الفصل الثالث عشر
الموائع الساكنة

١٣–١ الكثافة و الكثافة النسبية(النوعية)

١٣–٢ ضغط السائل

١٢–٣ قاعدة باسكال

١٣–٧ أمثلة محلولة

مقدمة:خصائص الموائع الساكنة

خصائص الموائع : نعرف المائع بأنه كل مادة قابلة للجريان كالغازات و السائل.

- تشغل الموائع موضعا متوسطا بين الأجسام الجامدة و الغازية فهي تشترك مع الجوامد أن لها حجما معينا , بينما تشترك مع الغازات بأنها تأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه .
- تترابط جزئيات السائل فيما بينها بقوى تماسك تسمى قوى فاندرفالس, وهذه القوة غير كافية لتشكل بنية ثابتة (كما في الجوامد) و مع ذلك لا يمكن لجزئيات السائل أن تتحرك بحرية كما في الغازات , لذلك يعتبر السائل وسطا بين الجامد و الغاز فجزئيات ليست مفككة كالغاز و غيرمتماسكة كالجامد .
- تقاوم الانضغاط و هذا شاهد على أن المسافات بين جزئياتها غير كبيرة لكن ليس كمقاومة الصلب ولديها قابلبيه للانضغاط و لكن ليست كالغازات.
- خصائص المائع تتعلق بدرجة الحرارة فعند ارتفاع درجة الحرارة تقترب خصائص من الغازات و تتناقص كثافته و تزداد قابلية للانضغاط و يزداد سريانه و تتغير عدد من الخصائص الفيزيائية له.

(١٣-١)الكثافة والكثافة النسبية

يرمز للكثافة بالرمز ρ:
وتعرَّف بأنها الكتلة لوحدة الحجوم

$$\rho = \frac{M}{V}$$

حيث M هى الكتلة ووحدتها (kg) ، V الحجم ووحدته m^3 وبذلك تكون وحدة الكثافة هى kg / m^3

ونظرا لإمكانية وجود الخطأ فى قياس الحجم للمادة فإنه تم اللجوء إلى مفهوم جديد و هو الكثافة النسبية للمادة وتعرَّف على أنها :
كتلة حجم ما من المادة/كتلة نفس الحجم من الماء

والكثافة النسبية ليس لها وحدات لأنها نسبة

$$\text{الكثافة النسبية (النوعية)} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافةالماء}} = \frac{\text{كتلة جحم ما من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}}$$

مفهوم الضغط :

هناك فرق بٌن القوة التي تؤثر بها جسما صلبا على سطح ما حيث تعتمد على اتجاه القوة المؤثرة فقد تكون عامودية أو افقية أو مائل لكن في حالة السائل الساكن (المتوازن) فإن القوة دائما عامودية على سطح .

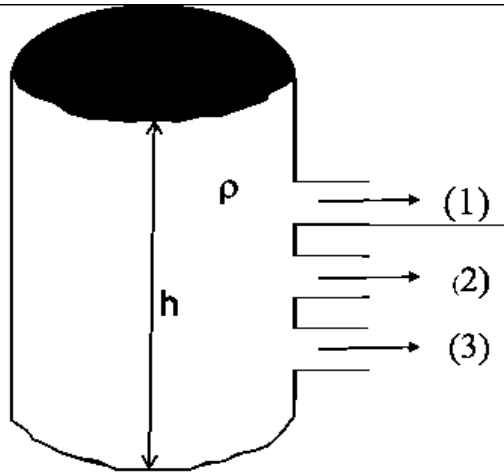
يعرف الضغط : بأنه مقدار القوة المؤثرة عموديا على السطح , ويرمز له بـ P و رياضيا يعرف بالعلاقة

$$P=F/A$$

ويقاس بوحدة الباسكال وهي تساوي نيوتن / م^{2}

(١٣-٢)ضغط السائل

إن للسائل ضغطاً يؤثر على كل نقطة من نقاط السائل و يعتمد هذا على الضغط على عمق السائل فيزداد بازدياد العمق



ضغط نقطة داخل سائل

إذا كان لدينا وعاء به سائل وبه ثلاث فتحات لخروج السائل كما هو موضح بالرسم فإنه من المعلوم أن سرعة إندفاع السائل من فتحة الإناء رقم (٣) تكون أكبر من سرعة إندفاع السائل من الفتحة رقم (٢) و الفتحة رقم (١). بمعنى أنه كلما زاد العمق بين الفتحة التى يخرج منها السائل وسطح السائل كلما زاد معدل إندفاع السائل من الإناء

ولحساب ضغط السائل نفرض أن إرتفاع السائل فى الإناء هو h وكثافة السائل ρ ومساحة مقطع الإناء A . إذن يمكن حساب كتلة السائل الموجود فى الإناء بالعلاقة:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad ,\therefore M = \rho V ,$$

$$V = A\ h$$

$$\therefore M = \rho V = \rho A h$$

وحيث أن وزن السائل (ω) = (M)كتلة السائل x عجلة الجاذبية الأرضية (g)

$$\omega = m g = \rho A h g$$

ومن دراستنا السابقة قد عرَّفنا الضغط على أنه القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات

$$P = \frac{\omega}{A} = \frac{\rho\ A\ h\ g}{A}$$

$$\therefore P = \rho\ h\ g$$

ومن هذه المعادلة نستنتج الآتى.

١- هناك ضغط لكل نقطة فى السائل
٢- يزداد الضغط مع زيادة البعد الرأسى h عن سطح السائل
٣- كل النقط التى تقع على مستوى أفقى واحد (أى لها نفس الإرتفاع h) متساوية فى الضغط
٤- يعتمد الضغط على كثافة السائل ρ

- بشكل عام يعطى ضغط نقطة داخل سائل بالعلاقة :

$P=\rho gh+P_0$ حيث: P_0 الضغط الجوي النظامي

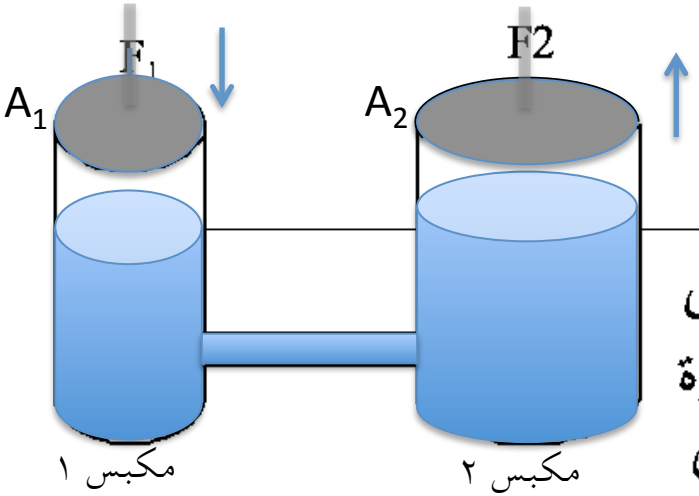
Abeer Alghamdi

حساب الضغط الجوي

احسبي مقدار الضغط الجوي إذا علمتي أن الضغط الجوي يساوي طول عامود من الزئبق مقداره 75 سم حيث كثافة الزئبق 13600؟

$$P=\rho_{Hg}\, g\, h=13600\times9.8\times75\times10^{-2}=10^{5}\ Pa$$

(١٣-٣)قاعدة باسكال



قاعدة باسكال

تنص قاعدة باسكال على أنه " إذا تم تطبيق ضغط على سائل ساكن فى وعاء فإن هذا الضغط ينتقل دون نقصان إلى كل نقطة داخل السائل وإلى جدار الوعاء " نفرض وجود قوة F_1 تؤثر على المكبس رقم ١ كما فى الشكل فإن الضغط ينتقل إلى المكبس رقم ٢ . ولمنع حدوث تغير فى منسوب السائل فإننا نحتاج إلى قوة F_2 تؤثر على المكبس رقم ٢ لكى نحافظ على بقاء السائل ساكن.

١- ويمكن حساب القوة F_2 اللازمة للتوازن مع القوة F_1 على النحو التالى

$$\because \Delta P = \frac{F_1}{A_1}$$

$$\therefore F_1 = \Delta P \quad A_1$$

٢-وحسب قاعدة باسكال فإن هذا الضغط ينتقل إلى المكبس رقم ٢

$$\because \Delta P = \frac{F_2}{A_2} \longleftarrow$$

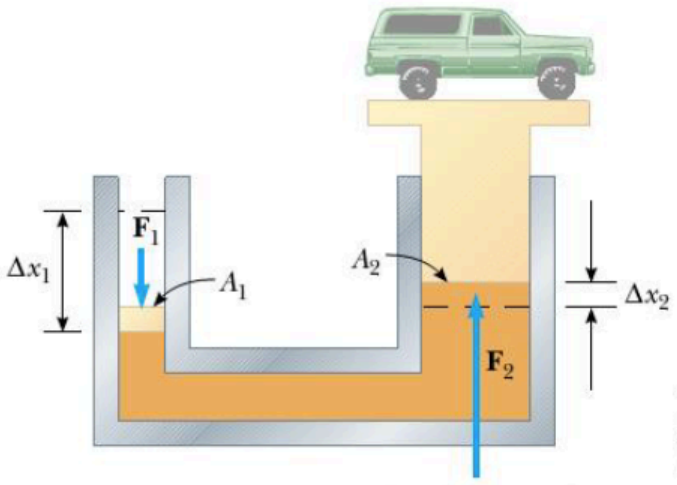
$$\therefore F_2 = \Delta P \quad A_2$$

٣- بالتعويض عن قيمة الضغط من المعادلة الأولى فى المعادلة الثانية نستنتج أن :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \longleftarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \longleftarrow$$

أخيراً: إذا كان $A_2 >> A_1$ فإن القوة F_2 تكون أكبر بكثير من القوة F_1

مثال على مبدأ باسكال (الاسطوانات الهيدروليكية)



David Frazier

أمثلة

١- خزان بترول سعته 60 لتر يزن وهو فارغ 10 N . احسب وزنه إذا تمت تعبئته بسائل كثافته النسبية 0.72.

الحل :

الكثافة النسبية =كتلة حجم ما من المادة/كتلة نفس الحجم من الماء

0.72= كتلة حجم ما من المادة/60 ⟸

كتلة حجم المادة (m) = 0.72×60 ⟸

كتلة حجم المادة (m) = 43.2 Kg

من علاقة الكتلة و الوزن ω=mg ⟸

ω= 43.2×9.8=423.36 N

إذا الوزن الكلي(وزن السائل +وزن الخزان فارغ)=٤٢٣.٣٦+١٠= ٤٣٣.٣٦نيوتن

٢- احسبي الضغط الجوي في يوم كان فيه ارتفاع الزئبق في البارومتر الزئبقي 76cm مع العلم أن كثافة الزئبق $13600Kg.m^{-3}$

الحل

يعتمد ارتفاع الزئبق على الكثافة ρو على الجاذبية الأرضية g و على قيمة الضغط الجوي

$$P=\rho gh=(13600Kg.m^{-3})(9.8m/Sec^2)(76\times10^{-2}m)$$
$$=1.013\times10^5N.m^{-2}=1.013\times10^5Pa$$

٣- عمود من الماء ارتفاعه 300cm ،أوجدي قيمة الضغط الذي يحدثه هذا العمود على قعر الإناء ،مع العلم أن كثافة الماء تساوي $1000Kg.m^{-3}$

الحل

$$P_h=\rho gh=(1000Kg.m^{-3})(9.8m/Sec^2)(300\times10^{-2}m)=29400Pa$$
$$P=P_h+P_0=29400+1.013\times10^5 =130700\ Pa$$

٥- مكبس هيدروليكي قطر اسطوانته الصغيرة 10cm و قطر اسطوانته الكبيرة 20 cm فإذا طبقنا قوة قدرها 400N على الاسطوانة الصغيرة فما مقدار القوة المؤثرة على الاسطوانة الكبيرة .

الحل :

من علاقة باسكال :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 r_2^2}{r_1^2}$$

$$= \frac{(400)(\frac{20}{2} \times 10^{-2})^2}{(\frac{10}{2} \times 10^{-2})^2}$$

$$= 1600N$$

حل ١٣-٧ أمثلة صفحة ٤٠٥

أمثلة رقم ١,٢,٣