



ข้อสอบภาคทฤษฎี

การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 20
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ (ออนไลน์)
วันอาทิตย์ที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2564

ข้อที่ 1 ท่อกลิ้ง

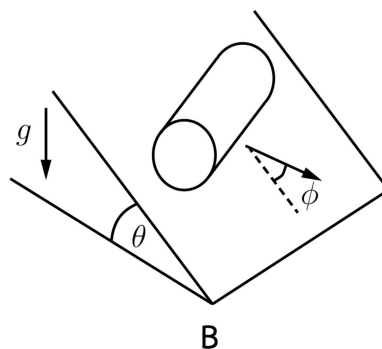
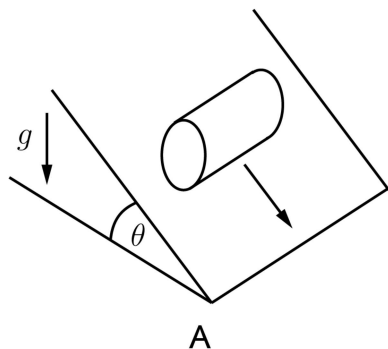
[11 คะแนน]

ข้อ 1.1, 1.2, และ 1.3 ไม่มีความเกี่ยวเนื่องกัน

ท่อทรงกระบอกกลวงบางมวล m' รัศมี R มีโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนกลางเท่ากับ $I = m'R^2$ กำลังกลิ้งโดยไม่ไถลลงบนพื้นเอียงทำมุม θ กับแนวระดับ กำหนดให้ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็น g

ตอนที่ 1.1 การกลิ้งของทรงกระบอกกลวง

[2.8 คะแนน]



a) จงหาความเร่งเชิงเส้นของท่อทรงกระบอกเมื่อแนวการกลิ้งขนานกับพื้นเอียง (รูป A ด้านบน) [0.5 คะแนน]

b) สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวทรงกระบอกและพื้นเอียงต้องมากกว่าเท่าใด ทรงกระบอกในรูป A จึงจะกลิ้งลงโดยไม่ไถล [0.5 คะแนน]

c) ท่อทรงกระบอกกลวงในข้อ a กลิ้งลงพื้นเอียงมุม θ กับแนวระดับ โดยแนวการกลิ้งทำมุม ϕ กับแนวเอียง สูงสุด (รูป B ด้านบน) จงหาความเร่งเชิงเส้นของท่อทรงกระบอก [1.2 คะแนน]

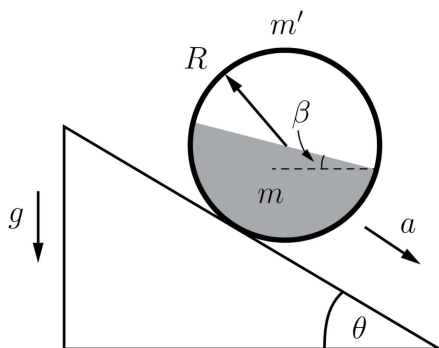
d) สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวทรงกระบอกและพื้นเอียงต้องมากกว่าเท่าใด ทรงกระบอกในรูป B จึงจะกลิ้งลงโดยไม่ไถล [0.6 คะแนน]

ตอนที่ 1.2 การกลิ้งของทรงกระบอกกลวงที่มีครึ่งทรงกระบอกด้านใน

[3.0 คะแนน]

ท่อทรงกระบอกกลวงบางมวล m' รัศมี R โดยภายในท่อมียุ่ครึ่งทรงกระบอกตันมวล m สอดอยู่ ดังรูป โดยผิวท่อด้านในนั้นลื่นจนแรงเสียดทานระหว่างท่อกับครึ่งทรงกระบอกมีค่าน้อยมาก

นำระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกไปวางบนพื้นเอียงมุม θ แล้วปล่อยให้กลิ้งโดยไม่ไถลลงมาดังรูป



- e) เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง จงหาความเร่งเชิงเส้น a ที่ท่อกลิ้งลงมา และจงหามุม β ที่ผิวของครึ่งทรงกระบอกเอียงทำมุมกับแนวระดับ กำหนดให้แรงเสียดทานมีค่าน้อยมาก เพียงพอแค่ที่จะทำให้การกวัดแกว่งในตอนเริ่มปล่อยหายไป และสมมติว่าครึ่งทรงกระบอกมีรัศมีน้อยกว่าท่อเล็กน้อยทำให้ครึ่งทรงกระบอกสัมผัสกับท่อเพียงจุดเดียว

[3.0 คะแนน]

ตอนที่ 1.3 การกลิ้งของท่อทรงกระบอกกลวงเชื่อมครึ่งทรงกระบอกด้านใน

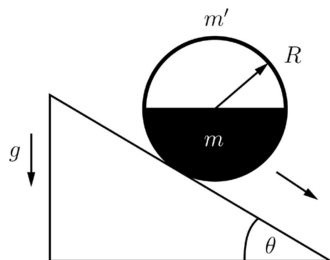
[5.2 คะแนน]

ในตอนนี้อยู่ที่ท่อทรงกระบอกกลวงและครึ่งทรงกระบอกตันถูกเชื่อมเข้าด้วยกันกลายเป็นวัตถุชิ้นเดียว

จากนั้นนำระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกที่ถูกเชื่อม ไปปล่อยบนพื้นเอียงมุม θ โดยให้ตอนเริ่มต้นผิวเรียบของครึ่งทรงกระบอกด้านในขนานกับแนวระดับดังรูป กำหนดให้พื้นเอียงมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมากพอจนระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกกลิ้งโดยไม่ไถล

กำหนดให้จุด cm ของครึ่งทรงกระบอกอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของท่อเป็นระยะ kR โดยที่ k เป็นค่าคงที่หนึ่ง กำหนดให้แผ่นครึ่งวงกลมตัน มวล M รัศมี R มีโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนตั้งฉากผ่านจุดศูนย์กลาง

$$I = \frac{1}{2}MR^2$$

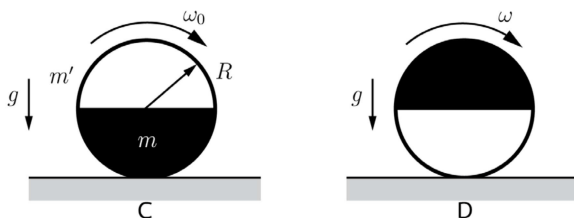


- f) ระยะของจุด cm ของระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกจากจุดศูนย์กลางของท่อสามารถเขียนได้อยู่ในรูป $k'R$ จงหา k' ในรูปของ k, m, m' [0.3 คะแนน]

- g) พื้นเอียงจะต้องทำมุมกับแนวนอนอย่างน้อยเท่าใด ที่จะทำให้ระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกที่เริ่มจากหยุดนิ่งและวางตัวดังรูปด้านบนสามารถลื่นลงพื้นเอียงได้ตลอด (ตอบในรูปของตัวแปรอื่นที่โจทย์กำหนดและ θ_0 โดยที่ $x = \theta_0$ เป็นคำตอบของสมการ $x = \tan \frac{x}{2}$) [1.5 คะแนน]

สมการที่อาจจะเป็นประโยชน์ $\frac{d}{dx} \left(\frac{u}{v} \right) = \frac{v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}}{v^2}$, $\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$, $\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$, $\sin x = 2 \sin \left(\frac{x}{2} \right) \cos \left(\frac{x}{2} \right)$, $\cos x = 1 - 2 \sin^2 \left(\frac{x}{2} \right)$

นำระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกมากลิ้งโดยไม่ไถลบนพื้นราบ โดยตอนเริ่มต้นครึ่งทรงกระบอกอยู่ด้านล่างและระบบมีอัตราเร็วเชิงมุม ω_0 ดังรูป C



- h) จงหาค่าพลังงานจลน์ของระบบตอนเริ่มต้นในรูป C [1.0 คะแนน]

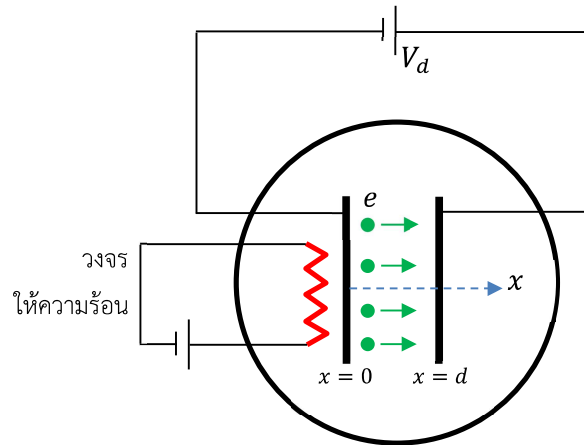
- i) เมื่อระบบกลิ้งจนมีลักษณะดังรูป D ค่าอัตราเร็วเชิงมุม ω เป็นเท่าใด [1.2 คะแนน]

- j) จงหาแรงแนวตั้งฉาก (normal force) ที่พื้นทำกับระบบท่อและครึ่งทรงกระบอกในรูป D (ตอบในรูปของ ω, k' และตัวแปรอื่นที่โจทย์กำหนด) [1.2 คะแนน]

ข้อที่ 2 Thermionic Vacuum Tubes

[7 คะแนน]

หลอดสุญญากาศไดโอด (vacuum diode) เป็นหลอดสุญญากาศเทอร์มิออนิก (thermionic vacuum tubes) ประเภทหนึ่ง ใช้สำหรับควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจร เราจะจำลองการทำงานของอุปกรณ์ชนิดนี้โดยใช้ตัวเก็บประจุคู่ขนานบรรจุในภาชนะสุญญากาศและมีวงจรให้ความร้อน แผ่นคู่ขนานแผ่นหนึ่งเป็นขั้วแคโทด (ขั้วลบ) และอีกแผ่นหนึ่งเป็นขั้วแอโนด (ขั้วบวก) เมื่อมีการให้ความร้อนกับขั้วแคโทด จันมันมีอุณหภูมิสูงมากพอ (ประมาณ $800 - 2,500$ K ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้) จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาได้ (thermionic emission) และเคลื่อนที่ไปยังแอโนด



แผ่นคู่ขนานเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดใหญ่ ยาวด้านละ a และห่างกัน $d \ll a$ ทั้งหมดอยู่ภายในหลอดสุญญากาศ ให้แกน x ตั้งฉากกับระนาบของแผ่นคู่ขนานขนาดใหญ่นี้

ให้แผ่นด้านขั้วลบอยู่ที่ตำแหน่ง $x = 0$ และให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

ให้แผ่นด้านขั้วบวกอยู่ที่ตำแหน่ง $x = d$ และต่ออยู่กับศักย์ไฟฟ้า V_d

กำหนดให้อิเล็กตรอนมีมวล m ประจุ $-e$

- a) ในกรณีที่อิเล็กตรอนเพียง 1 ตัวเคลื่อนที่ระหว่างแผ่น โดยอิเล็กตรอนตัวนี้หลุดออกมาจากขั้วแคโทดด้วยอัตราเร็วต้นเท่ากับ v_0 อิเล็กตรอนตัวนี้จะมีอัตราเร็ว v_x เท่าใด ที่ตำแหน่ง x [1.0 คะแนน]

การให้ความร้อนจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาเป็นจำนวนมากสะสมอยู่ระหว่างแผ่นคู่ขนาน โดยประจุที่ตำแหน่ง x มีความหนาแน่นประจุ ρ_x และกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v_x ไปยังขั้วแอโนด ให้ประมาณว่าความเร็วของประจุมีทิศขนานกับแกน x เท่านั้น

b) จงแสดงว่า ที่ระยะนาตรงตำแหน่ง x มีกระแสไหล $I = \rho_x v_x a^2$ [0.6 คะแนน]

เมื่อให้ความร้อนไประยะเวลาหนึ่งระบบจะเข้าสู่สภาวะคงตัว (steady state) ที่สภาวะนั้นปริมาณทั้งหมดที่พิจารณาจะมีค่าคงตัวไม่ขึ้นกับเวลา และอิเล็กตรอนหลุดออกจากขั้วแคโทดด้วยความเร็วต้นประมาณศูนย์

กำหนดให้ $\vec{E} = E_x \hat{i}$ และ V_x เป็นสนามไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง x ใด ๆ ระหว่างแผ่น จากสมการแมกซ์เวลล์ เรพบว่

$$\frac{dE_x}{dx} = \frac{\rho_x}{\epsilon_0}$$

เมื่อ ϵ_0 เป็นสภาพยอมของสุญญากาศ

c) จงแสดงว่า $\frac{d^2 V_x}{dx^2} = \frac{\alpha}{\sqrt{V_x}}$ แล้วหาค่า α ในรูปของ I, a, m, e และ ϵ_0 [1.4 คะแนน]

$$\text{กำหนดให้ } \int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C \text{ และ เมื่อ } y \text{ เป็นฟังก์ชันของ } x \text{ แล้ว } \frac{dy^n}{dx} = nx^{n-1} \frac{dy}{dx}$$

กำหนดให้ $V_x = kx^n$ เป็นคำตอบของสมการในข้อ c)

d) จงหาค่า k ในรูปของ I, a, m, e และ ϵ_0 และหาค่า n เป็นตัวเลข [0.6 คะแนน]

e) หากมีการกลับขั้วความต่างศักย์เป็น $-V_d$ จงหาค่ากระแส I ที่ไหล แล้วให้วาดกราฟระหว่าง I และ V_d อย่างคร่าว ๆ ลงในกระดาษสรุปคำตอบ แสดงค่าที่สำคัญบนแต่ละแกน ในช่วงความต่างศักย์ $-\psi_0 \leq V_d \leq +\psi_0$ เมื่อ ψ_0 เป็นปริมาณบวกค่าหนึ่ง [1.4 คะแนน]

ข้อสอบภาคทฤษฎี ข้อที่ 2

การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกประเทศไทย ครั้งที่ 20

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ (ออนไลน์)

วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2564

หน้า 6/12

f) จงหาประจุทั้งหมดที่อยู่ระหว่างแผ่นคู่ขนาน ในรูปของ ϵ_0, a, V_d และ d [0.8 คะแนน]

g) จงหาความหนาแน่นประจุต่อพื้นที่ผิวที่แผ่นลบ (σ^-) และแผ่นบวก (σ^+) ในรูปของ ϵ_0, V_d และ d [1.2 คะแนน]

***** จบข้อ 2 *****

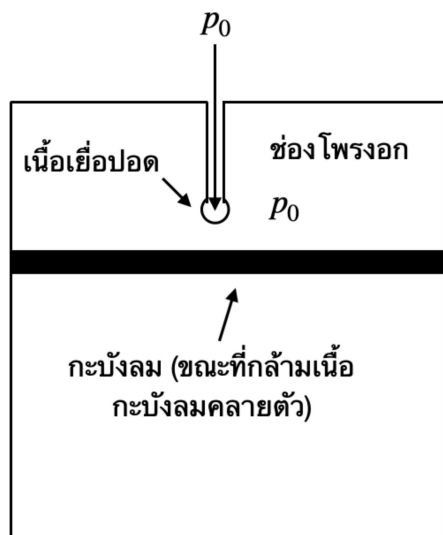
ข้อที่ 3

[12 คะแนน]

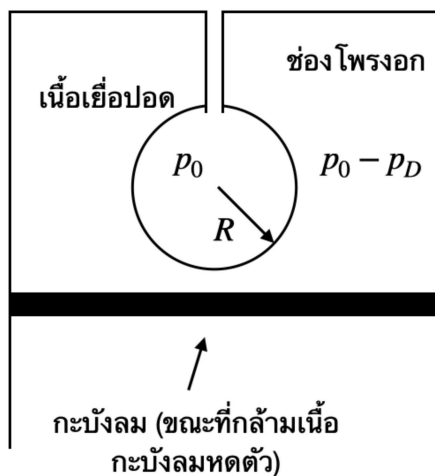
3.1 กลไกการหายใจของมนุษย์

[6 คะแนน]

การหายใจ (breathing) เป็นกลไกหนึ่งที่ร่างกายใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซและถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกาย โดยกลไกการหายใจนั้นถูกควบคุมด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม รูปที่ 1 แสดงแบบจำลองอย่างง่ายที่สาธิตกระบวนการหายใจ รูปที่ 1 (ก) แสดงสภาวะ ณ ขณะที่กะบังลมคลายตัว (หรือจุดที่เราหายใจออกจนสุด) ความดันบรรยากาศภายในช่องโพรงอกและความดันบรรยากาศภายในปอดจะมีค่าเท่ากันซึ่งเท่ากับความดันบรรยากาศ p_0 เนื่องจากผลต่างความดันมีค่าเป็นศูนย์ เนื้อเยื่อปอดจึงไม่เกิดการขยายตัว เราสามารถประมาณได้ว่าปริมาตรของปอดมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อกล้ามเนื้อกะบังลมเกิดการหดตัว ปริมาตรภายในช่องโพรงอกจะมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความดันภายในช่องโพรงอกมีค่าต่ำกว่าความดันภายในปอดอยู่ p_D ผลต่างความดันภายในปอดและในช่องโพรงอก p_D ทำให้เกิดแรงลัพธ์ที่ดันเนื้อเยื่อปอดทำให้เกิดการขยายตัว ดังที่แสดงในรูป 1 (ข)



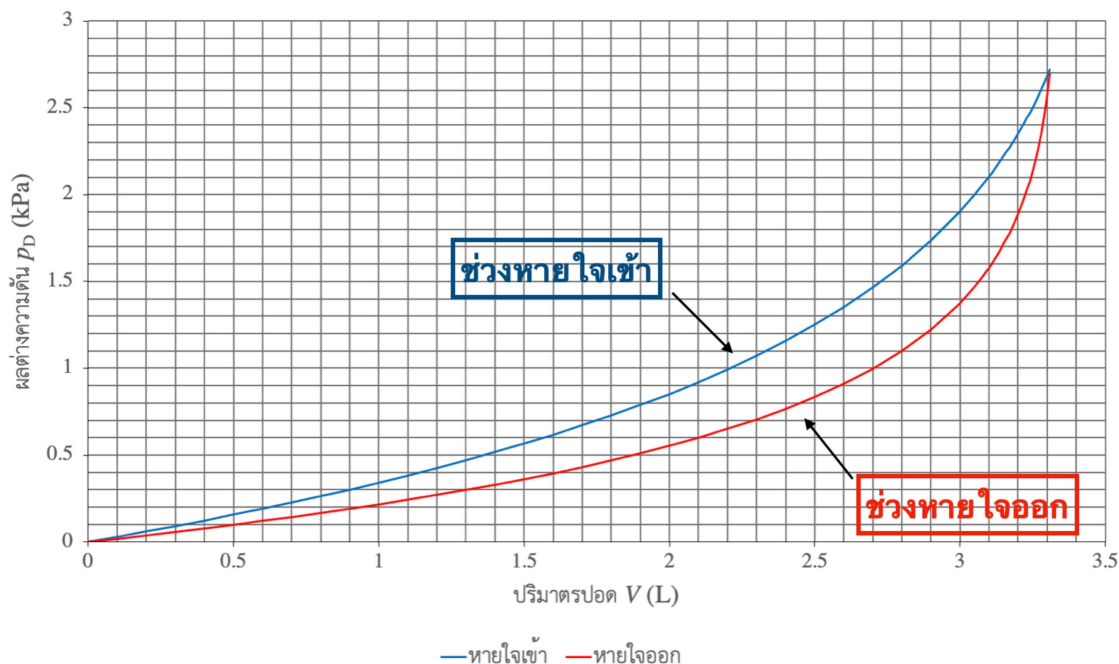
(ก)



(ข)

รูปที่ 1 ภาพแสดงกระบวนการหายใจ

3.1.1 ศึกษาตัวแปรของกราฟความดันและปริมาตร



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงกราฟผลต่างระหว่างความดันภายในกับความดันบรรยากาศภายนอก (p_D) กับปริมาตรปอด (V)

จากการทดลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดัน (p_D) และปริมาตรปอด (V) นั้นเป็นไปตามสมการ

$$p_D = \frac{1}{k} \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha - V} \right)$$

เมื่อค่า α และ k เป็นค่าคงตัวซึ่งมีค่าดังที่แสดงในตารางที่ 1

	ขณะหายใจเข้า	ขณะหายใจออก
α (L)	α_I	α_O
k (Pa ⁻¹)	0.964×10^{-3}	1.644×10^{-3}

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่า α และ k ในขณะที่หายใจเข้าและหายใจออก

กำหนดให้ ณ ขณะที่หายใจเข้าจนสุดปอดจะมีปริมาตร 3.31 L

a) จากข้อมูลที่ให้มา จงหาค่า α_I และ α_O

[0.7 คะแนน]

3.1.2 การคำนวณพลังงานและงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ

b) กำหนดให้ งานที่ทำให้เนื้อเยื่อปอดขยายตัว dw เท่ากับ γdS

พิจารณาการขยายตัวของเนื้อเยื่อปอดรูปทรงกลมจากรัศมี R เป็น $R + dR$ และตั้งสมมติฐานว่าเนื้อเยื่อปอดนั้นขยายตัวอย่างช้า ๆ ทำให้อยู่ในสมดุลทุก ๆ ช่วงขณะ

จงแสดงว่า $\gamma dS = p_D dV$

เมื่อกำหนดให้ γ คือค่าความตึงผิวของเนื้อเยื่อปอด

dS คือพื้นที่ที่เนื้อเยื่อปอดที่เพิ่มขึ้นน้อย ๆ เมื่อปอดขยายตัว

dV คือปริมาตรของปอดที่เพิ่มขึ้นน้อย ๆ เมื่อปอดขยายตัว และ

dR คือรัศมีที่เปลี่ยนแปลงไปน้อย ๆ เมื่อปอดขยายตัว

[1.3 คะแนน]

ผลลัพธ์ที่ได้จากคำถามข้อ (b) นั้นเป็นจริงแม้ว่ารูปร่างของปอดเป็นรูปทรงอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ทรงกลม ดังนั้นงานที่ทำให้เนื้อเยื่อปอดขยายตัวนั้นขึ้นกับผลต่างระหว่างความดันภายในปอดและช่องโพรงอก (p_D) ในการหายใจ พลังงานจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารหรือเมตาบอลิซึมถูกใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อกะบังลม โดยเมื่อกกล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวจะส่งผลให้เนื้อเยื่อปอดขยายตัวซึ่งตรงกับกระบวนการหายใจเข้า

c) จงคำนวณหางานที่ใช้ในการขยายตัวของเนื้อเยื่อปอดในช่วงที่หายใจเข้า

[1.3 คะแนน]

คำแนะนำ : นักเรียนอาจจะต้องใช้สมการ $\int x e^x dx = x e^x - e^x + C$ และ $\frac{d}{dx}(e^x) = e^x$

หากกำหนดให้ใน 1 นาที คนเราหายใจเข้ายาวและหายใจออกยาวได้ประมาณ 10 ครั้ง และคนปกติสามารถเผาผลาญสารอาหารเพื่อทำให้เกิดพลังงานได้ประมาณ 1600 kcal ใน 1 วัน เราเรียกค่านี้ว่า อัตราการเผาผลาญพื้นฐานหรือ basal metabolism rate

d) สมมติให้งานที่ใช้ในการขยายตัวของเนื้อเยื่อปอดมีค่าประมาณ 30% ของพลังงานที่กล้ามเนื้อกะบังลมใช้ในการหดตัว จงคำนวณหางานที่กล้ามเนื้อกะบังลมทำในขณะที่หดตัวเพื่อทำให้เนื้อเยื่อปอดขยายตัวใน 1 วัน ให้ตอบในหน่วยกิโลแคลอรีต่อวัน กำหนดให้ 1 แคลอรี (cal) เท่ากับ 4.2 จูล

[0.5 คะแนน]

e) พลังงานที่กล้ามเนื้อกะบังลมทำในการหดตัวเพื่อทำให้เนื้อเยื่อปอดขยายตัวใช้พลังงานคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของค่าอัตราการเผาผลาญพื้นฐาน

[0.2 คะแนน]

3.1.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายที่เป็นแหล่งความร้อนและอากาศภายในปอด

ในขณะที่ความดันในช่องโพรงอกลดลง อากาศจากภายนอกจะไหลเข้าสู่ปอดซึ่งอากาศส่วนนี้จะได้รับความร้อนจากร่างกายทำให้มีความดันสูงกว่าความดันในช่องโพรงอก กระบวนการนี้ทำให้อากาศสามารถระบายความร้อนให้กับอากาศ

f) จงคำนวณหาพลังงานภายในของอากาศภายในปอดที่เพิ่มขึ้นเพื่อรักษาระดับความดันไม่ให้ลดลงตามความดันในช่องโพรงอก [1.0 คะแนน]

g) จงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่อากาศในปอดได้รับจากร่างกาย [0.4 คะแนน]

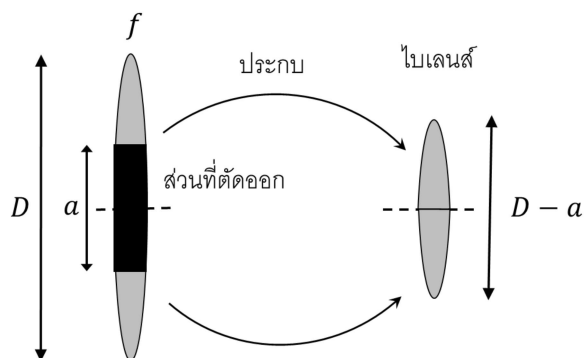
h) จงหาว่าความร้อนที่ถ่ายเทจากร่างกายให้กับอากาศคิดเป็นอัตราส่วนเท่าไรเมื่อเทียบกับงานที่ทำให้กับเนื้อเยื่อปอดในการหายใจครบ 1 รอบ [0.6 คะแนน]

3.2 การแทรกสอดของแสงโดยใช้ไบเลนส์

[6 คะแนน]

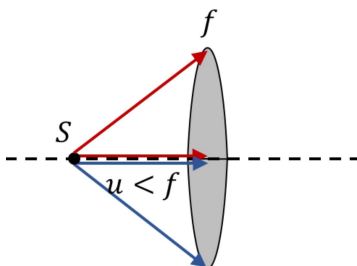
เรามีวิธีการต่าง ๆ ในการแบ่งหน้าคลื่นของแสงที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงอันหนึ่ง แล้วทำให้หน้าคลื่นที่แบ่งนั้นมาซ้อนทับกันและเกิดการแทรกสอด ตัวอย่างหนึ่งคือการใช้ไบเลนส์ (bilens) หรือระบบเลนส์คู่ โจทย์ข้อนี้เกี่ยวข้องกับไบเลนส์ที่เกิดจากเลนส์นูนบางอันหนึ่งที่มีบริเวณส่วนกลางถูกตัดออกไป และจากนั้นนำเลนส์ส่วนที่เหลือมาประกบกัน เมื่อวางแหล่งกำเนิดแสงไว้ด้านหน้าไบเลนส์ ณ ตำแหน่งที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการแทรกสอดของแสงบริเวณด้านหลังของไบเลนส์ได้

ในรูปที่ 3 เลนส์นูนบางอันหนึ่งสูง D มีความยาวโฟกัส f บริเวณส่วนกลางของเลนส์สูง a ($a < f$) ถูกตัดออกไป และจากนั้นนำเลนส์ส่วนที่เหลืออยู่มาประกบกันให้กลายเป็นไบเลนส์



รูปที่ 3 การสร้างไบเลนส์โดยตัดส่วนกลางของเลนส์นูนออกไป

ในรูปที่ 4 แหล่งกำเนิดแสง S อันหนึ่งที่มีลักษณะเป็นจุด วางอยู่หน้าไบเลนส์บนแกนหลักสำคัญที่ระยะห่าง u จากไบเลนส์ เริ่มต้นกำหนดให้ $u < f$ รูปแสดงรังสีของแสงตกกระทบที่ส่วนบนและส่วนล่างของไบเลนส์ เมื่อแสงหักเหผ่านส่วนบนและส่วนล่างของไบเลนส์ทำให้เกิดภาพ 2 ภาพ S_1 และ S_2 ในโจทย์ข้อนี้ เราจะสนใจเฉพาะรังสีของแสงบนระนาบที่มี S_1 และ S_2



รูปที่ 4 รังสีตกกระทบที่ส่วนบนและส่วนล่างของไบเลนส์

- a) จากรูปที่ 4 จงวาดแผนภาพแสดงทางเดินของแสงเพื่อแสดงตำแหน่งของภาพ S_1 และ S_2 [1.0 คะแนน]

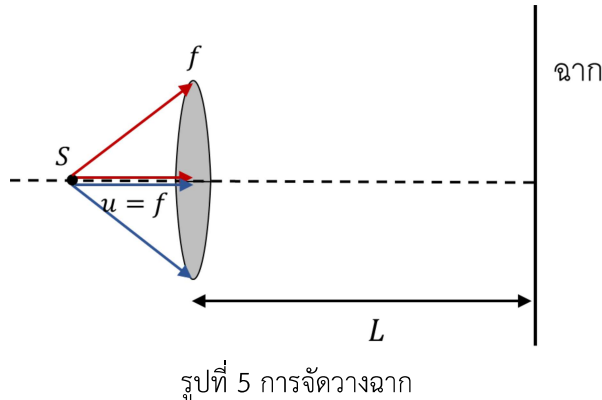
b) จงหาขนาดของระยะภาพ $|v|$ วัดจากไบเลนส์ (ตอบในรูปของ u และ f)

[1.0 คะแนน]

c) จงหาระยะห่าง d ระหว่างภาพ S_1 และ S_2 (ตอบในรูปของ u , f และ a)

[1.0 คะแนน]

ต่อมาเราจะจัดวางแหล่งกำเนิดแสงที่ระยะ $u = f$ และวางฉากไว้ที่ระยะห่าง L ด้านหลังไบเลนส์ตามที่แสดงในรูปที่ 5 ภาพ S_1 และ S_2 ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง แสงจาก S_1 และ S_2 จะมาแทรกสอดกันด้านหลังไบเลนส์ เกิดริ้วการแทรกสอดบนฉาก กำหนดให้แสงจากแหล่งกำเนิดมีความยาวคลื่น λ เราจะสนใจเฉพาะรังสีของแสงบนระนาบที่มี S_1 และ S_2 และระนาบนี้ตั้งฉากกับฉาก



d) เมื่อค่อย ๆ เลื่อนฉากออกจากไบเลนส์ พบว่าที่ระยะห่าง $L = L_{\max}$ ริ้วการแทรกสอดบนฉากจะหายไป จงหาระยะ $L_{\max}$ (ตอบในรูปของ f , a และ D)

[1.0 คะแนน]

คำแนะนำ $|v| \rightarrow \infty$ แต่ $|v|/d$ มีค่าจำกัด

e) ที่ระยะ $L < L_{\max}$ จงหาระยะห่างระหว่างริ้วการแทรกสอดบนฉาก (ตอบในรูปของ f , a และ λ)

[1.0 คะแนน]

คำแนะนำ สามารถใช้สูตรการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดแสง 2 แหล่ง

f) เมื่อวางฉากไว้ที่ระยะที่เหมาะสม พบว่าจะเกิดจำนวนริ้วการแทรกสอดมากที่สุด จงหาจำนวนริ้วที่มากที่สุดนี้ (ตอบในรูปของ f , a , D และ λ)

[1.0 คะแนน]