

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แผนการสอนเอสเอสซีเอส

แผนการสอนที่	หัวข้อ	เวลา(คาบ)
1	สถานะของสาร	1
2	กฎของบอยล์	1
3	กฎของชาร์ล	1
4	กฎของเกย์ลูสแซก	1
5	กฎรวมก๊าซ	1
6	กฎของอาโวกาโดรและกฎของก๊าซสมมติ	2
7	กฎการแพร่ของก๊าซ	1
8	ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ	1

แผนการสอนที่ 1

เรื่อง สถานะของสาร

คาบที่ 1

มโนคติ

สถานะของสารที่ปรากฏเป็นก๊าซของเหลว หรือของแข็งจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ อาจทำให้เปลี่ยนสถานะได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสารได้
2. บอกสถานะของสาร ณ. อุณหภูมิที่กำหนดให้ เมื่อทราบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารนั้นได้

เนื้อหา

สถานะของสารที่พบจะมีทั้งก๊าซของเหลวและของแข็ง สารต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิหนึ่งอาจมีสถานะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันก็ได้ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารชนิดนั้น ๆ โดยที่

1. ถ้าสารนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลว สารจะมีสถานะเป็นของแข็ง
 2. ถ้าสารนั้นมีอุณหภูมิมากกว่าจุดหลอมเหลวแต่ต่ำกว่าจุดเดือด สารนั้นจะมีสถานะเป็นของเหลว
 3. ถ้าสารนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือด สารจะมีสถานะเป็นก๊าซ
- ดังนั้นการเปลี่ยนอุณหภูมิอาจทำให้สารเปลี่ยนสถานะได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม ดังต่อไปนี้
 - สารที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันมีสถานะอะไรบ้าง ?

ตอบ มีทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง สถานะเป็นของเหลว และสารที่มีสถานะเป็นก๊าซ

ตอบ สถานะของแข็งเช่น หินปูน ทองแดง ตะกั่ว.....

สถานะของเหลวเช่น ปรอท น้ำ.....

สถานะก๊าซเช่น ออกซิเจน นีออน ฮีเลียม.....

2. ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังต่อไปนี้

- สารชนิดเดียวที่มีการเปลี่ยนสถานะเป็นได้ทั้งสามสถานะ นักเรียนคิดว่ามีหรือไม่ ถ้ามีจงยกตัวอย่างด้วย

ตอบ มี เช่น น้ำ

- นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอะไรที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะได้

ตอบ อุณหภูมิ

ขั้นสอน

1. SEARCH

1. ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลตารางที่ 4.1 ในบทเรียนซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของสารกับจุดเดือด และจุดหลอมเหลวดังนี้

ตาราง 4.1 จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบางชนิด

ชื่อสาร	สถานะของสาร (ที่ 25°C)	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
นีออน	ก๊าซ	-249	-246
ออกซิเจน	ก๊าซ	-219	-182.8
คลอรีน	ก๊าซ	-100.8	-34
น้ำ	ของเหลว	0	100
ปรอท	ของเหลว	-39	357
โซเดียม	ของแข็ง	98	885
อะลูมิเนียม	ของแข็ง	660	2327

แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ (การระดมสมอง, การหาข้อมูล, การอธิบาย)

- สารที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิ ณ. จุดเดือด และจุดหลอมเหลวเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับ 25°C

ตอบ จุดเดือดสูงกว่า 25°C และจุดหลอมเหลวมีอุณหภูมิตั้งแต่ 25°C ขึ้นไป

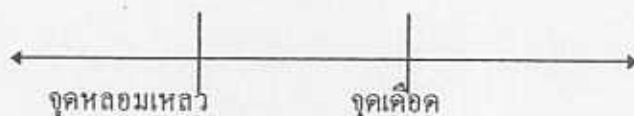
- สารที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 25°C จะมีจุดเดือด และจุดหลอมเหลวเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 25°C

ตอบ จุดหลอมเหลวลดต่ำกว่า 25°C จุดเดือดสูงกว่า 25°C

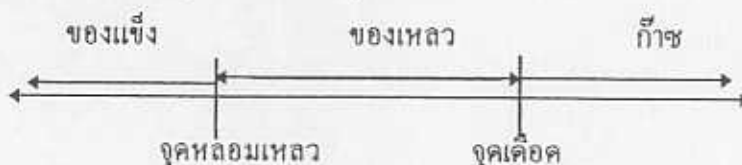
- สารที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิ 25°C จะมีจุดเดือด และจุดหลอมเหลว เป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 25°C

ตอบ มีจุดเดือด และจุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิ 25°C

2. ครูให้อิโกลาสนักเรียนที่สงสัย และไม่เข้าใจตามคำถาม (การตั้งคำถาม)
3. ครูกำหนดเส้นจำนวนอุณหภูมิ ของจุดเดือด และจุดหลอมเหลวของสารบนเส้นจำนวนดังนี้

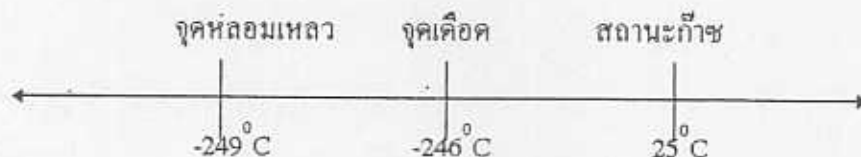


ครูให้นักเรียนระบุสถานะของสารลงบนเส้นจำนวนอุณหภูมิโดยอาศัยข้อมูลจากตาราง 4.1 ในบทเรียน (การระดมสมอง, การสังเกต, การวิเคราะห์) ได้ผลดังนี้



เช่น

นီออน



ออกซิเจน



กลอรีน



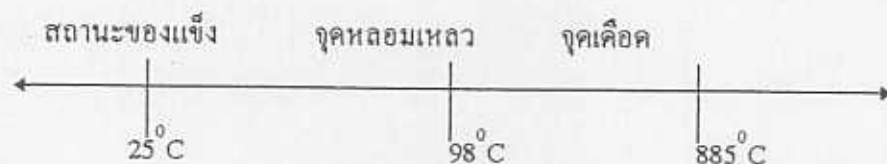
น้ำ



ปรอท



ໂຮງເຊີມ



อะลุ่มเบญจ



4. ครูกำหนดข้อมูลของจุดเคี้ยวและจุดหลอมเหลวของสารต่าง ๆ ให้นักเรียนดังต่อไปนี้

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	90	800
B	-100	-20
C	5	70
D	-214	-142
E	300	1200
F	-40	225

- จากข้อมูลที่ครูกำหนดให้นักเรียนจะสามารถบอกสถานะของสารต่าง ๆ ณ

อุณหภูมิ 25°C ได้อย่างไร ?

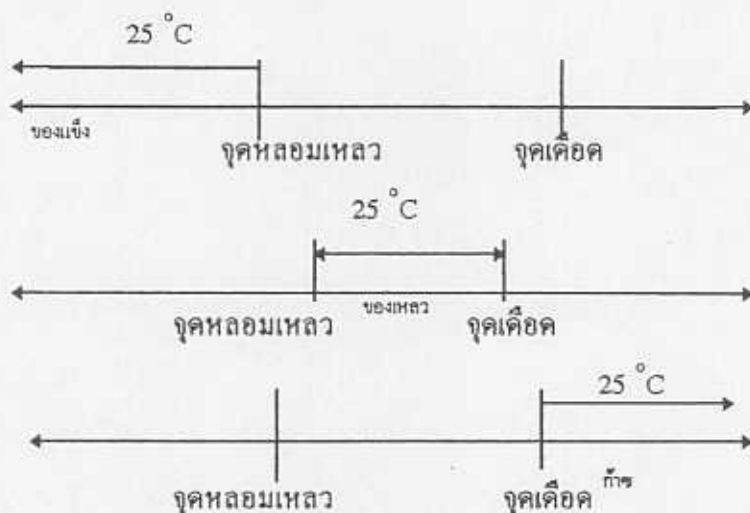
ตัวอย่างคำตอบ เช่น ของแข็งจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลว

ของเหลวจะมีอุณหภูมิอยู่ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือด

ส่วนก๊าซมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือด

2. SOLVE

- ให้นักเรียนออกแบบและวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ (การตัดสินใจ, การออกแบบ)
 - นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่นักเรียนออกแบบและวางแผนไว้ (การทดสอบ)
 - ครุคิดว่านักเรียนจะแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ ดังต่อไปนี้
 - ถ้าอุณหภูมิ 25°C ต่ำกว่าจุดหลอมเหลว สารนั้นจะมีสถานะเป็นของแข็ง
 - ถ้าอุณหภูมิ 25°C สูงกว่าจุดหลอมเหลว แต่ต่ำกว่าจุดเดือด สารนั้นจะมีสถานะเป็นของเหลว
 - ถ้าอุณหภูมิ 25°C สูงกว่าจุดเดือด สารนั้นจะมีสถานะเป็นก๊าซ
- แสดงบนเส้นจำนวนของอุณหภูมิได้ดังนี้



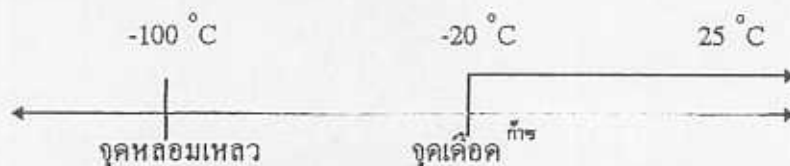
3. CREATE

- นักเรียนจัดกระทำกับคำตอบของนักเรียนที่ได้ดังนี้ (การแสดงผล)

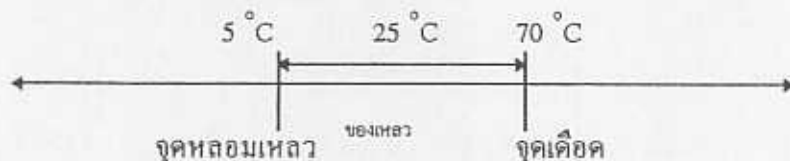
สาร A มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 25°C มีสถานะของแข็ง



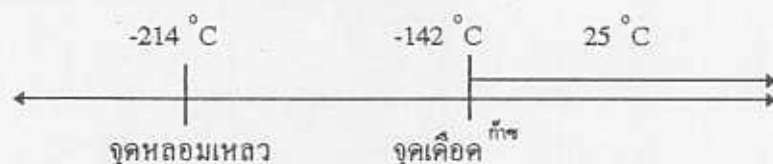
สาร B มีจุดเดือดต่ำกว่า 25°C มีสถานะเป็นก๊าซ



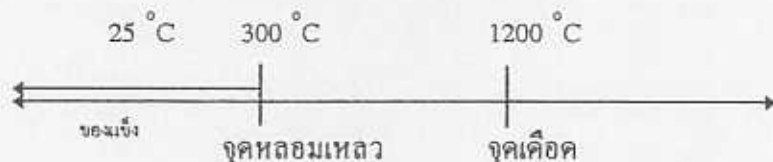
สาร C มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า 25°C มีจุดเดือดสูงกว่า 70°C มีสถานะเป็นของเหลว



สาร D มีจุดเดือดต่ำกว่า 25°C มีสถานะเป็นก๊าซ



สาร E มีจุดหลอมเหลวมากกว่า 25°C มีสถานะเป็นของแข็ง



สาร F มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า 25°C แต่มีจุดเดือดสูงกว่า 25°C มีสถานะเป็นของเหลว



2. ครูลใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ณ อุณหภูมิห้องสารแต่ละชนิดจะมีสถานะใดจะขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารนั้นๆ

- อะไรที่เป็นปัจจัยที่ทำให้สถานะสารเปลี่ยนไปได้

ตอบ อุณหภูมิ

- การเปลี่ยนอุณหภูมิห้องไปจะทำให้สถานะของสารเปลี่ยนไปทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ไม่ทุกครั้งเสมอไป ขึ้นกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจะมากกว่าหรือน้อยกว่า

จุดเดือดหรือจุดหลอมเหลว ของสารหรือไม่

3. นักเรียนช่วยกันสรุปผลการแก้ปัญหา จะได้ว่า

- 1.) สารแต่ละชนิดจะมีสถานะใด ณ. อุณหภูมิหนึ่งขึ้นอยู่กับจุดเดือด และจุดหลอมเหลวของสารนั้น ๆ (การยอมรับ)
- 2.) การเปลี่ยนอุณหภูมิอาจทำให้สถานะของสารเปลี่ยนไป (การยอมรับ)
- 3.) ครูให้อิโณกสนักเรียนที่สงสย หรือไม่เข้าใจถาม (การใช้คำถาม)

4. SHARE

1. ครูให้นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลที่ได้ให้คนอื่นฟัง (การรายงานผล)
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ (การใช้คำบรรยาย)
3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนที่สงสย หรือไม่เข้าใจถาม (การใช้คำถาม)

ขั้นสรุป

ครูให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับการเปลี่ยนสถานะของสารได้ว่า

1. การเปลี่ยนอุณหภูมิอาจทำให้สถานะของสารเปลี่ยนไปได้
2. ณ อุณหภูมิหนึ่งสารจะมีสถานะใดขึ้นอยู่กับจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสาร

แผนการสอนที่ 2

เรื่อง กฎของบอยล์ (Boyle's law)

ตอนที่ 2

มโนคติ

ณ ที่อุณหภูมิคงที่ก๊าซใด ๆ ที่มีมวลคงที่ ปริมาตรของก๊าซนั้นจะแปรผกผันกับความดันของก๊าซ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความดันที่มีต่อปริมาตรของก๊าซได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของก๊าซเมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่ได้

เนื้อหา

ในปี ค.ศ. 1662 Robert Boyle นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซ และความดันของก๊าซพบว่า “ณ อุณหภูมิคงที่ ก๊าซใด ๆ ที่มีมวลคงที่ ปริมาตรของก๊าซนั้นจะแปรผกผันกับความดันของก๊าซ” นั่นคือ ถ้าเพิ่มปริมาตรก๊าซเป็น 2 เท่าของปริมาตรเดิม ณ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ก๊าซนั้นจะมีความดันลดลง 2 เท่าเช่นกัน เมื่อมวลของก๊าซนี้ไม่เปลี่ยน ต่อมาความสัมพันธ์นี้เรียกว่า กฎของบอยล์ (Boyle's law)

ถ้ากำหนดให้ V แทนปริมาตรของก๊าซ

P แทนความดันของก๊าซ

จะแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้ $V \propto \frac{1}{P}$ เมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่

หรือ $PV = k$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่

ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาตร หรือความดันของก๊าซ ณ ที่อุณหภูมิคงที่จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันได้ดังนี้

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 = \dots\dots\dots P_0 V_0 = k$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูนำเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนยกตัวอย่างสารต่าง ๆ ที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวันที่มีสถานะเป็นก๊าซ (เช่น ก๊าซออกซิเจน ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์---) แล้วครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนจะวัดปริมาณสารที่มีสถานะเป็นก๊าซเหล่านั้น จะวัดในลักษณะใดจึงจะสะดวกที่สุด

ตอบ วัดปริมาตร, วัดน้ำหนัก-----

- ก๊าซหุงต้มที่อยู่ในครัวเรือนที่นักเรียนพบ มักจะวัดปริมาณก๊าซเหล่านั้นในลักษณะใด

ตอบ วัดมวล

- ดังก๊าซออกซิเจนที่ใช้ตามโรงพยาบาลมักจะวัดปริมาณก๊าซเหล่านั้นในลักษณะใด

ตอบ วัดปริมาตรหรือความดัน

- นักเรียนคิดว่าปริมาตรของก๊าซกับความดันของก๊าซจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นสอน

1. SEARCH

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาผลของความดันที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของก๊าซในบทเรียน จากแบบเรียนวิชาเคมี ว. 031 (ระดมสมอง, หาข้อมูล, สังเกต, วิเคราะห์, อธิบาย)

-นักเรียนจะได้ข้อมูลว่า เมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผกผันกับความดัน เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของบอยล์

2. ครูใช้คำถามต่อไปนี้ เพื่อเพิ่มข้อมูลให้ความรู้กับนักเรียน

- แรงดึงดูดระหว่างอนุภาคเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับของเหลว และของแข็ง (เปรียบเทียบ)

ตอบ ก๊าซมีแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด น้อยมากจนถือว่าไม่มีเลย

- ก๊าซมีรูปร่างเป็นอย่างไรบ้าง (สังเกต, คาดคะเน)

ตอบ ไม่แน่นอนขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ และมีปริมาตรเท่ากับภาชนะที่บรรจุ

- นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่น่าจะมีผลต่อปริมาตรของก๊าซ (ระดมสมอง, อธิบาย, คาดคะเน)

ตอบ อุณหภูมิ ความดัน มวลของก๊าซ ปริมาตรก๊าซ-----

3. ครูกำหนดหลอดฉีดยาเป็นอุปกรณ์ให้กับนักเรียนแล้วใช้คำถามดังต่อไปนี้

- หลอดฉีดยาที่ครูกำหนดให้จะใช้แทนตัวแปรอะไร ? (เปรียบเทียบ, เชื่อมโยง)

ตอบ ใช้บอกปริมาตรของก๊าซ

- ถ้าให้อุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ นักเรียนคิดว่าความดันจะมีผลต่อปริมาตรก๊าซอย่างไร ? (ระดมสมอง, คาดคะเน, ตั้งสมมติฐาน)

ตอบ 1) ถ้าเพิ่มความดันปริมาตรของก๊าซจะเพิ่ม (สมมติฐานที่ 1)

2) ถ้าเพิ่มความดันปริมาตรของก๊าซจะลด (สมมติฐานที่ 2)

2. SOLVE

1. ครูให้นักเรียนออกแบบการแก้ปัญหา และวางแผนวิธีดำเนินงานตามแนวคิดของนักเรียน (คัดสนใจ, ออกแบบ, ประยุกต์)
2. ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาแนวทางที่นักเรียนออกแบบ และวางแผนไว้ (ทดสอบ)
3. ครูคิดว่านักเรียนจะใช้วิธีการแก้ปัญหา ดังนี้
 - คึงก้านสูบหลอดนํ้าออกแล้วอ่านค่าปริมาตรที่ได้
 - ใช้ปลายนิ้วอุดปลายหลอดนํ้าไว้ให้แน่น
 - กดก้านสูบหลอดนํ้าลงจนไม่สามารถกดลงได้อีก แล้วอ่านปริมาตรของหลอดนํ้า
 - ปลอยมือที่กดก้านสูบของหลอดนํ้าออก
 - อ่านปริมาตรของหลอดนํ้าเมื่อก้านสูบหยุดนิ่ง
 - ทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้งและบันทึกข้อมูล

3 CREATE

1. ครูให้นักเรียนแสดงผลการทดลองเป็นตารางดังนี้(แสดงผล)

การทดลอง	ปริมาตร (cm ³)
ก่อนทดลอง	
กดก้านสูบ	
ปลอยก้านสูบ	

2. ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ก่อนทดลองความดันของก๊าซ ในหลอดนํ้ากับนอกหลอดนํ้า เป็นอย่างไร

(การแสดงผล)

ตอบ มีความดันเท่ากัน โดยเท่ากับความดันบรรยากาศขณะนั้น

- เมื่อกดก้านหลอดนํ้าลงจนหยุดนิ่ง ปริมาตรของก๊าซในหลอดเปลี่ยนแปลงอย่างไร

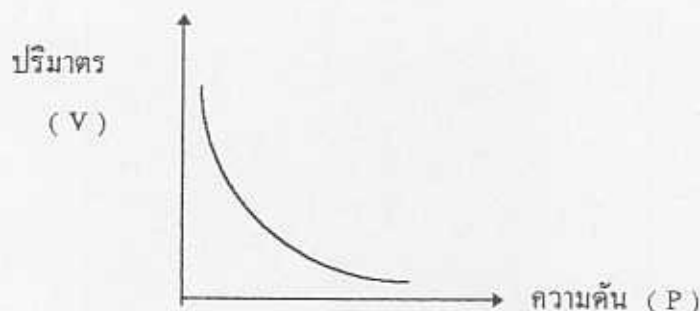
(แสดงผล)

ตอบ ปริมาตรของก๊าซลดลง

- เมื่อกดก้านหลอดนํ้าลงจนหยุดนิ่งความดันของก๊าซในหลอดนํ้าเปลี่ยนแปลงอย่างไร (การแสดงผล)

ตอบ ความดันเพิ่มขึ้นจากเดิม เท่ากับความดันที่กดก้านสูบของหลอดนํ้า

3. นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้ดังนี้ เมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ ถ้าเพิ่มความดัน ปริมาตรของก๊าซจะลดลง และถ้าลดความดัน ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น (การยอมรับ)
4. ครูให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของความดัน และปริมาตรก๊าซจากข้อสรุปที่ได้ใน รูปกราฟ (ขยายความ, ส่งเสริม, แสดงผล)



5. ครูให้ V แทนปริมาตรของก๊าซ
P แทนความดันของก๊าซ

ให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของความดัน และปริมาตรก๊าซในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เมื่ออุณหภูมิและมวลคงที่ (ขยายความ, ทำให้สมบูรณ์, สื่อสาร)

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$V = \frac{K}{P}$$

$$VP = K \text{ เมื่อ } K \text{ เป็นค่าคงที่}$$

จากกราฟที่ได้ ถ้าปริมาตรหรือความดันของก๊าซเปลี่ยนไป ผลคูณของ ปริมาตรและความดันเปลี่ยนแปลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง (ขยายความ, ส่งเสริม)

ตอบ ไม่เปลี่ยนแปลง

- ถ้าเปลี่ยนปริมาตร หรือความดันของก๊าซไปโดยมวลและอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง นักเรียนจะสามารถคำนวณหาความดัน หรือปริมาตรใหม่ได้หรือไม่ อย่างไร (การแสดงผล)

ตอบ ได้โดยใช้สูตร $P_1 V_1 = P_2 V_2$

5. ครูให้โอกาสนักเรียนถามในส่วนที่สงสัย หรือไม่เข้าใจ (การใช้คำถาม)

4. SHARE

1. ครูให้ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานคำตอบที่ได้ (การรายงานผล)
 - ทุกครั้งที่ทดลองหาค่าปริมาตรของก๊าซในหลอดจะลดลง
 - ขณะกดหลอดคณิดยาก็จะมีความดันสูง

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้
(การใช้คำบรรยาย)

- ครูยกตัวอย่างให้กับนักเรียนพร้อมกับอธิบายวิธีทำดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ก๊าซชนิดหนึ่งบรรจุในถัง 20 ลิตร มีความดัน 2 บรรยากาศเมื่อนำมาถ่ายลงสู่ถังใบใหม่ซึ่งมีปริมาตร 50 ลิตร โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง และมวลของก๊าซยังเท่าเดิมความดันของก๊าซในถังใหม่จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

ตอบ เปลี่ยนแปลง โดยความดันจะลดลงเพราะตามกฎของบอยล์ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผกผันกับความดัน โดยอุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่

ตัวอย่างที่ 2 ก๊าซออกซิเจนจำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิห้อง และความดัน 1 atm. จะมีปริมาตร 10 ลิตร ถ้าเปลี่ยนความดันเป็น 2 atm. ก๊าซออกซิเจนจะมีปริมาตรเป็นเท่าใดเมื่ออุณหภูมิและมวลไม่เปลี่ยนแปลง

$$\begin{array}{ll} \text{วิธีทำ} & \text{จาก } P_1 V_1 = P_2 V_2 \\ & \text{โดย } P_1 = 1 \text{ atm} \\ & V_1 = 10 \text{ ลิตร} \\ & P_2 = 2 \text{ atm} \\ & V_2 = ? \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } 1 \text{ atm} \times 10 \text{ ลิตร} &= 2 \text{ atm} \times V_2 \\ V_2 &= \frac{1 \text{ atm} \times 10 \text{ ลิตร}}{2 \text{ atm}} \\ &= 5 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

ตอบ ก๊าซออกซิเจนจะมีปริมาตรเป็น 5 ลิตร เมื่อเปลี่ยนความดันเป็น 2 atm

ขั้นสรุป ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนบทเรียน และสรุป

- ความดันมีผลต่อปริมาตรของก๊าซหรือไม่ อย่างไร

ตอบ มี โดยที่ถ้าเพิ่มความดันปริมาตรของก๊าซจะลดลง ถ้าลดความดัน ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและมวลคงที่

- ความดันกับปริมาตรของก๊าซสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ สัมพันธ์กันแบบ แปรผกผัน

แผนการสอนที่ 3

เรื่อง กฎของชาร์ล (Charles's law)

คาบที่ 3

มโนคติ ที่ความดันและมวลของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
สมบูรณ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาตรของก๊าซได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และอุณหภูมิของก๊าซเมื่อมวลและความดันคงที่ได้

เนื้อหา

ในปี ค.ศ. 1787 Jacques Alexander Cesar Charles ได้ศึกษาอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลปริมาตรของก๊าซ เมื่อให้ก๊าซมีความดันและอุณหภูมิกงที่ผลของการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น $\frac{1}{273}$ เท่าของปริมาตรเดิมที่ 0°C เมื่อความดันคงที่ เช่น ถ้าให้ก๊าซมีปริมาตร 273 cm^3 ที่ 0°C เมื่อ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่ม $\frac{1}{273}$ ของ 273 cm^3 คือ 1 cm^3 ก๊าซจะมีปริมาตร 274 cm^3 และถ้าให้อุณหภูมิลดลง 1°C ก๊าซก็จะมีปริมาตร 272 cm^3

ให้ V เป็นปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิ $t^{\circ}\text{C}$

V_0 เป็นปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิ 0°C

$$\begin{aligned}\therefore V &= V_0 + \left(\frac{1}{273} \right) t V_0 \\ &= V_0 \left[1 + \left(\frac{t}{273} \right) \right] \\ &= V_0 \left(\frac{273+t}{273} \right)\end{aligned}$$

ในการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และอุณหภูมิของก๊าซ อุณหภูมิที่ใช้ต้องเป็นอุณหภูมิเคลวิน (Kelvin) เสมอ

โดยอุณหภูมิเคลวิน (K) = $273 +$ อุณหภูมิองศาเซลเซียส

$$T (K) = 273 + t$$

$$\begin{aligned}\text{ฉะนั้น} \quad V &= V_0 \left(\frac{T}{273} \right) \\ &= \left(\frac{V_0}{273} \right) T \\ &= KT \text{ เมื่อ } K = \left(\frac{V_0}{273} \right) \text{ ซึ่งเป็นค่าคงที่}\end{aligned}$$

$$\therefore V \propto T \text{ เมื่อความดันคงที่}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{V}{T} = K$$

เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาตร หรืออุณหภูมิของก๊าซจะเขียนความสัมพันธ์ปริมาตร และ
อุณหภูมิของก๊าซได้ดังนี้

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \dots = \frac{V_N}{T_N}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมเรื่องกฎของบอยล์ และตั้งคำถามนำเพื่อให้ นักเรียนได้
เห็นว่าปริมาตรของก๊าซสัมพันธ์กับอุณหภูมิหรือไม่ อย่างไร ดังต่อไปนี้

- ถ้าเพิ่มความดันให้กับก๊าซ ปริมาตรของก๊าซจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ตอบ เปลี่ยนแปลงโดยปริมาตรลดลง

- ความดันกับปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ สัมพันธ์กันแบบแปรผกผัน

- ถ้าเมื่อให้ความดันของก๊าซคงที่บ้าง นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิจะมีผลต่อปริมาตรของ
ก๊าซหรือไม่ อย่างไร ?

ขั้นสอน

1. SEARCH

1. ครูนำน้ำใส่ในบีกเกอร์ 1 ใบ ให้นักเรียนช่วยกันบอกระดับความร้อนของน้ำขณะนั้น
(ระดมสมอง,อธิบาย)

2. ครูใช้คำถามกับนักเรียนดังต่อไปนี้

- การบอกระดับของความร้อนที่ถูกต้องนักเรียนทราบได้จากอะไร

ตอบ อุณหภูมิ

- หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้ในปัจจุบันที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ต่างกันอย่างไร (จำแนก)

ตอบ องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$), เคลวิน(K) องศาฟาเรนไฮต์($^{\circ}\text{F}$) โดยที่ $273\text{K} = 0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$

3. ครูให้ความรู้กับนักเรียนดังนี้

- อุณหภูมิเคลวิน (K) = $273 + \text{อุณหภูมิองศาเซลเซียส } (^{\circ}\text{C})$

- อุณหภูมิองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) = $5/9 (\text{อุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์ } (^{\circ}\text{F}) - 32)$

4. ครูให้โอกาสนักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจถาม (การตั้งคำถาม) แล้วครูถาม
นักเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของก๊าซหรือไม่ อย่างไร ?

(คาดคะเน, ตั้งสมมติฐาน)

ตอบ โดย 1.) เพิ่มอุณหภูมิทำให้ปริมาตรของก๊าซเพิ่ม (สมมติฐานที่ 1)

2.) เพิ่มอุณหภูมิทำให้ปริมาตรของก๊าซลด (สมมติฐานที่ 2)

5. ครูกำหนดหลอดนํ้าร้อน นํ้าเย็น ลูกโป่ง ขวดยาลูกโป่ง ขวดเปล่า เป็นอุปกรณ์
ให้นักเรียน ตามนักเรียนต่อไปนี้

- อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าจะใช้แทนตัวแปรใดได้บ้าง (เปรียบ
เทียบ, เชื่อมโยง)

ตอบ นํ้าร้อนใช้แทนอุณหภูมิสูง

นํ้าเย็นใช้แทนอุณหภูมิต่ำ

หลอดนํ้าใช้บอกปริมาตรก๊าซ

ลูกโป่งใช้บอกปริมาตรก๊าซ

ขวดใช้เป็นภาชนะบรรจุก๊าซ

2. SOLVE

1. นักเรียนออกแบบการแก้ปัญหา และวางแผนตามที่นักเรียนคิดได้เอง (การตัดสินใจ,
การออกแบบ, การประยุกต์)

2. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่นักเรียนได้ออกแบบ และวางแผนไว้
(การทดสอบ)

3. วิธีที่ครูคิดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหาคือ

1.) คึงก้านหลอดนํ้าออกให้อ่านค่าปริมาตรได้ค่าหนึ่ง

2.) ลูดนํ้าเข้าในหลอดนํ้าจำนวนหนึ่ง

3.) นํ้าหลอดนํ้าไปแช่นํ้าร้อนสังเกตการไหลของนํ้าที่อยู่ในหลอดนํ้าแล้ว
บันทึกผล

4.) ยกหลอดนํ้าออกจากนํ้าร้อนไปแช่นํ้าเย็น สังเกตการไหลของนํ้าที่อยู่ในหลอด
นํ้าแล้วบันทึกผล

3. CREATE

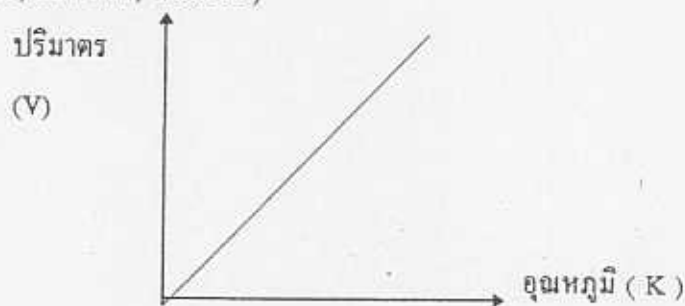
1. ครูให้นักเรียนแสดงผลการทดลองเป็นตาราง ดังตารางต่อไปนี้ (แสดงผล)

การทดลอง	ลักษณะการไหลของนํ้าในหลอด
แช่นํ้าร้อน	
แช่นํ้าเย็น	

2. นักเรียนอภิปรายผลการทดลองที่ได้ และสรุปเป็นคำตอบที่ได้ (ขยายความ, ทำให้สมบูรณ์, การยอมรับ)

- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรของก๊าซในหลอดเพิ่มขึ้นจึงดันน้ำให้ไหลออกมา
- เมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของก๊าซในหลอดลดลงทำให้น้ำภายนอกไหลเข้าในหลอด

3. ครูให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับปริมาตรของก๊าซจากข้อสรุปที่ได้ในรูปกราฟ (สื่อสาร, แสดงผล, ส่งเสริม)



4. ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้

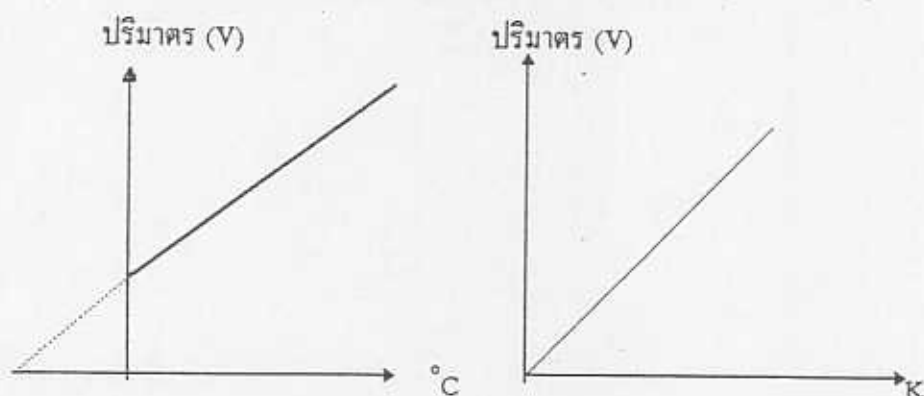
- จากกราฟ อุณหภูมิและปริมาตรของก๊าซ สัมพันธ์กันอย่างไร (การแสดงผล)

ตอบ แปรผันตรง โดยที่เมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มตาม ถ้าอุณหภูมิลดปริมาตรของก๊าซก็จะลดลงไปด้วย

- นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (การยอมรับ)

ตอบ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ

5. ครูให้ความรู้กับนักเรียน จากการทดลองของชาร์ล จะแสดงความสัมพันธ์ของปริมาตรกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสและเคลวินได้ดังกราฟต่อไปนี้



6. ครูถามนักเรียนเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

- จากการทดลองของชาร์ล เมื่อลดอุณหภูมิลงจนปริมาตรของก๊าซเป็นศูนย์ อุณหภูมิ $^{\circ}\text{C}$ และ K มีค่าเท่าใด

ตอบ -273°C หรือ 0 K

- จะต้องเพิ่มอุณหภูมิในหน่วยใดเป็นสองเท่า ปริมาตรของก๊าซจึงจะเพิ่มเป็นสองเท่าด้วย

ตอบ เคลวิน

7. ครูกำหนดให้ V แทนปริมาตรของก๊าซ

T แทนอุณหภูมิเคลวิน

- นักเรียนจะเขียนความสัมพันธ์ของปริมาตรกับอุณหภูมิได้ว่า อย่างไร (สื่อสาร, ส่งเสริม)

ตอบ $V \propto T$ หรือ $V = KT$ เมื่อ K เป็นค่าคงที่

$$\text{หรือ } \frac{V}{T} = K$$

- การเปลี่ยนปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิต่าง ๆ ซึ่งให้ความดันของก๊าซคงที่ จะแสดงความสัมพันธ์ได้อย่างไร ? (ส่งเสริม, สื่อสาร)

ตอบ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \dots = \frac{V_N}{T_N}$

4. SHARE

1. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มมารายงานผลที่ได้ให้นักเรียนคนอื่น ๆ ฟัง (การรายงานผล)

- อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของก๊าซ
- ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้กับก๊าซปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น
- ถ้าลดอุณหภูมิปริมาตรของก๊าซจะลดลง

2. ครูให้โอกาสนักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ (การใช้คำบรรยาย, ใช้คำถาม, การวิจารณ์)

3. ครูให้โอกาสนักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจได้ถาม (การใช้คำถาม)

- ครูยกตัวอย่าง พร้อมอธิบายวิธีทำ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 กฎของชาร์ล กล่าวว่าอย่างไร ? ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซในหน่วยองศาเซลเซียสขึ้นเป็นสองเท่าของอุณหภูมิเดิมปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มเป็นสองเท่าของปริมาตรเดิมหรือไม่เพราะเหตุใด ?

ตอบ กฎของชาร์ลกล่าวว่า “เมื่อความดันและมวลของก๊าซคงที่ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน” ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซในหน่วยองศาเซลเซียสเป็น

สองเท่าของอุณหภูมิเดิม ปริมาตรของก๊าซจะไม่เพิ่มเป็นสองเท่าด้วย เพราะจากกฎของชาร์ล ปริมาตรของก๊าซไม่ได้แปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิองศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ 2 ก๊าซฮีเลียมบรรจุอยู่ในลูกโป่งลูกหนึ่งมีปริมาตร 10 ลิตรที่ 0°C เมื่อเผาให้ร้อนขึ้นจนถึง 200°C โดยความดันคงที่ ปริมาตรของก๊าซฮีเลียมจะเป็นเท่าใด ?

วิธีทำ จากกฎของชาร์ล

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{โดยที่} \quad \begin{aligned} V_1 &= 10 \text{ ลิตร} \\ T_1 &= 0^{\circ}\text{C} \\ V_2 &= ? \end{aligned}$$

$$T_2 = 200^{\circ}\text{C}$$

$$\text{จาก } T = 273 + t$$

$$\therefore T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

$$\text{และ } T_2 = 273 + 200 = 473 \text{ K}$$

ดังนั้น

$$\frac{10 \text{ ลิตร}}{273 \text{ K}} = \frac{V_2}{473 \text{ K}}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{10 \text{ ลิตร} \times 473}{273} \\ &= 17.3 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

ตอบ ปริมาตรก๊าซฮีเลียมที่อุณหภูมิ 200°C มีเท่ากับ 17.3 ลิตร

ขั้นสรุป

นักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของปริมาตรกับอุณหภูมิของชาร์ลพร้อมสูตรที่ใช้ ดังนี้ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{V}{T} = K \quad \text{เมื่อ } V \text{ คือ ปริมาตรก๊าซ}$$

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์

K คือ ค่าคงที่

แผนการสอนที่ 4

เรื่อง กฎของเกย์ลูสแซก (Gay-Lussac's law)

ภาพที่ 4

มโนคติ

ถ้าให้ปริมาตรของก๊าซคงที่ ความดันของก๊าซจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความดันของก๊าซกับอุณหภูมิ เมื่อปริมาตรคงที่ได้
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อความดันของก๊าซได้

เนื้อหา

ในปี ค.ศ. 1802 Joseph-Lussac นักเคมีและฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน และอุณหภูมิของก๊าซ พบว่าความดันของก๊าซเพิ่มขึ้น ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ เมื่อให้ปริมาตรของก๊าซคงที่

นั่นคือ	$P \propto T$	เมื่อ	V, n คงที่
โดย	P	แทน	ความดันของก๊าซ
	T	แทน	อุณหภูมิ
	V	แทน	ปริมาตร

$P = KT$ เมื่อ K เป็นค่าคงที่

$$\frac{P}{T} = K$$

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความดันไปโดยปริมาตรของก๊าซคงเดิม จะหาความดันหรืออุณหภูมิในภาวะใหม่ได้จาก

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูให้นักเรียนอภิปรายถึงผลของความดัน และอุณหภูมิที่มีต่อปริมาตรของก๊าซตามกฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม

2. ครูให้คำถามต่อไปนี้เข้าสู่บทเรียน

- ก๊าซที่บรรจุในถังเหล็กที่มีปริมาตรเท่ากัน ปริมาตรของก๊าซจะเท่ากันหรือไม่?

ตอบ เท่ากัน

- ถ้าให้ความร้อนหรือเผาถึงที่บรรจุก๊าซ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับถังที่บรรจุก๊าซ

ตอบ ถังก๊าซจะระเบิด

- ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

ตัวอย่างคำตอบ เช่น ความร้อนจะทำให้ปริมาตรของก๊าซเพิ่มขึ้น(ตามกฎของชาร์ล) แต่ปริมาตรของถังที่บรรจุคงที่ จึงทำให้ถังระเบิดหรือแตกได้

ขั้นสอน

1. SEARCH

1. ครูถามนักเรียนต่อไปนี้

- ถังที่มีปริมาตรเท่ากัน 2 ถังเมื่อบรรจุก๊าซ นักเรียนคิดว่าความดันของก๊าซในถังทั้งสองจะเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร (ระดมสมอง, สังเกต, เปรียบเทียบ)

ตอบ ไม่จำเป็นจะต้องเท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซที่บรรจุ เพราะถ้าบรรจุก๊าซมากจะมีความดันมาก

- อุณหภูมิจะมีผลต่อความดันของก๊าซในถังหรือไม่ (หาข้อมูลระดมสมอง)

ตอบ มี, ไม่มี

2. ครูกำหนดอุปกรณ์ให้กับนักเรียนคือ หลอดทดลองหรือขวดจุกยาง น้ำร้อน

- อุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้นักเรียนจะใช้แทนตัวแปรใดได้บ้าง (การเปรียบเทียบ)

ตอบ หลอดทดลอง หรือขวดใส่บรรจุก๊าซให้มีปริมาตรคงที่ จุกยางใช้เป็นตัวบอกความดัน น้ำร้อนใช้แทนอุณหภูมิสูง

3. ครูให้ออกาสนักเรียนที่มีปัญหา หรือข้อสงสัยซักถาม (การตั้งคำถาม)

2. SOLVE

1. นักเรียนออกแบบการแก้ปัญหาวางแผนการใช้เครื่องมือตามวิธีที่นักเรียนคิดได้เอง (การตัดสินใจ, การออกแบบ, การประยุกต์)

2. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่นักเรียนออกแบบ และวางแผนไว้ (การทดสอบ)

3. วิธีที่ครูคิดว่านักเรียนจะใช้แก้ปัญหา คือ

1.) ใช้จุกยางอุดปากหลอดทดลอง หรือปากขวดไว้

2.) นำหลอดทดลอง หรือขวดไปใส่ในน้ำร้อน

3.) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของจุกยางที่อุดอยู่ปากหลอดทดลอง หรือขวด

3. CREATE

1. นักเรียนเสนอคำตอบที่ได้ และอภิปรายผล (แสดงผล, ขยายความ) ดังนี้

- เมื่อให้ความร้อนกับก๊าซที่อยู่ในหลอดทดลอง หรือขวดระดับหนึ่งจุกยางที่อุดปากหลอดทดลอง หรือขวดไว้จะถูกดันให้หลุดออก

2. ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ก่อนให้ความร้อนความดันของก๊าซ ภายในขวดและนอกขวดแตกต่างกันอย่างไร (การยอมรับ)

ตอบ มีความดันเท่ากัน

- การที่จุกยางหลุดออกจากขวดได้ เกิดขึ้นเนื่องจากอะไร(ขยายความ)

ตอบ จุกยางหลุดออกมานอกขวดได้ แสดงว่าในขวดมีความดันมากกว่านอกขวด

- ความดันในขวดที่เพิ่มมากขึ้น จนมากกว่านอกขวดเกิดขึ้นเนื่องจากอะไร(การแสดงผล)

ตอบ การเพิ่มอุณหภูมิ

- ความดันกับอุณหภูมิของก๊าซมีความสัมพันธ์กันอย่างไร(การยอมรับ)

ตอบ ความดันของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

3. ครูกำหนดให้ P แทนความดัน

T แทนอุณหภูมิ

V แทนปริมาตร

ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้

- จากผลของการแก้ปัญหาที่ได้จะแสดงความสัมพันธ์เป็นสมการได้อย่างไร (แสดงผล, สื่อสาร)

$$P \propto T \quad \text{เมื่อ } V, n \text{ คงที่}$$

$$P = KT \quad \text{เมื่อ } K \text{ คือค่าคงที่}$$

$$\frac{P}{T} = K$$

4. ครูเพิ่มความรู้อีกกับนักเรียนว่า เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ หรือความดันไป เราจะสามารถคำนวณหาอุณหภูมิ หรือความดันใหม่ได้ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้ (ขยายความ, ทำให้สมบูรณ์)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

5. ครูให้โอกาสนักเรียนที่ไม่เข้าใจ หรือมีข้อสงสัยซักถาม (การใช้คำถาม, การยอมรับ)

4. SHARE

1. ครูให้นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลที่ได้ให้นักเรียนทั้งชั้นฟัง (การรายงานผล)
2. ครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่ได้จากการแก้ปัญหา (การใช้คำบรรยาย, วิจักษ์)
3. ครูให้โอกาสนักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจซักถาม (การใช้คำถาม)

ครูยกตัวอย่างให้นักเรียน พร้อมอธิบายวิธีทำดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ดังก๊าซบรรจุก๊าซหุงต้มในครัวเรือนควรเก็บในที่ ที่มีแสงแดดส่องถึง หรือบริเวณที่ความร้อนสูงหรือไม่ เพราะเหตุใด ?

ตอบ ไม่ควรเก็บถังบรรจุก๊าซในที่ที่มีแสงแดดส่องถึง หรือบริเวณที่มีความร้อนสูง เพราะแสงแดด หรือความร้อนจะทำให้ก๊าซที่อยู่ข้างในถังมีความดันสูงขึ้น ถังที่บรรจุก๊าซไม่สามารถทนความดันของก๊าซได้ อาจเกิดการระเบิดขึ้นได้

ตัวอย่างที่ 2 ดังเหล็กบรรจุก๊าซอะเซติลีน เพื่อเชื่อมโลหะมีปริมาตร 50 ลิตรที่อุณหภูมิ 30°C วัดความดันของก๊าซในถังได้ 10 บรรยากาศ ดังเหล็กใบนี้ข้างถังเขียนข้อความระบุว่าทนความดันได้สูงสุด 100 บรรยากาศ เราสามารถเก็บถังบรรจุก๊าซนี้ไว้ได้ในที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่าใด ดังก๊าซจึงจะไม่ระเบิด

วิธีทำ จาก $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$$P_1 = 10 \text{ บรรยากาศ}$$

$$T_1 = 27^{\circ}\text{C} \text{ หรือ } 300 \text{ K}$$

$$P_2 = 100 \text{ บรรยากาศ}$$

$$T_2 = ?$$

$$\text{จะได้ } \frac{10 \text{ บรรยากาศ}}{300 \text{ K}} = \frac{100 \text{ บรรยากาศ}}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{100 \text{ atm} \times 300 \text{ K}}{10 \text{ atm}}$$

$$= 3000 \text{ K}$$

$\therefore$ สามารถวางถังก๊าซอะเซติลีนใบนี้ไว้ในที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 3000 K หรือ 2727°C

ขั้นสรุป

ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความดันของก๊าซตามกฎของ Gay-Lussac พร้อมทั้งสูตรที่ใช้ดังนี้

เมื่อปริมาตรของก๊าซคงที่ ความดันของก๊าซจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิแสดงสมการ
ได้ดังต่อไปนี้

$$\frac{P}{T} = K \quad \text{เมื่อ } P \text{ คือความดัน}$$

T คืออุณหภูมิเคลวิน

K คือค่าคงที่

แผนการสอนที่ 5

เรื่อง กฎรวมก๊าซ (Combined gas law)

ภาพที่ 5

มโนคติ ปริมาตรของก๊าซขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความดัน การศึกษาสมบัติของก๊าซจึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรไปพร้อมกัน

จุดประสงค์ของการเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร อุณหภูมิ และความดันของก๊าซเมื่อมวลคงที่ได้
 2. คำนวณหาปริมาตรความดันและอุณหภูมิเมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเหล่านั้นได้
- เนื้อหา

เมื่อนำกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลมาใช้ร่วมกันจะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันปริมาตรและอุณหภูมิของก๊าซเมื่อมวลคงที่เรียกว่ากฎรวมก๊าซซึ่งแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ให้ V แทนปริมาตร
 P แทนความดัน
 T แทนอุณหภูมิ
 n แทนจำนวนโมล
 K แทนค่าคงที่

จากกฎของบอยล์ $V \propto \frac{1}{P}$ เมื่อ T และ n คงที่

$V \propto T$ เมื่อ P และ n คงที่

∴ $V \propto \frac{T}{P}$ เมื่อ n คงที่

$$V = K \frac{1}{P}$$

ดังนั้น $\frac{PV}{T} = K$

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปร V , P และ T จะสามารถหาค่าตัวแปรหนึ่งได้จาก

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม เรื่องกฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล

-กฎของบอยล์ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรใด และสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซกับความดัน โดยที่อุณหภูมิและ มวลของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผกผันกับความดัน

-กฎของชาร์ลเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรใดและตัวแปรเหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร?

ตอบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซกับอุณหภูมิ โดยที่ความดันและมวลของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์

2. ครูตั้งคำถามให้กับนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนว่าถ้าไม่มีการให้อุณหภูมิ และความดันคงที่ นักเรียนคิดว่าทั้งปริมาตรความดันและอุณหภูมิของก๊าซ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นสอน

1. SEARCH

1. ครูให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความดัน และปริมาตรของก๊าซในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ ตามกฎของบอยล์ (การระดมสมอง, การอธิบาย, การจำแนก)

$$PV = K \text{ เมื่ออุณหภูมิ และมวลของก๊าซคงที่}$$

2. ครูให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาตรของก๊าซในรูป สมการทางคณิตศาสตร์ ตามกฎของชาร์ล (การระดมสมอง, การอธิบาย, การจำแนก)

$$\frac{V}{T} = K \text{ เมื่อความดัน และมวลของก๊าซคงที่}$$

3. ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้

-นักเรียนคิดว่าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมบัติของก๊าซมีอะไรบ้าง (การระดมสมอง, การจำแนก)

ตอบ ปริมาตรของก๊าซ (V), อุณหภูมิ (T), ความดัน (P),และมวลของก๊าซ (m)

4. ครูกำหนดตัวแปรต่าง ๆ พร้อมกับสัญลักษณ์ให้กับนักเรียน ดังนี้

ปริมาตรของก๊าซแทนด้วย V

อุณหภูมิของก๊าซแทนด้วย T

ความดันของก๊าซแทนด้วย P

มวลของก๊าซแทนด้วย m

5. ครูกำหนดให้มวลของก๊าซ(m)คงที่นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร(V)อุณหภูมิ(T) และความดัน (P) ของก๊าซในรูปสมการทางคณิตศาสตร์โดยอาศัย กฎของบอยล์ กฎของชาร์ลและกฎของเกย์ลุสแซก ที่ได้เรียนมาแล้วได้อย่างไร (วิเคราะห์, เปรียบเทียบ, เชื่อมโยง)

2. SOLVE

1. นักเรียนช่วยกันคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ (การออกแบบ, การตัดสินใจ, การประยุกต์)
2. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่นักเรียนคิดและวางแผนไว้ (การสังเคราะห์)
นักเรียนจะแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

จากกฎของบอยล์ $V \propto \frac{1}{P}$ เมื่อ m และ T คงที่

จากกฎของชาร์ล $V \propto T$ เมื่อ m และ P คงที่

$$\therefore V \propto \frac{T}{P}$$

$$V = K \frac{T}{P} \quad \text{เมื่อ } K \text{ เป็นค่าคงที่}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{VP}{T} = K$$

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทั้ง 3 จะได้สมการ ดังนี้

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n V_n}{T_n} = K$$

3. CREATE

1. นักเรียนรายงานผลการหาคำตอบของปัญหาที่นักเรียนหามาได้ (การแสดงผล)
-เป็นการรวมปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของก๊าซ 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ปริมาตร (V) ความดัน (P) และอุณหภูมิ (T) ซึ่งจะได้สมการ

$$\frac{PV}{T} = K \quad \text{เมื่อ } K \text{ คือค่าคงที่ เรียกว่า กฎรวมก๊าซ}$$

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันอธิบายลำดับขั้นตอนการหาคำตอบของตนเอง (การสื่อสาร, การยอมรับ)
-ปริมาตรของก๊าซแปรผกผันกับความดันตามกฎของบอยล์ ในขณะที่เดียวกัน ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวินตามกฎของชาร์ล และความดันของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ตามกฎของเกย์ลูสแซก จึงรวมความสัมพันธ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันได้เป็นกฎรวมก๊าซ

3. ครูใช้คำถามกับนักเรียนดังต่อไปนี้

-เมื่อเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของก๊าซ ผลคูณของความดันกับปริมาตรต่ออุณหภูมิจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร เมื่อมวลของก๊าซยังเท่าเดิม (การขยายความ, ส่งเสริม)

ตอบ ไม่เปลี่ยนแปลงเพราะผลคูณของความดันกับปริมาตรต่ออุณหภูมิจะมีค่าคงที่ตลอดทุกสภาวะ เมื่อก๊าซมีมวลเท่าเดิม ซึ่งแสดงเป็นสมการ

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n V_n}{T_n}$$

4. ครูให้อิโณกาสนักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจซักถาม (การใช้คำถาม, การประเมิน)

4. SHARE

1. ครูให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ (การใช้คำบรรยาย, การใช้คำถาม)
2. ครูให้นักเรียนถามในสิ่งที่สงสัยและไม่เข้าใจ (การใช้คำถาม)
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมบัติของก๊าซ ซึ่งได้แก่ ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ เรียกว่ากฎรวมก๊าซ

คือ $\frac{PV}{T}$ เท่ากับค่าคงที่ เมื่อมวลของก๊าซเท่าเดิม

- ครูยกตัวอย่างให้นักเรียนพร้อมอธิบายดังต่อไปนี้ (การส่งเสริม, การพิสูจน์)

ตัวอย่าง ก๊าซชนิดหนึ่งในภาชนะ 300 cm³ ที่อุณหภูมิ 27 °C จะมีความดัน 400 ทอรร

ถ้าบรรจุก๊าซในภาชนะ 200 cm³ ที่อุณหภูมิ 37 °C ก๊าซนี้ จะมีความดันเท่าใด ?

วิธีทำ

จากกฎรวมก๊าซ

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$P_1 = 400 \text{ ทอรร},$$

$$P_2 = ?$$

$$V_1 = 300 \text{ cm}^3,$$

$$V_2 = 200 \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 27 + 273 \text{ K},$$

$$T_2 = 37 + 273 \text{ K}$$

$$= 300 \text{ K}$$

$$= 310 \text{ K}$$

$$\text{จาก } P_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{V_2}$$

$$= \frac{400 \text{ ทอรร} \times 300 \text{ cm}^3 \times 310 \text{ K}}{300 \text{ K} \times 200 \text{ cm}^3}$$

$$= 620 \text{ ทอรร}$$

∴ ก๊าซนี้ จะมีความดัน 620 ทอรรในภาชนะ 200 cm³ ที่อุณหภูมิ 37 °C

ขั้นสรุป

นักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของก๊าซ พร้อมสูตรที่ได้จากกฎรวมก๊าซ เมื่อมวลของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซแปรผกผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ แต่แปรผกผันกับความดัน แสดงสมการได้คือ

$$\frac{PV}{T} = K \quad \text{เมื่อ } P \text{ คือ ความดัน}$$

T คือ ปริมาตร

T คือ อุณหภูมิ

K คือ ค่าคงที่

แผนการสอนที่ 6

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร และกฎของก๊าซสมมติ (Avogadro's law & Ideal gas law)

ภาพที่ 6-7

มโนคติ สมบัติของก๊าซนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาตร อุณหภูมิ และความดันของก๊าซแล้วยังขึ้นอยู่กับปริมาณสารด้วย โดยจากกฎของอาโวกาโดรที่กล่าวว่า “ ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ปริมาตรของก๊าซใด ๆ จะแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซนั้น ๆ ”

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ของปริมาตรกับจำนวนโมล เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่ได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร อุณหภูมิ ความดัน มวล มวลโมเลกุลและความหนาแน่นของก๊าซได้
3. คำนวณหาปริมาตร อุณหภูมิ ความดัน มวล มวลโมเลกุล และความหนาแน่นเมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นได้

เนื้อหา

$$\text{จากกฎของบอยล์} \quad V \propto \frac{1}{P} \quad \text{เมื่อ } T, n \text{ คงที่}$$

$$\text{กฎของชาร์ล} \quad V \propto T \quad \text{เมื่อ } P, n \text{ คงที่}$$

$$\text{และจากกฎของอาโวกาโดร} \quad V \propto n \quad \text{เมื่อ } T, P \text{ คงที่}$$

เมื่อนำกฎทั้งสามมาสัมพันธ์กันจะได้

$$V \propto \frac{T n}{P}$$

$$\text{หรือ} \quad V = \frac{n R T}{P}$$

$$\text{หรือ} \quad P V = n R T$$

เมื่อ R = ค่าคงที่ เรียกค่าคงที่ของก๊าซสมมติ (ideal gas constant) ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จะเป็นการกำหนดสมบัติทางกายภาพของก๊าซซึ่งก๊าซที่มีพฤติกรรมของก๊าซที่เป็นไปตามสมการ $P V = n R T$ ทั้งหมดจะเรียกว่า **ก๊าซสมบูรณ์แบบ** ซึ่งในธรรมชาติจะไม่มีจริงบางครั้งจึงเรียกก๊าซที่มีพฤติกรรมตามสมการ $P V = n R T$ นี้ว่า **ก๊าซสมมติ** (ideal gas) และเรียกสมการ $P V = n R T$ นี้ว่า **สมการสถานะของก๊าซสมมติ** (equation of state for an ideal gas) เป็นกฎของก๊าซสมมติ (Ideal gas law) ก๊าซจริงโดยทั่วไปมีพฤติกรรมใกล้เคียงกับก๊าซสมมติ จึงใช้สมการ

$PV = nRT$ ทำนายพฤติกรรมของก๊าซจริงได้ค่าคงที่ R หาได้จากการแทนค่า P, V, n และ T ในสมการ $PV = nRT$ ของก๊าซ 1 โมลที่ภาวะความดันและอุณหภูมิมาตรฐาน (STP) โดยที่

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$V = 22.4 \text{ dm}^3$$

$$T = 273 \text{ K}$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4 \text{ dm}^3}{1 \text{ molo} \times 273 \text{ K}}$$

$$= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

จากสมการสภาวะของก๊าซสมมติ $PV = nRT$ สามารถหาความสัมพันธ์ของปริมาตร (V) ความดัน (P) อุณหภูมิ (T) มวล (m) มวลโมเลกุล (M) และความหนาแน่น (d) ของก๊าซได้ดังนี้

$$\text{จากจำนวนโมล (n)} = \frac{\text{มวล (m)}}{\text{มวลโมเลกุล (M)}}$$

$$\therefore PV = \frac{mRT}{M}$$

$$P = \frac{mRT}{VM}$$

$$\text{จากความหนาแน่น (d)} = \frac{\text{มวล (m)}}{\text{ปริมาตร (V)}}$$

$$\therefore P = \frac{dRT}{M}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูทบทวนกฎของบอยล์และกฎของชาร์ล และใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้

- กฎของบอยล์เป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรใดบ้าง และกำหนดให้ตัวแปรใดคงที่

ตอบ กฎของบอยล์เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และความดันของก๊าซโดยให้อุณหภูมิ และมวลของก๊าซคงที่

- กฎของชาร์ลเป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรใดบ้าง และกำหนดให้ตัวแปรใดคงที่

ตอบ กฎของชาร์ลเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิของก๊าซ โดยให้ความดันและมวลของก๊าซคงที่

- นักเรียนคิดว่าถ้ามวลของก๊าซมีการเปลี่ยนแปลงไปสมบัติของก๊าซจะเป็นอย่างไร

ขั้นตอน

1. SEARCH

1. ครูให้นักเรียนศึกษาทบทวนความสัมพันธ์ของปริมาตรสารที่มีสถานะเป็นก๊าซกับจำนวนโมลในเนื้อหา เรื่องปริมาตรสารสัมพันธ์ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว (การหาข้อมูล, การวิเคราะห์)
2. นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มได้รายงานความสัมพันธ์ของปริมาตรก๊าซกับจำนวนโมล ให้ นักเรียนคนอื่น ๆ ฟัง (การอธิบาย)
3. ครูให้นักเรียนทั้งชั้นได้ร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ของปริมาตรก๊าซกับจำนวนโมลแล้ว ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ที่ภาวะความดันและอุณหภูมิมาตรฐาน ก๊าซ H_2 1 โมล จะมีปริมาตรกี่ลิตร และ ถ้าก๊าซ He 1 โมล เหมือนกันจะมีปริมาตรกี่ลิตร

ตอบ 22.4 ลิตร เท่ากัน

- เมื่อเพิ่มก๊าซ H_2 หรือก๊าซ He เป็น 2 โมล ที่ภาวะความดันและอุณหภูมิมาตรฐาน ปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

ตอบ เปลี่ยนแปลงเป็น 44.8 ลิตร เหมือนกัน

จนนักเรียนสามารถสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมลเท่ากัน (การยอมรับ)

4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนดังนี้

อาโวกาโดร ได้เสนอความสัมพันธ์ของปริมาตรก๊าซกับจำนวนอนุภาคก๊าซเรียกว่า กฎของอาโวกาโดร กล่าวว่า " ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันที่ความดันและอุณหภูมิเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน " (การเชื่อมโยง)

5. ครูให้ออกาสนักเรียนที่สงสัย และไม่เข้าใจถามคำถาม (การตั้งคำถาม)

6. ครูกำหนดให้ภาชนะรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์แทนปริมาตร 1 ลิตร



แทนภาชนะปริมาตร 1 ลิตร



แทนอะตอมของก๊าซออกซิเจน

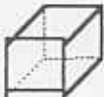


แทนอะตอมของก๊าซไฮโดรเจน

7. ครูถามนักเรียนว่าจากสัญลักษณ์ที่ครูกำหนดให้นี้ นักเรียนสามารถใช้แสดงความสัมพันธ์ของปริมาตรและจำนวนโมเลกุลของก๊าซตามกฎของอาโวกาโดรได้อย่างไร ?

2. SOLVE

1. นักเรียนออกแบบและวางแผนการแก้ปัญหาตามวิธีที่นักเรียนคิดได้เอง (การตัดสินใจ, การออกแบบ, การประยุกต์)
 2. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่นักเรียนออกแบบและวางแผนไว้ (การทดสอบ, การประคิษฐ์ขึ้น)
 3. ครูคิดว่านักเรียนจะดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบตามแนวทางดังต่อไปนี้
- ถ้าภาชนะที่ปริมาตร 1 ลิตรมีก๊าซ 1 โมเลกุลจะแสดงความสัมพันธ์ของปริมาตร กับโมเลกุลก๊าซตามหลักของอาโวกาโดรได้ดังนี้

ให้  แทนปริมาตร 1 ลิตร



แทนอะตอมของก๊าซออกซิเจน



แทนอะตอมของไฮโดรเจน

ปริมาตร 1 ลิตร

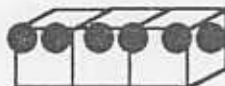
ปริมาตร 2 ลิตร

ปริมาตร 3 ลิตร

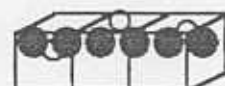
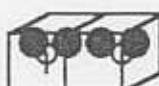
1. ก๊าซออกซิเจน



2. ก๊าซไฮโดรเจน



3. ไอน้ำ



3. CREATE

1. จากผลของคำตอบที่ได้ ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

-เมื่อปริมาตรของก๊าซเท่ากันจำนวนโมเลกุลของก๊าซจะเท่ากันหรือไม่อย่างไร(การแสดงผล)

ตอบ ปริมาตรของก๊าซเท่ากัน จำนวนโมเลกุลของก๊าซจะเท่ากัน

- เมื่อปริมาตรก๊าซเพิ่มขึ้น จำนวนโมเลกุลของก๊าซจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

(การแสดงผล)

ตอบ เปลี่ยนแปลง โดยจำนวนโมเลกุลของก๊าซจะเพิ่มขึ้น

- ถ้าปริมาตรของก๊าซเป็น 22.4 ลิตรที่ภาวะ STP จำนวนโมเลกุลก๊าซจะเป็นเท่าใด

(การขยายความ)

ตอบ 6.02×10^{23} โมเลกุล

- ครูกำหนดให้ N แทนจำนวนโมเลกุลของก๊าซ
- n แทนจำนวนโมลของก๊าซ
- V แทนปริมาตรของก๊าซ

นักเรียนจะสามารถแสดงความสัมพันธ์ของ n และ V ได้อย่างไร (การสื่อสาร)

ตอบ $V \propto n$ เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่

$$V = Kn \text{ เมื่อ } K \text{ เป็นค่าคงที่}$$

-ถ้าที่อุณหภูมิ 25°C ความดัน 1 บรรยากาศก๊าซ X ในภาชนะ 1 ลิตร มี 4 โมเลกุล เมื่อนำภาชนะใบนี้ไปบรรจุก๊าซ H_2 ที่อุณหภูมิและความดันเดิม จะได้ก๊าซ H_2 กี่โมเลกุล (การยอมรับ, การส่งเสริม)

ตอบ 4 โมเลกุล

-ก๊าซ He 10 ลิตร ที่อุณหภูมิ 20°C ความดัน 1 บรรยากาศ จะมี 10^8 โมเลกุล ถ้านำก๊าซ He มา 100 ลิตร ที่อุณหภูมิและความดันเดิม จะมีก๊าซ He กี่โมเลกุล (การยอมรับ, การส่งเสริม)

ตอบ 10^9 โมเลกุล

-นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซได้อย่างไร (การยอมรับ, การประเมิน)

ตอบ สรุปผลได้ว่า ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันที่ความดัน และอุณหภูมิเดียวกัน จำนวนโมเลกุลหรือจำนวนโมลเท่ากัน

2. ครูให้โอกาสนักเรียนที่สงสัย หรือมีปัญหาถามคำถาม (การใช้คำถาม)
3. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียนดังต่อไปนี้

-ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซที่ได้ เราเรียกว่า กฎของอาโวกาโดร เราสามารถรวมกฎของอาโวกาโดร กฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ กับปริมาตรก๊าซได้ดังนี้ (การส่งเสริม)

$$\text{จากกฎของบอยล์} \quad V \propto \frac{1}{P} \quad \text{เมื่อ } n, T \text{ คงที่}$$

$$\text{กฎของชาร์ล} \quad V \propto T \quad \text{เมื่อ } n, P \text{ คงที่}$$

$$\text{และกฎของอาโวกาโดร} \quad V \propto n \quad \text{เมื่อ } T, P \text{ คงที่}$$

$$\therefore V \propto \frac{nT}{P}$$

$$V = \frac{RnT}{P} \quad \text{เมื่อ } R \text{ เป็นค่าคงที่}$$

- ค่าคงที่ (R) ของก๊าซ 1 โมลที่ภาวะ STP สามารถหาได้ดังนี้ (การขยายความ)

$$\text{จาก } R = \frac{VP}{nT}$$

$$\text{เมื่อ } n = 1 \text{ โมล}$$

$$V = 22.4 \text{ dm}^3$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 273 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} \therefore R &= \frac{22.4 \text{ dm}^3 \times 1 \text{ atm}}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}} \\ &= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \end{aligned}$$

4. ครูออกกับนักเรียนให้ทราบว่า สมการ $PV = nRT$ ที่ได้เรียก สมการสถานะก๊าซสมมติ และก๊าซที่มีพฤติกรรมเป็นไปตามสมการนี้ทั้งหมด เรียกก๊าซสมมติ (Ideal gas) ค่าคงที่ (R) ที่ได้เรียกค่าคงที่ของก๊าซสมมติ

จากสมการสถานะก๊าซสมมตินักเรียนสามารถได้คำนวณหาความหนาแน่น (d) ของก๊าซมวลของก๊าซ (m) และมวลโมเลกุลของก๊าซ (M) ได้ดังนี้

$$\text{จาก } PV = nRT$$

$$PV = \frac{mRT}{M} ; \quad \frac{m}{M} = n$$

$$PM = \frac{mRT}{V}$$

$$PM = dRT ; \quad d = \frac{m}{V}$$

5. ครูให้ออกาสนักเรียนสงสัยและไม่เข้าใจถามคำถาม (การใช้คำถาม)

4. SHARE

1. ครูให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับ กฎของอาโวกาโดร และกฎของก๊าซสมมติ (การใช้คำบรรยาย)

2. ครูให้ออกาสนักเรียนที่สงสัย และไม่เข้าใจถามคำถาม (การใช้คำถาม)

- ครอบตัวอย่างให้กับนักเรียน พร้อมอธิบายวิธีทำดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ก๊าซชนิดหนึ่งมวล 48 กรัม มีปริมาตร 45 ลิตรที่อุณหภูมิ 27°C 0 จะมี
ความดัน 82 บรรยากาศ ก๊าซนี้จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

$$\text{วิธีทำ จาก PV} = \frac{mRT}{M}$$

$$P = 0.82 \text{ atm}$$

$$V = 45 \text{ dm}^3$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$m = 48 \text{ g.}$$

$$R = 0.082 \text{ atm. dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$M = ?$$

แทนค่าในสูตรจะได้

$$\begin{aligned} M &= \frac{m RT}{PV} \\ &= \frac{48 \text{ g} \times 0.082 \text{ atm. dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{0.82 \text{ atm.} \cdot 45 \text{ dm}^3} \\ &= 32 \text{ gmol}^{-1} \end{aligned}$$

ตอบ มวลโมเลกุลของก๊าซนี้ = 32

ตัวอย่างที่ 2 ก๊าซ CO_2 จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิ 23°C ปริมาตร 5 ลิตรทำให้เกิด ความ
ดัน 1.2 atm ก๊าซนี้มีมวลเท่าใด

$$\text{วิธีทำ จาก PV} = \frac{mRT}{M}$$

$$P = 1.2 \text{ atm}$$

$$V = 5 \text{ dm}^3$$

$$M = \text{มวลโมเลกุลของก๊าซ } \text{CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$$

$$T = 23 + 273 = 296 \text{ K}$$

$$R = 0.082 \text{ atm. dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$m = ?$$

$$\text{แทนค่าในสูตร } m = \frac{PVM}{RT}$$

$$m = \frac{1.2 \text{ atm} \times 5 \text{ dm}^3 \times 44 \text{ g/mol}^{-1}}{0.082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 296 \text{ K}}$$

$$= 10.877 \text{ g.}$$

ตอบ ก๊าซ CO_2 มีมวล = 10.877 กรัม

ตัวอย่างที่ 3 ก๊าซ O_2 ที่อุณหภูมิ 27°C จะมีความดัน 1.5 atm. จะมีความหนาแน่นเท่าใด

วิธีทำ จาก $PM = dRT$

$$P = 1.5 \text{ atm}$$

$$M = \text{มวลโมเลกุลของก๊าซ } \text{O}_2 = 32 \text{ g mol}^{-1}$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$d = ?$$

แทนค่าในสูตร $d = \frac{PM}{RT}$ จะได้

$$d = \frac{1.5 \text{ atm} \times 32 \text{ g mol}^{-1}}{0.082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}$$

$$= 1.95 \text{ g/dm}^3$$

ตอบ ก๊าซ O_2 นี้มีความหนาแน่น 1.95 กรัมต่อลิตร

ขั้นสรุป

นักเรียนร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ มวล มวลโมเลกุล และความหนาแน่นของก๊าซตามกฎของ อาโวกาโดร และกฎของก๊าซสมมติพร้อมทั้งสูตรที่ใช้ดังนี้

- กฎของอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ของปริมาตรก๊าซกับจำนวนโมเลกุล ซึ่งกล่าวว่า “ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน”

- กฎของก๊าซสมมติ บอกความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของก๊าซ ดังสมการสถานะของก๊าซสมมติ $PV = nRT$ และยังประยุกต์เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของมวล ความหนาแน่น และมวลโมเลกุลของก๊าซ เพิ่มขึ้นอีกดังสมการ $PVM = nRT$ และ $PM = dRT$

เมื่อ P คือ ความดัน มีหน่วยเป็นบรรยากาศ (atm)

V คือ ปริมาตร มีหน่วยเป็นลิตร (L)

T คือ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็นเคลวิน (K)

M คือ มวลโมเลกุล มีหน่วยเป็นกรัมต่อโมล (g/mol)

n คือ จำนวนโมล มีหน่วยเป็นโมล (mol)

m คือ มวล มีหน่วยเป็นกรัม (g)

d คือ ความหนาแน่น มีหน่วยเป็นกรัมต่อลิตร (g/L)

R คือ ค่าคงที่ของก๊าซสมมติ มีหน่วยเป็นบรรยากาศกลิตร์ต่อ
โมลเคลวิน (atm L / mol K)

แผนการสอนที่ 7

เรื่อง การแพร่ของก๊าซ

คาบที่ 8

มโนคติ การแพร่ของก๊าซจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าจะสัมพันธ์กับมวลโมเลกุลของก๊าซโดยที่ความดันและอุณหภูมิเดียวกัน ก๊าซที่มีมวลโมเลกุลเบาจะแพร่ได้เร็วกว่าก๊าซที่มีมวลโมเลกุลมาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแพร่ของก๊าซกับมวลโมเลกุลได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างอัตราการแพร่ของก๊าซกับอัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุลได้

เนื้อหา

การแพร่กระจาย (Diffusion) หมายถึง การที่โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ออกจากบริเวณหนึ่งไปทุกทิศทาง และขณะโมเลกุลเคลื่อนที่จะเกิดการชนกับโมเลกุลอื่นๆหรือชนผนังของภาชนะวัดระยะจากจุดเริ่มต้นไปอีกจุดหนึ่งในแนวเส้นตรงเรียกระยะการแพร่กระจายของก๊าซวัดระยะทั้งหมดตามที่โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ไปได้จะเรียกว่าระยะการเคลื่อนที่ของก๊าซ ซึ่งใช้เวลาเท่ากัน ดังนั้นอัตราการแพร่กระจายของก๊าซจะต่ำกว่าอัตราการเคลื่อนที่ของก๊าซ

การแพร่ผ่านของก๊าซ (Effusion) หมายถึงการที่ก๊าซออกจากบริเวณหนึ่งผ่านรูเล็กๆออกมาสู่อีกบริเวณหนึ่ง โดยในขณะเกิดการแพร่ผ่านรูเล็กๆออกมานี้โมเลกุลของก๊าซจะไม่มี การชนกันเลย

ปี ค.ศ.1831 โทมัส เกรแฮม (Thomas Graham) นักวิทยาศาสตร์ชาวสก๊อตได้เสนอผลการทดลองเกี่ยวกับการแพร่ผ่านของก๊าซ โดยได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของก๊าซต่างๆ และพบว่า ก๊าซที่มีมวลโมเลกุลต่ำจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่าก๊าซที่มีมวลโมเลกุลสูง ณ อุณหภูมิและความดันเดียวกันเขาจึงได้เสนอว่าอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซจะแปรผกผันกับรากที่สองของความหนาแน่น เมื่อให้ r = อัตราการแพร่ของก๊าซ

d = ความหนาแน่นของก๊าซ

$$\text{จะได้ } r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

เมื่อนำก๊าซ 2 ชนิดมาเปรียบเทียบกันจะได้ว่า

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

จาก $PM = dRT$ ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ $M \propto d$ ดังนั้น เมื่อนำก๊าซสองชนิดมาเปรียบเทียบกัน จึงสามารถเขียนอัตราการแพร่ของก๊าซทั้งสองในรูปของมวลโมเลกุลได้

$$\therefore \frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_1}}{\sqrt{d_2}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้ เพื่อทบทวนและนำเข้าสู่บทเรียน

- สารที่อยู่ในสถานะใด ที่โมเลกุลสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกที่สุด

ตอบ สถานะก๊าซ

- นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ใดบ้างที่นักเรียนสามารถบ่งบอกได้ว่าอนุภาคของก๊าซสามารถเคลื่อนที่ได้

ตอบ การได้กลิ่น เช่น น้ำหอม เกสรดอกไม้ กลิ่นไฟไหม้.....

- นักเรียนคิดว่าการได้กลิ่นของสารแต่ละชนิดจะใช้เวลาแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าเริ่มต้นจากจุดเดียวกัน เพราะเหตุใด

ตัวอย่างคำตอบ เช่น แตกต่าง เพราะเป็นสารต่างชนิดกัน

ไม่แตกต่าง เพราะเริ่มต้นจากจุดเดียวกัน

ขั้นสอน

1. SEARCH

1. นักเรียนศึกษาเนื้อหาของการแพร่กระจายของก๊าซในบทเรียน (ระดมสมอง, หาข้อมูล)

2. ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้

- การแพร่กระจายของก๊าซหมายความว่าอย่างไร ? (การระดมสมอง, การอธิบาย)

ตอบ ก๊าซที่ฟุ้งกระจายออกจากแหล่งเดิมไปยังบริเวณอื่น ๆ

- การแพร่ของก๊าซเกิดจากอะไร (การระดมสมอง, การอธิบาย)

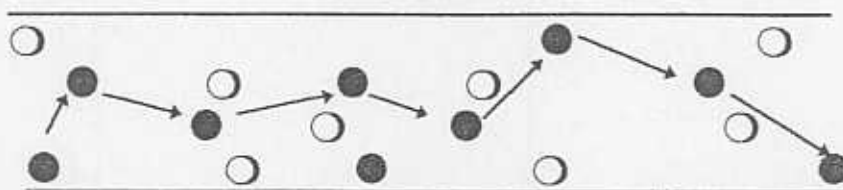
ตอบ เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซ

- การเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซมีลักษณะอย่างไร (การระดมสมอง, การอธิบาย)

ตอบ เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยคงที่ มีการเปลี่ยนทิศทางอยู่ตลอดเวลา เมื่อชนกับโมเลกุลอื่น หรือชนกับภาชนะ

- ระยะทางในการแพร่ของก๊าซ และระยะทางของการเคลื่อนที่โมเลกุลก๊าซจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร ? (การระดมสมอง, การวิเคราะห์, การเปรียบเทียบ)

ตอบ ไม่เท่าระยะทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซจะมากกว่าระยะทางการแพร่



- = โมเลกุลของก๊าซที่แพร่กระจาย
○ = โมเลกุลของอากาศ
→ = ทิศทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซ

- เวลาที่ใช้ในการแพร่กระจายและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร? (ระดมสมอง, เปรียบเทียบ)

ตอบ เท่ากัน

- อัตราการแพร่ของก๊าซ และอัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซเท่ากันหรือไม่อย่างไร ?

(การเปรียบเทียบ)

ตอบ ไม่เท่ากัน อัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซจะสูงกว่าอัตราการแพร่ของก๊าซ

- การแพร่ของก๊าซสองชนิดจะเท่ากันหรือไม่ (สมมติฐาน)

ตอบ เท่า, ไม่เท่า

3. ครูกำหนด อุปกรณ์และสารเคมีต่อไปนี้

- 1) หลอดแก้วกลวง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 cm. ยาวประมาณ 30 cm.
- 2) สำลี
- 3) สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
- 4) สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น

4. ครูให้โอกาสนักเรียนถาม (การตั้งคำถาม)

2. SOLVE

1. นักเรียนออกแบบและวางแผนวิธีการแก้ปัญหา(การตัดสินใจ, การออกแบบ, การประยุกต์)
2. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่นักเรียนออกแบบและวางแผนไว้(การทดสอบ)
3. ครูคิดว่านักเรียนจะใช้วิธีแก้ปัญหาคือต่อไปนี้

- 1) วางหลอดแก้วให้อยู่ในแนวระนาบ
- 2) ใช้สำลีชุบสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 อัน และอีกอันหนึ่งชุบสารละลายแอมโมเนีย
- 3) ใช้สำลีที่ชุบสารจากข้อ 2) สอดเข้าไปในปลายหลอดแก้วพร้อม ๆ กันข้างละอัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง

- 4) วัเคราะห์จากปลายหลอดทั้ง 2 ข้างถึงตำแหน่งที่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง

3. CREATE

1. ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้

- เกิดอะไรขึ้นภายในหลอดแก้ว และอยู่ใกล้ปลายด้านใดมากที่สุด (การแสดงผล)

ตอบ เกิดสารสีขาว อยู่ใกล้ปลายหลอดด้านที่มีกรดไฮโดรคลอริกมากกว่า ด้านที่มีแอมโมเนีย

- การแพร่ของก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์และก๊าซแอมโมเนียเท่ากันหรือไม่อย่างไร?

(การยอมรับ)

ตอบ ไม่เท่ากัน โดยก๊าซแอมโมเนียจะแพร่ได้เร็วกว่าก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์

- ก๊าซแอมโมเนีย และก๊าซไฮโดรเจนมีมวลโมเลกุลเท่าใด ? (ขยายความ)

ตอบ 17 และ 36.5 ตามลำดับ

2. ครูให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับกฎการแพร่ของเกรแฮม (การขยายความ, การทำให้สมบูรณ์)

- เกรแฮมได้เสนอว่า “อัตราการแพร่ของก๊าซแปรผกผันกับรากที่สองของความหนาแน่นที่อุณหภูมิ และความดันเดียวกัน”

ให้ r = อัตราการแพร่ผ่านของก๊าซ

d = ความหนาแน่นของก๊าซ

จะได้ $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$

จาก $PM = dRT$ เมื่อ P, T และ R คงที่

$M \propto d$

$\therefore r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ เมื่อ M คือมวลโมเลกุลของก๊าซ

ในการเปรียบเทียบอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซ 2 ชนิดจะได้

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

3. ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้

- ผลการแก้ปัญหาของนักเรียนสอดคล้องกับกฎของเกรแฮมหรือไม่ อย่างไร ? (การประเมิน, การยอมรับ)

ตอบ สอดคล้องกัน โดยก๊าซที่มีมวลโมเลกุลต่ำจะแพร่ได้เร็วกว่าก๊าซที่มีมวลโมเลกุลสูง

4. ครูให้โอกาสนักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจถาม (การใช้คำถาม)

4. SHARE

1. ครูให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเป็นเกี่ยวกับการแพร่ของก๊าซ (การรายงานผล, การใช้คำบรรยาย, การทบทวนวิจารณ์)

2. ครูให้นักเรียนได้ซักถาม (การใช้คำถาม)

- ครูยกตัวอย่างให้กับนักเรียน พร้อมอธิบายวิธีทำดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของก๊าซ CO , CO_2 , SO_2 , O_2 , NH_3 , N_2O_3 และ C_4H_{10} จากเร็วไปช้า ที่ภาวะเดียวกัน

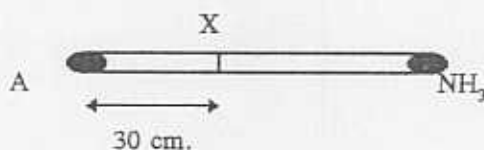
วิธีทำ มวลโมเลกุลของก๊าซแต่ละชนิดเป็นดังนี้

$$\text{CO} = 28, \text{CO}_2 = 44, \text{SO}_2 = 64, \text{O}_2 = 32, \text{NH}_3 = 17, \text{N}_2\text{O}_3 = 76 \text{ และ } \text{C}_4\text{H}_{10} = 76$$

จากกฎการแพร่ของเกรแฮม จะได้ว่า ก๊าซที่มีมวลโมเลกุลมากอัตราการแพร่จะต่ำ ก๊าซที่มีมวลโมเลกุลน้อยอัตราการแพร่จะสูง

$$\therefore \text{อัตราการแพร่ } \text{NH}_3 > \text{CO} > \text{O}_2 > \text{CO}_2 > \text{C}_4\text{H}_{10} > \text{SO}_2 > \text{N}_2\text{O}_3$$

ตัวอย่างที่ 2 ใช้สาลิซุบก๊าซ A และก๊าซ NH_3 และปลายหลอดแก้วซึ่งยาวทั้งหมด 90 cm. เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาทีเห็นสาร X เกิดขึ้นในหลอดแก้วห่างจากปลายด้านที่มีก๊าซ A 30 cm. จงหามวลโมเลกุลของก๊าซ A



วิธีทำ อัตราการแพร่ (r) = ระยะทางที่ก๊าซเคลื่อนที่ได้ / เวลา

$$\text{ดังนั้น } r_A = 30 \text{ cm.} / 3 \text{ นาที} = 10 \text{ cm/นาที}$$

$$\text{และ } r_{\text{NH}_3} = 90 - 30 \text{ cm.} / 3 \text{ นาที} = 60 \text{ cm.} / 3 \text{ นาที} \\ = 20 \text{ cm/นาที}$$

จากกฎการแพร่ของเกรแฮม จะได้

$$\frac{r_{\text{NH}_3}}{r_A} = \sqrt{\frac{M_A}{M_{\text{NH}_3}}} \\ \frac{20}{10} = \sqrt{\frac{M_A}{17}} \\ 2 = \sqrt{\frac{M_A}{17}}$$

$$(2)^2 = \frac{M_A}{17}$$

$$M_A = 4 \times 17 = 68$$

∴ ก๊าซ A มีมวลโมเลกุล = 68

ขั้นสรุป

นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของอัตราการแพร่ อัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ก๊าซ ความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลก๊าซกับอัตราการแพร่ และสูตรที่ใช้

-อัตราการแพร่กระจายหาได้จากระยะทางจากจุดเริ่มต้นของการแพร่ถึงจุดใดจุดหนึ่งในหนึ่งหน่วยเวลา

-อัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซหาได้จากระยะทางที่โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ได้ทั้งหมดในหนึ่งหน่วยเวลา

-อัตราแพร่จะแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล แสดงได้ดังนี้

$$\text{อัตราการแพร่} \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \text{ เมื่อ } M \text{ คือ มวลโมเลกุล}$$

แผนการสอนที่ 8

เรื่อง ทฤษฎีจลน์โมเลกุลของก๊าซ (Kinetic Molecular Theory of Gases)

ภาพที่ 9

มโนคติ

ก๊าซทุกชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติซึ่งได้แก่ ปริมาตรอุณหภูมิ ความดันและการแพร่ของก๊าซคล้ายคลึงกัน การเปลี่ยนแปลงสมบัติของก๊าซเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของโมเลกุลก๊าซ สามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีจลน์ของก๊าซ

จุดประสงค์ของการเรียนรู้

1. ระบุใจความสำคัญของทฤษฎีจลน์ได้
2. ใช้ทฤษฎีจลน์อธิบายสมบัติของก๊าซได้

เนื้อหา

การเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ของก๊าซตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์ลูสแซก หรือกฎการแพร่ของเกรแฮม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของโมเลกุลก๊าซนั่นเอง นักวิทยาศาสตร์จึงตั้งทฤษฎีจลน์ของก๊าซขึ้นมาเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติของก๊าซตามกฎต่าง ๆ เหล่านี้ โดยอาศัยสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. ก๊าซประกอบด้วยโมเลกุลเป็นจำนวนมากโมเลกุลเหล่านี้จะอยู่ห่างกันมากและไม่มีแรงกระทำต่อกัน
2. โมเลกุลของก๊าซมีมวล แต่มีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่ามีปริมาตรเป็นศูนย์
3. โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลา ในแนวเส้นตรง
4. เมื่อโมเลกุลของก๊าซชนกันหรือชนกับผนังของภาชนะ จะมีการถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างกันได้ แต่ไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์เรียกว่าการชนแบบยืดหยุ่นได้ (elastic collision)
5. ที่อุณหภูมิเดียวกัน ก๊าซทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน และจะแปรผกผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา

- ปริมาตรและความดันของก๊าซมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีสมการแสดงความสัมพันธ์เป็นอย่างไร?

ตอบ ปริมาตรของก๊าซแปรผกผันกับความดัน โดยที่มวลและอุณหภูมิของก๊าซคงที่แสดงได้ตามสมการ $PV = K$

- ปริมาตรและอุณหภูมิของก๊าซมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีสมการแสดงความสัมพันธ์เป็นอย่างไร

ตอบ ปริมาตรของก๊าซแปรผันตรงกับอุณหภูมิสมบูรณ์ โดยที่มวล และความดันคงที่ แสดงได้ตามสมการ $\frac{V}{T} = K$

- อุณหภูมิและความดันของก๊าซมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และสมการแสดงความสัมพันธ์เป็นอย่างไร

ตอบ ความดันของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ เมื่อปริมาตรคงที่ แสดงได้ตามสมการ $\frac{P}{T} = K$

- การแพร่ของก๊าซมีความสัมพันธ์กับมวลโมเลกุลของก๊าซอย่างไร ?

ตอบ การแพร่ของก๊าซจะแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของก๊าซ
ขั้นสอน

1. SEARCH

1. ครูให้นักเรียนศึกษาทฤษฎีจลน์ของก๊าซในบทเรียน (การหาข้อมูลการสังเกต)

2. ครูให้คำถามต่อไปนี้เพื่อเพิ่มข้อมูลให้กับนักเรียน

- นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิที่เล็กที่สุดของก๊าซคืออะไร เกี่ยวข้องกับสมบัติของก๊าซอย่างไร (การระดมสมอง, การวิเคราะห์)

ตอบ อุณหภูมิที่เล็กที่สุดของก๊าซคือ โมเลกุล การแสดงสมบัติต่าง ๆ ของก๊าซเกิดจาก พฤติกรรมของโมเลกุลก๊าซ

- โมเลกุลของก๊าซจะอยู่กันอย่างไรในภาชนะ (การระดมสมอง, การอธิบาย)

ตอบ โมเลกุลของก๊าซจะอยู่อย่างอิสระ และมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาเนื่องจาก โมเลกุลของก๊าซมีแรงกระทำตอกันน้อยมาก จนถึงว่าไม่มีเลย

- ลักษณะการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซเป็นอย่างไร (การระดมสมอง, อธิบาย)

ตอบ มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยคงที่ เมื่อชนกันหรือชนกับผนังของภาชนะจะมีการถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างกัน โดยไม่ได้เปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น

- พลังงานจลน์ของก๊าซขึ้นอยู่กับอะไร (การระดมสมอง, การอธิบาย)

ตอบ พลังงานจลน์ของก๊าซจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิเคลวิน ถ้าอุณหภูมิเดียวกัน ก๊าซทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน

3. ครูให้โอกาสนักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจซักถาม (การตั้งคำถาม)

4. ครูถามนักเรียนดังต่อไปนี้ เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นปัญหา

- นักเรียนจะสามารถใช้ทฤษฎีจลน์ของก๊าซให้เกิดประโยชน์ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ของก๊าซได้อย่างไร (การระดมสมอง)

2. SOLVE

1. นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนเอง (การออกแบบ, การตัดสินใจ, การให้คำจำกัดความ)
2. นักเรียนได้ใช้ทฤษฎีจลน์ของก๊าซให้เกิดประโยชน์ในการอธิบายสมบัติของก๊าซ ตามกฎของบอยล์กฎของชาร์ล กฎของเกย์ลูสแซก และกฎการแพร่ของก๊าซ ด้วยตัวของนักเรียนเอง (การตัดสินใจ, การให้คำจำกัดความ, การสังเคราะห์)
3. ครูคิดว่านักเรียนจะใช้ทฤษฎีจลน์ของก๊าซอธิบายสมบัติของก๊าซตามกฎต่างๆ ได้คำตอบดังต่อไปนี้

1) กฎของบอยล์ ปริมาตรจะแปรผกผันกับความดัน โดยที่อุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ อธิบายได้ว่า

ความดันของก๊าซเป็นผลมาจากการชนกันระหว่างโมเลกุลของก๊าซกับผนังของภาชนะ โดยที่ความดันคือแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่ถ้าลดปริมาตรของภาชนะจะทำให้โมเลกุลอยู่ใกล้กันมากขึ้นและความถี่ของการชนฝาผนังเพิ่มขึ้น ความดันของก๊าซจึงเพิ่มขึ้น

2) กฎของชาร์ล ปริมาตรของก๊าซแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ อธิบายได้ว่า

จากพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลทั้งหมดแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์เมื่อเพิ่มอุณหภูมิพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลจึงเพิ่มขึ้น ทำให้โมเลกุลมีความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น โมเลกุลจะชนฝาผนังแรงขึ้นและมีความถี่ในการชนสูงขึ้น ความดันของก๊าซจะสูง เพื่อให้ความดันของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อลดแรงและความถี่ของโมเลกุลที่วิ่งเข้าชนฝาผนัง

3) กฎของเกย์ลูสแซก ความดันของก๊าซแปรผันตรงกับอุณหภูมิ เมื่อมวลและปริมาตรคงที่ อธิบายได้ว่า

จากพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลทั้งหมดแปรผัน โดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลจึงเพิ่มขึ้น ทำให้โมเลกุลมีความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น โมเลกุลจะชนฝาผนังแรงขึ้นและมีความถี่ในการชนสูงขึ้น แต่ปริมาตรของก๊าซคงที่ ความดันของก๊าซจึงต้องเพิ่มขึ้น

4) กฎการแพร่ของเกรแฮม อัตราการแพร่ของก๊าซจะแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลก๊าซ เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่ อธิบายได้ว่า จากพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลทั้งหมดแปรผัน โดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ และ ณ อุณหภูมิเดียวกันพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลก๊าซทุกชนิดจะเท่ากัน จากพลังงานจลน์ของก๊าซเท่ากับ $\frac{1}{2} m v^2$

$$\therefore \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

เมื่อ m_A, m_B คือ มวลของก๊าซ A และ B ตามลำดับ

v_A^2, v_B^2 คือ ความเร็วกำลังสองเฉลี่ย (mean square speed) ของก๊าซ A และ B

ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \frac{v_A^2}{v_B^2} &= \frac{m_B}{m_A} \\ \frac{v_A}{v_B} &= \frac{\sqrt{m_B}}{\sqrt{m_A}} \end{aligned}$$

แต่มวลของก๊าซจะแปรผันตรงกับมวลโมเลกุลก๊าซ (M)

$$\text{ดังนั้น } \frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$

$\therefore$ อัตราการแพร่ของก๊าซแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล

3. CREATE

1. นักเรียนจัดกระทำคำตอบโดยนักเรียนจะได้แนวคิดว่าการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ของก๊าซตามกฎของบอยล์ กฎของเกย์ลูสแซก กฎของชาร์ล และกฎการแพร่ของก๊าซเป็นผลมาจากพฤติกรรมของโมเลกุลก๊าซตามทฤษฎีจลน์ของก๊าซ (การแสดงผล)
2. นักเรียนสรุปใจความสำคัญของทฤษฎีจลน์ของก๊าซมาเป็นข้อ ๆ (การยอมรับ)

4. SHARE

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลคำตอบที่ได้ (การรายงานผล)
2. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ (การใช้คำบรรยาย, การทบทวน, วิจัย)
3. ครูให้โอกาสนักเรียนที่ไม่เข้าใจ และมีข้อสงสัยซักถาม (การใช้คำถาม)

ขั้นสรุป

นักเรียนร่วมกันอภิปรายใจความสำคัญของทฤษฎีจลน์ของก๊าซ และการนำทฤษฎีจลน์ของก๊าซไปใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติของก๊าซ ดังนี้

1. ก๊าซประกอบด้วยโมเลกุลเป็นจำนวนมาก โมเลกุลเหล่านี้จะอยู่ห่างกันมากและไม่มีแรงกระทำต่อกัน
2. โมเลกุลของก๊าซมีมวล แต่มีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่ามีปริมาตรเป็นศูนย์
3. โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลา ในแนวเส้นตรง
4. เมื่อโมเลกุลของก๊าซชนกันหรือชนกับผนังของภาชนะ จะมีการถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างกันได้ แต่ไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์เรียกว่าการชนแบบยืดหยุ่นได้ (elastic collision)
5. ที่อุณหภูมิเดียวกัน ก๊าซทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์