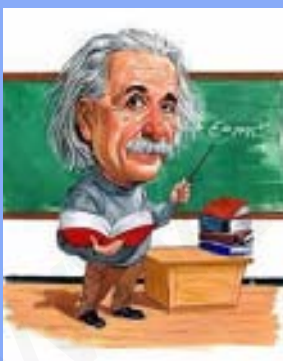
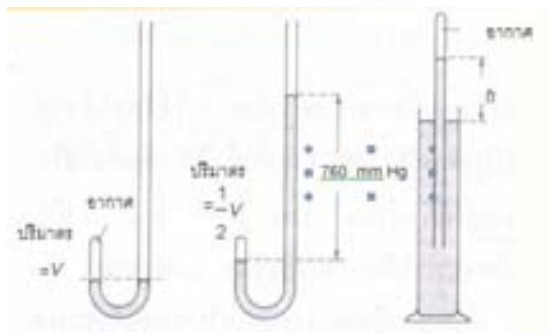


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



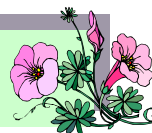
ชุดที่ 3

กฎของบอยล์

สายทิพย์ ออดพันธ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนก่งไกรลาศวิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ นักเรียน ได้เรียนรู้อย่างมีขั้นตอน สามารถเรียนรู้และเข้าใจเร็วขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนเกิดการอยากรู้อยากเห็น และกระตุ้นที่เรียนและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 และสาระที่ 8

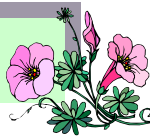
ในการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ศึกษาวิธีการสร้างจากแนวคิดของนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตลอดจนศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E แล้วมาสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ ได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด จำนวน 9 ชุด ใช้เวลาเรียน 20 ชั่วโมง

ซึ่งในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ประกอบด้วย คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คำแนะนำสำหรับนักเรียน ผลการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และบัตรถอดบทเรียน สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดนี้ เป็นชุดที่ 3 ภาของบอยล์

ขอขอบพระคุณ นางวารินทร์ เหลืองสุวรรณ ผู้อำนวยการโรงเรียนงาไกรลาศวิทยา รองผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูทุกท่านที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี คณะผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยดีตลอดมา

สายทิพย์ อี๊ดพันธ์

สารบัญ



	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E.....	ง
ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E	จ
สื่อสำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E.....	1
คำแนะนำสำหรับนักเรียน.....	2
บัตรคำสั่งที่ 3 กฎของบอยล์.....	8
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน.....	10
กระดาษคำตอบสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน.....	13
บัตรเนื้อหาที่ 3.1 กฎของบอยล์	14
บัตรกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส.....	20
บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส.....	23
บัตรกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์.....	25
บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์.....	27
บัตรคำถามที่ 3.1 กฎของบอยล์.....	30
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน.....	32
กระดาษคำตอบสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน.....	35
บัตรถอดบทเรียน.....	36
บรรณานุกรม.....	37
ภาคผนวก.....	39
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน.....	40
เฉลยบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส.....	41
เฉลยบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์.....	43
บัตรคำตอบ ที่ 3.1 กฎของบอยล์.....	47

สารบัญ (ต่อ)



	หน้า
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน.....	49
เกณฑ์การประเมินด้านความรู้.....	50
แบบประเมินตนเองด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม.....	51
เกณฑ์การประเมินตนเองด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม.....	52
แบบประเมินตนเองด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	54
คะแนนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	55
เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ.....	56

คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งหมด จำนวน 9 ชุด ใช้เวลาเรียน 20 ชั่วโมง ดังนี้

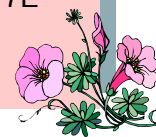
ชุดที่ 1 อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุ เมื่อได้รับความร้อน	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารและการถ่ายโอนความร้อน	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 กฎของบอยล์	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 กฎของชาร์ล	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 5 กฎของแก๊สอุดมคติ	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 6 ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 7 อัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 8 พลังงานภายในระบบ	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 9 การประยุกต์ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	จำนวน 2 ชั่วโมง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดนี้ คือ ชุดที่ 3 กฎของบอยล์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วย

คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

- ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- คำแนะนำสำหรับนักเรียน
- ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้
- บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรถอดบทเรียน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

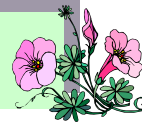
ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E
ชุดที่ 3 ภูเขาบอยล์





สื่อสำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E
เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ชุดที่ 3 กฎของบอยล์

คำแนะนำสำหรับนักเรียน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 การเปลี่ยนสถานะของสาร และการถ่ายโอนความร้อน จัดทำขึ้น เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 และ สาระที่ 8 และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนควรศึกษาและปฏิบัติตามลำดับ ดังนี้

1. อ่านทำความเข้าใจคำชี้แจงและคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ก่อนลงมือศึกษาและปฏิบัติตามกิจกรรม
2. ศึกษาจุดประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ให้เข้าใจชัดเจน
3. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ
4. ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทั้งนี้โดยอยู่บนพื้นฐานของความรู้สึกร่วมกันคิดที่เป็นอิสระในการแสดงออกอย่างเต็มศักยภาพ และช่วยเหลือกัน
5. ศึกษากิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้เข้าใจว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไรบ้าง อ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน ตามสมรรถนะสำคัญของนักเรียน และปฏิบัติตามกิจกรรมอย่างรอบคอบ โดยไม่ปล่อยให้พื้นที่ของกระดาษว่างเปล่า ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน
6. ใช้เวลาในการทำกิจกรรมทั้งหมด 2 ชั่วโมง ควรใช้เวลาในการเรียนรู้อย่างคุ้มค่า พร้อมทั้งทำกิจกรรมให้เสร็จตามกำหนด
7. หากนักเรียนมีข้อสงสัยประการใดให้สอบถามครูผู้สอน
8. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมที่เป็นของกลุ่มหรือของตนเองเสร็จแล้ว ให้รวบรวมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ส่งครู เพื่อตรวจและบันทึกให้คะแนนการพัฒนาและการส่งเสริมความรู้แก่นักเรียนต่อไป
9. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมสุดท้าย ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
10. นักเรียนที่ทำกิจกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผ่านเกณฑ์ประเมิน นำบัตรทดสอบไปทำเป็นการบ้าน แล้วนำส่งครูในชั่วโมงถัดไป

1. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์

ผลการเรียนรู้



ทดลอง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด เมื่ออุณหภูมิคงตัว และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

สาระสำคัญ



ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สในภาชนะ มีความสัมพันธ์กันตามกฎของแก๊สอุดมคติ ซึ่งอาจใช้อธิบายพฤติกรรมของแก๊สทั่วไปได้

จุดประสงค์



1. เขียนคำอธิบายความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส เช่น แก๊สอะตอมเดี่ยว แก๊สอะตอมคู่ แก๊สหลายอะตอม ค่าคงตัวอโวกาโดร จำนวนโมล จำนวนโมเลกุล มวลโมลาร์
2. ทำการทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด เมื่ออุณหภูมิคงตัว
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด เมื่ออุณหภูมิคงที่ และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

2. คำแนะนำสำหรับการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

1. เลือกประธานกลุ่มเพื่อมอบให้เป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ และเลขานุการกลุ่ม เพื่อบันทึกข้อมูลในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
2. สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีบทบาทหน้าที่รับผิดชอบร่วมกัน
3. ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มความสามารถและรอบคอบ ไม่เล่นหรือรบกวนผู้อื่น
4. ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของบัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม
5. ใช้อุปกรณ์และสารเคมี อย่างระมัดระวัง โดยคำนึงถึงความปลอดภัยให้มากที่สุด
6. เมื่อปฏิบัติเสร็จแล้ว ทำความสะอาดอุปกรณ์ ห้องเรียน และจัดเก็บให้เป็นระเบียบ

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 กฎของบอยล์ ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส และการทดลองของบอยล์ โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรมทั้งหมด 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ดังนี้

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนตั้งใจฟัง สังเกต คิดวิเคราะห์ในข้อคำถามที่ครูตั้งขึ้นจากเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว 2. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement phase)	<ol style="list-style-type: none"> 3. นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่างๆ ที่ครูตั้งขึ้น 4. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อสงสัยใหม่ที่ครูถาม แล้วตอบคำถามหรือคิดหาคำตอบไว้ล่วงหน้า
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase)	<ol style="list-style-type: none"> 5. นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อนในห้องเป็น 8 กลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน 6. แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเพื่อทำกิจกรรม 7. แต่ละกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา ให้เข้าใจอย่างชัดเจน

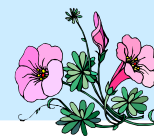
	แล้วดำเนินการตามขั้นตอนตามในบัตรคำสั่ง
ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
4. ชั้นอธิบาย (explanation phase)	<p>8. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้</p> <p>9. อภิปรายผลร่วมกัน พร้อมทั้งให้เหตุผลที่จะประเด็นอย่างชัดเจนตามผลที่ได้จริง</p> <p>10. ส่งตัวแทนกลุ่มละ 1-2 คน อภิปรายและสรุปผลหน้าชั้นเรียน</p>
5. ชั้นขยายความคิด (expansion phase/ elaboration phase)	<p>11. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในบัตรกิจกรรมโดยการนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม วิเคราะห์คำตอบแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง</p> <p>12. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันระดมความคิด แล้วประมวลความรู้ตอบคำถามในบัตรกิจกรรมของกลุ่ม</p>
6. ชั้นประเมินผล (valuation phase)	<p>13. นักเรียนประเมินตนเองด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม</p> <p>14. ครูประเมินความสามารถอธิบายจากผลการทำกิจกรรมและตอบคำถามในบัตรบันทึกกิจกรรม</p> <p>15. ครูประเมินความสามารถในการตอบคำถาม เขียนคำตอบแสดงวิธีการหาคำตอบพร้อมอธิบายคำถาม ลงในบัตรคำตอบ</p> <p>16. ครูประเมินพฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม</p> <p>17. นักเรียนประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์</p> <p>18. ครูประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์</p>
7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase)	<p>19. นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการนำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม วิเคราะห์คำตอบแล้วตอบคำถามให้ถูกต้องลงในบัตรคำถามเป็นรายบุคคล</p>

4. การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ 1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด เมื่ออุณหภูมิคงที่ และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	1. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 กฎของบอยล์	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดที่ 3 กฎของบอยล์	ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป
	2. ทำแบบฝึกหัดจากบัตรคำถาม	2. บัตรคำถามที่ 3.1 กฎของบอยล์	
ด้านทักษะ/กระบวนการ 2 เขียนคำอธิบายความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส เช่น แก๊สอะตอมเดี่ยว แก๊สอะตอมคู่ แก๊สหลายอะตอม ค่าคงตัวอโวกาโดร จำนวนโมล จำนวนโมเลกุล มวลโมลาร์ 3. ทำการทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด เมื่อ	3. การประเมินตนเองด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม 4. สังเกตพฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม	3. แบบประเมินตนเองด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส กิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์ 4. สังเกตพฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส กิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์	ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

คุณหมิมิคงที่			
ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>4. ครูและนักเรียนสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์</p> <p>6 ลักษณะ คือ</p> <p>4.1 ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรือความอยากรู้ อยากรู้เห็น</p> <p>4.2 ความรับผิดชอบ มุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม</p> <p>4.3 ความมีเหตุผล</p> <p>4.4 ความมีระเบียบและรอบคอบ</p> <p>4.5 ความซื่อสัตย์</p> <p>4.6 ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</p>	<p>5. สังเกตพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากครูผู้สอน</p> <p>6. การประเมินตนเองด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>5. แบบสังเกตพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์</p> <p>6. แบบประเมินตนเองด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดที่ 3 กฎของบอยล์</p>	<p>ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป</p>

บัตรคำสั่งที่ 3 กฎของบอยล์



คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดที่ 3 กฎของบอยล์ จำนวน 10 ข้อ
2. นักเรียนเลือกประธานกลุ่ม 1 คน เพื่อมอบหมายให้เป็นผู้ดำเนินการดำเนินการเรียนรู้
และคัดเลือกเลขานุการกลุ่ม เพื่อบันทึกข้อมูลในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
3. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E
ชุดที่ 3 กฎของบอยล์ ซึ่งประกอบด้วยเอกสาร ดังนี้

3.1 บัตรเนื้อหาที่ 3.1	จำนวน 6 ชุด
3.2 บัตรเนื้อหาที่ 3.2	จำนวน 6 ชุด
3.3 บัตรกิจกรรมที่ 3.1	จำนวน 1 ชุด
3.4 บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.1	จำนวน 1 ชุด
3.5 บัตรเฉลยบันทึกกิจกรรมที่ 3.1	จำนวน 1 ชุด
3.6 บัตรกิจกรรมที่ 3.2	จำนวน 1 ชุด
3.7 บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2	จำนวน 6 ชุด
3.8 บัตรเฉลยบันทึกกิจกรรมที่ 3.2	จำนวน 1 ชุด
3.9 บัตรคำถามที่ 3.1	จำนวน 6 ชุด
3.10 บัตรคำตอบที่ 3.1	จำนวน 6 ชุด
3.11 แบบประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการกลุ่ม	จำนวน 1 ชุด
3.12 แบบประเมินตนเองด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์	จำนวน 1 ชุด
3.13 บัตรถอดบทเรียน	จำนวน 6 ชุด

ก่อนทำกิจกรรมต้องอ่าน
คำสั่งให้เข้าใจก่อนนะคะ



4. ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

เวลา	กิจกรรมการเรียนรู้
ชั่วโมงที่ 1-2	1. ศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
	2. ศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
	3. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
	4. บันทึกผลการเรียนรู้ในบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส และส่งตัวแทนนำเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 1-2 คน
	5. ส่งแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
	6. ศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.2 การทดลองของบอยล์
	7. ศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์
	8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สรุปผล และตอบคำถาม กิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์
	9. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนและส่งบัตรกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์
	10. นักเรียนแต่ละคนบันทึกการเรียนรู้ในบัตรกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์
	11. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบประเมินตนเองด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
	12. นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดในบัตรคำถามที่ 3.1 กฎของบอยล์
	13. นักเรียนตรวจคำตอบจากบัตรคำตอบที่ 3.1 กฎของบอยล์
	14. นักเรียนทำแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

5. เมื่อเสร็จทุกกิจกรรมแล้ว ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดที่ 3 กฎของบอยล์ จำนวน 10 ข้อ

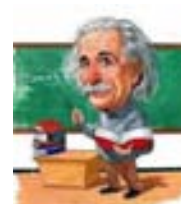
6. หลังเสร็จสิ้นทุกกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์บันทึกการเรียนรู้ ในบัตรถอดบทเรียน นำส่งครูในชั่วโมงถัดไป



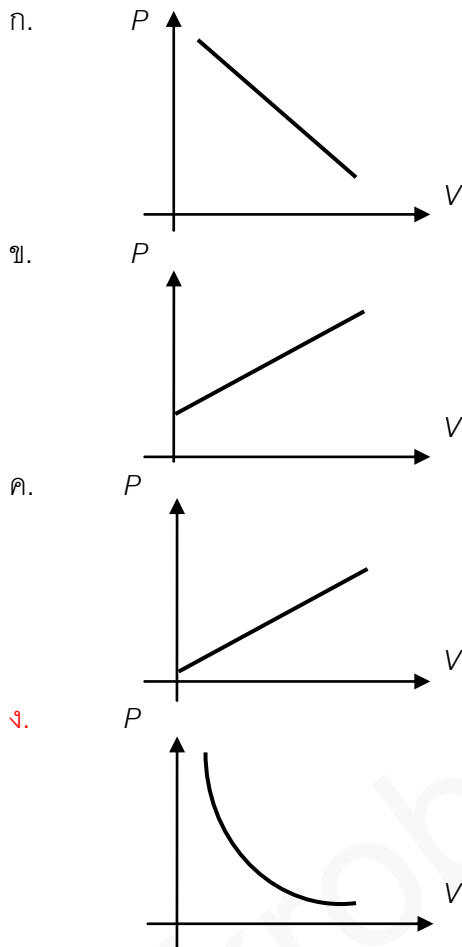
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดที่ 3 กฎของบอยล์

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 15 นาที
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบ

1. แก๊สจำนวน 15.0 กรัม มีปริมาตร 10.0 ลิตร ที่ความดัน 150.0 มิลลิเมตรปรอท เมื่ออุณหภูมิคงที่ ถ้าเปลี่ยนความดันเป็น 50.0 มิลลิเมตรปรอท แก๊สจะมีปริมาตรเท่าใด
 - ก. 10.0 ลิตร
 - ข. 20.0 ลิตร
 - ค. 30.0 ลิตร
 - ง. 40.0 ลิตร
2. แก๊สชนิดหนึ่งมีความดันเริ่มต้นเท่ากับ 200.0 มิลลิเมตรปรอท แก๊สชนิดนี้มีความดันสุดท้ายเป็นเท่าใดถ้าทำให้แก๊สมีปริมาตรลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาตรเดิมเมื่ออุณหภูมิคงที่
 - ก. 400.0 มิลลิเมตรปรอท
 - ข. 500.0 มิลลิเมตรปรอท
 - ค. 600.0 มิลลิเมตรปรอท
 - ง. 700.0 มิลลิเมตรปรอท
3. ในการทดลองเกี่ยวกับกฎของบอยล์ เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟ ได้กราฟเส้นตรง เป็นการเขียนกราฟระหว่างอะไร
 - ก. P กับ V
 - ข. P กับ $\frac{1}{V}$
 - ค. V กับ T
 - ง. P กับ T



4. จากผลการทดลองของบอยล์ ถ้าเรานำมาเขียนกราฟจะได้ดังรูป

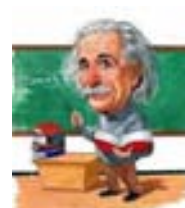


5. ข้อใดเป็นสมบัติแก๊สที่เป็นไปตามกฎของบอยล์

- ก. เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรแปรผกผันโดยตรงกับความดัน
- ข. เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน
- ค. เมื่อความดันคงที่ ความดันเป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาตร
- ง. เมื่อความดันคงที่ อุณหภูมิเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความดัน

6. ไฮโดรเจน 1.0 กรัม และออกซิเจน 1.0 กรัม พิจารณาเปรียบเทียบกัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ออกซิเจน มีจำนวนโมเลกุลมากกว่า
- ข. ออกซิเจน มีมวลโมลาร์น้อยกว่าไฮโดรเจน
- ค. ไฮโดรเจน มีจำนวนโมลมากกว่าออกซิเจน
- ง. ไฮโดรเจน มีมวลโมลาร์เท่ากับ 1.0 กรัมต่อโมล



7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. แก๊สอะตอมคู่ เช่น โอโซน แอมโมเนีย

ข. มวลโมลาร์ คือ มวลของแก๊ส จำนวน 1.0 โมล

ค. แก๊สอะตอมเดี่ยว คือ แก๊สที่ 1.0 โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมเพียงอะตอมเดี่ยว

ง. ค่าคงตัวอะโวกาโดร คือ ปริมาณของสาร 1.0 โมล มีอนุภาคเท่ากับ C-12 ที่มีมวล 12.0 กรัม

8. แก๊สฮีเลียมบรรจุในถังสองใบซึ่งเชื่อมต่อกันวาล์ว ถังแรกมีความดัน 2.0 บรรยากาศ ปริมาตร 10.0 ลิตร ถังที่สองมีความดัน 3.0 บรรยากาศ ปริมาตร 15.0 ลิตร เปิดวาล์วให้แก๊สรวมกัน

โดยไม่มีการถ่ายเทความร้อนกับระบบ ความดันของแก๊สผสมเป็นกี่บรรยากาศ

ก. 1.7 บรรยากาศ

ข. 2.6 บรรยากาศ

ค. 3.6 บรรยากาศ

ง. 4.1 บรรยากาศ

9. หลอดแก้วรูปเลขนวดสามเหลี่ยม ปลายข้างหนึ่งตัน มีอากาศแห้งอยู่ข้าง โดยมีลำอากาศยาว

10.0 เซนติเมตร กักเอาไว้ เมื่อจับหลอดแก้วตั้งขึ้นในแนวตั้ง โดยให้ปลายตันอยู่ด้านล่าง

ลำอากาศยาว 15.0 เซนติเมตร แต่เมื่อจับหลอดแก้วไว้ในแนวระดับ ลำอากาศยาว

20.0 เซนติเมตร ข้อใดคือความดันบรรยากาศขณะนั้น

ก. 100.0 มิลลิเมตรปรอท

ข. 200.0 มิลลิเมตรปรอท

ค. 300.0 มิลลิเมตรปรอท

ง. 400.0 มิลลิเมตรปรอท

10. ในการทดลองของบอยล์ หาความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์กับปริมาตรของแก๊สได้

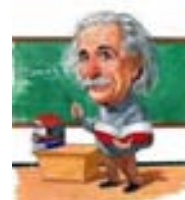
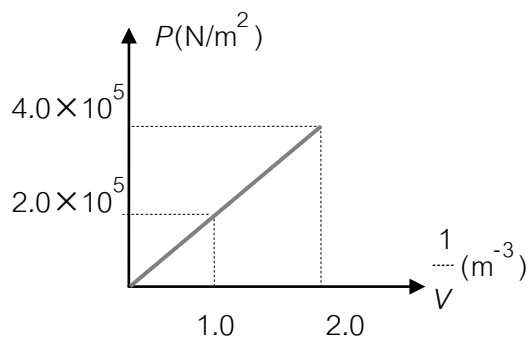
ดังกราฟ จงหาว่าแก๊สจำนวน 2.0 ลูกบาศก์เมตร จะมีความดันกี่นิวตันต่อตารางเมตร

ก. 1×10^5

ข. 2×10^5

ค. 3×10^5

ง. 4×10^5



กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
คะแนนที่ได้				

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
9-10 คะแนน	4	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
7-8 คะแนน	3	อยู่ในเกณฑ์ ดี
5-6 คะแนน	2	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
0-4 คะแนน	1	อยู่ในเกณฑ์ ไม่ผ่าน

บัตรเนื้อหาที่ 3.1

ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส

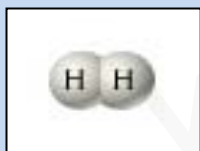


ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส

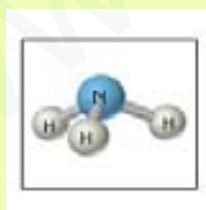
เนื่องจากในสถานะแก๊ส โมเลกุลทั้งหลายสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและ
ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ และตามโครงสร้างของโมเลกุลของแก๊ส แก๊สอาจแบ่งออกเป็น
3 ชนิด คือ



1. แก๊สอะตอมเดี่ยว (monoatomic gas) คือ แก๊สที่หนึ่ง
โมเลกุล ประกอบด้วยอะตอมเพียงอะตอมเดี่ยว เช่น ฮีเลียม
(He) นีออน (Ne) อาร์กอน (Ar) เป็นต้น



2. แก๊สอะตอมคู่ (diatomic gas) คือ แก๊สที่หนึ่งโมเลกุล
ประกอบด้วยอะตอมสองอะตอม เช่น ไฮโดรเจน (H_2)
ไนโตรเจน (N_2) ออกซิเจน (O_2) เป็นต้น



3. แก๊สหลายอะตอม (polyatomic gas) คือ แก๊สที่หนึ่ง
โมเลกุล ประกอบด้วยอะตอมตั้งแต่สามอะตอมขึ้นไป
เช่น โอโซน (O_3) มีเทน (CH_4) แอมโมเนีย (NH_3) เป็นต้น

ภาพ 1 แสดงการแบ่งแก๊สตามโครงสร้างของโมเลกุล

ที่มา http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=72414 , พ.ศ. 2555

โมล (mole) เป็นหน่วยฐานในระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือเอสไอ คือ ปริมาณของสาร ซึ่งประกอบเป็นหน่วยฐานจำนวนเท่ากับจำนวนอะตอมคาร์บอน-12 มวล 0.12 กิโลกรัมพอดี และองค์ประกอบมูลฐานอาจจะเป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน อนุภาคอื่น ๆ หรือกลุ่มอนุภาค

ค่าคงตัวอโวกาโดร (Avogadro constant) คือ ปริมาณของสาร 1.0 โมล มีอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12.0 กรัมพอดี ซึ่งเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม แทนด้วยสัญลักษณ์ N_A (เดิมเรียกว่า เลขอโวกาโดร (avogadro number))

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

ดังนั้น สารที่มีโมเลกุลชนิดเดียวกัน จำนวน N_A โมเลกุล จะเรียกว่า 1.0 โมล (mol)

เช่น แก๊สไฮโดรเจน 6.02×10^{23} โมเลกุล คือ 1.0 โมลของไฮโดรเจน

แก๊สออกซิเจน 12.04×10^{23} โมเลกุล คือ 2.0 โมล ของออกซิเจน

แก๊สไนโตรเจน 3.01×10^{23} โมเลกุล คือ 0.5 โมล ของไนโตรเจน

ถ้า N เป็นจำนวนโมเลกุลของแก๊ส และ n เป็นจำนวนโมลของแก๊สนั้น จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$N = nN_A$$

มวลโมลาร์ (molar mass, M) ของแก๊ส คือ มวลของแก๊สชนิดต่าง ๆ จำนวน 1.0 โมล โดยถ้า m เป็นมวลของ 1.0 โมเลกุล มวลโมลาร์ จะได้

$$M = mN_A$$

เช่น แก๊สฮีเลียม มีมวลโมลาร์ = 4.0 กรัมต่อโมล

อากาศ มีมวลโมลาร์ = 28.9 กรัมต่อโมล เป็นต้น

ตัวอย่าง 1 จำนวนโมลและจำนวนโมเลกุลของน้ำ 0.18 กิโลกรัมในภาชนะใบหนึ่งเป็นเท่าใด

วิธีทำ มวลโมลาร์ของน้ำเป็นดังนี้

$$\text{กล่าวคือ } M = (2.0 \times 1.0) + (1.0 \times 16.0) = 18.0 \text{ กรัมต่อโมล}$$

$$\text{มวลของน้ำในภาชนะใบนี้มีค่า } m = 0.18 \times 10^3 = 180.0 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น จำนวนโมลของน้ำในถังใบนี้มีค่า

$$\text{กล่าวคือ } n = \frac{m}{M} = \frac{180.0}{18.0} = 10.0 \text{ โมล}$$

$$\text{และเลขอวอกาโดร คือ } N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ โมเลกุลต่อโมล}$$

ดังนั้น จำนวนโมเลกุลของน้ำจึงมีค่าดังนี้

$$\text{กล่าวคือ } N = nN_A = 10.0 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล}$$

$$N = 6.02 \times 10^{24} \text{ โมเลกุล}$$

ตอบ จำนวนโมลของน้ำมีค่าเท่ากับ 10.0 โมล และจำนวนโมเลกุลของน้ำ เท่ากับ

$$6.02 \times 10^{24} \text{ โมเลกุล}$$

น้อง ๆ เข้าใจแล้ว
ใช่ไหมครับ



บัตรกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส



จุดประสงค์



เขียนคำอธิบายความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส เช่น แก๊สอะตอมเดี่ยว แก๊สอะตอมคู่ แก๊สหลายอะตอม ค่าคงตัวอวกาศใด จำนวนโมล จำนวนโมเลกุล มวลโมลาร์

วัสดุอุปกรณ์



1. บัตรเนื้อหาที่ 3.1 กฎของบอยล์ กลุ่มละ 6 ฉบับ
2. บัตรกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส กลุ่มละ 1 ฉบับ
3. บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส กลุ่มละ 1 ฉบับ
4. บัตรเฉลยกิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
กลุ่มละ 1 ฉบับ
5. บัตรคำ และบัตรอธิบาย กลุ่มละ 20 ชิ้น
6. เครื่องเย็บกระดาษ กลุ่มละ 1 อัน

คำชี้แจง



1. นักเรียนศึกษาเนื้อหา จากบัตรเนื้อหาที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
2. นักเรียนนำบัตรคำและคำอธิบายมารวบรวมกันอภิปราย จับคู่คำกับคำอธิบาย แล้วใช้เครื่องเย็บกระดาษเย็บให้ติดกันอย่างเรียบร้อยและสร้างสรรค์
3. บันทึกความสัมพันธ์ที่ได้ ลงในบัตรบันทึกกิจกรรม ที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
4. เวลาในการทำกิจกรรม ทั้งหมด 20 นาที

ก่อนทำกิจกรรมต้องอ่าน
คำชี้แจงให้เข้าใจก่อนนะคะ



บัตรคำ ปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส

แก๊สอะตอมคู่

ค่าคงตัวอวกาศ

มวลโมลาร์

แก๊สอะตอมเดี่ยว

จำนวนโมเลกุล

แก๊สหลายอะตอม

โมล

บัตรคำอธิบายความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส

2.0 โมเลกุลมี
อะตอม 2 อะตอม

ไอโซน
แอมโมเนีย

ไนโตรเจน
ออกซิเจน

2.0 โมเลกุลมี
อะตอม 6 อะตอม

จำนวนโมลคูณด้วยค่า
คงตัวอวกาศ

องค์ประกอบมูลฐานอาจจะ
เป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน
อิเล็กตรอน

ปริมาณของสาร 1 โมล มี
อนุภาคเท่ากับ $C-12$ ที่มี
มวล 12.0 กรัม

mN_A

มีค่าเท่ากับ
 6.02×10^{23} อะตอม

มวลของแก๊ส
จำนวน 1.0 โมล

1 โมเลกุล
มี 2.0 อะตอม

มีองค์ประกอบมูลฐาน
เท่ากับจำนวนอะตอมของ
 $C-12$ ที่มีมวล 12.0 กรัม

นีออน
อาร์กอน

บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.1
ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส



จุดประสงค์



เขียนคำอธิบายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส เช่น แก๊สอะตอมเดี่ยว แก๊สอะตอมคู่
แก๊สหลายอะตอม ค่าคงตัวอวกาศใด จำนวนโมล จำนวนโมเลกุล มวลโมลาร์

กลุ่มที่ ชั้น.....

สมาชิก 1.....เลขที่..... ประธานกลุ่ม
2.....เลขที่.....
3.....เลขที่.....
4.....เลขที่.....
5.....เลขที่.....
6.....เลขที่..... เลขานุกรการกลุ่ม

ผลการจับคู่คำอธิบาย



แก๊สอะตอมเดี่ยว

แก๊สอะตอมคู่

แก๊สหลายอะตอม

ค่าคงตัวอวกาศใด

มวลโมลาร์

โมล

จำนวนโมเลกุล

ผลการเขียนคำอธิบาย

คำสำคัญ	คำอธิบาย
แก๊สอะตอมเดี่ยว
แก๊สอะตอมคู่
แก๊สหลายอะตอม
ค่าคงตัว อวอกาโดร
มวลโมลาร์
โมล
จำนวนโมเลกุล

บัตรเนื้อหาที่ 3.2

การทดลองของบอยล์

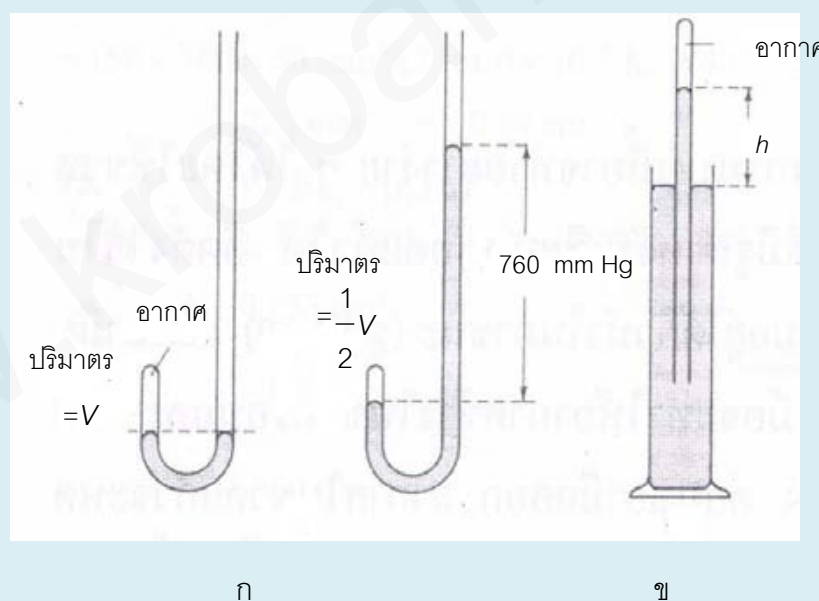


ภาพ 2 โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle)

ที่มา : <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/gas1/boylelaw.htm> ; พ.ศ. 2555

1. งานของโรเบิร์ต บอยล์ เกี่ยวกับอากาศ

กฎที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของอากาศที่กำหนดมวลไว้คงที่ ณ อุณหภูมิคงที่ ได้มีการศึกษาทดลองครั้งแรกโดย โรเบิร์ต บอยล์ เมื่อประมาณกลางคริสต์ศตวรรษที่ 17



ภาพ 3 แสดงการทดลองของบอยล์

ที่มา : หนังสือฟิสิกส์ ม.5 ของไหล ความร้อน แสง เสียง . ก่อแก้วญณ์ ภัทรากาญจน์, พ.ศ. 2555

การทดลองตอนแรกใช้หลอดแก้วรูปตัว J โดยปลายด้านสั้น ใส่ปรอทลงไปเพื่อกักอากาศบางส่วนไว้ในหลอดแก้วด้านสั้น ปรับจนกระทั่งระดับปรอททั้งสองข้างเท่ากัน แล้วเติมปรอทลงไปในหลอดอีกจนกระทั่งผลต่างระดับปรอททั้ง 2 ข้างสูงเท่ากับ ความสูงของบารอมิเตอร์ (ประมาณ 760 mmHg) ดังนั้น จึงทำให้ความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และปริมาตรของอากาศลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง ดังภาพ 3 ความสัมพันธ์แบบนี้ เรียกว่า สัดส่วนผกผัน

เขียนผลทดลองนี้เป็นสูตรคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$\text{ปริมาตร} \propto \frac{1}{\text{ความดัน}} \quad \text{เมื่ออุณหภูมิคงที่}$$

$$\text{หรือ} \quad V \propto \frac{1}{P} \quad \text{เมื่ออุณหภูมิคงที่}$$

$$\text{ซึ่งได้สมการว่า} \quad V = \text{ค่าคงตัว} \times \frac{1}{P} \quad \text{เมื่ออุณหภูมิคงที่}$$

$$\text{หรือ} \quad PV = \text{ค่าคงตัว} \quad \text{เมื่ออุณหภูมิคงที่}$$

โรเบิร์ต บอยล์ได้ทำการทดลอง 25 ครั้ง โดยใช้ความดันและปริมาตรต่าง ๆ กัน และพบว่า ผลการทดลองได้ใกล้เคียงกับสมการข้างบนนี้มาก

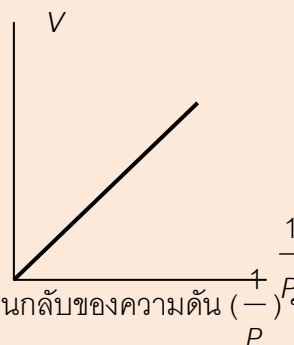
ความดันหาได้โดยการบวกผลต่างของระดับปรอท เข้ากับความสูงของบารอมิเตอร์ ปริมาตรคิดโดยถือว่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวของลำอากาศในหลอดข้างปลายปิด

หลอดรูปตัว J ให้แต่เพียงค่าความดันที่อ่านได้เหนือความดันบรรยากาศ สำหรับความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ เขาใช้หลอดแก้วตรงที่ปิดปลายบนและปิดปลายล่างไว้ แล้วจุ่มลงในอ่างปรอททรงลึก (กระบอกแก้วดวง) ดังภาพ ข ยกหลอดแก้วขึ้นสูงต่าง ๆ กัน จากปรอทและหาความดันได้จากการลบค่าระดับปรอทที่แตกต่างกัน h ออกจากความสูงของบารอมิเตอร์

การทดลองต่อ ๆ มาได้ผลว่า แก๊สที่มีชื่อเรียกว่า แก๊สดาวร มีพฤติกรรมแบบเดียวกับอากาศ ดังนั้น ผลการทดลองนี้จึงอาจแถลงเป็นกฎเอกภาพได้

ฉะนั้น จากการทดลองของบอยล์ เมื่อนำมาพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่และนำมาเขียนกราฟ จะได้สมการเส้นตรงผ่านจุดกำเนิดเมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\frac{1}{P}$ กับ V

ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร (V) กับส่วนกลับของความดัน ($\frac{1}{P}$) ของแก๊ส

ที่อุณหภูมิคงที่

ที่มา : <http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics1/gas/gas.pdf> , พ.ศ. 2555

โรเบิร์ต บอยล์ พบว่า สำหรับแก๊สในภาชนะปิด ถ้าอุณหภูมิ (T) ของแก๊สคงที่ ปริมาตร (V) ของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน (P) ของแก๊ส หรืออาจเขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

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

หรือ $PV = k$ เมื่อ k แทนด้วยค่าคงที่

ความสัมพันธ์ดังสมการ เรียกว่า กฎของบอยล์ (Boyle's law) สรุปได้ว่า “สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่มีอุณหภูมิคงที่ ความดันของแก๊สแปรผกผันตรงกับส่วนกลับของปริมาตร”

โดยพบว่าที่อุณหภูมิคงที่ ผลคูณระหว่างความดันสัมพันธ์กับปริมาตรของแก๊สใด ๆ มีค่าคงที่ ซึ่งถ้าความดันของแก๊สเปลี่ยนแปลงจาก P_1 เป็น P_2 ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนจาก V_1 เป็น V_2 จะได้

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \dots\dots\dots(1)$$

ในการศึกษาการทดลองกฎของบอยล์ เพื่อวัดปริมาตรของอากาศในกระบอกสูบกับความดันของอากาศในกระบอกสูบขณะวางตุ้มน้ำหนักบนแป้นไม้หรือลูกเหล็ก ดังภาพ



ภาพ 5 แสดงชุดทดลองกฎของบอยล์

ที่มา <http://www.teachtech.co.th/category.php?scat=18>; พ.ศ. 2555

โดยใช้สมการ

$$P = P_0 + \frac{F}{A}$$

เมื่อ P = ความดันสัมบูรณ์ของอากาศในกระบอกสูบ

P_0 = ความดันบรรยากาศ

F = น้ำหนักของเหล็กกรวมกับน้ำหนักของแป้น

A = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

2. การคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์

ตัวอย่าง 1 แก๊สในกระบอกสูบอัดลูกสูบให้มีปริมาตรลดลงจาก 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความดันเดิม 1.0 บรรยากาศ จงหาความดันของแก๊สในกระบอกสูบหลังอัดแล้ว เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิของแก๊สคงที่

วิธีทำ เมื่อรู้ ปริมาตร $V_1 = 10.0$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาตร $V_2 = 5.0$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ความดันของแก๊สก่อนอัด $P_1 = 1.0$ บรรยากาศ

ความดันของแก๊สหลังอัด เท่ากับเท่าไร เมื่ออุณหภูมิคงที่

$$\text{จากสูตร } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(1.0 \text{ atm})(10.0 \text{ cm}^3) = P_2 (5.0 \text{ cm}^3)$$

$$P_2 = 2.0 \text{ atm}$$

ผมว่า ดูแล้วไม่ยากอย่างที่
คิดไว้ครับ

ตอบ ความดันของแก๊สในกระบอกสูบหลังอัดแล้วเท่ากับ 2.0 บรรยากาศ



ตัวอย่าง 2 ฟองอากาศพุดขึ้นมาจากก้นบ่อแห่งหนึ่ง เมื่อถึงผิวน้ำ พบว่า มีปริมาตรเป็น 1.5 เท่าของปริมาตรที่ก้นบ่อ ถ้าอุณหภูมิของน้ำคงที่ทุกระดับความลึก น้ำในบ่อลึกกี่เมตร (กำหนดให้ความดันบรรยากาศ 1.0×10^5 พาสคัลและแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาที²)

วิธีทำ เมื่อรู้ ปริมาตร $V_1 = 1.5 V_2$

อุณหภูมิคงที่ $T_1 = T_2$

ความดันที่ผิวน้ำ $= P_1 = P_a = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

ความดันของน้ำที่บริเวณก้นบ่อ = ความดันบรรยากาศและความดันเกจ

$$P_2 = P_a + P_g$$

$$P_2 = P_a + \rho gh$$

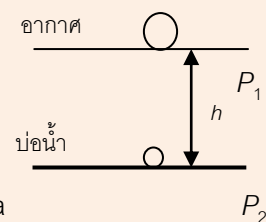
$$= 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} + (1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2)h$$

$$\text{จากสูตร } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(1.0 \times 10^5 \text{ Pa})(1.5 V_2) = (1.0 \times 10^5 \text{ Pa} + (1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2)h)V_2$$

$$h = 5.0 \text{ m}$$

ตอบ น้ำในบ่อลึก 5 เมตร



บัตรกิจกรรมที่ 3.2

การทดลองของบอยล์



จุดประสงค์



ทำการทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด เมื่ออุณหภูมิคงที่

วัสดุอุปกรณ์



1. บัตรเนื้อหาที่ 3.1 การทดลองของบอยล์ กลุ่มละ 6 ฉบับ
2. บัตรกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์ กลุ่มละ 1 ฉบับ
3. บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์ กลุ่มละ 1 ฉบับ
4. ชุดทดลองกฎของบอยล์ กลุ่มละ 1 ชุด
5. ถูทรายขนาด 500 กรัม กลุ่มละ 6 ถู

คำชี้แจง



1. นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหาที่ 3.1 กฎของบอยล์
2. นักเรียนทำการทดลองกฎของบอยล์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊ส เมื่ออุณหภูมิคงที่ โดยมีวิธีการทดลองดังนี้
 - 2.1 ชั่งน้ำหนักของแป้งไม้ และถูทราย
 - 2.2 วางถูทรายครั้งละ 1 ถู บนแป้งของชุดทดลองกฎของบอยล์ ดังรูป จนครบ 6 ถู แต่ละครั้งบันทึกจำนวนถูทรายและปริมาตรของอากาศในกระบอกสูบ



ภาพ 4 แสดงชุดทดลองกฎของบอยล์

ที่มา <http://www.teachtech.co.th/category.php?scat=18> ; พ.ศ. 2555

2.3 หาความดันของอากาศในกระบอกสูบ ขณะที่วางถุงทรายบนแป้นครึ่งละ 1 ถุง แล้วบันทึกข้อมูลลงในบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 กฎของบอยล์

2.4 เขียนกราฟระหว่างความดัน (P) กับปริมาตร (V) ของแก๊ส โดยให้ความดันอยู่บน แกนตั้ง และปริมาตรอยู่บนแกนนอน บันทึกข้อมูลลงในบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 กฎของบอยล์

2.5 เขียนกราฟระหว่างความดัน (P) กับส่วนกลับของปริมาตร (V) ของแก๊ส โดยให้ความดันอยู่บนแกนตั้งและส่วนกลับของปริมาตรอยู่บนแกนนอน บันทึกข้อมูลลงในบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 กฎของบอยล์

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่ได้ บันทึกผลการอภิปราย และสรุปผลการทดลองลงในบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์ พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายการทดลอง

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1-2 คน นำเสนอผลการทดลอง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์

6. เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม 30 นาที



ก่อนทำกิจกรรมต้องอ่าน
คำชี้แจงให้เข้าใจก่อนนะคะ

บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 3.2 การทดลองของบอยล์



จุดประสงค์



ทำการทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด
เมื่ออุณหภูมิคงตัว

กลุ่มที่ ชั้น

สมาชิก 1.....เลขที่..... ประธานกลุ่ม
2.....เลขที่.....
3.....เลขที่.....
4.....เลขที่.....
5.....เลขที่.....
6.....เลขที่..... เลขานุกรกลุ่ม

ผลการทดลอง



จำนวน ถุง ทราย	น้ำหนัก ของถุง ทรายและ แป้นไม้ (N)	ความดัน P ($\times 10^5 \text{ N/m}^2$)	ปริมาตรของอากาศ $V(\times 10^{-6} \text{ m}^3)$			ส่วนกลับของค่าเฉลี่ย ของปริมาตร $\frac{1}{V}$ ($\times 10^4 \text{ m}^{-3}$)
			เมื่อเพิ่ม ถุงทราย	เมื่อลด ถุงทราย	ค่าเฉลี่ย	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

นำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่าง ความดัน (P) กับปริมาตร (V) โดยให้ ความดัน P เป็นแกนตั้ง และปริมาตร V เป็นแกนนอน จะได้กราฟดังรูป



นำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่าง ความดัน (P) กับส่วนกลับของปริมาตร ($\frac{1}{V}$) โดยให้ ความดัน P เป็นแกนตั้งและส่วนกลับของปริมาตร $\frac{1}{V}$ เป็นแกนนอน จะได้กราฟดังรูป



อธิบายผลการทดลอง



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง



.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

การทำให้เกิดสจำนวนหนึ่งในกระบอกสุบ ซึ่งผนังเป็นตัวนำความร้อนมีความดันเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จะทำอย่างไร

.....

.....

.....



บัตรคำถามที่ 3.1

กฎของบอยล์



จุดประสงค์

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊สในภาชนะปิด
เมื่ออุณหภูมิคงที่ และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....(...../9 คะแนน)

คำชี้แจง คำถามเป็นอัตนัยแบบอธิบายและแสดงวิธีทำเพื่อการหาคำตอบ

จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 9 คะแนน โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรม ทั้งหมด 20 นาที



1. บอลลูกนี้มีปริมาตร 4.0 ลิตร ความดัน 300.0 กิโลพาสคัล ปล่อยให้บอลลูกนี้ลอยขึ้น
จนความดันแก๊สลดลงเหลือ 200.0 กิโลพาสคัล โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จงหาปริมาณ
ของแก๊สในบอลลูกนี้ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ภาชนะบรรจุแก๊สมีลูกสูบเลื่อนลูกหนึ่ง มีแก๊สที่มีความหนาแน่น 1.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
บรรจุอยู่ภายใน เมื่อใช้แก๊สไปพบว่าแก๊สลดลงเหลือเพียงหนึ่งในสาม ขณะนั้นอุณหภูมิคงที่
และพบว่าแก๊สเหลืออยู่ 3.0 ลิตร จงหาความหนาแน่นของแก๊สขณะนั้น (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. ฟองอากาศที่ก้นทะเลสาบลึก 90.0 เมตร มีปริมาตร 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อฟองอากาศนี้ลอยขึ้นมาถึงผิวน้ำพอดี จะมีปริมาตรเท่าไร ถ้าความดันบรรยากาศในขณะนั้นเทียบเท่ากับความสูงของน้ำ 10.0 เมตร และถือว่าอุณหภูมิคงที่ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อ้อ อย่างนี้เอง



**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ชุดที่ 3 กฎของบอยล์**

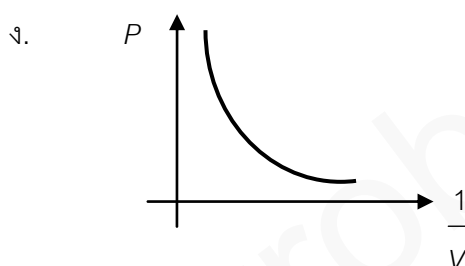
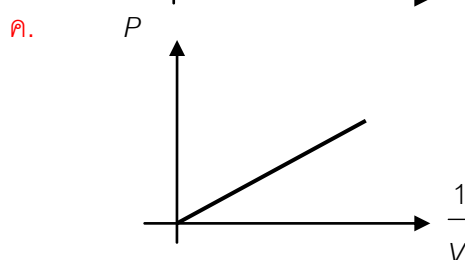
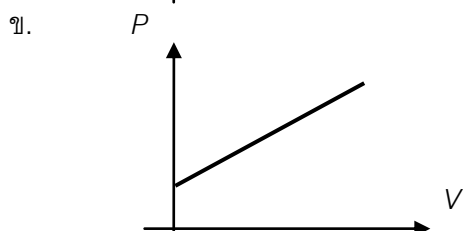
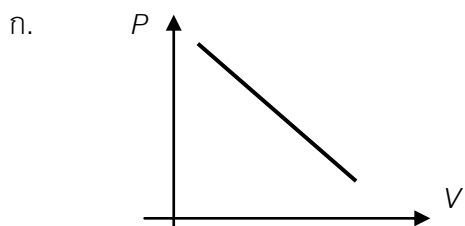


- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 15 นาที
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบ

1. ในการทดลองเกี่ยวกับกฎของบอยล์ เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟ ได้กราฟเส้นตรง เป็นการเขียนกราฟระหว่างอะไร
 - ก. P กับ V
 - ข. P กับ $\frac{1}{V}$
 - ค. V กับ T
 - ง. P กับ T
2. ข้อใดเป็นสมบัติแก๊สที่เป็นไปตามกฎของบอยล์
 - ก. เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรแปรผกผันโดยตรงกับความดัน
 - ข. เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน
 - ค. เมื่อความดันคงที่ ความดันเป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาตร
 - ง. เมื่อความดันคงที่ อุณหภูมิเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความดัน
3. ไฮโดรเจน 2.0 กรัม และออกซิเจน 2.0 กรัม พิจารณาเปรียบเทียบกัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. ออกซิเจน มีจำนวนโมเลกุลมากกว่า
 - ข. ออกซิเจน มีมวลโมลาร์น้อยกว่าไฮโดรเจน
 - ค. ไฮโดรเจน มีจำนวนโมลมากกว่าออกซิเจน
 - ง. ไฮโดรเจน มีมวลโมลาร์เท่ากับ 2.0 กรัมต่อโมล
4. แก๊สฮีเลียมบรรจุในถังสองใบซึ่งเชื่อมต่อผ่านวาล์ว ถังแรกมีความดัน 3.0 บรรยากาศ ปริมาตร 15.0 ลิตร ถังที่สองมีความดัน 2.0 บรรยากาศ ปริมาตร 15.0 ลิตร เปิดวาล์วให้แก๊สรวมกัน โดยไม่มีการถ่ายเทความร้อนกับระบบ ความดันของแก๊สผสมเป็นกี่บรรยากาศ
 - ก. 2.5 บรรยากาศ
 - ข. 3.5 บรรยากาศ
 - ค. 4.5 บรรยากาศ
 - ง. 5.5 บรรยากาศ



5. จากผลการทดลองของบอยล์ ถ้าเรานำมาเขียนกราฟจะได้ดังรูป



6. แก๊สจำนวน 10.0 กรัม มีปริมาตร 15.0 ลิตร ที่ความดัน 100.0 มิลลิเมตรปรอท เมื่ออุณหภูมิคงที่ ถ้าเปลี่ยนความดันเป็น 100.0 มิลลิเมตรปรอท แก๊สจะมีปริมาตรเท่าใด

ก. 30.0 ลิตร

ข. 40.0 ลิตร

ค. 50.0 ลิตร

ง. 60.0 ลิตร



7. หลอดแก้วรูเล็กขนาดสม่ำเสมอ ปลายข้างหนึ่งตัน มีอากาศแห้งอยู่บ้าง โดยมีลำอากาศยาว 15.0 เซนติเมตร กักเอาไว้ เมื่อจับหลอดแก้วตั้งขึ้นในแนวตั้ง โดยให้ปลายตันอยู่ด้านล่าง ลำอากาศยาว 20.0 เซนติเมตร แต่เมื่อจับหลอดแก้วไว้ในแนวระดับ ลำอากาศยาว 24.0 เซนติเมตร ข้อใดคือความดันบรรยากาศขณะนั้น

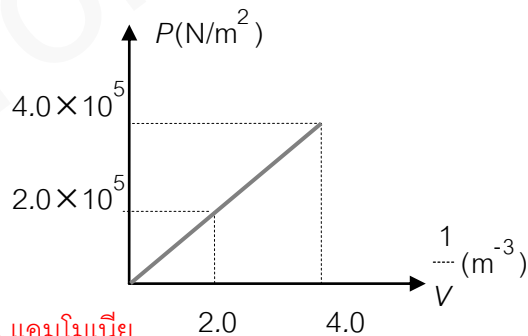
- ก. 450.0 มิลลิเมตรปรอท
- ข. 550.0 มิลลิเมตรปรอท
- ค. 650.0 มิลลิเมตรปรอท
- ง. 750.0 มิลลิเมตรปรอท

8. แก๊สชนิดหนึ่งมีความดันเริ่มต้นเท่ากับ 150.0 มิลลิเมตรปรอท แก๊สชนิดนี้จะมีความดันสุดท้ายเป็นเท่าใด ถ้าทำให้แก๊สมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของปริมาตรเดิมเมื่ออุณหภูมิคงที่

- ก. 100.0 มิลลิเมตรปรอท
- ข. 200.0 มิลลิเมตรปรอท
- ค. 300.0 มิลลิเมตรปรอท
- ง. 400.0 มิลลิเมตรปรอท

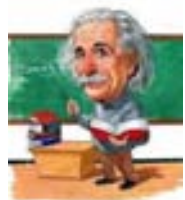
9. ในการทดลองของบอยล์ หาความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์กับปริมาตรของแก๊สได้ ดังกราฟ จงหาว่าแก๊สจำนวน 3.0 ลูกบาศก์เมตร จะมีความดันกี่นิวตันต่อตารางเมตร

- ก. 1×10^5
- ข. 2×10^5
- ค. 3×10^5
- ง. 4×10^5



10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. แก๊สอะตอมคู่ เช่น ไอโซน แอมโมเนีย
- ข. มวลโมลาร์ คือ มวลของแก๊ส จำนวน 1.0 โมล
- ค. แก๊สอะตอมเดี่ยว คือ แก๊สที่ 1.0 โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมเพียงอะตอมเดียว
- ง. ค่าคงตัวอะโวกาโดร คือ ปริมาณของสาร 1.0 โมล มีอนุภาคเท่ากับ C-12 ที่มีมวล 12.0 กรัม



กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
คะแนนที่ได้				

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
9-10 คะแนน	4	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
7-8 คะแนน	3	อยู่ในเกณฑ์ ดี
5-6 คะแนน	2	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
0-4 คะแนน	1	อยู่ในเกณฑ์ ไม่ผ่าน

บัตรถอดบทเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E วิชาฟิสิกส์
เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อผู้บันทึก.....เลขที่.....ชั้น.....
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....วันที่.....



คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ได้รับจากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหัวข้อต่อไปนี้ และประเมินระดับความพึงพอใจต่อการเรียนในครั้งนี้ด้วยการใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความ ที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียน

1. กิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน

.....
.....

2. กิจกรรมที่ประทับใจที่สุด เนื่องจาก

.....
.....

3. สรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียน

.....
.....
.....
.....

4. บรรยายภาคในการเรียน

.....
.....

5. นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

.....
.....
.....

ระดับความพึงพอใจ

ในการเรียนครั้งนี้อยู่ในระดับ



มากที่สุด



มาก



ปานกลาง



น้อย

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2551). **การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์. (2555) **ฟิสิกส์ ม.5 ของไหล ความร้อน แสง เสียง**.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- การแบ่งแก๊สตามโครงสร้างของโมเลกุล**. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม พ.ศ. 2555,
จาก http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=72414
- คณาจารย์แม็ค. (2551). **Compact ฟิสิกส์ ม.5**. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร (V) กับความดัน (P) ของแก๊ส ที่อุณหภูมิคงที่**.
สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม พ.ศ. 2555, จาก <http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics1/gas/gas.pdf>
- จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2555). **ฟิสิกส์เพิ่มเติม ม.4-6 เล่ม 5**. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.
- ชุดทดลองกฎของบอยล์**. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม พ.ศ. 2555, จาก <http://www.teachtech.co.th/category.php?scat=18>
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (2554). **คู่มือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2543). **ฟิสิกส์ หลักสูตรแห่งชาติระดับมัธยมศึกษา (GCSE) ของประเทศอังกฤษ**.
บริษัท นานมีบุ๊คส์ จำกัด
- พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ. (2555). **ฟิสิกส์ มหวิทยาลัย 1 เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : บริษัทวิทย์พัฒน์ จำกัด.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์และพัฒนชัย จันท. (2548). **ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญฟิสิกส์ ม.6**.
กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว) จำกัด.
- _____. (2548). **แผนการจัดการเรียนรู้สองแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ฟิสิกส์ ม.6**.
กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว) จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์และสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน. (ม.ป.ท.). เอกสารประกอบการการอบรมคู่มืออบรมครูฟิสิกส์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (อัดสำเนา) .

ภาคผนวก



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			×	
2	×			
3		×		
4				×
5		×		
6			×	
7	×			
8		×		
9			×	
10	×			

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
9-10 คะแนน	4	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
7-8 คะแนน	3	อยู่ในเกณฑ์ ดี
5-6 คะแนน	2	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
0-4 คะแนน	1	อยู่ในเกณฑ์ ไม่ผ่าน

เฉลยปฏิกิริยาที่ 3.1

ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส



ผลการจับคู่คำอธิบาย



แก๊สอะตอมเดี่ยว

2.0 โมเลกุลมี
อะตอม 2 อะตอม

นีออน
อาร์กอน

แก๊สอะตอมคู่

1.0 โมเลกุล
มี 2 อะตอม

ไนโตรเจน
ออกซิเจน

แก๊สหลายอะตอม

2.0 โมเลกุลมี
อะตอม 6 อะตอม

โอโซน
แอมโมเนีย

ค่าคงตัวอวอกาโดร

ปริมาณของสาร 1.0 โมล มี
อนุภาคเท่ากับ C-12 ที่มีมวล
12.0 กรัม

มีค่าเท่ากับ
 6.02×10^{23} อะตอม

มวลโมลาร์

มวลของแก๊ส
จำนวน 1.0 โมล

mN_A

โมล

องค์ประกอบมูลฐานอาจจะเป็น
อะตอม โมเลกุล ไอออน
อิเล็กตรอน

มีองค์ประกอบมูลฐานเท่ากับ
จำนวนอะตอมของ C-12 ที่มี
มวล 12.0 กรัม

จำนวนโมลคูณด้วยค่า
คงตัวอวอกาโดร

จำนวนโมเลกุล

ผลการเขียนคำอธิบาย



คำสำคัญ	คำอธิบาย
แก๊สอะตอมเดี่ยว	แก๊สที่ 1 โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมเพียงอะตอมเดี่ยว เช่น นีออน อาร์กอน
แก๊สอะตอมคู่	แก๊สที่ 1.0 โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมสองอะตอม เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน
แก๊สหลายอะตอม	แก๊สที่ 2.0 โมเลกุลมีอะตอม 6 อะตอม เช่น โอโซน แอมโมเนีย
ค่าคงตัวอวอกาโดร	ปริมาณของสาร 1.0 โมล มีอนุภาคเท่ากับ C-12 ที่มีมวล 12.0 กรัม มีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม
มวลโมลาร์	มวลของแก๊ส จำนวน 1.0 โมล $= mN_A$
จำนวนโมเลกุล	จำนวนโมลคูณด้วยค่าคงตัวอวอกาโดร
โมล	มีองค์ประกอบมูลฐานเท่ากับจำนวนอะตอมของ C-12 ที่มีมวล 12.0 กรัม องค์ประกอบมูลฐานอาจจะเป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน

เฉลยป้ดรบั้นทีกกกิจกรรมที่ 3.2
การทดลองของบอยล์

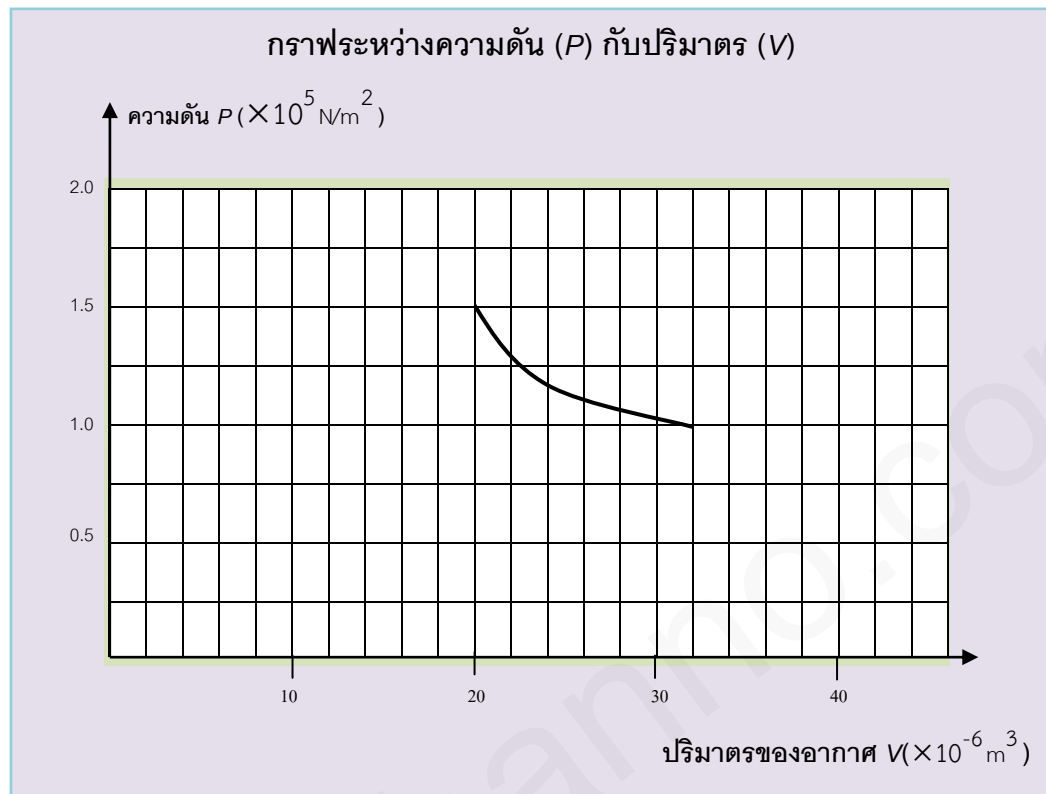


ผลการทดลอง

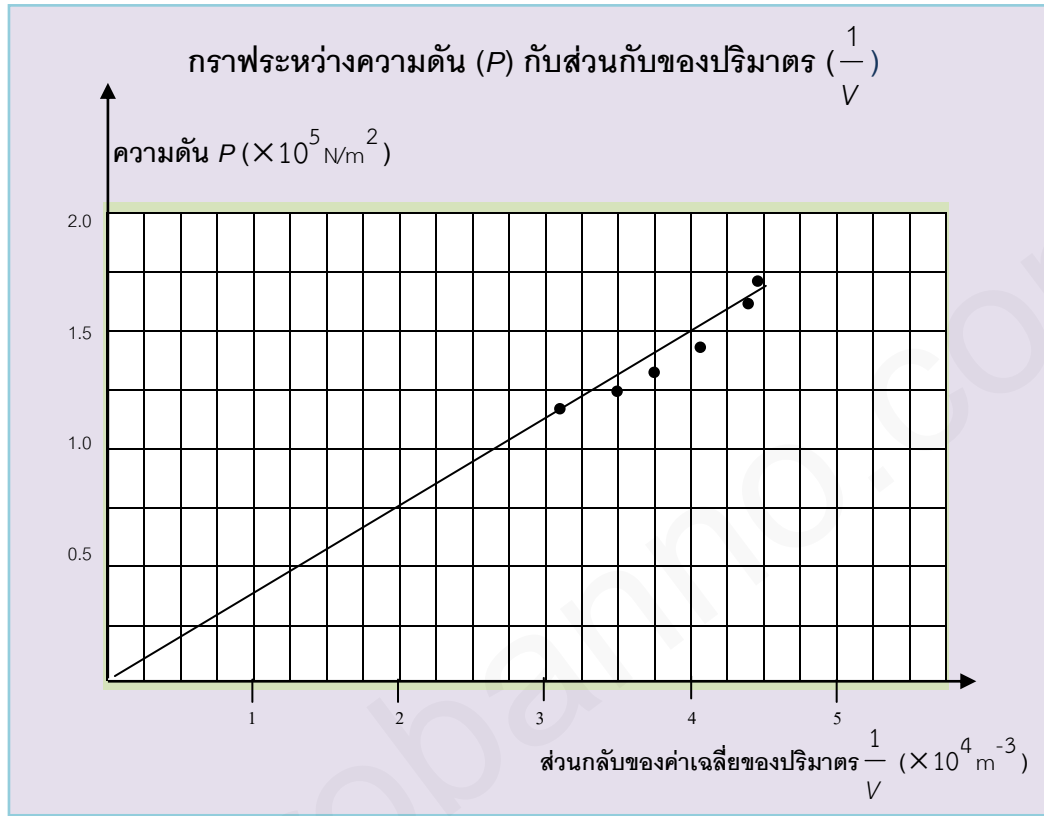


จำนวน ถุง ทราย	น้ำหนักของ ถุงทราย และแป้นไม้ (N)	ความดัน $P \times 10^5 \text{ N/m}^2$	ปริมาตรของอากาศ $V (\times 10^{-6} \text{ m}^3)$			ส่วนกลับของ ค่าเฉลี่ยของ ปริมาตร $\frac{1}{V}$ ($\times 10^4 \text{ m}^{-3}$)
			เมื่อเพิ่ม ถุงทราย	เมื่อลด ถุงทราย	ค่าเฉลี่ย	
1	5.85	1.14	32.5	31.5	32.0	3.12
2	10.75	1.25	29.0	28.5	28.7	3.48
3	15.65	1.33	27.0	26.0	26.5	3.77
4	20.55	1.47	24.5	23.5	24.0	4.17
5	25.45	1.58	23.0	22.0	22.5	4.44
6	30.35	1.69	22.0	22.0	22.0	4.45

นำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่าง ความดัน (P) กับปริมาตร (V) โดยให้ ความดัน P เป็นแกนตั้ง และปริมาตร V เป็นแกนนอน จะได้กราฟดังรูป



นำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่าง ความดัน (P) กับส่วนกลับของปริมาตร ($\frac{1}{V}$) โดยให้ ความดัน P เป็นแกนตั้งและส่วนกลับของปริมาตร $\frac{1}{V}$ เป็นแกนนอน จะได้กราฟดังรูป



อธิบายผลการทดลอง



1. ขณะทำการทดลอง อุณหภูมิของอากาศในกระบอกสูบมีค่าคงที่ เพราะ ปริมาตรของอากาศในกระบอกสูบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ คือ ไม่ถูกอัดหรือถูกทำให้ ขยายตัวอย่างทันทีทันใด จึงถือได้ว่าในช่วงเวลาของการถ่ายโอนความร้อนระหว่างอากาศใน กระบอกสูบกับสิ่งแวดล้อมนานพอ
2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P กับปริมาตร V เมื่ออุณหภูมิคงที่ พบว่ากราฟไม่เป็นเส้นตรง มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง
3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P กับส่วนกลับของปริมาตร $\frac{1}{V}$ เมื่อ อุณหภูมิคงที่ ลักษณะเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

ผลการทดลอง



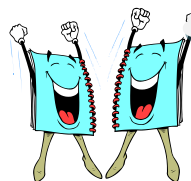
สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งเมื่ออุณหภูมิคงที่ ความดันของแก๊สแปรผกผันกับปริมาตร เรียกข้อสรุปนี้ว่า กฎของบอยล์

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

การทำให้แก๊สจำนวนหนึ่งในกระบอกสูบ ซึ่งผนังเป็นตัวนำความร้อนมีความดัน เพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จะทำอย่างไร

ตอบ ทำโดยการออกแรงกระทำต่อแก๊ส ทำให้เกิดความดันมากกว่าความดันเดิมของแก๊ส เล็กน้อย ปริมาตรของแก๊สจะลดลง และความดันจะเพิ่มขึ้น ทำให้มีพลังงานความร้อนถ่ายเท ออกสู่บรรยากาศภายนอก ถ้ากระบวนการนี้เกิดขึ้นไปอย่างช้า ๆ อุณหภูมิของแก๊สภายใน กระบอกสูบ และภายนอกจะเท่ากัน ถือว่าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

ไฮโย พวกเราอธิบาย
ผลได้ถูกต้อง



บัตรคำตอบที่ 3.1

กฎของบอยล์



1. บอลลูกมีปริมาตร 4.0 ลิตร ความดัน 300.0 กิโลพาสคัล ปล่อยให้บอลลูกลอยขึ้น จนความดันแก๊สลดลงเหลือ 200.0 กิโลพาสคัล โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จงหาปริมาณของแก๊สในบอลลูก

วิธีทำ เมื่อรู้ $P_1 = 300.0 \times 10^3 \text{ Pa}$, $P_2 = 200.0 \times 10^3 \text{ Pa}$

และปริมาตร $V_1 = 4.0 \text{ ลิตร} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ เมื่ออุณหภูมิคงที่

$$\text{จากสูตร} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(300.0 \times 10^3 \text{ Pa})(4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3) = (200.0 \times 10^3 \text{ Pa})(V_2)$$

$$V_2 = 6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ หรือ } 6.0 \text{ ลิตร}$$

ตอบ ปริมาตรของแก๊สในบอลลูกเท่ากับ 6.0 ลิตร

2. ภาชนะบรรจุแก๊สมีลูกสูบเลื่อนลูกหนึ่ง มีแก๊สที่มีความหนาแน่น 1.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บรรจุอยู่ภายใน เมื่อใช้แก๊สไปพบว่าแก๊สลดลงเหลือเพียงหนึ่งในสาม ขณะนั้นอุณหภูมิคงที่ และพบว่าแก๊สเหลืออยู่ 3.0 ลิตร จงหาความหนาแน่นของแก๊สขณะนั้น

วิธีทำ เมื่อรู้ $V_2 = 3.0 \text{ ลิตร} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, $\rho = 1.5 \text{ kg/m}^3 = 1.5 \times 10^3 \text{ g/m}^3$

$$\text{จากสูตร} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 V_1 = \frac{1}{3} P_1 (3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

$$V_1 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

หามวลของแก๊สในตอนแรก

$$\text{จากสูตร} \quad m = \rho V_1$$

$$m = (1.5 \times 10^3 \text{ g/m}^3)(1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

$$m = 1.5 \text{ g}$$

ตอบ มวลของแก๊สในตอนแรกมีอยู่ 1.5 กรัม

หนูก็ทำถูกคะครู



3. ฟองอากาศที่ก้นทะเลสาบลึก 90.0 เมตร มีปริมาตร 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อฟองอากาศนี้ลอยขึ้นมาถึงผิวน้ำพอดี จะมีปริมาตรเท่าไร ถ้าความดันบรรยากาศในขณะนั้นเทียบเท่ากับความสูงของน้ำ 10.0 เมตร และถือว่าอุณหภูมิคงที่

วิธีทำ เมื่อรู้ $V_1 = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ และอุณหภูมิคงที่

ความดันของฟองน้ำที่บริเวณก้นบ่อ = ความดันบรรยากาศและความดันเกจ

$$P_1 = P_a + P_g$$

$$P_1 = \rho g(10.0\text{m} + 90.0\text{m})$$

ความดันของฟองน้ำที่ผิวน้ำ

$$P_2 = \rho g(10.0\text{m})$$

จากสูตร

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\rho g(10.0\text{m} + 90.0\text{m})(1.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3) = \rho g(10.0\text{m}) V_2$$

$$V_2 = 1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_2 = 15.0 \text{ cm}^3$$

ตอบ ปริมาตรของฟองอากาศที่ผิวน้ำเท่ากับ 15.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		×		
2		×		
3			×	
4	×			
5			×	
6	×			
7				×
8	×			
9			×	
10	×			

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
9-10 คะแนน	4	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
7-8 คะแนน	3	อยู่ในเกณฑ์ ดี
5-6 คะแนน	2	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
0-4 คะแนน	1	อยู่ในเกณฑ์ ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้



ผู้ประเมิน ครู

1. เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ตอบถูกต้อง
0	ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเป็นอย่างอื่น

2. เกณฑ์การให้คะแนนการตอบคำถามอัตนัยแบบอธิบายและแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ จาก
บัตรคำถามที่ 3.1 กฎของบอยล์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	สามารถแปลความหมาย เขียนอธิบาย แสดงวิธีหาคำตอบได้ เป็นขั้นตอน และตอบคำถามได้ถูกต้อง
2	สามารถแปลความหมาย เขียนอธิบาย แสดงวิธีหาคำตอบได้ ไม่เป็นขั้นตอนแต่ตอบคำถามได้ถูกต้อง
1	สามารถแปลความหมาย เขียนอธิบาย แสดงวิธีหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถแปลความหมาย เขียนอธิบาย แสดงวิธีหาคำตอบได้ ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเป็นอย่างอื่น

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
ร้อยละ 80 ขึ้นไป	4	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก
ร้อยละ 70 - 79	3	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี
ร้อยละ 60 - 69	2	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้อยู่ในระดับพอใช้
ร้อยละ 0 - 59	1	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้อยู่ในระดับปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสิน นักเรียนต้องได้ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์

แบบประเมินตนเอง
ด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม



คำชี้แจง ใส่คะแนนลงในช่องรายการประเมิน ให้ตรงกับพฤติกรรมกับของสมาชิกในกลุ่ม

กลุ่ม ที่	รายการประเมิน				
	การวางแผน ปฏิบัติกิจกรรม (4 คะแนน)	การปฏิบัติ กิจกรรม (4 คะแนน)	การอธิบายและ บันทึกข้อมูล (4 คะแนน)	ความสามารถ ในการคิด (4 คะแนน)	การนำเสนอและ การสื่อสาร (4 คะแนน)
.....					
รวมคะแนน/20 คะแนน				

เกณฑ์การประเมินตนเอง
ด้านทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม



ผู้ประเมิน นักเรียนและครู

กิจกรรมที่ 3.1 ความหมายของปริมาณต่าง ๆ ของแก๊ส
 3.2 การทดลองของบอยล์

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติกิจกรรม จำแนกพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 5 รายการ ดังนี้

รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน/ประเด็นการประเมิน			
	4	3	2	1
1. การวางแผน ปฏิบัติกิจกรรม	วางแผนทำงานได้ ถูกต้องมีขั้นตอน การทำงานและ เหมาะสมกับเวลา	วางแผนทำงานได้ ถูกต้องมีขั้นตอน การทำงานแต่ไม่ เหมาะสมกับเวลา	วางแผนทำงาน ไม่ถูกต้อง ไม่มี ขั้นตอนการทำงาน และไม่เหมาะสม กับเวลา	ไม่สามารถ วางแผน การทำงานได้เอง จะต้องให้ความ ช่วยเหลือ
2. การ ปฏิบัติการ	ดำเนินกิจกรรม ตามแผน เป็น ขั้นตอน และ เหมาะสมกับเวลา ได้ด้วยตนเอง	ดำเนินกิจกรรม ตามแผน เป็น ขั้นตอนและ เหมาะสมกับ เวลา แต่ต้อง ให้คำแนะนำ บางครั้ง	ดำเนินกิจกรรม ตามแผน ได้บาง ขั้นตอน ท้นเวลา ต้องให้คำแนะนำ บ่อยครั้ง	ไม่สามารถ ดำเนินกิจกรรม ตามแผนได้ ต้องให้ความ ช่วยเหลือ ตลอดเวลา
3. การอธิบาย และการบันทึก ข้อมูล	อธิบายและบันทึก ข้อมูล ตามหลัก วิทยาศาสตร์ ตรงประเด็นของ ปัญหาและ จุดประสงค์ ถูกต้อง สมบูรณ์	อธิบายและบันทึก ข้อมูล ตามหลัก วิทยาศาสตร์ ตรงประเด็นของ ปัญหาและ จุดประสงค์ส่วน ใหญ่ได้ชัดเจน	อธิบายและบันทึก ข้อมูล ถูกตาม หลักวิทยาศาสตร์ ตรงประเด็นของ ปัญหาและ จุดประสงค์ แต่ไม่ชัดเจน	อธิบายและบันทึก ข้อมูลไม่ถูกตาม หลักวิทยาศาสตร์ ไม่ตรงประเด็น ของปัญหาและ จุดประสงค์ ไม่ชัดเจน

รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน/ประเด็นการประเมิน			
	4	3	2	1
4. ความสามารถในการคิด	คิดแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง มีการ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์และใช้ เหตุผลได้อย่าง ถูกต้อง ด้วย ตนเอง	คิดแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง มีการ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์และใช้ เหตุผลได้ แต่ไม่ ชัดเจน ต้องให้ คำแนะนำบางครั้ง	คิดแก้ปัญหาได้ ถูกต้องบางส่วน มี การคิดวิเคราะห์ วิจารณ์และใช้ เหตุผลได้ แต่ไม่ ชัดเจน ต้องให้ คำแนะนำ บ่อยครั้ง	ไม่สามารถ คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ วิจารณ์และใช้ เหตุผลได้ถูกต้อง ต้องให้คำแนะนำ ตลอดเวลา
5. การนำเสนอ	รายงานสรุปผล การอภิปราย เป็น ขั้นตอน มีรูปแบบ ใช้ภาษาและ สื่อสารได้ถูกต้อง ชัดเจน ด้วยตนเอง	รายงานสรุปผล การอภิปราย เป็น ขั้นตอน มีรูปแบบ ใช้ภาษาและ สื่อสารได้ แต่ไม่ ครบถ้วน ต้องให้ คำแนะนำบางครั้ง	รายงานสรุปผล การอภิปราย เป็น ขั้นตอน มีรูปแบบ ใช้ภาษาและ สื่อสารได้ แต่ไม่ ครบถ้วน ต้องให้ คำแนะนำ บ่อยครั้ง	ไม่สามารถ รายงานสรุปผล การอภิปราย เป็นขั้นตอน ไม่มี รูปแบบหรือใช้ ภาษาและสื่อสาร ได้ ต้องคอยให้ ความช่วยเหลือ

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
32 -40 คะแนน	4	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับดีมาก
28 -31 คะแนน	3	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับดี
24 -27 คะแนน	2	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับดีพอใช้
0 -23 คะแนน	1	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสิน นักเรียนต้องได้ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์

แบบประเมินตนเอง
ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



ผู้ประเมิน นักเรียนกลุ่มที่

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับระดับพฤติกรรมที่สมาชิกในกลุ่ม
ของนักเรียนแสดงออก โดยจำแนกระดับพฤติกรรมการแสดง แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- 4 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกสม่ำเสมอตลอดเวลา
- 3 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกเป็นครั้งคราว
- 2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกน้อยครั้ง
- 1 หมายถึง นักเรียนไม่มีพฤติกรรมการแสดงออกเลย

รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก ของนักเรียน			
	4	3	2	1
1. สมาชิกในกลุ่มชอบค้นคว้าและชอบปฏิบัติกิจกรรม				
2. สมาชิกในกลุ่มได้แสดงความสามารถในการทำงานอย่างเต็มศักยภาพ				
3. สมาชิกในกลุ่มได้ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล				
4. สมาชิกในกลุ่มมีความละเอียดรอบคอบในการทำงาน				
5. สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความจริงถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากคนอื่น				
6. สมาชิกในกลุ่มได้ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
รวม 24 คะแนน				

คะแนนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



การวัดและประเมินผล	กิจกรรมการเรียนรู้	ผู้ประเมิน	คะแนน	รวม
1. ด้านความรู้	1. ทดสอบก่อนเรียน	ครู	10	10
	2. ทดสอบหลังเรียน	ครู	10	19
	3. บัตรคำถามที่ 3.1	ครู	9	
2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ	4. กิจกรรมที่ 3.1	นักเรียน	20	40
	5. กิจกรรมที่ 3.2	ครู	20	
3. ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์	นักเรียน	24	48
		ครู	24	

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3 กฎของบอยล์



1. ด้านความรู้

วัดจากคะแนนการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และการทำแบบฝึกหัดจากบัตรคำถาม โดยมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
15-19 คะแนน	4	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับดีมาก
13-14 คะแนน	3	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี
11-12 คะแนน	2	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับพอใช้
0-10 คะแนน	1	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับปรับปรุง

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

วัดจากการประเมินตนเองของนักเรียนด้านทักษะการปฏิบัติการกลุ่ม และการสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติการกลุ่มโดยครูผู้สอน ในการทำกิจกรรมซึ่งมีคะแนนรวม 40 คะแนน โดยมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
32 -40 คะแนน	4	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับดีมาก
28 -31 คะแนน	3	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับดี
24 -27 คะแนน	2	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับดีพอใช้
0 -23 คะแนน	1	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการอยู่ในระดับปรับปรุง

3. เกณฑ์คุณลักษณะอันพึงประสงค์

คะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและแบบสังเกตพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากครู รวม 48 คะแนน เกณฑ์การผ่าน คือ ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
38 -48 คะแนน	4	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดีมาก
34 -37 คะแนน	3	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดี
29 -33 คะแนน	2	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับพอใช้
1 -28 คะแนน	1	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับปรับปรุง

น้ำหนักคะแนน

การประเมิน	ระดับคุณภาพ				น้ำหนักคะแนน
	4	3	2	1	
1. ด้านความรู้					2
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ					2
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					1

เกณฑ์การตัดสิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
18 -20 คะแนน	4	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับดีมาก
14 -17 คะแนน	3	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี
10 -13 คะแนน	2	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับพอใช้
0 -9 คะแนน	1	นักเรียนมีความรู้ตามผลการเรียนรู้ อยู่ในระดับปรับปรุง

www.krobanno.com