

บทที่ 6

ทฤษฎีจลน์สำหรับก๊าซอุดมคติ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แสดงที่มาของสมมติฐานสำหรับการสร้างทฤษฎีจลน์ของก๊าซอุดมคติได้
2. อธิบายการสร้างทฤษฎีจลน์สำหรับก๊าซอุดมคติได้
3. หาค่าต่าง ๆ ของก๊าซอุดมคติจากทฤษฎีจลน์ได้
4. แสดงลักษณะการแจกแจงความเร็วและการแจกแจงพลังงานในระบบก๊าซอุดมคติตามทฤษฎีจลน์ได้
5. หาจำนวนโมเลกุลที่มีขนาดความเร็วและระดับพลังงานต่าง ๆ ได้

เค้าโครงเรื่อง

1. สมมติฐาน
 - 1.1 สมมติฐานเบื้องต้น
 - 1.2 สมมติฐานสำหรับก๊าซอุดมคติ
2. การแจกแจงโมเลกุล
 - 2.1 การแจกแจงโมเลกุลในมิติความเร็ว
 - 2.2 การหาค่าต่าง ๆ ของก๊าซอุดมคติ
3. การแจกแจงในกลุ่มโมเลกุลก๊าซ
 - 3.1 ฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงความเร็ว
 - 3.2 การหาค่า α กับ β
 - 3.3 การหาความเร็วเฉลี่ยแบบต่าง ๆ
 - 3.4 การแจกแจงพลังงาน

4. การหาจำนวนโมเลกุล

4.1 การหาจำนวนโมเลกุลขนาดความเร็วต่าง ๆ

4.2 การหาจำนวนโมเลกุลขนาดพลังงานต่าง ๆ

4.3 การทดลองสนับสนุนการแจกแจงของแมกซ์เวลล์

สมมติฐาน

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

1. สมมติฐานเบื้องต้น คือ การกำหนดคุณลักษณะเกี่ยวกับองค์ประกอบของก๊าซว่าประกอบด้วยอนุภาคซึ่งเคลื่อนที่ตามกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยมีจำนวนอนุภาคอยู่เป็นจำนวนมากจึงเรียกว่าระบบมหภาค

2. สมมติฐานสำหรับก๊าซอุดมคติ คือ การกำหนดคุณลักษณะเกี่ยวกับองค์ประกอบของก๊าซอุดมคติ โดยอาศัยความรู้จากพฤติกรรมของก๊าซโดยทั่วไป เช่น ภายใต้สภาวะมาตรฐาน ก๊าซอุดมคติ 1 โมล จะมีปริมาตร 2.24×10^4 เซนติเมตร³ จึงมีจำนวนโมเลกุลใน 1 เซนติเมตร³ ถึง 3×10^{19} โมเลกุล ดังนั้น สมมติฐานสำหรับก๊าซอุดมคติว่าโมเลกุลมีขนาดกลมเล็กและห่างกันมาก จึงไม่มีปฏิกิริยาใดๆ ต่อกัน นอกจากผลจากการชนกัน ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่จำกัดทั้งขนาดและทิศทางตามสมมติฐานนี้

สรุปประเด็นสำคัญ

ทฤษฎีจลน์สำหรับก๊าซอุดมคติอาศัยสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแม้ว่าจะไม่สามารถพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ แต่สมมติฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบของก๊าซว่าประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมากมายมหาศาลเคลื่อนที่ตามกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยอัตราและทิศทางที่ไม่จำกัด ตั้งขึ้นจากความรู้บางประการตามพฤติกรรมของก๊าซโดยทั่วไป ช่วยให้ทฤษฎีจลน์สำหรับก๊าซสอดคล้องกับผลการทดลองและถูกต้องเกือบทั้งหมด

กิจกรรมการเรียนรู้ 1

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 1 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมสำหรับกระบวนวิชานี้ (รหัสการพิมพ์ 29241) หน้า 298-302 หรือฟังคำบรรยายสรุปจากแถบคำบรรยายสรุปสำหรับกระบวนวิชานี้ ครั้งที่ 8 (ฉบับที่กท้ายเล่มนี้) ประกอบแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 51 (คู่มือแบบท้ายเล่มนี้)

2. แสดงความสมเหตุสมผลของสมมติฐานสำหรับก๊าซอุดมคติ โดยขยายความจากสมมติฐานเบื้องต้นให้ชัดเจน

การแจกแจงโมเลกุล

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

การแจกแจงโมเลกุลในมิติความเร็ว คือ การพิจารณาดำแหน่งและทิศทางตามขนาดความเร็วต่าง ๆ ของโมเลกุล โดยอาศัยสมมติฐานสำหรับก๊าซซึ่งกำหนดว่าโมเลกุลก๊าซมีความเร็วไม่จำกัดและเคลื่อนที่ไปในทุกทิศทาง

สรุปประเด็นสำคัญ

โดยการสร้างมิติความเร็วใน 3 มิติ เพื่อแสดงการแจกแจงโมเลกุลก๊าซด้วยเวกเตอร์ความเร็วแทนขนาดและทิศทางของการเคลื่อนที่ซึ่งไม่จำกัดทั้งขนาดและทิศทาง โมเลกุลจะกระจายกันอยู่บนผิวทรงกลมตามขนาดและทิศทางของแต่ละโมเลกุลที่คำนวณได้จากความสัมพันธ์ของขนาดและทิศทางต่าง ๆ โดยกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุจะหาค่าต่าง ๆ เช่น ความดัน พลังงาน และความร้อนจำเพาะของก๊าซอุดมคติได้

กิจกรรมการเรียนรู้ ๑

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ ๑ จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบไปรแกมสำหรับกระบวนการวิชา (รัชการพิมพ์ ๒๕๕๖) หน้า 303-318 หรือฟังคำบรรยายสรุปจากแถบคำบรรยายสรุปคำศัพท์กระบวนการที่ ๑ (คู่มือศึกษาเล่ม) ประกอบแผ่นภาพไปรษณีย์ 51 (ชุดแบบท้ายเล่ม)
2. แสดงภาพโมเลกุลในมิติความเร็วและความสัมพันธ์ของจำนวนโมเลกุลตามขนาดและทิศทางต่าง ๆ
3. หาค่าความดัน พลังงานจลน์เชิงเส้นเฉลี่ย และความร้อนจำเพาะสำหรับก๊าซอุดมคติ โดยอาศัยภาพโมเลกุลก๊าซในมิติความเร็วข้างต้น

การแจกแจงในกลุ่มโมเลกุลก๊าซ

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

1. ฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงความเร็ว คือ ความสัมพันธ์ซึ่งแสดงถึงการแจกแจงโมเลกุลในมิติความเร็ว โดยมีทิศทางที่แน่นอนและมีขนาดความเร็วที่เปลี่ยนไปเล็กน้อย (ในปริมาตร dv_x, dv_y, dv_z)

2. ฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงอัตราเร็ว คือ ความสัมพันธ์ซึ่งแสดงถึงการแจกแจงโมเลกุลที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่เปลี่ยนไปเล็กน้อย โดยไม่มีทิศทางที่แน่นอน (ในช่วง v กับ $v + dv$)

3. การแจกแจงพลังงาน คือ ความสัมพันธ์ซึ่งแสดงถึงการแจกแจงโมเลกุลที่มีพลังงานเปลี่ยนไปเล็กน้อย (ในช่วง E กับ $E + dE$) โดยในที่นี้คือ ฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงพลังงาน

สรุปประเด็นสำคัญ

การแจกแจงโมเลกุลก๊าซขึ้นอยู่กับจำนวนโมเลกุล ทิศทาง อัตราเร็ว พลังงานและอุณหภูมิ ตามฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงความเร็ว การแจกแจงอัตราเร็ว และการแจกแจงพลังงาน โดยเป็นฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลซึ่งมีค่าลดลงเมื่ออัตราเร็วหรือพลังงานสูง แต่จะมีค่าสูงขึ้นตามกำลังสองของอัตราเร็วหรือรากที่สองของพลังงานเมื่ออัตราเร็วหรือพลังงานต่ำ เมื่อทราบฟังก์ชันการแจกแจงโมเลกุลก๊าซที่แน่นอนจะหาค่าต่าง ๆ ของก๊าซได้ เช่น ความเร็วเฉลี่ย แบบต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 3 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมสำหรับกระบวนวิชานี้ (รหัสการพิมพ์ 29241) หน้า 319-333 หรือฟังคำบรรยายสรุปจากแถบคำบรรยายสรุปสำหรับกระบวนวิชานี้ ครั้งที่ 8-9 (ดูบันทึกท้ายเล่ม) ประกอบแผ่นภาพโปรงใสแผ่นที่ 60-62 (ดูต้นแบบท้ายเล่มนี้)
2. หาค่าความเร็วเฉลี่ยแบบต่าง ๆ โดยอาศัยฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงอัตราเร็ว
3. เปรียบเทียบลักษณะการแจกแจงของโมเลกุลก๊าซตามขนาดอัตราเร็วที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ต่ำ-ปานกลาง-สูง)

การหาจำนวนโมเลกุล

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

1. จำนวนโมเลกุลขนาดความเร็วต่าง ๆ คือ การหาสัดส่วนของจำนวนโมเลกุลเทียบกับจำนวนโมเลกุลทั้งหมด ตามขนาดความเร็วที่ต้องการทราบ โดยอาศัยฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงความเร็ว

2. จำนวนโมเลกุลขนาดพลังงานต่าง ๆ คือ การหาสัดส่วนของจำนวนโมเลกุลเทียบกับจำนวนโมเลกุลทั้งหมด ตามขนาดพลังงานที่ต้องการทราบ โดยอาศัยฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงพลังงาน

สรุปประเด็นสำคัญ

เมื่อต้องการทราบจำนวนโมเลกุลก๊าซที่มีอัตราเร็วขนาดต่าง ๆ หรือจำนวนโมเลกุลก๊าซที่มีพลังงานขนาดต่าง ๆ จะหาได้จากการอินทิเกรตฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงอัตราเร็ว หรือฟังก์ชันแมกซ์เวลล์สำหรับการแจกแจงพลังงานในช่วงขนาดอัตราเร็วหรือในช่วงพลังงานนั้น โดยจะทราบถึงสัดส่วนของจำนวนโมเลกุลซึ่งมีอัตราเร็วหรือพลังงานนั้นเทียบกับจำนวนโมเลกุลทั้งหมด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 4 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมสำหรับกระบวนการวิชา (รหัสสารพิมพ์ 29241) หน้า 333-338 หรือฟังคำบรรยายสรุปจากแถบคำบรรยายสรุปสำหรับกระบวนการวิชา ครั้งที่ 8-9 (ดูบันทึกท้ายเล่มนี้)
2. แสดงวิธีการหาจำนวนโมเลกุลในช่วงขนาดความเร็วหรือขนาดพลังงานต่าง ๆ โดยอาศัยฟังก์ชันแมกซ์เวลล์

การประเมินผลท้ายบทที่ 6

1. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากคำถามต่อไปนี้
(ดูคำถามใน ทดสอบ 6 กรอบที่ 6-89 ถึง 6-91 ในหน้า 341-342 ในตำราสารพิมพ์ 29241)

2. จงทำ แบบฝึกหัด 6 ในกรอบที่ 6-92 ถึง 6-101 ในหน้า 342-346 ในตำราสารพิมพ์ 29241