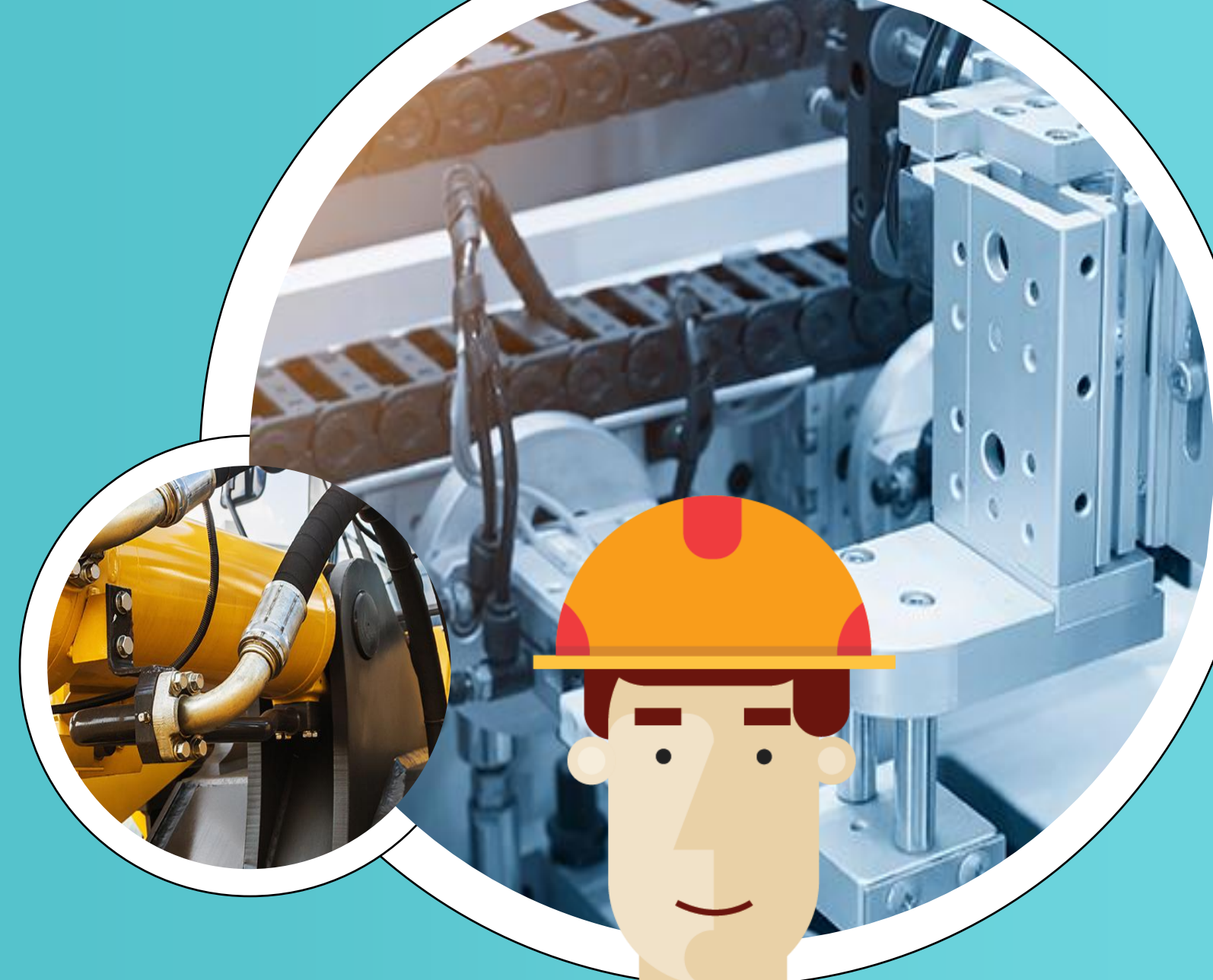


บทเรียนที่ 1



หลักการเบื้องต้น
ของระบบนิวแมติกส์ 

1. ระบบนิวเมติกส์
2. สาเหตุสำคัญที่มีการนำเอาระบบนิวเมติกส์มาใช้ในการอุตสาหกรรม
3. อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวเมติกส์
4. กฎเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์
5. กฎเบื้องต้นของลมอัด

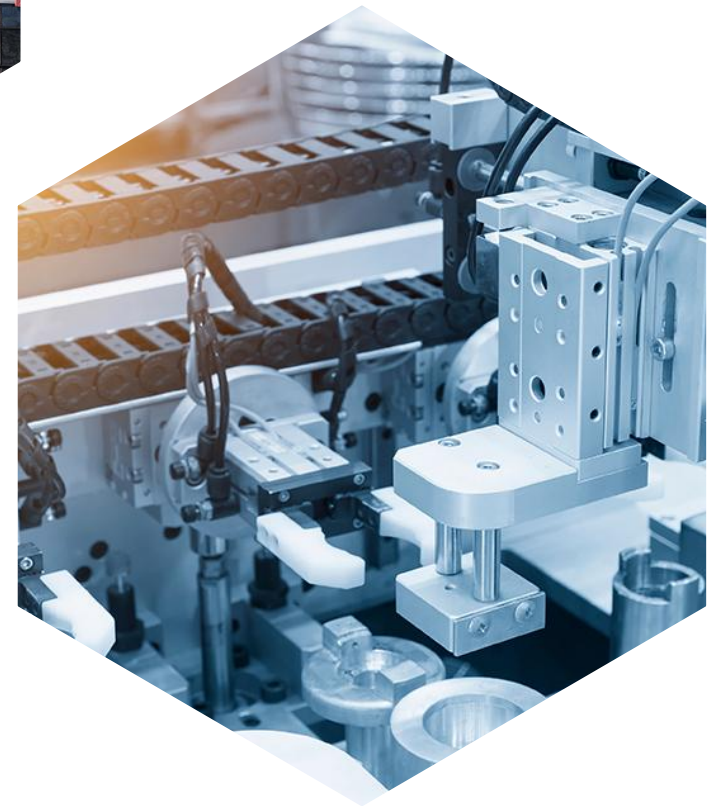


สาระการเรียนรู้

1.

ระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์ เป็นระบบที่มีลมอัดเป็นสารตัวกลางในการส่งกำลังเพื่อนำมาเปลี่ยนรูปพลังงานจากลมอัดให้เป็นพลังงานกลโดยอาศัยอุปกรณ์ทำงานในระบบให้เปลี่ยนเป็นพลังงานกล



นิวเมติกส์ (Pneumatic) เป็นมาจากคำว่านิวมา (Pneuma) เป็นภาษากรีกโบราณ หมายถึง ลมหรือลมหายใจทางปรัชญา หมายถึง วิญญาณ เป็นการศึกษากับลมและลมที่เคลื่อนที่ลมอัดจึงเป็นพลังงานเก่าแก่ที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลาหลายพันปีมาแล้ว

2.

สาเหตุสำคัญที่มีการนำเอาระบบ นิวเมติกส์มาใช้ในการอุตสาหกรรม



- 2.1 ระบบนิวเมติกส์ที่ใช้งานโดยทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัย
- 2.2 ความเร็วของลูกสูบ ที่ใช้ระบบนิวเมติกส์สามารถให้ความเร็วในการทำงานสูง 1-2 เมตรต่อวินาที
- 2.3 ระบบนิวเมติกส์เมื่อใช้งานแล้ว สามารถระบายลมทิ้งสู่บรรยากาศได้ โดยไม่ต้องเดินท่อทางน้ำกลับมาใช้อีกทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย
- 2.4 ระบบนิวเมติกส์สามารถนำลมที่อัดตัวในถังพักลมไปใช้งานได้เลย
- 2.5 อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์มีความปลอดภัยสูงแม้จะใช้งานเกินกำลัง

2.6 ระบบนิวเมติกส์สามารถปรับความเร็วในการทำงานได้ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว

2.7 สามารถปรับความดันลมอัดให้มีค่ามากหรือน้อยได้ตามต้องการ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความดัน

2.8 ความสะอาดของระบบนิวเมติกส์ดีมาก เพราะมีชุดปรับคุณภาพลมก่อนนำไปใช้งาน

2.9 ระยะชักของก้านสูบสามารถปรับแต่งให้สั้นหรือยาวได้ตามต้องการ

2.10 สามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

2.11 ความต้านทานการไหลของลมอัดในท่อส่งมีค่าน้อยกว่าความต้านทานการไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิกส์ จึงสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า

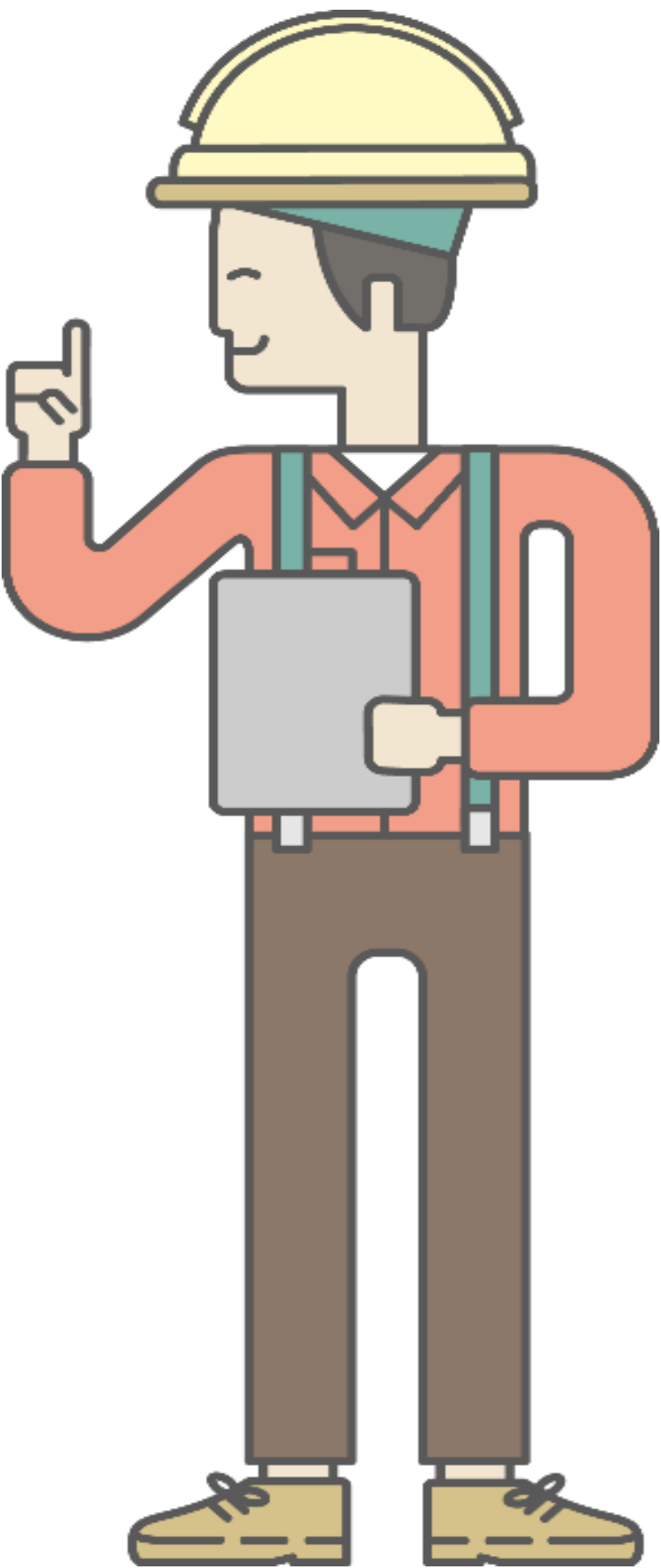


การเปรียบเทียบการบังคับการทำงานกับระบบอื่น ๆ



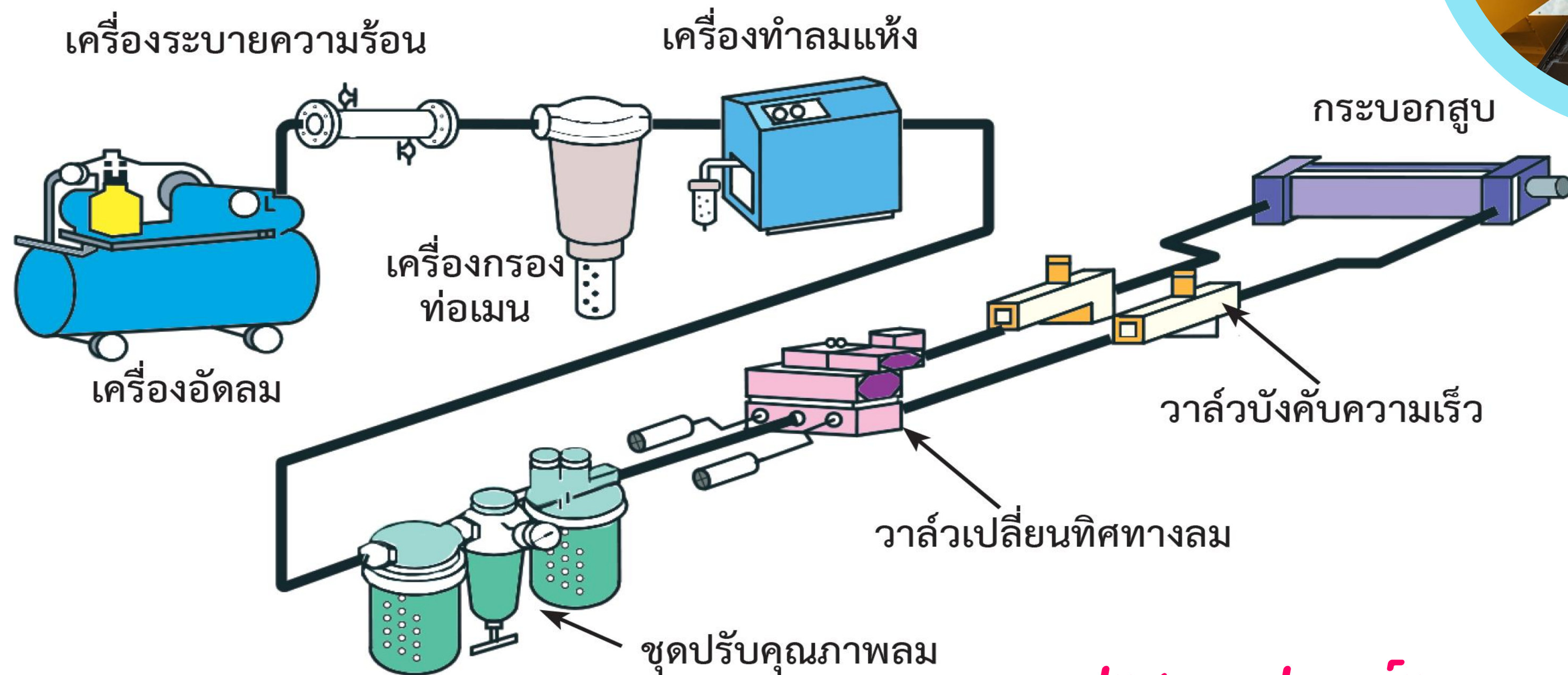
รายละเอียด		บังคับการทำงานด้วยระบบ			
		กลไก	ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิกส์	นิวเมติกส์
ระบบขับเคลื่อน	โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
	ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีแต่ต้องระวัง
	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ง่าย	ยาก	ง่าย
	เคลื่อนที่แบบมุม	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
	กำลังขับ	น้อย-มาก	น้อย-มาก	กลาง-มากกว่า	น้อย-กลาง
	การปรับกำลัง	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
	การบำรุงรักษา	ง่าย	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
	ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ความดันต่ำ
	การรับภาระเกินกำหนด (overload)	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	การเลือกรูปแบบการติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า
	การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า	ค่อนข้างจะเป็นไปได้	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้

รายละเอียด		บั้งกับการทำงานด้วยระบบ			
		กลไก	ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิกส์	นิวเมติกส์
ระบบการบั้ง	การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	การป้องกันการติดไฟ	ดี	ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
	ความรู้สึกไวต่อ ความชื้น	น้อย	มาก	น้อย	ดีมาก
	ความรู้สึกไวต่อ อุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	ต้องระบายออก
	การเลือกวิธีการบั้ง	น้อย	มากกว่า	น้อย	มาก
	การคำนวณในระบบ	น้อย	มาก	น้อย	กลาง
	การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	กลาง
	การคำนวณการบั้ง	แอนะล็อก (ดิจิทัลด)	ดิจิทัลด (แอนะล็อก)	แอนะล็อก	ดิจิทัลด (แอนะล็อก)
	ข้อเสียเมื่อเกิด การสั้นสะเทือน	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ



3.

อุปกรณ์ทำงานของ ระบบนิวเมติกส์



รูปแสดงอุปกรณ์และระบบนิวเมติกส์

การทำงานของระบบนิวเมติกส์จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- 1 เครื่องอัดลม (Air Compressor)
- 2 เครื่องระบายความร้อนลมอัด (Heat Exchanger)
- 3 เครื่องกรองลมท่อเมน (Main Air Filter)
- 4 เครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer)
- 5 กรองลม (Air Filter)
- 6 วาล์วลดความดัน (Pressure Reducing Valve)
- 7 อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Oil Lubricator)
- 8 อุปกรณ์เก็บเสียง (Air Silencer)
- 9 วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม (Air Flow Change Valve)
- 10 วาล์วบังคับความเร็ว (Speed Control Valve)
- 11 กระบอกสูบลม (Air Cylinder)

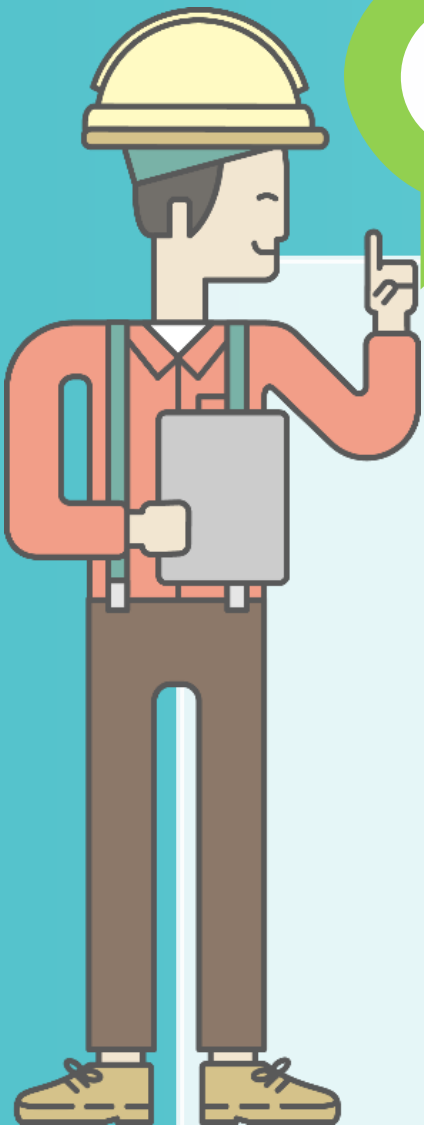


4.

กฎเบื้องต้นของระบบ นิวเมติกส์



ระบบนิวเมติกส์ ที่กล่าวถึงนี้ จะมีความสัมพันธ์กันอยู่
ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ดังนั้น
กฎเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์ จึงได้แก่ กฎการถ่าย
ความดันของปาสคาล (Pascal's Law) กฎปริมาตร
และกฎความดันของบอยล์ (Boyle's Law)



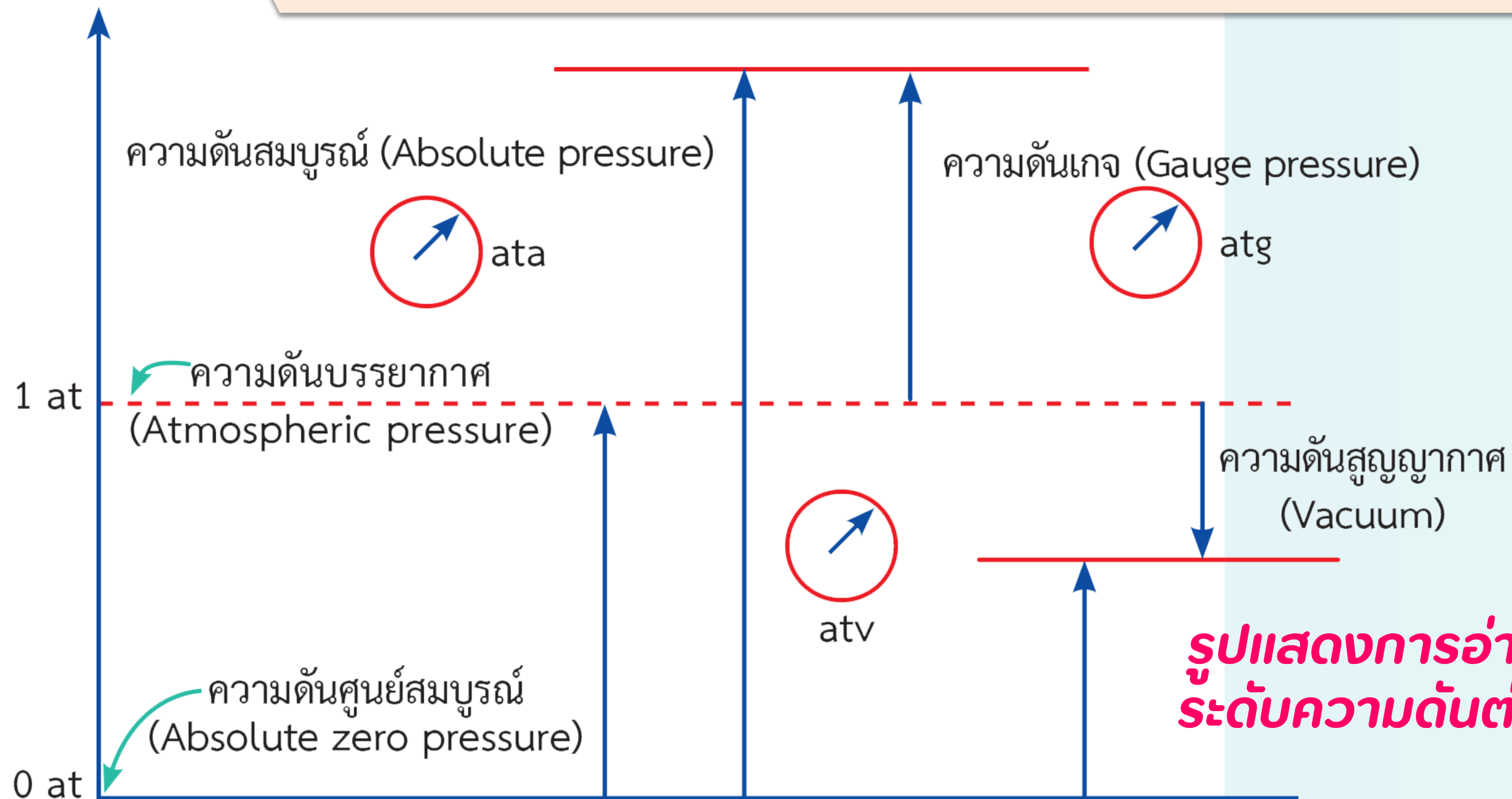
4.1 ความดัน (Pressure)

การหาค่าความดันบรรยากาศเราสามารถหาได้จากเครื่องมือ
หลายชนิด เช่น เกจวัดความดัน บารอมิเตอร์ หน่วยวัดความดัน
ในทางเทคนิคโดยทั่วไป คือ
กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/cm^2) หรือวัดเป็นความดัน
บรรยากาศทางเทคนิค (atmosphere)

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 10 \text{ m ความสูงของน้ำ}$$

แต่หน่วยความดันที่นิยมใช้ในระบบ SI มีหน่วยดังนี้

$$\begin{aligned} 1 \text{ Pa (ปาสคาล)} &= 1 \text{ N/m}^2 &= 10^{-5} \text{ bar} \\ 1 \text{ atm} &= 1 \text{ kp/cm}^2 &= 1 \text{ bar} \end{aligned}$$



รูปแสดงการอ่านค่า
ระดับความดันต่าง ๆ



ในกรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสุญญากาศมีค่าเป็นบวก

$$\text{ความดันสมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} + \text{ความดันเกจ}$$

และถ้ากรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสุญญากาศมีค่าเป็นลบ

$$\text{ความดันสมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} - \text{ความดันเกจ}$$

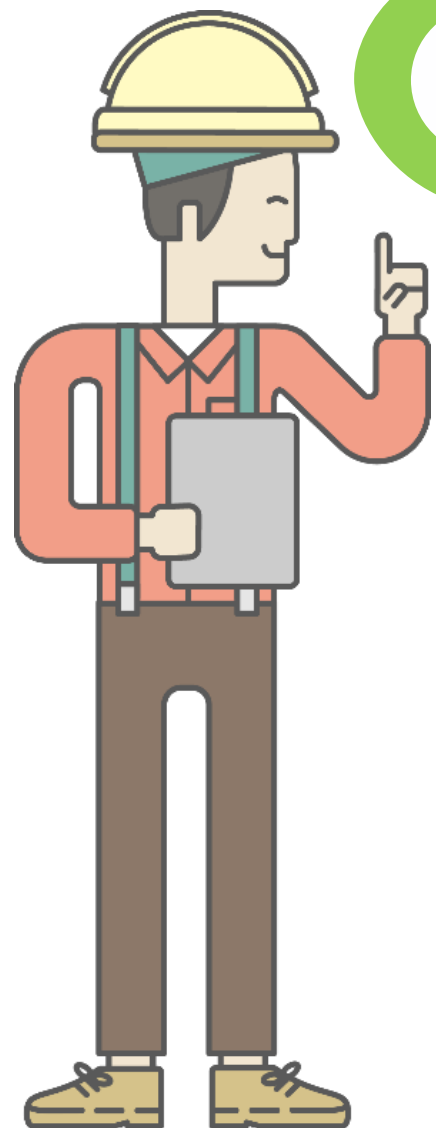
โดยที่ **ความดันสมบูรณ์** คือ ความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่สุญญากาศสมบูรณ์ ใช้ตัวย่อ **P_{abs}** ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) คือ ค่าความดันที่บรรยากาศ มีค่า 1.013 บาร์ (ระบบ SI) 1.033 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (ระบบเมตริก) และ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ใช้ตัวย่อ **P_{atm}**

ความดันเกจ (Gauge Pressure) คือ ค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ตัวย่อ **P_g**



ตาราง เปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน

Pa	bar	Kgf/cm ²	atm	Mm: H ₂ O	Mm: Hg
1	1×10^{-5}	1.01972×10^{-5}	9.86923×10^{-6}	1.01972×10^{-1}	7.50062×10^{-3}
1×10^5	1	1.01972	9.86923×10^{-1}	1.01972×10^4	7.50062×10^2
9.80665×10^4	9.80665×10^{-4}	1	9.67841×10^{-1}	1.01972×10^4	7.35559×10^2
1.01325×10^5	1.01325	1.03323	1	1.03323×10^4	7.60000×10^2
9.80665	9.80665×10^{-5}	1×10^4	9.67841×10^{-5}	1	7.35559×10^4
1.33222×10^2	1.33222×10^5	1.35951×10^3	1.31579×10^3	1.35951×10^4	1



4.2 ความชื้น (Humidity)

ค่าความชื้นสัมพัทธ์

=

$$\frac{\text{ค่าความชื้นที่สมบูรณ์}}{\text{ค่าความชื้นที่วัดได้}}$$

ค่าความชื้นที่วัดได้ คือ การกลายเป็นไอของน้ำในปริมาตรและอุณหภูมิในขณะนั้นมีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Humidity) คือ จำนวนสูงสุดของการกลายเป็นไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัว มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.3 อุณหภูมิ (Temperature)

เป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความร้อนของสารตัวกลาง ที่สภาวะต่าง ๆ หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นระบบ SI คือ องศาเคลวิน (Kelvin: K)

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

4.4 IISV

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{IISV} = \alpha \times (\text{มวลสาร}) \times (\text{อัตราเร่ง})$$

$$\text{IISV} = (\text{ค่าคงที่}) \times (\text{มวลสาร}) \times (\text{อัตราเร่ง})$$

ในระบบ SI ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 1

ดังนั้น $\text{IISV} = (\text{มวลสาร}) \times (\text{อัตราเร่ง})$

ในระบบ SI หน่วยของแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ใช้ตัวย่อ N

$$\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{sec}^2$$

ในการคำนวณทางเทคนิคใช้ค่าประมาณ $1\text{kp} = 10\text{ N}$

ตาราง หน่วยและสัญลักษณ์

หน่วย	สัญลักษณ์	ระบบทางเทคนิค	ระบบสากล
ความยาว	L	เมตร (m)	เมตร (m)
มวล	M	$\frac{\text{k} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^2}$	กิโลกรัม (kg)
เวลา	t	วินาที (s)	วินาที (s)
อุณหภูมิ	T	องศาเซลเซียส	เคลวิน (K)
กระแสไฟฟ้า	I	แอมแปร์ (A)	แอมแปร์ (A)

ตาราง หน่วยและสัญลักษณ์ (ต่อ)

หน่วย	สัญลักษณ์	ระบบทางเทคนิค	ระบบสากล
แรง	F	กิโลปอนด์ (kp)	นิวตัน (N)
พื้นที่	A	ตารางเมตร (m ²)	ตารางเมตร (m ²)
ปริมาตร	V	ลูกบาศก์เมตร (m ³)	ลูกบาศก์เมตร (m ³)
อัตราการไหล	Q	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m ³ /s)	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m ³ /s)
ความดัน	P	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm ²)	ปาสคาล (pa)

5.

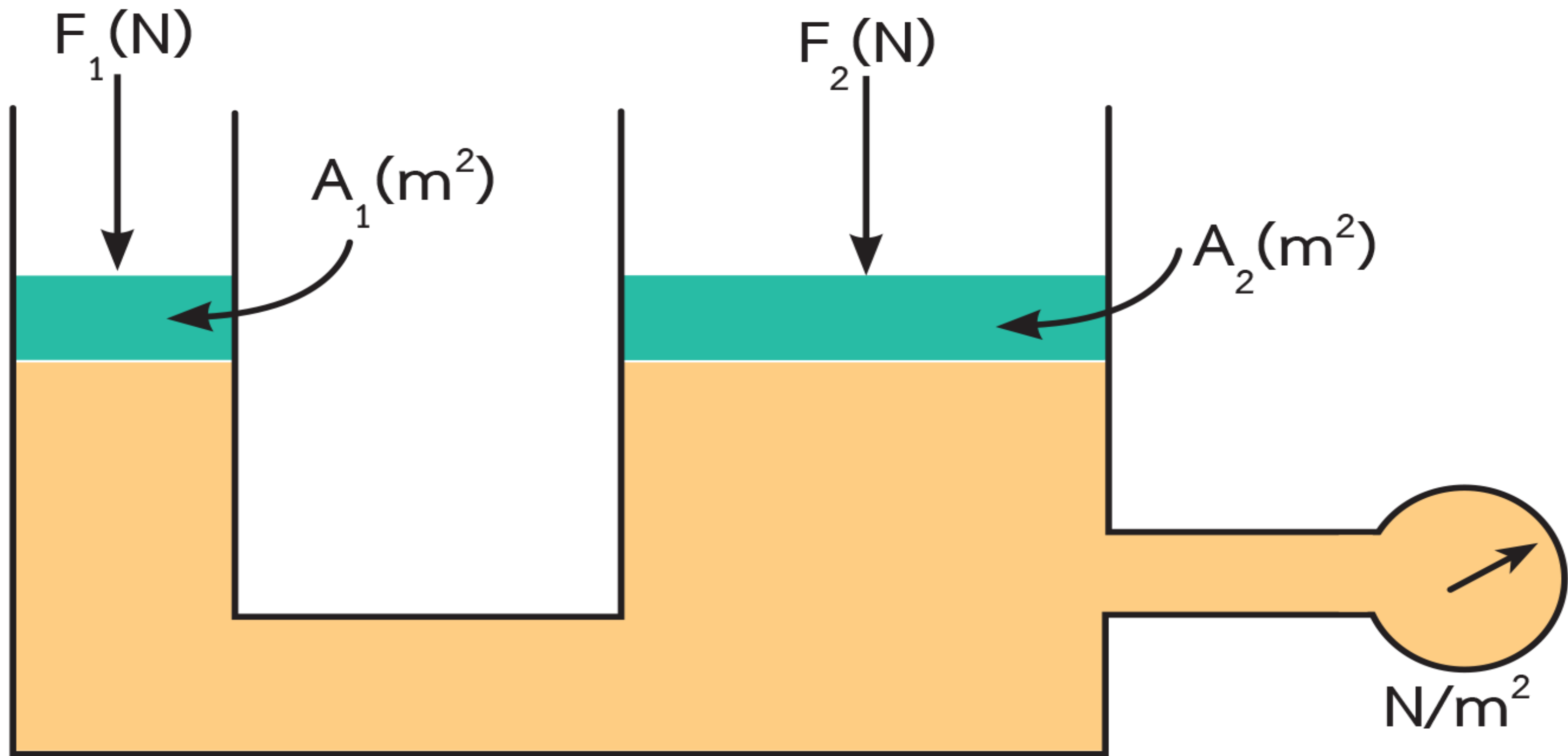
กฎเบื้องต้นของลมอัด



กฎเบื้องต้นของลมอัด ได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล และกฎปริมาตรและความดันลมของบอยล์

5.1 กฎของปาสคาล (Pascal's Law)

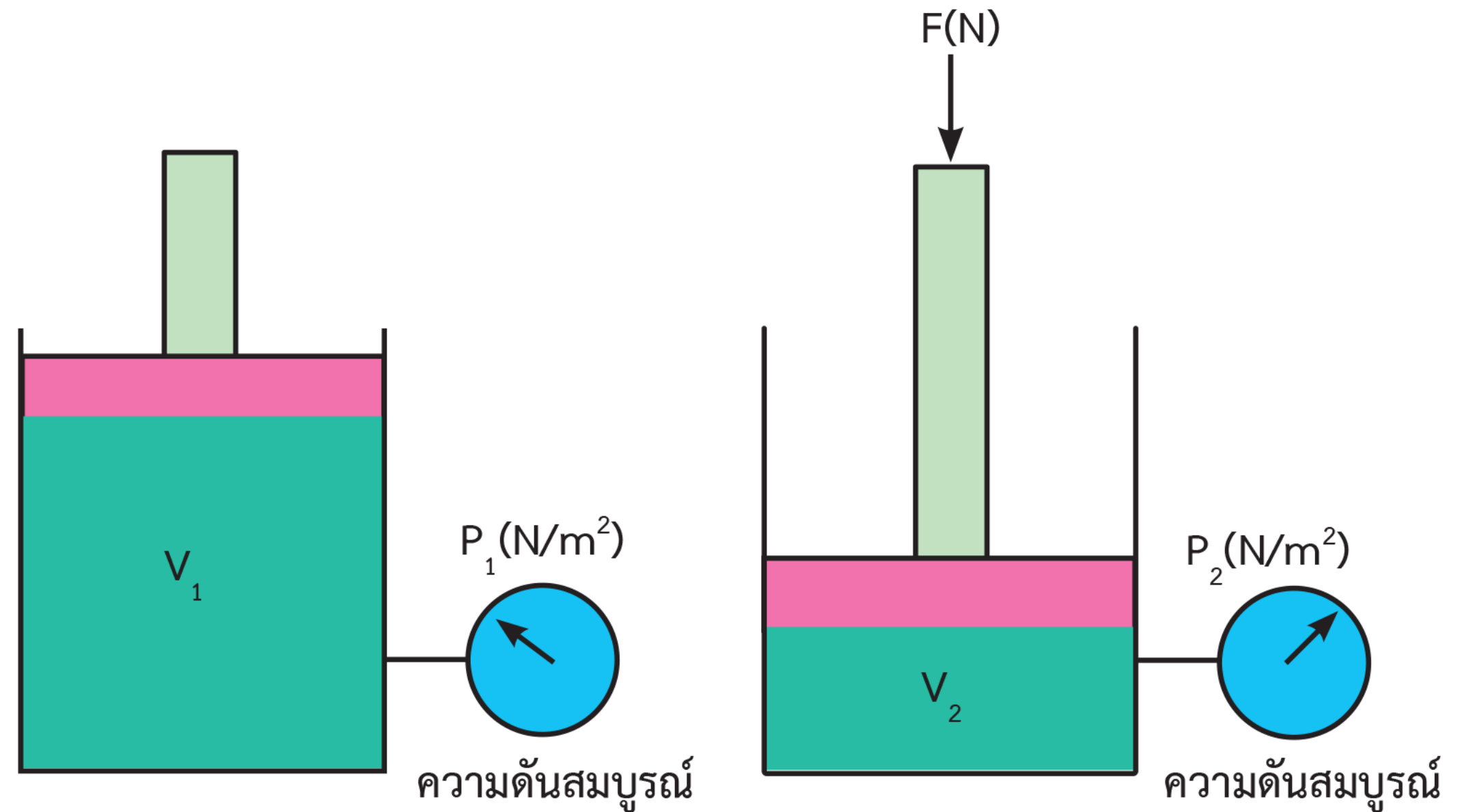
ที่กล่าวถึงการถ่ายเทความดันแบบไม่เคลื่อนที่ ซึ่งปาสคาลได้ทดลองพิสูจน์ให้เห็นจริงและได้สรุปเป็นกฎว่า “เมื่อทำให้เกิดความดันต่อของไหลที่อยู่ภายในภาชนะปิดจะเกิดแรงกระทำจากของไหลต่อทุก ๆ ส่วนของผิวภาชนะในแนวตั้งฉาก”



รูปแสดงทฤษฎีของปาสคาล

5.2 กฎของบอยล์ (Boyle's Law)

กฎนี้ได้กล่าวว่า “ณ ที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้น” ตามรูป แสดงถึงการกดลูกสูบในกระบอกสูบซึ่งมีก๊าซบรรจุภายใน ปริมาตรก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดันก๊าซเพิ่มขึ้น



รูปแสดงปริมาตรและความดันตามกฎของบอยล์

จะได้ $P_1 V_1 = P_2 V_2 =$ ค่าคงที่
เมื่อ P_1 คือ ความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น (N/m^2)
 P_2 คือ ความดันสัมบูรณ์สุดท้าย (N/m^2)
 V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น (m^3)
 V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย (m^3)

5.3 กฎของเกย์ลูสแซก (Gay-Lussac's Law)

กล่าวไว้ว่า “ถ้าปริมาตรคงที่ในขณะที่ก๊าซหรืออากาศจำนวนหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลง สภาพความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์”
สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

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

หรือ

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

ดังนั้น

$$\frac{T}{P} = \text{ค่าคงที่}$$

