

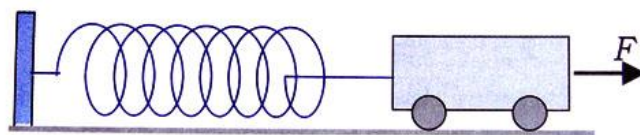
แบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน

รายวิชา ฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่

6

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

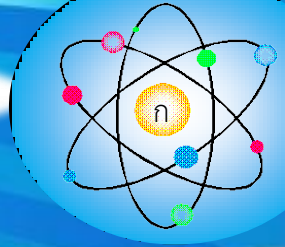


นางพัทธนันท์ แสบงบาล

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25



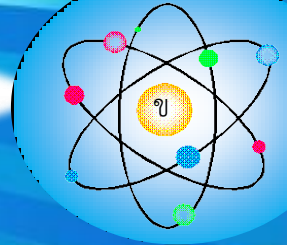
คำนำ



แบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน ประกอบการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 เล่มนี้ ได้จัดทำตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เรื่อง งานและพลังงาน ให้เกิดประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณ และการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึกทักษะ จำนวน 8 ชุด

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณและแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ มีความสุขในการเรียน

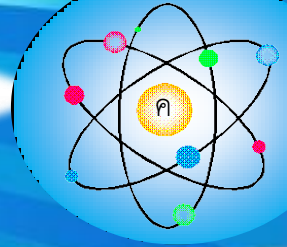
พัทธนันท์ แสบบาล



สารบัญ



เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
แนวการใช้แบบฝึกทักษะ	ค
คำแนะนำสำหรับครูผู้สอนในการใช้แบบฝึกทักษะ	ง
คำแนะนำสำหรับผู้เรียนในการใช้แบบฝึกทักษะ	จ
จุดประสงค์การเรียนรู้	ฉ
คำชี้แจงการใช้แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	ช
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	6
แบบฝึกทักษะที่ 6.1	11
เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 6.1	12
แบบฝึกทักษะที่ 6.2	13
เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 6.2	15
แบบฝึกทักษะที่ 6.3	17
เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 6.3	20
แบบทดสอบหลังเรียน	23
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	26
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	27
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	28
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	29
บรรณานุกรม	30



แนวการใช้แบบฝึกทักษะ

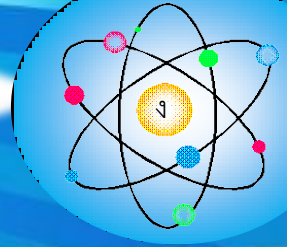
เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน

รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เพื่อให้การใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชา ฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บรรลุเป้าหมาย ให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียนอย่างมีขั้นตอน ผู้เขียนได้เสนอแนวทางการใช้แบบฝึกทักษะเล่มนี้ ดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 1.2 ใบความรู้
- 1.3 แบบฝึกทักษะที่ 1
- 1.4 เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 1
- 1.5 แบบฝึกทักษะที่ 2
- 1.6 เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 2
- 1.7 แบบฝึกทักษะที่ 3
- 1.8 เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 3
- 1.9 แบบทดสอบหลังเรียน
- 1.10 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน



2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีจำนวน 8 ชุด ดังนี้

แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง งาน

แบบฝึกทักษะที่ 2 เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

แบบฝึกทักษะที่ 3 เรื่อง กำลัง

แบบฝึกทักษะที่ 4 เรื่อง พลังงานจลน์

แบบฝึกทักษะที่ 5 เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง

แบบฝึกทักษะที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

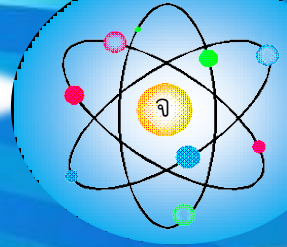
แบบฝึกทักษะที่ 7 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

แบบฝึกทักษะที่ 8 เรื่อง เครื่องกล

3. การใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้
ประกอบการสอนแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอน

4. เพื่อให้การใช้แบบฝึกทักษะมีคุณภาพและได้ผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนควร
ตั้งใจศึกษาและไม่ควรเปิดดูเฉลยก่อน

พัทธนันท์ แสบงบาล

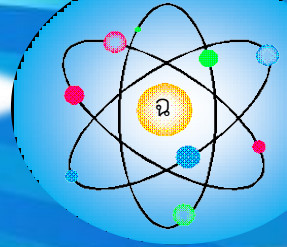


คำแนะนำสำหรับครูผู้สอนในการใช้แบบฝึกทักษะ



1. ก่อนใช้แบบฝึกทักษะควรศึกษาแนวการใช้แบบฝึกทักษะและศึกษาแบบฝึกทักษะทั้งหมด 8 ชุด ให้เข้าใจ
2. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ สารการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลให้เข้าใจ
3. ศึกษาการใช้สื่อการเรียนรู้ให้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้ เครื่องมือวัดผลประเมินผลตามที่กำหนดไว้ให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้
5. ก่อนสอนควรชี้แจงบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน กำหนดข้อตกลงร่วมกันและให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำสำหรับผู้เรียนในการใช้แบบฝึกทักษะให้เข้าใจ
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 30 ข้อ และทำแบบทดสอบก่อนเรียนในแต่ละแบบฝึกทักษะ ชุดละ 10 ข้อ ก่อนเรียนเพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียน
7. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรเป็นที่ปรึกษาแนะนำกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหา โดยเน้นให้นักเรียนได้ร่วมทำกิจกรรมและสรุปผลการเรียนรู้เชื่อมโยงสู่การบูรณาการ
8. ครูสังเกตและบันทึกพฤติกรรมด้านทักษะและคุณลักษณะที่พึงประสงค์จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนลงในแบบบันทึกผลกิจกรรม พร้อมทั้งประเมินผล
9. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุด จำนวน 10 ข้อ เพื่อประเมินความรู้หลังเรียน
10. เมื่อนักเรียนเรียนรู้จากแบบฝึกทักษะครบทุกชุดแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 30 ข้อ เพื่อทราบผลการพัฒนาในภาพรวม

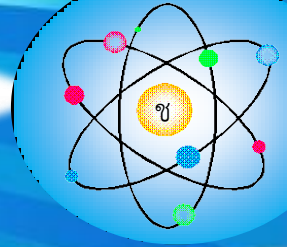




คำแนะนำสำหรับผู้เรียนในการใช้แบบฝึกทักษะ

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้แบบฝึกทักษะอย่างเคร่งครัด
2. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ ด้วยความซื่อสัตย์และละเอียดรอบคอบ
3. นักเรียนศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ นำทางด้วยความตั้งใจ
4. นักเรียนศึกษาแบบฝึกทักษะและร่วมแสดงความคิดเห็นในกลุ่มและในชั้นเรียนอย่างมีเหตุผล
5. นักเรียนฝึกทักษะตามที่กำหนดไว้ ด้วยความละเอียดรอบคอบ
6. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะลงในสมุดด้วยความตั้งใจ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อน
7. นักเรียนตรวจคำตอบจากเฉลยแนวคำตอบ
8. นักเรียนร่วมกิจกรรมสรุปบทเรียนอย่างตั้งใจ
9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละชุด ชุดละ 10 ข้อ ด้วยความละเอียดรอบคอบ
10. เมื่อศึกษาแบบฝึกทักษะครบทุกชุด จำนวน 8 ชุด แล้วนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ด้วยความซื่อสัตย์และละเอียดรอบคอบ

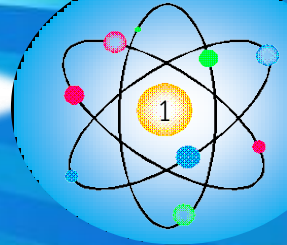




จุดประสงค์การเรียนรู้

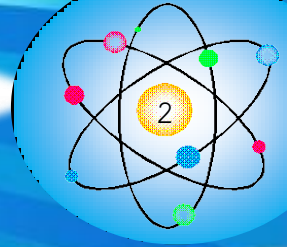
1. บอกความหมายของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
2. ระบุปริมาณที่ทำให้เกิดพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
4. คำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้





คำชี้แจงการใช้แบบฝึกทักษะงานและพลังงาน
รายวิชา ฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 10 นาที
2. ศึกษาใบความรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
3. ทำแบบฝึกทักษะที่ 6.1
4. ตรวจสอบคำตอบแบบฝึกทักษะที่ 6.1
5. ทำแบบฝึกทักษะที่ 6.2
6. ตรวจสอบคำตอบแบบฝึกทักษะที่ 6.2
7. ทำแบบฝึกทักษะที่ 6.3
8. ตรวจสอบคำตอบแบบฝึกทักษะที่ 6.3
9. ทำแบบทดสอบหลังเรียน
10. ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน



แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบฝึกทักษะงานและพลังงาน

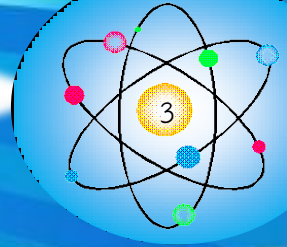
รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น



คำชี้แจง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- สปริง ก และ ข มีค่านิจสปริงไม่เท่ากัน ถูกกดด้วยแรงที่เท่ากัน ข้อความใดที่เป็นจริง
 - สปริง ก และ ข ออกแรงต้านไม่เท่ากัน
 - สปริง ก และ ข มีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่ากัน
 - สปริงที่มีค่านิจสปริงมากจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมากกว่า
 - สปริงที่มีค่านิจสปริงน้อยจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมากกว่า
- ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
 - เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในสปริงที่ยืดหรือหด
 - เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำกับวัตถุ
 - เกิดจากวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางในหนึ่งหน่วยเวลา



3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง

- ก. แรงแปรผันตรงกับกำลังสองของระยะยืดหรือหด
- ข. แรงแปรผกผันกับกำลังสองของระยะยืดหรือหด
- ค. แรงแปรผันตรงกับระยะยืดหรือหด
- ง. แรงแปรผกผันกับระยะยืดหรือหด

4. พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง F กับระยะยืดหรือหดของสปริง x หมายถึงปริมาณใด

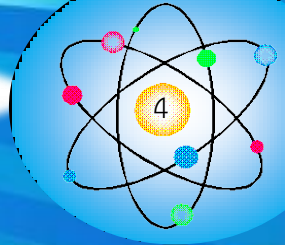
- ก. ค่านิจสปริง
- ข. พลังงานจลน์
- ค. พลังงานศักย์โน้มถ่วง
- ง. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

5. กล้องมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที บนผิวราบที่ปราศจากความฝืดไปชนกับปลายของสปริงที่เคลื่อนที่ไปมาอย่างอิสระ ถ้าค่านิจของสปริงเท่ากับ 400 นิวตัน/เมตร สปริงจะถูกอัดเป็นระยะกี่เมตร

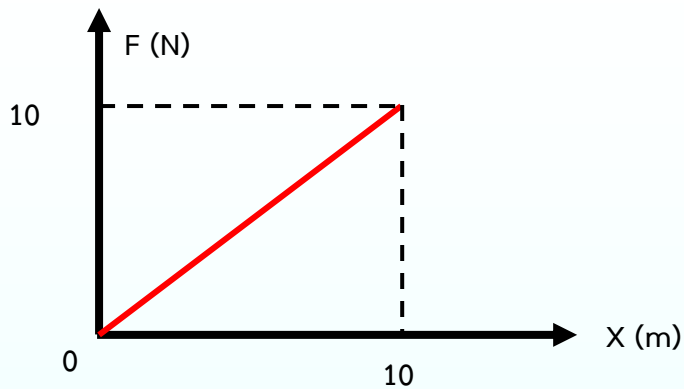
- ก. 0.10 เมตร
- ข. 0.20 เมตร
- ค. 0.35 เมตร
- ง. 0.45 เมตร

6. รถทดลอง 0.01 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนสปริงที่มีค่านิจ 100 นิวตัน/เมตร ด้วยอัตราเร็ว 6 เมตร/วินาที สปริงหดสั้นที่สุดกี่เมตร

- ก. 0.01 เมตร
- ข. 0.06 เมตร
- ค. 0.10 เมตร
- ง. 0.15 เมตร



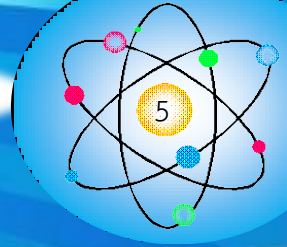
7. ในการทดลองเรื่อง การยืดของสปริง ได้กราฟระหว่างแรงที่ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก ดังรูป จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น



- ก. 5 จูล
- ข. 25 จูล
- ค. 50 จูล
- ง. 75 จูล

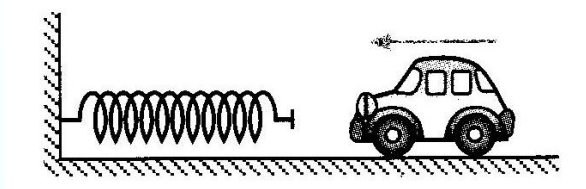
8. จากกราฟในข้อ 7 สปริงมีค่าคงที่เท่าใด

- ก. 1 นิวตัน/เมตร
- ข. 10 นิวตัน/เมตร
- ค. 25 นิวตัน/เมตร
- ง. 50 นิวตัน/เมตร



โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถาม ข้อ 9-10

จากรูป ถ้ารถมีความเร็ว 2 เมตร/วินาที เข้าชนสปริง ซึ่งมีค่านิจ 400 นิวตัน/เมตร และระหว่างล้อรถกับพื้น**ไม่มีความฝืดเลย** และรถมีมวล 4 กิโลกรัม



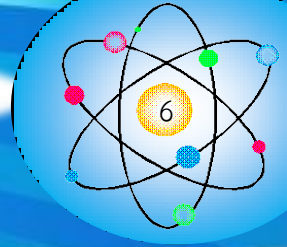
9. เมื่อรถชนสปริง สปริงจะหดสั้นที่สุดเท่าไร

- ก. 2 เซนติเมตร
- ข. 4 เซนติเมตร
- ค. 10 เซนติเมตร
- ง. 20 เซนติเมตร

10. สปริงออกแรงกระทำต่อรถมากที่สุดเท่าใด ในหน่วยนิวตัน

- ก. 20 นิวตัน
- ข. 40 นิวตัน
- ค. 80 นิวตัน
- ง. 160 นิวตัน

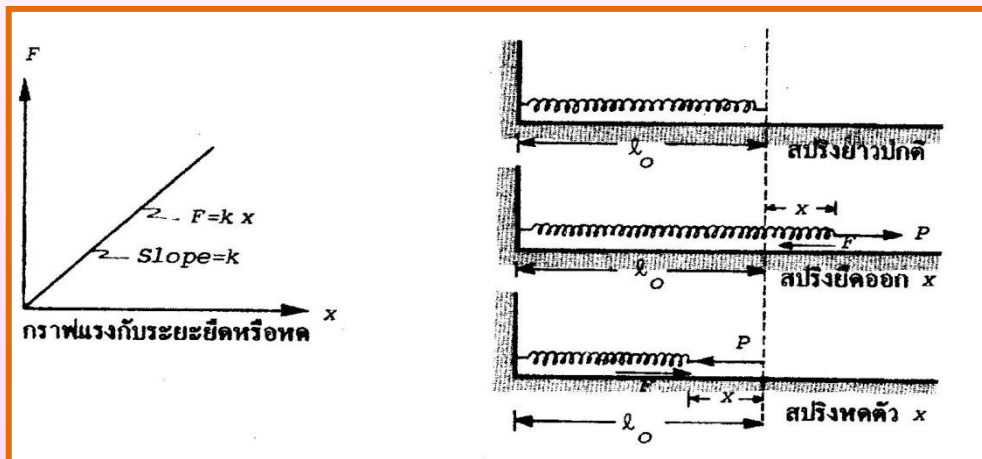




ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เมื่อสปริงเกิดการยืดหรือหดตัวจากสภาพปกติ จะทำให้เกิดแรงในตัวสปริงโดยขนาดของแรงจะแปรผันตามระยะยืดหรือหดของสปริง

กำหนดให้สปริงมีความยาวปกติ l_0 เมื่อถูกดึงหรืออัดด้วยแรง P จะทำให้สปริงยืดออกหรือหดตัวเป็นระยะเท่ากับ x ดังรูป



ในกรณีที่สปริงยืดหรือหดตัวจากสภาพปกติ จะเกิดแรงในสปริง ให้มีขนาดเท่ากับ F

จากนิยาม จะได้ $F \propto x$

หรือ $F = kx$

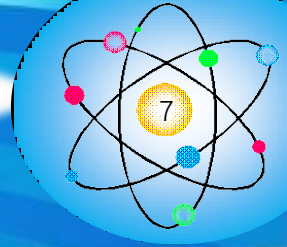
นั่นคือ

$$F = kx$$

เมื่อ F = แรงในสปริง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

x = ระยะยืดหรือหดของสปริงจากสภาพปกติ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

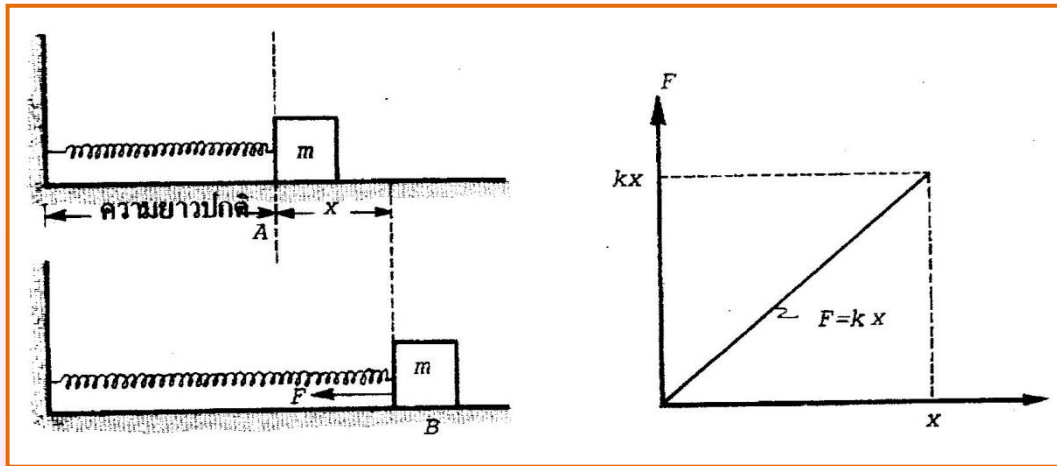
k = ค่านิจของสปริง หรือ คือแรงที่ทำให้สปริงยืดหรือหดหนึ่งหน่วย
มีหน่วยเป็น นิวตัน/เมตร (N/m)



พลังงานศักย์ยืดหยุ่น คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในสปริง อันเนื่องจากระยะยืด

หรือหดของสปริง มีค่าเท่ากับงานเนื่องจากแรงในสปริงที่จะทำให้วัตถุกลับคืนสู่แนวปกติ

กำหนดให้วัตถุมวล m ยึดติดกับสปริงและสปริงมีความยาวปกติดังรูปบน เมื่อสปริงยืดตัวออก x ปรากฏดังรูปล่าง แรงที่เกิดขึ้นในสปริงมีความสัมพันธ์กับระยะยืด ดังกราฟ รูปขวามือ



เนื่องจากแรงในสปริงไม่คงที่ ดังนั้น งานในการดึงสปริงจาก A ไป B จึงมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F กับ x

แทนค่า $W =$ พื้นที่ใต้กราฟ F กับ x

$$W = \frac{1}{2} Fx$$

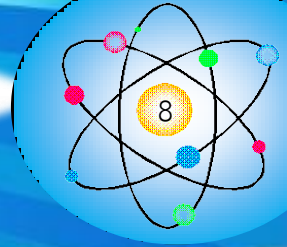
เมื่อ $F = kx$, $W = \frac{1}{2} Fx$

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

ปริมาณงานที่ทำการดึงหรือกดสปริงให้มีระยะเปลี่ยนไป x จะเท่ากับ $\frac{1}{2} kx^2$

ปริมาณนี้ก็คือ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น แทนด้วยสัญลักษณ์ E_p

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



ตัวอย่างที่ 1 สปริงอันหนึ่ง มีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 150 นิวตันต่อเมตร จงหา

ก. แรงที่ใช้ดึงสปริงขณะสปริงยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร

ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเมื่อสปริงยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร

วิธีทำ ก. จาก $F = kx$

$$F = (150)(0.25)$$

$$F = 37.5 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงที่ใช้ดึงสปริงให้ยืดออก 0.25 เมตร เป็น 37.5 นิวตัน

ข. จาก
$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

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

$$= 4.6875 \text{ J}$$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเมื่อสปริงยืดออก 0.25 เมตร เป็น 4.6875 จูล

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 2 กิโลกรัม ถูกแขวนห้อยด้วยสปริงชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าสปริงยืดออก 5 เซนติเมตร จงหาค่านิจสปริง

วิธีทำ จาก $F = kx$

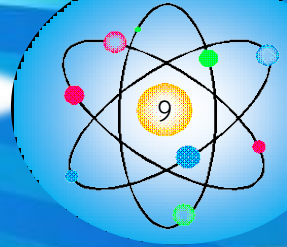
$$mg = kx$$

$$2(10) = k(0.05)$$

$$k = \frac{20}{0.05}$$

$$= 400 \text{ N/m}$$

ดังนั้น ค่านิจสปริง เป็น 400 นิวตันต่อเมตร



ตัวอย่างที่ 3 ออกแรงดึงสปริงอันหนึ่ง ขณะที่สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุล 0.1 เมตร ใช้แรงดึง 10 นิวตัน ถ้าเพิ่มแรงดึงเป็น 40 นิวตัน ขณะนั้นสปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าไร

วิธีทำ

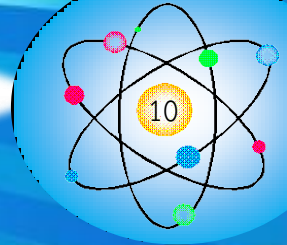
$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad F &= kx \\ 10 &= k(0.1) \\ k &= \frac{10}{0.1} \\ &= 100 \text{ N/m} \end{aligned}$$

เมื่อเพิ่มแรงดึงเป็น 40 นิวตัน สปริงจะยืดออก

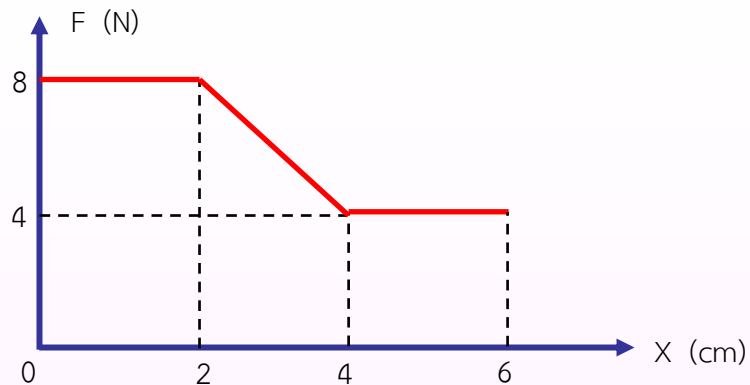
$$\begin{aligned} x &= \frac{F}{k} \\ &= \frac{40}{100} \\ &= 0.4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad E_p &= \frac{1}{2} kx^2 \\ &= \frac{1}{2} (100)(0.4)^2 \\ &= 8 \text{ J} \end{aligned}$$

ดังนั้น สปริง ที่ถูกแรง 40 นิวตัน ดึง จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 8 จูล



ตัวอย่างที่ 4 ถ้าแรง F เปลี่ยนตามระยะทาง x ดังรูป อยากทราบว่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นเท่าไร



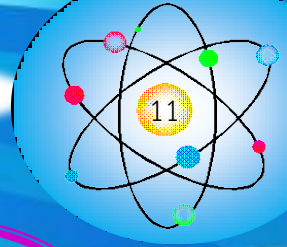
วิธีทำ จาก $E_p =$ พื้นที่ใต้กราฟ

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{2} \times \text{ผลบวกด้านคู่ขนาน} \times \text{สูง} \right) + (\text{กว้าง} \times \text{ยาว}) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times (2 + 4) \times 4 \right) + (4 \times 6) \\
 &= 36 \text{ J}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็น 36 จูล

เรามาลองทำแบบฝึกทักษะ
กันลองดูค่ะ





แบบฝึกทักษะที่ 6.1 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

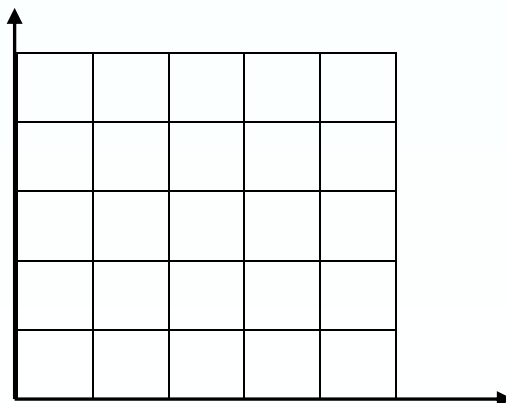
จุดประสงค์

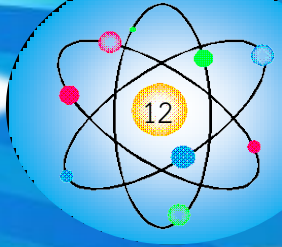
1. บอกความหมายของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
2. ระบุปริมาณที่ทำให้เกิดพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์ (7 คะแนน)

1. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น หมายถึง
2. สูตรการหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คือ
3. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีหน่วย คือ
4. สปริงตัวเดียวกันมีค่าคงตัวเท่ากันหรือไม่
5. พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง หมายถึง
6. นำข้อมูลต่อไปนี้มาเขียนกราฟระหว่างแรงกับระยะยืดของสปริง แล้วคำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น (2 คะแนน)

แรง F (N)	0	5	10	15	20
ระยะยืดของสปริง X (m)	0	2	4	6	8



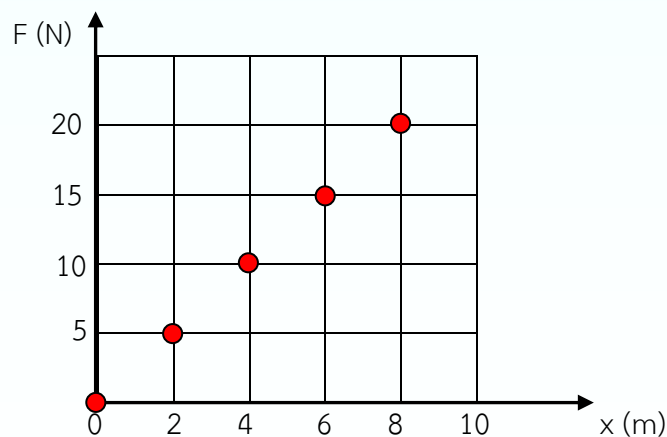


เจษฎา

แบบฝึกทักษะที่ 6.1 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น หมายถึง พลังงานที่สะสมอยู่ในสปริงที่ทำให้ยืดออกหรือหดเข้าจากตำแหน่งสมดุล
2. สูตรการหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คือ $E_p = \frac{1}{2} kx^2$
3. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีหน่วย คือ จูล
4. สปริงตัวเดียวกันมีค่าคงตัวเท่ากันหรือไม่ เท่ากัน
5. พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง หมายถึง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
6. นำข้อมูลต่อไปนี้มาเขียนกราฟระหว่างแรงกับระยะยืดของสปริง แล้วคำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น (2 คะแนน)

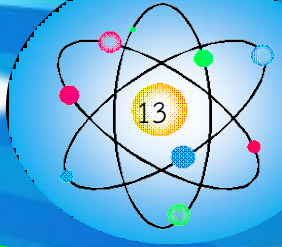
แรง F (N)	0	5	10	15	20
ระยะยืดของสปริง X (m)	0	2	4	6	8



หาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จาก

$$\begin{aligned}
 E_p &= \text{พื้นที่ใต้กราฟ} \\
 &= \frac{1}{2} \times 8 \times 20 \\
 &= 80 \text{ J}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็น 80 จูล



แบบฝึกทักษะที่ 6.2 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์

1. คำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์ (8 คะแนน)

1. ตาชิ่งสปริงอ่านค่าได้ระหว่าง 0 - 50 นิวตัน ยืดออก 0.2 เมตร ขณะอ่านได้ 50 นิวตัน ถ้านำมวลขนาด 3 กิโลกรัมแขวนไว้ที่ปลายตาชั่ง ขณะนั้นสปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นเท่าใด

วิธีทำ จาก

$$F = kx$$

$$50 = k(\dots\dots\dots)$$

$$k = \frac{50}{\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots \text{ N/m}$$

เมื่อแขวนวัตถุขนาด 3 กิโลกรัม สปริงจะยืดออก

$$x = \frac{mg}{k}$$

$$= \frac{\dots\dots\dots(10)}{\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots \text{ m}$$

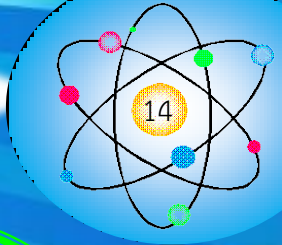
จาก

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

$$= \frac{1}{2} (\dots\dots\dots)(\dots\dots\dots)^2$$

$$= \dots\dots\dots \text{ J}$$

ดังนั้น สปริงที่แขวนมวล 3 กิโลกรัม จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จูล



2. ออกแรง 3 นิวตัน ดึงสปริง ทำให้สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุล 1 เมตร ค่าคงตัวของสปริงเป็นกี่นิวตันต่อเมตร

วิธีทำ จาก

$$F = kx$$

$$3 = k(\dots\dots\dots)$$

$$k = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots \text{ N/m}$$

ดังนั้น ค่าคงตัวของสปริงเป็น $\dots\dots\dots$ นิวตันต่อเมตร

3. ออกแรงดึงสปริงให้ยืด 1 เมตร ค่าคงตัวของสปริงเป็น 1,000 นิวตันต่อเมตร จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีค่ากี่จูล

วิธีทำ จาก

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

$$= \frac{1}{2} (\dots\dots\dots)(\dots\dots\dots)^2$$

$$= \dots\dots\dots \text{ J}$$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีค่า $\dots\dots\dots$ จูล

4. ออกแรงดึงสปริงจากเดิมยาว 0.05 เมตร เมื่อสปริงยืดตัวแล้ววัดแรงได้ 40 นิวตัน และงานที่เกิดขึ้น 36 จูล จงหาว่าสปริงถูกยืดออกเป็นความยาวเท่าไร

วิธีทำ จาก

$$F = kx$$

$$\dots\dots\dots = k(\dots\dots\dots)$$

$$k = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots \text{ N/m}$$

จาก

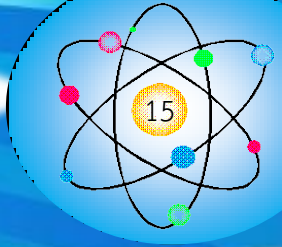
$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

$$36 = \frac{1}{2} (\dots\dots\dots)x^2$$

$$x^2 = \frac{\dots\dots\dots(2)}{\dots\dots\dots}$$

$$x = \dots\dots\dots \text{ m}$$

ดังนั้น สปริงจะยืดออก $\dots\dots\dots$ เมตร



แบบฝึกทักษะที่ 6.2 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. แท่งสปริงอ่านค่าได้ระหว่าง 0 - 50 นิวตัน ยืดออก 0.2 เมตร ขณะอ่านได้ 50 นิวตัน ถ้านำมวลขนาด 3 กิโลกรัมแขวนไว้ที่ปลายตาชั่ง ขณะนั้นสปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นเท่าใด

วิธีทำ จาก

$$F = kx$$

$$50 = k(0.2)$$

$$k = \frac{50}{0.2}$$

$$= 250 \text{ N/m}$$

เมื่อแขวนวัตถุขนาด 3 กิโลกรัม สปริงจะยืดออก

$$x = \frac{mg}{k}$$

$$= \frac{3(10)}{250}$$

$$= 0.12 \text{ m}$$

จาก

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

$$= \frac{1}{2} (250)(0.12)^2$$

$$= 1.8 \text{ J}$$

ดังนั้น สปริงที่แขวนมวล 3 กิโลกรัม จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น **1.8 จูล**

2. ออกแรง 3 นิวตัน ดึงสปริง ทำให้สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุล 1 เมตร ค่าคงตัวของสปริงเป็นกี่นิวตันต่อเมตร

วิธีทำ จาก

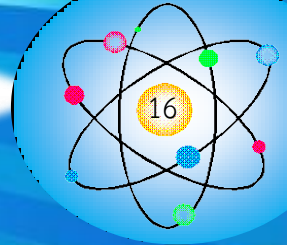
$$F = kx$$

$$3 = k(1)$$

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

$$= 3 \text{ N/m}$$

ดังนั้น ค่าคงตัวของสปริงเป็น **3 นิวตันต่อเมตร**



3. ออกแรงดึงสปริงให้ยืด 1 เมตร ค่าคงตัวของสปริงเป็น 1,000 นิวตันต่อเมตร จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีค่ากี่จูล

วิธีทำ จาก

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{1}{2} kx^2 \\ &= \frac{1}{2} (1,000)(1)^2 \\ &= 500 \text{ J} \end{aligned}$$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีค่า 500 จูล

4. ออกแรงดึงสปริงจากเดิมยาว 0.05 เมตร เมื่อสปริงยืดตัวแล้ววัดแรงได้ 40 นิวตัน และงานที่เกิดขึ้น 36 จูล จงหาว่าสปริงถูกยืดออกเป็นความยาวเท่าไร

วิธีทำ จาก

$$F = kx$$

$$40 = k(0.05)$$

$$k = \frac{40}{0.05}$$

$$= 800 \text{ N/m}$$

จาก

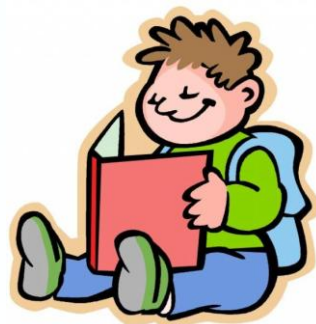
$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

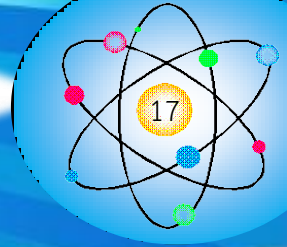
$$36 = \frac{1}{2} (800)x^2$$

$$x^2 = \frac{36(2)}{800}$$

$$x = 0.3 \text{ m}$$

ดังนั้น สปริงจะยืดออก 0.3 เมตร





แบบฝึกทักษะที่ 6.3 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์

1. คำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำ (8 คะแนน)

1. ถ้าออกแรงดึง 8 นิวตัน ดึงสปริงๆ จะยืดออกเป็น 0.2 เมตร ถ้าออกแรงดึงสปริง 120 นิวตัน พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. มวล 1 กิโลกรัม ผูกติดสปริง ถ้าดึงมวลออกมาด้วยแรง 1 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น ทำให้สปริงยืดออกมา 2 เมตร จงหาว่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

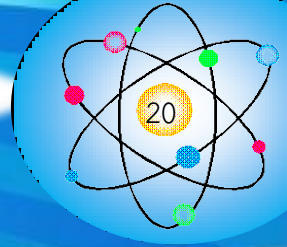
.....

-
- The graph shows a linear relationship between Force F (N) and displacement x (m). The force increases linearly from 0 N at 0 m to 40 N at 4 m. The slope of the line is 10 N/m .
- | Displacement x (m) | Force F (N) |
|----------------------|---------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 10 |
| 2 | 20 |
| 3 | 30 |
| 4 | 40 |

[illegible]

-
- A graph showing the relationship between mass m (in kg) on the vertical axis and distance x (in m) on the horizontal axis. The vertical axis is labeled $m \text{ (kg)}$ and has tick marks at 0.2, 0.4, and 0.6. The horizontal axis is labeled $x \text{ (m)}$ and has tick marks at 0, 2, 4, and 6. A straight line starts at the origin $(0,0)$ and passes through the points $(2, 0.2)$, $(4, 0.4)$, and $(6, 0.6)$. Dashed lines connect these points to their respective values on the axes.

This image shows a full page of a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.



เฉลย

แบบฝึกทักษะที่ 6.3 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ถ้าออกแรงดึง 8 นิวตัน ดึงสปริงๆ จะยืดออกเป็น 0.2 เมตร ถ้าออกแรงดึงสปริง 120 นิวตัน พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงมีค่าเท่าใด

วิธีทำ จาก $F = kx$
 $k = \frac{8}{0.2}$
 $= 40 \text{ N/m}$

ถ้าออกแรงดึง 120 นิวตัน จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{1}{2} kx^2 \\ &= \frac{1}{2} (40)(3)^2 \\ &= 180 \text{ J} \end{aligned}$$



ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงมีค่า...180...จูล

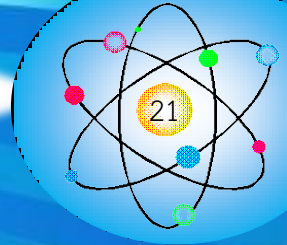
หา x จาก

$$\begin{aligned} x &= \frac{F}{k} \\ &= \frac{120}{40} \\ x &= 3 \text{ m} \end{aligned}$$

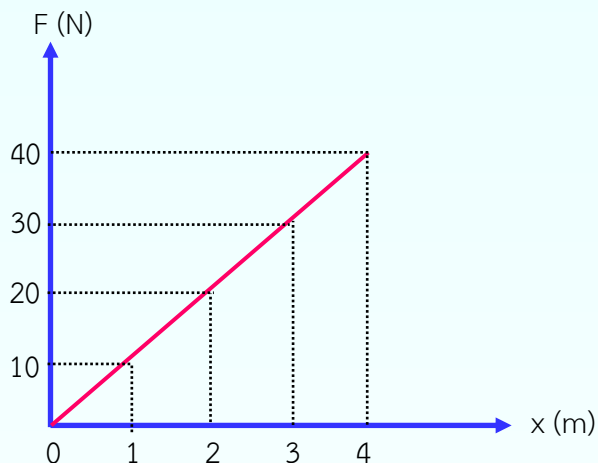
2. มวล 1 กิโลกรัม ผูกติดสปริง ถ้าดึงมวลออกมาด้วยแรง 1 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น ทำให้สปริงยืดออกมา 2 เมตร จงหาค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงนี้

วิธีทำ จาก $F = kx$
 $k = \frac{1}{2}$
 $= 0.5 \text{ N/m}$
 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$
 $= \frac{1}{2} (0.5)(2)^2$
 $= 1 \text{ J}$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงมีค่า...1...จูล



3. ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะสปริงยืดออกเป็นไปตามกราฟ ขณะที่สปริงถูกดึงด้วยแรง 40 นิวตัน จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าไร

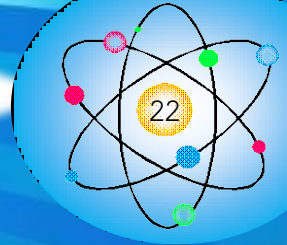


วิธีทำ

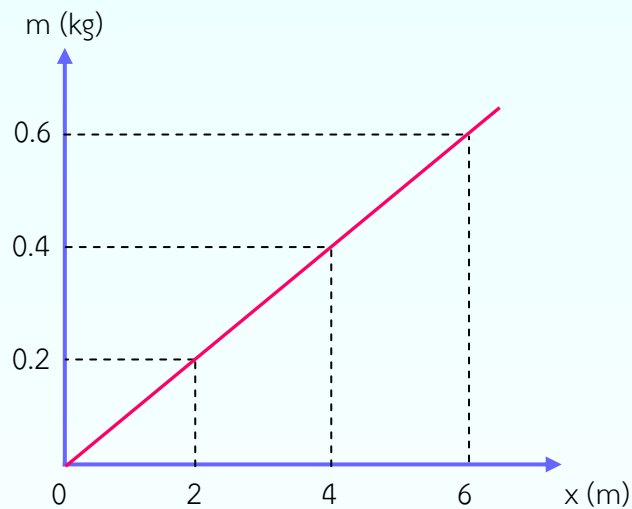
$$\begin{aligned} \text{จาก } E_p &= \text{พื้นที่ใต้กราฟ} \\ &= \frac{1}{2} (40)(4) \\ &= 80 \text{ J} \end{aligned}$$

ดังนั้น จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น...80...จูล





4. สปริงอันหนึ่งแขวนในแนวตั้ง สปริงจะยืดออกเมื่อเติมมวลถ่วงที่ปลายสปริง เมื่อนำค่าการยืดออกของสปริงและมวลที่ใช้ถ่วงมาเขียนกราฟจะมีลักษณะดังรูป อยากทราบว่าเมื่อสปริงยืดออกเป็นระยะ 20 เซนติเมตร พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงจะเป็นกี่จูล



วิธีทำ

จาก $F = kx$

$$k = \frac{4}{4}$$

$$= 1 \text{ N/m}$$

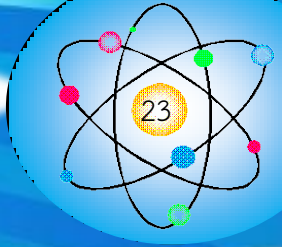
$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

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

$$= 0.02 \text{ J}$$

ดังนั้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงมีค่า...**0.02**...จูล





แบบทดสอบหลังเรียน

แบบฝึกทักษะงานและพลังงาน

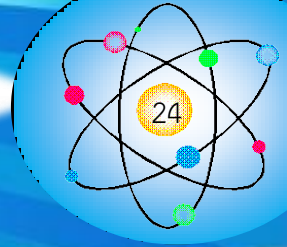
รายวิชาฟิสิกส์ 3 ว32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น



คำชี้แจง

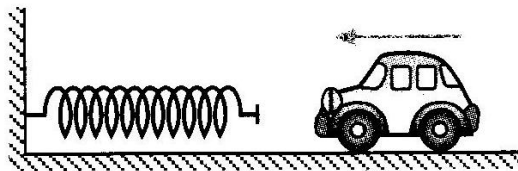
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง
 - แรงแปรผันตรงกับกำลังสองของระยะยืดหรือหด
 - แรงแปรผกผันกับกำลังสองของระยะยืดหรือหด
 - แรงแปรผันตรงกับระยะยืดหรือหด
 - แรงแปรผกผันกับระยะยืดหรือหด
- กล่องมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที บนผิวราบที่ปราศจากความฝืดไปชนกับปลายของสปริงที่เคลื่อนที่ไปมาอย่างอิสระ ถ้าค่านิจของสปริงเท่ากับ 400 นิวตัน/เมตร สปริงจะถูกอัดเป็นระยะกี่เมตร
 - 0.10 เมตร
 - 0.20 เมตร
 - 0.35 เมตร
 - 0.45 เมตร
- สปริง ก และ ข มีค่านิจสปริงไม่เท่ากัน ถูกกดด้วยแรงที่เท่ากัน ข้อความใดที่เป็นจริง
 - สปริง ก และ ข ออกแรงต้านไม่เท่ากัน
 - สปริง ก และ ข มีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่ากัน
 - สปริงที่มีค่านิจสปริงมากจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมากกว่า
 - สปริงที่มีค่านิจสปริงน้อยจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมากกว่า



โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถาม ข้อ 4-5

จากรูป ถ้ารถมีความเร็ว 2 เมตร/วินาที เข้าชนสปริง ซึ่งมีค่าคง 400 นิวตัน/เมตร และระหว่างล้อรถกับพื้น**ไม่มีความฝืดเลย** และรถมีมวล 4 กิโลกรัม



4. เมื่อรถชนสปริง สปริงจะหดสั้นที่สุดเท่าไร

- ก. 2 เซนติเมตร
- ข. 4 เซนติเมตร
- ค. 10 เซนติเมตร
- ง. 20 เซนติเมตร

5. สปริงออกแรงกระทำต่อรถมากที่สุดเท่าใด ในหน่วยนิวตัน

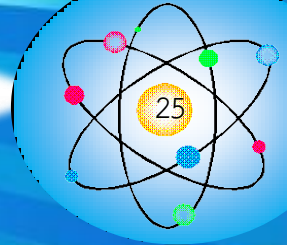
- ก. 20 นิวตัน
- ข. 40 นิวตัน
- ค. 80 นิวตัน
- ง. 160 นิวตัน

6. พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง F กับระยะยืดหรือหดของสปริง x หมายถึงปริมาณใด

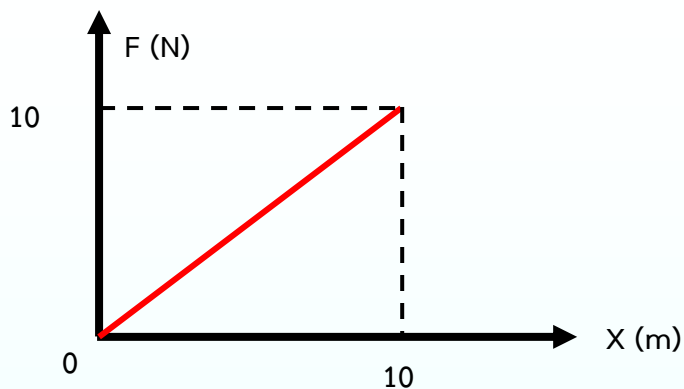
- ก. ค่าคงสปริง
- ข. พลังงานจลน์
- ค. พลังงานศักย์โน้มถ่วง
- ง. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

7. รถทดลอง 0.01 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนสปริงที่มีค่าคง 100 นิวตัน/เมตร ด้วยอัตราเร็ว 6 เมตร/วินาที สปริงหดสั้นที่สุดกี่เมตร

- ก. 0.01 เมตร
- ข. 0.06 เมตร
- ค. 0.10 เมตร
- ง. 0.15 เมตร



8. ในการทดลองเรื่อง การยืดของสปริง ได้กราฟระหว่างแรงที่ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก ดังรูป จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น



- ก. 5 จูล
- ข. 25 จูล
- ค. 50 จูล
- ง. 75 จูล

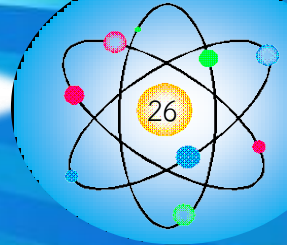
9. จากกราฟในข้อ 8 สปริงมีค่าคงที่เท่าใด

- ก. 1 นิวตัน/เมตร
- ข. 10 นิวตัน/เมตร
- ค. 25 นิวตัน/เมตร
- ง. 50 นิวตัน/เมตร

10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

- ก. เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
- ข. เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในสปริงที่ยืดหรือหด
- ค. เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำกับวัตถุ
- ง. เกิดจากวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางในหนึ่งหน่วยเวลา





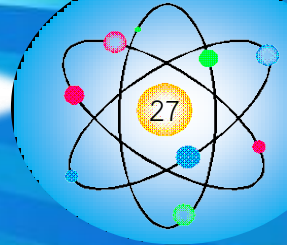
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ชื่อ..... ชั้น เลขที่

คะแนนที่ได้

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

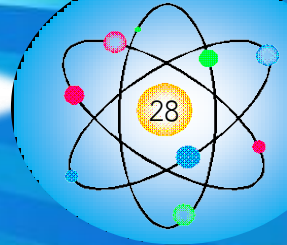




แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

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





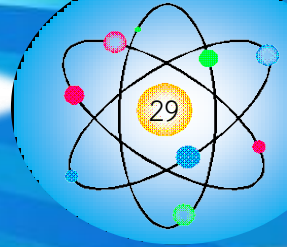
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ชื่อ..... ชั้น เลขที่

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

คะแนนที่ได้

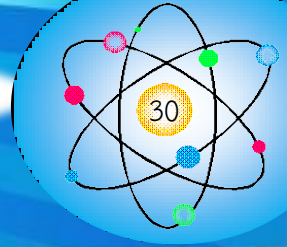




แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 6 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

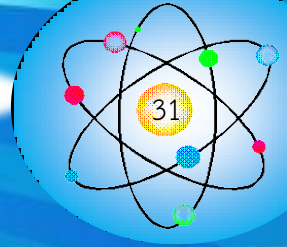
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	
2				X
3				X
4	X			
5	X			
6		X		
7		X		
8		X		
9	X			
10	X			





บรรณานุกรม

- จริญ บุระตะ. (2555). **คู่มือเรียนรู้ด้วยตนเองฟิสิกส์ เล่ม 2 ม.4-6**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์นิพนธ์.
- จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2554). **คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.พัฒนา.
- เฉลิมชัย มอญสุชา. (2554). **หนังสือเสริมการเรียนรู้ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : เดอะบุคส์.
- ช่วง ทมิตตชงค์ และคณะ. (2554). **Hi-ED's Physics ฟิสิกส์ ม.4-6 เล่ม 2 (รายวิชาเพิ่มเติม)**. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- _____. (2537). **APPLIED PHYSICS ฟิสิกส์ 2 ม.4**. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- ณัฐวุฒิ ดุษฎี. (2539.). **PHYSICS TEST ม.ปลาย**. กรุงเทพมหานคร : แม็ค.
- ดนัย ลิขิตศิริตนากุล. (ม.ป.ป.). **คู่มือ ฟิสิกส์ ม.4-5-6**. กรุงเทพมหานคร : ประสานมิตร.
- ธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์. (2537). **PHYSICS FOR ENTRANCE**. กรุงเทพมหานคร : แม็ค.
- _____. (2538). **PRINCIPLE OF MODERN PHYSICS 2**. กรุงเทพมหานคร : แม็ค.
- นรินทร์ เนาวประทีป. (ม.ป.ป.). **รวมหลักฟิสิกส์ ม.5 (ว022-ว023)**. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (2551). **คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ กลศาสตร์ 2**. กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.พัฒนา.
- พรเพ็ญ วัฒนพานิช. (ม.ป.ป.). **คู่มือเตรียมสอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : ภูมิบัณฑิต.
- ภาคภูมิ เพ็งสุวรรณ. (2555). **วิเคราะห์โจทย์ ฟิสิกส์ข้อสอบฟิสิกส์ ม.4 เทอม 1-2**. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- มานัส มงคลสุข. (2534). **CONDENSED PHYSICS TESTS ม.ปลาย**. กรุงเทพมหานคร : แม็ค.
- วิโรจน์ มังคละมณี. (ม.ป.ป.). **ตำราเรียนแนวใหม่ ฟิสิกส์ ว022 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : ประสานมิตร.



บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2546). **คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1**. กรุงเทพมหานคร : ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2546). **คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2541). **หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 2 ว026**. กรุงเทพมหานคร : ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2536). **หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว026**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.