



2020 학년도 2 학기

화학공업과

**화공양론**

담당교수 : 김경호

제 4 주차 2차시



**DIT** 동의과학대학교  
DONG-EUI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# [수업 목표]

1. 압력과 유속에 대해 학습해 봅시다.

# “압력(Pressure)” 이란 무엇일까요?

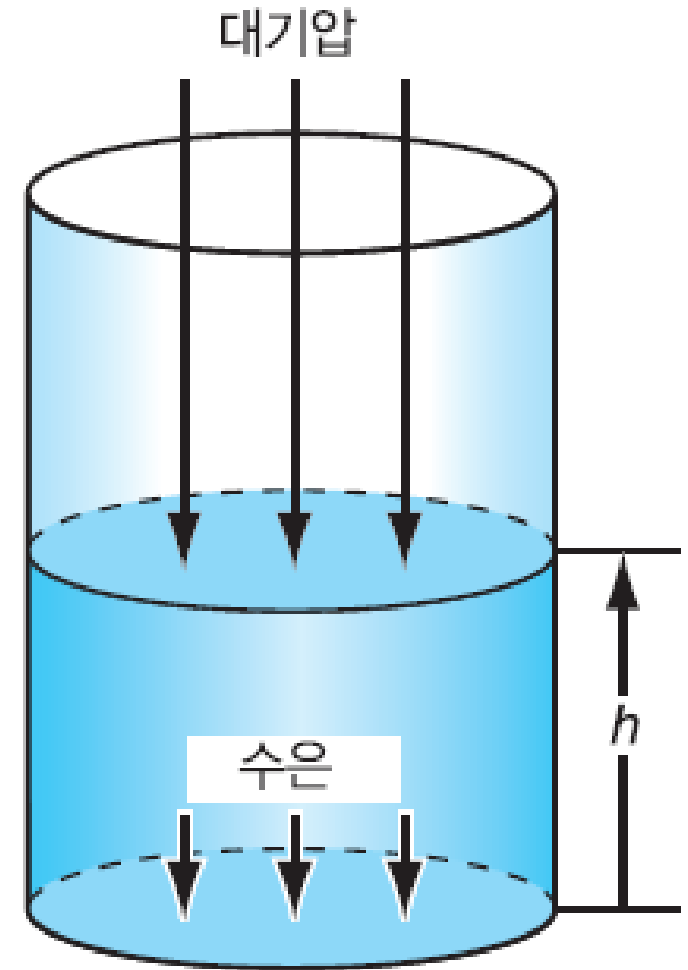
## 1. 정의

: 단위면적당 수직으로 작용하는 힘

## 2. 단위

:  $\text{N/m}^2$  or  $\text{lb}_f/\text{in}^2$

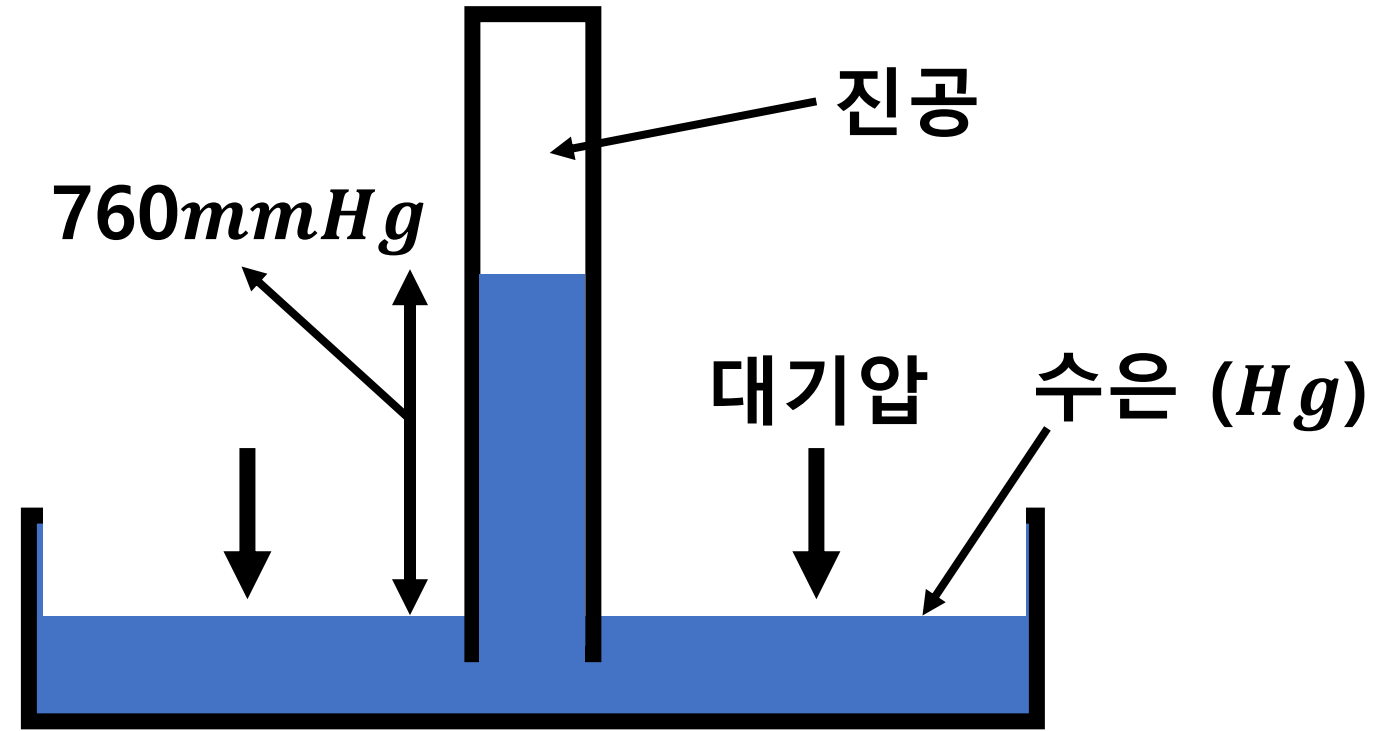
## 3. 절대





Evangelista Torricelli  
(1608~1647)

이탈리아 수학자, 물리학자



$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 101,325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = \frac{1 \text{ kg m/s}^2}{1 \text{ m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$$

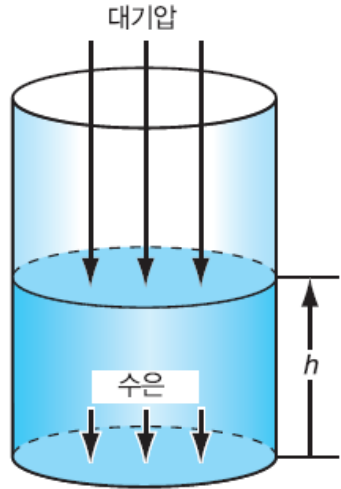
## [여러가지 압력 단위 및 환산계수]

압력 단위	환산계수
bar	1.013 bar = 1 atm
kPa	101.3 kPa = 1 atm
Torr	760 Torr = 1 atm
mm Hg	760 mm Hg = 1 atm
in. Hg	29.92 in. Hg = 1 atm
ft H <sub>2</sub> O	33.94 ft H <sub>2</sub> O = 1 atm
in. H <sub>2</sub> O	407 in. H <sub>2</sub> O = 1 atm
psi	14.69 psi = 1 atm

## [여러가지 압력 변환식]

$$p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} + p_0 = \frac{mgh}{Ah} + p_0$$

$$p = \frac{mgh}{V} + p_0 = \rho gh + p_0$$



$p_0$ : 유체기둥의 꼭대기에 미치는 압력  $p$ : 유체 기둥의 바닥에 미치는 압력

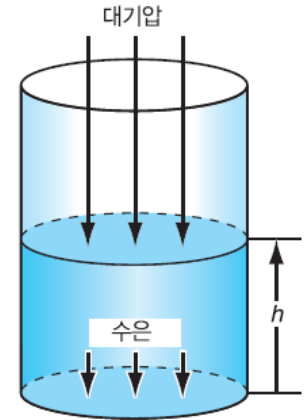
$\rho$ : 유체밀도,  $m$ : 질량,  $g$ : 중력가속도,  $V$ : 부피,  $A$ : 면적,  $h$ : 높이

정지유체가 단면의 넓이  $1\text{cm}^2$ , 높이  $50\text{cm}$ 인 수은 기둥이라 하자.  
수은의 밀도가  $13.55\text{ g/cm}^3$  라 하면 이 수은 기둥 자체가 바닥에  
미치는 힘은...?

$$F = mg = \rho V g$$

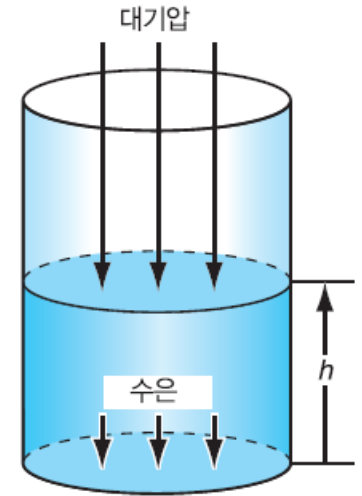
$F =$	$\frac{13.55\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2}$	$\frac{50\text{cm}}{\text{cm}^3}$	$\frac{1\text{cm}^2}{\text{cm}^3}$	$\frac{1\text{kg}}{1000\text{g}}$
-------	-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

$$F = 6.6395 \frac{(\text{kg})(\text{m})}{\text{s}^2} = 6.64\text{ N}$$



이 기둥의 바닥면에 미치는 압력은 수은의 압력과 수은 위의 대기압을 더한 것과 같다.

$$p = \frac{F}{A} + p_0 \quad \frac{F}{A} = \frac{6.64N}{1cm^2} \quad \frac{(100cm)^2}{1m^2}$$



$$\frac{F}{A} = 6.64 \times 10^4 \text{ N/m}^2 = 6.64 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p = \frac{F}{A} + p_0 = 66.4 \text{ kPa} + p_0$$



절대압력 (psia)

= 게이지 압력 (psig) + 대기압

진공도 = 대기압 - 절대압력

표준 대기압(Standard Atmosphere)

: 표준 중력장에서 1atm으로

정해진 압력

대기압 : 변동값. 기압계로 측정.

### 예제 2.23

### 압력 환산

그림 E2.23과 같이 소다수 제조용 CO<sub>2</sub> 탱크의 압력계가 51.0 psi를 가리키고 있다. 기압은 28.0 in. Hg이다. 이 탱크의 절대압력(psia)을 구하라.

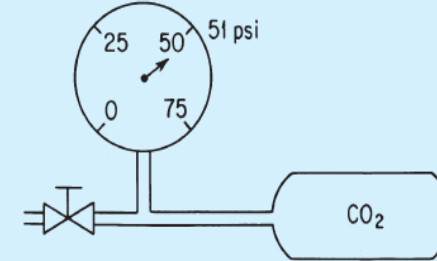


그림 E2.23

### >풀이

먼저 문제를 잘 읽고 환산계수를 사용하여 원하는 답을 구한다. 그림 E2.23을 살펴보면 이 계는 탱크와 압력계 연결선으로 되어 있다. 압력계가 절대압력인지, 게이지 압력인지를 제외하고 필요한 모든 데이터는 알고 있다. 어떻게 생각하는가? 압력계를 psia가 아닌 psig로 보는 것이 더 적절한가? 적어도 이 문제에 대해서는 그렇다고 가정하자. 같은 단위로 표현되면 절대압력은 게이지 압력과 대기압의 합이다. 덧셈이나 뺄셈을 하기 전에 단위를 동일하게 해야 한다. 먼저 psia를 사용하자. 기압을 psia 단위로 환산한다.

$$\frac{28.0 \text{ in. Hg}}{29.92 \text{ in. Hg}} \times \frac{14.7 \text{ psia}}{1} = 13.76 \text{ psia}$$

따라서 탱크의 절대압력은 다음과 같다.

$$51.0 + 13.76 = 64.8 \text{ psia}$$

## 예제 2.24

## 진공도

생쥐와 같은 작은 동물은 20 kPa(절대) 정도의 낮은 압력에서도 힘이 들기는 하겠지만 목숨을 부지할 수 있다. 그림 E2.24에서 보듯이 탱크에 연결된 수은 마노미터의 읽음이 64.5 cm Hg이고 기압은 100 kPa이다. 탱크 안의 생쥐가 살아 있을까?

## 풀이

먼저 문제를 잘 읽는다. 마노미터 왼팔의 액면이 대기 중에 개방된 오른팔의 액면보다 높으므로 탱크 안의 압력은 대기압보다 낮다는 것을 알 수 있다. 따라서 절대압력을 구하려면 대기압에서 64.5 cm Hg를 빼야 한다.

온도에 따른 수은의 밀도 변화를 무시하고 마노미터 유체 상부의 기체 밀도 역시 무시한다. 기체의 밀도는 수은의 밀도에 비해 아주 작기 때문이다. 탱크 안의 압력이 기압보다 64.5 cm Hg만큼 낮으므로 탱크 안의 절대압력은 다음과 같다.

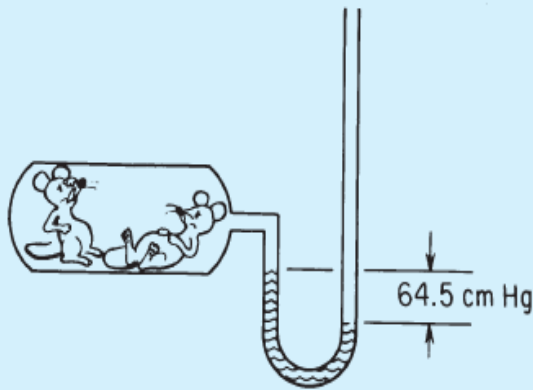


그림 E2.24

$$\begin{aligned}
 p_{\text{absolute}} &= p_{\text{atmospheric}} - p_{\text{vacuum}} = 100 \text{ kPa} - \frac{64.5 \text{ cm Hg}}{76.0 \text{ cm Hg}} \left| \frac{101.3 \text{ kPa}}{76.0 \text{ cm Hg}} \right. \\
 &= 100 - 86 = 14 \text{ kPa absolute}
 \end{aligned}$$

## 예제 2.25 압력차 계산

그림 E2.25와 같이 오리피스를 통해 원관 안에 흐르는 물의 유량을 구하기 위해 마노미터를 설치하여 오리피스 판 양쪽의 압력차를 측정한다. 압력강하(압력차)로부터 유량을 검량할 수 있다. 그림 E2.25의 마노미터 눈금으로부터 압력차( $p_1 - p_2$ )를 파스칼로 계산한다.

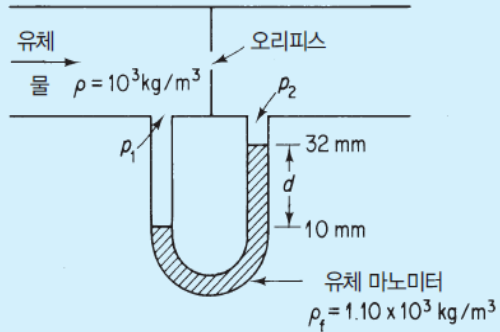


그림 E2.25

### > 풀이

이 예제에서는 마노미터 유체 상부 물의 밀도를 무시할 수 없다. 마노미터의 두 팔에서 마노미터 유체 상부의 유체 밀도가 같으므로 식 (2.11)이나 식 (2.12)를 이용한다. 계산 기준으로 그림 E2.25의 정보를 사용한다.

$$\begin{aligned}
 p_1 - p_2 &= (\rho_f - \rho)gd \\
 &= \frac{(1.10 - 1.00)10^3 \text{ kg}}{\text{m}^3} \left| \frac{9.807 \text{ m}}{\text{s}^2} \right| \left| \frac{(22)(10^{-3}) \text{ m}}{1} \right| \left| \frac{1 \text{ (N)(s}^2\text{)}}{(\text{kg})(\text{m})} \right| \left| \frac{1(\text{Pa})(\text{m}^2)}{1 \text{ (N)}} \right| \\
 &= 21.6 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

답을 검산한다. 물의 밀도를 무시할 경우의 오차는 어느 정도인가?

이번 주 수업은  
여기서 마치도록 하겠습니다...  
수고 많으셨습니다...^^

# 감사합니다

---

