

การสอบแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิกแห่งประเทศไทย

ประจำปี พ.ศ. 2549 สอบคัดเลือกรอบที่ 2

วิชาฟิสิกส์ ภาคทฤษฎี

สอบวันเสาร์ที่ 26 สิงหาคม 2549 เวลา 9.00-12.00 น.

คำสั่ง - ทำทุกข้อ

- แสดงวิธีทำอย่างเป็นระเบียบและละเอียด อย่าเขียนขยุกขยิก
- นำคำตอบที่ได้กรอกลงในกระดาษสรุปคำตอบที่นำมาให้ครบ

คำแนะนำ

ก. ในการตรวจให้คะแนนจะพิจารณาคำตอบในกระดาษสรุปคำตอบเป็นลำดับแรก และพิจารณาวิธีทำในกรณีที่ต้องการรายละเอียด

ข. ที่แสดงไว้ข้างล่างนี้ นักเรียนสามารถยกไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องแสดงที่มา

i) ความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงที่ผิว $g = \frac{GM}{R^2}$, G เป็นค่าคงที่ของการโน้มถ่วง, M เป็นมวล, R เป็นรัศมีของดาว

ii) สนามไฟฟ้าที่ระยะห่าง r จากจุดประจุ q คือ $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

iii) $\frac{dU}{dxV} = \frac{V \frac{d}{dx} U - U \frac{d}{dx} V}{V^2}$

$$\frac{d}{dx} \frac{x}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} = \frac{a^2 - 2x^2}{\sqrt{(x^2 + a^2)^5}}, \frac{d^2}{dx^2} \frac{x}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} = \frac{3x(2x^2 - 3a^2)}{\sqrt{(x^2 + a^2)^7}}$$

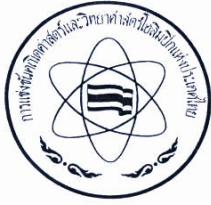
iv) $\frac{d}{dx} \arcsin f(x) = \frac{1}{\sqrt{1 - [f(x)]^2}} \frac{d}{dx} f(x)$

$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x, \frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$$

v) $\sin x \approx x$ เมื่อ x ในหน่วยเรเดียนมีค่าใกล้ศูนย์

ข้อ 1. ก. คนคนหนึ่งโคดไกลบนผิวโลกได้ไกลสุด 5 เมตร เขาควรวโคดได้ไกลสุดเท่าใดบนผิวดวงจันทร์ ทั้งนี้ให้ถือว่าเขาเป็นเสมือนโปรเจกไทล์ไร้แรงต้าน และกล้ามเนื้อของเขาทำงานบนผิวดวงจันทร์ได้ดีเท่าบนโลก และค่า g ที่ผิวดวงจันทร์มีค่าประมาณ $\frac{1}{6}$ ของค่าบนผิวโลก

ข. ดาวเทียมในวงโคจรกลมใกล้ผิวโลก (รัศมี $R = 6.378 \times 10^6$ เมตร) มีอัตราเร็ว $v = 7.9$ กิโลเมตร/วินาที ดาวเทียมจะต้องมีอัตราเร็วเท่าใด ถ้าหากโคจรใกล้ผิวอวกาศรัศมี 1 กิโลเมตร ที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับของโลก



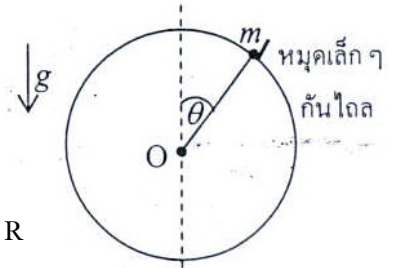
การสอบแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิกแห่งประเทศไทย

ประจำปี พ.ศ. 2549 สอบคัดเลือกรอบที่ 2

วิชาฟิสิกส์ ภาคทฤษฎี

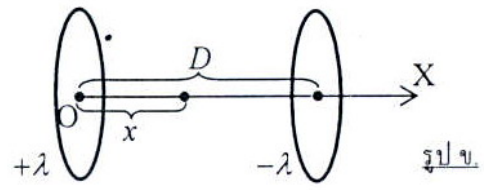
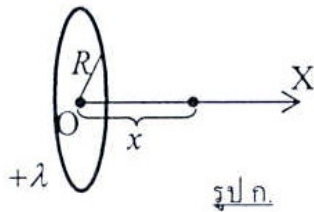
สอบวันเสาร์ที่ 26 สิงหาคม 2549 เวลา 9.00-12.00 น.

ข้อ 2. ล้อทรงกระบอกตันมวล M รัศมี R สามารถหมุนได้คล่องรอบแกนระดับผ่านจุด O มวลเล็ก ๆ m วางอยู่ด้านซ้ายของหมุดกันไถล ระบบถูกปล่อยจากหยุดนิ่งเมื่อ m อยู่ใกล้ ๆ แนวตั้ง, ทางด้านขวามือของแนวตั้ง จงวิเคราะห์หาปริมาณต่อไปนี้:



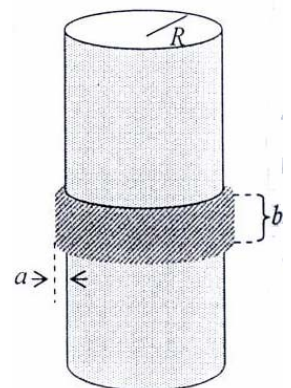
- อัตราเร็วเชิงมุมของล้อในรูปของ θ, m, M, g, R
- แรงปฏิกิริยาที่ผิวล้อกระทำต่อ m ในรูปของ θ, m, M, g, R
- ค่าของมุม θ ที่จังหวะที่ m หลุดจากผิวล้อในรูปของ m, M
- ณ จุดที่ m กำลังหลุดจากผิวล้อนั้น ความเร็วของ m มีขนาดเท่าใดในรูปของ m, M, g, R

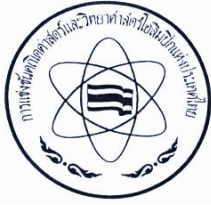
ข้อ 3.



- (พิจารณารูป ก.) วงลวดรูปวงกลมรัศมี R หนึ่งวง มีประจุบวกกระจายสม่ำเสมอตลอดวงเส้นลวดด้วยความหนาแน่นเชิงเส้นเท่ากับ λ คูლობ์ต่อเมตร ระบายของวงลวดตั้งฉากกับแกน OX จงใช้กฎของคูლობ์ในรูป $f = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ วิเคราะห์หาค่าสนามไฟฟ้า $E(x)$ ที่จุด x ใด ๆ ในรูปของ $\lambda, \epsilon_0, R, x$ และสเก็ตกราฟของ $E(x)$
- (พิจารณารูป ข.) คราวนี้มีวงลวดแบบข้อ ก. อยู่ 2 วง อีกวงหนึ่งมีประจุลบ จงวิเคราะห์หาขนาดของสนามไฟฟ้า $E(x)$ ในรูปของ $\lambda, \epsilon_0, R, D, x$ และสเก็ตกราฟของ $E(x)$
- จากผลของข้อ ข จงหาค่า D ในรูปของ R ว่า D ควรเป็นเท่าใดจึงจะทำให้ $E(x)$ มีขนาดค่อนข้างคงที่ในบริเวณระหว่างขดลวดและมีขนาดโตด้วย $[D = \infty$ ใช้ไม่ได้] ให้เหตุผลสั้น ๆ สำหรับเงื่อนไขที่ใช้เพื่อหาค่า D

ข้อ 4. วงแหวนโลหะรัศมีในเท่ากับ R หนา a กว้าง b ที่อุณหภูมิ T_1 สวมท่อโลหะชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิ T_0 ซึ่งน้อยกว่า T_1 ได้พอดี ต่อมาวงแหวนเย็นลงจนอุณหภูมิเท่ากับ T_0 ของท่อโลหะ จงวิเคราะห์หาปริมาณต่อไปนี้: (กำหนดให้สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงเส้นของโลหะเป็น α ค่ามอดูลัสของยังของเนื้อแหวนเป็น Y สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างผิวแหวนกับผิวท่อเป็น μ)





การสอบแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิกแห่งประเทศไทย

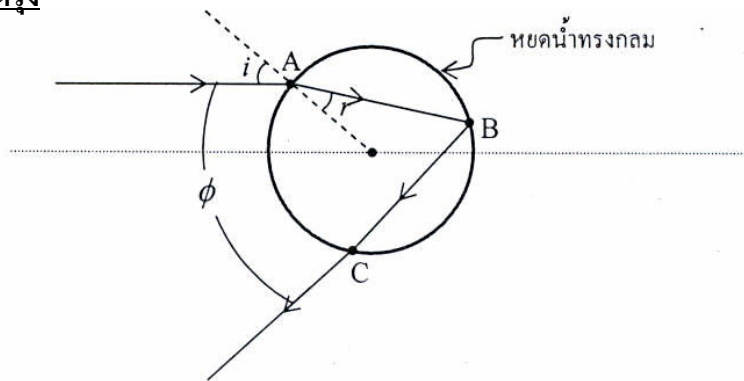
ประจำปี พ.ศ. 2549 สอบคัดเลือกรอบที่ 2

วิชาฟิสิกส์ ภาคทฤษฎี

สอบวันเสาร์ที่ 26 สิงหาคม 2549 เวลา 9.00-12.00 น.

- ก. แรงตึงในเนื้อของวงแหวนในแนวเส้นรอบวง
- ข. แรงปฏิกิริยาที่ท่อกระทำต้งฉากต่อผิวด้านในของวงแหวนต่อหน่วยความยาวของเส้นรอบวงแหวน
- ค. ถ้าเรารูดวงแหวนออกจากท่อ จะต้องใช้แรงอย่างน้อยเท่าใด

ข้อ 5 การเกิดรุ้ง



พิจารณาแสงเข้าที่จุด A แสงบางส่วนหักเหไปสู่ B และบางส่วนที่ B สะท้อนไปที่ C ซึ่งบางส่วนที่ C หักเหออกจากหยดน้ำ μ เป็นค่าดัชนีหักเหของน้ำ จงวิเคราะห์ปริมาณต่อไปนี้ :

- ก. หาค่ามุม ϕ ในรูปของ i และ r
- ข. เขียน r ในรูปของ i และ μ
- ค. เขียน ϕ ในรูปของ i กับ μ เท่านั้น
- ง. จงหาค่าที่โตที่สุดของ ϕ (ซึ่ง ϕ โตที่สุดเมื่อ $\frac{d}{di}\phi = 0$)
- จ. จงใส่ค่า $\mu = \frac{4}{3}$ แล้วหาค่า i ที่ทำให้ ϕ โตสุดว่า i มีค่ากี่องศา
- ฉ. ค่า ϕ ที่โตที่สุดนี้มีค่ากี่องศา

ข้อสังเกต แสงส่วนใหญ่ที่พุ่งเข้าหยดน้ำและออกที่ C นั้นออกมาด้วยมุม ϕ โตที่สุดนี้

- ช. ผู้สังเกตควรวัดมุม \widehat{MON} ได้ค่ากี่องศา

