



ข้อสอบภาคปฏิบัติข้อที่ 1

การวัดแบบเทียบอ้างอิง

การวัดค่าปริมาณทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานสำคัญของวิชาฟิสิกส์ แต่การวัดค่าปริมาณสามารถทำได้จากการเทียบอ้างอิงจากวัตถุที่รู้ค่าปริมาณนั้นแล้วเป็นมาตรฐาน การวัดในลักษณะนี้สามารถใช้เครื่องมือวัดใดๆที่ให้ผลตอบสนองเชิงเส้นโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงรายละเอียดของปริมาณที่วัดและเครื่องมือมากนัก ในการทดลองนี้จะเป็นการวัดหาค่าปริมาณสองชนิดโดยอาศัยการเทียบเคียงจากวัตถุที่รู้ค่าปริมาณนั้นแล้ว ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าในลักษณะตัวเก็บประจุแบบแผ่นขนานที่มีท่อพลาสติกทำหน้าที่เหมือนสปริงคั่นอยู่ดังรูปที่ 1 ควบคู่ไปกับการแปลงค่าความจุไฟฟ้าเป็นสัญญาณความถี่ซึ่งจะให้ค่าความถี่ที่แปรผันค่อนข้างตรงกับระยะห่างระหว่างแผ่น

อุปกรณ์ที่จัดให้ (หมายเลขตามทีระบุในรูปที่ 1)

1. แผ่นทองแดงคู่ขนาน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุ และมีท่อพลาสติก 2 ท่อที่ทำหน้าที่เหมือนสปริงคั่นอยู่ (รูปที่ 1) พร้อมเสาพลาสติกสำหรับป้องกันไม่ให้แผ่นทั้งสองยุบตัวจนติดกัน
2. กล้องวงจรแปลงค่าความจุไฟฟ้าเป็นสัญญาณความถี่ พร้อมแบตเตอรี่ 9V ซึ่งมีสวิตช์ปิด-เปิดอยู่ด้านข้างกล่อง
3. มัลติมิเตอร์ (ใช้วัดเฉพาะความถี่ หน่วยเป็น kHz ดังรูปที่ 2)
4. แบตเตอรี่ 9V อีกหนึ่งก้อนที่รู้ค่ามวล
5. หัวน็อตที่มีมวลเท่าๆกันจำนวน 20 ตัว
6. แผ่นพลาสติกหนา 1.0 mm จำนวน 8 แผ่น

โจทย์การทดลอง

ให้ระบุหมายเลขบนแผ่นทองแดง และค่ามวลของแบตเตอรี่ 9V ในกระดาษคำตอบ

ตอนที่ 1 มวลของหัวน็อต

[4.5 คะแนน]

จงทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ค่ามวลเฉลี่ยของน็อตหนึ่งตัว โดยใช้วิธีการเขียนกราฟเพื่อเทียบเคียงอ้างอิงค่าจากมวลของแบตเตอรี่ 9V ที่กำหนดให้ พร้อมประมาณค่าความคลาดเคลื่อน

คำแนะนำ

ห้ามต่อแบตเตอรี่ 9V หรือแหล่งจ่ายไฟอื่นไปที่แผ่นทองแดงขณะทำการวัดความถี่ (หากมีความเสียหายเกิดขึ้นกับมิเตอร์นักเรียนอาจจะถูกพิจารณาตัดคะแนน)

- การต่อมัลติมิเตอร์เพื่อวัดความถี่จากตัวเก็บประจุให้ปรับหน้าปัทม์ไปที่ตำแหน่งดังรูปที่ 2
- ค่าความเก็บประจุจะถูกคำนวณได้จากไฟฟ้าสถิตจากร่างกายและสิ่งแวดล้อม จึงควรอยู่นิ่งหรืออยู่ห่างจากแผ่นเก็บประจุเมื่อทำการอ่านความถี่จากมิเตอร์

- ความถี่เริ่มต้น (พื้นหลัง) ของอุปกรณ์เมื่อยังไม่วางมวลวัตถุตกลงไปอาจเคลื่อนไปได้บ้างตามตำแหน่งในแนวนอนของคู่แผ่น
- ควรวางน็อตหรือแบตเตอรี่ไว้ด้านบนบริเวณกลางแผ่นทองแดงขณะทำการวัด

ตอนที่ 2 ค่าคงตัวสปริงของท่อพลาสติก

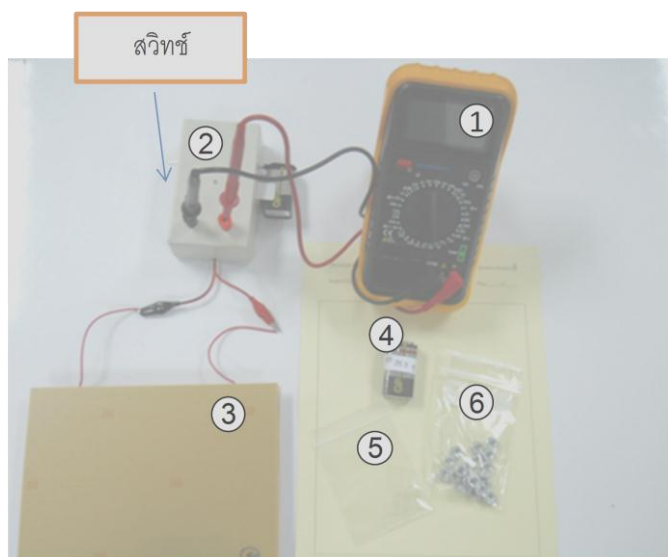
[5.5 คะแนน]

จงทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ประมาณค่าคงตัวสปริงของท่อพลาสติกหนึ่งท่อ พร้อมประมาณค่าความคลาดเคลื่อน

กำหนดให้ค่าความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วงที่ผิวโลกเป็น 9.81 m s^{-2}

คำแนะนำ

- ควรทำการทดลองโดยหาความถี่ที่เปลี่ยนไปเมื่อความหนาระหว่างแผ่นทองแดงทั้งคู่เปลี่ยนไป โดยซ้อนแผ่นพลาสติกที่รู้ความหนาเข้าไปรองที่แท่งพลาสติกที่เป็นเสาค้ำทั้งสองข้าง และใช้นิ้วกดให้แผ่นทองแดงแผ่นบนแนบกับเสารอง แล้วอ่านค่าเมื่อนิ่งแล้ว



รูปที่ 1



รูปที่ 2

ข้อสอบภาคปฏิบัติข้อที่ 2

ผลของมวลสปริงที่มีต่อความถี่ของการสั่น

วัตถุประสงค์

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาผลของมวลสปริงที่มีต่อความถี่ของการสั่น

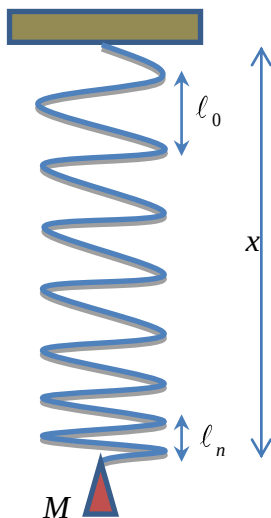
หลักการ

พิจารณาสปริงมวล m ที่มีค่าคงตัวสปริง k เมื่อนำสปริงมาแขวนในแนวดิ่งโดยมีมวล M แขวนที่ปลายสปริง ในกรณีที่มวล m มีค่าน้อยกว่ามวล M มากจนละทิ้งได้ เรามักกำหนดว่าเป็นสปริงเบา ไม่ต้องคำนึงถึงค่ามวลสปริง และความถี่ของการสั่นวิเคราะห์ได้เป็น $\omega_0 = 2\pi f_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$

หากมวลสปริงมีค่าน้อยกว่ามวลที่นำมาแขวนแต่ไม่ถึงขั้นที่จะละทิ้งได้ จะมีมวลยังผล (effective mass) ของสปริงที่มีบทบาทในการสั่นด้วย โดยค่าความถี่จะเป็น

$$\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{M + \beta_1 m}}, \quad \beta_1 < 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ซึ่ง $\beta_1 m$ คือค่ามวลยังผลของสปริง และ β_1 เป็นสัมประสิทธิ์ของมวลสปริงที่มีผลต่อความถี่ของการสั่น



จากรูป สปริงมวล m แขวนในแนวดิ่งมีมวล M แขวนที่ปลายล่าง การยืดของแต่ละขดสปริงจะไม่เท่ากัน แต่ผลรวมของระยะยืดยังคงเป็นไปตามกฎของฮุก (Hooke's law) ถ้าให้

x เป็นความยาวสปริง

λ_0 เป็นความหนาแน่นเชิงเส้น (linear density) หรือมวลสปริงต่อช่วงความยาวของสปริงส่วนบนสุด (ซึ่งมีระยะยืด ℓ_0)

λ_n เป็นมวลสปริงต่อช่วงความยาวของสปริงส่วนล่างสุด (ซึ่งมีระยะยืด ℓ_n)

และถ้าการเปลี่ยนแปลงระยะยืดของสปริงเป็นเชิงเส้น นั่นคือ $\frac{\lambda_0 + \lambda_n}{2} x = m$

จะพบว่าสัมประสิทธิ์ของมวลสปริงมีค่าเป็น

$$\beta_2 = \frac{\frac{1}{6}\lambda_0 + \frac{1}{2}\lambda_n}{\lambda_0 + \lambda_n} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ความสัมพันธ์ตามสมการนี้แสดงให้เห็นว่า β_2 มีค่าขึ้นกับมวลที่แขวนด้วย

วัสดุ อุปกรณ์

- สปริง (ค่ามวลกำหนดให้บนสปริง)
- มวลที่ใช้แขวน (ใช้คลิป ซึ่งแต่ละตัวมีมวล
- ไม้บรรทัด
- แผ่นไม้

=1.55 g)

- นาฬิกาจับเวลา
- ตลับเมตร

- เชือก
- กระดาษกราฟ
- เทปขาว

ให้เขียนหมายเลขสปริงและค่ามวลสปริงลงในกระดาษคำตอบด้วย

การทดลอง (ในการทดลองนี้ไม่ต้องวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน)

1. ให้แขวนสปริงในแนวตั้ง (วางแผ่นไม้บนเก้าอี้ที่วางบนโต๊ะ) ดังรูป ทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าผลรวมของระยะยืดยังคงเป็นไปตามกฎของฮุก (Hooke's law) และเขียนกราฟหาค่าคงตัวสปริง (กำหนดให้ค่า $g = 9.81 \text{ m/s}^2$) [3.3 คะแนน]
2. ใช้มวล (คลิป) แขนงปลายล่างของสปริง วัดความยาวสปริง x และระยะยืด ℓ_0, ℓ_n และหาคาบการสั่นสำหรับมวลค่าต่างๆ
3. ใช้ความสัมพันธ์ตามสมการ (1) เขียนกราฟเชิงเส้นที่เหมาะสมและคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของมวลยังผล (β_1) [4.1 คะแนน]
4. ใช้ความสัมพันธ์ตามสมการ (2) คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของมวลยังผล (β_2) สำหรับมวลค่าต่างๆ แล้วเขียนกราฟระหว่าง β_2 กับ $\frac{M}{m}$ [2.6 คะแนน]

