

Theory of Pressure

한국 플루크 이석태

압력 이란?

단위 면적 당 받는 힘의 크기

$$P = (\text{Mass. Gravity}) / A$$

압력은 무엇으로 부터 발생 하는가?

유체의 물리량

유체란?

우리가 살고 있는 세상은 유체로 가득차 있으며, 유체 없이는 어떤 기능도 할 수 없다.

- 흐를 수 있는 물질
- 용기에 담을 수 있는 물질
- 가스
- 액체

유체의 특성을 이해해야 하는 이유?

- 유체의 특성을 앎으로서 압력의 기본이론을 쉽게 이해 할 수 있음
- 예를 들면, 유체는 자유롭게 움직일 수 있으며, 열의 변화에 따라 다르게 반응할 수 있다.

이상기체 방정식:

$$PV = nRT$$

P = 압력

V = 부피

n = 기체의 몰수

R = 기체 상수

T = 온도

파스칼의 법칙 states:

밀폐된 용기 속에 담겨 있는 한쪽 부분에 주어진 압력은 그 세기에는 변함 없이 같은 크기로 액체의 각 부분에 골고루 전달된다



보일의 법칙 states:

유체의 양이 일정할때, 부피와 압력과의 상관관계

$$V_1 P_1 = V_2 P_2$$

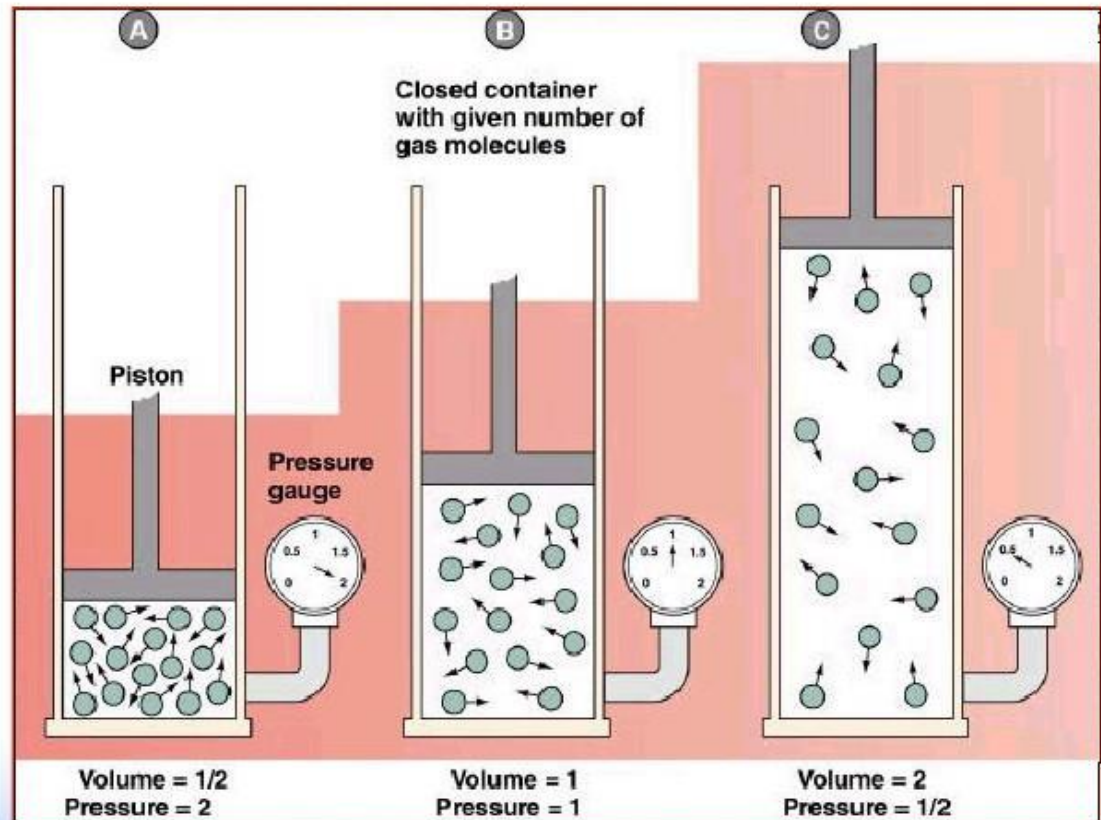
Theory of Pressure

FLUKE

Calibration

보일의 법칙 states:

$$V_1 P_1 = V_2 P_2$$



샤를의 법칙 states:

유체의 양과 압력이 일정하고,
용적의 변화가 풍선과 같이 자유로울때,
온도와 부피와의 상관관계

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



게이-루삭의 법칙 states:

가스의 용적은 고정되어 있을 때, 온도와 압력의 상관 관계

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

Theory of Pressure

That is 이상 기체 방정식

$$PV = nRT$$

파스칼의 법칙

$$P = F / A$$

- 질량 (kg)
- 길이 (m)
- 시간 (s)

Theory of Pressure

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{F = m \cdot a}{A = \text{length}^2} \Rightarrow \frac{(\text{mass})(\text{acceleration})}{(\text{length})(\text{length})}$$
$$\Rightarrow \frac{(\text{kg})(\text{m}/\text{s}^2)}{(\text{m})(\text{m})} \Rightarrow \frac{\text{Newton}}{\text{m}^2} = \text{Pascal}$$

The base unit of pressure is the Pascal (“Pa”)

(101,325 Pa = 1 Atmosphere)

Theory of Pressure

FLUKE®

Calibration

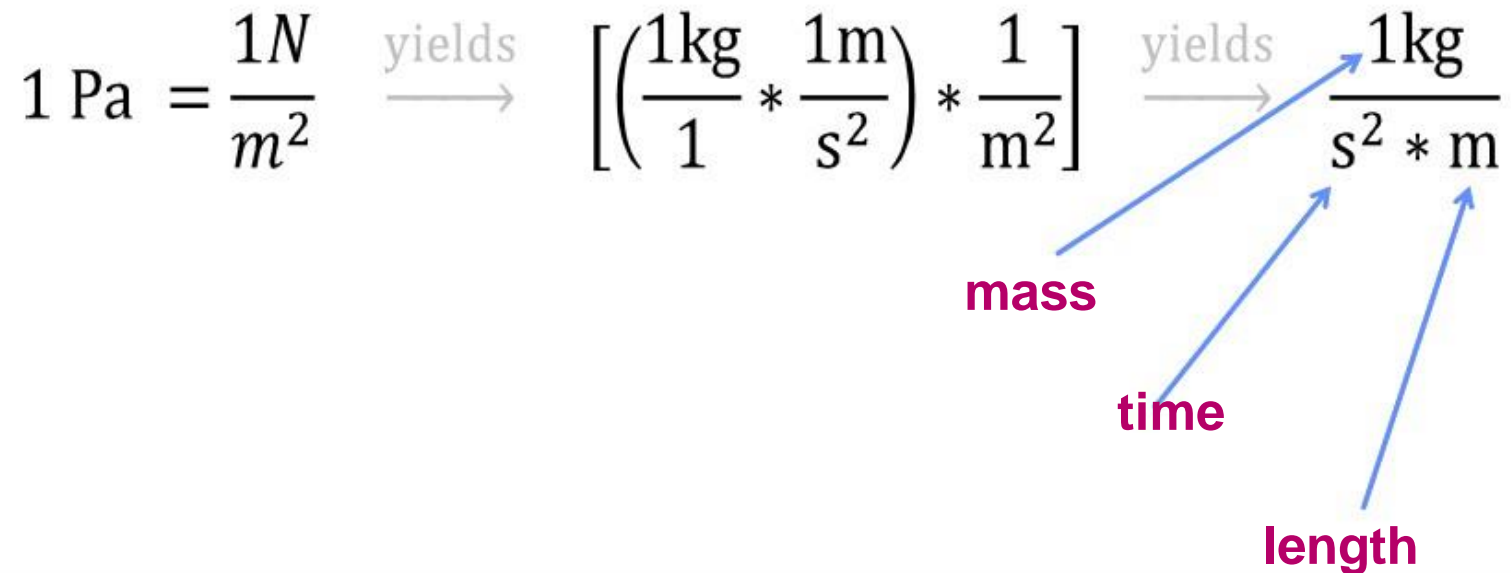
•100,000 Pa = 0.1MPa = 1 bar = 14.5psi

$$1 \text{ Pa} = \frac{1N}{m^2} \xrightarrow{\text{yields}} \left[\left(\frac{1\text{kg}}{1} * \frac{1\text{m}}{s^2} \right) * \frac{1}{m^2} \right] \xrightarrow{\text{yields}} \frac{1\text{kg}}{s^2 * m}$$

mass

time

length



또다른 방정식:

$$P = \rho g h$$

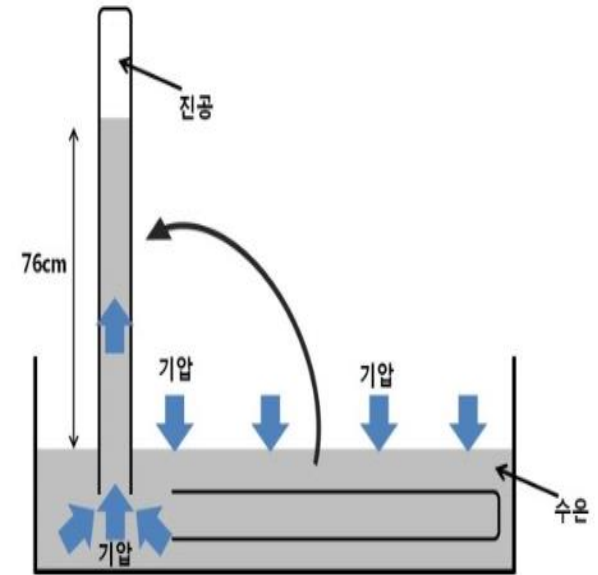
Where:

ρ
 g
 h

= 유체의 밀도

= 가속도

= 높이



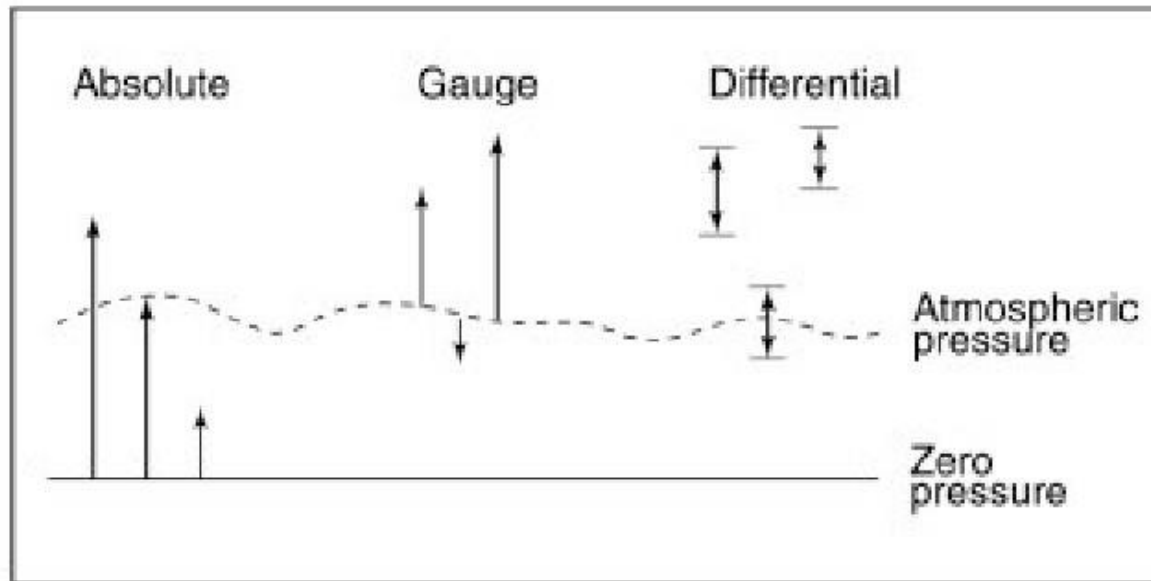
<토리첼리의 실험>

$$\frac{\text{Force}}{\text{Area}} = P = \rho gh$$

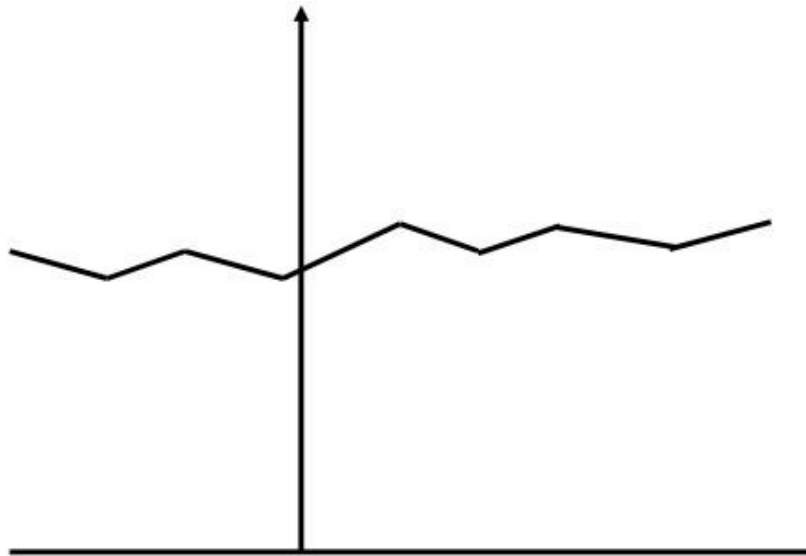
압력을 나타내는 동일한 식으로 단위에 따라 다르게 사용

압력 측정 모드

모든 압력은 다른 두 곳의 압력의 차이를 나타낸다



절대압



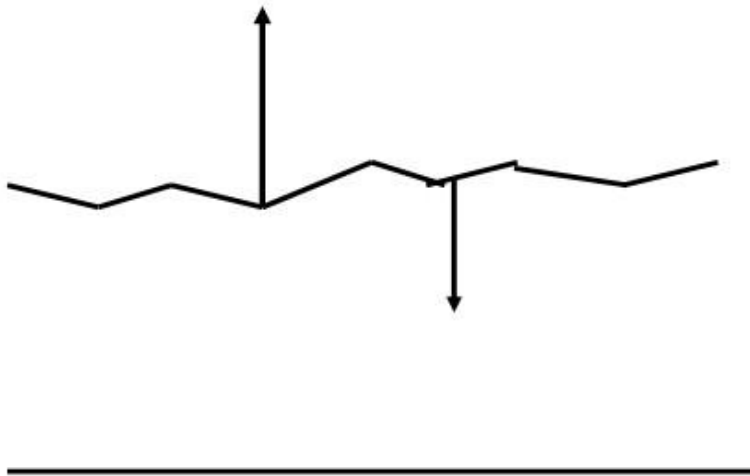
Atmospheric Pressure

- **Atmospheric pressure** is almost always quantified in terms of Absolute pressure.
- $P_{ATMS,Std} = 101.325 \text{ kPa}$

Vacuum

절대압과 대기압

게이지압



Atmospheric Pressure

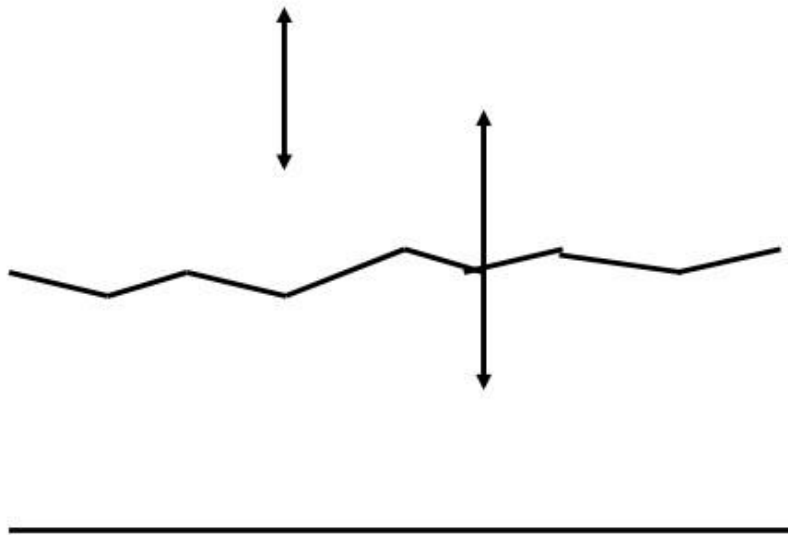
- $P_{ATMS, Std} = 101.325 \text{ kPa}$
- $P_{GAUGE, Std} = 0 \text{ kPa}$

Vacuum

양압과 진공압

Theory of Pressure

차압



Atmosphere Pressure

- $dP = P_{HIGH\ Test} - P_{LOW\ Ref}$

Vacuum

차압

사양

사양을 표기하는 방식.

- **Percent of Full Scale'**
- **'Percent of Reading'**
- **"Mixed"**

Understanding Accuracy Terms

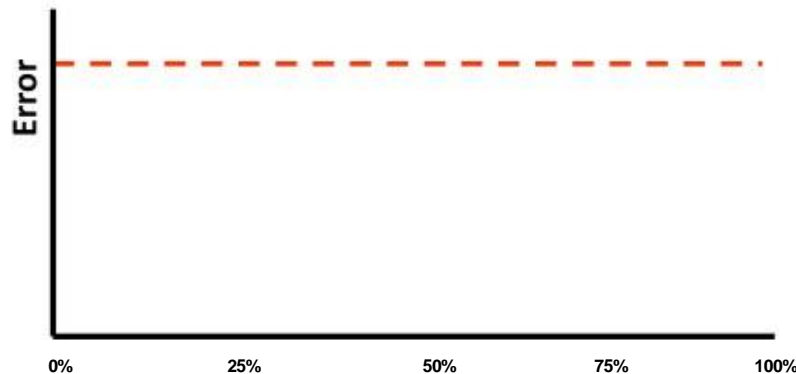
FLUKE

Calibration

Specifications

Percent of Full Scale:

- 전체 범위에 동일한 Errors



Instrument Span	Accuracy: 0.5% of Full Scale		
%Span	Pressure	Errors	% Error
100%	2000	10	0.50%
90%	1800	10	0.56%
80%	1600	10	0.63%
70%	1400	10	0.71%
60%	1200	10	0.83%
50%	1000	10	1.00%
40%	800	10	1.25%
30%	600	10	1.67%
20%	400	10	2.50%
10%	200	10	5.00%

Understanding Accuracy Terms

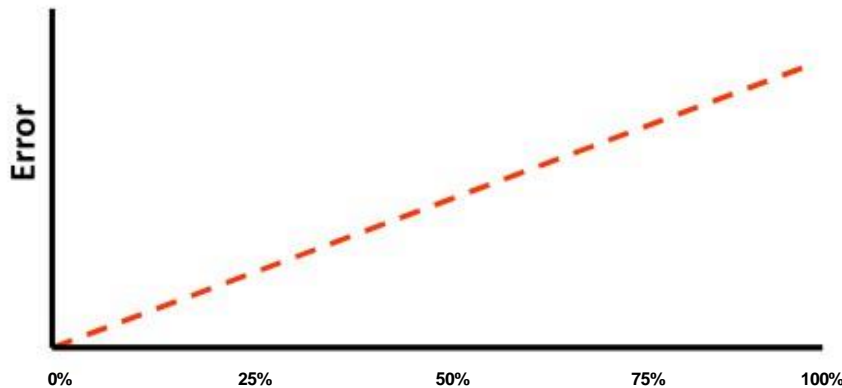
FLUKE

Calibration

Specifications

Percent of Reading:

•측정 구간에 따라 다른 Errors.



Instrument Span		Accuracy: 0.5% of Reading	
%Span	Pressure	Errors	% Error
100%	2000	10	0.50%
90%	1800	9	0.50%
80%	1600	8	0.50%
70%	1400	7	0.50%
60%	1200	6	0.50%
50%	1000	5	0.50%
40%	800	4	0.50%
30%	600	3	0.50%
20%	400	2	0.50%
10%	200	1	0.50%

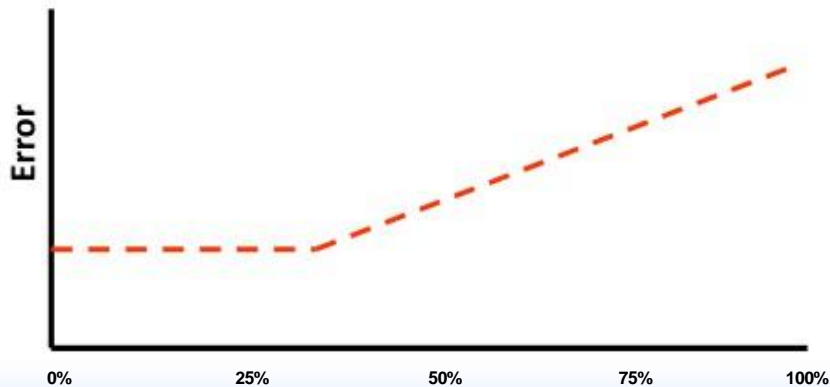
Understanding Accuracy Terms

FLUKE

Calibration

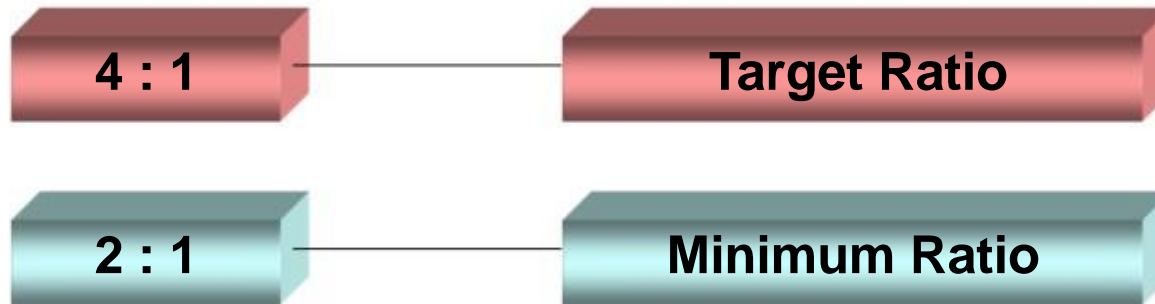
Specifications

Mixed : 범위에 따라 각각 다르게 적용



Instrument Span Accuracy: Mixed % Reading + % FS			
%Span	Pressure	Errors	% Error
100%	2000	10	0.50%
90%	1800	9	0.50%
80%	1600	8	0.50%
70%	1400	7	0.50%
60%	1200	6	0.50%
50%	1000	5	0.50%
40%	800	4	0.50%
30%	600	3	0.50%
20%	400	3	0.75%
10%	200	3	1.50%

General Recommended Accuracy Ratio (AR)



교정기와 피교정기와의 정확도 비율

교정 시스템의 구성요소:

1. 피교정 장비(DUT)
2. 참조용 압력 측정 장치
3. 압력 발생 소스 및 장치 Pressure supply/generation
4. 압력 조절 장치
5. 압력 튜빙, 피팅, 용기
6. 데이터 측정 시스템
7. Computer

Pressure Calibration System

기본 압력 교정 시스템



유압 vs 공압



공압:

1. 압축성이 좋음 : 높은 압력 범위에서 컴프레셔 필요, 저장과 발생에 많은 에너지 필요
2. 공기의 특성상 깨끗하게 사용
3. 일반적으로 10MPa 범위에서 사용
4. 고압 범위에서의 위험성

Pressure Calibration System

FLUKE
Calibration

유압 vs. 공압



유압 :

1. 깨끗하지 않음, 오일의 오염
2. 안전하게 사용
3. 10MPa 이상에서 사용

Pressure Gauges



Pressure Transducers





Pressure Transmitters

- **Note:** Most of the units are located throughout the hazardous areas of the plant and they are required to be intrinsic safe
- **Common brands:**
 1. Emerson Rosemont E.g Rosemount 3051 Pressure
 2. Endress and Hauser (E&H)
 3. Yokogawa
 4. Vega

Q & A

감사합니다.