

ข้อสอบภาคทฤษฎี
สอบวันที่ 19 เมษายน 2545

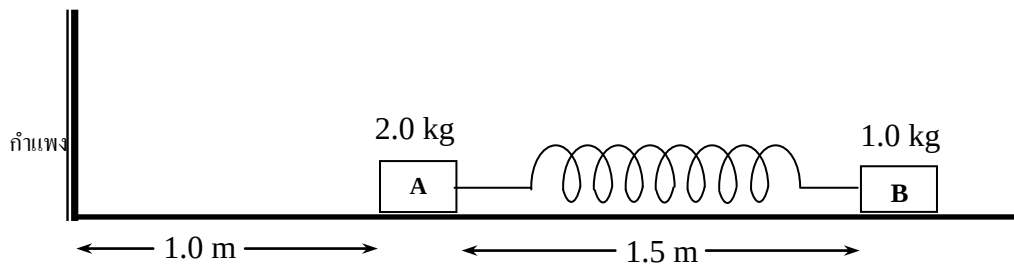
เวลา 9.00 - 12.00น.

ศูนย์โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

ข้อ 1 (10 คะแนน)

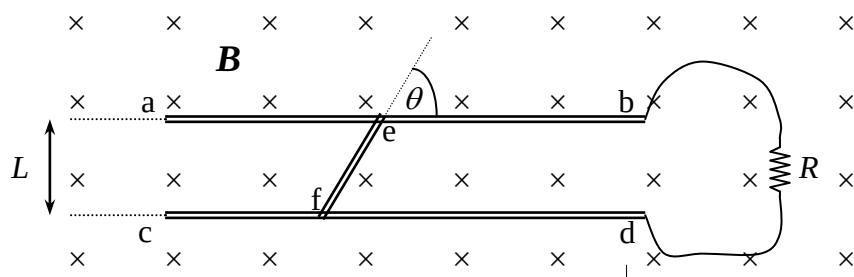
1.1 (2 คะแนน)

มวล A และ B ยึดติดกับปลายแต่ละข้างของสปริง ซึ่งสปริงมีมวลน้อยมาก ถูกปล่อยให้เคลื่อนที่บนพื้นลื่น ขณะที่มวล A อยู่ห่างจากกำแพง 1.0 เมตร สปริงจะมีความยาว 1.5 เมตร ณ เวลาหนึ่งขณะที่สปริงหดสั้นลงเหลือความยาว 1.2 เมตร จงหามวล A จะอยู่ห่างจากกำแพงเท่าใด



1.2 (2 คะแนน)

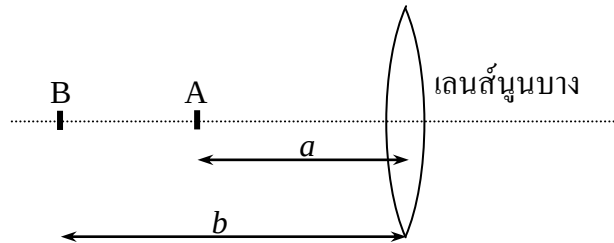
- ab และ cd เป็นลวดตัวนำผิวเรียบวางขนานกันและห่างกัน L ปลาย b และ d ต่อ
คร่อมตัวต้านทาน R มีสนามแม่เหล็ก B ทิศพุ่งเข้าตั้งฉากกับระนาบ abcd มีลวดตัวนำ
ef มวล M ถูกบังคับให้เลื่อนไถลโดยไม่มีแรงเสียดทาน ไปบนรางคู่ โดยทำมุม θ กับ
รางคู่ตลอดเวลา ณ เวลา $t = 0$ ลวดตัวนำนี้กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ด้วยความเร็ว v_0
- จงหา emf (แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ) ตอนตั้งต้น (ที่เวลา $t = 0$) (0.5 คะแนน)
 - จงหาความเร็ว v ของลวดตัวนำที่เวลา t ใด ๆ ต่อมา (1.5 คะแนน)



หมายเหตุ $\int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C$

1.3 (2 คะแนน)

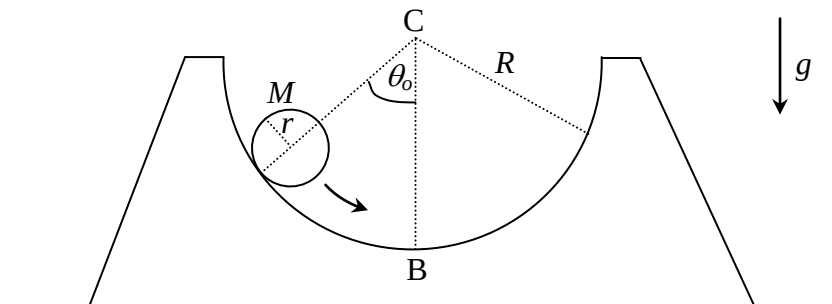
เมื่อเอาวัตถุวางไว้ที่ตำแหน่ง A หน้าเลนส์นูนบางอันหนึ่ง พบว่าขนาดของภาพเสมือนมีขนาดเท่ากับขนาดของภาพจริงที่ได้ เมื่อเอาวัตถุวางไว้ที่ตำแหน่ง B จงหาสูตรสำหรับความยาวโฟกัส (f) ของเลนส์นูนนี้ ในเทอมของ a และ b



1.4 (2 คะแนน)

ทรงกลมตันมวล M และรัศมี r เริ่มกลิ้งจากสภาพนิ่งโดยไม่มีการไถลลงมาจากตำแหน่งตั้งต้นที่ทำมุม θ_0 กับแนวตั้ง สู่ด้านล่าง (B) ของอ่างทรงกลมที่มีรัศมีภายใน R จงหาสูตรสำหรับอัตราเร็วเชิงมุมสูงสุดของทรงกลม M รอบแกนที่ผ่านศูนย์กลางมวลของมวลของมัน

กำหนดให้ : โมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกลมตัน รอบแกนที่ผ่านศูนย์กลางมวล มีค่าเท่ากับ $\frac{2}{5}Mr^2$.

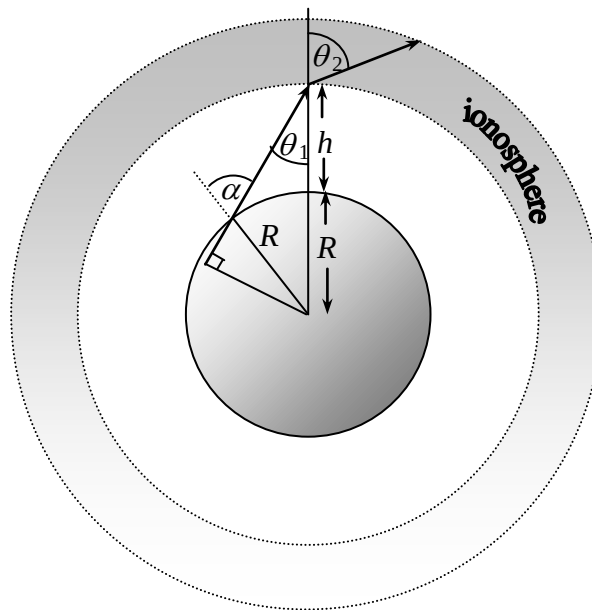


1.5 (2 คะแนน)

กรณีหักเหของคลื่นวิทยุในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ

$$n_{\text{ionosphere}} = \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{A}}$$

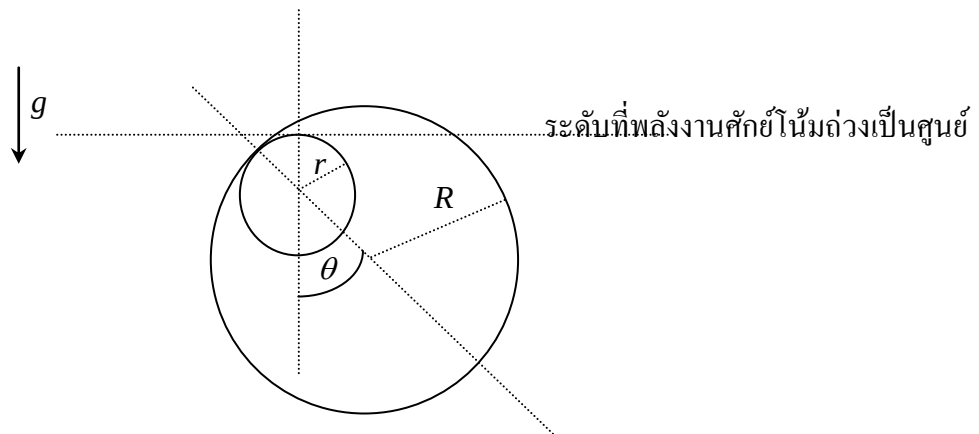
โดยที่ A เป็นค่าคงตัว และ λ เป็นความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุ สมมติว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีขอบด้านล่างที่คมชัดที่ความสูง h เหนือผิวโลก



พิจารณาคลื่นที่ออกจากผิวโลก โดยที่ทำมุม α เทียบกับแนวตั้ง ณ จุดที่ออกดังที่แสดงในรูป ให้ θ_1 เป็นมุมตกกระทบที่คลื่นนี้ทำกับขอบด้านล่างของไอโอโนสเฟียร์ จงหาความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดของคลื่นวิทยุที่สามารถสะท้อนกลับหมดจากไอโอโนสเฟียร์ได้ เมื่อคลื่นนั้นถูกส่งจากผิวโลก ที่ทำมุม α เทียบกับแนวตั้ง เราเรียกความยาวคลื่นนี้ว่า ความยาวคลื่นสุด ๆ (ฮาๆๆๆ)

ข้อ 2. (10 คะแนน)

แท่งทรงกระบอกรัศมี r ถูกยึดติดไว้กับกำแพงตั้ง มีวงแหวนบางมวล M รัศมี R ($R > r$) คล่องบนแท่งทรงกระบอกอีกที วงแหวนนี้สามารถแกว่งในระนาบตั้งได้โดยไม่ไถล จงหาปริมาณต่อไปนี้ (พร้อมวิธีทำ แสดงให้เห็นว่าได้คำตอบอย่างไร)



- พลังงานศักย์ของวงแหวน (1 คะแนน)
- พลังงานจลน์ของวงแหวน (2 คะแนน)
- ความเร่งเชิงมุม $\frac{d^2\theta}{dt^2}$ (4 คะแนน)

(แนะนำ นักเรียนสามารถหาคำตอบนี้ได้โดยการหาอนุพันธ์ของพลังงานกลทั้งหมดของระบบเทียบกับเวลาหรือการใช้สมการทอร์กรอบจุดหมุนที่เหมาะสม)

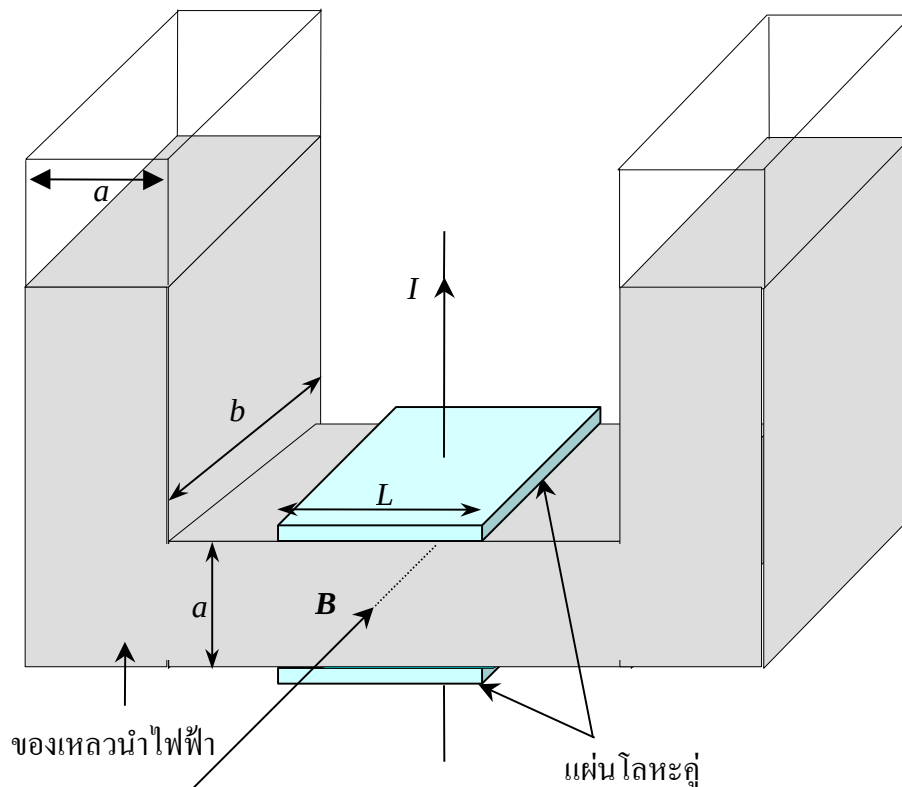
- ความถี่ของการสั่นด้วยแอมพลิจูดน้อย ๆ (2 คะแนน)
- จากผลที่ได้มาจงหาความถี่ของการสั่นน้อย ๆ ในกรณีที่แท่งทรงกระบอกมีขนาดเล็กจนมีขนาดเท่ากับเข็ม (1 คะแนน)

[แนะนำ : สมการ $\frac{d^2x}{dt^2} = -k^2x$ มีคำตอบอยู่ในรูปของ $x(t) = A\sin(kt + B)$]

[กำหนดให้: ทฤษฎีแกนขนาน : $I = I_{cm} + mb^2$, โดยที่ b เป็นระยะทางระหว่างแกนที่ขนานกับแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล.]

ข้อ 3. (10 คะแนน)

จากภาพข้างล่าง ซึ่งไม่ตรงกับสัดส่วนจริง แสดงท่อที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดภายใน เป็น a และ b ท่อนี้สร้างจากวัสดุที่เป็นฉนวน บรรจุของเหลวความหนาแน่น D และมีสภาพนำไฟฟ้าเป็น σ โดยในช่วงความยาว L ของท่อตรงกลางผนังด้านบนและด้านล่างทำด้วยโลหะทำให้สามารถส่งกระแสไฟฟ้า I ผ่านทะลุของเหลวได้ มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด B ในทิศพุ่งตั้งฉากเข้าไปในระนาบของกระดาด ในบริเวณระหว่างแผ่นโลหะคู่



- ในกรณีที่มีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่าน ทิศดังรูป จงหาว่าระดับของเหลวในท่อด้านขวามือ จะเคลื่อนที่ลงมาหรือเลื่อนขึ้นจากระดับเดิม เทียบกับตอนที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าอธิบายว่าได้คำตอบนั้นมาอย่างไร (3 คะแนน)
- จงหาสูตรสำหรับผลต่างระดับความสูงของของเหลวในท่อด้านซ้ายและด้านขวา , h , ในรูปของ I, B, D, b และ g . (4 คะแนน)

- c. จงหาสูตรสำหรับพลังงานที่สูญเสียไปเป็นความร้อนต่อหนึ่งหน่วยเวลาในของเหลว เมื่อระดับของเหลวในท่อสองข้างต่างกัน h จงคำนวณปริมาณความร้อนที่สูญเสียในของเหลวต่อหนึ่งหน่วยเวลาเมื่อ $a = b = 1.0$ cm, $L = 10$ cm, $h = 1.0$ cm, $B = 1.0$ T, $D = 1.2 \times 10^3$ kg/m³. และของเหลวเป็นสารละลายที่มีสภาพนำไฟฟ้า $\sigma = 1.0$ $\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ ใช้ $g = 9.8$ m/s². (3 คะแนน)

หมายเหตุ สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า
