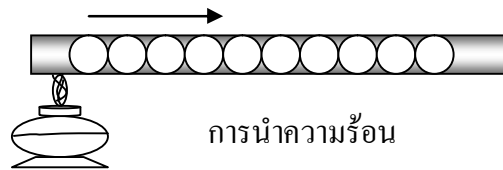


รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบความรู้ 5	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว30202 ระดับชั้น ม.5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ		

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายโอนจากบริเวณหนึ่งไปสู่บริเวณอื่นๆ ได้ 3 วิธี ดังนี้

1. การนำ (conduction) คือ การถ่ายโอนความร้อนโดยการส่งต่อพลังงานผ่านการชนกันของโมเลกุลของตัวกลาง จากที่มีความร้อนสูงกว่าให้กับที่มีความร้อนที่ต่ำกว่า ขณะที่ตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย



2. การพา (convection) คือ การถ่ายโอนความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยการที่ตัวกลางพาความร้อนเคลื่อนที่ไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของตัวกลาง



การพาความร้อน

3. การแผ่รังสี (radiation) คือ การถ่ายโอนความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ซึ่งอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



การแผ่รังสี

พลังงานความร้อนมีหน่วยเป็นจูล (J) ในระบบ SI เช่นเดียวกับพลังงานอื่นๆ คือ จูล (J) แต่มีอีกหน่วยที่นิยมใช้ คือ แคลอรี (cal) โดย

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

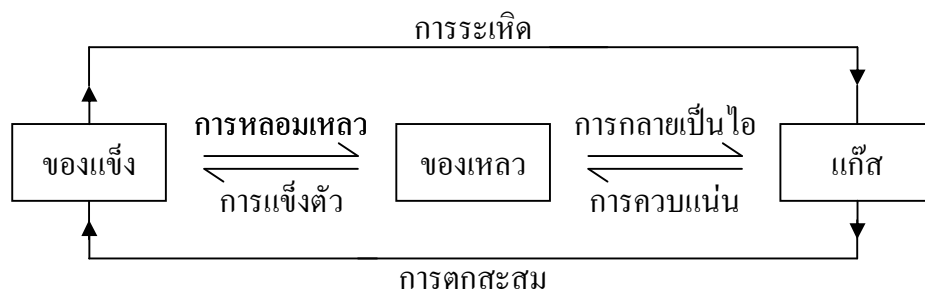
พลังงานความร้อนจะทำให้สาร มีการเปลี่ยนแปลงได้หลายลักษณะ แต่ในที่นี้ จะกล่าวถึง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ และ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ

ความร้อนจะมีผลทำให้สารเปลี่ยนสถานะ ในที่นี้จะกล่าวถึงสถานะของสาร 3 สถานะคือ ของแข็ง ของเหลว และ แก๊ส เมื่อความร้อนมีผลทำให้สารเปลี่ยนสถานะ ในช่วง การหลอมเหลว คือการที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว การกลายเป็นไอ คือการที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส(ไอ) การควบแน่น คือการที่แก๊ส(ไอ) ควบแน่นกลายเป็นของเหลว หรือ การแข็งตัว คือ การที่ของเหลวแข็งตัวเป็นของแข็ง ช่วงเหล่านี้ สารจะเปลี่ยนสถานะ โดยไม่มีการเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่เกี่ยวข้องในช่วงนี้ เรียกว่า ความร้อนแฝง

ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิของสารไม่เปลี่ยนสถานะ เรียกว่า ความร้อนแฝง ความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 หน่วย เปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิของสารไม่เปลี่ยน เรียกว่า ความร้อนแฝงจำเพาะ (L)

โดยการเปลี่ยนสถานะของสาร สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



แผนภาพการเปลี่ยนสถานะ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

เราสามารถหาความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสารได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta Q = mL$$

เมื่อ ΔQ คือ ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ มีหน่วยเป็น จูล (J)
 m คือ มวลของสารที่เปลี่ยนสถานะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

L คือ ความร้อนแฝงจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น จูล/กิโลกรัม (J/kg)
ตัวอย่าง ความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นน้ำ 200 กรัม
 อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่ากี่กิโลจูล เมื่อ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 333 กิโลจูล
 ต่อกิโลกรัม

วิธีทำ จาก
$$\Delta Q = mL$$

$$\Delta Q = (200 \times 10^{-3} \text{ kg})(333 \text{ kJ/kg})$$

$$\Delta Q = 66.6 \text{ kJ}$$

ดังนั้น ความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 200 กรัมเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำหมีค่า 66.6 กิโลจูล **ตอบ**

ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ความร้อนที่ทำให้สารมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลวิน โดยไม่มีการเปลี่ยนสถานะของสาร เรียกว่า
 ความจุความร้อน (heat capacity : C)

ความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 หน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลวิน โดยไม่มีการเปลี่ยนสถานะของ
 สาร เรียกว่า ความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity : c)

เราสามารถหาความร้อนที่สารมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป โดยสถานะของสารไม่เปลี่ยน หาได้จากสมการ
 ดังต่อไปนี้

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

เมื่อ ΔQ	คือ ความร้อนที่ทำให้	อุณหภูมิเปลี่ยน	มีหน่วยเป็น	จูล (J)
m	คือ มวลของสารที่มี	อุณหภูมิเปลี่ยนไป	มีหน่วยเป็น	กิโลกรัม (kg)
c	คือ ความจุความร้อนจำ	เพาะของสาร	มีหน่วยเป็น	จูล/กิโลกรัม.เคลวิน (J/kg.K)
ΔT	คือ อุณหภูมิที่	เปลี่ยนไป	มีหน่วยเป็น	เคลวิน (K)

ตัวอย่าง ความร้อนที่ทำให้วัตถุหนึ่งซึ่งมีมวล 5 kg มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 30 องศาเซลเซียส เป็นกี่จูล เมื่อ
 วัตถุนี้มีความจุความร้อนจำเพาะ 400 J/kg.K

วิธีทำ
$$\Delta Q = cm\Delta T$$

$$\Delta Q = (400 \text{ J/kg.K})(5 \text{ kg})(30 \text{ K})$$

$$\Delta Q = 60,000 \text{ J}$$

ตอบ ความร้อนที่ทำให้วัตถุหนึ่งซึ่งมีมวล 5 kg มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 30 องศาเซลเซียสเป็น 60,000 จูล

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบงาน 5.1	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า ความร้อนถ่ายโอนพลังงาน ไปได้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ความร้อนถ่ายโอนพลังงาน ไปได้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ความร้อนถ่ายโอนพลังงาน ไปได้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบงาน 5.2	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล แล้วบันทึกลงในสมุดจดบันทึก

1. ความร้อน และการถ่ายโอนความร้อน
2. ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะ
3. ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. การถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณทำได้วิธี
2. การถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณหนึ่งผ่านตัวกลางไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยตัวกลางนั้นสัมผัสกันอยู่ทั้ง 2 บริเวณ เรียกการถ่ายโอนในลักษณะนี้ว่า
3. การถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยมีตัวกลางพาความร้อนแล้วเคลื่อนที่เรียกการถ่ายโอนในลักษณะนี้ว่า
4. การถ่ายโอนความร้อนไปยังบริเวณโดยรอบด้วยการส่งพลังงานความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน เรียกการถ่ายโอนในลักษณะนี้ว่า
5. วิธีใดที่ การถ่ายโอนความร้อน อยู่ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
6. ขณะที่ ความร้อนทำให้วัตถุ เกิดการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของวัตถุจะเป็นอย่างไร
7. วัตถุเมื่อได้รับความร้อน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ขณะนั้นสถานะของวัตถุจะเป็นอย่างไร
8. การที่ของเหลวได้รับความร้อน แล้วกลายเป็นไอ บางส่วน เราเรียกเหตุการณ์นี้ว่า
9. การที่ของแข็งได้รับความร้อน แล้วกลายเป็นไอ โดยไม่มีการเปลี่ยนเป็นของเหลว เราเรียกเหตุการณ์นี้ว่า
10. ความร้อน 1 แคลอรี มีค่าเท่ากับจูล

11. ก้อนหินน้ำแข็งมวล 4 กิโลกรัม มีอุณหภูมิ 0 °C ตกลงไปในทะเลสาบ ที่มีอุณหภูมิ 0 °C เช่นเดียวกัน
ปรากฏว่าน้ำแข็งละลายไป 0.05 กิโลกรัม น้ำแข็งตกลงมาจากระดับความสูงกี่เมตร (ความร้อนแฝง
จำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 300 kJ / kg)

วิธีทำ จากหลักทรงพลังงาน

แสดงว่า พลังศักย์ของก้อนน้ำแข็ง ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนให้กับน้ำแข็ง

$$\begin{aligned}
 mgh &= mL \\
 (\dots \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(h) &= (\dots\dots\dots \text{ kg})(300 \times 10^3 \text{ J/kg}) \\
 h &= \dots\dots\dots \text{ m}
 \end{aligned}$$

12. วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 400 กรัม เมื่อให้ความร้อนกับวัตถุนี้ด้วยอัตราคงที่ 2 กิโลจูล/วินาที เป็นเวลา 4 นาที
พบว่าอุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 80 องศาเซลเซียส จงหาความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุนี้เป็นกี่กิโลจูล
ต่อกิโลกรัม เคลวิน

วิธีทำ เมื่อวัตถุได้รับความร้อนแล้วเปลี่ยนแปลงเฉพาะอุณหภูมิ จะได้

$$\begin{aligned}
 \Delta Q &= cm\Delta T \\
 \text{ได้รับความร้อนนาน 2 นาที จะได้ } \Delta Q &= (4 \times 60 \text{ s})(2 \times 10^3 \text{ J/s}) \\
 \text{แทนค่า } (4 \times 60 \text{ s})(2 \times 10^3 \text{ J/s}) &= c (\dots\dots\dots \times 10^{-3} \text{ kg})(\dots\dots\dots \text{ K}) \\
 c &= \dots\dots\dots \text{ J/kg.K}
 \end{aligned}$$

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบงาน 5.3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 20 นาที
เรื่อง ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. เติมน้ำเย็น 6 องศาเซลเซียส ปริมาณ 400 กรัม ลงไปในแก้ว แล้วใช้ปลิวไฟจากตะเกียงถนกันแก้ว จนกระทั่งน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 31 องศาเซลเซียส พลังงานความร้อนที่ปลิวไฟจากตะเกียงถ่ายเทให้มีความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เคลวิน (ตอบ 42 kJ)

วิธีทำ $\Delta Q = cm\Delta T$

2. กาต้มน้ำไฟฟ้าให้ความร้อนขนาด 800 วัตต์ นำรับพลังงานความร้อน 70% นานกี่นาที จึงต้มน้ำ 700 กรัม ที่ 4 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเป็น 100 องศาเซลเซียส กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เคลวิน (ตอบ 8.4 นาที)

วิธีทำ จาก $(70\%)\Delta Q = cm\Delta T$ และ $W = Pt$ ($W = \Delta Q$)

3. ผัดก๋อนเหล็กมวล 8 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ไปบนพื้นฝืดได้ระยะทาง 80 เมตร พบว่าก๋อนเหล็กมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 0.80 องศาเซลเซียส ถ้าความร้อนเปลี่ยนมาจากแรงเสียดทานทั้งหมด สัมประสิทธิ์เสียดทานของพื้นกับก๋อนเหล็กมีค่าเท่าใด กำหนดให้ ความจุความร้อนจำเพาะของเหล็กเท่ากับ 0.6 กิโลจูลต่อกิโลกรัมเคลวิน (ตอบ 0.6)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = cm\Delta T$ และ $W_f = \Delta Q$, $W_f = f.S$

4. ลูกกระสุนปืนยิงทะลุผ่านก๋อนน้ำแข็งในเวลา 0.4 วินาที พบว่ามีน้ำแข็ง 0.1 กิโลกรัม เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 0 °C ถ้าการละลายของน้ำแข็งเกิดจากการสูญเสียพลังงานของลูกปืนเพียงอย่างเดียว อยากทราบว่าลูกปืนสูญเสียพลังงานให้น้ำแข็งกี่กิโลจูล/วินาที (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวเท่ากับ 333 kJ / kg) (ตอบ 83.25 กิโลจูล / วินาที)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = mL$ และ

5. ปริมาณความร้อนทั้งหมดกี่กิโลจูลที่ทำให้ น้ำแข็งมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 0 °C กลายเป็นน้ำหมดและสุดท้าย น้ำ 10 กรัม เดือดกลายเป็นไอ กำหนดให้ (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวเท่ากับ 300 kJ / kg , ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 kJ / kg.K , ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอเท่ากับ 2,256 kJ / kg) (ตอบ 29.76 กิโลจูล)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = mL + cm\Delta T + mL$

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	แบบฝึกทักษะ 5	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /..... เลขที่.....

1. เติมน้ำเย็น 6 องศาเซลเซียส ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในแก้ว แล้วใช้เปลวไฟจากตะเกียงลนกันแก้ว จนกระทั่งน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 11 องศาเซลเซียส พลังงานความร้อนที่เปลวไฟจากตะเกียงถ่ายเทให้มีค่าเท่าไร กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.18 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เคลวิน

(ตอบ 2.09 kJ)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = cm\Delta T$

2. กาดม้ไฟฟ้าให้ความร้อนขนาด 420 วัตต์ นำรับพลังงานความร้อน 25% นานกี่นาที จึงดม้ น้ำ 100 กรัม ที่ 25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเป็น 100 องศาเซลเซียส กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เคลวิน (ตอบ 5 นาที)

วิธีทำ จาก $25\%W = \Delta Q$

3. วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 1 กิโลกรัม เมื่อให้ความร้อนกับวัตถุนี้ด้วยอัตราคงที่ 1 กิโลจูล/วินาที เป็นเวลา 3 นาที พบว่าอุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 90 องศาเซลเซียส จงหาความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุนี้เป็นกี่กิโลจูลต่อกิโลกรัม เคลวิน (ตอบ 2.0 kJ/kg.K)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = cm\Delta T$

4. ผลักก้อนเหล็กมวล 8 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ไปบนพื้นฝืดได้ระยะทาง 50 เมตร พบว่าก้อนเหล็กมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 0.40 องศาเซลเซียส ถ้าความร้อนเปลี่ยนมาจากแรงเสียดทานทั้งหมด สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของพื้นกับก้อนเหล็กมีค่าเท่าใด กำหนดให้ ความจุความร้อนจำเพาะของเหล็กเท่ากับ 0.5 กิโลจูลต่อ กิโลกรัมเคลวิน (ตอบ 0.4)

วิธีทำ จาก $f = \Delta Q$

5. ก้อนหินน้ำแข็งมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิ 0°C ตกลงไปในทะเลสาบ ที่มีอุณหภูมิ 0°C เช่นเดียวกัน ปรากฏว่าน้ำแข็งละลายไป 0.01 กิโลกรัม น้ำแข็งตกลงมาจากระดับความสูงกี่เมตร (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 300 kJ/kg) (ตอบ 306 เมตร)

วิธีทำ จาก $Mgh = \Delta Q$

6. ลูกกระสุนปืนยิงทะลุผ่านก้อนน้ำแข็งในเวลา 0.5 วินาที พบว่ามีน้ำแข็ง 0.1 กิโลกรัม เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 0°C ถ้าการละลายของน้ำแข็งเกิดจากการสูญเสียพลังงานของลูกปืนเพียงอย่างเดียว อยากทราบว่าลูกปืนสูญเสียพลังงานให้น้ำแข็งกี่กิโลจูล/วินาที (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวเท่ากับ 333 kJ/kg) (ตอบ 66.6 kJ/s)

วิธีทำ จาก $w = \Delta Q$

7. จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำแข็งมวล 250 กรัม อุณหภูมิ 0°C กลายเป็นน้ำหมดและสุดท้ายน้ำ 10 กรัม เดือดกลายเป็นไอ กำหนดให้ (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวเท่ากับ 333 kJ/kg , ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 kJ/kg.K , ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอเท่ากับ $2,256 \text{ kJ/kg}$) (ตอบ 210.8 kJ)

รายวิชา ฟิสิกส์ 2ร รหัสวิชา ว30202	ใบความรู้ 6	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
สมบัติของแก๊ส		

จากการศึกษาเรื่องสาร สถานะของสารเมื่อพิจารณาโมเลกุลของสาร จะได้ว่าแก๊สจะมีระยะห่างระหว่างโมเลกุลมากที่สุด เมื่อเทียบกับรัศมีของโมเลกุล ทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับของแข็ง และ ของเหลว ดังนั้นการพิจารณาเกี่ยวกับแก๊ส จะต้องพิจารณา ให้แก๊ส เป็นแก๊สในอุดมคติ (Ideal gas) ซึ่งจะมีสมบัติดังนี้

1. ไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของแก๊ส ยกเว้นเมื่อเกิดการชนกันเท่านั้น จึง ไม่มีพลังงานศักย์ จะมีแต่พลังงานจลน์เท่านั้น
2. โมเลกุลเป็นทรงกลม มีขนาดเล็กมาก และเท่ากันทุกโมเลกุล ทำให้โมเลกุลสามารถอยู่ได้ทุกแห่งในภาชนะ
3. ไม่ว่าโมเลกุลของแก๊สจะชนกันเองหรือชนกับผนังภาชนะที่บรรจุ ถือว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ คือ ไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์หลังการชน ทำให้โมเลกุลของแก๊สมีอัตราเร็วคงตัว

แก๊สแต่ละชนิด จะมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน แต่ถ้าพิจารณาแก๊สทุกชนิดเป็นแก๊สในอุดมคติ พบว่าจะมีสมบัติบางประการร่วมกัน พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊ส ดังนี้

บอยล์ (Boyle) พบว่า “เมื่ออุณหภูมิคงตัว พบว่าปริมาตรจะแปรผกผันกับความดัน” เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

$$PV = \text{ค่าคงตัว} \quad \text{กฎของบอยล์ (Boyle's law)}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

ตัวอย่าง ในกระบอกสูบมีอากาศปริมาตรระดับหนึ่ง วัดความดันอากาศได้ 2.4×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร เมื่ออัดอากาศให้มีปริมาตรเป็น $\frac{6}{7}$ ของปริมาตรเดิม อยากทราบขณะนั้นความดันอากาศจะเป็นเท่าใด เมื่ออุณหภูมิของอากาศในกระบอกสูบคงที่

วิธีทำ

	จาก	P_1V_1	=	P_2V_2	
		$(2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2)(V)$	=	$(P_2)\left(\frac{6}{7}V\right)$	
		P_2	=	$\frac{(2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2)(V)}{\frac{6}{7}V}$	= $2.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

ตอบ ความดันอากาศจะเป็น 2.8×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ชาร์ล (Charle) พบว่า “เมื่อความดันคงตัว พบว่าปริมาตรจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ”

$$\begin{aligned} V & \propto T \\ \frac{V}{T} & = \text{ค่าคงตัว} && \text{กฎของชาร์ล (Charle's law)} \\ \frac{V_1}{T_1} & = \frac{V_2}{T_2} \end{aligned}$$

ตัวอย่าง แก๊สชนิดหนึ่งที่ถูกบังคับให้มีความดันที่และอุณหภูมิของแก๊สถูกทำให้เพิ่มขึ้นจาก 37°C เป็น 147°C ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนไปจนเป็นอัตราส่วนเท่าใดของปริมาตรเดิม

วิธีทำ

จาก $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

แทนค่า $\frac{V_1}{273 + 37} = \frac{V_2}{273 + 147}$

$$V_2 = \frac{420}{310} V_1$$

$$V_2 = \frac{42}{31} V_1$$

ตอบ ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนไปจนเป็น $\frac{42}{31}$ ของปริมาตรเดิม

เก-ลุซซัค (Gay-Lussac) พบว่า “เมื่อปริมาตรคงตัว พบว่าความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ”

$$\begin{aligned} P & \propto T \\ \frac{P}{T} & = \text{ค่าคงตัว} && \text{กฎของเกย์-ลุสแซก (Gay-Lussac's law)} \\ \frac{P_1}{T_1} & = \frac{P_2}{T_2} \end{aligned}$$

ตัวอย่าง ในการสูบอากาศปริมาณหนึ่งเข้ายางรถยนต์ ทำให้อากาศภายในมีความดัน 1.5×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงอุณหภูมิร้อนขึ้น อุณหภูมิของอากาศในยางรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็น 177 องศาเซลเซียส ถ้าปริมาตรอากาศในยางรถยนต์เปลี่ยนแปลงน้อยมากจนถือได้ว่าคงตัว ความดันของอากาศในยางรถยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเท่าไร

วิธีทำ

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

$$\frac{1.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2}{273 + 27 \text{ K}} = \frac{P_2}{273 + 177 \text{ K}}$$

$$P_2 = \frac{1.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2}{300 \text{ K}} \times 450 \text{ K}$$

$$P_2 = 2.25 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

ตอบ ความดันของอากาศในยางรถยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.25×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร เมื่อนำความสัมพัทธ์ทั้งสามมารวมกัน จะได้

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

$$V \propto T$$

$$P \propto T$$

$$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงตัว}$$

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

ตัวอย่าง ฟองอากาศมีปริมาตร 0.4×10^{-6} ลูกบาศก์เมตร อยู่ใต้สระน้ำลึก 25 เมตร ใต้ลอยขึ้นมา ณ ผิว น้ำ ถ้าอุณหภูมิใต้สระเป็น 7 องศาเซลเซียส และบริเวณผิวน้ำเป็น 37 องศาเซลเซียส ความดันอากาศเหนือผิวน้ำ เป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ปริมาตรของฟองอากาศก่อนจะโผล่พื้นน้ำมีค่าประมาณกี่ลูกบาศก์เมตร ($\rho_{\text{น้ำ}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$)

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

แทนค่า $\frac{(10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(25 \text{ m})(0.4 \times 10^{-6} \text{ m}^3)}{(273 + 7)} = \frac{(10^5 \text{ N/m}^2)(V_2)}{(273 + 37)}$

$$V_2 = 1.11 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

ตอบ ปริมาตรของฟองอากาศก่อนจะโผล่พื้นน้ำมีค่าประมาณ 1.11×10^{-6} ลูกบาศก์เมตร

จากสมการ $\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงตัว}$

แก๊สใน n โมล จะได้

$$\frac{PV}{T} = nR$$

$$PV = nRT \dots\dots\dots*****$$

เมื่อ R คือ ค่านิจแก๊ส = 8.314 J/mol.K

n คือ จำนวน โมลของแก๊ส มีหน่วยเป็น โมล (mol)

$n = \frac{m}{M}$ เมื่อ m คือ มวลของแก๊ส , M คือ มวลโมเลกุลของแก๊ส

P คือ ความดันของแก๊ส มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

V คือ ปริมาตรของภาชนะบรรจุแก๊ส มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (m^3)

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิน (K)

ตัวอย่าง จงหาความดันของแก๊สไนโตรเจน จำนวน 28 มิลลิกรัม ในภาชนะที่มีปริมาตร 4,000 ลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

$$\begin{aligned}
 PV &= nRT \\
 PV &= \frac{m}{M} RT \\
 P(4,000 \times 10^{-6} \text{ m}^3) &= \left(\frac{28 \times 10^{-3} \text{ g}}{14 \text{ g}} \right) (8.314 \text{ J/mol.K})(273+37 \text{ K}) \\
 P &= 1,288.67 \text{ N/m}^2 \\
 P &= 1.29 \times 10^3 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

ตอบ ความดันของแก๊สไนโตรเจนมีค่าประมาณ 1.29×10^3 นิวตันต่อตารางเมตร

$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad PV &= nRT \\
 \text{และ} \quad n &= \frac{N}{N_0} \\
 \text{จะได้} \quad PV &= \frac{N}{N_0} RT \\
 PV &= N \frac{R}{N_0} T \\
 PV &= N k_B T \quad \dots\dots\dots \text{*****}
 \end{aligned}$$

เมื่อ k_B คือ ค่าคงที่ของโบลต์ซมันน์ $= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

N_A คือ เลขอาโวกาโดร $= 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล

N คือ จำนวนโมเลกุลของแก๊ส

ตัวอย่าง จงหาจำนวนโมเลกุลของอากาศ ในห้องหนึ่งที่มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส จำนวน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ความดัน 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก} \quad PV &= N k_B T \\
 (10^5 \text{ N/m}^2)(5 \times 10^{-6} \text{ m}^3) &= N (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(273 + 27 \text{ K}) \\
 N &= 1.21 \times 10^{20} \text{ โมเลกุล}
 \end{aligned}$$

ตอบ อากาศในห้องนี้จำนวน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะมี ประมาณ 1.21×10^{20} โมเลกุล

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบงาน 6.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง สมบัติของแก๊ส		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ในการสูบลูกโป่งปริมาณหนึ่งเข้าอย่างรวดเร็ว ทำให้อากาศภายในมีความดัน 2×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงอุณหภูมิร้อนขึ้น อุณหภูมิของอากาศในยางรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็น 127 องศาเซลเซียส ถ้าปริมาตรอากาศในยางรถยนต์เปลี่ยนแปลงน้อยมากจนถือว่าคงตัว ความดันของอากาศในยางรถยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเท่าไร

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

$$\frac{\dots\dots\dots}{273 + 37} = \frac{P_2}{273 + \dots\dots\dots}$$

$$P_2 = \frac{2 \times 10^5}{310} \times \dots\dots\dots = 2.58 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

2. ในกระบอกสูบมีอากาศปริมาตรระดับหนึ่ง วัดความดันอากาศได้ 3.2×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร เมื่ออัดอากาศให้มีปริมาตรเป็น $\frac{8}{11}$ ของปริมาตรเดิม อยากทราบขณะนั้นความดันอากาศจะเป็นเท่าใด เมื่ออุณหภูมิของอากาศในกระบอกสูบคงที่

วิธีทำ จาก
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(\dots\dots \times 10^5 \text{ N/m}^2)(V) = (P_2)(\dots\dots V)$$

$$P_2 = \frac{(\dots\dots\dots \text{ N/m}^2)(V)}{\dots\dots\dots} = 4.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

3. กระบอกสูบอันหนึ่ง มีพื้นที่หน้าตัด 100 ตารางเซนติเมตร บรรจุอากาศไว้ภายในที่ความดันบรรยากาศ P_a และมีปริมาตร V ถ้าเรานำมวล 400 กิโลกรัม มากดลูกสูบไว้ ปริมาตรภายในกระบอกสูบจะลดลงเหลือเท่าใด (ให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$ และ $P_a = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$)

วิธีทำ จาก
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(1 \times 10^5 \text{ N/m}^2)(V) = (1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 + \frac{(\dots\dots\dots \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{\dots\dots\dots \times 10^{-4} \text{ m}^2}) V_2$$

$$V_2 = 0.2V$$

4. แก๊สชนิดหนึ่งที่ถูกบังคับให้มีความดันคงที่และอุณหภูมิของแก๊สถูกทำให้เพิ่มขึ้นจาก 27°C เป็น 127°C ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนไปจนเป็นเท่าใดของปริมาตรเดิม (ตอบ 1.33 ของปริมาตรเดิม)

วิธีทำ จาก $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow$ แทนค่า $\frac{V_1}{273 + \dots\dots\dots} = \frac{V_2}{273 + \dots\dots\dots}$

$V_2 = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} V_1 = 1.33 V_1$

5. ฟองอากาศมีปริมาตร 0.7×10^{-6} ลูกบาศก์เมตร อยู่ใต้สระน้ำลึก 30 เมตร ปล่อยให้ลอยขึ้นมา ณ ผิวหน้า ถ้าอุณหภูมิใต้สระเป็น 7 องศาเซลเซียส และบริเวณผิวหน้าเป็น 27 องศาเซลเซียส ความดันอากาศเหนือผิวหน้าเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ปริมาตรของฟองอากาศก่อนจะโผล่พ้นน้ำมีค่าประมาณกี่ลูกบาศก์เมตร ($\rho_{น้ำ} = 10^3 \text{ kg/m}^3$)

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

แทนค่า $\frac{(10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(\dots\dots\dots \text{ m})(\dots\dots\dots \times 10^{-6} \text{ m}^3)}{(273 + 7)} = \frac{(10^5 \text{ N/m}^2)(V_2)}{(273 + 27)}$

$V_2 = \dots\dots\dots \text{ m}^3$

6. แก๊สออกซิเจนหนัก 40 กรัม บรรจุอยู่ในกระบอกซึ่งมีลูกสูบอยู่ข้างใน ทำให้เกิดความดัน 3×10^5 นิวตันต่อตารางเมตรและอุณหภูมิ 87 องศาเซลเซียส ปริมาตรของแก๊สออกซิเจนในขณะนี้จะมีค่าประมาณกี่ลูกบาศก์เมตร (R คือ ค่านิยจแก๊ส = 8.3 J/mol.K)

วิธีทำ จาก $PV = nRT$

แทนค่า $(3 \times 10^5 \text{ N/m}^2)V = \left(\frac{\dots\dots\dots}{32}\right)(8.3 \text{ J/mol.K})(273 + \dots\dots\dots)$

$V = \dots\dots\dots \text{ m}^3$

7. อากาศในห้องหนึ่ง มีอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความดัน 1.01×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงคำนวณหาจำนวนโมเลกุลของอากาศในปริมาตร 0.5 ลูกบาศก์เมตร (k_B คือ ค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์ = $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

วิธีทำ จาก $PV = Nk_B T$

แทนค่า $(1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2)(\dots\dots\dots \text{ m}^3) = N(1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(273 + \dots\dots\dots)$

$N = \dots\dots\dots$ โมเลกุล



รายวิชา ฟิสิกส์ 2	แบบฝึกทักษะ 6	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง สมบัติของแก๊ส		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /..... เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

1. ในการสูบอากาศปริมาณหนึ่งเข้ายางรถยนต์ ทำให้อากาศภายในมีความดัน 3×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงอุณหภูมิร้อนขึ้น อุณหภูมิของอากาศในยางรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็น 117 องศาเซลเซียส ถ้าปริมาตรอากาศในยางรถยนต์เปลี่ยนแปลงน้อยมากจนถือว่าคงตัว ความดันของอากาศในยางรถยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเท่าไร (ตอบ 3.9×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร)

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

2. ในกระบอกสูบมีอากาศปริมาตรระดับหนึ่ง วัดความดันอากาศได้ 2.7×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร เมื่ออัดอากาศให้มีปริมาตรเป็น $\frac{3}{5}$ ของปริมาตรเดิม อยากทราบขณะนั้นความดันอากาศจะเป็นเท่าใด เมื่ออุณหภูมิของอากาศในกระบอกสูบคงที่ (ตอบ 4.5×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร)

วิธีทำ จาก $P_1 V_1 = P_2 V_2$

3. กระบอกสูบอันหนึ่ง มีพื้นที่หน้าตัด 100 ตารางเซนติเมตร บรรจุอากาศไว้ภายในที่ความดันบรรยากาศ P_a และมีปริมาตร V ถ้าเรานำมวล 300 กิโลกรัม มากดลูกสูบไว้ ปริมาตรภายในกระบอกสูบจะลดลงเหลือเท่าใด (ให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$ และ $P_a = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$) (ตอบ ลดลงเหลือ 0.25V)

วิธีทำ จาก $P_1 V_1 = P_2 V_2$

4. แก๊สชนิดหนึ่งที่ถูกบังคับให้มีความดันคงที่และอุณหภูมิของแก๊สถูกทำให้เพิ่มขึ้นจาก 27°C เป็น 177°C ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนไปจนเป็นอัตราส่วนเท่าใดของปริมาตรเดิม (ตอบ 1.5 ของปริมาตรเดิม)

วิธีทำ จาก
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

5. ฟองอากาศมีปริมาตร 1×10^{-6} ลูกบาศก์เมตร อยู่ใต้สระน้ำลึก 20 เมตร ใต้ลอยขึ้นมา ณ ผิวน้ำ ถ้าอุณหภูมิใต้สระเป็น 7 องศาเซลเซียส และบริเวณผิวน้ำเป็น 27 องศาเซลเซียส ความดันอากาศเหนือผิวน้ำเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ปริมาตรของฟองอากาศก่อนจะโผล่พ้นน้ำมีค่าประมาณกี่ลูกบาศก์เมตร ($\rho_{\text{น้ำ}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$) (ตอบ 3.21×10^{-6} ลูกบาศก์เมตร)

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

6. แก๊สออกซิเจนหนัก 64 กรัม บรรจุอยู่ในกระบอกซึ่งมีลูกสูบอยู่ข้างใน ทำให้เกิดความดัน 3×10^5 นิวตันต่อตารางเมตรและอุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส ปริมาตรของแก๊สออกซิเจนในขณะนี้จะมีค่าประมาณกี่ลูกบาศก์เมตร (R คือ ค่านิจแก๊ส = 8.3 J/mol.K) (ตอบ 0.02 ลูกบาศก์เมตร)

วิธีทำ จาก
$$PV = nRT$$

7. อากาศในห้องหนึ่ง มีอุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส มีความดัน 1.01×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงคำนวณหาจำนวนโมเลกุลของอากาศในปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร (k_B คือ ค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์ = 1.38×10^{-23} จูลต่อเคลวิน) (ตอบ 2.49×10^{25} โมเลกุล)

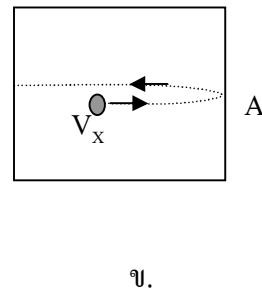
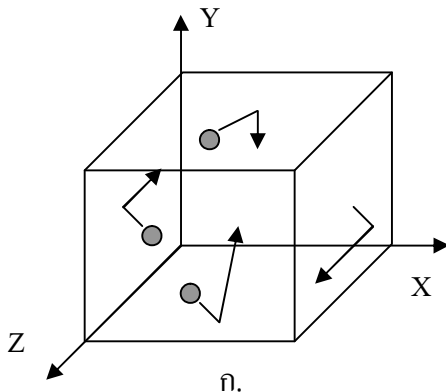
วิธีทำ จาก
$$PV = Nk_B T$$

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบความรู้ 7	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว30202 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส		

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เป็นทฤษฎีที่ศึกษาการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของแก๊ส ในการศึกษาถึง ความเร็ว โมเมนตัมของโมเลกุล ภายใต้แบบจำลองของแก๊สที่สร้างขึ้นมาเพื่อความสะดวกและทำความเข้าใจได้ง่ายในการศึกษา จากสมมุติฐานที่ว่า

1. ไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของแก๊ส ยกเว้นเมื่อเกิดการชนกันเท่านั้น จึงไม่มีพลังงานศักย์ จะมีแต่พลังงานจลน์เท่านั้น
 2. โมเลกุลเป็นทรงกลม มีขนาดเล็กมาก และเท่ากันทุกโมเลกุล ทำให้โมเลกุลสามารถอยู่ได้ทุกแห่งในภาชนะ
 3. ไม่ว่าโมเลกุลของแก๊สจะชนกันเองหรือชนกับผนังภาชนะที่บรรจุ ถือว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ คือ ไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์หลังการชน ทำให้โมเลกุลของแก๊สมีอัตราเร็วคงตัว
- แบบจำลองของแก๊สอุดมคตินี้ จึงได้นำมาอธิบายเกี่ยวกับ ความดัน อุณหภูมิ และพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส



รูป กล้องแสดงแบบจำลองการเคลื่อนที่ของแก๊สขนาด $L \times L \times L$

พิจารณาโมเลกุลมวล m เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v ในทิศทางใดๆ ดังรูป ก. โดยมีการชนผนังแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ เมื่อพิจารณาแกน X โมเลกุลมวล m เคลื่อนที่เข้าชนผนัง A ด้วยอัตราเร็ว v_x แล้วสะท้อนกลับด้วยอัตราเร็ว $-v_x$ ทำให้เกิดแรงที่โมเลกุล 1 ตัว กระทำต่อผนังดังนี้

แรงที่กระทำต่อผนังเนื่องจากโมเลกุล 1 ตัว คือ โมเมนตัมที่ผนังได้รับใน 1 หน่วยเวลา

$$F_1 = \frac{(mv_x - (-mv_x))}{2L/v_x} = \frac{2mv_x}{2L/v_x}$$

$$F_1 = \frac{mv_x^2}{L}$$

ดังนั้น เมื่อโมเลกุล N ตัวเข้าชนผนัง แรงที่กระทำต่อผนัง คือ

$$F = \frac{m}{L} \sum_{i=1}^N v_{Xi}^2$$

เนื่องจาก $\overline{v_X^2} = \frac{\sum_{i=1}^N v_{Xi}^2}{N}$

$$\sum_{i=1}^N v_{Xi}^2 = N \overline{v_X^2}$$

จาก $P = \frac{F}{A} = \left(\frac{m}{L} N \overline{v_X^2}\right) / L^2$

$$P = Nm \overline{v_X^2} / V$$

$$PV = Nm \overline{v_X^2} \dots\dots\dots (1)$$

ในการทำงานเดียวกัน ในแนวแกน Y และแกน Z จะได้

$$PV = Nm \overline{v_Y^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$PV = Nm \overline{v_Z^2} \dots\dots\dots (3)$$

แต่ สมการ (1) = (2) = (3)

$$Nm \overline{v_X^2} = Nm \overline{v_Y^2} = Nm \overline{v_Z^2}$$

จะได้ $\overline{v_X^2} = \overline{v_Y^2} = \overline{v_Z^2}$

อัตราเร็วเฉลี่ยของแก๊ส คือ $\overline{v^2}$

จะได้ $\overline{v^2} = \overline{v_X^2} + \overline{v_Y^2} + \overline{v_Z^2}$

$$\overline{v^2} = \overline{v_X^2} + \overline{v_X^2} + \overline{v_X^2}$$

$$\overline{v^2} = 3 \overline{v_X^2}$$

$$\overline{v_X^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$$

แทนค่า $\overline{v_X^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$ ในสมการ (1)

$$PV = \frac{1}{3} Nm \overline{v^2} \dots\dots\dots (4)$$

นำ $\frac{2}{2}$ คูณสมการ (4)

จะได้ $PV = \frac{2}{3} N \frac{1}{2} m \overline{v^2}$

$$\begin{array}{l}
 PV = \frac{2}{3} N \bar{E}_k \\
 \text{จาก } PV = nRT \\
 \text{จาก } PV = N k_B T \\
 \text{จะได้ } \frac{2}{3} N \bar{E}_k = N k_B T
 \end{array}$$

$$\boxed{\bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T}$$

คือ พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส 1 โมเลกุล

เมื่อให้ $N \bar{E}_k$ คือ พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สทั้งหมด

$$\begin{array}{l}
 \text{จะได้ } N \bar{E}_k = \frac{3}{2} N k_B T \\
 N \bar{E}_k = \frac{3}{2} nRT
 \end{array}$$

อัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส คือ อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส ใช้สัญลักษณ์ v_{rms} (rms ย่อมาจาก root mean square) มีสมการหลักคือ

$$\text{อัตราเร็วรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย } v_{\text{rms}} = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_i^2}{N}}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{จาก } N \bar{E}_k = \frac{3}{2} nRT \\
 (nN_A) \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} nRT \\
 mN_A \overline{v^2} = 3RT \quad , M = mN_A \\
 M \overline{v^2} = 3RT \\
 \overline{v^2} = \frac{3RT}{M} \quad , v_{\text{rms}} = \sqrt{\overline{v^2}} \\
 v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad \text{*****}
 \end{array}$$

มวล M คือ มวลแก๊ส 1 โมล = มวลโมเลกุล $\times 10^{-3}$ kg

$$\begin{array}{l}
 \bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T \\
 \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} k_B T \\
 m \overline{v^2} = 3k_B T
 \end{array}$$

$$\frac{\overline{v^2}}{2} = \frac{3k_B T}{m}$$

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} \quad \text{*****}$$

มวล m คือ มวลแก๊ส 1 โมเลกุล = มวลโมเลกุล $\times 1.66 \times 10^{-27}$ kg

ตัวอย่าง จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ย และ v_{rms} ของโมเลกุลออกซิเจนที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส

วิธีทำ จาก

$$\overline{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$$

$$\overline{E}_k = \frac{3}{2} (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(273 + 7)$$

$$\overline{E}_k = 579.6 \times 10^{-23} \text{ J} \quad \text{ตอบ}$$

$$\overline{E}_k = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$$

$$\overline{E}_k = \frac{1}{2} m v_{\text{rms}}^2$$

$$(579.6 \times 10^{-23} \text{ J}) = \frac{1}{2} (32 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}) v_{\text{rms}}^2$$

$$v_{\text{rms}} = 467.14 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบงาน 7.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สที่ $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ กำหนดค่าโบลต์ซมันน์ ($k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{ J/K}$)
(ตอบ 641.7×10^{-23} จูล)

วิธีทำ จาก $\bar{E}_k = \frac{3}{2}k_B T$

2. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในภาชนะปิดที่อุณหภูมิ $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ จะต้องทำให้แก๊สนี้มีอุณหภูมิเป็นเท่าไร จึงจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่อโมเลกุลเป็น 1.5 เท่าของค่าเดิม
(ตอบ 177 องศาเซลเซียส)

วิธีทำ จาก $\bar{E}_k = \frac{3}{2}k_B T$

3. ถ้าพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สในภาชนะปิดเท่ากับ 6.0×10^{-21} จูล และจำนวนโมเลกุลต่อปริมาตรของแก๊สเท่ากับ 2.5×10^{25} โมเลกุลต่อลูกบาศก์เมตร จงหาความดันของแก๊สนี้
(ตอบ $1.0 \times 10^5\text{ N/m}^2$)

วิธีทำ จาก $N\bar{E}_k = \frac{3}{2}Nk_B T$
และ $PV = Nk_B T$
จะได้ $N\bar{E}_k = \frac{3}{2}PV$

4. แก๊ส X และแก๊ส Y เป็นแก๊สอะตอมเดี่ยวที่มีมวลและอุณหภูมิเท่ากัน แต่มวลโมเลกุลของแก๊ส X มากกว่าของแก๊ส Y 3 เท่า จงเปรียบเทียบพลังงานจลน์ทั้งหมดของแก๊ส Y และแก๊ส X (ตอบ 3:1)

วิธีทำ	จาก	$N\bar{E}_k =$	$\frac{3}{2} nRT$
	และ	$n =$	$\frac{m}{M}$
	จะได้	$N\bar{E}_k =$	$\frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$

5. จงหา v_{rms} ของโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (ให้ $R = 8 \text{ J/mole.K}$, $H = 1$)
(ตอบ 18.33×10^2 เมตรต่อวินาที)

วิธีทำ	จาก	$v_{rms} =$	$\sqrt{\frac{3RT}{M}}$
--------	-----	-------------	------------------------

6. จงหาอุณหภูมิของแก๊สออกซิเจนที่มีค่าเฉลี่ยของรากที่สองกำลังสองของอัตราเร็วเท่ากับของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ -63°C (ให้ $N = 14$, $O = 16$) (ตอบ - 33 องศาเซลเซียส)

วิธีทำ	จาก	$v_{rms} =$	$\sqrt{\frac{3RT}{M}}$
--------	-----	-------------	------------------------

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	แบบฝึกทักษะ 7	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /..... เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

1. จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สที่ 30°C กำหนดค่าโบลต์ซมันน์ ($k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)
(ตอบ 6.2×10^{-21} จูล)

$$\text{วิธีทำ } \bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$$

2. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในภาชนะปิดที่อุณหภูมิ 0°C จะต้องทำให้แก๊สนี้มีอุณหภูมิเป็นเท่าไร จึงจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่อโมเลกุลเป็น 2 เท่าของค่าเดิม (ตอบ 546 เคลวิน หรือ 273°C)

$$\text{วิธีทำ จาก } \bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$$

$$\text{จะได้ } \bar{E}_k \propto T$$

$$\frac{(\bar{E}_k)_2}{(\bar{E}_k)_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

3. จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สออกซิเจนที่อุณหภูมิและความดันปกติ (อุณหภูมิ 0°C และความดัน 1 บรรยากาศ) กำหนดให้ ความหนาแน่นของแก๊สออกซิเจนที่อุณหภูมิและความดันปกติเท่ากับ 1.43 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตอบ 5.7×10^{-21} จูล)

$$\text{วิธีทำ จาก } \bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$$

4. จงหา v_{rms} ของโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (ให้ $R = 8.31 \text{ J/mole.K}$, $N = 14$)

$$\text{วิธีทำ จาก } v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (\text{ตอบ } 499.3 \text{ m/s})$$

5. จงหา พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส

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

(ตอบ $579.6 \times 10^{-23} \text{ J}$)

วิธีทำ จาก $\bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$

6. จงหา v_{rms} ของอะตอมนีออนที่อุณหภูมิ 450 เคลวิน กำหนดให้ $R = 8.31 \text{ J/mole.K}$ (Ne – 20)

วิธีทำ จาก $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ (ตอบ 748.95 m/s)

7. จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของอะตอมนีออนที่อุณหภูมิ 450 เคลวิน กำหนดให้ $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

วิธีทำ จาก $\bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$ (ตอบ $931.5 \times 10^{-23} \text{ J}$)

8. ถ้าพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สในภาชนะปิดเท่ากับ 6.3×10^{-21} จูล และจำนวนโมเลกุลต่อปริมาตรของแก๊สเท่ากับ 2.4×10^{25} โมเลกุลต่อลูกบาศก์เมตร จงหาความดันของแก๊สนี้ (ตอบ $1.008 \times 10^5 \text{ N/m}^2$)

วิธีทำ จาก $\bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$

$$PV = Nk_B T$$

9. แก๊ส A และแก๊ส B เป็นแก๊สอะตอมเดี่ยวที่มีมวลและอุณหภูมิเท่ากัน แต่มวลโมเลกุลของแก๊ส A มากกว่าของแก๊ส B จงเปรียบเทียบ

ก. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส A และ แก๊ส B (ตอบ เท่ากัน)

$$\bar{E}_k (\text{พลังงานจลน์เฉลี่ย 1 โมเลกุล}) = \frac{3}{2} k_B T$$

ข. พลังงานจลน์ทั้งหมดของแก๊ส A และแก๊ส B (ตอบ แก๊ส B > แก๊ส A)

$$N\bar{E}_k (\text{พลังงานจลน์ทั้งหมด}) = \frac{3}{2} Nk_B T = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$N\bar{E}_k \propto \frac{1}{M}$$

10. แก๊สปริมาณหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบถูกอัดจนมีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของความดันเดิมโดยมีอุณหภูมิตัว จงหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณต่อไปนี้ในสภาวะใหม่กับสภาวะเดิม

ก. ปริมาตร (ตอบ 1 : 2)

$$\text{จาก } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

ข. ความหนาแน่น (ตอบ 2 : 1)

$$\text{จาก } \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2}$$

ค. จำนวนโมเลกุลต่อปริมาตร (ตอบ 2 : 1)

$$\text{จาก } PV = Nk_B T$$

$$\text{จะได้ } \frac{N}{V} \propto P$$

ง. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส (ตอบ 1 : 1)

$$\text{จาก } \bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$$

11. สมมติว่าวัดอัตราเร็วของแก๊สทั้งหมด 10 โมเลกุล ได้ดังนี้ มีอัตราเร็ว $2v$ จำนวน 3 โมเลกุล , มีอัตราเร็ว $3v$ จำนวน 5 โมเลกุล และมีอัตราเร็ว v จำนวน 2 โมเลกุล อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สทั้งหมดมีค่าเท่าไร (ตอบ $2.42v$)

$$\text{วิธีทำ จาก } v_{\text{rms}} = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_i^2}{N}}$$

12. จงหาอัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สจำนวนหนึ่ง ที่มีการแจกแจงอัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊สดังนี้ (ตอบ 345.69 m/s)

จำนวนโมเลกุล	อัตราเร็ว(m/s)	วิธีทำ จาก $v_{\text{rms}} = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_i^2}{N}}$
2	250	
5	400	
3	300	

13. จงหาอัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สออกซิเจนที่ 27°C (ให้ $R = 8.31 \text{ J/mole.K}$, $O - 16$) (ตอบ 474.34 m/s)

$$\text{วิธีทำ จาก } v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

14. จงหาอุณหภูมิของแก๊สออกซิเจนที่มีค่าเฉลี่ยของรากที่สองกำลังสองของอัตราเร็วเท่ากับของแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 7°C (ให้ $N-14, O-16$) (ตอบ 320 เคลวิน หรือ 47°C)

วิธีทำ จาก $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

15. ถ้ามีแก๊สนีออนอยู่ในอากาศ อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สนีออนจะเป็นกี่เท่าของอัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สออกซิเจน (โดยประมาณ) (ให้ $Ne-20, O-16$) (ตอบ 1.26 เท่า)

วิธีทำ จาก $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

16. จงหาอัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สหนึ่งที่บรรจุภายในภาชนะปิดที่มีความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 17°C มีความหนาแน่น 1.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่ออัดอากาศนี้ให้มีปริมาตรลดลงและมีความดันเป็น 3 บรรยากาศที่อุณหภูมิ 75°C (กำหนดให้ ความดัน 1 บรรยากาศ = 10^5 N/m^2)

วิธีทำ จาก $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$ | จาก $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ (ตอบ $5.48 \times 10^2 \text{ m/s}$)

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบความรู้ 8	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว30202 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
พลังงานภายในระบบ		

พลังงานภายในระบบ (Internal energy of system)

พลังงานภายในระบบ คือ ผลรวมของพลังงานจลน์เฉลี่ยทั้งหมดของแก๊สในระบบปิด เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “U”

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \bar{E}_k &= \frac{3}{2}k_B T && \text{คือ พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส 1 โมเลกุล} \\ \text{และ } N\bar{E}_k &= \frac{3}{2}Nk_B T && \text{คือ พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สทั้งหมดในระบบปิด} \\ \text{จะได้ } U &= N\bar{E}_k \\ U &= \frac{3}{2}Nk_B T \\ U &= \frac{3}{2}nRT \\ U &= \frac{3}{2}PV \end{aligned}$$

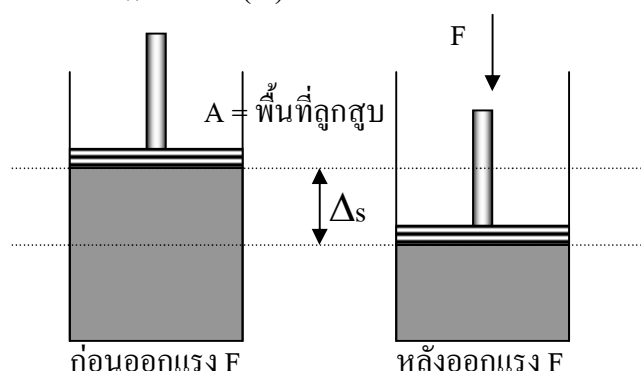
การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบ คือ ผลต่างของพลังงานภายในระบบหลังเปลี่ยนแปลง (U_2) กับพลังงานภายในระบบก่อนเปลี่ยนแปลง (U_1) เขียนแทนด้วย “ ΔU ” เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \Delta U &= U_2 - U_1 \\ \Delta U &= \frac{3}{2}P_2 V_2 - \frac{3}{2}P_1 V_1 = \frac{3}{2}\Delta(PV) \\ \Delta U &= \frac{3}{2}nRT_2 - \frac{3}{2}nRT_1 = \frac{3}{2}nR\Delta T \\ \Delta U &= \frac{3}{2}Nk_B T_2 - \frac{3}{2}Nk_B T_1 = \frac{3}{2}Nk_B \Delta T \end{aligned}$$

ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (ΔT) , การเปลี่ยนแปลงความดันและปริมาตร $\Delta(PV)$

งานกับการเปลี่ยนแปลงปริมาตร เมื่อความดันคงตัว ผลจะทำให้แก๊สมีการขยายตัวและหดตัว โดยให้ ΔW คือ งานที่เกิดจากแก๊สกระทำหรืองานที่เกิดจากแรงภายนอกกระทำต่อแก๊ส นั่นคือ ค่า ΔW เป็นบวก (+) เมื่อ เกิดงานที่แก๊สกระทำ จะมีผลให้แก๊สขยายตัว ถ้าค่า ΔW เป็นลบ (-) เมื่อ งานนั้นเกิดจากแรงภายนอกกระทำต่อแก๊ส จะมีผลให้แก๊สหดตัว

$$\begin{aligned} \text{จาก } \Delta W &= F\Delta s \\ \Delta W &= PA\Delta s \\ \Delta W &= P(A\Delta s) \end{aligned}$$



$$\text{จะได้ } \Delta W = P\Delta V$$

$$\Delta W = P(V_2 - V_1)$$

$$\Delta W = P(V_2 - V_1) \text{ เป็น บวก (+) เมื่อ แก๊สขยายตัว จะได้ } V_2 > V_1$$

$$\Delta W = P(V_2 - V_1) \text{ เป็น ลบ (-) เมื่อ แก๊สหดตัว จะได้ } V_1 > V_2$$

กฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ เป็นกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล่าวว่า “พลังงานความร้อนทั้งหมดที่ให้แก่ระบบจะต้องมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เพิ่มขึ้นกับงานที่ทำโดยระบบนั้น” สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

เมื่อ ΔQ แทนพลังงานความร้อนที่ให้แก่ระบบ

ΔU แทนพลังงานภายในระบบที่เพิ่มขึ้น

ΔW แทนงานที่ระบบทำ

แต่ความเป็นจริง ระบบของแก๊สใดๆ อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบในกรณีอื่นๆ ได้ด้วย และเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน และกำหนดค่าเครื่องหมายได้ดังนี้

ปริมาณ	ลักษณะ	เครื่องหมาย
ΔQ	พลังงานความร้อนไหลเข้าสู่ระบบ	+
	พลังงานความร้อนไหลออกจากระบบ	-
	ไม่มีพลังงานความร้อนไหลเข้าหรือออกจากระบบ	0
ΔU	พลังงานภายในระบบเพิ่มขึ้น (อุณหภูมิเพิ่มขึ้น)	+
	พลังงานภายในระบบลดลง (อุณหภูมิลดลง)	-
	พลังงานภายในระบบคงตัว (อุณหภูมิคงที่)	0
ΔW	งานที่ทำโดยระบบ (ปริมาตรเพิ่มขึ้น)	+
	งานที่สิ่งแวดล้อมทำให้ระบบ (ปริมาตรลดลง)	-
	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร	0

ตัวอย่าง ออกซิเจนมวล 32 กรัม ถูกบรรจุในขวดที่ปิดมิดชิด ถ้าอุณหภูมิในขวดเพิ่มขึ้น 40 องศาเซลเซียส พลังงานภายในจะเพิ่มขึ้นกี่จูล

วิธีทำ จาก
$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \left(\frac{32}{32} \right) (8.31)(40)$$

$$\Delta U = 498.6 \text{ J} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่าง ในการอัดแก๊สฮีเลียมในระบบปิดจำนวน 0.5 กิโลโมล จากปริมาตร 0.6 m^3 ให้เหลือ 0.2 m^3 ด้วยความดันคงที่ $1.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ จงหา

ก. งานในการอัดแก๊สนี้เป็นกี่จูล

ข. พลังงานภายในระบบของแก๊สเปลี่ยนไปกี่จูล

วิธีทำ ก. จาก

$$\Delta W = P\Delta V$$

$$\Delta W = P(V_2 - V_1)$$

$$\Delta W = (1.5 \times 10^5)(0.2 - 0.6)$$

$$\Delta W = -6 \times 10^4 \text{ J} \quad \text{ตอบ}$$

ข. จาก

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$0 = \Delta U + -6 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\Delta U = 6 \times 10^4 \text{ J} \quad \text{ตอบ}$$

รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ใบงาน 8.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง พลังงานภายในระบบ		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. แก๊สไนโตรเจนมวล 14 กรัม ถูกบรรจุในขวดที่ปิดมิดชิดมีอุณหภูมิ 293 เคลวิน ถ้าอุณหภูมิของไนโตรเจนในขวดเพิ่มขึ้น 60 เคลวิน พลังงานภายในจะเพิ่มขึ้นเท่าใด ให้ $R = 8.3 \text{ J/mole.K}$, $N = 14$ (ตอบ 373.5 J)

วิธีทำ จาก $\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$ และ $n = \frac{m}{M}$

จะได้ $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$

2. เมื่ออุณหภูมิของก๊าซอุดมคติแบบอะตอมเดี่ยว อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก T เคลวิน เป็น $\frac{7}{5} T$ เคลวิน แล้ว ค่า พลังงานภายในระบบของแก๊สเป็นเท่าใดของพลังงานภายในระบบเดิม (U) (ตอบ $\frac{7}{5} U$)

วิธีทำ จาก $U = \frac{3}{2} N k_B T$

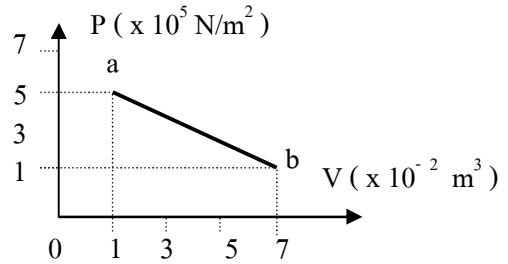
3. แก๊สฮีเลียม 4 โมล ที่อุณหภูมิ 350 เคลวิน ผสมกับแก๊สอาร์กอน 1 โมล ที่อุณหภูมิ 300 เคลวิน แก๊สผสมจะมีอุณหภูมิเท่าไรในหน่วย เคลวิน (ตอบ 340 เคลวิน)

วิธีทำ จาก $U = U_{\text{He}} + U_{\text{Ar}}$

$$\frac{3}{2} n_{\text{ผสม}} R T_{\text{ผสม}} = \frac{3}{2} n_{\text{He}} R T_{\text{He}} + \frac{3}{2} n_{\text{Ar}} R T_{\text{Ar}}$$

4. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตร ระบบซึ่งประกอบด้วยแก๊สไดอะตอม 1 โมล มีการเปลี่ยนแปลง สถานะจาก a ไป b จงหาค่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบ (ตอบ เพิ่มขึ้น, 3×10^3 จูล)

วิธีทำ
$$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta(PV) = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$



5. ในการอัดแก๊สอาร์กอนปริมาตร 15 ลูกบาศก์เมตร ความดัน 2×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ให้ปริมาตรลดเหลือ 10 ลูกบาศก์เมตร โดยความดันคงที่ งานในการอัดแก๊สเท่ากับกี่จูล (ตอบ 1.0×10^6 จูล)

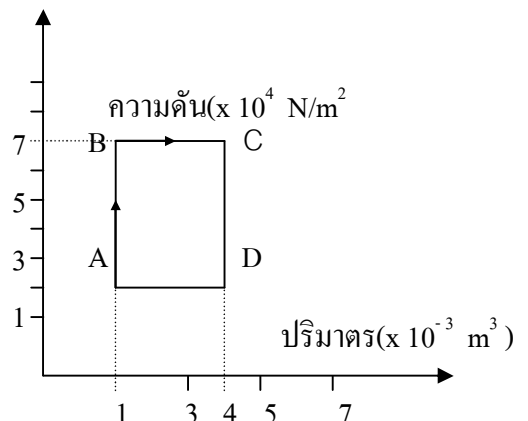
วิธีทำ จาก
$$\Delta W = P \Delta V$$

6. จะต้องให้ความร้อนเท่าใดแก่แก๊สฮีเลียมจำนวน 2 โมล ที่บรรจุอยู่ในกระบอกสูบ แล้วทำให้แก๊สนั้นดันให้ลูกสูบทำงาน 4 จูล และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 40 เคลวินให้ $R = 8.3 \text{ J / mole.K}$ (ตอบ 1,000 จูล)

วิธีทำ จาก
$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

7. ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ระบบหนึ่งแสดงได้ด้วยกราฟดังรูป การเพิ่มความดันจาก A \rightarrow B ต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่ากับ 500 จูล ใส่เข้าไปในระบบและในการขยายตัวของระบบจาก B \rightarrow C ต้องการปริมาณความร้อนเพิ่มอีก 150 จูล จงหาว่าพลังงานภายในของระบบที่เปลี่ยนแปลงในขบวนการจาก A \rightarrow B \rightarrow C มีค่ากี่จูล (ตอบ 440 จูล)

วิธีทำ จาก
$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$



รายวิชา ฟิสิกส์ 2	แบบฝึกทักษะ 8	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว30202		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง พลังงานภายในระบบ		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

1. แก๊สออกซิเจนมวล 32 กรัม ถูกบรรจุในขวดที่ปิดมิดชิดมีอุณหภูมิ 293 เคลวิน ถ้าอุณหภูมิของออกซิเจนในขวดเพิ่มขึ้น 20 เคลวิน พลังงานภายในจะเพิ่มขึ้นเท่าใด ให้ $R = 8.31 \text{ J/mole.K}$, $O = 16$ (ตอบ 249.3 J)

วิธีทำ จาก
$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

2. เมื่ออุณหภูมิของก๊าซอุดมคติแบบอะตอมเดี่ยว ลดลงจากอุณหภูมิ 273 องศาเซลเซียส เป็นศูนย์องศาเซลเซียส แล้ว ค่าพลังงานภายในระบบของแก๊สเป็นเท่าใดของพลังงานภายในระบบเดิม (ตอบ $\frac{1}{2}$ ของเดิม)

วิธีทำ จาก
$$U = \frac{3}{2} nRT$$

3. แก๊สฮีเลียม 1 โมล ที่อุณหภูมิ 300 เคลวิน ผสมกับแก๊สอาร์กอน 3 โมล ที่อุณหภูมิ 400 เคลวิน แก๊สผสมจะมีอุณหภูมิเท่าไรในหน่วย เคลวิน (ตอบ 375 เคลวิน)

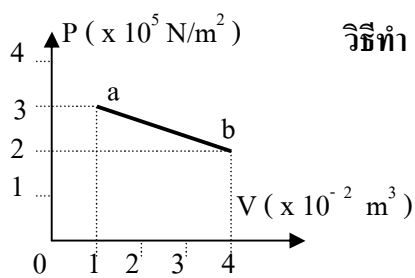
วิธีทำ จาก
$$U_{\text{ผสม}} = U_1 + U_2$$

$$\frac{3}{2} n_{\text{ผสม}} RT_{\text{ผสม}} = \frac{3}{2} n_1 RT_1 + \frac{3}{2} n_2 RT_2$$

4. ออกแรงกดลูกสูบของกระบอกสูบ ซึ่งบรรจุแก๊สชนิดหนึ่งทำให้ปริมาตรลดลงเป็น $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรเดิม โดยอุณหภูมิคงที่และแก๊สไม่รั่วออก พลังงานภายในระบบจะเป็นเท่าใดของเดิม (ตอบ 1 เท่าของเดิม)

วิธีทำ จาก
$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

5. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตร ระบบซึ่งประกอบด้วยแก๊สฮีเลียม 1 โมล มีการเปลี่ยนแปลง สถานะจาก a ไป b จงหาค่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบ (ตอบ เพิ่มขึ้น 7.5×10^3 จูล)



วิธีทำ จาก $\Delta U = \frac{3}{2} \Delta(PV)$

$$= \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$

6. ในการอัดแก๊สอาร์กอนปริมาตร 20 ลูกบาศก์ ความดัน 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ให้ปริมาตรลดเหลือ 10 ลูกบาศก์เมตร โดยความดันคงที่ งานในการอัดแก๊สเท่ากับกี่จูล (ตอบ 1×10^6 จูล)

วิธีทำ จาก $\Delta W = P(V_2 - V_1)$

7. จะต้องให้ความร้อนเท่าใดแก่แก๊สฮีเลียมจำนวน 1 โมล ที่บรรจุอยู่ในกระบอกสูบ แล้วทำให้แก๊สนั้นดันให้ลูกสูบทำงาน 20 จูล และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 เคลวิน ให้ $R = 8.3 \text{ J/mole.K}$ (ตอบ 144.5 จูล)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

8. แก๊สในกระบอกสูบรับความร้อนจากภายนอก 142 จูล ขณะที่แก๊สขยายตัวมันทำงานบนระบบภายนอก 160 จูล ถามว่าพลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลง

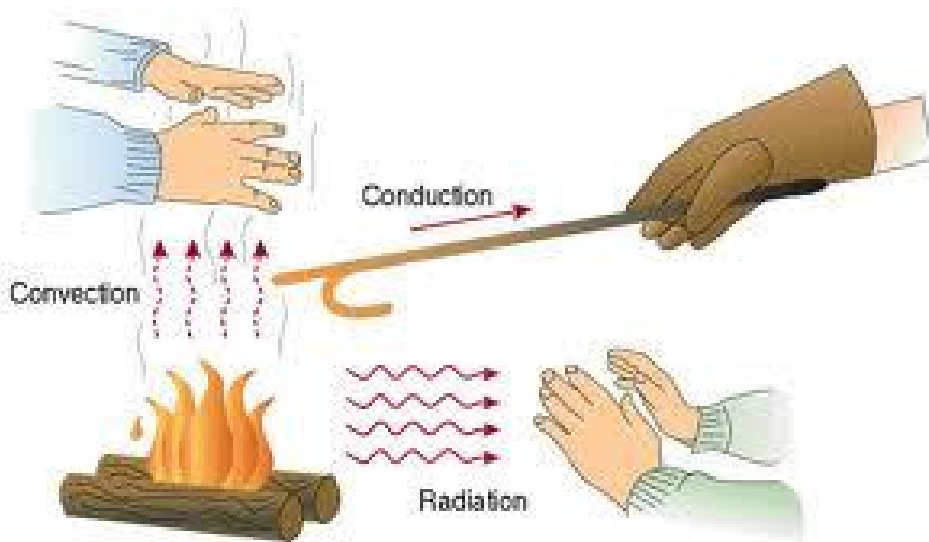
(ตอบ ลดลง 18 จูล , อุณหภูมิลดลง)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

9. แก๊สในกระบอกสูบคายความร้อน 240 จูล ขณะที่พลังงานภายในเพิ่มขึ้น 50 จูล ถามว่าแก๊สหดตัวหรือขยายตัว (มีการทำงานให้แก่ระบบ 290 จูล แก๊สหดตัว)

วิธีทำ จาก $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

เอกสารประกอบการสอน เรื่อง ความร้อน
รายวิชา ฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30202
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5



ชื่อ.....
ชั้น.....เลขที่.....

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนขามแก่นนคร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
สำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษา เขต 25