



ข้อสอบภาคทฤษฎี
แข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 5
ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
วันที่ 8 พฤษภาคม 2549 (08:00 - 12:00 น.)

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ โดยให้เวลาทำข้อสอบทั้งหมด 4 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ใช้เฉพาะด้านหน้ากระดาษที่แจกให้เท่านั้น
4. ให้ใช้กระดาษคำตอบสำหรับแสดงวิธีทำอย่างละเอียดและในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลข จะมีการพิจารณาความเหมาะสมของจำนวนเลขนัยสำคัญของข้อมูลที่ให้มาและหน่วยที่ตอบ
5. เขียนทุกสิ่งที่คิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทำ บนกระดาษคำตอบ
6. ต้องใส่หมายเลขรหัสประจำตัวสอบบนกระดาษคำตอบทุกแผ่นที่ใช้และห้ามเขียนชื่อ-สกุล หรือชื่อศูนย์หรือรหัสอื่นใดของนักเรียนในกระดาษคำตอบใด ๆ โดยเด็ดขาด
นอกจากนั้น ให้เขียนข้อคำถามและส่วนของข้อที่ กำลังตอบที่ด้านบนกระดาษที่ใช้ตอบ
คำถามแต่ละข้อให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้ทดหรือไม่ต้องการให้ตรวจ ให้ขีดกากบาท
ตลอดหน้านั้น
7. เมื่อทำเสร็จแล้ว ให้จัดเรียงกระดาษคำตอบที่ใช้ ตามลำดับข้อ พร้อมระบุหมายเลขหน้าด้วย
ตามด้วยกระดาษคำถาม แยกเป็นกองที่หนึ่ง
ส่วนกระดาษที่ขีด และกระดาษคำตอบที่ไม่ได้ใช้ ให้จัดเรียงและแยกเป็นกองที่สอง

“ ห้ามนำกระดาษใดๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด ”

กำหนดให้

อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) = 10 m/s^2

ความหนาแน่นของน้ำ = $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

ค่าความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล (P_a) = $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

ค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าของสุญญากาศ (ϵ_0) = $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$

มวลของอิเล็กตรอน (m_e) = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ขนาดประจุของอิเล็กตรอน (e) = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

อัตราเร็วแสงในสุญญากาศ (c) = $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$

นักเรียนอาจใช้ประโยชน์จากสูตรต่อไปนี้

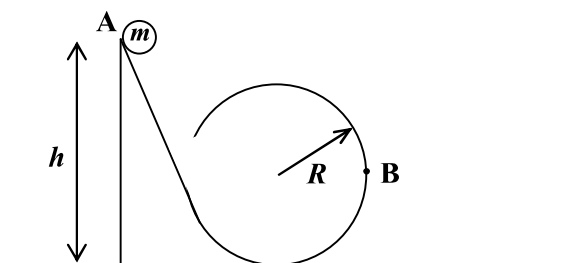
โมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกลมตัน $I = \frac{2}{5} mR^2$

โมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกระบอกตัน $I = \frac{1}{2} mR^2$

$(a+b)^n \sim a^n + na^{n-1}b$ เมื่อ $a \gg b$

ข้อที่ 1 จงทำโจทย์ข้อย่อยทั้งสามต่อไปนี้

- 1.1 เลนส์นูนและเลนส์เว้าขนาดความยาวโฟกัส f เท่ากัน วางห่างกันเป็นระยะ L จงหาเงื่อนไขของ L ที่ทำให้เลนส์ประกอบนี้มีสมบัติรวมแสงโดยให้แสงเข้าทางเลนส์นูนก่อน [1 คะแนน] และตำแหน่งโฟกัสของเลนส์ประกอบห่างจากเลนส์นูนเท่าใด (ให้ตอบในเทอมของ f และ L) [2 คะแนน]
- 1.2 ถ้าต้องการให้วัตถุทรงกระบอกตันกลิ้งจากหยุ่หนึ่งลงมาตามพื้นเอียงที่มีมุมเอียงเท่ากับ θ กับแนวระดับโดยไม่ไถล สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะต้องมีค่าอย่างไร [3 คะแนน]
- 1.3 กำหนดให้วัตถุทรงกลมตันรัศมี r มวล m เริ่มต้นกลิ้งจากจุด A ซึ่งอยู่สูงเป็นระยะ h ลงมาตามรางโดยไม่มีการไถล ที่ตอนปลายของรางมีลักษณะเป็นส่วนของวงกลมรัศมี R ดังรูป กำหนดให้ $r \ll R$



จงหาค่า h ที่น้อยที่สุดที่จะทำให้มวล m สามารถเคลื่อนที่ไปตามรางส่วนที่เป็นรูปวงกลมได้พอดี [2 คะแนน]
และ แรงปฏิกิริยา N ที่รางกระทำต่อมวล m ณ ตำแหน่ง B ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับจุดศูนย์กลางของวงกลม [2 คะแนน]

ข้อที่ 2 ในการหล่อเสาสะพานคอนกรีตข้ามแม่น้ำ วิธีการไล่น้ำออกจากบริเวณดังกล่าวทำได้โดยการหย่อน
ถังเหล็กรูปทรงกระบอกขนาดพื้นที่หน้าตัด 5.0 ตารางเมตร และสูง 8.0 เมตร ในลักษณะที่คว่ำถังลง
จากนั้นจึงดันอากาศเข้าไปในถังเพื่อไล่น้ำออกมา ในขณะที่หย่อนถังเหล็กจนถึงก้นแม่น้ำ พบว่า มี
น้ำไหลเข้าไปครึ่งหนึ่งของถัง

- (ก) จงคำนวณความลึกของแม่น้ำ [4 คะแนน]
- (ข) จะต้องเพิ่มอากาศเข้าไปในถังเป็นมวลอีกกี่เท่าของของเดิม จึงจะสามารถดันน้ำออกจากถังได้
ทั้งหมด [4 คะแนน]
- (ค) ถ้าต้องการให้ถังเปล่าที่คว่ำอยู่ที่ก้นแม่น้ำตามข้อ (ข) สามารถอยู่ได้โดยไม่ต้องช่วยกดไว้ ถัง
ดังกล่าวจะต้องมีมวลอย่างน้อยเท่าใด [2 คะแนน]

(กำหนดให้แม่น้ำมีอุณหภูมิและความหนาแน่นคงที่ตลอดความลึก)

ข้อที่ 3 ตามแนวคิดของทอมสัน อะตอมมีลักษณะทรงกลมรัศมี R มีประจุบวกขนาด Q กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ และมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบฝังอยู่ภายในทรงกลม และอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ภายในทรงกลมดังกล่าวโดยไม่มีแรงเสียดทาน

- (ก) สมมติให้อะตอมมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว และอิเล็กตรอนถูกตรึงให้อยู่กับที่เป็นระยะ x ห่างจากจุดศูนย์กลาง โดยที่ x มีค่าน้อยกว่ารัศมีของอะตอม เมื่อปล่อยอิเล็กตรอนเคลื่อนที่มันจะเคลื่อนที่ในลักษณะใด (ให้แสดงวิธีคำนวณประกอบคำอธิบาย) [2.5 คะแนน]
- (ข) สเปกตรัมเส้นสีแดงเส้นหนึ่งของอะตอมไฮโดรเจนมีขนาดความยาวคลื่น 656 นาโนเมตร ถ้าคิดว่าแสงเกิดจากการแผ่รังสีเนื่องจากการสั่นของอิเล็กตรอนในอะตอมของทอมสัน ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าว ทรงกลมประจุบวกของทอมสันจะต้องมีรัศมีเท่าใด [2.5 คะแนน]
- (ค) ในกรณีที่มิอิเล็กตรอน 2 ตัว จงหาตำแหน่งสมดุลของอิเล็กตรอนทั้งสอง [2.5 คะแนน]
- (ง) สมมติให้ขั้วอิเล็กตรอนทั้งสองตัวออกจากตำแหน่งสมดุลในทิศทางตรงกันข้ามกันด้วยขนาดการกระจัดน้อยๆ เท่ากัน เมื่อปล่อยอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ จงหาความถี่การสั่นของอิเล็กตรอน

[2.5 คะแนน]