



การสอบแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิกแห่งประเทศไทย

ประจำปี พศ. 2546 สอบคัดเลือกรอบที่ 2

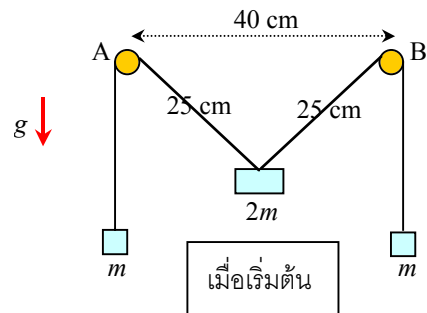
วิชาฟิสิกส์ ภาคทฤษฎี

สอบวันเสาร์ที่ 23 สิงหาคม 2546 เวลา 9.00-12.00 น.

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ให้เขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ให้เขียนคำตอบบนด้านเดียวของกระดาษ
4. ให้ใช้กระดาษแผ่นใหม่ทุกครั้งที่ทำข้อสอบข้อใหม่ อย่าทำข้อสอบเกิน 1 ข้อบนกระดาษแผ่นเดียวกัน

1. มวล $2m, m$ และ m ผูกติดกับเชือกเบาและคล้องผ่านรอก A และ B ดังรูปในขณะเริ่มต้นจากหยุดนิ่ง โดยจับมวล $2m$ หนึ่งไว้ ต่อมาปล่อยมวล $2m$ ให้เคลื่อนที่ได้อิสระ มวล $2m$ จะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง และมีความเร็วเป็นเท่าไรเมื่อเคลื่อนจากจุดเดิมไปแล้วเป็นระยะทาง 6 เซนติเมตร



2. คลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น λ_1 ความถี่เชิงมุม ω_1 เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นแสงอีกคลื่นหนึ่งที่มีความยาวคลื่น λ_2 ความถี่เชิงมุม ω_2 โดยที่ $\omega_1 \approx \omega_2$ และ $\omega_2 - \omega_1 \ll \omega_1$

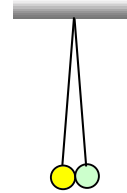
ก) จงพิสูจน์ว่าคลื่นรวมของคลื่นทั้งสองจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว $v_g = \frac{\Delta\omega}{\Delta k}$ เมื่อ $\Delta k = k_2 - k_1$ โดยที่

$$k_1 = 2\pi/\lambda_1 \text{ และ } k_2 = 2\pi/\lambda_2$$

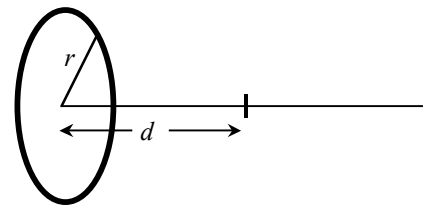
ข) จงคำนวณหาอัตราเร็วของคลื่นรวม v_g นี้ในขณะที่คลื่นทั้งสองเคลื่อนที่อยู่ในสุญญากาศ

ค) ถ้าคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่เข้าไปในตัวกลางพิเศษโดยที่คลื่นแรกเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางนี้ด้วยอัตราเร็ว c (โดยประมาณ) และคลื่นที่สองเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วปกติ c/n เมื่อ n เป็นค่าดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางนั้น จงคำนวณหาอัตราเร็วรวมของคลื่นทั้งสอง v_g ในตัวกลางนี้

3. ก) ลูกบอลขนาดเล็กสองลูกมีมวลและรัศมีเท่ากัน แต่ละลูกผูกติดกับเชือกยาว 20 เซนติเมตร แขนงลูกบอลทั้งสองในอากาศให้ลูกบอลสัมผัสกัน จากนั้นนำประจุ 4×10^{-7} คูลอมบ์มาให้กับลูกบอลทั้งสองแล้วทำให้เกิดการผลักกันและเชือกทั้งสองทำมุมกัน 60° จงหามวลของลูกบอลแต่ละลูก
- ข) ถ้าให้ลูกบอลทั้งสองจุ่มอยู่ในของเหลวชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกหรือค่า relative permittivity (ϵ/ϵ_0 เมื่อ ϵ_0, ϵ เป็น permittivity ของอากาศและของของเหลวตามลำดับ) เท่ากับ 2 พบว่ามุมระหว่างเส้นเชือกลดลงเป็น 50° จงหาความหนาแน่นของลูกบอลนี้



4. ก) วงแหวนรัศมี r เมตร มีประจุไฟฟ้า $+ \lambda$ คูลอมบ์ต่อเมตรตามความยาวบนเส้นรอบวงของวงแหวน จงแสดงวิธีที่จะหาว่าสนามไฟฟ้าที่จุด ๆ หนึ่งบนแกนผ่านศูนย์กลางของวงแหวนห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ d จะมีขนาดและทิศทางอย่างไร
- ข) หากไม่ใช้วิธีแรกหาค่าโดยละเอียด จงแสดงวิธีที่จะหาค่าโดยประมาณว่าจะทำได้อย่างไร



5. กำหนดว่าแหล่งกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าความถี่เชิงมุม ω และแอมมิเตอร์ A อ่านค่ากระแสยังผล (root mean square หรือ rms) ผ่าน L ได้เท่ากับ i จงหาค่าแอมพลิจูดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดในรูปของ R_1, R_2, L, i, ω และหาด้วยว่าพลังงานไฟฟ้าเสียไปเป็นพลังงานความร้อนในตัวต้านทาน R_2 ด้วยอัตราเท่าไร

