به نام پروردگار یکتا

موازنه مواد و انرژی

(جلسه سوم)

مدرس: عباسی

دانشکده فنی شهید رجایی شیراز

فشار (Pressure): نیروی عمودی وارد شده بر واحد مساحت سطح است.

$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{SI} [P] = \frac{N}{m^2} = Pa \text{ (پاسکال)}$$

* تبدیل یکاهای فشار که باید به خاطر سپرده شوند:

$$1\ atm = 101.3\ kPa = 101325\ Pa = 14.7\ psi = 1\ Torr = 760\ mmHg = 76\ cmHg$$

$$1\ bar = 10^5\ Pa$$

$$\left.\begin{aligned} 1\ psf &= 1\ \frac{lbf}{ft^2} \\ 1\ psi &= 1\ \frac{lbf}{in^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow 1\ psi = 1\ \frac{lbf}{in^2} \times \left(\frac{12\ in}{1\ ft}\right)^2 = 144\ \frac{lbf}{ft^2} = 144\ psf$$

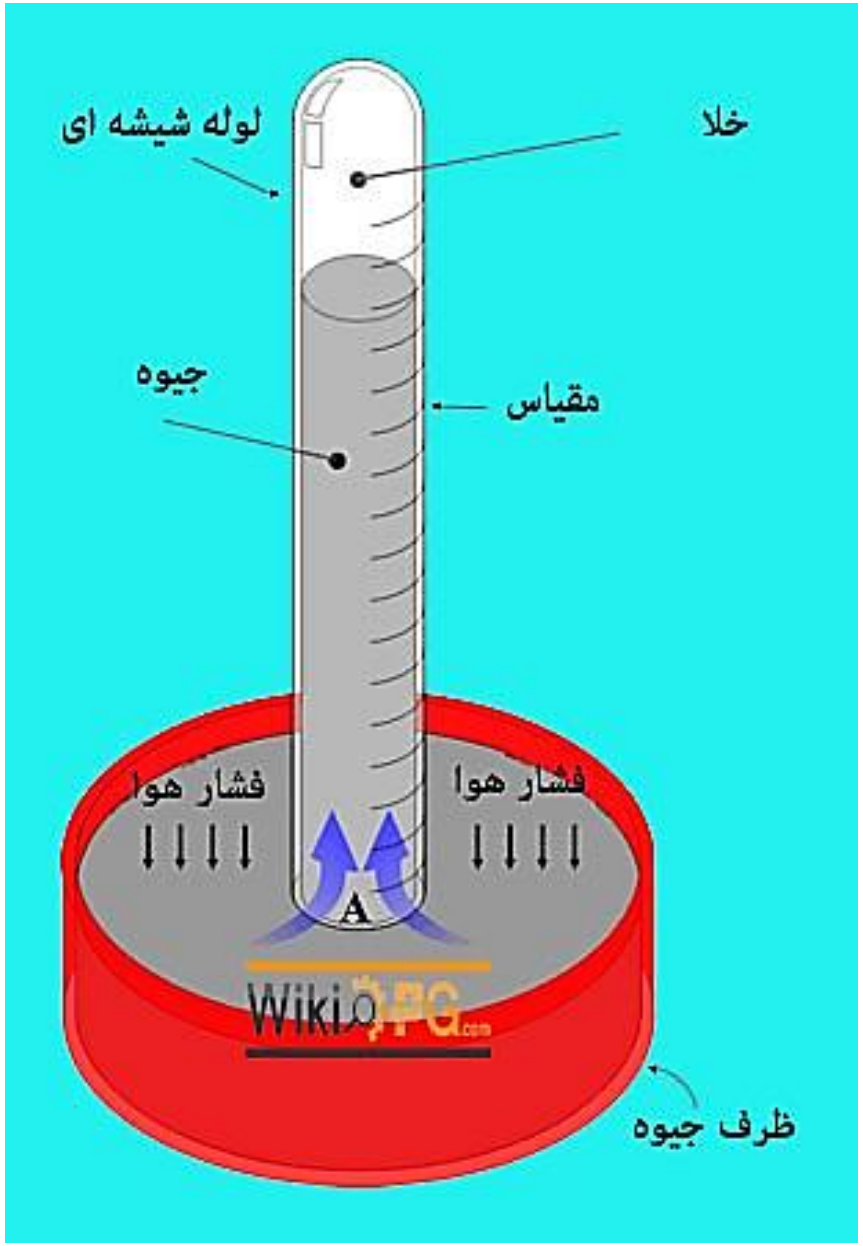
* دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار:

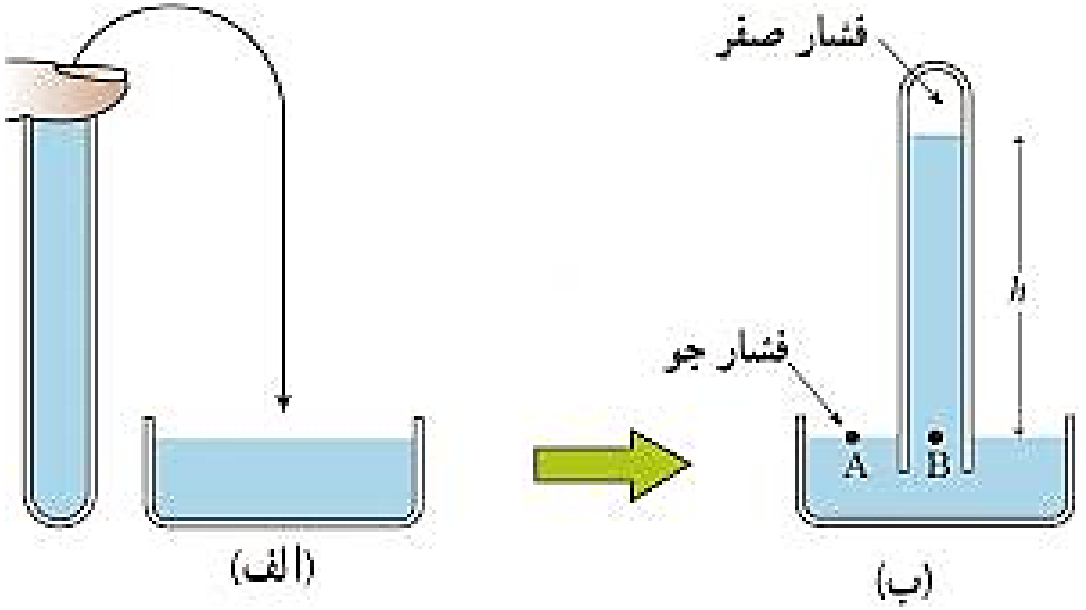
۱- بارومتر (Barometer): برای اندازه‌گیری فشار هوا به کار می‌رود:

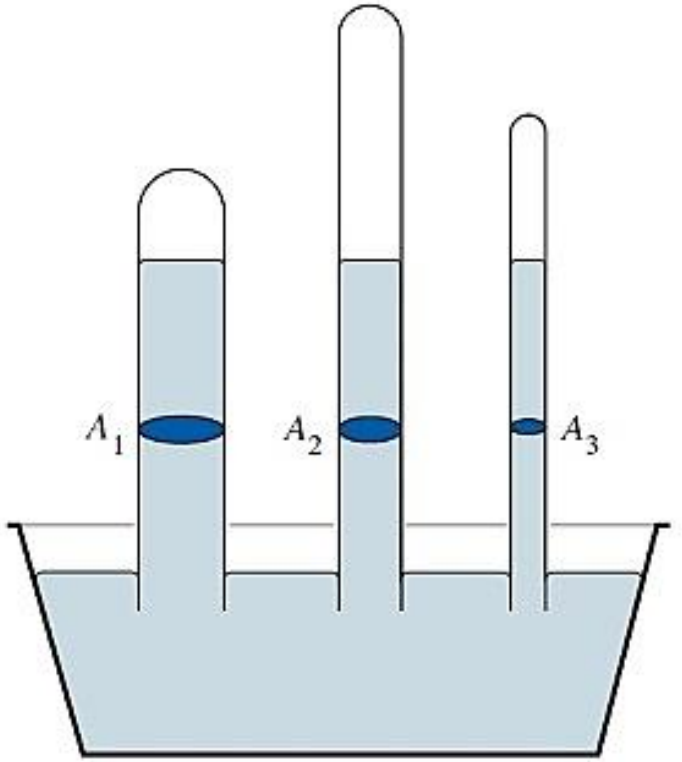
$$\Delta P = \frac{\rho g h}{g_c} \quad , \quad \rho_{\text{جیوه}} = 13600 \ \frac{kg}{m^3}$$

در سطح دریا $\Rightarrow h = 760 \ mm \Rightarrow \Delta P = 760 \ mmHg$

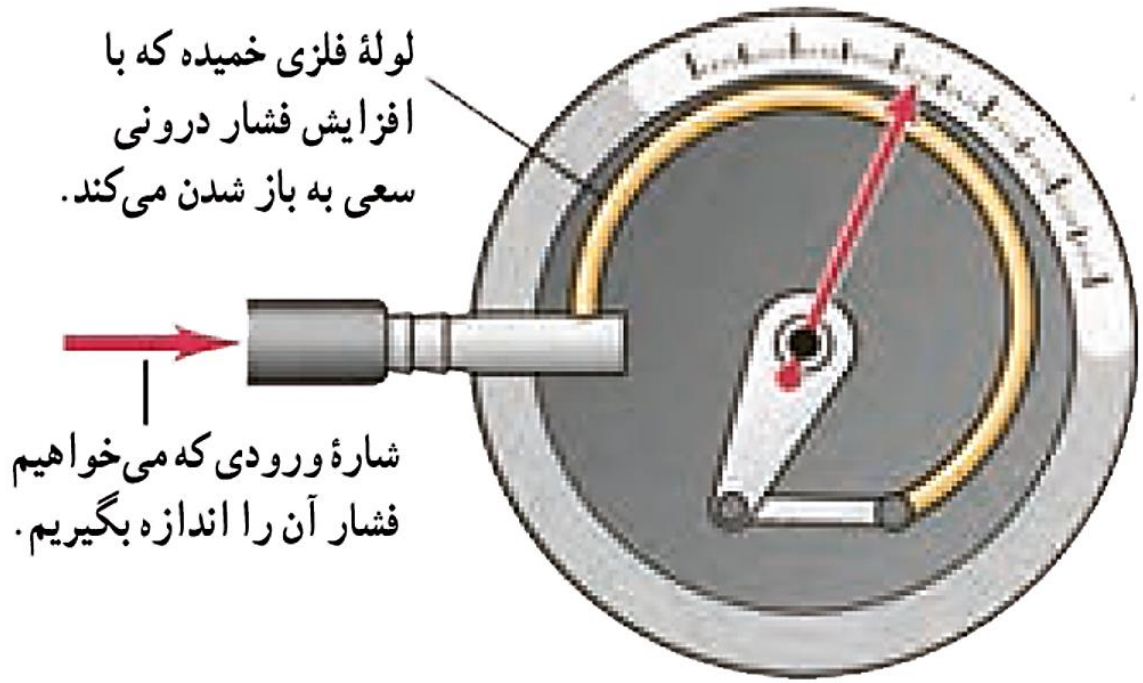
یعنی اگر درون لوله، جیوه باشد، ارتفاع جیوه در لوله 760mm خواهد بود که نشان دهنده‌ی فشار هوای محیط است.


لوله شیشه ای
خلا
جیوه
مقیاس
فشار هوا
فشار هوا
A
ظرف جیوه

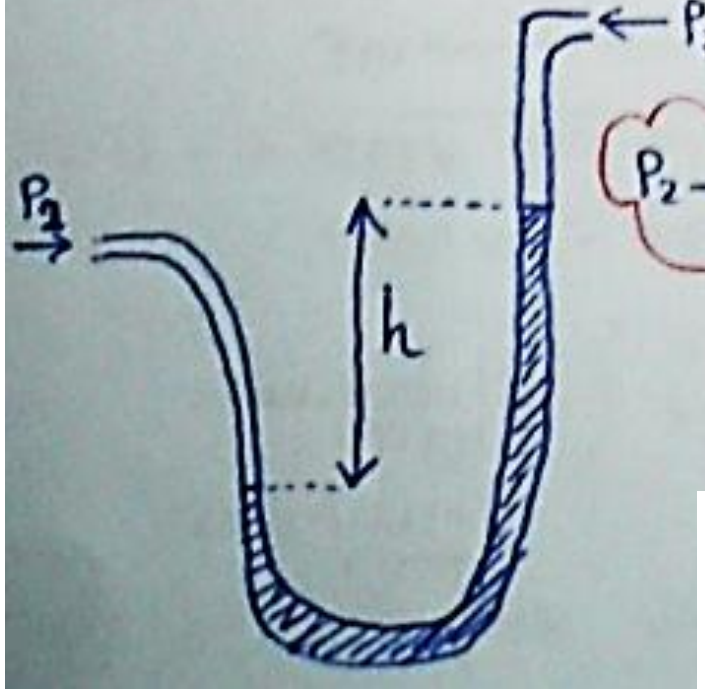

فشار صفر
h
فشار جو
A
B
(الف)
(ب)


A_1
A_2
A_3

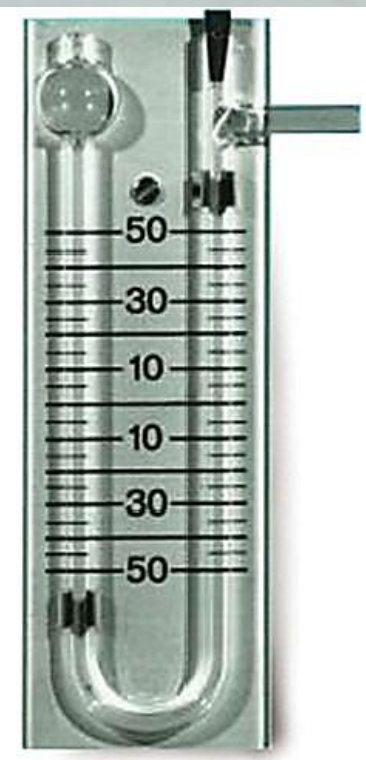
۲- فشارسنج‌های عقربه‌ای هستند که فشار مخزن را اندازه می‌گیرند.
Bourdon Gauge : فشارسنج‌های عقربه‌ای هستند که فشار مخزن را اندازه می‌گیرند.
↙ عددی که نشان می‌دهند، اختلاف فشار مخزن با فشار هوای محیط است.



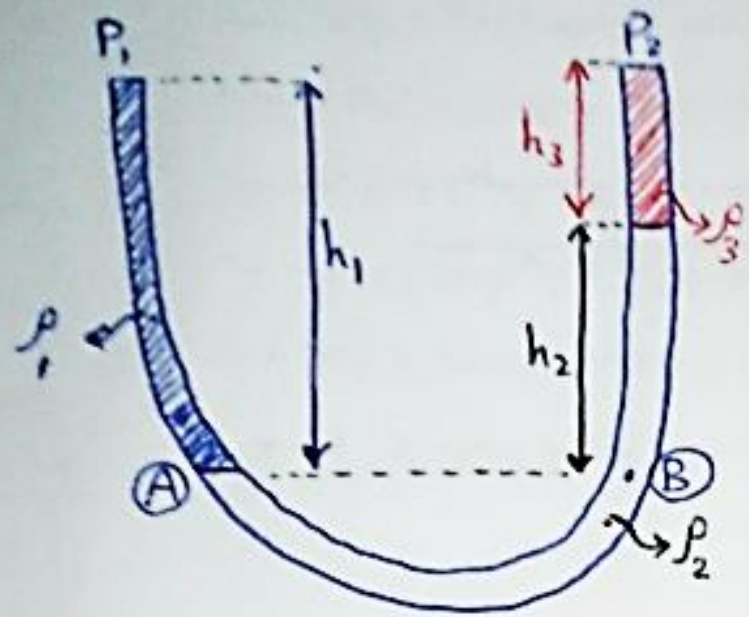
۳- مانومتر (Manometer): لوله‌ای U شکل است که اختلاف فشار میان دو شاخه‌ی آن به کمک ارتفاع سیال درون لوله و جگالی آن براساس رابطه‌ی روبه‌رو تعیین می‌شود.



$$P_2 - P_1 = \Delta P = \frac{\rho g h}{g_c}$$



حساب مانومتر



* وقتی یک مسئله ی مانومتر داریم می کنیم، یک نقطه ی مبدأ و مقصد مشخص می کنیم. از هر نقطه ای که شروع کردیم، فشار آن را یادداشت می کنیم. اگر به پایین حرکت کردیم، $\frac{\rho g h}{g_c}$ را با علامت مثبت و اگر به بالا حرکت کردیم، $\frac{\rho g h}{g_c}$ را با علامت منفی مثبت می کنیم. وقتی به مقصد رسیدیم، علامت $=$ را قرار داده و فشار مقصد را پس از آن مثبت می کنیم. سپس عبارات را ساده می کنیم.

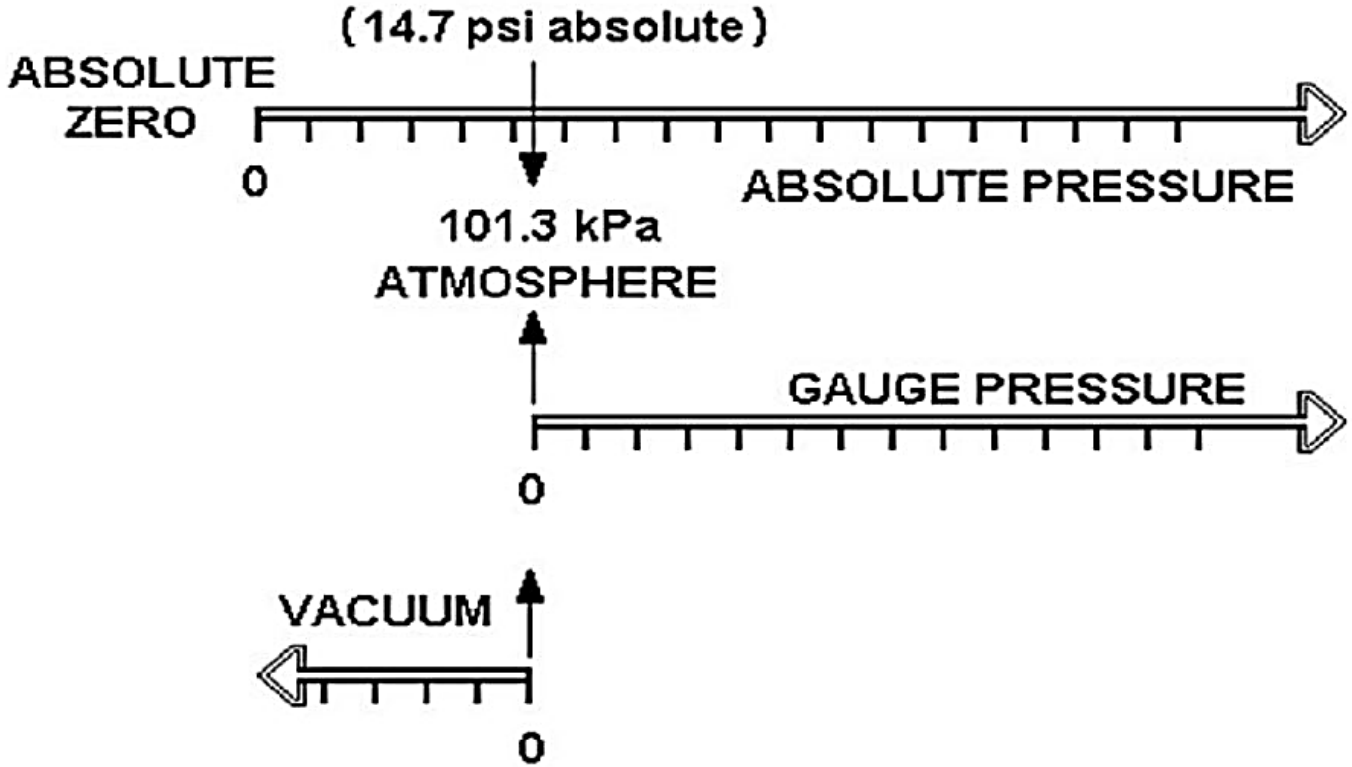
$$P_1 + \frac{\rho_1 g h_1}{g_c} - \frac{\rho_2 g h_2}{g_c} - \frac{\rho_3 g h_3}{g_c} = P_2 \Rightarrow \underbrace{P_2 - P_1}_{\Delta P} = \frac{\rho_1 g h_1}{g_c} - \frac{\rho_2 g h_2}{g_c} - \frac{\rho_3 g h_3}{g_c}$$

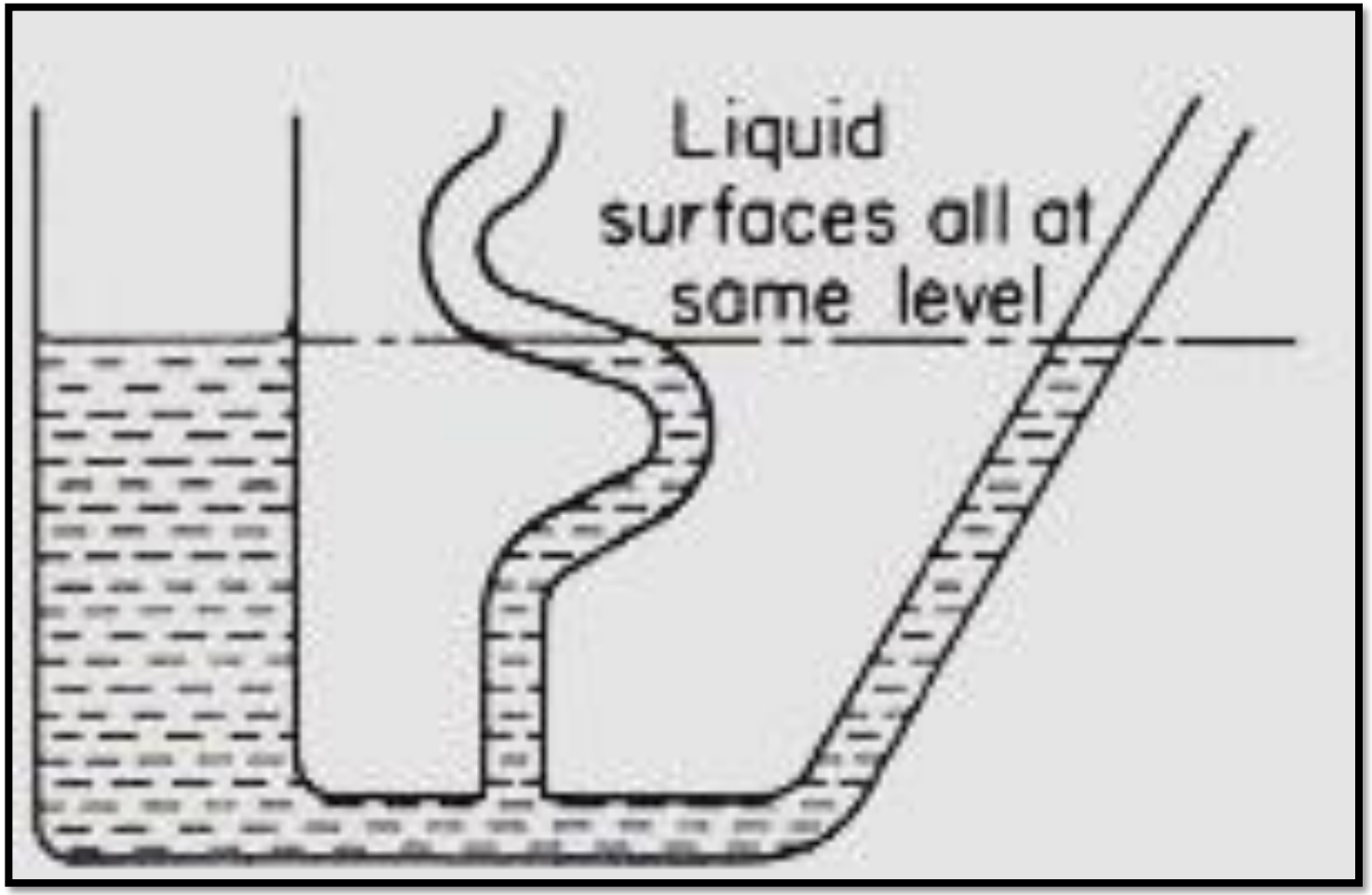
* دقت کنید که چون نقاط A و B هم ارتفاع هستند و یک نوع سیال آن ها را به هم وصل کرده است (سیال ۲) پس فشار برابری دارند.

$$\left.\begin{aligned} P_1 + \frac{\rho_1 g h_1}{g_c} &= P_A \\ P_2 + \frac{\rho_3 g h_3}{g_c} + \frac{\rho_2 g h_2}{g_c} &= P_B \end{aligned}\right\} \xrightarrow{P_A = P_B} P_1 + \frac{\rho_1 g h_1}{g_c} = P_2 + \frac{\rho_3 g h_3}{g_c} + \frac{\rho_2 g h_2}{g_c} \Rightarrow \text{رابطه ی قبل}$$

* انواع فشار
  - مطلق (absolute) : فشار نسبت به خلأ کامل است پس همیشه مثبت است.
  - فشار (gauge) : فشار نسبت به فشار اتمسفر یا هوا است پس فشارهای بین هوا و خلأ ، منفی می‌شوند.

$P_a = P_g + P_{هوا}$



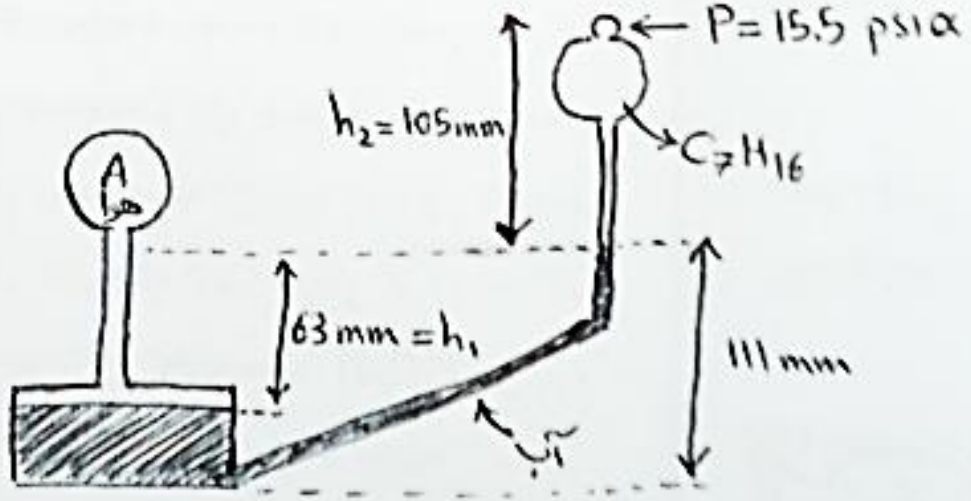


فشار در مایعات فقط تابع ارتفاع است (به شکل ظرف یا لوله وابسته نیست).
در شکل بالا، با وجود تفاوت در شکل ظاهری لوله ها و سطح مقطع آن ها، چون ارتفاع مایع (مایع پیوسته بین سه نقطه) در همه لوله ها برابر است (نقاط هم سطح یا هم ارتفاع)، پس فسار در سطح مایع در هر سه لوله برابر است.

مثال: در سیستم زیر، فشارسنج متصل به A را به دست آورید. چگالی هپتان $0.684\ g/cm^3$ است.

پاسخ:

اطلاعاتی که باید برانیم: $\begin{cases} \rho_{water} = 1\ g/cm^3 = 62.4\ \frac{lbm}{ft^3} \\ P_{atm} = 14.7\ psi \end{cases}$



$$P_A - \frac{\rho_w g h_1}{g_c} - \frac{\rho_H g h_2}{g_c} = P_H$$

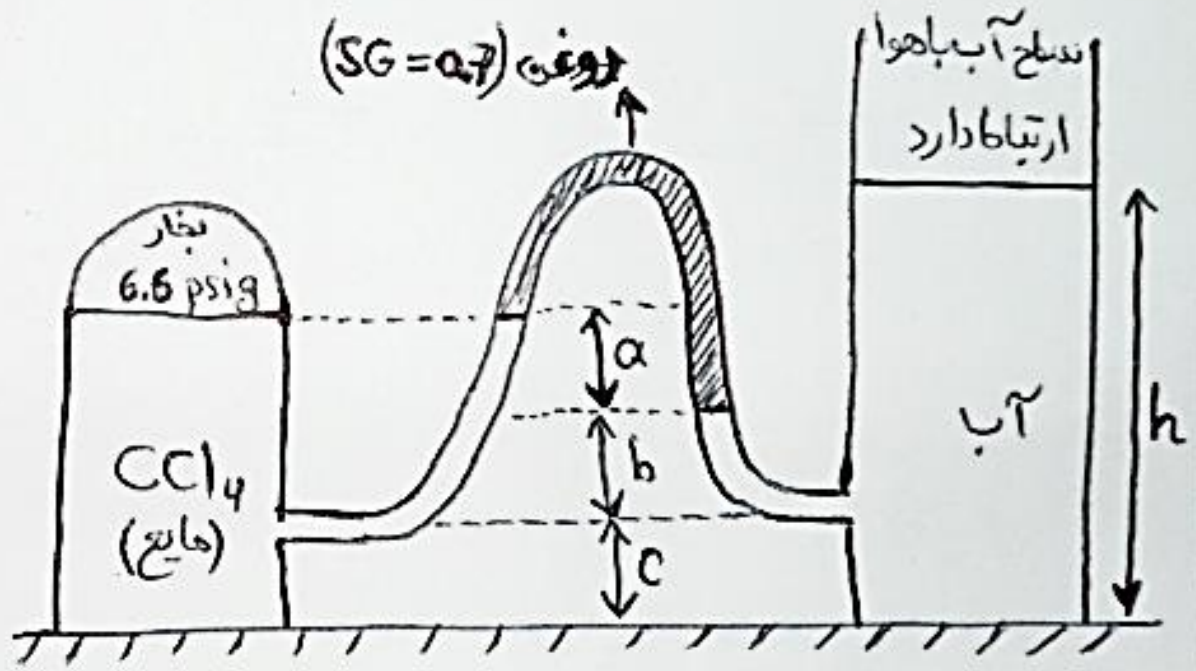
$$\Rightarrow P_A = P_H + \frac{\rho_w g h_1}{g_c} + \frac{\rho_H g h_2}{g_c}$$

$$\Rightarrow P_A = 15.5\ psia + \frac{g}{g_c}\left[\rho_w h_1 + \rho_H h_2\right] = 15.5\ psia + \frac{32.174\ \frac{ft}{s^2}}{32.174\ \frac{lbm \cdot ft}{lbf \cdot s^2}}\left[62.4\ \frac{lbm}{ft^3} \times 63mm \times \frac{1\ ft}{304.8\ mm}\right.$$

ادامه $\rightarrow \times \left(\frac{1\ ft}{12\ in}\right)^2 + 0.684\ \frac{g}{cm^3} \times \frac{1\ lbm}{454\ g} \times \left(\frac{2.54\ cm}{1\ in}\right)^3 \times 105\ mm \times \frac{1\ in}{25.4\ mm}\Big]$

$$\Rightarrow P_A = 15.691\ psia \quad \Rightarrow (P_A)_g = 15.691 - P_{atm} = 15.691 - 14.7 = 0.9916\ psig$$

تکلیف : در شکل زیر اگر $a = 7.5\ in$ ، $b = 12\ in$ و $c = 10\ in$ باشند ، ارتفاع آب در مخزن سمت راست چقدر باید باشد ؟ $(h=?)$



مهلت ارسال پاسخ: تا یک هفته پس از ارسال فایل تدریس

ارسال پاسخ به ایمیل:

a.abasi.eng2014@gmail.com

در عنوان ایمیل حتما "تکلیف سوم درس موازنه جرم و انرژی" نوشته شود.

نام فایل، نام دانشجو و شماره کلاس باشد.