การอบรมโครงการโอลิมปิกวิชาการ สอวน. วิชาฟิสิกส์ ค่าย 2 /2568-2569

การสอบปลายค่ายสอง ศูนย์ฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

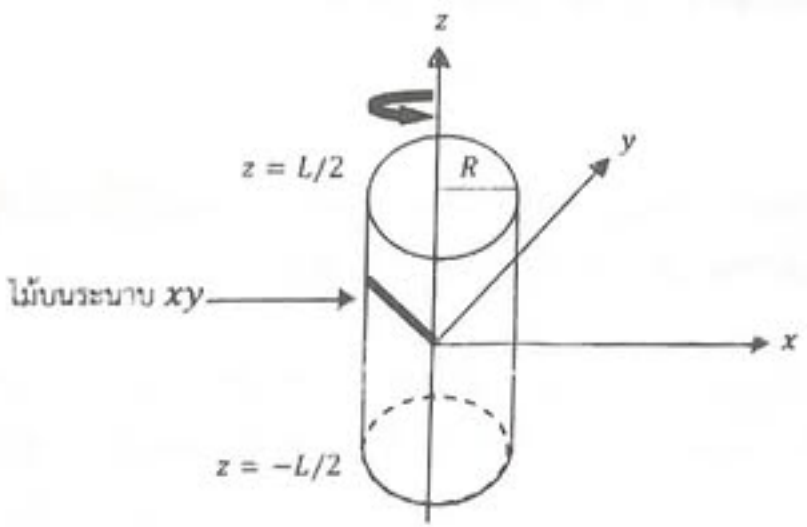
วิชาฟิสิกส์ ภาคทฤษฎี วันอังคารที่ 3 มีนาคม 2569

อ.ดร.อุชุพล เรืองศรี เวลาสอบ 90 นาที

คำชี้แจง ข้อสอบมี 4 ข้อ

ข้อ 1) (30 คะแนน)

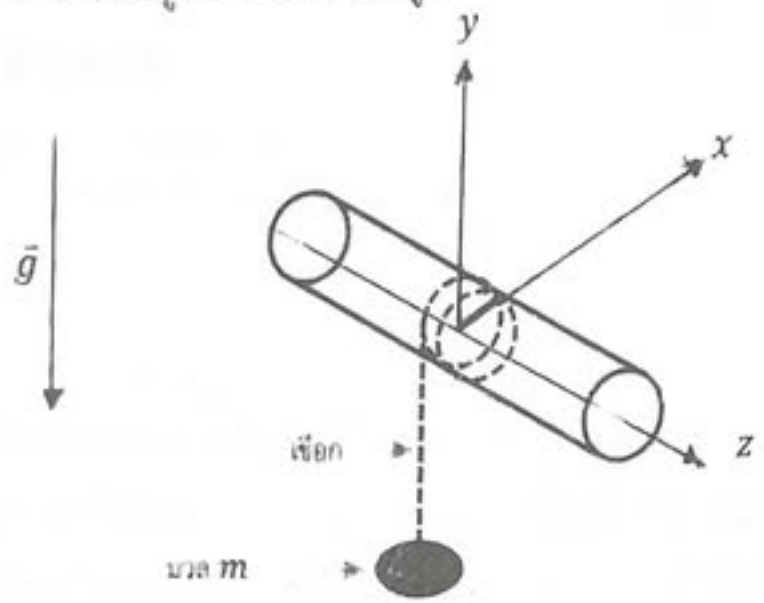
1.1) ทรงกระบอกกรวงที่มีปลายเปิดทั้งสองข้างอันหนึ่งทำด้วย**ฉนวน** มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงกลมที่มีรัศมี R และมีความยาว L ทรงกระบอกนี้มีมวล M และประจุ Q โดยที่ความหนาแน่นของประจุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีค่า**สม่ำเสมอเท่ากันทุกที่** ทรงกระบอกนี้ถูกยึดไว้กับแกน z โดยไม้เล็กๆไม่ให้เคลื่อนที่แต่สามารถหมุนได้อย่างอิสระรอบแกน z ดังรูป เมื่อหมุนทรงกระบอกนี้รอบแกน z โดยมีความเร็วเชิงมุมเป็น ωk **จงหาค่าของ $\vec{B}$ ที่ตำแหน่งต่างๆบนแกน z**



1.2) ประมาณว่า L มีค่ามากกว่า R มากๆ จงคำนวณ $\vec{B}$ ที่ตำแหน่ง $(0,0,0)$ (จุดศูนย์กลางของทรงกระบอก)

หลังจากนี้ให้ประมาณว่า L มีค่ามากกว่า R มากๆ และที่เวลาใดๆ สนามแม่เหล็กภายในปริมาตรของทรงกระบอกมีค่าเท่ากันในทุกๆที่และมีค่าเท่ากับค่าที่จุดศูนย์กลางของทรงกระบอก

1.3) นำทรงกระบอกนี้มาผูกกับมวล m ในแนวดิ่งโดยเชือกที่มีมวลน้อยมากภายใต้แรงโน้มถ่วงโดยที่ $\vec{g} = -g\hat{j}$ (g มีค่าเป็นบวก) (ระนาบ xz อยู่ในแนวระดับ) ดังรูป



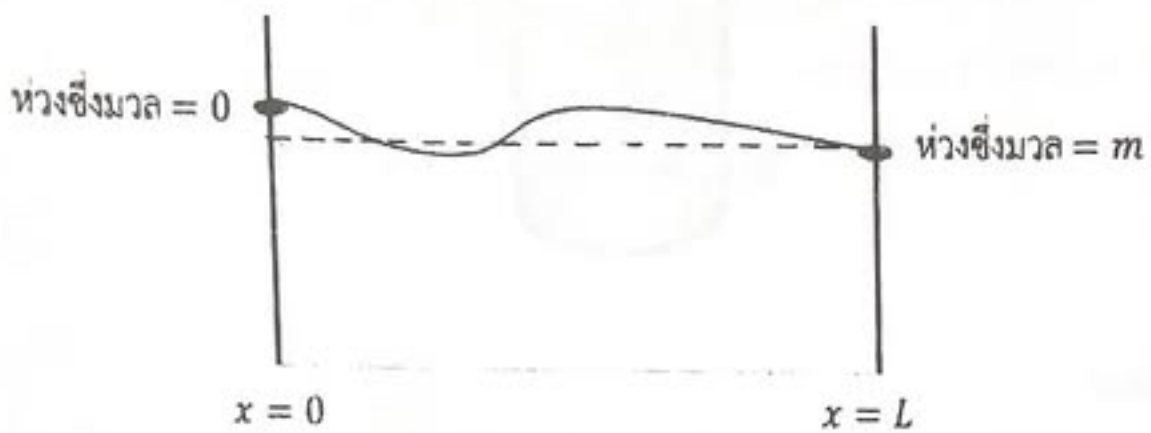
จงหาความเร่งของมวล m (ในข้อนี้ให้สมมติว่าการเปลี่ยนแปลงของระบบเป็นไปอย่างช้าๆและเราสามารถใช้กฎของแอมแปร์ (Ampere's law) และกฎของบิโอต์-ซาวาร์ (Biot-Savart law) ได้)

ข้อ 2) (30 คะแนน)

เชือกเส้นหนึ่งถูกผูกไว้ระหว่างเสาสองเสาที่ไม่มีแรงเสียดทานโดยห่าง **ในแนวระนาบ** ดังรูป เชือกเส้นนี้มีแรงตึงเชือก T และมีมวลต่อความยาวเป็น μ ห่วงที่ปลายซ้าย $(x = 0)$ ไม่มีมวล ห่วงที่ปลายขวา $(x = L)$ มีมวล m เชือกเส้นนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกน y ให้ $y(x,t)$ เป็นการกระจัดตามแนวแกน y ($y(x,t)$ เป็นค่าเล็กๆ)

normal mode คือ mode ที่ทั้งระบบสั่นด้วย ω เดียวกัน

จงหาค่า ω ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของ normal mode ของระบบนี้และหา $y(x,t)$ ที่สอดคล้องกับแต่ละ normal mode



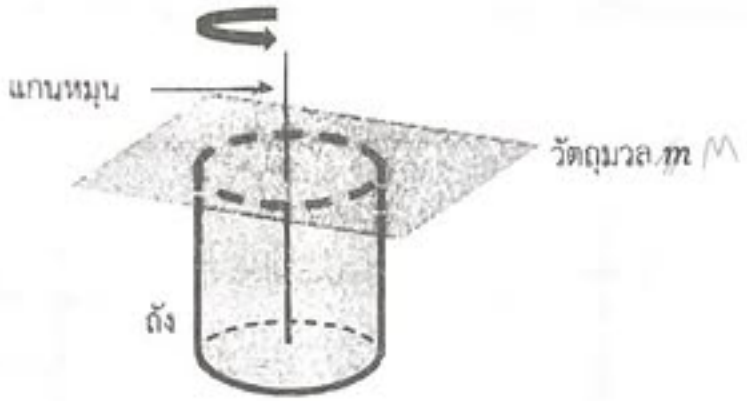
ข้อแนะนำ: ในข้อนี้ให้สมมติว่า normal mode แต่ละ mode สามารถเขียนได้เป็น

$$y_n(x,t) = A_n \cos(k_n x + \beta_n) \sin(\omega_n t + \alpha_n)$$

เมื่อ A_n, k_n, ω_n, α_n และ β_n คือค่าคงที่สำหรับ normal mode ลำดับที่ n ($k_n > 0$ และ $\omega_n > 0$) หลังจากนั้นใช้สมการและเงื่อนไขต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อหาค่า ω_n ที่เป็นไปได้ทั้งหมดและ $y_n(x,t)$ ที่สอดคล้องกับแต่ละ normal mode

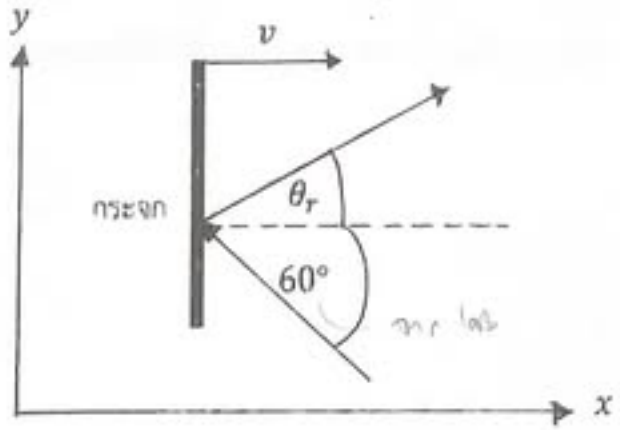
ข้อ 3) (20 คะแนน)

ถังฝาเปิดทรงกระบอกมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงกลมรัศมี R และสูง h บรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น ρ จนเต็มถัง นำวัตถุซึ่งเป็นแผ่นและมีมวล M มาวางบนฝาถังดังรูป ต่อมาเราหมุนถังรอบแกนกลาง **เราจะสามารถหมุนถังน้ำด้วย ω มากที่สุดเท่าใดจึงจะไม่ทำให้น้ำล้นออกมา** (ให้ความดันบรรยากาศมีค่าเป็น P_0)



ข้อ 4) (20 คะแนน)

ใน Lab frame กระจกอันหนึ่งวางตัวขนานกับระนาบ yz กำลังเคลื่อนที่ตามแกน x ด้วยอัตราเร็ว v ในทิศ $+x$ แสงตกกระทบกระจกนี้ด้วยมุมตกกระทบ $60°$ เมื่อวัดจาก Lab frame ให้ θ_r เป็นมุมสะท้อนเมื่อวัดใน Lab frame ให้ $\beta = \frac{v}{c}$ **จงเขียน $\cos\theta_r$ ในรูปของ β**



ข้อแนะนำ: ใช้ความรู้ที่ว่าใน frame ที่กระจกอยู่นิ่งมุมตกกระทบกับมุมสะท้อนสัมพันธ์กันอย่างไรและความรู้ที่ว่าอัตราเร็วของแสงมีค่าคงที่ในทุกกรอบ

การอบรมโครงการโอลิมปิกวิชาการ สอวน. วิชาฟิสิกส์ ค่าย 2 /2568-2569

การสอบปลายค่ายสอง ศูนย์ฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

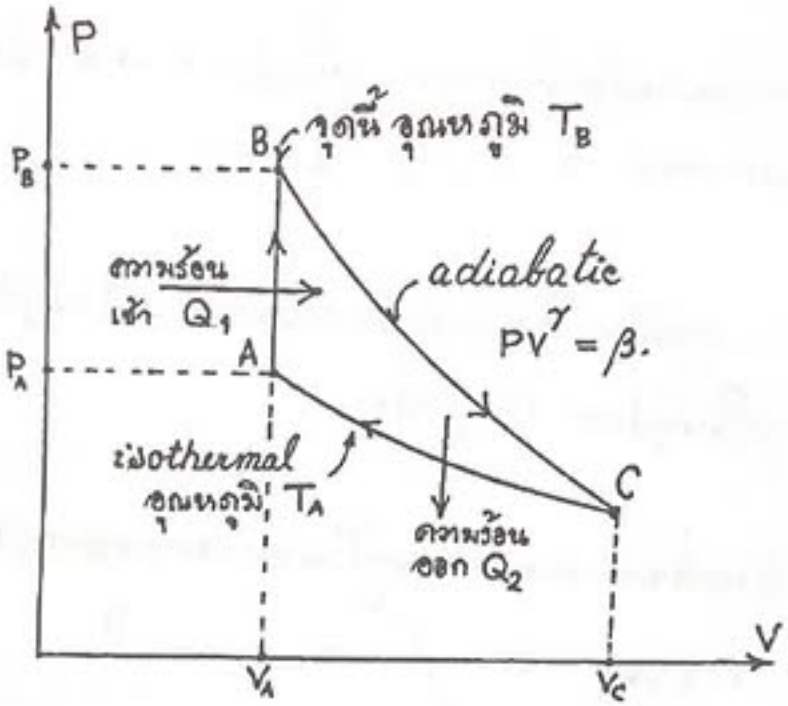
วิชาฟิสิกส์ ภาคทฤษฎี วันอังคารที่ 3 มีนาคม 2569

ผศ.ดร.วุทธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ์ เวลาสอบ 90 นาที

คำชี้แจง ข้อสอบมี 3 ข้อ

ข้อ. 1

ข้อสอบ สอวน ฟส. ปลายค่าย 2



กำหนดว่า 1. สารที่ใช้ในระบบคือแก๊สอุดมคติ n โมล

2. $\gamma \equiv \frac{C_P}{C_V}$, $C_P = C_V + nR$.

3. ระบบทำงานได้โดยความร้อน Q_1 ถูกใส่เข้าในช่วง $A \to B$ ระบบขยายตัวทำงานในช่วง $B \to C$ และถูก(เรา)อัดกลับในช่วง $C \to A$ ครบวัฏจักร กลับสู่สภาวะเดิมที่ A

วิเคราะห์หา :-

(ก.) $\beta = ?$ ตอบในเทอมของ n, R, T_A, V_C และ γ.

(ข.) $\frac{T_B}{T_A} = ?$ ตอบในเทอมของ P_B กับ P_A.

(ค.) $\frac{P_B}{P \text{ ที่จุด } C} = ?$ ในเทอมของ V_A, V_C และ γ.

(ง.) $\frac{T_B}{T_A} = ?$ ในเทอมของ V_A, V_C และ γ.

(จ.) ปริมาณความร้อน $Q_1 = ?$ ในเทอมของ n, R, γ, T_A, V_A, V_C.

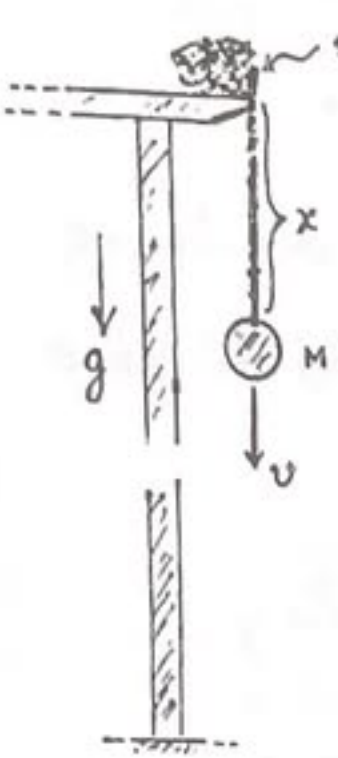
(ฉ.) ปริมาณความร้อนที่ออกจากระบบในช่วง $C \to A$ มีค่า $Q_2 = ?$
ในเทอมของ n, R, T_A, V_A, V_C.

(ช.) งานลัพธ์ที่ระบบทำต่อภายนอกในหนึ่งวัฏจักรเป็นเท่าไร?
ตอบในรูปของ Q_1, Q_2.

(ซ.) งานที่ระบบทำต่อภายนอกในช่วงของการขยายตัวจากจุด $B \to C$
คือ $W_{B\to C} \equiv \int_{V_B}^{V_C} P\,dV = ?$
ตอบในรูปของ n, R, T_A, γ, V_A, V_C.

ข้อ 2

ข้อสอบ สอวน ตอ ปลายค่าย 2



ก้อนมวล M เกาะติดปลายล่างของใบ่ ซึ่งมีมวลต่อหน่วยความยาวเท่ากับ λ กำลังตกในแนวดิ่งด้วยความเร็ว v ขณะที่ใบ่พ้นกองใบ่ลงมาเป็นระยะทาง x

กำหนดเงื่อนไขตั้งต้นว่า $v = 0$ เมื่อ $x = 0$ จงวิเคราะห์หาความเร่งของ M ในเทอมของ g, λ, M, x.

ทั้งนี้ ให้ทำตามลำดับดังนี้:-

(ก.) ในช่วงเวลาสั้นๆ δt ใบ่ถูกดึงจากกองเป็นมวลใบ่เท่าไร

(ข.) แรงปฏิกิริยาที่กองใบ่กระทำต่อปลายบนของใบ่ x เป็นเท่าไร ตอบในรูปของ λ และ v

(ค.) ใช้กฎของการเคลื่อนที่ข้อ II เขียนสมการของการเคลื่อนที่ของ M กับใบ่ x [สมการเดียว]

$$(M + \lambda x)\frac{d}{dt}v = \cdots\cdots$$

ข้อสอบ สอวน ฟส. ปลายค่าย 2

(ง.) ใช้การเปลี่ยนตัวแปร $\frac{d}{dt}v = v\frac{d}{dx}v = \frac{1}{2}\frac{d}{dx}v^2$

แปลงสมการใน ค. ไปอยู่ในรูป $\frac{d}{dx}v^2 = \ldots\ldots$

(จ.) แก้สมการดิฟเฟอเรนเชียลนี้ภายใต้เงื่อนไข $v=0$ เมื่อ $x=0$ เพื่อหา v^2 ในรูปของ g, λ, M, และ x (ใช้วิธีที่กำหนดให้ข้างล่าง หรือวิธีอื่นก็ได้)

$\therefore \frac{d}{dx}y + p(x)y = q(x)$ มีรากเป็น y,

$$y \cdot e^{\int p(x)\,dx} = \int \{q(x)\, e^{\int p(x)\,dx}\}\,dx + C.$$

★ ดูข้างล่าง

(ฉ.) จาก $v^2 = \ldots\ldots$ ใน จ. ทำ $\frac{d}{dt}$ ทั้งสองข้างของสมการ เพื่อหา $\frac{d}{dt}v = \ldots\ldots$

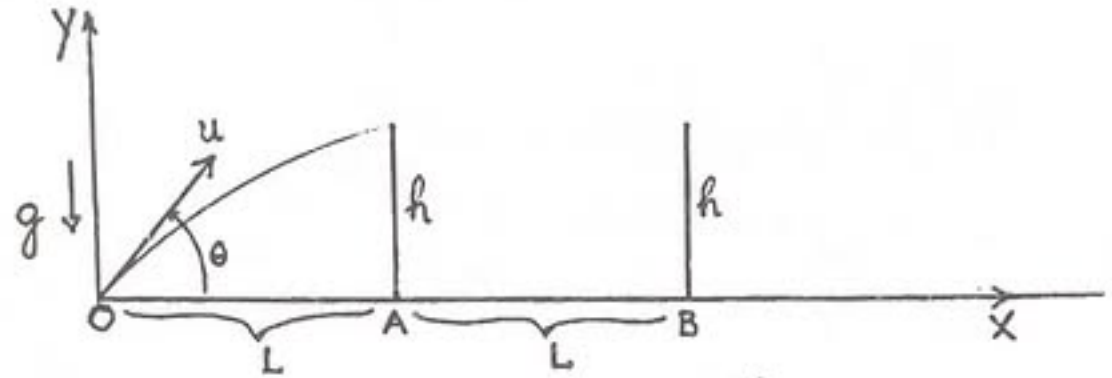
★ $e^{\ln f(x)} = f(x)$

ข้อสอบ สอวน ตอ. ปลายค่าย 2

ข้อ 3

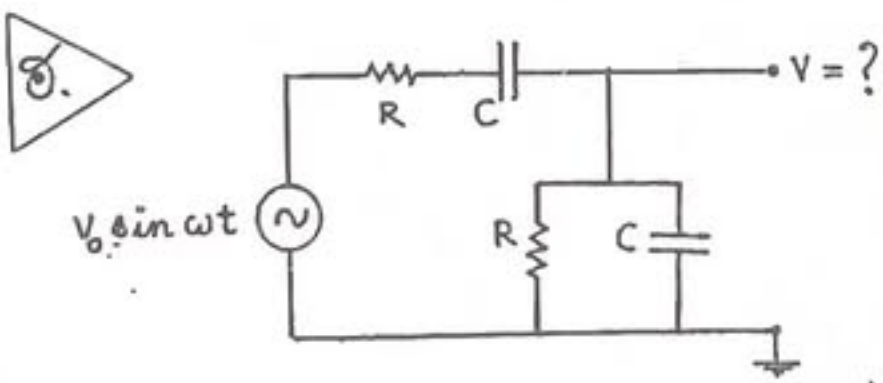
เลือกทำเพียง<u>ข้อเดียว</u> คือ ก หรือ ข

ก.



ระต้องยิงโพรเจคไทล์ออกจากจุด O บนพื้นระดับด้วย มุม $\theta = ?$ และความเร็วต้น $u = ?$ เพื่อให้เฉียวหัวเสา A และ B ซึ่งสูง h ทั้งคู่ และห่าง L ดังรูป ตอบในเทอมของ g, h, L.

ข.



จงหาค่า steady-state ของ V ภายใต้เงื่อนไข $\omega CR = 1$. ตอบในรูปของ V_0 และอื่นๆ.

<u>หมายเหตุ</u> ถ้าทำทั้งสองข้อ ก & ข ระตรวจเพียงข้อเดียว