

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ข้อสอบปลายภาค วิชา SC513116 : ทัศนศาสตร์
ปีการศึกษา 2562

วันที่ 6 – 7 เมษายน 2563

ชื่อ-สกุล _____ รหัสประจำตัว _____

คำสั่ง

1. ข้อสอบชุดนี้อุญาตให้นักศึกษาเปิดหนังสือหรือค้นคว้าจากแหล่งความรู้อื่นได้อย่างอิสระ **แต่ห้ามถามหรือปรึกษาบุคคลอื่นโดยเด็ดขาด** ไม่ว่าจะเป็นเพื่อนร่วมชั้น รุ่นพี่รุ่นน้อง ครอบครัว หรืออาจารย์ท่านอื่นท่านใด หากพบว่าไม่ได้ทำด้วยความสามารถของตนเองแล้วจะถูกปรับคะแนนเป็นศูนย์ทันที
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 14 หน้า จำนวน 13 ข้อ รวม 25 คะแนน
3. ให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียดและสามารถอ่านได้อย่างชัดเจน
4. นักศึกษาอาจจะเลือกเขียนคำตอบใส่ในกระดาษเปล่าหรือเขียนใส่ข้อสอบชุดนี้ก็ได้อีก (ปรินต์แล้วเขียน) เมื่อเขียนเสร็จแล้วให้ส่งด้วยวิธีการสแกนหรือถ่ายรูปโดยต้องอ่านทุกจุดได้อย่างชัดเจน และอนุญาตให้เขียนโดยมีรูปแบบไฟล์เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ (เขียนโดยใช้แอปพลิเคชันในแท็บเล็ตเป็นต้น) โดยเขียนชื่อสกุลตนเองพร้อมรหัสนักศึกษามาเป็นชื่อไฟล์ เช่น “Chakrit_Pongkitivanichkul_60302xxxx-x_OpticsFinal.pdf” แล้วส่งไปที่ระบบ e-learning ภายใน 9:00 วันที่ 7 เมษายน 2563

ข้อ 1

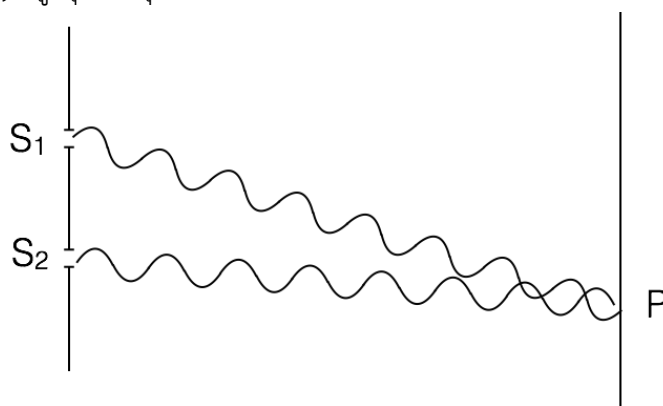
เมื่อให้แหล่งกำเนิดอาพันธ์ (coherent) ซึ่งมีสนามไฟฟ้าขนานกันและถูกอธิบายด้วย

$$E_1 = 3 \cos(ks_1 - \omega t) \text{ kV/m}$$

$$E_2 = 4 \cos(ks_2 - \omega t + \frac{\pi}{3}) \text{ kV/m}$$

กำหนดให้ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}}$ และ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ จงหา

- ค่าความเข้มของแต่ละคลื่นแสง
- ความเข้มสูงสุด/ต่ำสุดที่ปรากฏบนฉาก
- ค่าทัศนวิสัย (Visibility) สูงสุด/ต่ำสุด



ข้อ 2

ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์สามแหล่งที่มีทิศของสนามไฟฟ้าขนานกันซึ่งถูกอธิบายด้วย

$$E_1 = 3 \cos(ks_1 - \omega t) \text{ kV/m}$$

$$E_2 = 4 \cos(ks_2 - \omega t) \text{ kV/m}$$

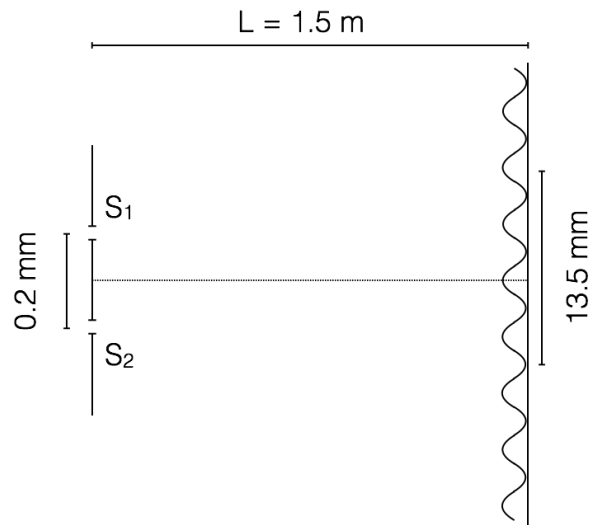
$$E_3 = 5 \cos(ks_3 - \omega t) \text{ kV/m}$$

จงหาอัตราส่วนของ $\frac{s_2 - s_1}{s_3 - s_2}$ ที่ทำให้ความเข้มแสงรวมของแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ทั้งสามมีค่าเท่ากับศูนย์

(คำแนะนำ: ใช้ฟังก์ชันเชิงซ้อนให้เป็นประโยชน์)

ข้อ 3

ในการทดลองสลิตคู่ของยัง ถ้าระยะห่างระหว่างสลิตคู่มีค่าเท่ากับ 0.2 mm โดยใช้แสงความยาวคลื่นเดียวและตั้งฉากห่างออกไป 1.5 m ดังภาพ ถ้าระยะห่างระหว่างแถบสว่างอันดับที่สองทางขวาและแถบมืดอันดับที่สองทางซ้ายห่างกัน 13.5 mm ดังภาพ จงหาความยาวคลื่นของแสงนี้



ข้อ 4

สลิตคู่อันหนึ่งถูกส่องสว่างด้วยแสงซึ่งประกอบไปด้วยสองความยาวคลื่น โดยเราทราบแค่ความยาวคลื่นหนึ่งซึ่งยาว 436 nm ถ้าบนฉากรมีตำแหน่งซึ่งมีความเข้มต่ำสุดอันดับที่สี่ของแสง 436 nm ซ้อนทับพอดีกับตำแหน่งความเข้มสูงสุดอันดับที่สามของแสงอีกสีหนึ่ง จงหาความยาวคลื่นที่ไม่ทราบค่า

ข้อ 5

ฟิล์มบางชนิดหนึ่งซึ่งมีดัชนีหักเห 1.38 ถูกเคลือบบนผิวแก้ว (แก้วมีดัชนีหักเห $n=1.5$) เพื่อป้องกันการสะท้อนแบบตั้งฉากของแสงที่มีความยาวคลื่น 580 nm (หมายความว่าแสงความยาวคลื่น 580 nm เมื่อตกอย่างตั้งฉากจะเกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง) ถ้าให้แสงขาวตกกระทบด้วยมุม 45° จงหาว่าแสงความยาวคลื่นใดจะมีการสะท้อนน้อยที่สุด

ข้อ 6

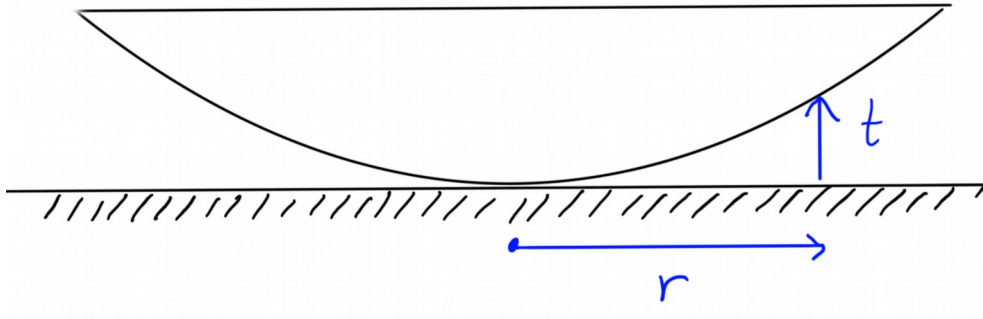
วงแหวนนิวตันถูกฉายด้วยแสงสองความยาวคลื่น ความยาวคลื่นหนึ่งมีค่าเท่ากับ 546 nm ถ้าแถบสว่างลำดับที่ 11 ของแสง 546 nm ซ้อนทับพอดีกับแถบสว่างลำดับที่ 10 ของแสงอีกความยาวคลื่นหนึ่ง จงหาความยาวคลื่นของแสงอีกสีหนึ่ง และรัศมีของวงสว่างที่ซ้อนทับกัน เมื่อให้เลนส์มีรัศมีความโค้ง 1 m

ข้อ 7

กำหนดให้เลนส์นูนแก้วราบมีผิวโค้งที่เมื่อนำไปคว่ำหน้าดังรูปแล้วจะเส้นโค้งจะอธิบายได้ด้วยสมการพาราโบลา

$$t = ar^2$$

จงหาค่าของรั้วสว่างของวงแหวนนิวตันเมื่อใช้แสงที่มีความยาวคลื่น λ ฉายลงไปบนเลนส์นี้



ข้อ 8

พิจารณาแสงไฟจากหลอดไฟคู่หน้ารถยนต์ซึ่งอยู่ห่างกัน 45 นิ้ว จงคำนวณหาระยะไกลสุดที่เราจะยังสามารถสังเกตเห็นแสงนี้เป็นหลอดไฟคู่จากรถยนต์ เมื่อกำหนดให้ในตอนกลางคืนรูม่านตาของมนุษย์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm และสมมติว่าแสงที่ออกมาจากหลอดไฟมีความยาวคลื่น 550 nm โดยเฉลี่ย

ข้อ 9

การเลี้ยวเบนจากสลิตคู่โดยใช้แสงสีเขียวความยาวคลื่น 546.1 nm สลิตแต่ละช่องมีความกว้าง 0.1 mm ปรากฏว่ารีร้อยการเลี้ยวเบนไม่มีแถบสว่างอันดับที่ 4 จงหาว่า

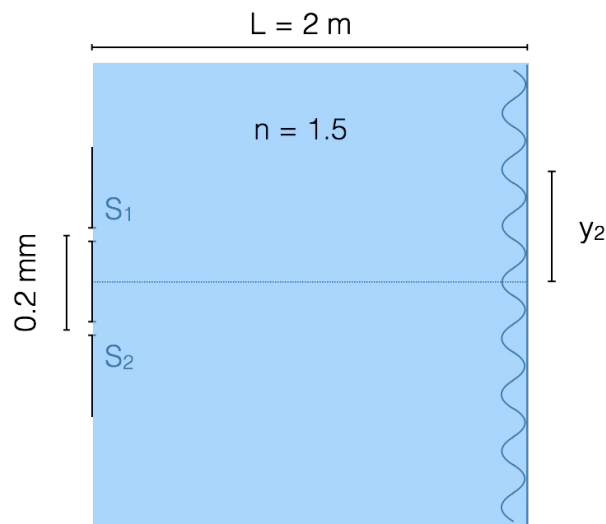
a) สลิตทั้งสองห่างกันเท่าใด

b) ความเข้มสัมพัทธ์ของแถบสว่างอันดับที่ 1, 2 และ 3 เมื่อเทียบกับค่าความสว่างสูงสุด

ข้อ 10

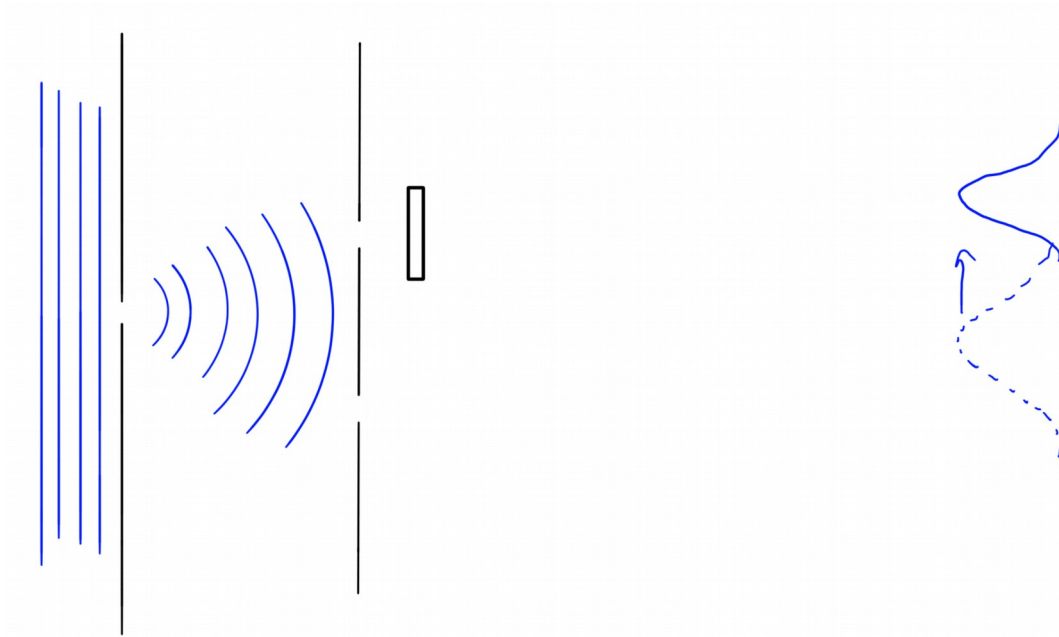
ในการทดลองสลิตคู่ของยังเพื่อทดสอบการแทรกสอดของแสง กำหนดให้ระยะระหว่างสลิตมีค่าเท่ากับ 0.2 mm และระยะห่างระหว่างสลิตและฉากมีค่าเท่ากับ 2 m จากการทดลองเราพบว่าริ้วรอยการแทรกสอดเกิดขึ้นบนฉากโดยที่ ตำแหน่งของแถบสว่างอันดับที่สองมีค่าเท่ากับ $y=10\text{ mm}$

จากนั้นเมื่อเติมก๊าซที่มีดัชนีหักเห 1.5 ลงไประหว่างสลิตกับฉาก จะทำให้ทางเดินเชิงแสงเปลี่ยนแปลงไปและมีริ้วรอยการแทรกสอดที่เปลี่ยนไป จงหาตำแหน่งของแถบมืดอันดับที่สองในริ้วรอยใหม่นี้



ข้อ 11

ในการทดลองสลิตคู่ของยัง โดยใช้แสงซึ่งมีความยาวคลื่น 500 nm ส่องผ่านสลิตคู่ เมื่อนำฟิล์มบางซึ่งมีค่าดัชนีหักเห $n = 1.2$ ไปกั้นที่รูหนึ่งแล้วเราพบว่า แล่บสว่างอันดับที่ศูนย์ถูกย้ายไปที่ตำแหน่งของแล่บสว่างอันดับที่สี่ จงหาว่าฟิล์มบางนี้หนาเท่าใด



ข้อ 12

ถ้านักศึกษาได้รับอุปกรณ์ต่อไปนี้

1. เลเซอร์ไม่ทราบความยาวคลื่น
2. เส้นลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง d
3. ตลับเมตร
4. ฉาก

จงออกแบบการทดลองซึ่งใช้หลักการทางทัศนศาสตร์ในการวัดเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์นี้ พร้อมทั้งวิธีคำนวณ

ข้อ 13.

ในเรื่องอุปสรรคเชิงแสงเราได้ทราบไปแล้วว่ากล้องจุลทรรศน์สามารถเกิดภาพที่ไม่ชัดได้จากสองสาเหตุคือ

1. ขนาดของรูที่ใหญ่เกินไปจะทำให้แสงจากจุดไปเกิดภาพได้หลายจุดบนฉาก
2. ขนาดรูที่เล็กเกินไปจะทำให้การเลี้ยวเบนเกิด Airy Disk ที่ใหญ่

ถ้าต้องการให้ภาพมีความคมชัดมากที่สุด จงหาค่าที่เหมาะสมของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิด โดยกำหนดให้แสงมีความยาวคลื่น λ ถ่ายภาพวัตถุซึ่งห่างออกไปเป็นระยะ S และระยะระหว่างช่องเปิดและฉากคือ L

