

ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1/2
แข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 4
(The Fourth POSN-Physics Olympiad : 4th POSN-PhO)
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา
วันที่ 9 พฤษภาคม 2548

คำสั่ง

1. ให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ใช้เฉพาะด้านหน้ากระดาษที่แจกให้เท่านั้น
4. ให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียดบนกระดาษคำตอบที่ให้ ในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลข จะมีการพิจารณาความเหมาะสมของจำนวนเลขนัยสำคัญ และ หน่วยของข้อมูล
5. เขียนทุกสิ่งที่คุณคิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทดลอง วิเคราะห์ บนกระดาษคำตอบ
6. ต้องใส่หมายเลขที่หั่งสอบ (A หรือ B ตามด้วยเลข 1-48) ของนักเรียนที่มมบขวของกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษคำตอบทุกแผ่นที่ใช้ และ ห้ามเขียนชื่อตัวหรือชื่อศูนย์หรือรหัสอื่นใดของนักเรียนในกระดาษคำตอบใด ๆ โดยเด็ดขาด นอกจากนั้นบนกระดาษที่ใช้ตอบคำถามแต่ละข้อ ให้เขียนข้อคำถามและส่วนของข้อที่กำลังตอบที่ด้านบนของกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษคำตอบแต่ละแผ่นที่ใช้ทุกแผ่นให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้ทดหรือไม่ต้องการให้ตรวจ ให้ขีดกากบาทตลอดหน้านั้น
7. เมื่อทำเสร็จแล้วให้จัดเรียง กระดาษสรุปคำตอบไว้บนสุด ตามด้วยกระดาษคำตอบหรือกระดาษกราฟที่ใช้ตามลำดับข้อพร้อมระบุหมายเลขหน้าด้วย กระดาษคำถาม กระดาษทด กระดาษที่ไม่ได้ใช้ และกระดาษกราฟที่เหลือทุกชิ้น ตามลำดับ

“ห้ามนำกระดาษใด ๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด”

[10 คะแนน] ตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนาน (Parallel Plate Capacitor)

อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

- o อลูมิเนียมฟอยล์ (ชนิดใช้ห่ออาหาร) 1 ม้วน
- o กระดาษกราฟ 2 แผ่น (ความหนาแน่นน้อยกว่า $100 \mu\text{m}$) แผ่นใส 1 แผ่น (ความหนาประมาณกระดาษกราฟ)
- o แผ่นโฟมขนาด A4 หนาประมาณ 5 ซม. 1 แผ่น
- o แก้อั๊กลมเพื่อใช้กดแผ่นโฟม
- o แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz
- o ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้ถึงระดับ μA)
- o ฟุตเหล็ก เครื่องคิดเลข เทปกาวยใส

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนานมีค่าความจุ $C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d} = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ โดยที่

$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ คือ ค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าของสุญญากาศ (Electric permittivity of free space)

ϵ_r เรียกว่า ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ของสารไดอิเล็กตริก (Relative permittivity)

κ เรียกว่า ค่าคงตัวไดอิเล็กตริก (Dielectric constant)

A และ d คือ ขนาดพื้นที่ของแผ่นคู่ขนาน และ ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ

ค่าความต้านทานจินตภาพของตัวเก็บประจุ (Capacitive Reactance) มีค่าเป็น

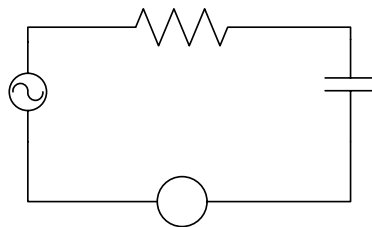
$$X_C = \frac{1}{\omega C} \text{ เมื่อ } \omega \text{ คือความถี่เชิงมุมของไฟฟ้ากระแสสลับ}$$

และกฎของโอห์มสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ ในกรณีนี้ คือ

$$V_{\text{RMS}} = I_{\text{RMS}} Z \text{ เมื่อ } Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \text{ เป็นค่าความต้านทานเชิงซ้อน}$$

ในกรณีที่ $X_C \gg R$ อาจจะประมาณได้ว่า $Z = X_C$

ในกรณีนี้การวัดค่า Z อาจทำได้โดยการวัดกระแสในวงจรดังรูป โดย R เป็นความต้านทานในวงจรจ่ายกำลังมีค่า 200Ω



หมายเหตุ

1. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ที่จัดให้มีความสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ การจะเปลี่ยนโหมดการวัดระหว่างกระแสตรงและกระแสสลับ ทำได้โดยกดปุ่ม [Select] สีเหลืองที่มุมบนซ้าย และ สังเกตคำว่า AC หรือ DC บนหน้าปัด
2. การทดลองนี้ โดยปกติจะใช้ลวดนิยมนีอิมโฟลล์ ประมาณ 3 – 5 ตารางฟุต
3. สำหรับตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนาน ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความจุ ดังนั้นควรมีแรงกดอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ตัวเก็บประจุราบเสมอกัน และ แรงควรจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง
4. ค่าศักย์ไฟฟ้าอาจเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้ ควรหมั่นตรวจสอบว่าค่าศักย์ไฟฟ้าระหว่างการทดลองคงที่หรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากผลการวัดไม่เป็นตามที่คาด

คำสั่ง

(ไม่ต้องการค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง)

1. [1.0 คะแนน]

จงสร้างตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนานโดยใช้กระดาษเป็นสารไดอิเล็กตริก ที่สามารถเปลี่ยนพื้นที่ (A) ได้
ให้เขียนแผนภาพแสดงลักษณะการวางลวดนิยมนีอิมโฟลล์และกระดาษ
อธิบายวิธีเปลี่ยนพื้นที่

2. [3.5 คะแนน]

จงทำการทดลองและแสดงข้อมูลการวัดที่จำเป็นด้วยอุปกรณ์ที่กำหนดให้และตัวเก็บประจุที่สร้างขึ้นในข้อ 1 อันจะนำไปสู่การหาความสัมพันธ์ของค่าความจุกับพื้นที่

3. [3.0 คะแนน]

จากผลการทดลองในข้อ 2. ให้แสดงการวิเคราะห์และการหาค่า $\frac{K\epsilon_0}{d}$ สำหรับกระดาษจากการทดลองดังกล่าว

4. [2.5 คะแนน]

จงทดลองหาค่า κ (Dielectric constant) ของแผ่นใสโดยประมาณ (นักเรียนอาจวัดเพียง 2-3 ข้อมูลและเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ไดจากการทดลองโดยใช้กระดาษ) และ กระดาษกราฟหนาเท่ากับแผ่นใส

ข้อสอบภาคปฏิบัติ 2/2
แข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 4
(The Fourth POSN-Physics Olympiad : 4th POSN-PhO)
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา
วันที่ 9 พฤษภาคม 2548

คำสั่ง

1. ให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ใช้เฉพาะด้านหน้ากระดาษที่แจกให้เท่านั้น
4. ให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียดบนกระดาษคำตอบที่ให้ ในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลข จะมีการพิจารณาความเหมาะสมของจำนวนเลขนัยสำคัญ และ หน่วยของข้อมูล
5. เขียนทุกสิ่งที่คุณคิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทดลอง วิเคราะห์ บนกระดาษคำตอบ
6. ต้องใส่หมายเลขที่หั่งสอบ (A หรือ B ตามด้วยเลข 1-48) ของนักเรียนที่มมบหนาวของกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษคำตอบทุกแผ่นที่ใช้ และ ห้ามเขียนชื่อตัวหรือชื่อศูนย์หรือรหัสอื่นใดของนักเรียนในกระดาษคำตอบใดๆ โดยเด็ดขาด นอกจากนั้นบนกระดาษที่ใช้ตอบคำถามแต่ละข้อ ให้เขียนข้อคำถามและส่วนของข้อที่กำลังตอบที่ด้านบนของกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษคำตอบแต่ละแผ่นที่ใช้ทุกแผ่นให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้ทดหรือไม่ต้องการให้ตรวจ ให้ขีดกากบาทตลอดหน้านั้น
7. เมื่อทำเสร็จแล้วให้จัดเรียง กระดาษสรุปคำตอบไว้บนสุด ตามด้วยกระดาษคำตอบหรือกระดาษกราฟที่ใช้ตามลำดับข้อพร้อมระบุหมายเลขหน้าด้วย กระดาษคำถาม กระดาษทด กระดาษที่ไม่ได้ใช้ และกระดาษกราฟที่เหลือๆ ให้ทุกชั้น ตามลำดับ

“ห้ามนำกระดาษใด ๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด”

[10 คะแนน] การวัดความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยการสะท้อนจากฟุตเหล็ก

อุปกรณ์

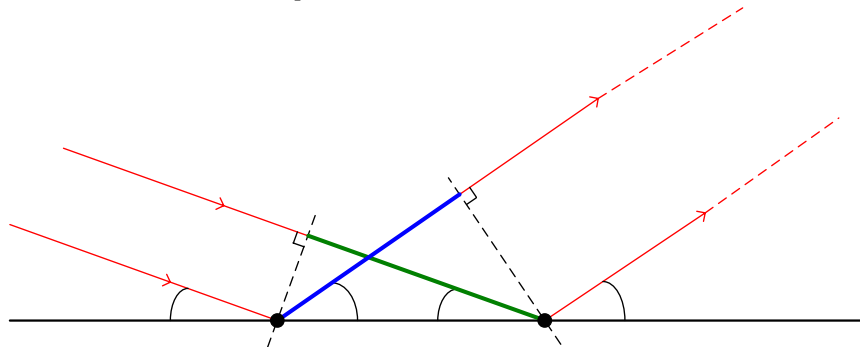
- o ปากกาเลเซอร์ 1 ด้าม
- o คลิปหนีบกระดาษตัวเล็ก 1 ตัว และ ตัวใหญ่ 1 ตัว สำหรับคิปลสวิตช์ปากกาและเป็นขาตั้ง
- o ฟุตเหล็ก
- o กระดาษกราฟ 3 แผ่น
- o เครื่องคิดเลข เทปกาวยใส

คำสั่ง

จงทำการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์จากปากกาเลเซอร์ที่ให้ โดยแสดงแผนภาพการจัดอุปกรณ์โดยละเอียด แสดงข้อมูลที่วัดโดยละเอียดพร้อมการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาวคลื่นด้วย ทั้งนี้ไม่ต้องวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อน

คำแนะนำ

การวัดความยาวคลื่น (λ) ของแสงเลเซอร์โดยใช้ไม้บรรทัดถูกทำเป็นครั้งแรกโดยนักฟิสิกส์รางวัลโนเบล *Arthur L. Schawlow* ในปี ค.ศ. 1965 ในการทดลองนี้นักเรียนใช้วิธีการแทรกสอดของแสงที่สะท้อนจากสเกลบนฟุตเหล็ก และหาความยาวคลื่นแสงจากการวิเคราะห์รูปแบบการแทรกสอดที่ฉก



รูปขยายบริเวณที่แสงเลเซอร์ตกบนสเกล 2 ตำแหน่งที่ห่างกันเป็นระยะ d

เมื่อใช้เงื่อนไขของการแทรกสอดแบบเสริมกัน ณ ตำแหน่งบนฉากจะได้ตำแหน่งสว่างลำดับต่างๆของการแทรกสอด

$$\text{จากรูป Path difference} = \delta_1 - \delta_2 = d \cos \theta - d \cos \phi = n\lambda$$

เมื่อ $n = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ คือ ลำดับของการแทรกสอด

หมายเหตุ

1. ห้ามขีดเขียนบนโต๊ะหรือผนังโดยเด็ดขาดหากต้องการทำเครื่องหมายที่ใดให้ใช้กระดาษกราฟติดรองไว้ก่อน
2. แสงเลเซอร์มีความเข้มสูง ระวังอย่าส่องเข้าตาโดยตรง
3. ถ่านที่มากับปากกาเลเซอร์สามารถใช้งานได้ในระยะเวลากำกัฏ ควรวางแผนใช้อย่างต่อเนื่อง ครั้งละไม่เกิน 5 นาที และ พักประมาณ 5 นาที จะใช้ได้ประมาณ 4 ครั้ง ควรวางแผนการทดลองให้รอบคอบก่อนเริ่มทดลอง
4. ฟุ่ดเหล็กอาจจะโค้งงอทำให้การวัดผิดพลาด การจะวัดให้แม่นยำ อาจจะต้องกดฟุ่ดเหล็กให้แนบสนิทกับพื้นโต๊ะ
5. การทดลองจะได้ผลดีเมื่อมุมตกกระทบของแสงเลเซอร์มีค่าน้อย