ้น แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ศึกษาได้จากกิจกรรมที่ 1 – 3 กดเลือกกิจกรรม แล้วกดปุ่ม เข้าสู่กิจกรรม”

แอนิเมชันประกอบข้อความที่ 3: แสดงคานรูปเดิม ที่มีลูกศรแสดงเวกเตอร์ของแรงต้าน (น้ำหนักของกล่อง) และ ลูกศรอีกสี แสดงเวกเตอร์ของแรงพยายาม

เครื่องกลอย่างง่าย: คาน

คานอันดับ 1 แรงพยายาม แรงต้าน จุดหมุน

คานอันดับ 2 แรงต้าน แรงพยายาม จุดหมุน

คานอันดับ 3 แรงพยายาม แรงต้าน จุดหมุน

คานมี 3 ประเภท เรียก คานอันดับ 1 2 และ 3 คานแต่ละประเภทช่วยให้การทำงานใช้แรงน้อยลง หรือสะดวกขึ้น แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ศึกษาได้จาก กิจกรรมที่ 1 – 3 กดเลือกกิจกรรม แล้วกดปุ่ม เข้าสู่กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1

กิจกรรมที่ 2 คานอันดับ 2

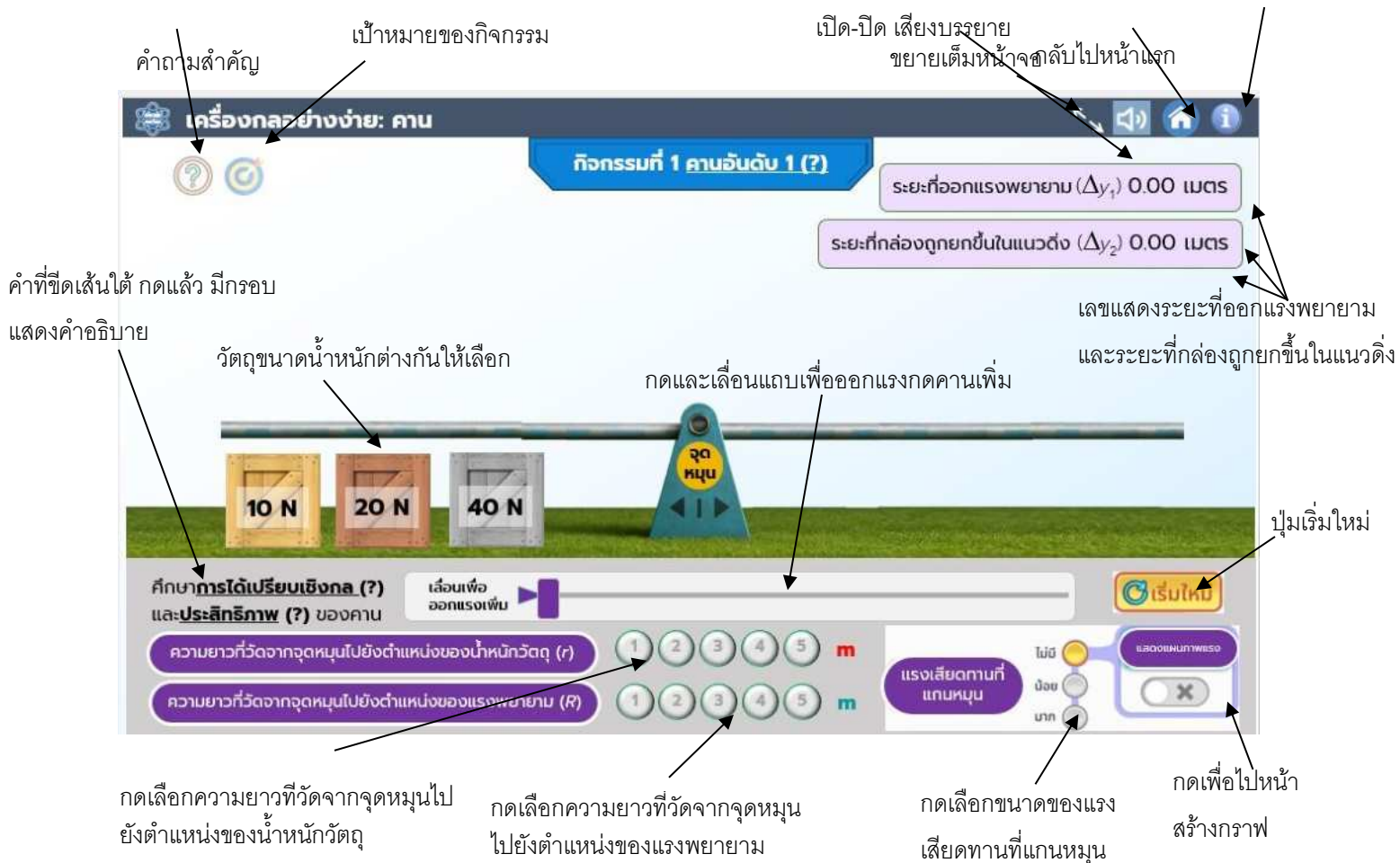
กิจกรรมที่ 3 คานอันดับ 3

เข้าสู่กิจกรรม

ในหน้ารองปก สมมติผู้ใช้เลือกกิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1 ทำให้สี่เหลี่ยมรอบกรอบกิจกรรมมีสีสด และมีการเรืองแสง ดังรูปตัวอย่างด้านบน และเมื่อเลือกแล้ว กดปุ่ม “เข้าสู่กิจกรรม” สื่อจะพาไปยังหน้าแรกของกิจกรรมนั้น ๆ

รายละเอียด

กิจกรรมที่ 1 เป็นการให้ผู้ใช้ศึกษาการทำงานของคานอันดับ 1 โดยสามารถเลือกน้ำหนักของวัตถุที่ต้องการยกตำแหน่งห่างจากจุดหมุนบนคานที่จะวางวัตถุและออกแรงพยายาม ขนาดแรงเสียดทานที่แกนหมุน และการแสดงแผนภาพแรง โดยผู้ใช้เป็นผู้กดและเลื่อนปุ่มบนแถบที่มีคำว่า “เลื่อนเพื่อออกแรงเพิ่ม” (ไม่สามารถเลื่อนแถบกลับได้) เพื่อยกกล่องไม้ขึ้นไปตามแกนของคาน



ปุ่ม Interactive

ส่วนแถบด้านบน เหมือนหน้ารองปก

ส่วนแสดงสถานการณ์จำลอง

1. ปุ่ม “คำถามสำคัญ” ที่กดแล้ว จะแสดงกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ผู้หาคำตอบผ่านการทำกิจกรรม
2. ปุ่ม “เป้าหมายกิจกรรม” ที่กดแล้ว จะแสดงเป้าหมายที่ผู้หาคำตอบต้องทำกิจกรรมให้ครบ เพื่อไปสู่การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม

ส่วนแถบด้านล่าง

1. คำชี้แนะที่ได้ทักดแล้ว จะแสดงกรอบอธิบายความหมาย
2. แถบเลื่อน ให้กดแล้วเลื่อนเพื่อออกแรงกดคาน
3. ปุ่มเลือกตำแหน่งบนคานที่จะวางวัตถุ
4. ปุ่มเลือกตำแหน่งบนคานที่จะออกแรงกระทำ
5. ปุ่มเลือกขนาดแรงเสียดทาน
6. ปุ่มเลือกให้แสดงหรือไม่แสดงแผนภาพแรง
7. ปุ่มเนาฟไฮ

ปุ่ม navigation

1. ปุ่มรูปบ้าน  กลับไปยังหน้าปก

กิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1	คำถามสำคัญและเป้าหมายกิจกรรม
--------------------------	------------------------------

ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม จะให้ผู้ใช้ได้กดปุ่ม “คำถามสำคัญ” และ “เป้าหมายกิจกรรม” ก่อน



เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “คำถามสำคัญ” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้

คำถามสำคัญ

คานอันดับ 1 ช่วยผ่อนแรงได้หรือไม่ ถ้าได้ หากต้องการให้ผ่อนแรงได้มาก ต้องทำอย่างไร





เมื่อกดที่ปุ่มไอคอน “เป้าหมาย” จะปรากฏกรอบแสดงข้อความดังนี้



เป้าหมาย

ศึกษาการทำงานของคานจากการใช้คานยกวัตถุน้ำหนักต่างกัน 2 ค่า โดยแต่ละค่า ให้เลือกความยาวจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งของวัตถุและตำแหน่งของแรงพยายามแตกต่างกัน

ตัวอย่างการแสดงผลเป้าหมายในหน้าสถานการณ์จำลองของกิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1

เครื่องกลอย่างง่าย: คาน

กิจกรรมที่ 1 คานอันดับ 1 (?)

ระยะที่ออกแรงพยายาม (Δy_1) 0.00 เมตร

ระยะที่รับแรงต้าน (Δy_2) 0.00 เมตร

เป้าหมายกิจกรรม : ศึกษาการทำงานของคานจากการใช้คานยกวัตถุน้ำหนักต่างกัน 2 ค่า โดยแต่ละค่าให้เลือกความยาวจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งของวัตถุและตำแหน่งของแรงพยายามแตกต่างกัน

ศึกษาการได้เปรียบเชิงกล (?) และประสิทธิภาพ (?) ของคาน

เลื่อนเพื่อออกแรงขึ้น

ความยาวที่วัดจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งของน้ำหนักวัตถุ (r)

1 2 3 4 5 m

ความยาวที่วัดจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งของแรงพยายาม (R)

1 2 3 4 5 m

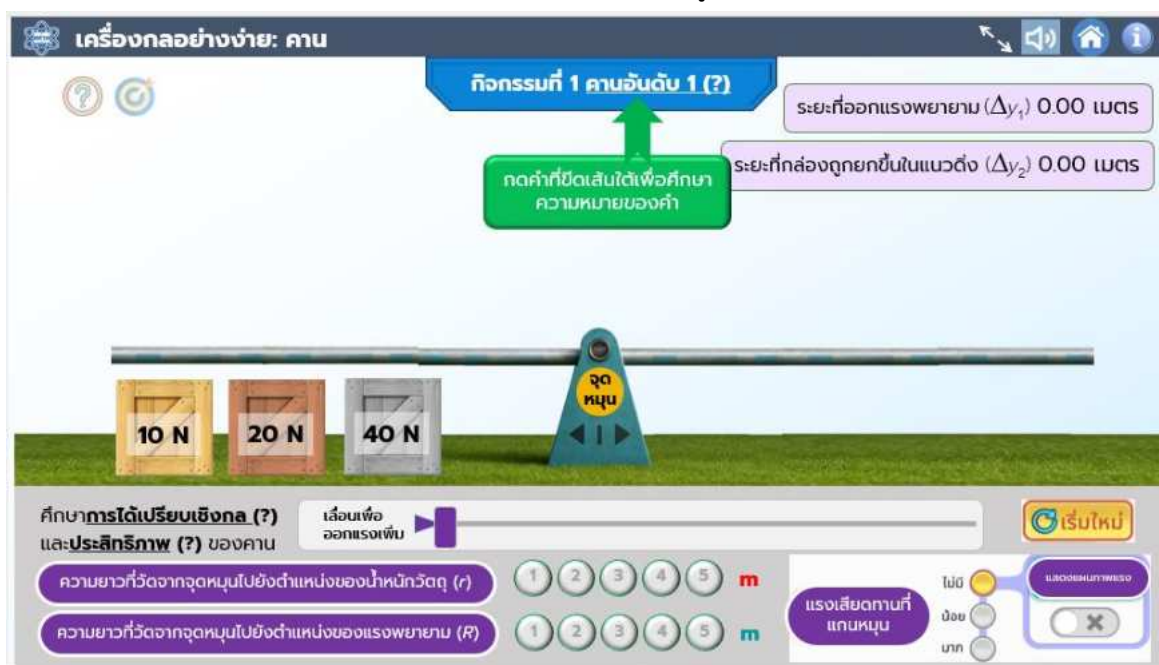
แรงเสียดทานที่แกนหมุน

ไม่ มี น้อย มาก

เลือกมุมภาพจริง

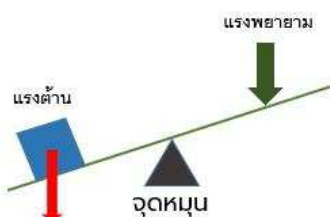
รายละเอียด

หลังจากที่ผู้ใช้ทราบคำถามสำคัญและเป้าหมายของกิจกรรมที่ 1 แล้ว จะเริ่มทำกิจกรรมที่ 1 ตามขั้นตอนที่มีกรอบข้อความและลูกศรระบุตามลำดับ คือ เริ่มต้น สื่อจะแสดงกรอบข้อความว่า “กดคำที่ขีดเส้นใต้เพื่อศึกษาความหมายของคำ” โดยคำอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ แสดงดังรูปด้านล่าง



คาน อันดับ 1

คานอันดับ 1 เป็นคานประเภทที่มีจุดหมุนอยู่ระหว่างตำแหน่งที่ออกแรงพยายามกับคานและตำแหน่งที่แรงต้านกระทำกับคาน ตัวอย่างของคานเช่น คีม ค้อนถอนตะปู



คีม



ค้อนถอนตะปู