

حيث : P (الضغط عند أي ارتفاع) , P_0 (الضغط الجوي عند سطح البحر) .

P_0 :

ρ_0 كثافة الهواء عند سطح البحر عند درجة الحرارة صفر مئوية والضغط الجوي النظامي.

نعوض في العلاقة (1-1-4) فنجد :

نجد أن ρ غير ثابتة ويمكن حسابها من العلاقة (1-1-8) :

نعوض قيمة ρ بهذه المعادلة :

نقسم هذه المعادلة على P ونضرب بـ dy تختصر المعادلة وتصبح على الشكل التالي :

نكامل العلاقة الأخيرة من قيمة 0 إلى y ومن اليسار من قيمة P_0 إلى الضغط P :

$$\ln \frac{\rho_0}{P_0} =$$

P

يتناقص الضغط مع الارتفاع y وبصورة أسية . وبما أن في أس العلاقة (1-1-10) جميع المقادير ثابتة فإن :

$$\frac{\rho_0}{P_0} \cdot g = 1.$$

وعندما $P = P_0/2$ يكون :

1-1-6- الضغط الجوي و الضغط الإضافي :

Aatmospheric pressure and surplus pressure:

كما رأينا أن الضغط الجوي يتغير بتغيير الارتفاع ولكن عند نفس النقطة وعلى نفس الارتفاع يمكن أن يتغير الضغط بتغيير الطقس , فالقيمة الوسطية للضغط الجوي عند سطح البحر: $N/m^2 P_0 = 1,013 \times 10^5$, وهذه القيمة تستخدم كوحدة للضغط وتسمى بالأتوموسفير أو الضغط الجوي :

$$1 \text{ atm} =$$

وفي علم القياسات تستخدم وحدات أخرى للضغط مثل البار :

على هذه الصورة فإن الضغط المسمى بالأتوموسفير القياسي (الفيزيائي) يكون أكثر بقليل من الضغط المساوي لـ 1 bar.

إن الضغط مشروط بوزن الغلاف الجوي الأرضي (الأتوموسفير) و تتأثر كافة الأشياء و الأجسام بالضغط الجوي بما فيها أجسامنا , فكيف تتحمل الأعضاء البشرية هذا القدر من الضغط ؟؟؟

الجواب: إن الضغط الجوي يتعدل بالضغط الداخلي الموجود داخل الخلايا الحية كما أن الضغط الجوي داخل كرة يتساوى مع الضغط الجوي. أما في حالة دولاب سيارة مثلاً فبفضل صلابة مادة الدولاب يكون الضغط داخله أكبر بكثير من الضغط الجوي وعند قياس الضغط في دولاب السيارة أو في بالون مليء بالغاز فإن مقاييس الضغط تقيس مقدار زيادة الضغط عن الضغط الجوي وتسمى هذه القيمة بالضغط الفائض , على هذه الصورة فمن أجل الحصول على القيمة المطلقة للضغط (P) يجب إضافة للقيمة المقاسة (P_i) قيمة الضغط الجوي (P_0) أي يكون الضغط المطلق :

فإذا بيّن مقياس الضغط في الدولاب القيمة 220Kpa فالقيمة المطلقة في الدولاب للضغط تساوي :

220 |

ويدعى الضغط الزائد عن الضغط الجوي guage pressure ويسمى الضغط الكلي absolute pressure. وبما أن الضغط الجوي 1,01x10⁵pa فيكون الضغط الزائد 2,2x10⁵pa

1-1-7-1- قياس الضغط : Pressure measurements:

من أجل قياس قيمة الضغط تمّ تصميم العديد من الأجهزة وسنبين بعضاً منها :

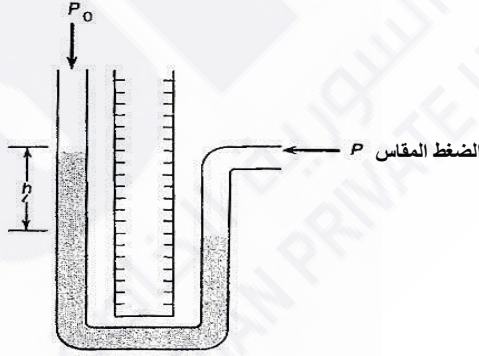
1-1-7-1-1- مقياس الضغط البسيط (المانومتر المفتوح على شكل حرف U):

وهو أنبوب مفتوح من الجانبين شكل حرف U كما في الشكل (1-1-5أ) حيث تُملأ الأنبوبة فيه جزئياً بالماء أو الزيت وإنّ الضغط المقاس مرتبط بالفرق بين مستويي السائلين في الأنبوب وفق العلاقة :

حيث : P_0 : الضغط الجوي أما ρ : كثافة السائل (ماء أو زيت) .

ونلاحظ أنّ القيمة (ρgh) (تمثل الضغط الفائض أو الزائد أي أنها القيمة التي يزيد فيها الضغط عن الضغط الجوي .

إذا كانت سوية السائل في الأنبوبة اليسرى أقل من اليمنى يكون الضغط P أقل من الضغط الجوي وتكون h سالبة .



الشكل (1-1-5أ) أنبوبة على شكل حرف U

وفي كثير من الأحيان لا يحسب الجداء (ρgh) وإنما تعطى قيمة h فقط ويقاس عندئذٍ الضغط بوحدة ارتفاع عمود الزئبق أو الماء , وتقدر بـ mmHg حيث :

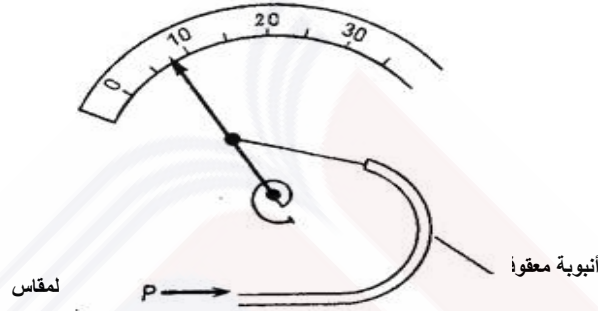
$$P = \rho gh = (13$$

وسميت هذه القيمة تور على شرف العالم إيفانجيلستورتشيل ويبين الجدول التالي وحدات الضغط :

الجدول (2-1-1) كيفية الانتقال بين مختلف وحدات الضغط

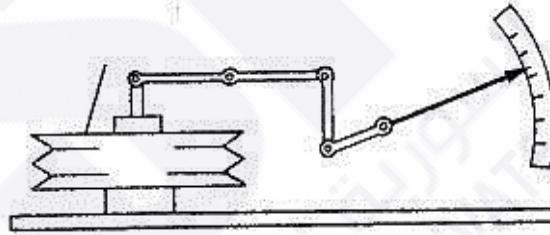
في وحدات الباسكال = 1 N/m^2	من أجل 1 atm
$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
$= 1,013 \times 10^5 \text{ pa}$	$= 1,013 \text{ Bar}$
$= 1,013 \text{ Kpa}$	$= 1,013 \text{ din/cm}^2$
$1 \text{ Bar} = 1,000 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	$= 1,03 \text{ kgf/cm}^2$
$1 \text{ din/cm}^2 = 0,1 \text{ N/m}^2$	$= 76 \text{ cmHg}$
$1 \text{ kgf/cm}^2 = 9,85 \times 10^4 \text{ N/m}^2$	$= 760 \text{ mmHg}$
$1 \text{ cm kg} = 1,33 \times 10^3 \text{ N/m}^2$	$= 760 \text{ Torr}$
$1 \text{ mmHg} = 133 \text{ N/m}^2$	$= 1,03 \times 10^4 \text{ mmH}_2\text{O}$
$1 \text{ Torr} = 133 \text{ N/m}^2$	عند الدرجة 4°C
$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9,81 \text{ N/m}^2$ عند الدرجة 4°C	

1-1-7-2- أنبوبة بوردون: هي عبارة عن أنبوبة معقوفة تتحني وتتفرج بتأثير الضغط وهي موصولة بمؤشر متحرك يشير إلى قيمة الضغط عند تحرك الأنبوبة.



الشكل (1-1-5ب) أنبوبة بوردون

1-1-7-3- البارومتر اللاسائلي: هو عبارة عن حجيرة مخلاة من الهواء ومسدودة بإحكام مصنعة من مادة لدنة رقيقة معدنية وموصولة بمؤشر من سطحها , ويتمدد وتقلص الحجيرة يتحرك المؤشر معطياً قيمة الضغط.

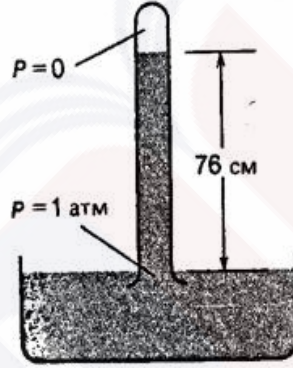


الشكل (1-1-5ج) بارومتر لقياس الضغط الجوي

وهناك أيضاً حساسات ضغط أكثر دقة وتعقيداً وهي تعتمد على غشاء رقيق جداً والذي يتشوه تحت تأثير الضغط وتتحول الإشارة الميكانيكية إلى إشارة كهربائية ويمكن اقتباسها وتسجيلها وهو ما يسمى مقاييس الاجهاد وهناك حساسات ضغط تعتمد على أنصاف النواقل.



أما من أجل قياس الضغط الجوي يستخدم عادةً المانومتر الزئبقي حيث تملأ أنبوبة طولها أكثر من 76cm بالزئبق وتغرس بصورة رأسية في وعاء مليء بالزئبق ويبقى الجزء العلوي من الأنبوبة فارغاً والذي يمكن أن تحافظ عليه أنبوبة طولها أكبر من 76 cm.



الشكل (6-1-1) قياس الضغط الجوي

وإذا حسبنا قيمة الضغط على اعتبار أن كثافة الزئبق تساوي $(13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)$ و $h = 76,0 \text{ cm}$ فإن الضغط يكون مساوياً لـ :

$$P = \rho gh = (1$$

P =

1-1-8- قانون باسكال: Pascal's law

يؤثر الضغط الجوي على الجسم المغمور داخل السائل أو الغاز وأن الضغط المؤثر على الغاز أو السائل يعطى لكامل الحجم من السائل أو الغاز ولجدران الوعاء وطبقاً للعلاقة :

فإن ضغط الماء في بحيرة على عمق (100 m) يساوي :

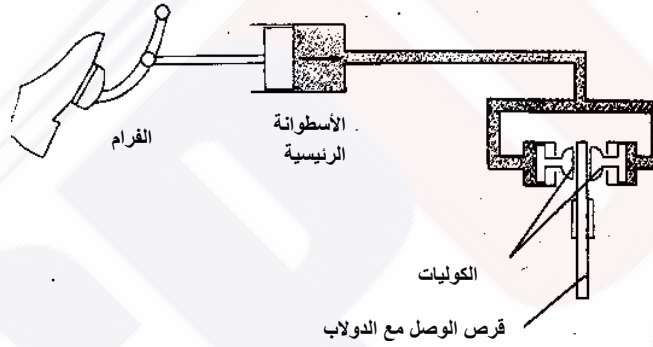
$$P = \rho gh = (100$$



وللحصول على الضغط الكلي يجب أن نضيف قيمة الضغط الجوي.

ينص قانون باسكال أن الضغط المطبق على السائل أو الغاز الموجود في حجم كبير يعطى لكل نقاط السائل أو الغاز بصورة متساوية دون تغيير ولجدار الوعاء الذي يحويه واعتماداً عليه تم تصميم عدة أنظمة مثل نظام الفرملة الهيدروليكي في السيارة , والرافعة الهيدروليكية , و....إلخ

يبين الشكل (أ7-1-1) نظام الفرملة الهيدروليكي في السيارة :



الشكل (أ7-1-1) نظام الفرملة الهيدروليكي في السيارة

وفي الرافعة الهيدروليكية تتشكل قوة كبيرة بجهد قليل وذلك لكون مساحة المكبس عند الخرج أكبر من مساحته عند الدخل , لاحظ الشكل (ب7-1-1).

فلو رمزنا لثوابت الدخل بالدليل (i) ولثوابت الخرج بالدليل (o) فطبقاً لقانون باسكال :

$$P_0 = P_i \Rightarrow$$



الشكل (1-1-7ب) الرافعة

و تعين القيمة (F_o/F_i) الريح في القوة الذي تعطيها الرافعة الهيدروليكية و المساوية لنسبة مساحتي المكبسين فعلى سبيل المثال :إذا كانت مساحة الخرج أكبر بعشرين مرة من مساحة الدخل يكون الريح في القوة عشرين مرة.فإذا وضعنا على المكبس الصغير 100Kg فإنه يمكن رفع سيارة وزنها $2000 \text{ Kg} = 2 \text{ T}$.

1-1-9- قوة الدفع وقانون ارخميدس :

Buoyancy force and Archimedes' law:

يفقد الجسم المحاط بالسائل أو الغاز جزءاً من وزنه, على سبيل المثال: يمكن لشخص رفع حجر من قعر البحيرة بسهولة ولكن تبدأ الصعوبة عند سطح البحيرة, وهناك أجسام تطفو على سطح الماء كالخشب وغيرها لأن كثافتها أقل من كثافة الماء , أي توجد قوة ترفع الجسم متجهة نحو الأعلى.

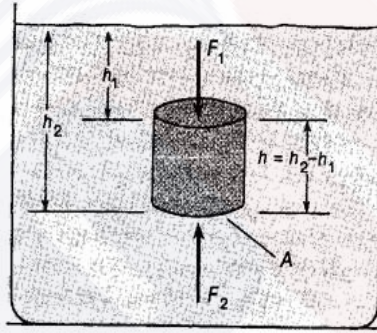
في الأمثلة السابقة تظهر قوة الدفع متجهة للأعلى بينما يؤثر على الجسم قوة ثقالة تتجه نحو الأسفل.

والسؤال : كيف تنشأ قوة الدفع؟



يعود سبب نشوء قوة الدفع إلى أن الضغط في السائل أو الغاز يزداد مع العمق , على هذه الصورة فالضغط المتجه نحو الأعلى على السطح السفلي للجسم المغمور في السائل أو الغاز يكون أكبر من الضغط المتجه نحو الأسفل على السطح العلوي.

ومن أجل الإيضاح لندرس أسطوانة ارتفاعها h ومساحة قاعدتها A والمغمورة تماماً في السائل أو الغاز الذي كثافته ρ_f . كما موضح في الشكل (8-1-1) .



الشكل (8-1-1) كيفية تعيين قوة الدفع

فعلى الوجه العلوي للأسطوانة يؤثر الضغط P_1 :

وبالتالي فالقوة المؤثرة على السطح العلوي:

وعلى الوجه السفلي للأسطوانة يؤثر الضغط P_2 :

وبالتالي القوة المؤثرة على السطح السفلي:

إن محصلة هاتين القوتين هي قوة الدفع F_B حيث :

