

ข้อสอบภาคปฏิบัติข้อที่ 1
การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิก สอว. ครั้งที่ 6

The Sixth POSN-Physics Olympiad

ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

5 พฤษภาคม 2550

คำแนะนำ

1. ให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ใช้เฉพาะด้านหน้ากระดาษที่แจกเท่านั้น
4. ให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียดบนกระดาษคำตอบที่ให้ ในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลข จะมีการพิจารณาความเหมาะสมของจำนวนเลขนัยสำคัญและหน่วยของข้อมูล
5. เขียนทุกสิ่งที่คิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทำและต้องการให้ตรวจลงบนกระดาษคำตอบ
6. ต้องใส่หมายเลขที่นั่งสอบ(A หรือ B ตามด้วยเลข 1-48) ของนักเรียนที่มูมบนขวาของกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษคำตอบทุกแผ่นที่ใช้ ห้ามเขียนชื่อตัวหรือชื่อศูนย์หรือรหัสอื่นใดของนักเรียนในกระดาษคำตอบใด ๆ โดยเด็ดขาด นอกจากนั้นบนกระดาษที่ใช้สำหรับคำถามแต่ละข้อ ให้เขียนเลขข้อคำถามและส่วนของข้อที่กำลังตอบที่ด้านบนกระดาษคำตอบแต่ละแผ่นที่ใช้ทุกแผ่นให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้หมดหรือไม่ต้องการให้ตรวจให้ขีดกากบาทตลอดหน้านั้นและไม่ต้องนับรวม
7. เมื่อทำเสร็จแล้วให้จัดเรียงกระดาษสรุปคำตอบไว้บนสุด ตามด้วยกระดาษที่แสดงวิธีทำกระดาษคำถาม กระดาษเปล่าที่เหลือไว้ล่างสุด เขียนกระดาษทั้งหมดเข้าด้วยกันและวางไว้บนโต๊ะสอบ

ห้ามนำกระดาษใด ๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด

ข้อสอบปฏิบัติการ ข้อที่ 1

[10 คะแนน] การใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นเทอร์มอมิเตอร์

ในปี ค.ศ. 1930 Samuel Ruben ประดิษฐ์เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) ซึ่งสร้างจากสารกึ่งตัวนำ ที่ความต้านทาน R เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ T ในหน่วยเคลวิน (K) ตามความสัมพันธ์ สมการ พารามิเตอร์ B

$$R = R_0 \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$$

เมื่อ R_0 คือ ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่อุณหภูมิ T_0 ในที่นี้กำหนดให้เท่ากับ 298 K

B คือ ค่าคงตัวสำหรับเทอร์มิสเตอร์แต่ละตัว

เราสามารถนำเทอร์มิสเตอร์มาใช้เป็นเทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิได้ เทอร์มิสเตอร์แบ่ง ออกเป็น 2 ประเภทตามสมบัติการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์คือ ประเภท PTC (Positive temperature coefficient) และ NTC (Negative temperature coefficient) ซึ่งค่าความต้านทาน จะเพิ่มขึ้นและลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

1. เทอร์มอมิเตอร์
2. ดิจิทัลมัลติมิเตอร์
3. เทอร์มิสเตอร์ประเภท NTC
4. น้ำร้อน
5. น้ำแข็ง
6. น้ำ
7. เกลือแกง
8. บีกเกอร์พร้อมแท่งสำหรับกวนสาร
9. กระดาษกราฟ
10. กระดาษกราฟกึ่งลอการิทึม (semi-log)
11. เทปขาว
12. ขาดังพร้อมที่จับ

คำสั่ง

1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของขีด 0 °C บนเทอร์มอมิเตอร์

ให้อุณหภูมิของน้ำแข็งสะอาดที่กำลังละลายเป็นน้ำ (มีน้ำแข็งผสมน้ำซึ่งควรจะมีอุณหภูมิคงที่) เป็น 0 °C ทำการวัดค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์มอมิเตอร์และวัดความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์สำหรับอุณหภูมิ 0 °C นี้ [1 คะแนน]

1.2 การทำ กราฟเทียบมาตรฐาน (calibration curve) ของเทอร์มิสเตอร์

หาความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในช่วงอุณหภูมิที่ทดลอง (0–60 °C) โดยใช้ส่วนผสมน้ำแข็งหรือน้ำอุ่น

ทำกราฟเทียบมาตรฐาน โดยการเขียนกราฟระหว่าง R กับ T ในหน่วยองศาเซลเซียส (°C) [3 คะแนน]

1.3 จาก $R = R_0 \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$ เมื่อ T เป็นอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน จงวิเคราะห์หาค่า B จากกราฟเส้นตรง [4 คะแนน]

1.4 ทดลองหาอุณหภูมิต่ำสุดของน้ำแข็งผสมเกลือ ด้วยเทอร์มิสเตอร์ โดยค่อยๆ กวนผสมน้ำแข็งกับเกลือ ในอัตราส่วนประมาณ 2:1 (จนกระทั่งน้ำแข็งละลายในน้ำเกลือเข้มข้นเต็มที่) [2 คะแนน]



ข้อสอบภาคปฏิบัติข้อที่ 2
การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน.ครั้งที่ 6

The Sixth POSN-Physics Olympiad

ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

5 พฤษภาคม 2550

คำแนะนำ

1. ให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ใช้เฉพาะด้านหน้ากระดาษที่แจกเท่านั้น
4. ให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียดบนกระดาษคำตอบที่ให้ ในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลข จะมีการพิจารณาความเหมาะสมของจำนวนเลขนัยสำคัญและหน่วยของข้อมูล
5. เขียนทุกสิ่งที่คุณคิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทำและต้องการให้ตรวจลงบนกระดาษคำตอบ
6. ต้องใส่หมายเลขที่นั่งสอบ(A หรือ B ตามด้วยเลข 1-48) ของนักเรียนที่มูมบนขวาของกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษคำตอบทุกแผ่นที่ใช้ ห้ามเขียนชื่อตัวหรือชื่อศูนย์หรือรหัสอื่นใดของนักเรียนในกระดาษคำตอบใด ๆ โดยเด็ดขาด นอกจากนั้นบนกระดาษที่ใช้สำหรับคำถามแต่ละข้อ ให้เขียนเลขข้อคำถามและส่วนของข้อที่กำลังตอบที่ด้านบนกระดาษคำตอบแต่ละแผ่นที่ใช้ทุกแผ่นให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้หมดหรือไม่ต้องการให้ตรวจให้ขีดกากบาทตลอดหน้านั้นและไม่ต้องนับรวม
7. เมื่อทำเสร็จแล้วให้จัดเรียงกระดาษสรุปคำตอบไว้บนสุด ตามด้วยกระดาษที่แสดงวิธีทำกระดาษคำถาม กระดาษเปล่าที่เหลือไว้ล่างสุด เย็บกระดาษทั้งหมดเข้าด้วยกันและวางไว้บนโต๊ะสอบ

ห้ามนำกระดาษใด ๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด

ข้อสอบปฏิบัติการ ข้อที่ 2

[10 คะแนน] การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

- 1) ขาค้าง 2 อัน และที่จับ
- 2) สปริง 1 อัน
- 3) คานเหล็ก 1 อัน ยาว 100.0 ± 0.2 เซนติเมตร
- 4) ดัมถ่วงขนาดใหญ่รวมตะขอมวล 500.0 ± 0.5 กรัม 1 อัน
และดัมถ่วงขนาดเล็กมวลอันละ 100.0 ± 0.3 กรัม 5 อัน
- 5) นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
- 6) กระดาษกราฟ 3 แผ่น
- 7) แกนเหล็กสำหรับทำจุดหมุน
- 8) ไม้บรรทัด 1 อัน

ตอนที่ 1 การหาค่าคงตัวของสปริง (k) ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

มวลที่แขวนกับสปริงในแนวดิ่งจะมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีคาบ T เท่ากับ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M + m_s}{k}}$$

เมื่อ M แทนค่ามวลที่แขวนที่ปลายสปริง m_s แทนมวลยังผลของสปริงและ k เป็นค่าคงตัวของสปริง

- 2.1) จงทดลองเพื่อหาค่า k จากการเคลื่อนที่ขึ้นลงแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลที่แขวนกับสปริง โดยให้แสดงข้อมูลทั้งหมดและการวิเคราะห์โดยกราฟ

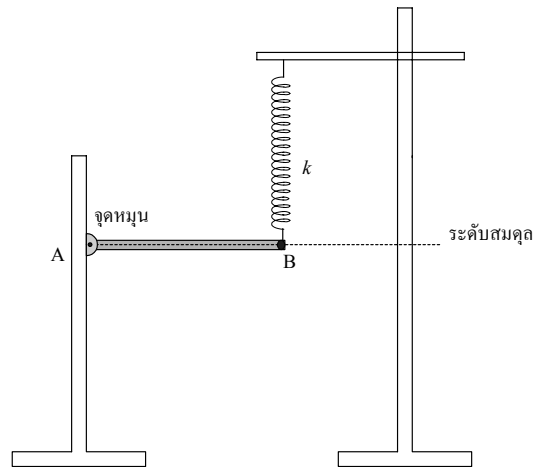
[5 คะแนน]

- 2.2) ใช้ข้อมูลจาก ข้อ 2.1) เพื่อคำนวณหามวลยังผลของสปริง m_s และวิจารณ์ความน่าเชื่อถือของค่าที่ได้

[1 คะแนน]

ตอนที่ 2 การสั่นของคานแบบแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

2.3) หากคานในแนวระดับแขวนข้างหนึ่งที่ปลายสปริง อีกปลายหนึ่งเป็นจุดหมุน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1

2.3.1) จงแสดงเชิงทฤษฎีว่าเมื่อปลาย B เคลื่อนที่ขึ้นลงเล็กน้อยในแนวดิ่งจากตำแหน่งสมดุล การเคลื่อนที่จะเป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยมีคาบเวลา T สำหรับคานมวล M และความยาว L ดังนี้

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{3k}}$$

(คำแนะนำ โมเมนต์ความเฉื่อย I ของคานยาวสม่ำเสมอรอบปลายข้างหนึ่ง มีค่า $I = \frac{1}{3}ML^2$)

[2 คะแนน]

2.3.2) จงทดลองหาการเคลื่อนที่ของปลาย B เพื่อนำไปใช้หาค่ามวลของคานเหล็ก

[2 คะแนน]