การทดลองที่ 7
การหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
(Determining molar volume of a gas at standard temperature and pressure)

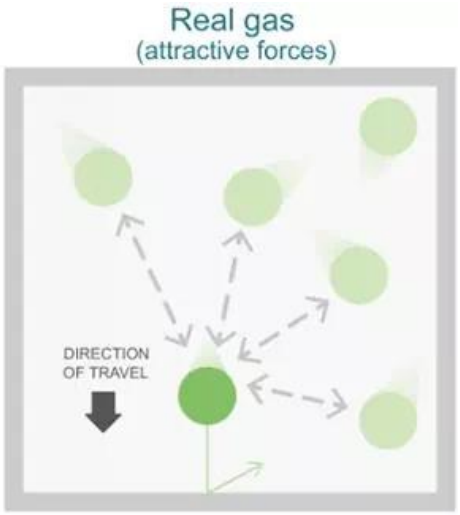
วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกทักษะการทดลองเกี่ยวกับกฎของแก๊ส
2. เพื่อหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐานจากการทดลอง

หลักการ

แก๊ส (Gas) เป็นหนึ่งในสถานะของสสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก ทำให้โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากเมื่อเทียบกับสถานะของเหลวหรือของแข็ง โมเลกุลของแก๊สมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระและมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่ไม่แน่นอนเมื่อบรรจุแก๊สไว้ในภาชนะใดๆ แก๊สจะเกิดการแพร่กระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ ทำให้แก๊สมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ แก๊สมีความหนาแน่นต่ำกว่าของแข็งและของเหลว จึงสามารถบีบอัดให้มีปริมาตรลดลงได้ [1] ประเภทของแก๊สแบ่งได้เป็น 2 ชนิดดังนี้ [2, 3, 4]

1) แก๊สอุดมคติ (Ideal gas) คือแก๊สที่ถูกมองเป็นแก๊สที่มีพฤติกรรมเรียบง่ายและสมบูรณ์ที่สุดตามกฎของแก๊ส (Gas laws) ซึ่งรวมถึงกฎของบอยล์ (Boyle's law), กฎของชาลส์-กฎของเกย์-ลูซแซก (Charles-Gay-Lussac's law), และกฎของอาโวกาโดร (Avogadro's law) แก๊สอุดมคติมักถูกใช้ในการศึกษาและคำนวณสมบัติของแก๊สในเงื่อนไขปกติโดยไม่ต้องพิจารณารายละเอียดเกี่ยวกับโมเลกุลของแก๊สที่ใช้
2) แก๊สจริง (Real gas) คือแก๊สที่มีอยู่จริงในธรรมชาติและไม่เป็นไปตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สอุดมคติ แก๊สจริงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย ซึ่งแก๊สจริงมีขนาดและมีแรงสัมพันธ์ต่อโมเลกุลอื่นๆ ดัง**รูปที่ 7.1** นอกจากนี้บางสภาวะแก๊สจริงมีพฤติกรรมใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติได้เช่นในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำมากๆ แก๊สจริงที่มีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติในสภาวะปกติมากที่สุดคือ แก๊สเฉื่อย (Inert gas) หรือแก๊สในหมู่ที่ 8 ของตารางธาตุ

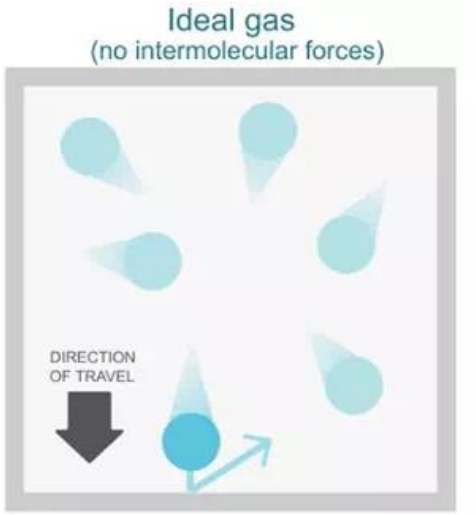


รูปที่ 7.1 แบบจำลองการเคลื่อนที่โมเลกุลของแก๊สจริง [5]

จากนิยามของแก๊สอุดมคติที่ใช้เพื่ออธิบายถึงคุณสมบัติและพฤติกรรมต่าง ๆ ของแก๊สในธรรมชาติให้ง่ายต่อการศึกษา โดยให้แก๊สอุดมคติมีพฤติกรรมเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของก๊าซ (Kinetic theory of Gases) กล่าวคือไม่ว่าจะอยู่ในสภาพแวดล้อมใดก็ตาม ถึงแม้ความจริงแล้วพฤติกรรมของแก๊สในธรรมชาติไม่สามารถเป็นไปตามกฎต่าง ๆ ได้ทุกข้อ โดยเฉพาะเมื่ออยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำหรือมีความดันค่อนข้างสูง โดยคุณสมบัติของแก๊สอุดมคติจากทฤษฎีจลน์ของแก๊สลักษณะดังนี้

1) มีโมเลกุลขนาดเล็กที่สามารถฟุ้งกระจายไปทั่ว ทำให้มีระยะห่างระหว่างโมเลกุลมากกว่าสสารในสถานะของเหลวหรือของแข็ง ส่งผลให้เกิดแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลต่ำ กล่าวคือไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงกระทำต่อกันเกิดขึ้นระหว่างอนุภาคหรือโมเลกุลของสาร ดัง**รูปที่ 7.2** และโมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกัน ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก จนถือได้ว่าไม่มีแรงกระทำต่อกัน
2) โมเลกุลของแก๊สอุดมคติมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ การเปลี่ยนแปลงทิศทางหรืออัตราเร็วสามารถเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลชนกันหรือกระทบผนังภาชนะ ทำให้เกิดการถ่ายโอนพลังงาน แต่พลังงานรวมของระบบยังคงที่
3) ปริมาตรของแก๊สอุดมคติสัมพันธ์กับความดันและอุณหภูมิตามสมการที่ 7.1
4) ณ อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากัน แต่จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน โดยที่พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ (เคลวิน)

CATRE LAB



รูปที่ 7.2 แบบจำลองการเคลื่อนที่โมเลกุลของแก๊สอุดมคติ [5]

จากสมบัติของแก๊สจะขึ้นอยู่กับ 4 ตัวแปร คือ ความดัน ปริมาตร อุณหภูมิ และปริมาณของแก๊ส (จำนวนโมลของแก๊ส) ซึ่งการกล่าวถึงแก๊สจะต้องระบุปริมาตร อุณหภูมิ และความดันด้วย เนื่องจากเป็นสมบัติเฉพาะของแก๊ส (Intensive properties) และสามารถอธิบายได้โดยการใช้กฎรวมแก๊สอุดมคติ (Combined Gas Law) ซึ่งเป็นการรวมกฎของของบอยล์ (Boyle's law) กฎของชาร์ล (Charle's law) กฎของเกย์-ลูซแซก (Gay-Lussac's law) และกฎของอะโวการโดร (Avogadro's law) ดังสมการที่ 7.1 [5, 6, 7, 8]

$$PV = nRT \tag{7.1}$$

เมื่อ P = ความดัน (atm)

V = ปริมาตร (L)

n = จำนวนโมล (mol)

T = อุณหภูมิ (K)

R = ค่าคงที่ของแก๊ส (Gas constant) มีค่า 0.08206 (L•atm)/(mol•K)

ฉะนั้นในการทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับกฎการรวมแก๊สโดยอาศัยการทดลองจากการเตรียมแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ที่ทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียม Mg กับสารละลายกรด HCl ดังปฏิกิริยา

$$Mg\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow MgCl\ (aq) + H_2\ (g)$$

จากปฏิกิริยาข้างต้นจะเห็นได้ว่า Mg จำนวน 1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl จำนวน 2 โมล แล้วเกิด H_2 1 โมล ซึ่งปฏิกิริยาหนึ่งๆ สารกำหนดปริมาณ อาจจะเป็นสารตัวใดก็ได้ที่เป็นตัวเข้าทำปฏิกิริยาและเป็นตัวจำกัดให้ปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ซึ่งแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สจริง ทำการทดลองโดยการเก็บแก๊สจากการแทนที่น้ำ จากค่าปริมาตรอุณหภูมิ ความดัน และจำนวนโมลของแก๊ส จะสามารถหาค่า R ได้ โดยความดันของแก๊สไฮโดรเจนที่เก็บโดยการแทนที่น้ำ ได้จากการหักค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว (Vapor pressure of water) ดัง**ตารางที่ 1** ออกจากค่าความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิเดียวกันกับอุณหภูมิของแก๊สที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 1 ค่าความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Pa)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Pa)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Pa)
0	610.472	17	1937.14	34	5319.20
1	656.734	18	2063.39	35	5622.77
2	705.795	19	2197.71	40	7375.80
3	757.924	20	2337.77	45	9583.04
4	813.385	21	2486.42	50	12333.4
5	872.313	22	2643.34	55	15737.1
6	934.973	23	2808.79	60	19915.3
7	1001.63	24	2983.30	65	25002.8
8	1072.56	25	3167.15	70	31156.9
9	1147.75	26	3360.86	75	38542.8
10	1227.74	27	3564.84	80	47341.9
11	1312.40	28	3779.49	85	57807.6
12	1402.26	29	4005.33	90	70094.3
13	1497.32	30	4242.78	95	84511.5
14	1589.11	31	4492.22	100	101323
15	1704.90	32	4754.59	105	120797
16	1817.67	33	5030.03		

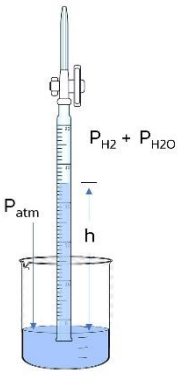
การคำนวณหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐานจากการทดลอง [9]

1. การหาจำนวนโมล (n)

จำนวนโมลของแก๊ส H_2 = จำนวนโมลของ Mg

$$\text{จำนวนโมลของ Mg} = \frac{\text{น้ำหนักของ Mg}}{\text{มวลอะตอมของ Mg}}$$

2. การคิดความดันของแก๊ส (ที่ถูกต้อง)



สมดุลของความดัน

$$P_{atm} = P_{gas} + P_{H2O} + P_h \quad (7.2)$$

$$P_{gas} = P_{atm} - P_{H2O} - P_h \quad (7.3)$$

เมื่อ P_{gas} = ความดันของแก๊ส H_2

P_{atm} = ความดันบรรยากาศ

P_{H2O} = ความดันอิ่มตัวของน้ำที่อุณหภูมิหนึ่งๆ

P_h = ความดันเนื่องจากน้ำสูง h (cm) ที่เหลือในบิวเรต

ค่า P นี้จะถูกต้องเมื่อระดับน้ำในบิวเรตที่เก็บแก๊สเท่ากับระดับน้ำในบีกเกอร์ แต่ในการทดลองจริง แก๊สแทนที่น้ำได้ไม่หมด ทำให้ระดับน้ำในบิวเรตสูงกว่าระดับน้ำในบีกเกอร์ ดังนั้นจึงต้องใช้สมการที่ 7.3 เพื่อหาความดันของแก๊สที่ถูกต้อง

เมื่อ ระดับน้ำสูง 1 เซนติเมตร เป็นความดัน 98.088 Pa

ระดับน้ำสูง h เซนติเมตร เป็นความดัน 98.088 x h Pa

<u>กำหนดให้</u> 760.00 mmHg = 1.01×10^5 Pa และน้ำสูง 1 cm จะมีความดันเท่ากับ 98.088 Pa

3. การหาค่าคงที่ของแก๊ส (R) จากสมการแก๊สอุดมคติ PV = nRT

หาค่า R ได้จากสูตร

$$R = \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{n_{H_2} T_{H_2}}$$

ค่า R จะอยู่ในหน่วย J/mol•K

เมื่อ n = จำนวนโมลของแก๊สที่เกิดขึ้น ในหน่วยโมล (mol)

P = ความดันของแก๊สในหน่วยปาสกาล (Pa)

V = ปริมาตรของแก๊สในหน่วย m^3 ซึ่งมีค่าเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่

T = อุณหภูมิของแก๊ส ในหน่วยเคลวิน (K)

4. การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่า R (%Error)

$$\%Error = \frac{|R - 8.314|}{8.314} \times 100$$

CATRE LAB

อุปกรณ์

1. บิวเรต ขนาด 50 mL
2. ท่อพลาสติกนำแก๊ส
3. ขวดเก็บสาร (Reagent bottle) ขนาด 25 mL
4. กระบอกตวง ขนาด 50 mL
5. บีกเกอร์ ขนาด 50, 250 mL
6. เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล

สารเคมี

1. ลวดแมกนีเซียม (Mg) ขัดด้วยกระดาษทราย ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ
2. สารละลายกรด HCl 1.0 mol/L

CATRE LAB

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

1. เตรียมอุปกรณ์การทดลองดัง**รูปที่ 7.3** บรรจุน้ำในบิวเรตให้เต็ม แล้วกลับด้านเอาด้านที่มีจุกปิด (Stopcock) ไว้ด้านบน แล้วจุ่มลงในบีกเกอร์ขนาด 600 mL ที่บรรจุน้ำ 500 mL โดยให้ปลายบิวเรตครอบท่อนำแก๊สไว้
2. จากนั้นเปิดจุกปิดให้น้ำในบิวเรตลดระดับลง และมีที่ว่างเหนือระดับน้ำพอสมควร เพื่อให้อ่านระดับน้ำแรกเริ่มได้
3. ควรระมัดระวังในการอ่านปริมาตรน้ำ เพราะเป็นการอ่านกลับข้างของตัวเลขที่ปรากฏอยู่ที่ด้านข้างของบิวเรต (ถ้าระดับน้ำอยู่ที่ 40.00 mL ก็แสดงว่าปริมาตรของน้ำในบิวเรตเป็น 40.00 mL) เมื่อมีการแทนที่น้ำด้วยแก๊สที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ปริมาตรของแก๊สจะเท่ากับผลต่างของปริมาตรของน้ำในบิวเรตตอนเริ่มต้นและตอนที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดแล้ว

รูปที่ 7.3 การจัดชุดการทดลอง

ตอนที่ 2 การทดลองการเตรียมแก๊สไฮโดรเจน

1. ชั่งลวดแมกนีเซียม หนักประมาณ 0.02-0.03 g แล้วใส่ลงในบีกเกอร์
2. ตวงสารละลายกรด HCl 1.0 mol/L ปริมาตร 20.0 mL ด้วยกระบอกตวง ใส่ในขวดใส่สารแล้ววัดอุณหภูมิกรดก่อนทำการทดลอง
3. ทำการต่อท่อนำแก๊สเข้ากับขวดใส่สาร และนำลวดแมกนีเซียมใส่ลงในขวดใส่สาร รีบปิดจุกทันที
4. แกว่งขวดใส่สารเบาๆ จนกระทั่งไม่มีแก๊สเกิดขึ้น แสดงว่าปฏิกิริยาสิ้นสุด สังเกตจาการแก๊สที่ไปแทนที่น้ำในบิวเรต
5. บันทึกปริมาตรของน้ำที่หายไป (หน่วย mL) และวัดอุณหภูมิของน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์
6. วัดอุณหภูมิของกรด HCl หลังทำปฏิกิริยา
7. หลังจากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของน้ำที่เหลืออยู่ในบิวเรตจากระดับน้ำที่อยู่ในบีกเกอร์ (หน่วยเป็น cm)
8. จากนั้นนำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ค่าคงที่ของแก๊ส (R) และเปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อนของค่า R เมื่อเทียบกับทฤษฎี

CATRE LAB

รายงานผลการทดลองที่ 7 การหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
(Determining molar volume of a gas at standard temperature and pressure)

กำหนดให้

- มวลโมเลกุลของแมกนีเซียม = 24 g/mol
- ความดันบรรยากาศ (P) ที่ใช้ในการทดลอง = 760 mmHg

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความดันบรรยากาศ (P_{atm}) 760 mmHg = 1.01×10^5 Pa

ความเข้มข้นของสารละลาย HCl 1 mol/L

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น $Mg\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow MgCl\ (aq) + H_2\ (g)$

	ผลการทดลอง
ปริมาตรของสารละลาย HCl ที่ใช้ผสม (หน่วย mL)	20.0
น้ำหนักของ Mg ที่ใช้ผสม (หน่วย g)	0.0333
อุณหภูมิของ HCl ก่อนเริ่มทำการทดลอง (หน่วย °C)	27.7
อุณหภูมิของ HCl หลังทำการทดลอง (หน่วย °C)	32.7
ปริมาตรน้ำเริ่มต้นในบิวเรต (หน่วย mL)	50.00
ปริมาตรน้ำสุดท้ายในบิวเรต (หน่วย mL)	17.00
ความสูงของระดับน้ำ (h) ที่เหลือในบิวเรตจากระดับน้ำในบีกเกอร์ (หน่วย cm)	17
อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ (หน่วย °C)	26.6

การคำนวณหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน

ขั้นที่ 1 การหาจำนวนโมลของแก๊ส H_2 (n_{H_2}) ที่เกิดขึ้น

	ผลการคำนวณ
จำนวนโมลของสารละลาย HCl ที่ใช้ผสม (หน่วย mol)	0.02
จำนวนโมลของ Mg ที่ใช้ผสม (หน่วย mol)	0.00139
จำนวนโมลของแก๊ส H_2 (n_{H_2}) ที่เกิดขึ้น (หน่วย mol)	1.39×10^{-3}

การคำนวณ

จำนวนโมลของสารละลาย HCl ที่ใช้ผสม (mol) = $\frac{CV}{1000}$

จำนวนโมลของสารละลาย HCl ที่ใช้ผสม (mol) = $\frac{(1)(20)}{1000}$

ดังนั้น จำนวนโมลของสารละลาย HCl ที่ใช้ผสม (mol) = 0.02 mol

จำนวนโมลของ Mg ที่ใช้ผสม (mol) = $\frac{g}{Mw}$

จำนวนโมลของ Mg ที่ใช้ผสม (mol) = $\frac{0.0333}{24}$

ดังนั้น จำนวนโมลของ Mg ที่ใช้ผสม (mol) = 0.00139 หรือ 1.39×10^{-3} mol

จำนวนโมลของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้น (mol) = จำนวนโมลของ Mg ที่ใช้ผสม (mol)

ดังนั้น จำนวนโมลของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้น (mol) = 1.39×10^{-3} mol

<u>ขั้นที่ 2</u> การคำนวณปริมาตรของแก๊ส H_2 (V_{H_2}) ที่เกิดขึ้น

	ผลการคำนวณ
ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยแก๊ส H_2 (หน่วย mL) (จากปริมาตรน้ำในบิวเรตที่หายไป)	33.00
ปริมาตรของแก๊ส H_2 (V_{H_2}) ที่เกิดขึ้น (หน่วย m^3)	3.30×10^{-5}

<u>การคำนวณ</u>

ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยแก๊ส H_2 (mL) = ปริมาตรน้ำเริ่มต้นในบิวเรต - ปริมาตรน้ำสุดท้ายในบิวเรต

ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยแก๊ส H_2 (mL) = 50.00 – 17.00

ดังนั้น ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยแก๊ส H_2 (mL) = 33.00 mL

ปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้น (m^3) = เกิดจากการเปลี่ยนหน่วย mL หรือ cm^3 เป็น m^3

<u>ขั้นที่ 3</u> การหาความดันของแก๊ส H_2 (P_{H_2}) ที่เกิดขึ้น

จากสมการ $P_{(H2)} = P_{(atm)} - P_{(H2O)} - P_{(h)}$

	ผลการคำนวณ
ความดันไออิ่มตัวของน้ำ $P_{(H2O)}$ (หน่วย Pa) (ดูจากตารางค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว)	3360.86
ความดันเนื่องจากระดับน้ำที่เหลือในบิวเรต $P_{(h)}$ (หน่วย Pa) = (98.088 x h)	1667.496
ความดันของ H_2 ที่เกิดขึ้น $P_{(H2)}$ (หน่วย Pa)	95971.644
ความดันของแก๊ส H_2 (P_{H_2}) ที่เกิดขึ้น (หน่วย J/m^3) (1 Pa = 1 J/m^3)	95971.644

<u>การคำนวณ</u>

ความดันบรรยากาศ $P_{(atm)}$ (หน่วย Pa) = 760.00 mmHg = 1.01×10^5 Pa

ความดันบรรยากาศ $P_{(atm)}$ (หน่วย Pa) = $\frac{(760.00)(1.01 \times 10^5)}{760}$

ดังนั้น ความดันบรรยากาศ $P_{(atm)}$ (หน่วย Pa) = 1.01×10^5 Pa

ความดันไออิ่มตัวของน้ำ $P_{(H2O)}$ (หน่วย Pa) ดูจากอุณหภูมิของน้ำ (°C) เทียบกับตารางค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Pa)
24	2983.30
25	3167.15
26	3360.86
27	3564.84
28	3779.49
29	4005.33
30	4242.78

ดังนั้น ความดันไออิ่มตัวของน้ำ $P_{(H2O)}$ (หน่วย Pa) ที่อุณหภูมิ 26.6 °C = 3360.86 Pa

ความดันของ H_2 ที่เกิดขึ้น $P_{(H2)}$ (หน่วย Pa) = $P_{atm} - P_{H2O} - P_h$

ความดันของ H_2 ที่เกิดขึ้น $P_{(H2)}$ (หน่วย Pa) = $1.01 \times 10^5 - 3360.86 - 1667.496$

ดังนั้น ความดันของ H_2 ที่เกิดขึ้น $P_{(H2)}$ (หน่วย Pa) = 95971.644 Pa

ความดันของ H_2 ที่เกิดขึ้น (J/m^3) 1 Pa = 1 J/m^3

ดังนั้น ความดันของ H_2 ที่เกิดขึ้น (J/m^3) = 95971.644 J/m^3

ขั้นที่ 4 การคำนวณค่าคงที่ของแก๊ส (R)

จากสมการ $R = \frac{P_{H_2}V_{H_2}}{n_{H_2}T}$

จากการผลการคำนวณ

P_{H_2} = 95971.644 J/m^3

V_{H_2} = 3.30×10^{-5} m^3

n_{H_2} = 1.39×10^{-3} mol

T_{H_2} = อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ + 273.15 = 26.6 + 273.15 = 299.75 K

ค่า $R = \frac{P_{H_2}V_{H_2}}{n_{H_2}T}$

ดังนั้น ค่าคงที่ของแก๊ส (R) = 7.615 J/mol•K

การคำนวณ %ความคาดเคลื่อน

$$\%Error = \frac{|R-8.314|}{8.314} \times 100$$

%Error = 8.409%

สรุปและวิจารณ์ผลการรทดลอง

จากการทดลองการหาปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน โดยมีความดันบรรยากาศ 760 mmHg หรือ 1.01×10^5 Pa ซึ่งเป็นความดันบรรยากาศมาตรฐาน ที่อาศัยการเตรียมแก๊สไฮโดรเจน (H_2) จากปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับ HCl ซึ่งแก๊สที่ได้จะเป็นแก๊สจริง (Real gas)

ในการทดลองใช้สารละลาย HCl ความเข้มข้น 1.0 mol/L และน้ำหนัก Mg อยู่ที่ 0.03-0.04 กรัม ทำการทดลองเก็บแก๊สโดยการแทนที่น้ำ ซึ่งความดันของแก๊สไฮโดรเจนที่เก็บโดยการแทนที่น้ำ ได้จากการหักค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว (Vapor pressure of water) จากตารางที่ 1 ออกจากค่าความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิเดียวกันกับอุณหภูมิของแก๊ส ทำให้ได้ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยแก๊ส H_2 33.00 mL ความสูงของน้ำที่ 17 cm และมีอุณหภูมิในน้ำ 26.6°C

ดังนั้น จะเกิดจำนวนโมลของแก๊ส H_2 1.39×10^{-5} โมล ทำให้มีปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นเป็น 3.30×10^{-5} m^3 และความดันของ H_2 เกิดขึ้น 95971.644 ส่งผลให้ค่าคงที่ของแก๊ส (R) ที่เกิดขึ้นกับการทดลองนี้มีค่า 7.615 ±8.409 J/mol•K เนื่องจากการทดลองใช้ปริมาณที่น้อยอาจทำให้ต้องหาภาชนะบรรจุสารละลายเพื่อเตรียมแก๊สในปริมาณที่เหมาะสม รวมถึงควรมีการเขย่าขวดในขณะที่ใส่ Mg เพื่อให้การแทนที่ของน้ำดำเนินไปอย่างสมบูรณ์มากขึ้น

ข้อแนะนำ ควรสอดสายยาง/ท่อนำแก๊สเข้าภายในบิวเรต และควรให้สายงอเป็นลักษณะรูปตัวยู และระวังสายถูกบีบหัก หรือเกิดการปิดกั้นทางเดินของแก๊ส

อ้างอิง

[1] ณปภัช พิมพ์ดี, “สถานะของสาร,” คลังความรู้ SciMath, 28 5 2560. [Online]. Available: https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7078-2017-05-28-02-15-42. [Accessed 17 10 2566].

[2] ณปภัช พิมพ์ดี, “แก๊ส (gas),” ความรู้ SciMath, 5 6 2560. [Online]. Available: https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7173-gas. [Accessed 17 10 2566].

[3] “แก๊สและสมบัติของแก๊ส,” Orange Innovation, [Online]. Available: https://www.orangeth.com/GasArticles/-%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%8A%E0%B8%AA%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%8A%E0%B8%AA.html. [Accessed 17 10 2023].

[4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ, “สมบัติของแกส ของแข็ง ของเหลว และสารละลาย,” *ตำราเคมีสำหรับวิศวกร*, กรุงเทพ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2559, p. 165.

[5] NGThai, “กฎและทฤษฎีของก๊าซอุดมคติ,” NATIONAL GEOGRAPHIC ASIA, 9 11 2022. [Online]. Available: https://ngthai.com/science/45163/gas-ideal-gas/. [Accessed 18 10 2023].

[6] ศุภาวิตา จรรยา, “สสารและการเปลี่ยนแปลง,” คลังความรู้ SciMath , 26 9 2019. [Online]. Available: https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/8794-2018-09-21-02-04-34. [Accessed 4 9 2023].

[7] CHULATUTOR.COM, “เคมี แก๊สและสมบัติของแก๊ส,” 2023. [Online]. Available: https://www.chulatutor.com/blog/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A1%E0%B8%B5-%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%8A%E0%B8%AA%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0% B8%B0%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%8A%E0%B8%AA/.

[8] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, บทที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส, กรุงเทพ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560.

[9] Faculty of Science, KMUTT, Chemistry Laboratory, Faculty of Science, KMUTT.

CATRE LAB