

ฟิสิกส์ เล่ม ๒ ชั้น ม.๔

งานและพลังงาน

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

133/471 หมู่ ๒ ต.พิมลราช อําเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

E - mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก.สปส 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพฯ ๑ 10230

คำนำ

หนังสือฟิสิกส์เรื่อง “งานและพลังงาน” เล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้อ่านได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการพื้นฐานของแนวคิดสำคัญในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เนื้อหาในหนังสือครอบคลุมหัวข้อหลักเกี่ยวกับ นิยามของงาน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ การคำนวณงานในกรณีต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดเรื่อง พลังงาน ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ การเปลี่ยนรูปพลังงาน กฎการอนุรักษ์พลังงาน และการคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยเนื้อหาทั้งหมดถูกนำเสนออย่างเป็นระบบ พร้อมแผนภาพประกอบ และแบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้ที่สนใจศึกษาฟิสิกส์พื้นฐาน ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะช่วยพัฒนาความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ ร้านนาชอินทร์ , MEB , อุกปิ , ซีอีดี , hytexts , ศูนย์หนังสือจุฬาฯ และ DDebook

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้
(ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

บทที่ 5

งานและพลังงาน What is Work?



รูป 5.1 งานในความหมายของคนทั่วไปกับงานในทางฟิสิกส์แตกต่างกัน

งาน คือปริมาณของพลังงานที่อยู่ในรูปผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตามแนวแรง งานเป็นปริมาณสเกลาร์ เช่นเดียวกับพลังงาน และมีหน่วยเป็นจูล

พลังงาน คือปริมาณที่แสดงว่าวัตถุนั้นสามารถทำให้เกิดงานได้มากน้อยเพียงใด

ทุกสิ่งทุกอย่างในจักรวาลนี้มีความสัมพันธ์กัน ไม่มีอะไรหรือใครอยู่อย่างโดดเดี่ยวสมบูรณ์ ถ้าความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อยมาก ๆ เราก็อาจจะถือว่าไม่มีความสัมพันธ์กันก็ได้ สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่องงาน - พลังงาน งานกับพลังงานเป็นปริมาณที่มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดมาก และสามารถเปลี่ยนรูปกันได้ คืองานสามารถเป็นรูปเป็นพลังงานได้ และพลังงานก็สามารถเปลี่ยนรูปเป็นงานได้ เช่น ชกสิ่งของจากพื้นขึ้นมาวางบนชั้นวางของ งานในการชกสิ่งของนั้นก็จะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานศักย์ของสิ่งของนั้น

นอกจากนี้พลังงานก็สามารถเปลี่ยนรูปเป็นงานได้ เช่น พลังงานจลน์ของลูกกาบด เปลี่ยนรูปไปเป็นงานได้ ดังรูป



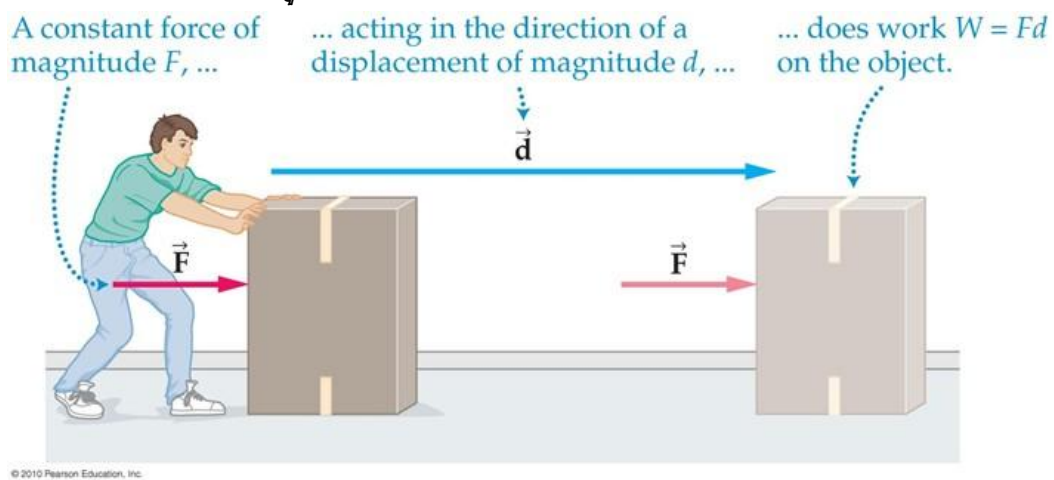
รูป 5.2 พลังงานจลน์ของลูกกาบด เปลี่ยนรูปเป็นงาน

5.1 งานเนื่องจากแรงคงตัว

งานหมายถึงผลที่เกิดจากการกระทำของแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง งานในความหมายทางวิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกับการงานในความหมายของคนทั่วไป งานในความหมายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตามแนวแรง หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

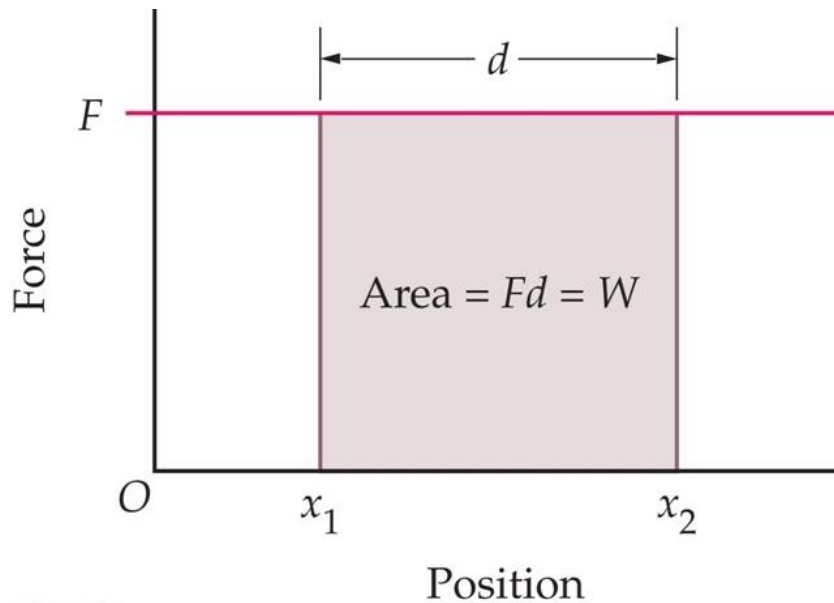
$$\text{งาน} = \text{แรง} \times \text{ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้} \quad (\text{ในแนวเดียวกับแรง})$$

งานมีหน่วยเป็น นิวตัน - เมตร หรือจูล

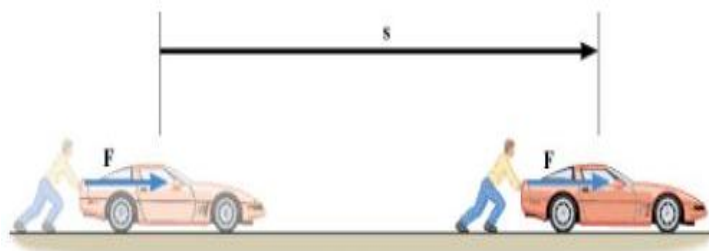
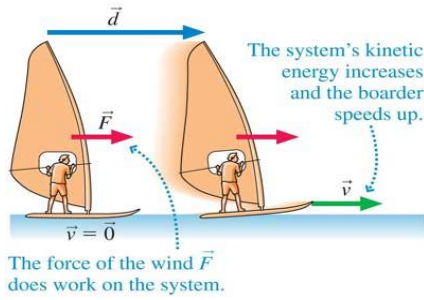


รูป 5.3 ชายคนนี้กำลังทำงาน

หรือถ้าให้ข้อมูลมาเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะทาง งานก็จะมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ



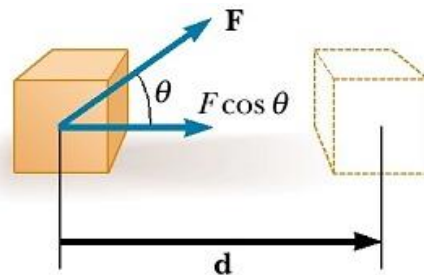
รูป 5.4 งานก็จะมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F - x



รูป 5.5 งานมีค่าเท่ากับผลคูณของ แรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวเดียวกับแรง

ตัวอย่างของการทำงานในทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การยกตุ้มน้ำหนักขึ้นจากพื้น การเดินรถ

งานหมายถึงผลคูณระหว่างระยะทางกับแรงที่อยู่ในแนวเดียวกับระยะทาง เท่านั้น แต่กรณีที่แรงกับระยะทางไม่
อยู่ในแนวเดียวกันต้องแตกแรงให้อยู่ในแนวเดียวกับระยะทางก่อน

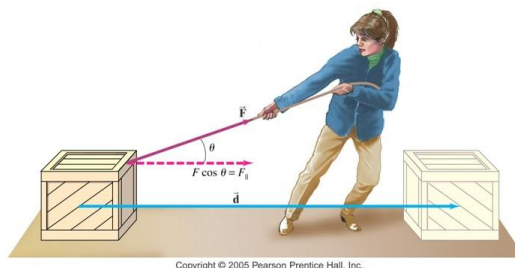


รูป 5.6 แรงกับระยะทางไม่อยู่ในแนวเดียวกัน

$$W_{net} = F_{net} d \cos \theta$$

รูป 5.7 งานเมื่อแรงกับระยะทางไม่อยู่ในแนวเดียวกัน

ตัวอย่าง หญิงคนหนึ่งออกแรง 50 นิวตัน ในทิศทางมุม 30 องศากับแนวระดับ ลากสิ่งให้เคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 30 เมตร จงหางานที่หญิงคนนี้ทำ



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

วิธีทำ จาก งาน = แรง × ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ (ในแนวเดียวกับแรง)

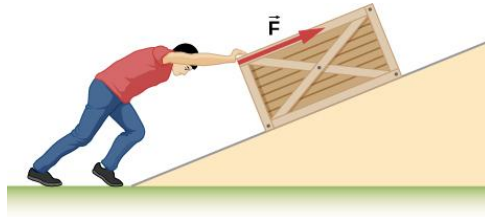
จะต้องแตกแรงให้อยู่ในแนวเดียวกับระยะทางเสียก่อน

$$W = (F \cos \theta)(s)$$

$$W = (50)(30) \cos 30^\circ = 1299 N$$

ตอบ

ตัวอย่าง ชายคนหนึ่งออกแรง 500 นิวตันผลักวัตถุมวล 85 กิโลกรัมขึ้นไปบนพื้นเอียงที่เอียงเป็นมุม 20 องศา และมีแรงเสียดทานเป็นระยะทาง 4 เมตร จงหางานที่เขาทำ



วิธีทำ งานที่เขาทำแยกได้เป็นสองส่วนคือ

$$W = mgh + Fd$$

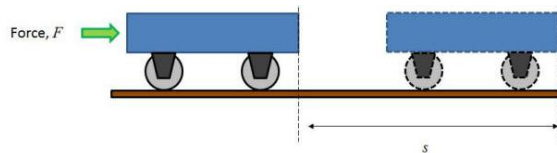
$$W = mg(d \sin 20^\circ) + Fd$$

$$W = (85\text{kg})(10\text{m/s}^2)(4 \sin 20^\circ) + (500\text{N})(4\text{m})$$

$$W = 3163\text{N}$$

ตอบ

ตัวอย่าง ถ้าออกแรงคงตัว F ผลักวัตถุลงให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานได้ระยะทาง s จงหางานที่แรงนี้ทำ



วิธีทำ จาก

$$W = Fs$$

$$W = (ma)s \quad (1)$$

เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v^2 = 0 + 2as$$

m คูณตลอด ได้

$$mv^2 = 2mas \quad (2)$$

$$mv^2 = 2W$$

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

ตอบ

การทำงานใด ๆ มักมีแรง 2 แรงทำงานพร้อม ๆ กันเสมอ เช่น เมื่อเราผลักวัตถุให้เคลื่อนที่ ก็จะมีแรง 2 แรงทำงานพร้อม ๆ กัน คือแรงผลักของเราและแรงเสียดทานก็ทำงานพร้อม ๆ กับเราด้วย แต่งานที่แรงเสียดทานทำจะมีค่าเป็นลบ เพราะว่าแรงเสียดทานกับระยะทางมีทิศตรงข้ามกัน

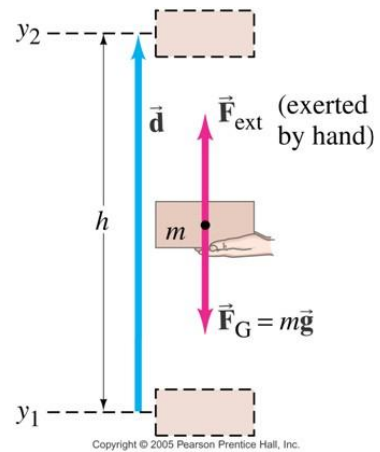
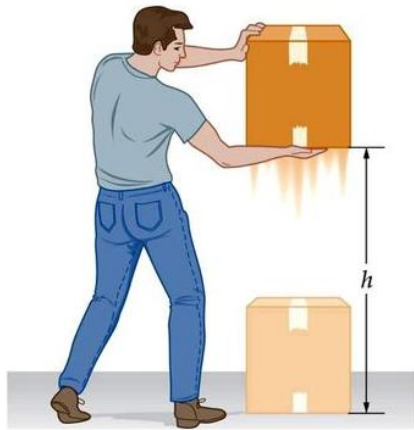


รูป 5.8 ขณะดึงวัตถุ จะมีแรงกระทำ 2 แรง กระทำพร้อม ๆ กัน

หรือเมื่อเราขว้างวัตถุขึ้นจากพื้น ก็จะมีแรง 2 แรงกระทำพร้อม ๆ กัน คือแรงยกของเรา และแรงดึงดูดของโลก ดังรูป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ

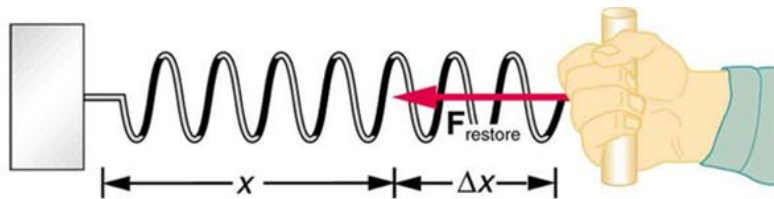
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



รูป 5.9 ขณะยกสิ่งของ จะมีแรงกระทำ 2 แรง

ถ้าเราขวัดวัตถุขึ้นจากพื้น เราต้องออกแรงเพื่อขวัดวัตถุขึ้นมา ในขณะที่ขวัดขึ้นโลกก็ออกแรงดึงดูดวัตถุนั้นด้วย เช่นเดียวกัน หากต้องการหางาน จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าจะหางานที่เกิดจากแรงใด

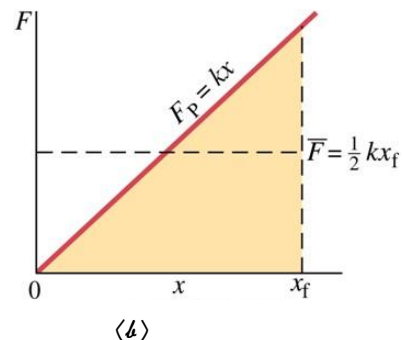
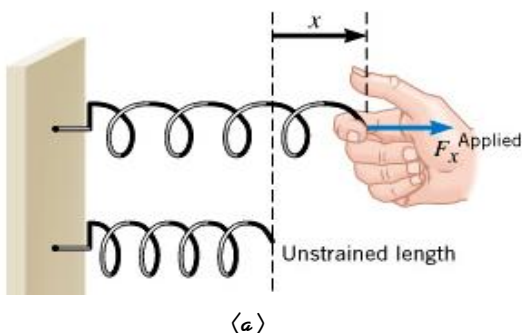
หรือในการดึงสปริงให้ยืดออก ก็จะมีแรง 2 แรงกระทำพร้อม ๆ กัน คือแรงดึงของเรา และแรงดึงกลับของสปริง โดยที่แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม ดังรูป



รูป 5.10 ขณะดึงสปริงให้ยืดออก จะมีแรงกระทำ 2 แรง

แรงดึงกลับของสปริงมีค่าขึ้นอยู่กับค่าคงตัวของสปริงและระยะที่สปริงยืดออก หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$F_s = -kx$$



รูป 5.11 (a) ดึงสปริงให้ยืดออก

(b) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงสปริงกับระยะยืด

การที่แรงภายนอกดึงสปริงให้ยืดออกจะมีแรงที่ทำงาน 2 แรงคือแรงภายนอกที่ดึงสปริง และแรงดึงกลับของสปริง โดยแรงทั้งสองจะทำงานเท่ากัน เราสามารถคำนวณหางานที่สปริงทำได้ดังนี้

จาก

$$W_{ext} = F_{av}S$$

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

$$W_{\text{ext}} = \left(\frac{1}{2} kx \right) x$$

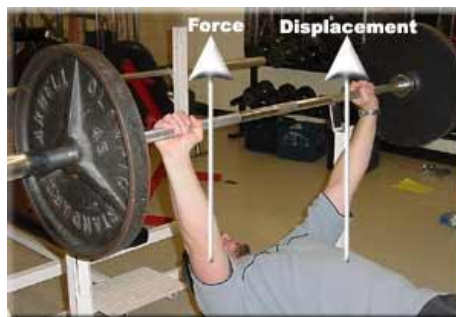
$$W_{\text{ext}} = \frac{1}{2} kx^2$$

เมื่อแรงภายนอกดึงสปริงให้ยืดออกงานที่แรงภายนอกทำจะเปลี่ยนรูปกลายเป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง

$$E_{p_s} = \frac{1}{2} kx^2$$

งานที่เป็นบวก

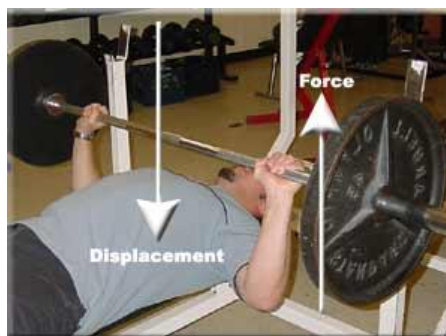
ถึงแม้งานจะเป็นปริมาณสเกลาร์ที่มีแต่ขนาดเพียงอย่างเดียว แต่งานก็มีค่าเป็นบวก ลบ ได้ งานมีค่าเป็นบวกเมื่อแรงกับระยะทางมีทิศเดียวกัน เช่น



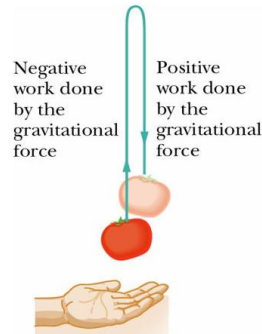
รูป 5.12 งานเป็นบวก

งานที่เป็นลบ

ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ เช่น งานของแรงเสียดทาน หรือเมื่อยกสิ่งของจากที่สูงลงมา วางข้างล่าง เป็นต้น



รูป 5.13 ยกวัตถุลงมา และงานของแรงเสียดทาน งานเป็นลบ



รูป 5.14 ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นงานของแรงโน้มถ่วงเป็น - ขณะที่วัตถุตกลงมางานของแรงโน้มถ่วงเป็น +

งานที่เป็นศูนย์

การออกแรงทำงานหลายอย่างก็ไม่ได้ถือว่าเป็นการทำงานในทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- 1) การยกสิ่งของเดินไปบนพื้นราบ ไม่ได้ทำงานเนื่องจากไม่ได้ระยะทางตามแนวแรง
- 2) เหวี่ยงวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม ไม่ได้ทำงานเนื่องจากไม่ได้ระยะทางตามแนวแรง
- 3) ดันก้อนหินขึ้นเนินแต่ก้อนหินไม่เคลื่อนที่ ไม่ได้ทำงานเนื่องจากไม่ได้ระยะทาง



รูป 5.15 งานเป็นศูนย์

งานที่เป็น บวก ลบ และศูนย์ ของการยกน้ำหนัก

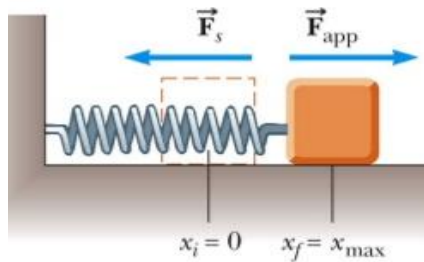
ขณะที่นักยกน้ำหนักยกตุ้มน้ำหนักขึ้นงานที่นักยกน้ำหนักทำจะมีค่าเป็นบวก เนื่องจากแรงกับการกระจัดมีทิศเดียวกัน



รูป 5.16 งานที่เป็น บวก ลบ และศูนย์

และขณะที่นักยกน้ำหนักวางตุ้มน้ำหนักลง งานที่นักยกน้ำหนักทำจะมีค่าเป็นลบเนื่องจากแรงกับการกระจัดมีทิศตรงข้ามกัน ดังนั้นงานที่นักยกน้ำหนักทำจึงมีค่าเป็นบวก และลบในปริมาณที่เท่ากัน ผลรวมของงานทั้งหมดจึงมีค่าเป็นศูนย์

งานที่เป็นลบ บวก และศูนย์ ของสปริง

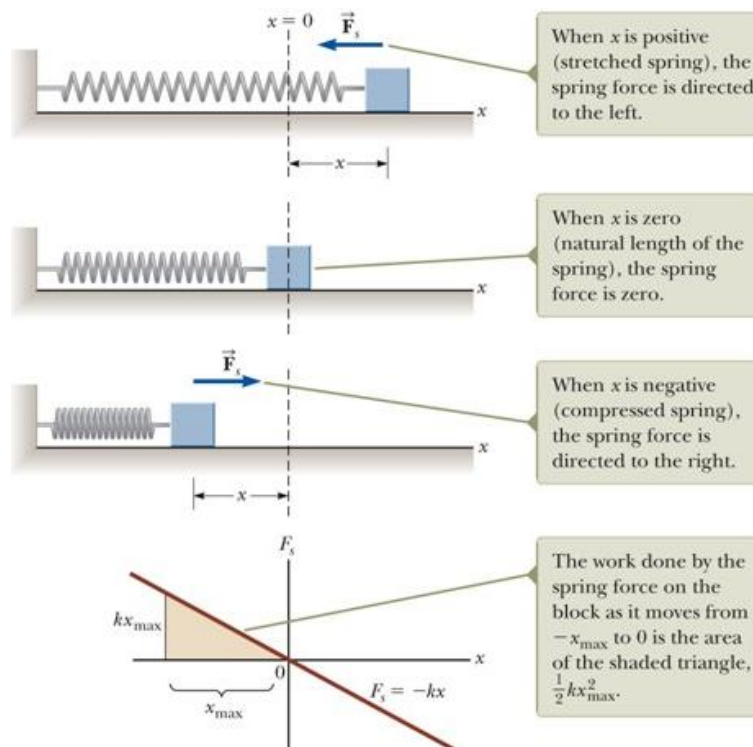


รูป 5.17 ดึงวัตถุติดปลายสปริงออกมา

เมื่อดึงวัตถุติดปลายสปริงออกมา สปริงจะยืดออก งานที่คนดึงทำจะมีค่าเป็นบวก เนื่องจากแรงกับการกระจัดมีทิศเดียวกัน และเมื่อค่อย ๆ ลดแรงดึงลง งานที่คนดึงทำจะมีค่าเป็นลบ เนื่องจากแรงกับการกระจัดมีทิศตรงข้ามกัน

เนื่องจากในขณะที่ยืดวัตถุติดปลายสปริงออกมาจากตำแหน่งสมดุลจะมีแรงสองแรงกระทำต่อวัตถุคือแรงภายนอกและแรงดึงกลับของสปริง หรือในขณะที่ยันวัตถุติดสปริงเข้าไปจากตำแหน่งสมดุลก็จะมีแรงสองแรงกระทำต่อวัตถุเช่นเดียวกัน

ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงหรือดันกลับของสปริงกับการกระจัด จะได้กราฟ ดังรูป



รูป 5.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดึงหรือดันกลับของสปริงกับการกระจัด