

ฟิสิกส์มหัศจรรย์

(ตอนที่ 1)

อาร์มภท

เมื่อพูดถึงมายากลคาดว่าคุณส่วนใหญ่จะรู้จักกันดีและต่างก็ชื่นชอบการแสดงมายากล โดยปกติสิ่งที่ทำให้มายากลน่าสนใจคือ การทำให้เกิดบางสิ่งบางอย่างขึ้นโดยไม่คาดฝัน (หรือตรงข้ามกับสิ่งที่ผู้คนทั่วไปคาดคิด) ในทำนองเดียวกันการสาธิตทางวิทยาศาสตร์จะมีความน่าสนใจมากขึ้นถ้าทำในสิ่งที่ไม่คาดคิดให้เกิดขึ้น เนื่องจากการคาดหมายของเราเชื่อมต่อกับความเชื่อหรือคำบอกเล่าหรือแนวคิดที่ผิดพลาดที่มีมาก่อนหน้านี้ การสาธิตจะใช้ประโยชน์จากจุดบอดพร่องนี้ทำให้เกิดผลลัพธ์ในสิ่งที่ไม่คาดคิดบางอย่าง เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนตื่นต่อน่าสนใจและมีความเข้าใจที่ถูกต้อง มีความเชื่อหรือแนวคิดที่ผิดพลาดมากมายเกี่ยวกับฟิสิกส์ที่สามารถใช้เป็นการแสดงมายากลได้ แต่นั่นไม่ใช่มายากลมันคือความมหัศจรรย์ของฟิสิกส์

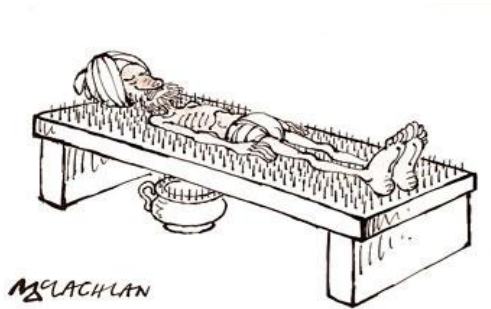
ก่อนสาธิตฟิสิกส์มหัศจรรย์

การสาธิตที่จะนำเสนอต่อไปนี้ส่วนใหญ่จะเป็นฟิสิกส์แบบฉบับ (Classical physics) ถึงแม้ว่าการสาธิตเหล่านี้อาจจะเป็นที่คุ้นเคยกับครูอาจารย์ที่มีประสบการณ์ แต่จุดประสงค์ในที่นี้คือ การแสดงการนำเสนอที่แตกต่างเพื่อส่งเสริมให้การเรียนการสอนมีความสนุกสนานและมีความหมาย สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ครูจะต้องย้ำเตือนเสมอก่อนและหลังการสาธิตคือ นักเรียนไม่ควรทำการทดลองเองโดยไม่มีผู้ที่มีความรู้ด้านฟิสิกส์เพียงพอควบคุมหรือให้คำปรึกษา และควรบอกด้วยว่าการสาธิตใดที่นักเรียนทำเองได้และการสาธิตใดที่ห้ามนักเรียนทำเองโดยเด็ดขาดเพราะบางการสาธิตอาจทำให้เกิดอันตรายแก่นักเรียนได้

ขอเชิญพบกับความมหัศจรรย์ของฟิสิกส์

เรื่องที่ 1 : เตียงตะปู

เตียงตะปูใช้สำหรับการสาธิตที่เหมือนการแสดงมายากลที่น่าตื่นต่อน่าสนใจและหวาดเสียว แต่จริงๆ แล้วไม่มีการแสดงมายากลแม้แต่น้อย เป็นการสาธิตที่แสดงเรื่องการกระจายของแรงและความดัน แสดงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านฟิสิกส์สาขากลศาสตร์ พวกโยคีหรือพระอินดูที่ชอบแสดงปาฏิหาริย์โดยการนอนบนเตียงตะปูต้องคำนวณระยะห่างระหว่างตะปูที่ต้องการสำหรับการสร้างเตียงตะปูเพื่อการนอนที่แสนสบายตลอดคืน



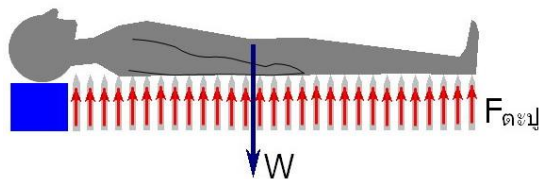
รูปที่ 1

ก่อนขึ้นเตียงตะปู

ในความนึกคิดของคนทั่วไปการนอนบนปลายตะปูเป็นเรื่องที่ไม่น่าเป็นไปได้เพราะตะปูน่าจะแทงทะลุเข้าไปในเนื้อ แนนอนเป็นไปได้ที่จะนอนบนปลายตะปู 1 ตัว ถึงแม้ว่าคนผู้นั้นจะฝึกฝนกายกรรมจนทำให้สามารถทรงตัวอยู่บนปลายตะปูได้ ทำไมหรือครับเพราะน้ำหนักตัวทั้งหมดจะไปรวมอยู่ที่ปลายตะปูซึ่งมีพื้นที่น้อยมาก และในขณะเดียวกันตะปูก็มีแรงปฏิกิริยากระทำต่อผิวหนังด้วยขนาดเท่ากับน้ำหนักของคนนอนและกระทำบนพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของปลายตะปู ถ้าเอาน้ำหนักตัวของคนหารด้วยพื้นที่ของปลายตะปูที่มีขนาดน้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร จะพบว่ามีความดันจำนวนมหาศาลกระทำที่ผิวหนังตรงส่วนนั้น (ความดันมากกว่า 600 MPa สำหรับผู้ที่มวล 65 kg ความดันขนาดนี้มากกว่า 6000 เท่าของความดันบรรยากาศ) ซึ่งผิวหนังของคนธรรมดาไม่สามารถจะรับความดันขนาดนั้นได้ ตะปูจะทำให้ผิวหนังฉีกขาดและทะลุเข้าไปในเนื้อ

ฟิสิกส์บนเตียงตะปู

ความดันคือแรงที่กระทำบนพื้นที่ที่กำหนดให้ในทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่นั้น (ความดัน = แรง/พื้นที่) มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือ ปาสกาล (Pa) ดังนั้นความดันเป็นสัดส่วนผกผันกับพื้นที่ เมื่อพื้นที่เพิ่มขึ้นความดันจะลดลง สำหรับเตียงตะปูมีตะปูจำนวนมากมายี่รองรับได้ตัวผู้นอน เมื่ออยู่ในภาวะสมดุลน้ำหนักของตัวคนจะเฉลี่ยไปบนตะปูแต่ละตัวทำให้ความดันที่ปลายตะปูกระทำกับผิวหนังลดลงจนปลายตะปูไม่ทำอันตรายต่อผิวหนัง



$$\sum F_y = 0, W = \sum F_{\text{ตะปู}}$$

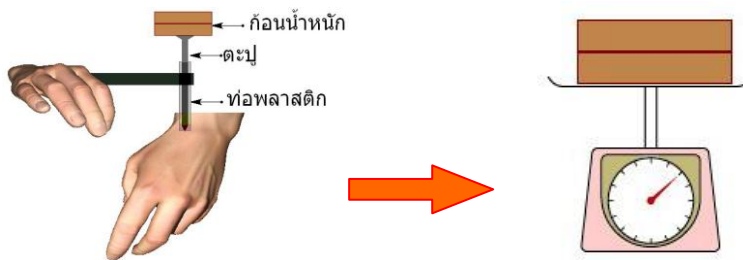
รูปที่ 2 สมดุลบนเตียงตะปู

สำหรับเตียงตะปูสมการของความดันสามารถคิดได้ว่า ความดัน = แรง/จำนวนปลายตะปู (หรือ ความดันคือแรงต่อตะปู 1 ตัว) เมื่อจำนวนปลายตะปูเพิ่มขึ้นแรงจะกระจายไปบนจุดปลายตะปูที่เพิ่มขึ้นและกระจายไปบนผิวหนังที่กว้างขึ้น ผิวหนังแต่ละจุดที่สัมผัสปลายตะปูก็จะรับรู้

ขนาดของแรงน้อยลงหรือความดันบนผิวหนังที่สัมผัสปลายตะปูน้อยลง ในทางกลับกันถ้าจำนวนตะปูน้อยลงผิวหนังแต่ละจุดที่สัมผัสปลายตะปูจะรับรู้ขนาดของแรงมากขึ้นหรือความดันบนผิวหนังที่สัมผัสปลายตะปูมากขึ้น ถ้าผิวหนังไม่เหนียวและหนาพอปลายตะปูอาจจะทะลุผิวหนังทำให้ได้รับบาดเจ็บ

การสร้างเตียงตะปู

เริ่มต้นด้วยการทดสอบตะปูที่จะนำไปใช้ กดตะปูลงบนเนื้อหนังของเราด้วยเครื่องมือวัดแรงและวัดขนาดของแรงที่ทำให้เริ่มรู้สึกเจ็บ



รูปที่ 3 แสดงวิธีการง่าย ๆ สำหรับวัดแรงที่ตะปูกดลงบนผิวหนังแล้วเริ่มต้นรู้สึกเจ็บ

จะต้องใช้ตะปูกี่ตัว

ถ้าแรงเริ่มต้นที่ทำให้รู้สึกเจ็บเป็น 0.2 นิวตัน/ตะปู1ตัว และถ้าผู้ที่จะนอนบนเตียงตะปูมีมวล 75 กิโลกรัม (น้ำหนัก ~ 736 นิวตัน) แล้ว จะได้

$$\text{จำนวนตะปูที่ต้องการใช้} = \frac{736}{0.2} = 3680 \text{ ตัว}$$

จะตอกตะปูแต่ละตัวห่างกันเท่าไร

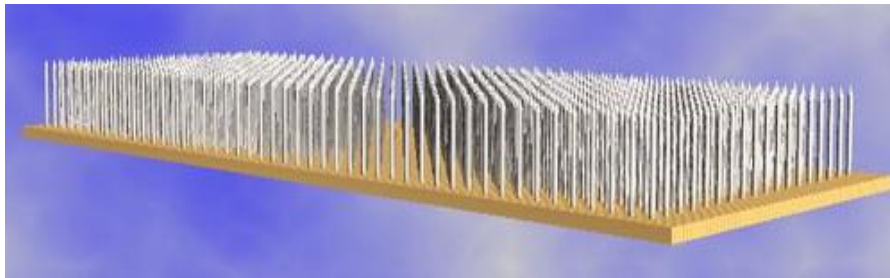
ขั้นต่อไปหาระยะห่างของตะปูแต่ละตัว สมมติว่าพื้นที่ประสิทธิภาพของแผ่นหลังคนที่สัมผัสกับตะปูเมื่อนอนลงบนเตียงตะปูเท่ากับ $180 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 12800 \text{ cm}^2$ และตะปูทุกตัวกระทำ

ด้วยแรงขนาดเดียวกัน จะได้พื้นที่ที่รองรับด้วยตะปูแต่ละตัวคือ $\frac{12800}{3680} \approx 3.5 \text{ cm}^2$ ดังนั้นเพื่อ

ความปลอดภัยและสบายในการนอนระยะห่างระหว่างตะปูแต่ละตัวควรจะเป็น 1.8 cm

จากนั้นลงมือสร้างเตียง ตัดไม้อัดหนา 6 cm ขนาด $190 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ แล้วใช้ส่วานเจาะรูเป็นแถว แถวริมอยู่ห่างจากขอบไม้ด้านละ 5 cm โดยให้จุดกึ่งกลางระหว่างรูที่อยู่ถัดไปมีระยะเท่ากับระยะห่างระหว่างตะปูแต่ละตัวที่คำนวณได้ (เช่น 1.8 cm) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตะปูที่ใช้ 2 mm ตะปูที่ใช้ต้องเลือกให้มีความยาวใกล้เคียงกัน ความยาวต่างกันไม่เกิน 1 mm ตอกตะปูลงตามรูที่เจาะ (ถ้าใช้ตะปูที่มีความยาวแตกต่างกันมาก

จะมีตะปูบางตัวรับน้ำหนักมากกว่าตัวอื่นๆ ทำให้ความดันที่ปลายตะปูตัวนั้นมากกว่าจุดอื่นจนอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังได้)



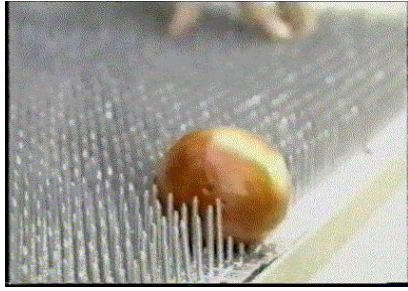
รูปที่ 4 เตี้ยงตะปู

การใช้เตี้ยงตะปูแสดงการสาธิต

เมื่อสร้างเตี้ยงตะปูเสร็จแล้วคราวนี้ก็มาถึงการใช้เตี้ยงตะปูเพื่อสาธิตหลักการทางฟิสิกส์ โดยทั่วไปครูจะสอนแบบเดิม ๆ คือ อธิบายหลักการทางฟิสิกส์แล้วใช้เตี้ยงตะปูสาธิตให้ดูซึ่งทำให้น่าสนใจแต่ไม่ค่อยตื่นเต้น ครูต้องสวมวิญญาณนักมายากลทำให้การสอนเหมือนกับการเล่นกล และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดคาดเดาก่อนว่าจะเกิดอะไรขึ้น แล้วให้นักเรียนสังเกตดูผลที่เกิดขึ้นจากการสาธิต จากนั้นจึงอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ประกอบ

● การสาธิตเรื่องการกระจายแรงและความดัน

ครูอาจเริ่มต้นด้วยการโยนผลไม้ เช่น ส้ม ฝรั่ง แคนตาลูป หรือ แตงโม ลงบนเตี้ยงตะปู แล้วดึงขึ้นมาให้นักเรียนดูผลของความแหลมของตะปูที่เจาะเข้าไปในเนื้อผลไม้ จากนั้นก็หาอาสาสมัครสองคนเพื่อให้นอนลงบนเตี้ยงตะปู ก่อนที่อาสาสมัครจะนอนลงครูก็บริการรถคาถาเป่ากระหม่อมของอาสาสมัครคนหนึ่ง ส่วนอีกคนหนึ่งไม่ต้องบริการรถคาถาเป่ากระหม่อม แล้วถามนักเรียนว่าเมื่อเพื่อนที่เป็นอาสาสมัครนอนลงบนเตี้ยงตะปูแล้วจะเกิดอะไรขึ้นเพราะเหตุใด ปล่อยให้ให้นักเรียนคิดและคาดเดาไปโดยไม่ต้องตอบว่าถูกหรือผิด (การให้นักเรียนคิดและคาดเดาด้วยเหตุผลของตนเองนี่เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์) จากนั้นจึงให้อาสาสมัครทั้งสองคนนอนลงบนเตี้ยงตะปูโดยให้คนแรกที่ได้รับการเป่ากระหม่อมนอนก่อน ให้ดูผลที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบกับสิ่งที่นักเรียนคาดเดา จากนั้นให้อาสาสมัครคนที่สองนอนและดูผลที่เกิดขึ้น การวิพากษ์วิจารณ์และอธิบายหลักการทางฟิสิกส์เกี่ยวกับเรื่องการกระจายแรงและความดันบนผิวหนังที่ปลายตะปูประกอบจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้น นักเรียนอาจถามว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นถ้าครูขึ้นไปเดินบนเตี้ยงตะปูด้วยเท้าเปล่า ขณะอธิบายครูอาจถอดรองเท้าออกแต่ยังคงสวมถุงเท้าแล้วขึ้นไปเดิน เมื่อลงจากเตี้ยงตะปูแล้วต้องถอดถุงเท้าออกให้นักเรียนดูว่าครูได้ซ่อนแผ่นวัสดุป้องกันตะปูไว้แล้วใต้ฝ่าเท้า (เช่น แผ่นหนัง) และย้ำเตือนนักเรียนว่าอย่าขึ้นไปเหยียบหรือกระโดดบนเตี้ยงตะปูโดยเด็ดขาด



รูปที่ 5

- การสาธิตเรื่องการกระจายแรง ความดัน ความเฉื่อยและการชน

ถ้าต้องการให้การสาธิตมีความตื่นเต้นและน่าหวาดเสียวมากขึ้นก็เพิ่มเตียงตะปูอีกหนึ่งอันวางบนหน้าอกของคนทีนอนอยู่บนเตียงตะปูและซ้อนอีกชั้นหนึ่งด้วยอิฐบล็อก ถาถามักเรียนว่า ถ้าเอาค้อนปอนด์ทุบลงบนอิฐบล็อกจะเกิดอะไรขึ้น ตะปูจะแทงเข้าในตัวของคนทีนอนบนเตียงตะปูหรือไม่ ถ้าตะปูแทงเข้าตะปูจากเตียงด้านบนหรือด้านล่าง เกิดอะไรขึ้นกับพลังงานจลน์ของค้อน โมเมนตัมของค้อนจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ค้อนกระทบกับอิฐบล็อกเป็นการชนแบบใดเพราะเหตุใด



รูปที่ 6

เมื่อเหวี่ยงค้อนเข้าหาอิฐบล็อก อิฐบล็อกมีความเฉื่อยมากและต้องการที่จะอยู่กับที่ ค้อนก็มีความเฉื่อยเช่นเดียวกันต้องการที่จะเคลื่อนที่ต่อไป ขณะที่ค้อนกระทบอิฐบล็อก ๆ จึงแตกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยกระเด็นออกมาเนื่องจากพลังงานจลน์ส่วนหนึ่งของค้อนเข้าไปทำลายอิฐบล็อก พลังงานจลน์อีกส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นพลังงานเสียงและพลังงานความร้อน โมเมนตัมของค้อนจะส่งผ่านตัวของคนทีนอนไปสู่พื้นตามหลักการอนุรักษ์โมเมนตัม การชนแบบนี้เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเนื่องจากการสูญเสียพลังงานจลน์เกิดขึ้น สำหรับการที่คนทีนอนบนเตียงตะปูไม่เป็นอะไรก็อธิบายด้วยหลักการกระจายแรงและความดันที่กล่าวแล้วข้างต้น

การสาธิตนี้ค้อนข้างจะอันตราย ผู้ทีจะแสดงต้องมีการฝึกฝนอย่างดีและต้องมีการป้องกันอันตรายจากเศษอิฐบล็อกทั้งผู้ทีนอนบนเตียงตะปูและผู้ทีใช้ค้อนทุบอิฐบล็อก (เช่น สามไม้แวนตา

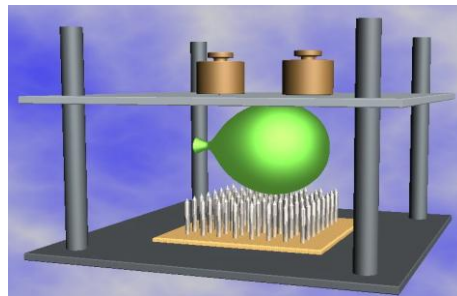
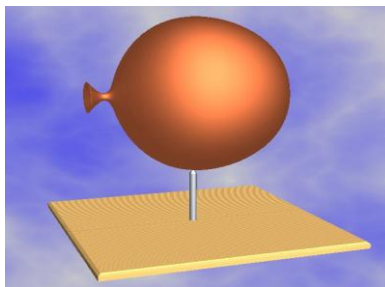
นิรภัย) เพราะเศษอิฐบล็อกร่วงจากกระเด็นเข้าตาได้ ควรใช้อิฐบล็อกสองก้อนวางซ้อนกันและเป็นอิฐบล็อกแบบที่มีช่องหลายช่องเพื่อให้แตกง่าย

การใช้เตียงตะปูอย่างปลอดภัย

1. นอนลงบนเตียงตะปูอย่างช้าๆ และให้แผ่นหลังทั้งหมดสัมผัสกับเตียงพร้อมกัน
2. ควรมีผู้ช่วยอยู่ใกล้ ๆ คอยช่วยเหลือขณะที่นอนลงบนเตียงตะปูและเมื่อจะลุกขึ้นจากเตียงตะปู
3. ห้ามเหยียบหรือกระโดดบนเตียงตะปูโดยไม่สวมใส่รองเท้าพื้นแข็งป้องกัน
4. ต้องสวมรองเท้าที่มีพื้นรองเท้าดีและห่อหุ้มเท้าทั้งหมด
5. ขนย้ายเตียงตะปูโดยให้ปลายตะปูหันออกนอกตัว
6. เก็บเตียงตะปูโดยหันด้านปลายตะปูเข้าหาผนัง

ฝากไว้ให้คุณ

ถ้ายังกล้าๆ กลัวๆ หรือไม่มั่นใจว่าจะรอดจากเตียงตะปูหรือไม่ ก็ทำเตียงตะปูขนาดเล็กแล้วใช้ลูกโป่งแทน ลองออกแบบการทดลองเองแล้วเขียนมาเล่าให้ชาวบ้านเขาฟังบ้างก็จะดีไม่น้อย แล้วพบกันตอนที่ 2



รูปที่ 7

สมนึก บุญพาไสว
กันยายน 2550