

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สอบกลางภาคที่ 1/2552

วิชา PHY 305 Vacuum Technology

นักศึกษาฟิสิกส์ชั้นปีที่ 3

สอบวันพุธ ที่ 22 กรกฎาคม 2552

เวลา 9:00 – 12:00 น.

คำชี้แจง

1. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้
2. อนุญาตให้นำเอาไม้บรรทัดหรือไม้โปรแทรกเตอร์ที่มีสูตรคณิตศาสตร์เข้าห้องสอบได้ แต่ห้ามขีด เขียน หรือบันทึกข้อความใดๆ ลงบนอุปกรณ์ดังกล่าว
3. ห้ามนำเอาตำราหรือเอกสารต่างๆ เข้าห้องสอบ
4. ข้อสอบมีทั้งหมด 9 ข้อ คะแนนเต็ม 70 คะแนน

อ. สมชาย ปัญญาอินแก้ว

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการกลั่นกรองจากกรรมการกลั่นกรองข้อสอบฟิสิกส์ชั้นสูงเรียบร้อยแล้ว

.....
.....

ค่าคงที่และสมการ

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$R = 8.31 \text{ J / (mol. K)}$$

$$v_{av} = \left(\frac{8kT}{\pi m} \right)^{1/2}$$

$$v_p = \left(\frac{2kT}{m} \right)^{1/2}$$

$$v_{rms} = \left(\frac{3kT}{m} \right)^{1/2}$$

$$\eta = \frac{0.998}{\pi \xi^2} \left(\frac{mkT}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$$

$$v = \frac{1}{4\eta} \frac{\delta P}{\delta x} (a^2 - r^2)$$

$$C_{\text{orifice}} = 1.15 A \left(\frac{T}{M} \right)^{1/2} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$C = \frac{\pi D^4}{128 \eta L} P_{av}$$

$$\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2} \pi \xi^2 p}$$

-
- จงให้ความหมายของคำว่าสุญญากาศตามข้อกำหนดของสมาคมสุญญากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (3 คะแนน)
 - สัมประสิทธิ์ความหนืดของแก๊ส นิยามได้เป็น $\eta = \frac{F}{A(du/dy)}$ ให้เขียนรูปประกอบคำอธิบายว่าตัวแปรแต่ละตัวที่อยู่ทางขวามือของสมการ หมายถึงอะไรและเขียนกำกับมาให้ชัดเจนว่าอยู่ตรงส่วนไหนของรูป(7 คะแนน)
 - ในการหาความเร็วของแก๊สที่บรรจุอยู่ในภาชนะ ทำไมจึงต้องใช้หลักการของ Maxwell – Boltzmann distribution law มาเป็นหลักในการอธิบาย และถ้าสมมติว่าภายในภาชนะบรรจุแก๊ส 100 โมเลกุล ความเร็วที่น่าจะเป็นไปได้ที่จะเกิดกับโมเลกุลส่วนใหญ่ของแก๊สจะมีค่าเป็นเท่าใด จงอธิบาย (10 คะแนน)
ข้อแนะนำ นักศึกษาควรเขียนกราฟที่แสดงการแจกแจงความเร็วของโมเลกุลมาด้วย

4. ถ้านักศึกษานำท่อ 2 อัน ที่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน มาต่อเข้าด้วยกันแบบอนุกรม จงแสดงวิธีทำ พร้อมกับอธิบายว่า นักศึกษาได้กำหนดให้ throughput , pressure, leakage , etc. ไว้อย่างไร จึงทำให้ total conductance เป็นดังนี้ (5 คะแนน)

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

หมายเหตุ ให้เขียนรูปประกอบคำอธิบาย

5. จากกฎเกณฑ์ของ Knudsen: $K_n = \frac{\lambda}{d_{ef}}$ เราได้นำมาใช้พิจารณาช่วงการไหลของแก๊ส จงตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 ถ้าแก๊สไหลไปตามท่อทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง D ยาว L จงหาค่า d_{ef} (4 คะแนน)

5.2 ถ้าท่อในข้อ 5.1 ถูกเปลี่ยนมาเป็นท่อที่มีห้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ละด้านมีความกว้าง D และความยาวของท่อเท่ากับ L จะทำให้ช่วงของการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ (6 คะแนน)

6. ท่อทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm ยาว 0.20 m ปลายข้างหนึ่งต่อกับอากาศความดัน 1.0 atm อากาศไหลไปยังปลายอีกข้างหนึ่งต่อกับพัสดมุดอากาศ ปลายทั้งสองด้านของท่อมีความดันต่างกัน 0.05 atm อุณหภูมิขณะพิจารณา 20 °C จงคำนวณหา Conductance ของท่อ (10 คะแนน)

กำหนดให้ อากาศอุณหภูมิ 20 °C: $\eta = 1.82 \times 10^{-4}$ poise

7. จงอธิบายถึงความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

7.1 จากการศึกษาเรื่อง จำนวนโมเลกุลที่ชนกับพื้นที่ผิวในหนึ่งหน่วยเวลา ข้อกำหนดต่างๆ เกี่ยวกับแก๊สและสภาวะแวดล้อม มีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง และผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาเรื่องดังกล่าว จะนำไปใช้ในการศึกษาเรื่องใดบ้าง (5 คะแนน)

7.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาเรื่องการไหลแบบ Molecular flow ที่ไหลผ่าน diaphragm จะมีประโยชน์ต่อการออกแบบระบบสุญญากาศอย่างไร จงอธิบาย (5 คะแนน)

8. อัตราเร็วเฉลี่ยของแก๊ส $v_{av} = \left(\frac{8kT}{\pi m} \right)^{1/2}$ จงแสดงว่า $v_{av} = 4.60 \left(T/M \right)^{1/2}$ (5 คะแนน)

9. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไหลในช่วง molecular flow ผ่านท่อทรงกระบอกที่มีหน้าตัดคงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm ยาว 30 cm ค่า Conductance ของท่อเป็นดังนี้

$$C = \left(\frac{4}{3} v_{av} \right) / \int_{l=0}^L \frac{B}{A^2} dl$$

อุณหภูมิขณะพิจารณาเป็น 25 °C จงหาค่า Conductance (10 คะแนน)