

## **อุณหภูมิ และ ความดัน (*Temperature and pressure*)**

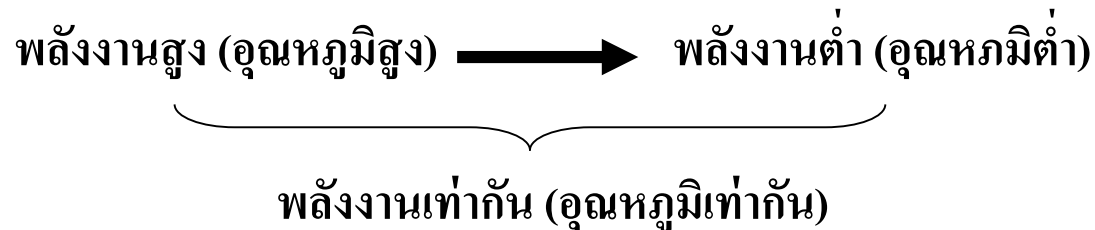
## บทที่ 2 อุณหพลศาสตร์

### อุณหภูมิ (TEMPERATURE)

สารทุกชนิดย่อมมีความร้อนอยู่จำนวนหนึ่งหรือระดับหนึ่ง สารใดถ้ามีระดับความร้อนสูงย่อมมีการถ่ายเทให้สารที่มีระดับความร้อนต่ำกว่า ระดับความร้อนที่กล่าวถึงคือ “อุณหภูมิ” ในทางอุณหพลศาสตร์ ใช้ อุณหภูมิเพื่อเปลี่ยนสถานะของสาร เป็นการเพิ่มพลังงานให้กับโมเลกุลของสาร ทำให้สารทำงานได้

# อุณหภูมิต

กฎข้อที่ศูนย์ของเทอร์โมไดนามิกส์ (The Zero Law Of Thermodynamics) ที่ว่า... “ถ้าระบบสองระบบ ต่างอยู่ในสมดุลความร้อนกับระบบที่สาม ระบบสองระบบนั้น จะอยู่ในสมดุลความร้อนซึ่งกันและกันด้วย”



# อุณหภูมิ

## สเกลของอุณหภูมิ (Temperature Scales)

เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

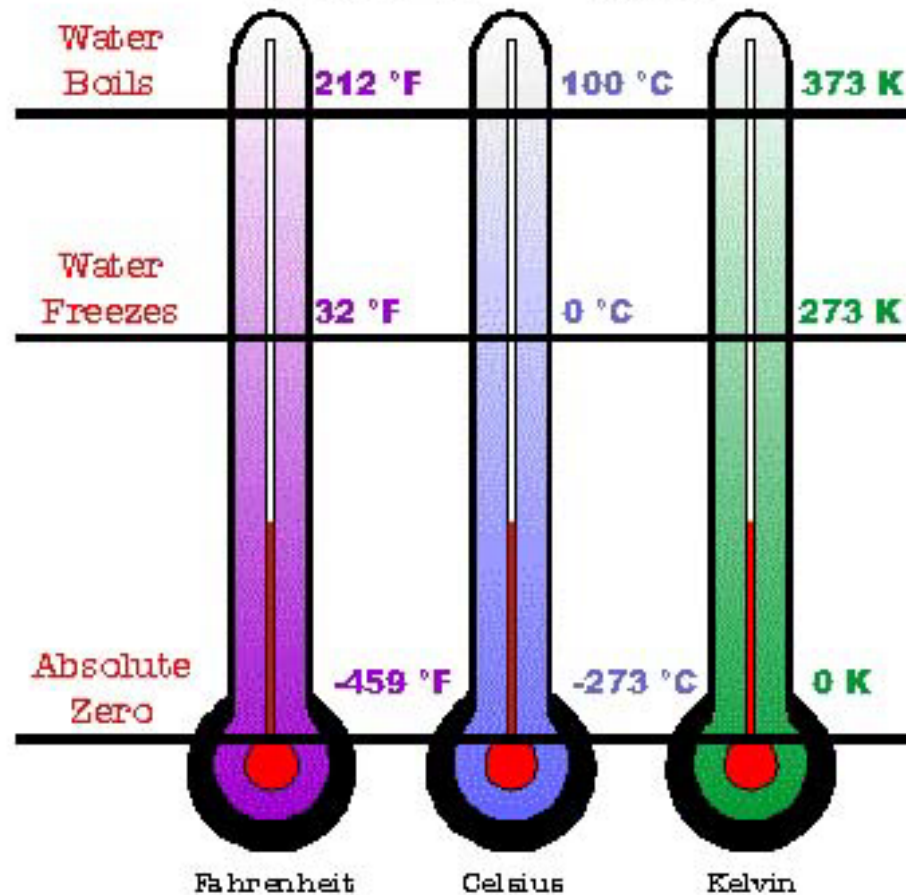
- เทอร์มอมิเตอร์ชนิดใช้ปรอท แบบเซลเซียส,แบบ ฟาเรนไฮต์ และแบบโรเมอร์(ปัจจุบันไม่นิยมใช้
- เทอร์มอมิเตอร์ชนิดไม่ใช้ปรอท เทอร์มอมิเตอร์ใช้ ก๊าซ ,เทอร์มอมิเตอร์ทำด้วยโลหะ , เทอร์มอมิเตอร์ อาศัยกระแสไฟฟ้า และเรดิเอชันเทอร์มอมิเตอร์

# อุณหภูมิ

1. องศาเซลเซียส แบ่งสเกลทั้งหมด 100 ช่อง จุดเยือกแข็งที่ 0 องศาและจุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส (  $C^\circ$  )
2. องศาฟาเรนไฮต์ แบ่งสเกลทั้งหมด 180 ช่อง จุดเยือกแข็งที่ 32 องศาและจุดเดือดที่ 212 องศาฟาเรนไฮต์ (  $F^\circ$  )
3. องศาเคลวิน แบ่งสเกลทั้งหมด 100 ช่อง จุดเยือกแข็งที่ 273 องศาและจุดเดือดที่ 373 องศาเคลวิน (  $K^\circ$  )

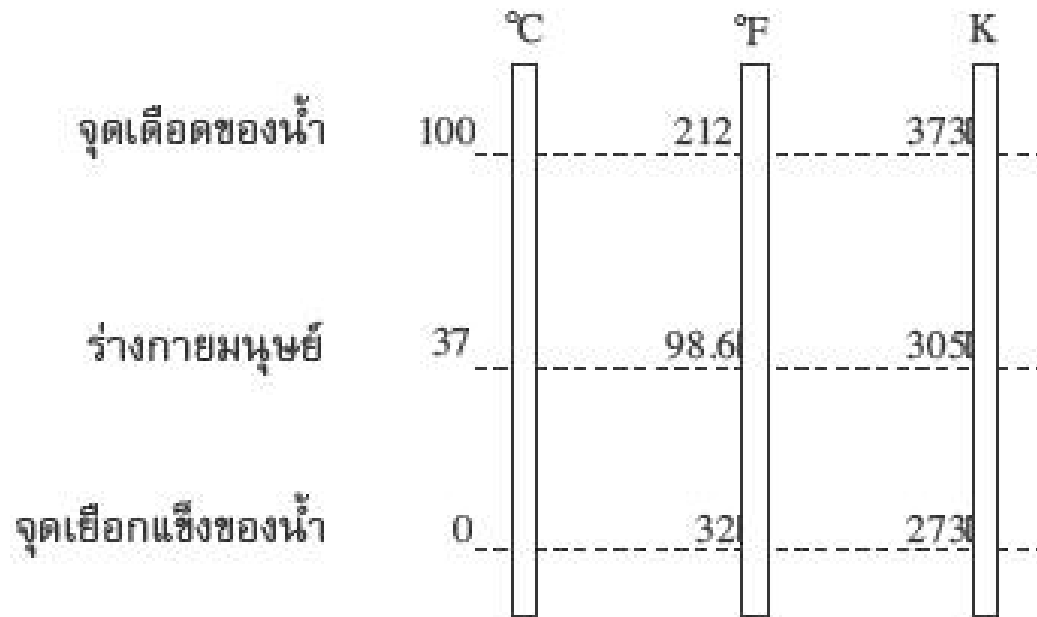
## Absolute Zero

Thermometers compare Fahrenheit, Celsius and Kelvin scales.



# อุณหภูมิ

วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ มีการคำนวณเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ต่างชนิดกัน ซึ่งทั่วไปจะใช้เทอร์มอมิเตอร์ปรอท



# อุณหภูมิ

การเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้ ระหว่างองศา C กับ F ได้ดังนี้

$$100 \text{ ช่องของ C} = 180 \text{ ช่องของ F}$$

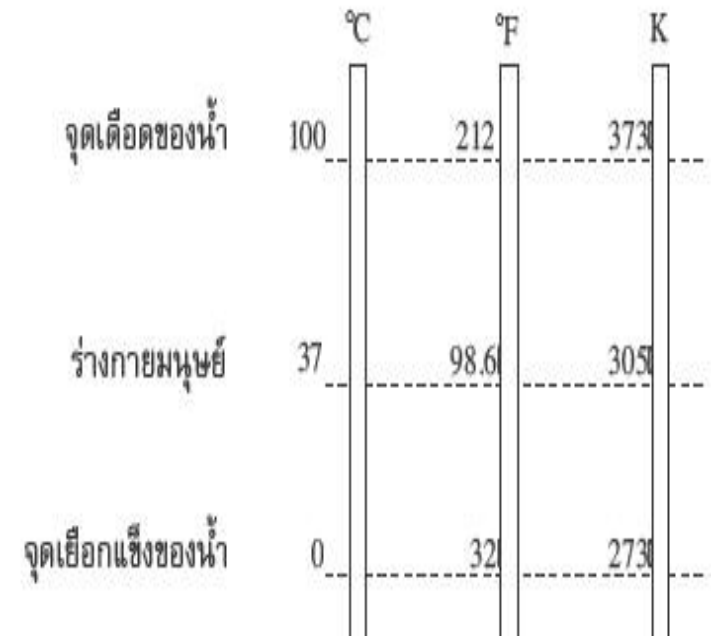
$$\text{ถ้า } T(c) \text{ ช่องของ C} = \frac{180T(C)}{100} \text{ ช่องของ F}$$

$$\text{ค่าที่อ่านได้ของ F} = \frac{180T(C)}{100} + 32 \text{ องศา}$$

$$\text{นั่นคือ } T(F) = \frac{180T(C)}{100} + 32 \text{ องศา}$$

$$\text{หรือ } \frac{T(C)}{100} = \frac{T(F) - 32}{180} \text{ องศา}$$

$$\text{เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ } \frac{T(C)}{5} = \frac{T(F) - 32}{9}$$



# อุณหภูมิ

$$\frac{T(C)}{5} = \frac{T(F)-32}{9} = \frac{20[T(x)-M]}{B-M}$$

**X =** ค่าที่อ่านได้ของเทอร์มอมิเตอร์ชนิด X

**M =** ค่าที่องศาที่จุดหลอมเหลว

**B =** ค่าองศาที่จุดเดือด

# อุณหภูมิ

อุณหภูมิตัมบูรณ์ (absolute Temperature) อุณหภูมิที่กล่าวมา ยังไม่เป็นองศาตัมบูรณ์ ซึ่งในวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ต้องใช้ค่าองศาตัมบูรณ์แทนในสูตร

ค่าองศาตัมบูรณ์ได้มาจากการถือเอาคุณสมบัติของสารที่เป็นก๊าซในอุณหภูมิตัมบูรณ์เป็นหลัก คือ องศาตัมบูรณ์นับจากค่า ศูนย์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ที่องศานี้เป็นอุณหภูมิตัมบูรณ์ของก๊าซทุกชนิดเริ่มหยุดนิ่ง คือหมดสภาพความเป็นก๊าซไป

# อุณหภูมิ

## หน่วยอุณหภูมิตัมบูรณ์ (absolute Temperature)

ระบบ SI องศาเคลวิน (K)

ระบบ อังกฤษ องศาเรงคิน (R)

❗ ไม่นิยมใช้ °K OR °R

$$R = F + 460$$

$$K = C + 273$$

$$R = 1.8 (K)$$

$$F = 1.8 (c) + 32$$

# อุณห์ภูมิ

ตัวอย่าง ใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดองศาเซลเซียส วัดอุณห์ภูมิ  
ของน้ำกรดในแบตเตอรี่ได้ 20 องศา จงหาอุณห์ภูมิของ  
น้ำกรดนี้ในหน่วยองศาเคลวิน และแรงคิน

# อุณหภูมิ

**ตัวอย่างที่ 2** ถ้าอุณหภูมิของมอเตอร์ขณะใช้งานสูงถึง 318 เคลวิน จงหาว่าอุณหภูมิของมอเตอร์ขณะนั้นกี่องศาฟาเรนไฮด์

วิธีทำ จากสูตร

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) + 273$$
$$318 = \frac{5}{9}(T_F - 32) + 273$$
$$45 = \frac{5}{9}(T_F - 32)$$
$$81 = T_F - 32$$
$$T_F = 113$$

∴ อุณหภูมิของมอเตอร์ขณะนั้น 113 องศาฟาเรนไฮด์

## ความดัน (Pressure)

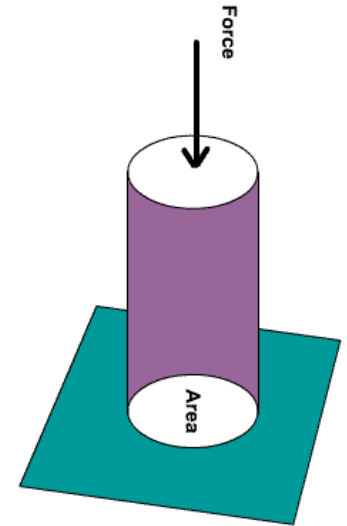
เมื่อก้าวถึงของไหล คือ ของเหลวก๊าซ มักก้าวถึงคุณสมบัติอย่างหนึ่ง คือ ความดัน และเมื่อก้าวถึงของแข็ง เรามักจะก้าวถึงคุณสมบัติอย่างหนึ่ง คือ ความเค้น (Stress)

เมื่อสารถูกแรงกระทำดังกล่าว ก็เกิดแรงต้านของสารบริเวณที่ถูกกระทำ ด้วยแรงเท่ากับแรงกระทำนั้น ฉะนั้น ค่าความดันคือ “ ค่าของแรงจำนวนหนึ่งที่กระทำต่อของไหลหนึ่งหน่วยพื้นที่ ในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ที่กระทำนั้น “

# ความดัน (Pressure)

ความดัน เป็นขนาดของแรงที่กระทำตั้งฉากบนพื้นที่ผิว  
หนึ่งตารางหน่วย

$$\text{Pressure , } P = \frac{F}{A}$$



เมื่อ  $F$  เป็นแรงกระทำ มีหน่วย นิวตัน ,  $N$  หรือ พาสคัล ( $Pa$ )  
 $A$  เป็นพื้นที่ผิวที่ถูกแรงกระทำ มีหน่วย ตารางเมตร ,  $m^2$   
 $P$  เป็นความดัน มีหน่วย นิวตัน/ตารางเมตร ,  $N/m^2$

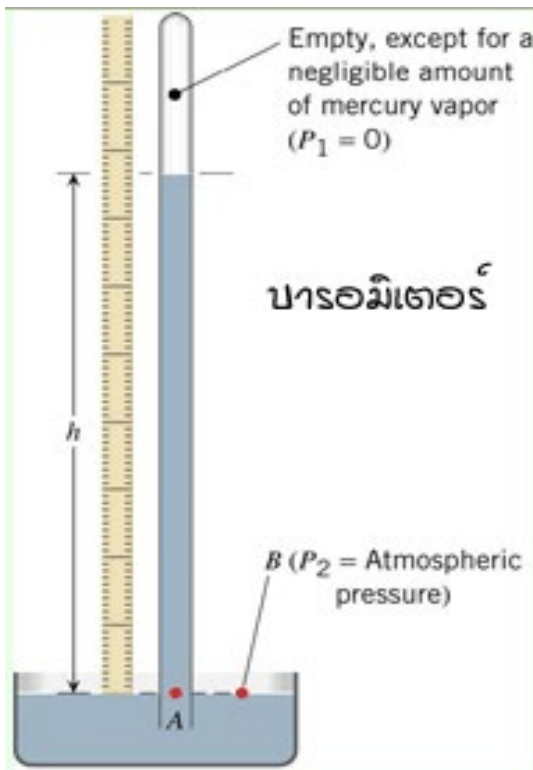
# ความดัน (Pressure)

ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) คือ

ความดันของอากาศที่ห่อหุ้มโลกตามธรรมชาติ  
เนื่องจากโลกมีแรงดึงดูด ทำให้อากาศหรือก๊าซต่างๆ  
มีน้ำหนักกดทับมาสู่พื้นโลก เป็นผลให้อากาศ  
ด้านล่างมีความหนาแน่นมากกว่าที่สูง

# ความดัน (Pressure)

## เครื่องมือที่ใช้วัดความดันบรรยากาศ เรียกว่า บารอมิเตอร์ (barometer)



บารอมิเตอร์ปรอท (หลอดแก้วคว่ำอยู่ในอ่างปรอท)  
ใช้สำหรับวัดความดันบรรยากาศ

$$P_2 = \rho gh$$

ค่าความดันที่อ่านได้เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์

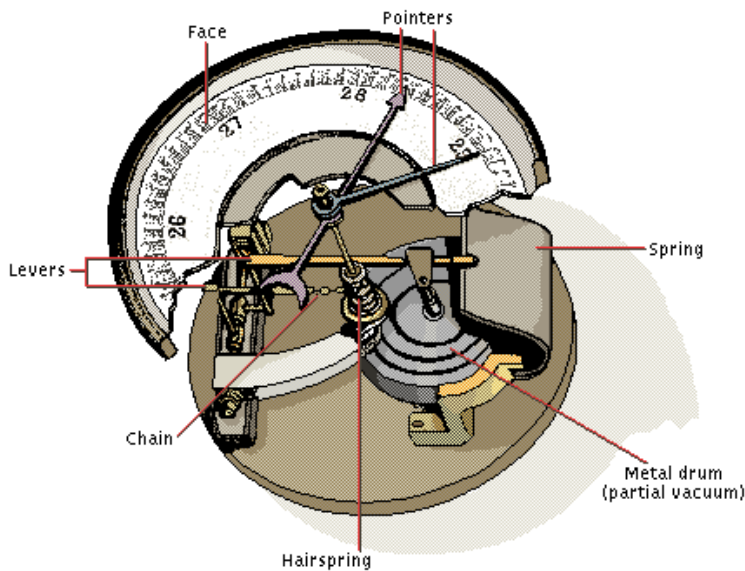
$P_1$  คือ ความดันสูญญากาศ = 0

$P_2$  คือ ความดันบรรยากาศ

$\rho gh$  คือ ความดันเกจ (ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน)

# ความดัน (Pressure)

เครื่องมือที่ใช้วัดความดันบรรยากาศ เรียกว่า  
บารอมิเตอร์ (barometer)



## The Aneroid Barometer

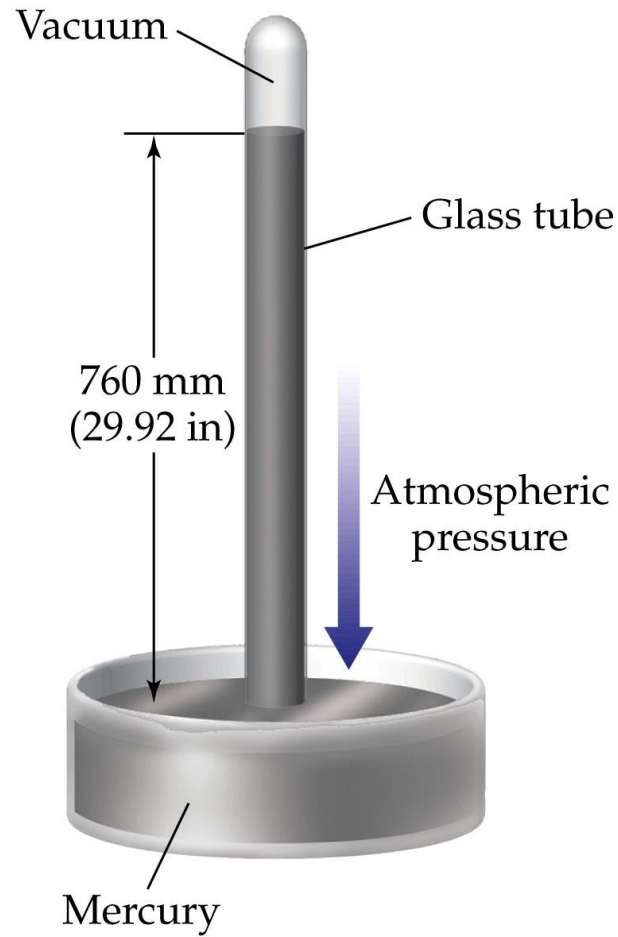
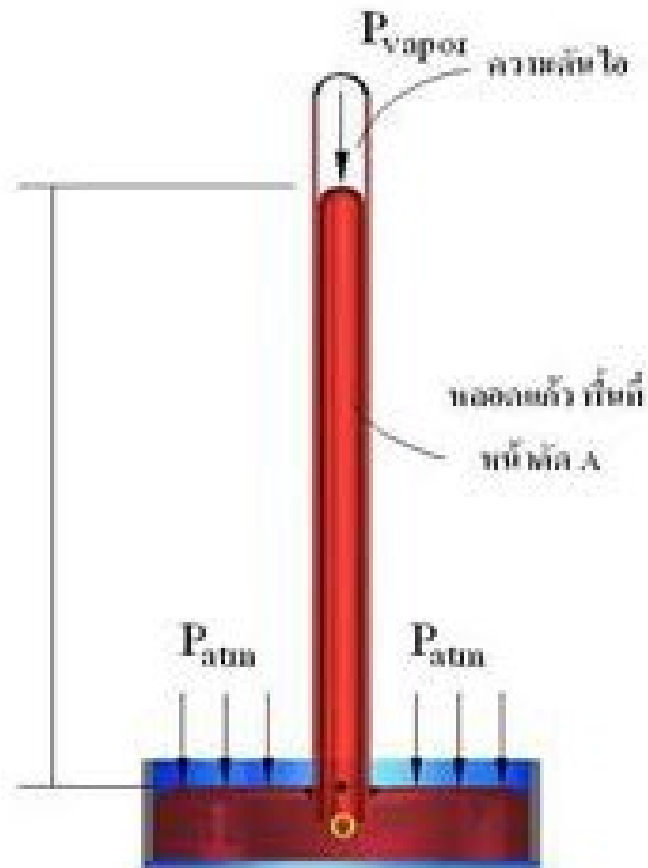
*and how  
to use it.*



# ความดัน (Pressure)



Evangelista Torricelli  
ΝΕΡΑΙΟΝ ΑΓΩΓΟΣ



# ความดัน (Pressure)

## ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure: $P_{\text{atm}}$ )

จากรูปลำปรอทสูงเท่ากับ  $h$  cm เพราะฉะนั้นความดันของบรรยากาศมีค่าเท่ากับ  $h$  cmHg เช่น ในที่ซึ่งมีความสูงเท่ากับระดับน้ำทะเลจะมีความดันเท่ากับ 76 cmHg หรือ 760 mmHg หรือ 1 บรรยากาศ (1 atm)

การวัดความดันของแก๊ส หน่วยที่ใช้วัดความดัน ได้แก่ บรรยากาศ มิลลิเมตรปรอท นิวตันต่อตารางเมตร ปอนด์ต่อตาราง นิ้ว บาร์ ทอร์ สำหรับหน่วยเอสไอ ใช้ ปาสคาล (Pascal)

## ความดัน (Pressure)

สัญลักษณ์ Pa และหน่วยต่างๆ มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ มิลลิเมตรปรอท}$$

$$= 760 \text{ ทอร์ (Torr)}$$

$$= 14.7 \text{ ปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in}^2\text{)}$$

$$= 1.01325 \times 10^5 \text{ ปาสกาล (Pa)}$$

$$= 1.01325 \times 10^5 \text{ นิวตัน/ตารางเมตร (Nm}^{-2}\text{)}$$

$$= 1.01325 \text{ บาร์ (bar)}$$

$$1 \text{ มิลลิเมตรปรอท} = 133.3 \text{ นิวตัน/ตารางเมตร (Nm}^{-2}\text{)}$$

หมายเหตุ การวัดความดันของแก๊สอาจวัดโดยใช้บารอมิเตอร์ก็ได้

# ความดัน (Pressure)

## ความเคจ (Gauge Pressure : $P_{\text{gauge}}$ )

เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่างๆ หลายชนิด จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดความดัน เช่น หม้อน้ำ ปั๊มลม หรือท่อแก๊ส เป็นต้น ยิ่งในโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับทางเคมี ยิ่งต้องใช้เครื่องมือวัดความดันกับอุปกรณ์ทางเคมีต่างๆ เกือบทุกขั้นตอนการทำงาน เพราะเครื่องวัดความดันเหล่านี้ ช่วยให้เกิดความปลอดภัยในโรงงานเป็นอย่างมาก นอกจากนี้การผลิตบางอย่าง ต้องควบคุมหรือวัดค่าความดันในกระบวนการให้ถูกต้อง จึงจะทำให้ผลที่ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด



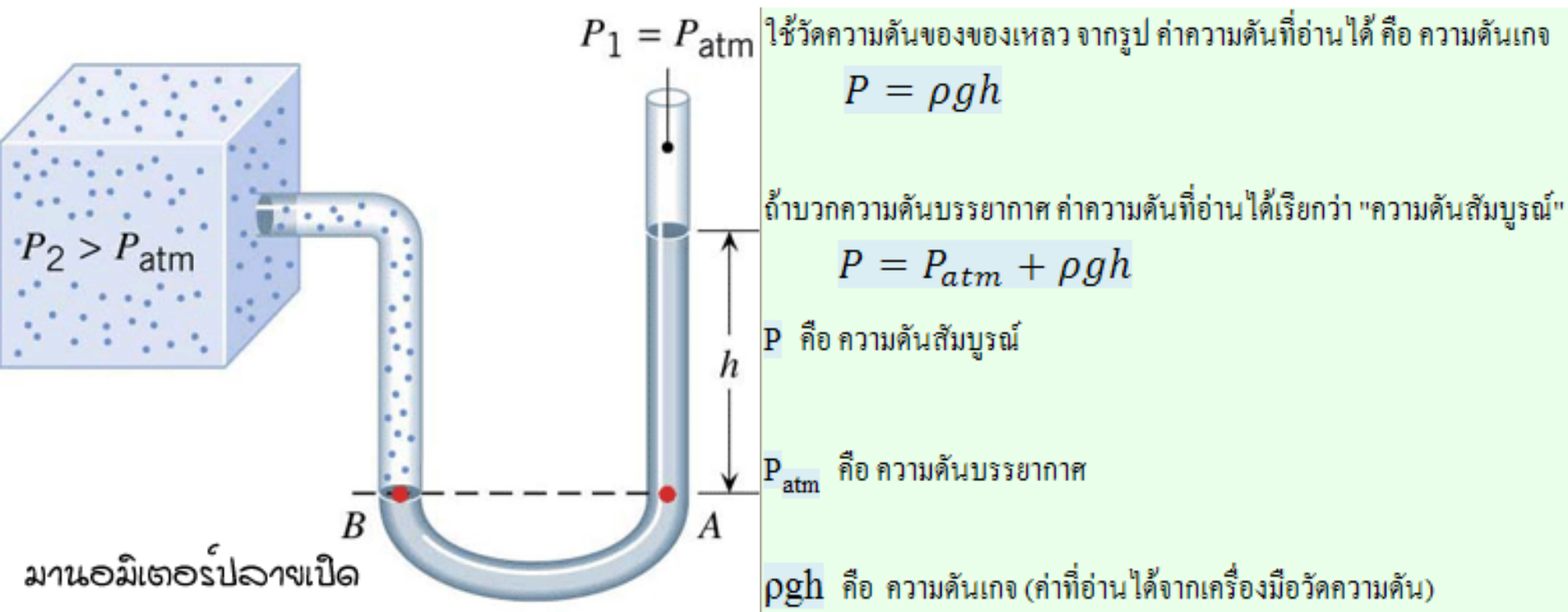
# ความดัน (Pressure)

ความดันที่กล่าวมาคือ ความดันเกจ เครื่องมือที่ใช้วัดความดันเกจ ถ้าอยู่ในสภาพปกติ คือขณะที่ยังไม่ได้นำไปวัดอุปกรณ์ใดๆ จะอ่านค่าได้เป็น ศูนย์ นั่นคือ เกจวัดจะอ่านค่าความดันบรรยากาศเป็นศูนย์นั่นเอง ฉะนั้น ค่าที่อ่านได้จากเกจวัดจึงมีค่าทั้งมากกว่าศูนย์(ค่าบวก)และค่าน้อยกว่าศูนย์(ค่าลบ) ค่าน้อยกว่าศูนย์ คือค่าที่ต่ำกว่าบรรยากาศ หรือเรียกว่า ค่าสุญญากาศ (Vacuum)

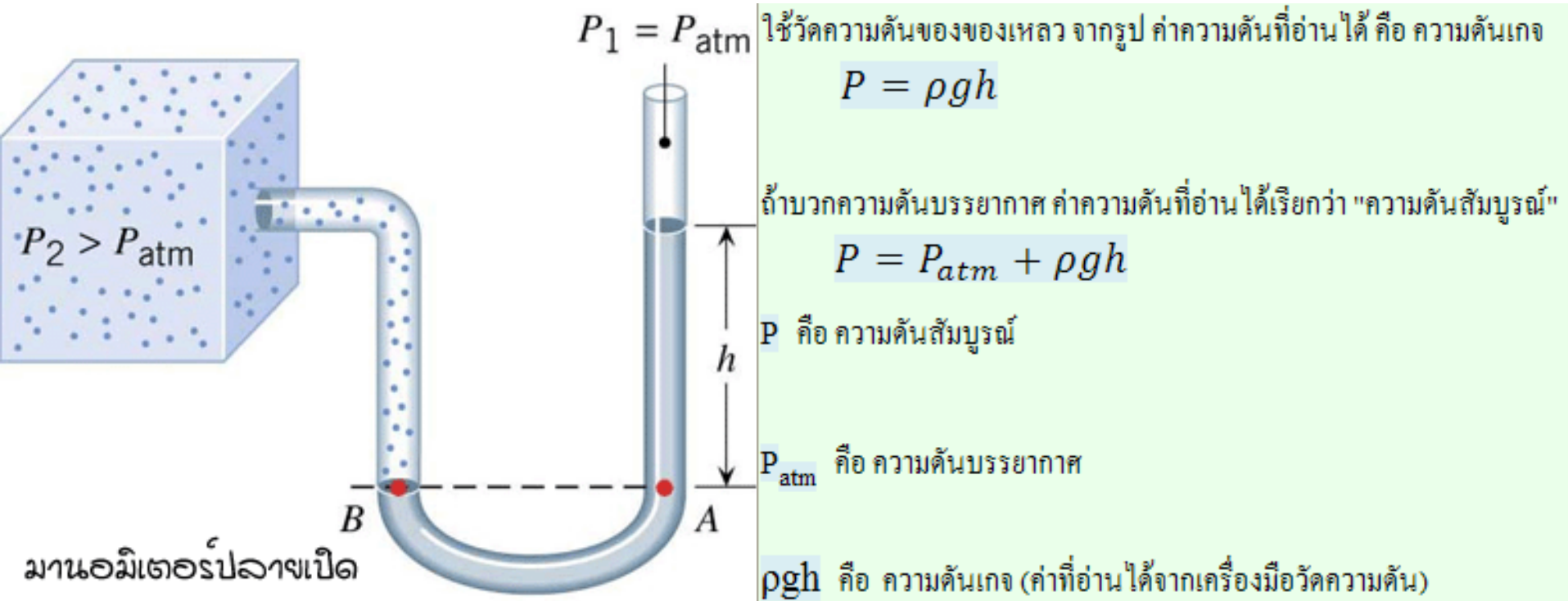
# ความดัน (Pressure)

เครื่องมือวัดความดันเกจ แบ่งเป็น 2 ประเภท

## 1. แมนอมิเตอร์ (Manometer)



# ความดัน (Pressure)



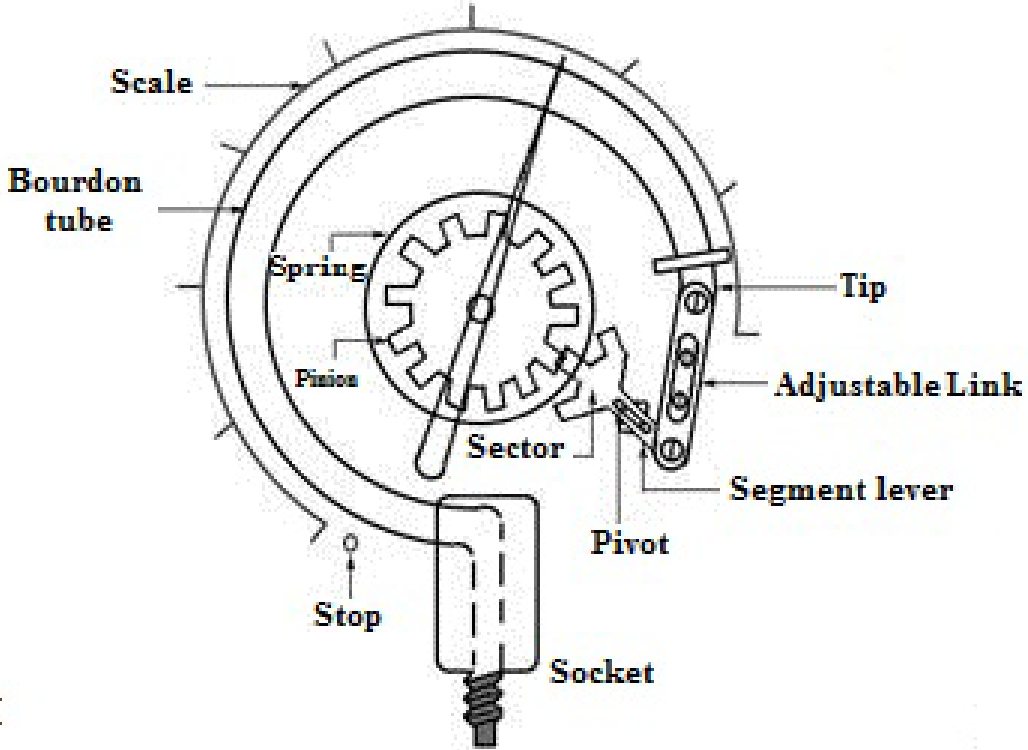
## แมนอมิเตอร์ (Manometer)

# ความดัน (Pressure)

## 2. เกจวัดความดัน (pressure gauge)

เกจวัดความดัน ส่วนมากไม่ได้บรรจุของเหลวอยู่ภายใน มักจะทำเป็นลักษณะเกลียวไว้สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่จะตรวจวัด ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน สามารถถอดออกได้ง่าย โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ แบบขอสปริง แบบกล่องโลหะลูกฟูก และแบบแผ่นไดอะแฟรม

# เกจวัดความดันแบบขอสปริง (Bourdon Pressure gauge)



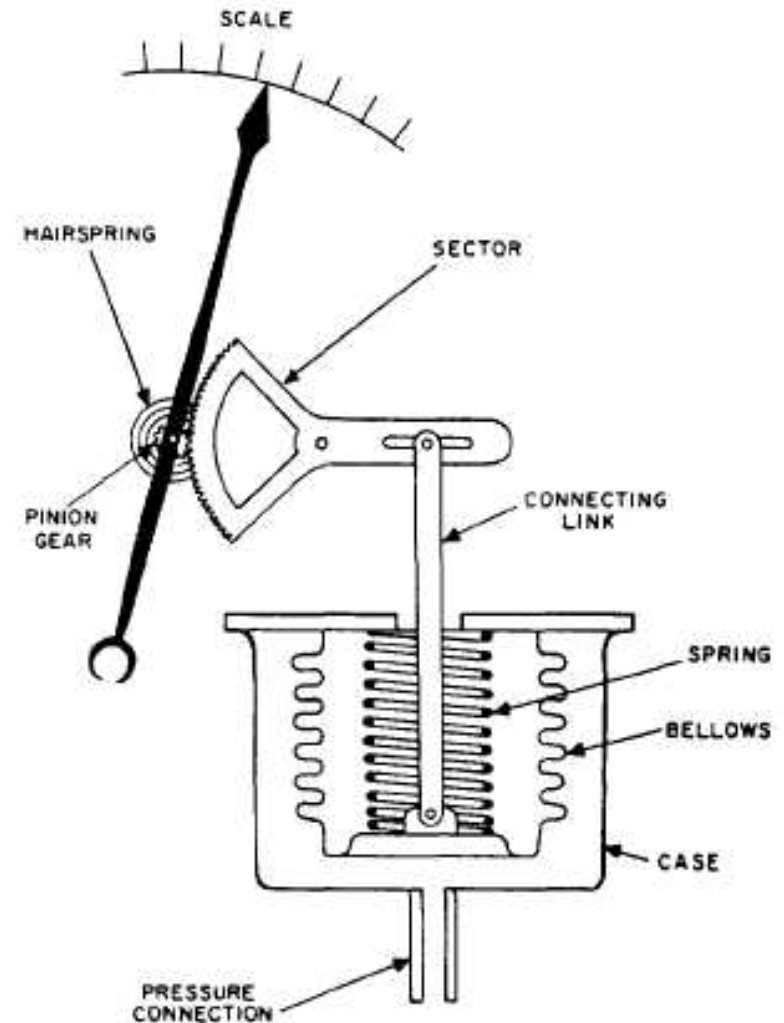
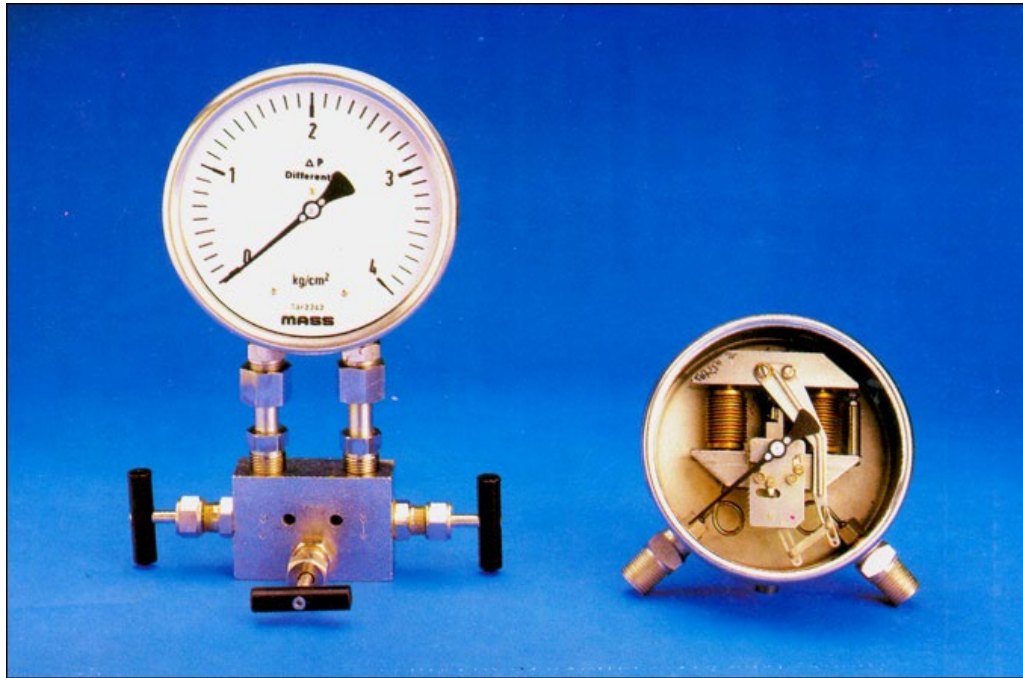
**Bourdon Tube Pressure Gauge**

[http://www.wika.us/upload/WIKA\\_Thumbnails/Product-Detail-Large/PIC\\_PR\\_21X\\_54\\_en\\_us\\_62613.jpg.png](http://www.wika.us/upload/WIKA_Thumbnails/Product-Detail-Large/PIC_PR_21X_54_en_us_62613.jpg.png)

[http://ecoursesonline.iasri.res.in/pluginfile.php/4043/mod\\_resource/content/1/Lesson\\_19.htm](http://ecoursesonline.iasri.res.in/pluginfile.php/4043/mod_resource/content/1/Lesson_19.htm)

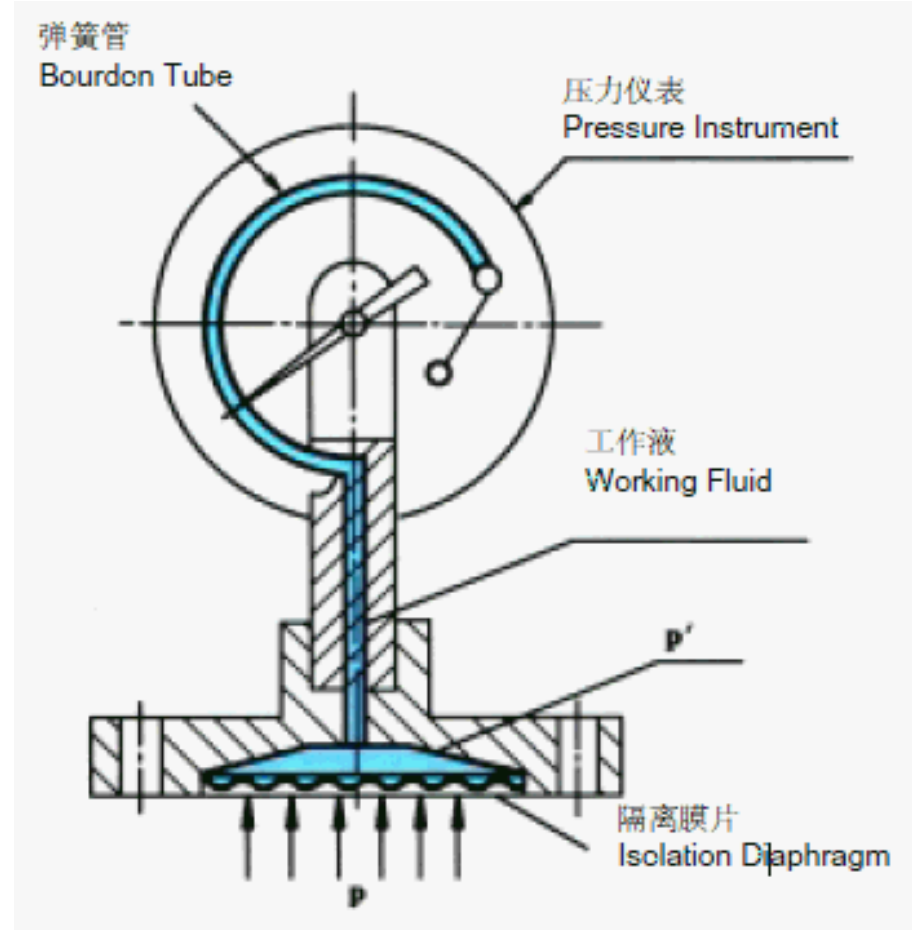
# เกจวัดความดันแบบกล่องโลหะลูกฟูก

( Bellow Pressure gauge)



<http://www.powertechin.com/Bellow-Differential-Pressure-Gauges.html>

# เกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pressure gauge)



<http://www.instrumentation.co.za/8522a>

<http://instrumentationandcontrollers.blogspot.com/2010/10/elastic-diaphragm-gauges.html>

# ความดัน (Pressure)

## ความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure: $P_{abs}$ )

เราสามารถหาค่าความดันสัมบูรณ์ได้จากสมการต่อไปนี้

ในกรณีที่ความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดสุญญากาศมีค่าเป็นบวก

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} + \text{ความดันเกจ}(P_g) * \dots\dots\dots(1)$$

ในกรณีที่ความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดสุญญากาศมีค่าเป็นลบ

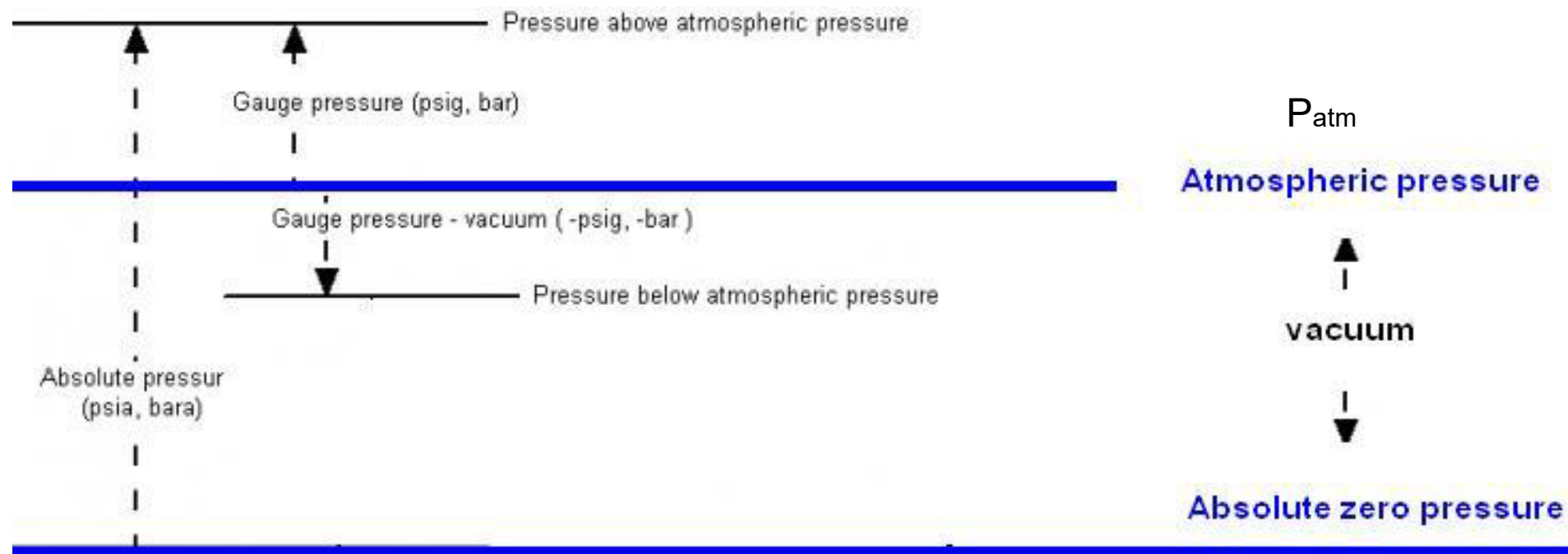
$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} - \text{ความดันเกจ}(P_g) - \dots\dots\dots (2)$$

### \*โดยที่\*

- ความดันสัมบูรณ์ คือ ความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่สุญญากาศสัมบูรณ์ ใช้ตัวย่อ  $P_{abs}$
- ความดันบรรยากาศ คือ ค่าความดันที่บรรยากาศ มีค่า 1.013 บาร์ (ระบบ SI) หรือ 1.033 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (ระบบเมตริก) และ 14.7 ปอนด์ / ตารางนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ใช้ตัวย่อ  $P_{atm}$
- ความดันเกจ คือ ความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ตัวย่อ  $P_g$

# ความดัน (Pressure)

ความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure:  $P_{abs}$ ) = ความดันบรรยากาศ ( $P_{atm}$ ) + ความดันเกจ ( $P_g$ )



# อุณหพลศาสตร์

ในวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ ต้องใช้ความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure:  $P_{abs}$ ) แทนค่าในสูตรเสมอ ทั้งนี้เพราะของไหลทุกชนิด ที่อยู่ในบรรยากาศปกติ ถูกกระทำโดยความดันจำนวนหนึ่ง คือความดันบรรยากาศ

บริเวณที่สูงจากผิวโลก ความดันบรรยากาศจะลดลง และจุดเดือดของน้ำจะมีอุณหภูมิลดลงด้วย ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้ ที่ความดันปกติ (1 atm) น้ำเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส แต่ถ้าความดันลดลง 27 mmHg อุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำจะลดลง 1 องศาเซลเซียส และที่ความสูงเพิ่มขึ้น 11 m. ความดันจะลดลง 1 mmHg.



