



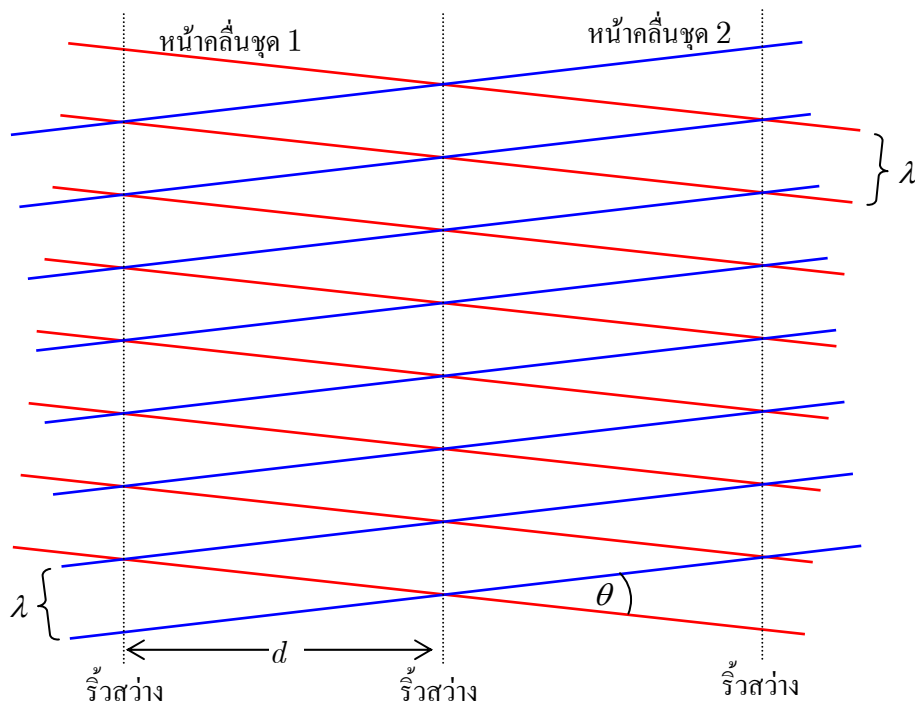
การแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิกแห่งประเทศไทย
ประจำปี พ.ศ. 2550 (สอบแข่งขันรอบที่ 2)

ข้อสอบวิชา ฟิสิกส์ (ภาคปฏิบัติกร)

สอบวันอาทิตย์ที่ 26 สิงหาคม 2550 เวลา 09.00 – 12.00 น.

คำสั่ง - ให้เขียนสรุปคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่ให้มา และแสดงวิธีทำโดยละเอียดในกระดาษ
เขียนตอบ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

เรื่องเกรตติงฮอโลแกรม (Holographic grating)



รูปข้างบนแทนคลื่นระนาบความยาวคลื่น λ สองขบวนแทรกสอดกันโดยหน้าคลื่นทำมุม θ กัน จะเกิด
ริ้วการแทรกสอดเป็นแถบมืด-สว่างขนานกัน โดยมีระยะระหว่างแถบสว่างสองแถบที่ติดกันเป็น d โดย

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)} \dots\dots\dots(1)$$

หรือ
$$\left(\frac{1}{d}\right) = \frac{1}{\lambda} \left[2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\right] \dots\dots\dots(2)$$

ดังนั้น ถ้าเราต้องการสร้างเกรตติงโฮโลแกรมจึงสามารถทำได้โดยจัดให้มีลำแสงขนานสองลำ ความยาวคลื่น λ เดียวกันทำมุม θ จะได้ระยะระหว่างช่องเกรตติง d ตามที่ต้องการได้

การทดลอง

ในการทดลองนี้จะใช้เส้นขนานกันแทนหน้าคลื่นระนาบ ให้ทำการทดลองโดยใช้หลักการข้างต้นเพื่อหาค่าระยะห่างระหว่างเส้นที่ติดกัน

อุปกรณ์ที่ให้มา

แผ่นกระดาษ (I) ที่มีเส้นขนานกันจำนวนมากพร้อมสเกลวัดมุม

แผ่นใสที่มีเส้นขนานกันจำนวนมากพร้อมสเกลวัดมุมที่เหมือนกับบนแผ่นกระดาษ (I) ทุกประการ

แผ่นกระดาษ A ที่มีเส้นขนานกันแต่มีระยะห่างระหว่างเส้นต่างจากของแผ่นกระดาษ (I)

กระดาษกราฟ

แผ่นโฟมสำหรับรองพร้อมเข็มหมุดสำหรับตรึงแผ่นกระดาษและ/หรือแผ่นใสบนแผ่นโฟม

ตอนที่ 1 การหาระยะห่างระหว่างเส้นขนานของแผ่นกระดาษ (I) (20 คะแนน)

1. ให้พิสูจน์สมการ (1) (4 คะแนน)
2. ช่องสเกลของการวัดมุมที่อยู่บนแผ่นกระดาษ (I) อ่านได้ละเอียดที่สุดเท่าใด (1 คะแนน)
3. ถ้าขนาด (ความหนา) ของเส้นบนสเกลวัดมุมเป็น 0.01 mm ให้วิเคราะห์หาความแม่นยำ/ความคลาดเคลื่อนในการวัดมุมจากสเกลนี้ ($\Delta\theta$) แล้วหาค่าเป็นตัวเลขด้วย (1 คะแนน)
4. ทำการทดลองโดยวางแผ่นใสทับบนกระดาษ ปรับมุมระหว่างแผ่นกระดาษกับแผ่นใส θ ให้ละเอียดที่สุดและปรับไปให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำการทดลองได้

ข้อแนะนำ ควรตรึงแผ่นกระดาษให้แนบกับโฟม และควรรีดแผ่นใสเพื่อให้มีที่ว่างระหว่างแผ่นกระดาษกับแผ่นใสให้น้อยที่สุดเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวัด

5. แต่ละค่ามุม θ ให้หาระยะห่างแถบสว่าง (d) โดยวัดระยะ (L) ของแถบจำนวนมาก (n) เพื่อนำค่ามาเฉลี่ย (5 คะแนน)
6. หาค่าความคลาดเคลื่อนของค่า d ทุกค่า (1 คะแนน)
7. หาค่าความคลาดเคลื่อนของ $\left(\frac{1}{d}\right)$ และ $2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ ในรูปของค่าเหล่านี้: $L, \theta, \Delta L, \Delta\theta$ และใช้ผลในข้อนี้เพื่อคำนวณ $\Delta\left(\frac{1}{d}\right)$ และ $\Delta\left[2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\right]$ ในตาราง (2 คะแนน)
8. เขียนกราฟระหว่าง $\left(\frac{1}{d}\right)$ และ $2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ เพื่อวิเคราะห์หาค่าระยะห่างเส้น λ_1 พร้อมทั้งวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน $\Delta\lambda_1$ อย่างละเอียด (6 คะแนน)

ตอนที่ 2 การหาระยะระหว่างเส้นขนานของแผ่น A (10 คะแนน)

แผ่น A นั้นมีระยะระหว่างเส้นเป็น λ_A ซึ่งต่างจาก λ_I ของแผ่น (I) เล็กน้อย

จงทำการทดลองเพื่อหา $\delta \equiv |\lambda_I - \lambda_A|$ และหาว่า λ_A มากกว่าหรือน้อยกว่า λ_I โดย:

9. วางแผ่นใสทาบบนแผ่น A โดยให้เส้นของทั้งสองแผ่นขนานกัน ($\theta = 0$) จะพบว่าเมื่อแถบมืด-สว่างเกิดขึ้นในแนวขนานกับเส้นของทั้งสองแผ่น หาระยะระหว่างแถบสว่าง 2 แถบที่ติดกัน (d) โดยวัดระยะ (L) ของแถบจำนวนมาก (n) เพื่อนำค่ามาเฉลี่ย (1 คะแนน)
10. หาค่า $\delta = |\lambda_I - \lambda_A|$ ในรูปของ λ_I และ d แล้วหาค่า δ ออกมาเป็นตัวเลข (4 คะแนน)
11. หาค่า $\Delta\delta$ ในรูปของ λ_I และ d แล้วหาค่า $\Delta\delta$ ออกมาเป็นตัวเลข (2 คะแนน)
12. ให้หมุนแผ่นใสไปบนแผ่นกระดาษแล้วสังเกตลักษณะของการเลื่อนไปของแถบมืด-สว่าง เพื่อสรุปว่า λ_A มากกว่าหรือน้อยกว่า λ_I (3 คะแนน)

คำสั่ง - ให้เขียนสรุปคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่ให้มี และแสดงวิธีทำโดยละเอียดในกระดาษเขียนตอบ
