Pneumatic Systems

ระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบที่ใช้อากาศเป็นตัวทำงานในการส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรต่างๆ ให้ทำงานหรือเกิดการเคลื่อนที่ เช่น กระบอกสูบหรือมอเตอร์ลม

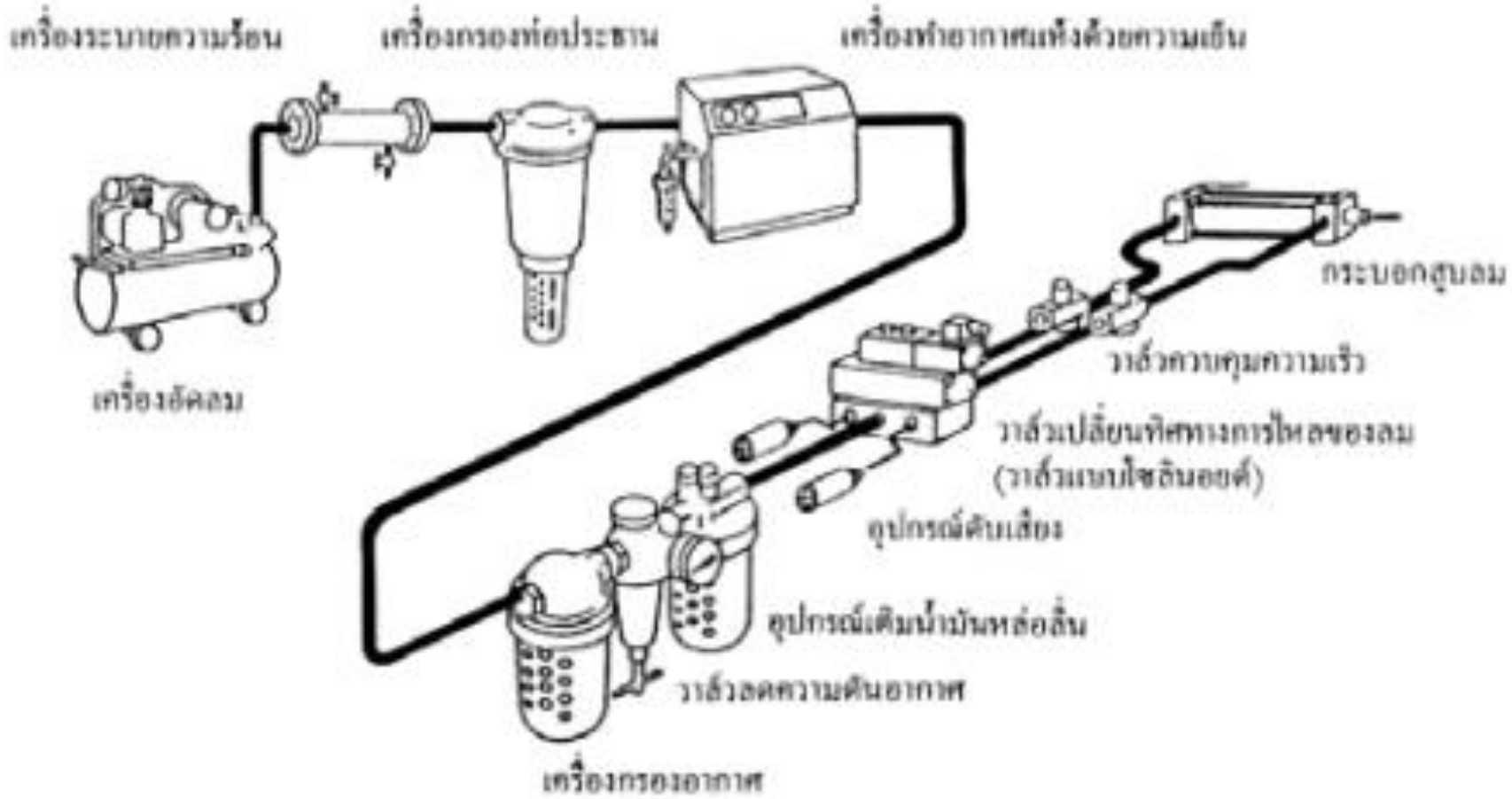
นิวแมติกส์ (pneumatic) มาจากคำว่า *นิวมา (pneuma)* เป็นภาษากรีกโบราณหมายถึง ลมหรือ ลมหายใจ วิชานิวแมติกส์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลมและลมที่เคลื่อนที่และยังเป็นหนึ่งในจำนวนวิทยาการที่เก่าแก่ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้จนถึงปัจจุบัน

ในช่วงปี ค.ศ. 1653 *ปาสกาล* ได้ค้นพบหลักที่ว่า ความดันที่กระทำไปยังส่วนใดๆ ก็ตาม ของก๊าซหรือของไหลที่อยู่ในภาชนะปิดก็จะถ่ายทอดไปยังส่วนที่เหลือในภาชนะปิดนั้นๆ ในขนาดที่เท่ากันทฤษฎีที่เกิดขึ้นนี้จึงเป็นการเริ่มต้นของการศึกษาวิชานิวแมติกส์

ปัจจุบันได้มีการใช้ลมอัดและระบบนิวแมติกส์มาใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานการประกอบสิ่งต่างๆ งานขนย้ายวัสดุ งานพิมพ์ และงานด้านอื่นๆ อีกมากมาย

วัตถุประสงค์ของการนำลมอัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติและการประหยัดแรงงาน ทั้งนี้การใช้ลมอัดนั้นถ้ามีการประกอบรวมกับกำลังไฟฟ้าสามารถดัดแปลงเป็นการควบคุมอัตโนมัติแบบไร้สายได้ อีกทั้งลมอัดและระบบนิวแมติกส์ยังมีข้อดีอีกหลายประการ เช่น มีค่าใช้จ่ายต่ำ มีโครงสร้างอย่างง่าย มีความสะดวกในการบำรุงรักษา เป็นต้น

อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์



ข้อดีของระบบนิวแมติกส์

1. ไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้ จึงประหยัดค่าใช้จ่าย เกี่ยวกับความปลอดภัย

2. ความเร็วในการทำงานสูง 1-2 เมตร/วินาที ถ้าเป็นชนิดพิเศษทำความเร็วได้ถึง 10 เมตร/วินาที

3. เมื่อใช้งานแล้วสามารถระบายทิ้งสู่อากาศได้เลย ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

4. สามารถนำลมที่อัดแล้วไว้ในถังและนำไปใช้งานได้เลย

5. อุณหภูมิใช้งานสามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กว้างไม่ส่งผลกระทบกับระบบ

ข้อดีของระบบนิวแมติกส์ (ต่อ)

6. สามารถปรับความเร็วในการทำงานได้ และสามารถให้รอบการทำงานสูงถึง 800 รอบ/นาที

7. สามารถปรับค่าความดันลมให้มากหรือน้อยได้ตามต้องการ

8. ความสะอาดของระบบดีมาก เพราะมีชุดปรับคุณภาพลมก่อนการใช้งาน

9. สามารถปรับระยะชักของก้านสูบให้สั้นหรือยาวได้ตามต้องการ

10. อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติกส์มีความปลอดภัย สามารถนำไปใช้งานได้เลย

ข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

1. กระบอกสูบไม่ควรห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกิน 5 เมตร

2. ลมที่อัดตัวจะมีความชื้นปนอยู่และเมื่อความดันลดลง จะทำให้เกิดหยดน้ำ

3. การทำงานของระบบมักจะมีเสียงดัง เพราะลมอัดใช้แล้วระบายสู่บรรยากาศทันที

4. ความดันของลมอัดจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ

5. ถ้าต้องการแรงใช้งานมาก กระบอกสูบต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่

ระบบนิวแมติกส์	ระบบไฮดรอลิกส์
1. ความดันใช้งานประมาณ 6 บาร์ ไม่เกิน 10 บาร์ถ่ายกำลังงานได้น้อย 2. ลมอัดมีการยุบตัวเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนหรือถูกแรงกด ทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ 3. ลมอัดสะอาดและไม่ต้องมีท่อไหลกลับ การรั่วไหลไม่มีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม 4. อุปกรณ์มีขนาดเล็ก ราคาถูก 5. ไม่เกิดอันตรายมากเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เพราะลมอัดไม่ติดไฟและไม่ระเบิด 6. อุณหภูมิใช้งานสูง ประมาณ 160 องศาเซลเซียส 7. ต้องมีอุปกรณ์ช่วยผสมน้ำมันหล่อลื่น เนื่องจากในอากาศไม่มีน้ำมันผสมอยู่	1. ความดันใช้งาน 60 บาร์ ถ่ายทอดพลังงานได้มาก 2. น้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่า โอกาสยุบตัวมีน้อย ก้านสูบเคลื่อนที่สม่ำเสมอ 3. อาจมีการรั่วไหลของน้ำมัน ทำให้เกิดอันตรายได้และมีท่อไหลกลับลงถัง 4. อุปกรณ์มีขนาดใหญ่ ราคาแพง 5. เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากท่อแตกจะเกิดอันตรายมากเพราะน้ำมันไฮดรอลิกส์ติดไฟได้ 6. อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลง 7. อุปกรณ์หล่อลื่นด้วยตนเอง

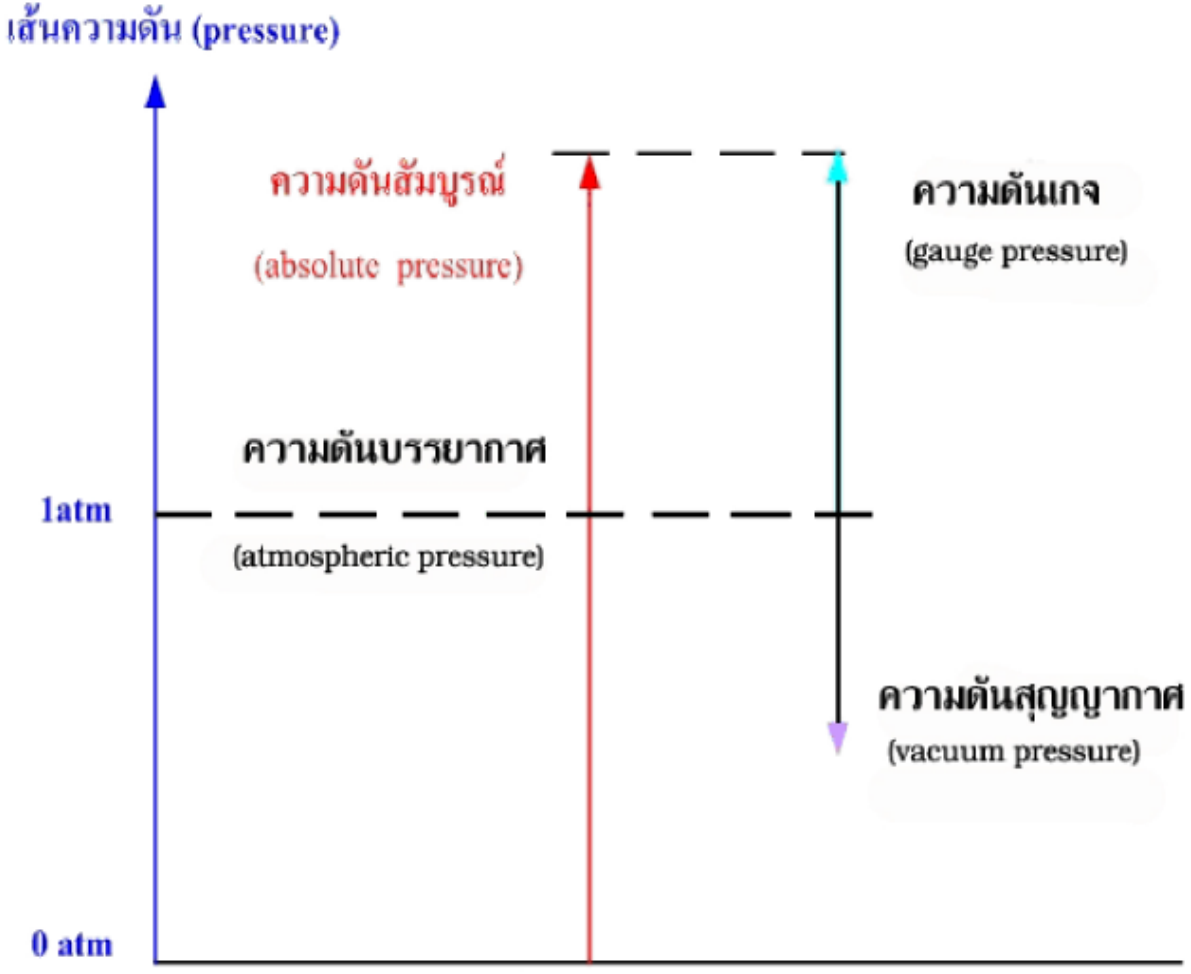
ระบบการขับเคลื่อน	รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานของระบบ			
		กลไก	ไฟฟ้า	ไฮดรอลิกส์	นิวแมติกส์
	โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
	ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี แต่ต้องระวัง
	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ยาก	ง่าย	ง่าย
	เคลื่อที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
	กำลังขับ	น้อย-มาก	น้อย-มาก	กลาง-มากกว่า	น้อย-มาก
	การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
	การบำรุงรักษา	ง่าย	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
	ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ความดันต่ำ
	การรับภาระเกินกำลัง	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	เลือกรูปแบบการติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า
	การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า	ค่อนข้างจะเป็นไปได้	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้

	รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานของระบบ			
		กลไก	ไฟฟ้า	ไฮดรอลิกส์	นิวแมติกส์
ระบบบังคับ	การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	การป้องกันการติดไฟ	ดี	ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
	ความรู้สึกไวต่อความชื้น	น้อย	มาก	น้อย	ต้องระบายออก
	ความรู้สึกไวต่ออุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	น้อย
	การาเลือกวิธีการบังคับ	น้อย	มากกว่า	น้อย	มาก
	การคำนวณในระบบ	น้อย	มาก	น้อย	กลาง
	การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	กลาง
	การคำนวณการบังคับ	อนาล็อก (ดิจิตอล)	ดิจิทัล (อนาล็อก)	อนาล็อก	ดิจิทัล (อนาล็อก)
	ข้อเสียเมื่อเกิดการสั่นสะเทือน	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ

หน่วยต่างๆ ในระบบนิวแมติกส์

ปริมาณ	สัญลักษณ์	หน่วย	การแปลงหน่วย
1. ความยาว	L	m , cm , mm	1 m = 100 cm
2. พื้นที่	A	m^2, cm^2, mm^2	1 m^2 = 10,000 cm^2
3. ปริมาตร	V	m^3, cm^3, mm^3	1 m^3 = 1,000 dm^3
4. มวล	m	kg	1 kg = 1,000 g
5. เวลา	t	s	60 s = 1 min
6. ความเร็ว	v	m/s	1 m/s = 60 m/min
7. แรง	F	N	1 N = 0.102 kp
		kp	1 N = 1 kg m/s^2
8. ความดัน	p	Pa (N/m^2)	1 Pa = 1 N/m^2 = 10^{-5} bar
		bar (daN/cm^2)	10^5 Pa = 10^5 N/m^2 = 1 bar

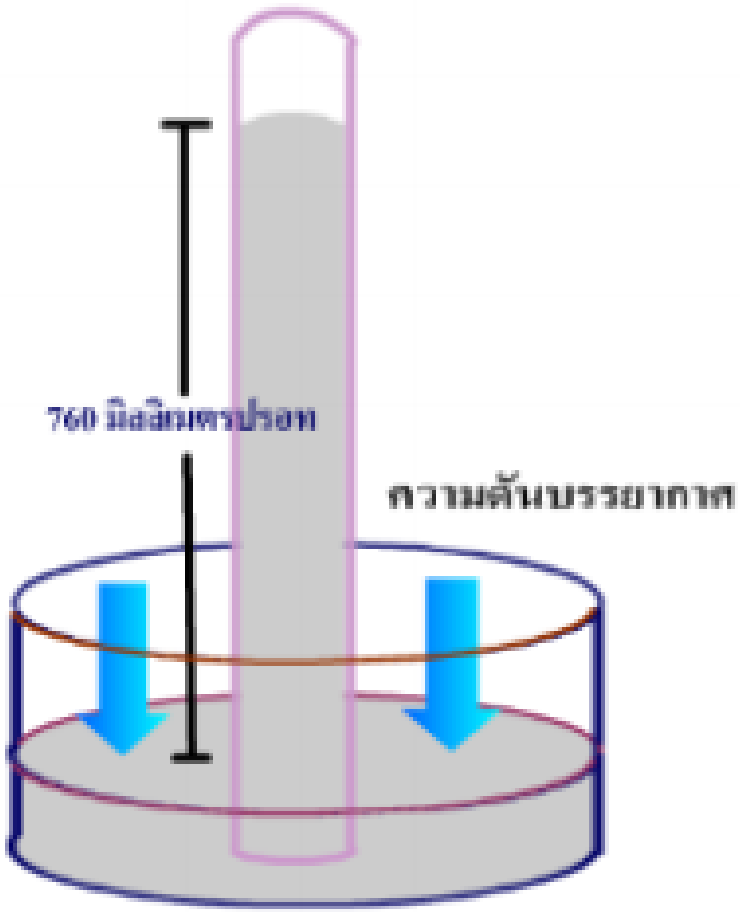
ความดัน



ความดันบรรยากาศในแต่ละแห่งของพื้นผิวโลก มีค่าความแตกต่างกันตามสภาพความสูงและอุณหภูมิ โดยทั่วไปถือเอาค่าความดันระดับน้ำทะเลเป็นค่าความดันบรรยากาศ **มีค่า 1.013 บาร์** หรือ **1.033 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร** และ **14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว**

วิธีการวัดความดันบรรยากาศ อาจทำได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **บารอมิเตอร์(barometer)**

- ผู้ประดิษฐ์บารอมิเตอร์เครื่องแรกของโลกคือนักคณิตศาสตร์ชาวอิตาลี ชื่อ **ทอร์ริเชลลี** ในปี ค.ศ. 1643 เครื่องมือประกอบด้วยอ่างที่เติมสารปรอท และหลอดแก้วข้างในบรรจุด้วยปรอทให้เต็มแล้วคว่ำหลอดแก้วลงในอ่างปรอท ดังรูป



เปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน

Conversion Table of Pressure Unit

Unit	kpa	bar	psi	kgf/cm2	mmH2o	inH2O	ftH2O	mmHG	inHG	atm
kpa	1	0.01	0.145	0.0102	101.97	4.0147	0.3346	7.5006	0.2953	0.0099
bar	100	1	14.05	1.0197	10,197	401.47	33.456	750.06	29.53	0.9869
psi	6.8947	0.0689	1	0.0703	703.07	27.68	2.3067	51.715	2.306	0.068
kgf/cm2	98.067	0.9807	14.223	1	10,000	393.7	32.809	735.56	28.959	0.9678
mmH2o	0.0098	0.0001	0.0014	0.0001	1	0.0394	0.0033	0.0736	0.0029	0.0001
inH2O	0.2491	0.0025	0.0361	0.0025	25.4	1	0.0833	1.8685	0.0736	0.0025
ftH2O	2.9886	0.0299	0.4335	0.0304	304.8	12	1	22.422	0.8826	0.0295
mmHG	0.1333	0.0013	0.0193	0.0014	13.595	0.5352	0.0446	1	0.0394	0.0013
inHG	3.3639	0.0336	0.4912	0.0345	345.32	13.595	1.133	25.4	1	0.0334
atm	101.33	1.0133	14.696	1.0332	10,332	406.78	33.899	760	29.921	1

➢ หน่วยความดัน(pressure)

ความดัน (p) = แรง (F) / พื้นที่ (A) หน่วยวัด ปาสคาล (Pa)

$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{kg-m}{S^2 \bullet m^2}$$

Psi = pound per square inch (หน่วยวัดความดันของอังกฤษ)

1 psi = 7000 Pa = 0.06895 bar

Bar = หน่วยวัดความดันของ (SI)

1 bar = 10^5 Pa = 14.5 psi = 1.01972 kgf/cm^2

➢ หน่วยงาน (work)

งาน = แรง x ระยะทาง ตัวอย่างเช่น แรงบิด

หน่วยจูล (joule) 1 j = 1 N-m = 0.102 kgf-m

➢ หน่วยแรง (Force)

แรง (F) = มวล(m) X อัตราเร่ง(a) หน่วยวัด นิวตัน (N = kgm/s^2)

ถ้ามวล 1 kg นำมาแทนแรงบนโลก = 1 kgf (กิโลกรัมแรง) = 9.81 N (kgm/s^2)

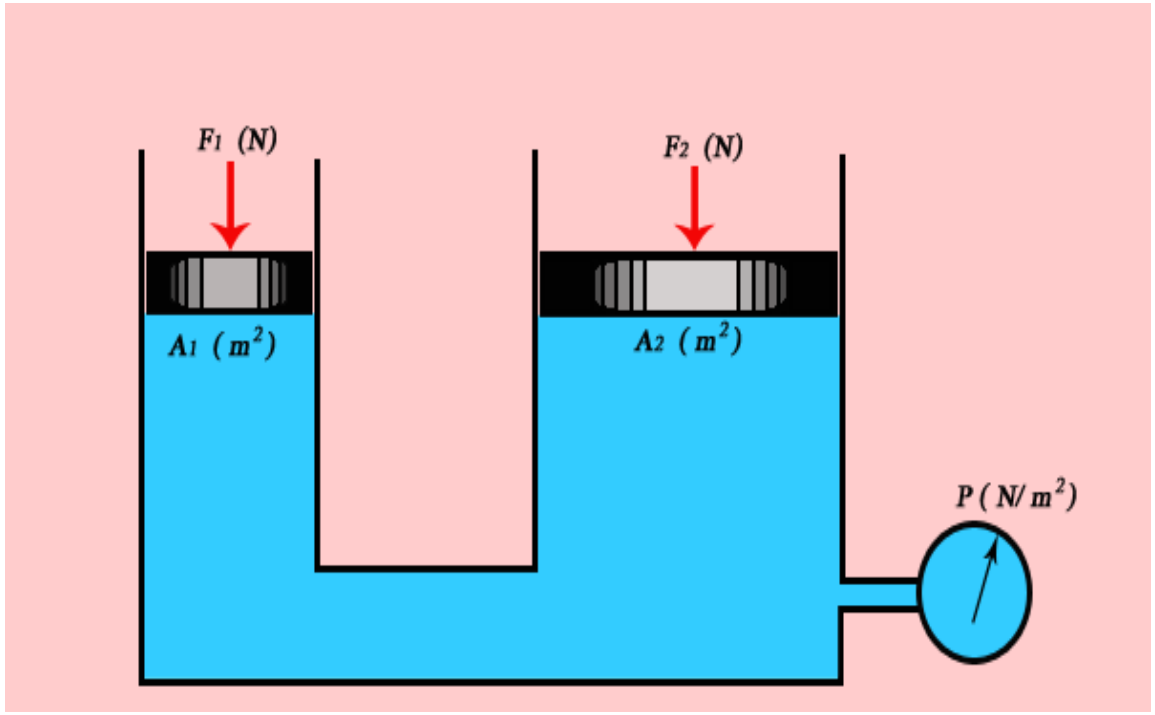
อุณหภูมิ เป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความร้อนของสารตัวกลางที่สภาวะต่างๆ หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้กันทั่วไปในระบบ SI อุณหภูมิสัมบูรณ์มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (Kelvin ; K)

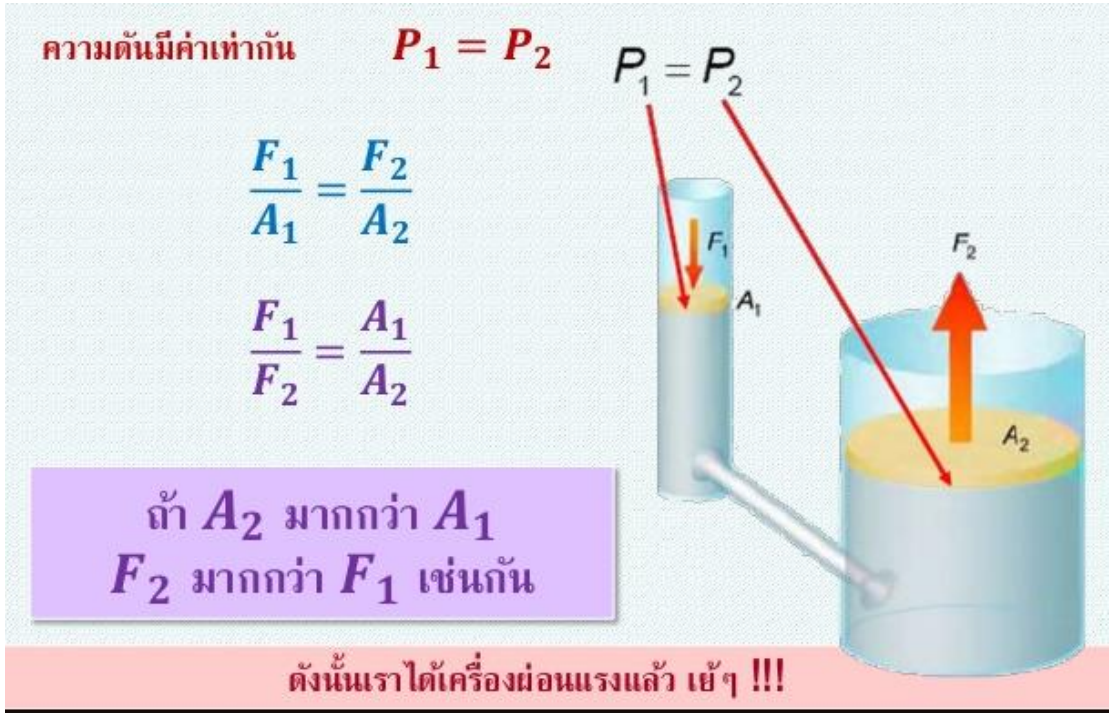
$K = {}^{\circ}C + 273$

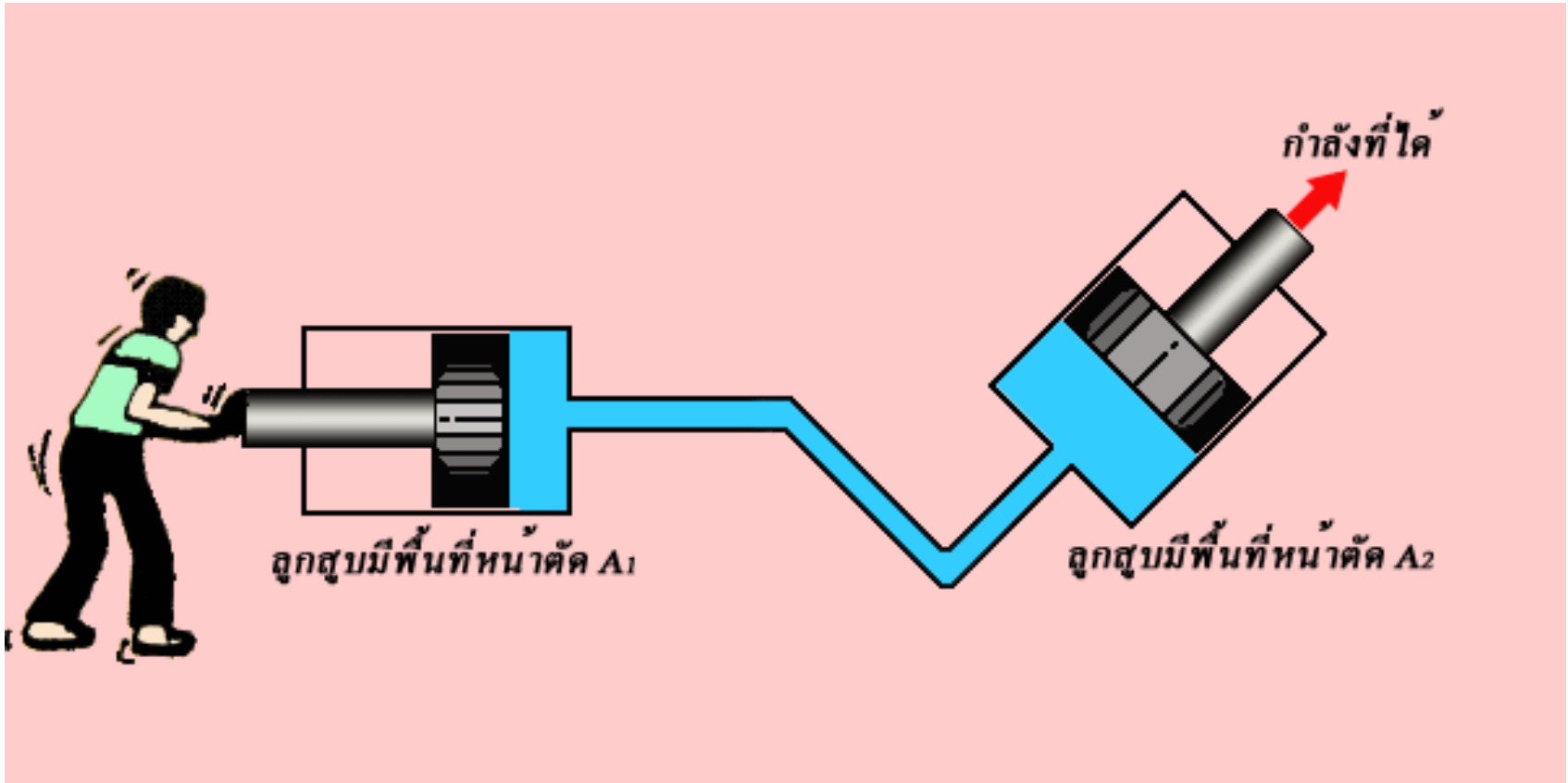
➢ กฎของปาสคาล (กฎส่งผ่านความดัน)

B. Pascal(ชาวฝรั่งเศส ระหว่างปี ค.ศ. 1623-1662) ได้ทำการทดลองพิสูจน์กฎปาสคาลซึ่งเกี่ยวกับการส่งผ่านความดันสถิต หรือความดันที่ไม่เคลื่อนที่ (Static pressure) กฎนี้กล่าวว่า

"ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก"






กำลังที่ได้
ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด A_1
ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด A_2

กฎของชาร์ล (Charles's law)

Cesar Charles

"สำหรับแก๊สในภาชนะปิด ถ้าความดัน (P) ของแก๊สคงตัว ปริมาตร (V) ของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ (T) ของแก๊ส" เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$V \alpha T \qquad \text{[เมื่อ P คงที่]}$$

หรือ

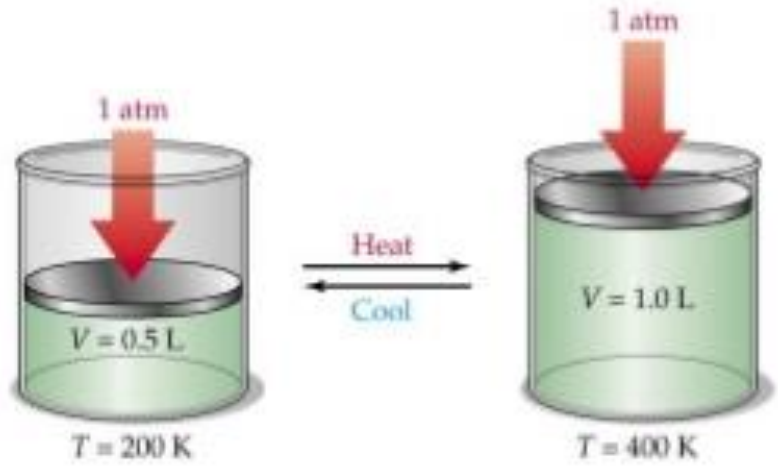
$$\frac{V}{T} = \text{constant}$$

จะได้

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

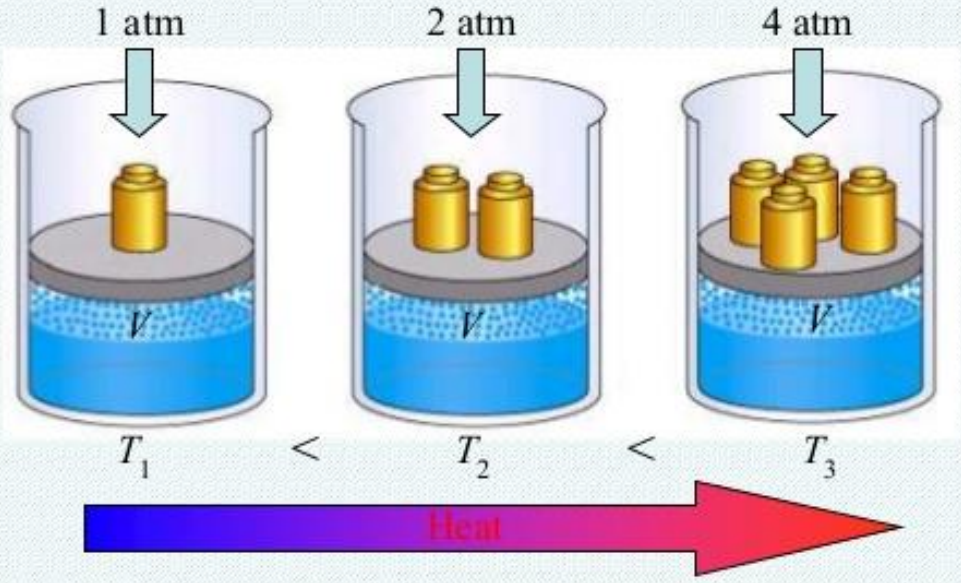
ใช้เมื่อ P คงที่

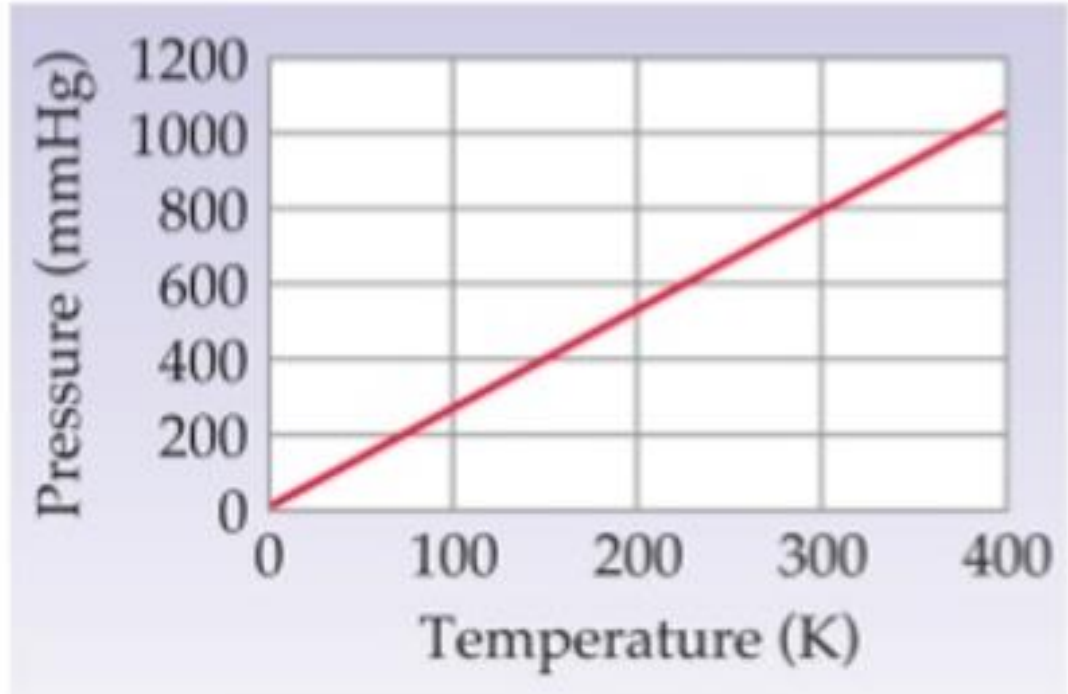
***หมายเหตุ V ใช้หน่วยเดียวกัน **แต่ T ต้องเป็นหน่วยเคลวิน (K) เท่านั้น!**



กฎของเกย์-ลุคแซค

$P \alpha T$; เมื่อ $V, n =$ constant





ได้กราฟ เส้นตรงของ T กับ P

กฎของบอยล์ (Boyle's law)

Robert Boyle

"สำหรับแก๊สในภาชนะปิด ถ้าอุณหภูมิ (T) ของแก๊สคงตัว ปริมาตร (V) ของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน (P) ของแก๊ส" เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

หรือ $V \propto \frac{1}{P}$ [เมื่อ T คงที่]

$$PV = \text{constant}$$

จะได้ $P_1V_1 = P_2V_2$ ใช้เมื่อ T คงที่

***หมายเหตุ** P และ V ใช้หน่วยไหนก็ได้ ขอให้เป็นหน่วยเดียวกัน

กฎของบอยล์

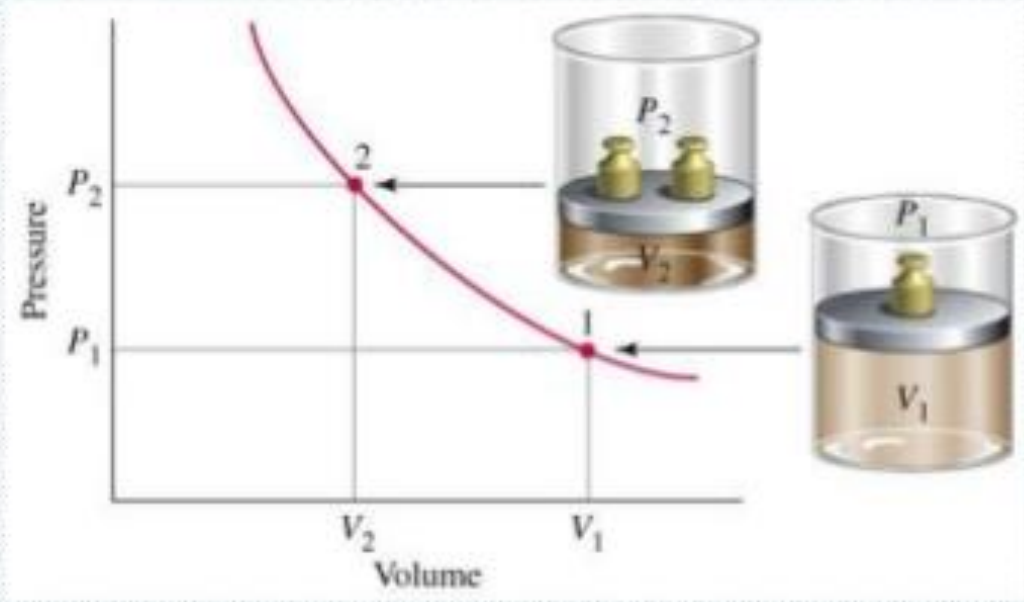
$$V \propto \frac{1}{P} \leftrightarrow P \propto \frac{1}{V}; T, n = \text{constant}$$

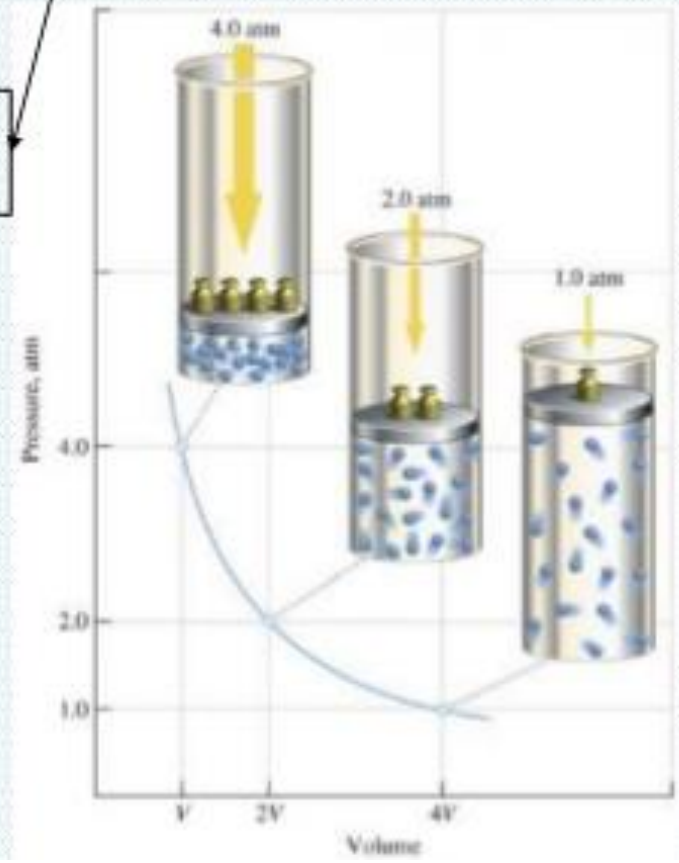
หรือ

$PV =$ ค่าคงที่

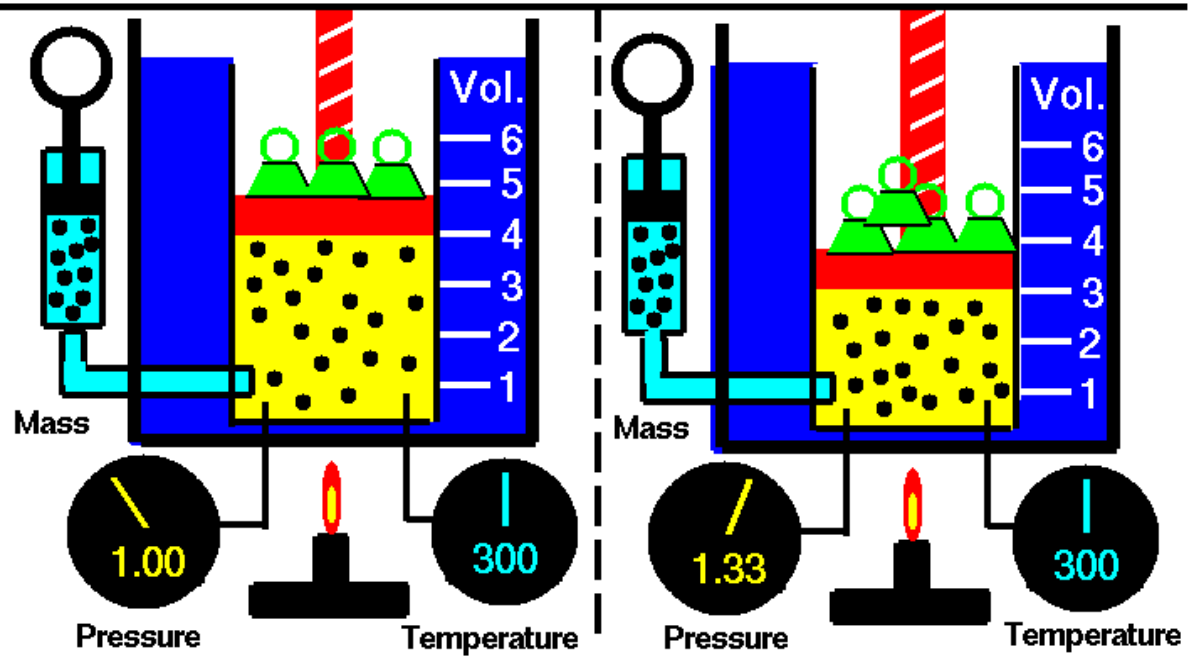
$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \cdots$

กราฟ ไฮเปอร์โบลาของ P กับ V

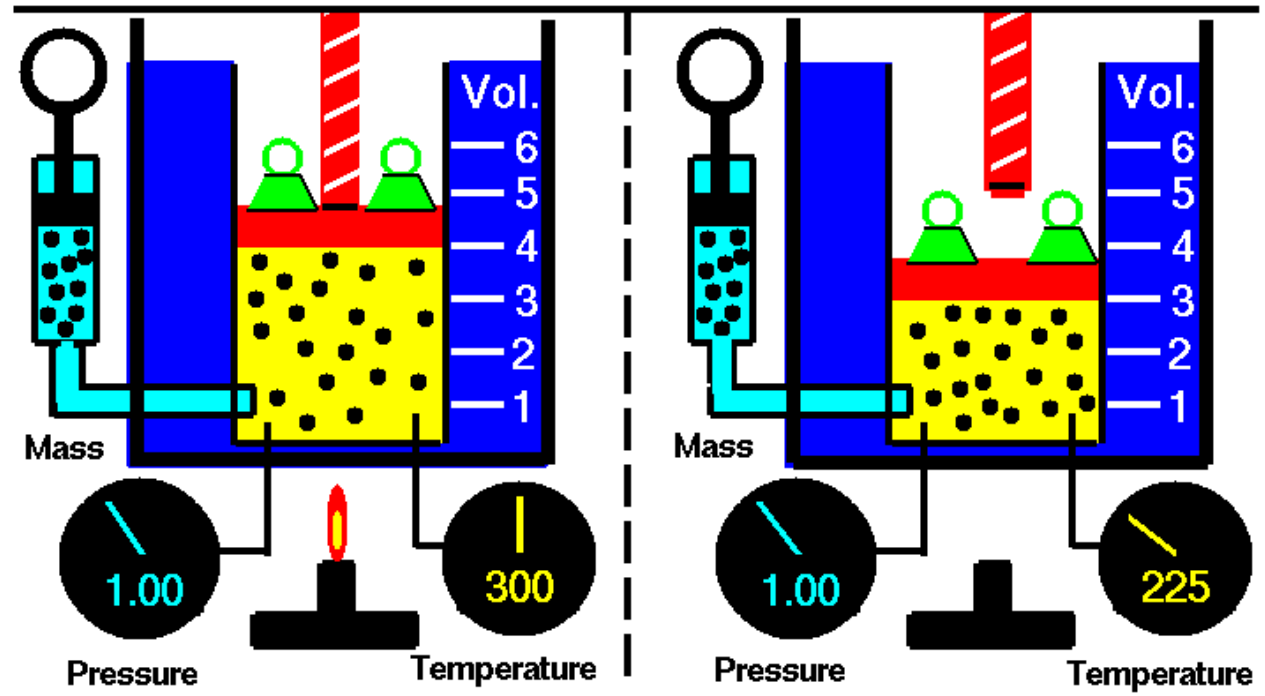




Boyle's Law



Charles and Gay-Lussac's Law



กฎรวมแก๊ส (Combine gas law)

กฎรวมแก๊สเป็นการรวมกฎของบอยล์ ชาร์ลส์ และเกย์ ลูสแซค ดังนี้

$$\frac{PV}{T} = \text{Constant}$$

จะได้

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$