

الباب الثاني الموائع



الفصل الاول • الموائع الساكنة



الفصل الثاني • الموائع المتحركة

سلسلة مذكرات سيجما في الفيزياء

اعداد وتنفيذ / زكريا مفتار

٩.٣.٢٠٢٠.١٠

الدرس الأول

الكثافة والضغط

المائع : هو كل مادة قابلة للانسياب وليس لها شكل محدد بذاته مثل السوائل والغازات **علل** .

* الفرق بين السوائل والغازات

- السوائل لها حجم ثابت ولكن تأخذ شكل الاناء الحاوي لها بينما **الغازات** تشغل اي حيز توجد فيه وتتخذ حجمة
- السوائل تتحرك حركة انسيابية غير قابلة للانضغاط بينما **الغازات** قابلة للانضغاط

الكثافة ρ

تعريفها : هي كتله وحده الحجم من المادة

قانون حسابها : $\rho = \frac{m}{V_{ol}}$

وحدات قياسها : kg/m^3 - $gram/cm^3$

مامعني ان كثافة الخشب $600 Kg/m^3$

ملاحظات

- الكثافة خاصية مميزة للمادة لانها تختلف باختلاف الوزن الذري للعنصر والجزيئي للمركب وكذلك اختلاف المسافات البينية بين الذرات والجزيئات .
- كثافة السوائل والجوامد تتوقف علي أ- نوع المادة ب - درجة الحرارة
- كثافة الغاز تتوقف علي أ- نوع الغاز ب- درجة الحرارة ج - الضغط
- العلاقة بين الكثافة ودرجة الحرارة علاقة عكسية حيث تقل الكثافة بزيادة درجة الحرارة.

علل 1 تتغير الكثافة بتغير درجة الحرارة ؟

ج : لأن درجة الحرارة تغير من حجم الجسم والكثافة تعتمد على الحجم

2 اختلان الكثافة من عنصر لآخر ؟

ج : لانها تختلف باختلاف الوزن الذري للعنصر والجزيئي للمركب

3 تقل كثافة المادة بزيادة الضغط والعكس

الكثافة النسبية (الوزن النوعي) لمادة

تعريفها : هي النسبة بين كثافة المادة الي كثافة الماء النقي عند نفس درجة الحرارة

أو النسبة بين كتلة حجم معين من المادة الي كتله نفس الحجم من الماء عند نفس درجة الحرارة

قوانين حسابها : الكثافة النسبية = $\frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{\text{كتله حجم معين من المادة}}{\text{كتله نفس الحجم معين من الماء}}$ عند نفس درجة الحرارة

أو الكثافة النسبية = $\frac{\text{كثافة المادة}}{1000}$ عند 4° سيلزيوس

∴ كثافة المادة = الكثافة النسبية $\times 1000$

مامعني ان الكثافة النسبية للخشب 0.6

علل 1 الكثافة النسبية ليس لها قيمة ؟

ج : لانها نسبة بين كميتين متماثلتين

2 الكثافة النسبية مادة تساوي عدديا كثافتها مقدرة بالجرام / سم³

ج : لان كثافة الماء = 1 جرام / سم³



الهيدرومتر

→ تطبيقات علي الكثافة (الهمية دراسة الكثافة)

① الاستدلال علي مدي شحن وتفريغ البطارية :

⊕ بطارية السيارة عبارة عن محلول الكتروليتي وهو حمض الكبريتيك والواح من الرصاص وعن طريق قياس كثافة المحلول الالكتروليتي يمكن معرفة مدي شحن وتفريغ البطارية كما يلي :

⊖ نتيجة استخدام البطارية تقل كثافة المحلول الالكتروليتي لتفاعلة مع الواح الرصاص مكونا كبريتات الرصاص فتقل كثافة حمض الكبريتيك مما يدل علي ان البطارية غير مثلهجونة.

⊖ وعند اعادة الشحن تتحرر الكبريتات مرة اخري وتعود للمحلول وتزداد كثافة المحلول مرة اخري مما يدل علي ان البطارية مثلهجونة . وتقاس الكثافة لجهاز يسمى الهيدرومتر يستخدمه كهربائي السيارات

② في الطب وذلك عن طريق قياس كثافة الدم والبول

⊖ قياس كثافة الدم في حاله العاديه تتراوح ما بين 1060 kg/m^3 : 1040 فاذا زادت عن المعدل الطبيعي يدل ذلك علي زيادة تركيز خلايا الدم واذا قلت عن ذلك يدل علي نقص خلايا الدم (الانيميا)

⊖ قياس كثافة البول عن طريق قياس كثافة البول يمكن معرفة نسبة الاملاح في البول وبالتالي معرفة بعض الامراض فالبول العادي في الشخص السليم كثافته 1020 Kg/m^3 فان زادت عن هذا المعدل دل ذلك علي زيادة افراز الاملاح نتيجة بعض الامراض .

① يمكن الاستدلال علي مدي شحن وتفريغ البطارية باستخدام الكثافة

② يمكن الكشف عن بعض الامراض (كالانيميا) بقياس كثافة الدم

③ يمكن الكشف عن بعض الامراض بقياس كثافة البول

علل

ملاحظات عند حل المسائل

١- عند خلط مادتين اوكثر (بدون انكماش) فان :-

$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

$$\rho V_{ol} = \rho_1 V_{ol1} + \rho_2 V_{ol2}$$

٢- عند خلط مادتين وحدث انكماش ويراد حساب نسبة الانكماش :-

① نسب اولاً المعجم بدون انكماش للفيلط $Vol = (Vol)_1 + (Vol)_2$ خليط بدون انكماش

② نسب بعد ذلك المعجم بعد الانكماش $m = m_1 + m_2$

$$\rho V_{ol} = \rho_1 V_{ol1} + \rho_2 V_{ol2}$$

نسب مقدار الانكماش ΔV_{ol} $\Delta V_{ol} = V_{ol} \text{ بعد الانكماش} - V_{ol} \text{ بدون انكماش}$

نسب نسبة الانكماش $100 \times \frac{\Delta V_{ol}}{V_{ol} \text{ بدون انكماش}} = \text{نسبة الانكماش}$

امثلة علي الكثافة

مثال ١ اذا كانت الكثافة النسبية للخشب هي ٠.٦ فاحسب كثافته وكتله منه حجمها 100 cm^3 علما بان كثافة

الماء 1000 kg/m^3

الحل : كثافة الخشب = الكثافة النسبية $\times 1000 = 600 \text{ Kg/m}^3$

كتله ١٠٠ سم^٣ من الخشب $m = \rho V_{ol} = 600 \times 100 \times 10^{-6} = 0.06 \text{ Kg}$

مثال ٢ كرة معدنية نصف قطرها 2.5cm وكتلتها 600 gram احسب الوزن النوعي للكرة

$$V_{ol} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (2.5 \times 10^{-2})^3 = 6.5 \times 10^{-6} m^3 \quad \text{الحل :}$$

$$\rho = \frac{m}{V_{ol}} = \frac{0.6}{6.5 \times 10^{-6}} = 9163.6 kg/m^3$$

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\rho}{1000} = \frac{9163.6}{1000} = 9.163$$

مثال ٣ كرة معدنية مجوفة كتلتها 18.4 kg نصف قطرها الخارجي 10cm ونصف قطرها الداخلي 8cm احسب كثافة مادتها

$$V_{ol \text{ معدن}} = V_{ol \text{ كلي}} - V_{ol \text{ جوف}}$$

$$= \frac{4}{3} \pi (r_1^3 - r_2^3) = \frac{4}{3} \pi (10^3 - 8^3) = 2000 cm^3$$

$$V_{ol \text{ معدن}} = 0.002 m^3 \Rightarrow \rho_{\text{معدن}} = \frac{m}{V_{ol \text{ معدن}}} = 9019 kg/m^3$$

مثال ٤ اناء سعة 0.5 Litter مزج به سائلين كثافتهما النسبية 1.8, 0.8 علي الترتيب فاذا كان حجم السائل الاول

0.2 Litter احسب الكثافة النسبية للمزيج

الحل : كثافة المادة = الكثافة النسبية $\times 1000$

$$\rho_1 = 800 kg/m^3$$

$$\rho_2 = 1800 kg/m^3$$

$$\therefore m_{\text{مزيج}} = m_1 + m_2$$

$$\rho V_{ol \text{ مزيج}} = \rho_1 V_{ol 1} + \rho_2 V_{ol 2} \Rightarrow \therefore \rho_{\text{مزيج}} = \frac{\rho_1 V_{ol 1} + \rho_2 V_{ol 2}}{V_{ol \text{ مزيج}}}$$

$$\rho_{\text{مزيج}} = \frac{(800 \times 0.2) + (1800 \times 0.3)}{0.5} = \frac{1400 kg}{m^3} \Rightarrow \therefore \rho_{\text{نسبية}} = 1.4$$

مثال ٥ دورق حجمة 1 Litter مملوء بسائلين A, B كثافتهما معا 1400 kg/m³ فاذا كانت كثافة السائل

A = 800 kg/m³ وكثافة السائل B = 1800 kg/m³ اوجد حجم كل سائل في المخلوط علي حدة

$$\therefore \text{Vol} = \text{Vol}_A + \text{Vol}_B \quad \text{Vol} = 10^{-3} m^3 \quad \text{الحل :}$$

$$\therefore 10^{-3} = \text{Vol}_A + \text{Vol}_B \Rightarrow \therefore \text{Vol}_A = 10^{-3} - \text{Vol}_B \quad \text{①}$$

$$\rho V_{ol \text{ خليط}} = \rho_A V_{ol A} + \rho_B V_{ol B}$$

$$1400 \times 10^{-3} = 800 \times (10^{-3} - \text{Vol}_B) + 1800 \times \text{Vol}_B \quad \text{بالتعويض في المعادلة السابقة}$$

$$\text{Vol}_B = 6 \times 10^{-4} m^3 \quad \text{ومنها}$$

$$\text{Vol}_A = 4 \times 10^{-4} m^3 \quad \text{① نجد ان}$$

تدريبات

① اناء كتلت وهو فارغ 10 kg وكتلته وهو مملوء بالماء 60Kg وكتلته وهو مملوء بالزيت 50Kg احسب كثافة الزيت وكثافته النسبية

$$(8000 kg/m^3 - 0.8)$$

② اذا كانت كثافة الهواء في الظروف العادية 1.29 kg/m³ احسب كتله الهواء في حجرة ابعادها 3,8,10 (309.6 kg)

③ احسب كثافة نواة ذرة الهيدروجين اذا كانت النواة كروية الشكل نصف قطرها $1.2 \times 10^{-15} m$ وكتلتها $1.67 \times 10^{-27} kg$ ($2.3 \times 10^{17} kg/m^3$)

- ٤ سبيكت كتلتها 350kg وحجمها 20cm³ اوجد كتله الفضة فيها علما بان كثافة الذهب 19 g/cm³ والفضة 10.5 g/cm³ (37 gram)
- ٥ دورق كتلت 38.4 جرام وهو مملوء تماما بالماء وضع بداخلة جسم صلب كتلته 22.3 جرام فاصبحت كتلته 49.8 جرام احسب الكثافة النسبية للجسم الصلب (2.05)
- ٦ (الازهر ٢٠١٢) محلول حمض كثافته النسبية 1.285 يحتوي علي 38% من كتلته حمض والباقي ماء اوجد كتله الحمض في لتر منه (0.48Kg)
- ٧ حمض كبريتيك كثافته النسبية 1.8 خلط مع ٣ امثال حجمه ماء ثم ترك الخليط حتي برد الي درجة حرارة الغرفة فكانت كثافته 1280Kg/m³ احسب النسبة المئوية للانكماش في الحجم (6.25%)
- ٨ ثلاث سوائل مختلفة خلطت بنسبة 5:3:1 حجما فاذا كانت الكثافة النسبية لها علي الترتيب 1.3:1.1:0.8 اوجد الكثافة النسبية للخليط بفرض ثبوت الحجم (1.177)
- ٩ ادخلت قطرة من حمض الكبريتيك في انبوبة شعريه فشغلت طولا قدرة 3cm فاذا كانت كتله الانبوبة فارغة 2.65gram وكتلتها وبها الزئبق 3.05gram احسب قطر الانبوبة (زئبق ρ = 13600kg/m³) (0.2cm)
- ١٠ ارشد تعيين الكثافات النسبية لثلاثين مختلفتين باستخدام كتل مختلفة كما مبين بالجدول التالي

كتله حجم معين من المادة الاولى kgm ₁	1	2	3	4	6	7	9
كتله نفس الحجم من المادة الثانية kgm ₂	1.25	2.5	3.75	5	7.5	8.78	1.25
كتله نفس الحجم من الماء kgm ₃	0.25	0.5	0.75	1	1.5	1.5	2.25

ارسم علاقة بيانية بين m_1, m_2 وايضا m_3, m_2 برسم واحد علي ان يرمز للعلاقة الاولى (A) والثانية (B) واوجد ايهما اكبر كثافة نسبية ولماذا ثم اوجد الكثافة النسبية لكل منهما

الضغط عند نقطة P

تعريفه : يقدر بالقوة المتوسطة المؤثرة عموديا علي وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة

قانون حسابه $P = \frac{F}{A}$

وحدات قياسه $\text{Kg m}^{-1} \text{S}^{-2} - \text{J/m}^3 - \text{N/m}^2$ - باسكال

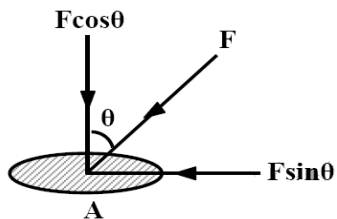
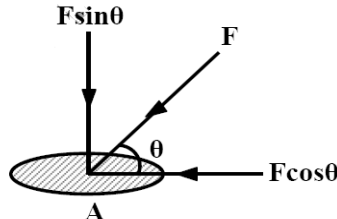
ما معني ان الضغط عند نقطة ما 50 N/m²

معني ذلك ان القوة المتوسطة المؤثرة عموديا علي وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة يساوي 50N

ما معني ان القوة المتوسطة المؤثرة عموديا علي وحدة المساحات من سطح ما 105 باسكال

اي ان الضغط عن نقطة = 10 باسكال

اذا اثرت القوة بزاوية فالتا نأخذ المركبة العمودية للقوة

اذا كانت القوة تصنع زاوية θ مع المساحة $P = \frac{F \cos \theta}{A}$	اذا كانت القوة تصنع زاوية θ مع السطح $P = \frac{F \sin \theta}{A}$
	

س) متى لا تسبب القوة اي ضغط ؟

ج : اذا كانت القوة مماسية فهي لا تسبب اي ضغط

العوامل التي يتوقف عليها الضغط

② المساحة عند ثبوت القوة $P \propto \frac{1}{A}$

① القوة عند ثبوت المساحة $P \propto F$

تصنع الابر والادبوس لها سن مدب

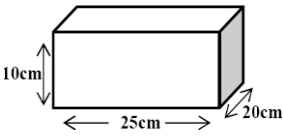
ج : حيث ان $P = F/A$ حتي يتولد اكبر ضغط من قوة صغيرة فتخترق الانسجة بسهولة

الضغط الناشئ عن كعب مدب لفتاة اكبر من الضغط الناشئ عن قدم فيل

ج : لانه طبقا للعلاقة $P = F/A$ يتناسب الضغط عكسيا مع المساحة

ملاحظة : الضغط هو الشغل لوحدة الحجم $P = \frac{W}{V_{ol}}$

امثلة علي الضغط



مثال ١ متوازي مستطيلات ابعاد 10,20,25 سم وكثافة مادته 2700 Kg/m^3 وضع

علي منضدة افقية كما بالرسم احسب ضغط المتوازي وكيف تضع المتوازي للحصول علي اكبر ضغط

الحل : $F = F_g = \rho V_{ol} g = 2700 \times 10 \times 20 \times 25 \times 10^{-6} \times 10 = 135 \text{ N}$

$\therefore P = \frac{F}{A} = \frac{135}{20 \times 25 \times 10^{-4}} = 2700 \text{ N/m}^2$

للحصول علي اكبر ضغط نضع المتوازي علي اقل مساحة

$\therefore P = \frac{F}{A} = \frac{135}{20 \times 10 \times 10^{-4}} = 6750 \text{ N/m}^2$

مثال ٢ مكعب طول ضلعة 10cm ومتوازي من نفس المادة ابعاد 10cm,20cm,30cm بين كيف يوضع متوازي

المستطيلات حتي يسبب ضغط يساوي الضغط الناتج عن الكعب علي سطح ما

$P_{\text{متوازي}} = P_{\text{مكعب}}$

الحل :

$\therefore \frac{F_{\text{مكعب}}}{A} = \frac{F_{\text{متوازي}}}{A} \Rightarrow \frac{mg_{\text{مكعب}}}{A} = \frac{mg_{\text{متوازي}}}{A} \Rightarrow \frac{\rho V_{ol} \text{ متوازي}}{A} = \frac{\rho V_{ol} \text{ مكعب}}{A}$

$\therefore \frac{10^3}{10^2} = \frac{10 \times 20 \times 30 \times 10^{-6}}{A_{\text{متوازي}}}$

$\therefore A_{\text{متوازي}} = 20 \times 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

للحصول علي ضغط يساوي ضغط المكعب يوضع المتوازي علي الوجه 20×10

تدريبات

① اذا اثرت قوة مقدارها 25N علي سطح مساحته 10 cm^2 بحيث تصنع زاوية 30° مع السطح احسب مقدار الضغط

② اسطوانة معدنيّة كتلتها 40Kg ارتفاعها 2m ومساحة قاعدتها 25 cm^2 وضعت راسيا علي الارض بحيث تلامس احدي قاعدتيها سطح الارض كم يكون الضغط الناشئ عنها وما كثافتها $(8000 \text{ Kg/m}^3 - 1.57 \times 10^5 \text{ N/m}^2)$

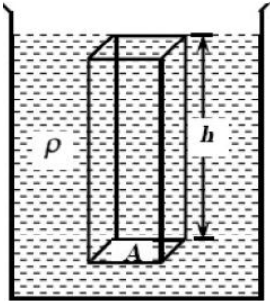
③ شفرة حلاقة طولها 4cm وسلك الشفرة 0.4mm يستخدمها شخص بحيث تميل علي الوجه بزاوية 30° فاذا كانت قوة تأثير الرجل علي الشفرة 32N احسب ضغط الشفرة علي الوجه وما قيمة الكتلة التي توضع علي وحدة المساحات لتعطى نفس الضغط وما تعليقك اعتبر $(g = 10 \text{ m/s}^2)$ $(10^6 \text{ N} - 100 \text{ Ton})$

الدرس الثاني

• الضغط في السوائل

الضغط عند نقطة في باطن سائل

يقدر بوزن عمود من السائل قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد العمودي من تلك النقطة حتى سطح السائل .



حساب الضغط عند نقطة في باطن سائل

① نفرض انه لدينا مساحة A علي عمق h من سطح السائل

② يؤثر علي تلك المساحة وزن عمود السائل F_g

$$\therefore F_g = mg = \rho \text{ Vol } g = \rho A h g$$

$$\therefore P = \frac{F_g}{A} = \frac{\rho A h g}{A} = \rho h g \Rightarrow P = \rho h g$$

③ وعندما يكون الاناء معرضا للضغط الجوي (P_a) فان الضغط الكلي (المطلق)

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

الضغط عند نقطة في باطن سائل = 2×10^5 نيوتن / م²

جـ : معنى ذلك أن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد

الرأسي بين النقطة و سطح السائل يكون وزنه = 2×10^5 نيوتن

أو معنى ذلك أن القوة المتوسطة العمودية المؤثرة على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة = $2 \times 10^5 \text{ N}$

العوامل التي يتوقف عليها الضغط عن نقطة في باطن سائل

② عجله الجاذبية الارضية

① كثافة السائل (ρ) عند ثبوت العمق

③ العمق (h) عند ثبوت الكثافة

العلاقة الرياضية والميل	الشكل	العلاقة
$P = \rho h g$ الميل ρg $\therefore \rho = \frac{\text{slope}}{g}$		العلاقة بين الضغط والعمق لسائل عندما يكون السائل غير معرض للضغط الجوي
$P = P_a + \rho h g$ الميل $\rho h g$ $\therefore \rho = \frac{\text{slope}}{g}$ حيث P_a تمثل الضغط الجوي		العلاقة بين الضغط والعمق لسائل عندما يكون السائل معرض للضغط الجوي (P_a)

ملاحظات هامة

② الضغط يزداد بزيادة العمق

① الضغط يؤثر في جميع الاتجاهات

③ يتساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوي افقي واحد في سائل ساكن متجانس

يتساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوي افقي واحد في سائل ساكن متجانس ؟

علل

جـ : لان الضغط يحسب من العلاقة $P = \rho h g$ وبتساوي الكثافة وبتساوي العمق يتساوي الضغط ٧٥

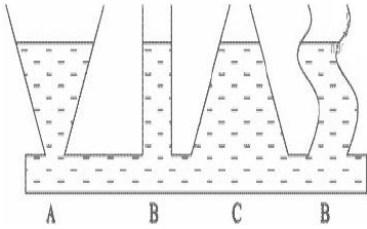
علل **تبنى السدود بحيث تكون اكبر سمكا عند القاعدة ؟**

جـ: لتحمل الزيادة في الضغط الناتجة عن زيادة العمق او لان ضغط الماء يزداد بزيادة العمق فتزداد القوة المؤثرة على جسم السد فلا بد ان تكون المساحة اسفل كبيرة لتحمل الزيادة في القوة فلا ينهار

علل **يحفظ الزئبق في اواني سميكة الجدران**

جـ : وذلك لان كثافة الزئبق كبيرة فيكون ضغطه على جدار الاناء كبير فيحفظ في اناء سميك ليتحمل ضغط الزئبق عليه

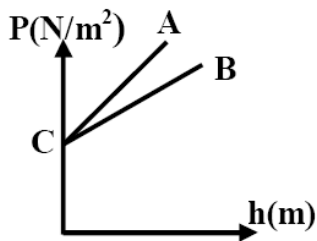
الاوراني المستطرفة



عبارة عن عدة اواني مختلفة الشكل والسعة متصلة معا بانبوبة افقية بشرط الا تحتوي المجموعة على انبوبة شعيرية وعند سكب في احد هذه الاواني فانه يرتفع فيها بنفس القدر بشرط ان تكون قاعدة الاناء في مستوي افقي واحد

علل **يرتفع السائل في الاواني المستطرفة بنفس القدر مهما اختلف الشكل ؟**

جـ : لان الضغط يحسب من العلاقة $P = \rho h g$ ولا يتوقف على مساحة المقطع ولا شكل الاناء



س) الشكل المقابل يمثل علاقة بيانية بين الضغط و العمق لسائلي مختلفين في الكثافة A,B

اي السائلي اكبر كثافة وماذا تمثل نقطة C ؟

جـ : كثافة السائل A اكبر من كثافة B لان ميل الخط A اكبر من ميل الخط B

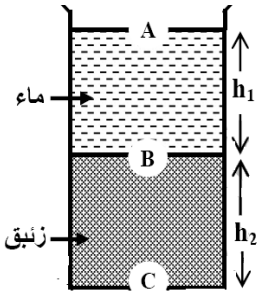
نقطة C تمثل الضغط الجوي P_a

ملاحظات كل المسائل

1 الضغط الكلي الواقع على غواصة في ماء البحر يساوي ضغط السائل فقط $P = \rho h g$

ولا نضيف الضغط الجوي لان الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي

2 الشكل المقابل



الضغط عند A يعادل الضغط الجوي

$$P_B = P_a + \rho_1 h_1 g$$

الضغط عند نقطة B

$$P_C = P_a + \rho_1 h_1 g + \rho_2 h_2 g$$

الضغط عند نقطة C

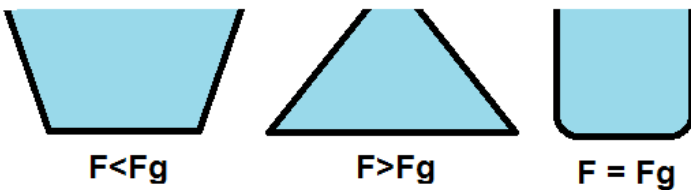
3 حساب فرق الضغط بين نقطتين فاننا نحسب ضغط السائل الموجود بين النقطتين $\Delta P = \rho h g$

لحساب فرق الضغط بين (A,B) يكون مساويا لضغط الماء $\Delta P_{A,B} = \rho_1 h_1 g$

لحساب فرق الضغط بين (A,C) يكون مساويا لضغط الماء والزئبق $\Delta P_{A,C} = \rho_1 h_1 g + \rho_2 h_2 g$

لحساب فرق الضغط بين (B,C) يكون مساويا لضغط الزئبق $\Delta P_{B,C} = \rho_2 h_2 g$

4 حساب الضغط على جانب راسي موضوع في سائل فاننا نقيس العمق من سطح السائل الى منتصف الجانب الراسي



س متى يكون وزن السائل في اناء

١- يساوي قوة ضغطه على قاعدة الاناء

٢- اكبر من قوة ضغطه على قاعدة الاناء

٣- اقل من قوة ضغطه على قاعدة الاناء

(ومن يتق الله يجعل له مخرجا ويرزقه من حيث لا يحتسب)

أمثلة وتدريبات

مثال ١ طبقة من الماء سمكها 50cm تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها 20cm ماهو الفرق في الضغط بين نقطتين احدهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق والاخرى عند قاع طبقة الزئبق اذا كانت كثافة الماء 1000kg/m^3 وكثافة الزئبق 13600Kg/m^3 وعجلة الجاذبية 10m/s^2

الحل : $\Delta P = \rho h g = 13600 \times 0.2 \times 10 = 2.72 \times 10^4 \text{ N/m}^2$

مثال ٢ اناء علي شكل متوازي مستطيلات ابعاد قاعدته (2m,3m) ملئ بالماء الي عمق 0.8m ثم سكبت طبقة من الزيت فطفت فوق سطح الماء وكان سمك هذه الطبقة 1m فاذا كانت الكثافة النسبية للزيت 0.8 وكثافة الماء 1000kg/m^3 والضغط الجوي $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ احسب

① الضغط المطلق علي قاعدة الاناء ② القوة الضاغطة الكلية المؤثرة علي قاعدة الاناء

الحل : كثافة الزيت = $0.8 \times 1000 = 800 \text{ كجم / م}^3$

① $P = P_a + \rho h_{\text{oil}} g + \rho h_w g$ المطلق

$= 1.013 \times 10^5 + 800 \times 1 \times 10 + 1000 \times 10 \times 0.8 = 117300 \text{ N/m}^2$

② $F = P A = 117300 \times 2 \times 3 = 703800 \text{ N}$

مثال ٣ أوجد الضغط الكلي وكذلك القوة الضاغطة الكلية المؤثرة على قاع حوض به ماء مالغ كثافته تساوي 1030Kg/m^3 إذا كانت مساحة مقطع الحوض 1000cm^2 وارتفاع الماء به واحد متر وكان سطح الماء في الحوض معرضا للهواء الجوي وعجلة الجاذبية الأرضية 10m/s^2 والضغط الجوي $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

الحل :

$P = P_a + \rho h g = 1.013 \times 10^5 + 1 \times 1030 \times 10 = 111600 \text{ N/m}^2$

الضغط الكلي :

$F = P.A = 111600 \times 1000 \times 10^{-4} = 11160 \text{ N}$

القوة الكلية :

مثال ٤ طبقة من الماء سمكها 50 سم تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها 20 سم ، ما الفرق في الضغط عند نقطتين احدهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق والاخرى عند قاع طبقة الزئبق ؟
(كثافة الزئبق 13600 كجم / م^3 ، كثافة الماء 1000 كجم / م^3 ، عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث^2)

$P_1 = P_a + h_1 \rho_1 g$

$P_2 = P_a + h_1 \rho_1 g + h_2 \rho_2 g$

الحل

$\Delta P = P_2 - P_1 = h_2 \rho_2 g = 20 \times 10^{-2} \times 13600 \times 10 = 27200 \text{ N/m}^2$

مثال ٥ طبقة من الماء سمكها واحد متر تطفو فوق طبقة من الزئبق سمكها 0.2 m ، ما الفرق في الضغط عند نقطتين أحدهما عند سطح الماء الخالص والاخرى عند قاع طبقة الزئبق علما بأن كثافة الماء 1000 كجم / م^3 ، عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث^2 ، كثافة الزئبق 13600 كجم / م^3

$P_1 = P_a$

$P_2 = P_a + h_1 \rho_1 g + h_2 \rho_2 g$

$\Delta P = P_2 - P_1 = h_1 \rho_1 g + h_2 \rho_2 g$

الحل

$\Delta P = (1 \times 1000 \times 10) + (0.2 \times 13600 \times 10) = 37200 \text{ N/m}^2$

مثال ٦ غواصة مستقرة أفقيا في أعماق البحر . الضغط داخلها يعادل الضغط الجوي العادي عند مستوى البحر . أوجد :
القوة المؤثرة على شباك من شبائك الغواصة دائري نصف قطره 21 سم ومركزة على عمق 50 مترا من سطح البحر .
علما بأن كثافة الماء 1000 Kg/m^3 وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8 m/s^2



الحل

الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي. ولذلك فإن الضغط الكلي المؤثر على

$$\Delta P = h\rho g = 50 \times 1000 \times 10 = 5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

القوة الكلية :

$$F = \Delta P.A = \Delta P.\pi r^2 = 5 \times 10^5 \times \frac{22}{7} \times (21 \times 10^{-2})^2 = 69300 \text{ N}$$

مثال ٧ غواصة تغوص إلى عمق 40m حفظ الضغط داخلها عند الضغط الجوي . ما قيمة الضغط الكلي المؤثر على باب قمرتها الدائري الشكل إذا كان قطره 80Cm فإذا كانت كثافة الماء 1030 Kg/m^3 وعجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 فاحسب أيضا القوة الكلية المؤثرة على باب قمرتها

الحل : الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي . ولذلك فإن الضغط الكلي المؤثر على الغواصة

$$\Delta P = h\rho g = 40 \times 1030 \times 10 = 4.12 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

هو فرق الضغط

$$F = \Delta P.A = \Delta P.\pi r^2 = 4.12 \times 10^5 \times \frac{22}{7} \times (40 \times 10^{-2})^2 = 0.2 \times 10^5 \text{ N}$$

مثال ٨ مطلوب لإطار سيارة فرق ضغط قدرة $3.039 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ فإذا كان الضغط الجوي $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ فاوجد الضغط داخل إطار السيارة بوحدة الضغط الجوي

$$P = P_a + \Delta P = 1.013 \times 10^5 + 3.039 \times 10^5 = 4.052 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

الحل

$$P = \frac{4.052 \times 10^5}{1.013 \times 10^5} = 4 \text{ atm}$$

مثال ٩ إذا كان الضغط الجوي عند سطح ماء في بحيرة هو 1Atm ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها يساوي 3Atm علما بأن كثافة الماء 1000 Kg/m^3 وأن الضغط الجوي يعادل $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ وعجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2

$$\Delta P = 3 - 1 = 2 \text{ atm}$$

$$\Delta P = 2 \times 1.013 \times 10^5 = 2.026 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\Delta P = h\rho g \Rightarrow \therefore h = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{2.026 \times 10^5}{1000 \times 10} = 20.26 \text{ m}$$

مثال ١٠ خزان مكعب الشكل طول ضلعه 2 m مملوء بالماء ومغلق من اعلي فيما عدا فتحة في سطحة العلوي مثبت بها انبوبة رفيعة مساحة مقطعها 100 cm^2 ارتفاعها 2.5m مملوءة بالماء اوجد القوة التي يؤثر بها الماء علي كلا من قاعدة الخزان وسطحة العلوي واحد جوانبة الراسية الجاذبية الأرضية 10 m/s^2

$$h_1 = 4.5 \text{ m} \Rightarrow F = PA = \rho h_1 g A = 1000 \times 4.5 \times 10 \times 4 = 18 \times 10^4 \text{ N}$$

الحل : ① علي القاعدة

$$h_2 = 3.5 \text{ m} \Rightarrow F = PA = \rho h_2 g A = 1000 \times 3.5 \times 10 \times 4 = 4 \times 10^4 \text{ N}$$

② علي احد الجوانب

$$h_3 = 2.5 \text{ m} \Rightarrow F = PA = \rho h_3 g A' = 1000 \times 2.5 \times 10 \times 3.99 = 0.98 \times 10^5 \text{ N}$$

③ علي الوجه العلوي

اعداد / ذكر يا مختار

سلسلة مذكرات سيجما في الفيزياء



تدريبات

- (١) احدى عربيات الاطفاء مصممة لاطفاء حرائق المباني المرتفعة فاذا كان ارتفاع المبني 50m فكم يكون مقدار فرق الضغط والضغط الكلي للماء حتي يمكن اطفاء مثل هذه الحرائق علما بان كثافة الماء 1000Kg/m^3 والضغط الجوي $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ وعجله الجاذبية 9.8m/s^2
($5.9 \times 10^5 - 4.9 \times 10^5 \text{ N/m}^2$)
- (٢) غواصة مصممة بحيث لاتتحمل ضغط يزيد عن 12atm اوجد اقصى عمق يمكن ان تغوص اليه الغواصة في الماء دون ان تتجاوز هذا الحد ثم اوجد ايضا القوة المؤثرة علي باب قمرتها عند هذا العمق اذا كانت ابعادها $70 \times 40 \text{ cm}$ علما بان كثافة الماء 1000kg/m^3 وكثافة الزئبق 13600Kg/m^3 وعجله الجاذبية 9.8m/s^2 والضغط الجوي 76cmhg
($3.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2 - 124\text{m}$)
- (٣) كان ارتفاع سطح الماء في خزان يزود مدينة بالماء هو 100m فوق سطح الارض احسب اقصى ضغط للماء بسبب هذا الارتفاع علما بان كثافة الماء 1000Kg/m^3 وعجلة الجاذبية 9.8m/s^2 ($9.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$)
- (٤) منزل مكون من 8 طوابق ارتفاع الواحد منها 4m وفوق المنزل خزان مغلق مملوء بالماء ويوجد في كل طابق صنبور علي ارتفاع 1m من ارضية الطابق فاذا كان الضغط علي صنبور الطابق الثالث 2.8 ثقل كجم / سم^٢ وعجله السقوط الحر 10m/s^2 احسب
١ ارتفاع الماء في الخزان عن سطح الارض
٢ الضغط علي صنبور الطابق السابع
(37m)
($1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$)

التراق السوائل في الانبوبة ذات الشعبتين

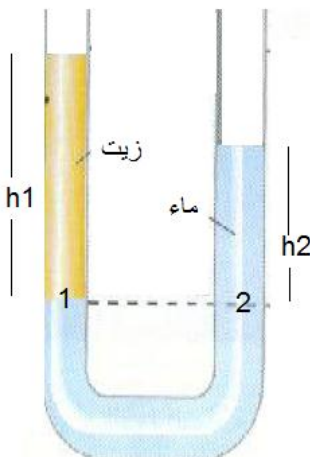
الوظيفة:

١ تعيين الكثافة النسبية لسائل باستخدام الماء

٢ تعيين كثافة سائل باستخدام سائل آخر معلوم الكثافة .

فكرة عملها: تساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوي افقي واحد في سائل ساكن متجانس

شرح التجربة



١- نضيف كمية من الماء في الانبوبة فيأخذ الماء مستوى افقي في الفرعين .

٢- نصب السائل المراد تعيين كثافته (وليكن الزيت) في الفرع الاخر

٣- نلاحظ انخفاض السائل الاول (الماء) في هذا الفرع ويرتفع في الفرع الاخر حتي يستقر ويحدث اتزان يتكون سطح فاصل بين السائلين وعندئذ يكون

$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 h_1 g + P_a = \rho_2 h_2 g + P_a$$

$$\therefore \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

ومن هذه العلاقة يمكن حساب الكثافة النسبية للزيت

ملاحظات عند حل المسائل

- (١) اذا كانت الانبوبة منتظمة المقطع وانخفض سطح السائل في احد الفرعين بمقدار d فانه يرتفع في الفرع الاخر بمقدار d ويكون ارتفاع السائل فوق السطح الفاصل = مقدار الارتفاع + مقدار الانخفاض $2d = d + d$

- (٢) إذا كانت الانبوبة غير منتظمة المقطع فإن حجم السائل المنخفض = حجم السائل المرتفع .
مساحة مقطع الفرع الاول \times ارتفاع الجزء المنخفض = مساحة مقطع الفرع الثاني \times ارتفاع الجزء المرتفع
- (٣) انبوبة غير منتظمة المقطع بحيث مساحة مقطع احد فرعيها ضعف مساحة المقطع الاخر فإذا انخفض السائل في الفرع المتسع بمقدار d فإنه يرتفع في الفرع الضيق بمقدار $2d$ ويكون ارتفاع السائل فوق السطح الفاصل = مقدار الارتفاع + مقدار الانخفاض $3d = d + 2d$
- (٤) انبوبة غير منتظمة المقطع بحيث مساحة احد فرعيها ضعف مساحة المقطع الاخر فإذا انخفض السائل في الفرع الضيق بمقدار d فإنه يرتفع الفرع الواسع بمقدار $0.5 d$ ويكون ارتفاع السائل فوق السطح الفاصل = مقدار الارتفاع + مقدار الانخفاض $1.5 d = 0.5 d + d$
- (٥) يمكن تعريف الكثافة النسبية على انها النسبة بين ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل الى ارتفاع السائل فوق نفس السطح في الانبوبة ذات الشعبتين

امثلة

مثال ١ انبوبة على هيئة حرف U يبلغ ارتفاع الماء في أحد فرعيها فوق السطح الفاصل بين الماء والزيت 19Cm أوجد ارتفاع الزيت في الفرع الآخر الذي يقرن معه إذا كانت كثافة الماء تساوي 1000 Kg/m^3 وكثافة الزيت تساوي 800 Kg/m^3

$$h_o \rho_o = h_w \rho_w$$

$$h_o \times 800 = 19 \times 10^{-2} \times 1000$$

$$h_o = \frac{19 \times 10^{-2} \times 1000}{800}$$

$$h_o = 23.75 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow h_w = 23.75 \text{ Cm}$$

مثال ٢ انبوبة على هيئة حرف U مساحة مقطع فرعها الضيق 1 Cm^2 ومساحة مقطع فرعها الواسع 2 Cm^2 ملئت جزئياً بالماء الذي كثافته 1000 كجم/م^٣ ثم صب فيها كمية من الزيت كثافته 800 كجم/م^٣ من الفرع الضيق حتى أصبح طول عمود الزيت 5Cm فاحسب ارتفاع سطح الماء فوق السطح الفاصل بين الماء والزيت

$$h_o \rho_o = h_w \rho_w$$

$$5 \times 10^{-2} \times 800 = h_w \times 1000$$

$$h_w = \frac{5 \times 10^{-2} \times 800}{1000}$$

$$h_w = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow h_w = 4 \text{ Cm}$$

مثال ٣ انبوبة على هيئة حرف U مساحة مقطعها 2 Cm^2 بها كمية من الماء، 9 Cm^3 من الكيروسين صُبت في أحد الفرعين فكان فرق ارتفاع الماء في الفرعين 3.6Cm ، أوجد حجم البنزين إذا صب في الفرع الآخر حتى يصبح مستوى سطح الماء في الفرعين في مستوى أفقي واحد علماً بأن كثافة الماء تساوي 1000 Kg/m^3 وكثافة البنزين 900 Kg/m^3

$$h_1 = \frac{V}{A} = \frac{9}{2} = 4.5 \text{ Cm}$$

$$h_2 = 3.6 \text{ Cm} \text{ ارتفاع الماء}$$

الحل : ارتفاع الكيروسين

تعيين كثافة الكيروسين

$$\therefore h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

$$\therefore 4.5 \times \rho_1 = 3.6 \times 1000$$

$$\therefore \rho_1 = 800 \text{ Kg/m}^3$$

تعيين ارتفاع البنزين

$$\therefore h_1 \rho_1 = h_3 \rho_3$$

$$\therefore 4.5 \times 800 = h_3 \times 900$$

$$\therefore h_3 = 4 \text{ Cm}$$

$$V = Ah_3 = 2 \times 4 = 8 \text{ Cm}^3$$

$$\therefore V = 8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

تعيين حجم البنزين

تھارین

- علمت أن كثافة الماء 1000 Kg/m^3 وكثافة الزيت 800 Kg/m^3

احداد وقتيڻيڻ ا / ڀڳا ڀڳا

الدروس الثالث

• الضغط الجوي Pa

هو وزن عمود من الهواء الجوي مساحة مقطعة الوحدة وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوي .
ويكافئ الضغط الناشئ عن عمود من الزئبق مساحة مقطعة الوحدة وارتفاعه 76 cm



بارومتر تورشيلي

استخدم : قياس الضغط الجوي

الفكرة العلمية :

تساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوي افقي واحد في باطن سائل

تركيب البارومتر (بارومتر تورشيلي)

نأخذ انبوبة طولها متر (100 سم) مغلقة من احد طرفيها نملأها زئبق

شرح عمل البارومتر

1 ننكس الانبوبة البارومترية في حوض به زئبق بحيث تكون عمودية تماما نجد ان الزئبق ينخفض في الانبوبة بحيث يكون ارتفاع الزئبق العمودي 76 سم .

2 الحيز الموجود فوق سطح الزئبق مفرغ تماما الا قليل جدا من بخار الزئبق الذي يمكن اهمال ضغطه وهذا الفراغ يسمى فراغ تورشيلي

3 بزيادة ميل الانبوبة نلاحظ ان حجم الفراغ يقل ويزداد طول عمود الزئبق ولكن ارتفاع عمود الزئبق الراسي لم يتغير وبظل ثابت 76cm

حساب الضغط الجوي

نأخذ نقطتين B,A في مستوى افقي واحد بحيث تكون B خارج الانبوبة والنقطة A داخل الانبوبة فيصبح

$$P_B = P_A$$

$$P_a = h \rho g$$

وحيث ان كثافة الزئبق 13595 kg/m^3 وعجلة الجاذبية الارضية 9.81 m/s^2

$$P_a = 76 \times 10^{-2} \times 13595 \times 9.81 = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

الضغط الجوي يعادل 76 سم زئبق

معنى ذلك أن الضغط الجوي يعادل وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 76 سم ومساحة مقطعه متر مربع واحد

الضغط الجوي عند سطح البحر = 1.013 بار

معنى ذلك أن الضغط الجوي يعادل الضغط الناشئ عن قوة مقدارها 1.013×10^5 نيوتن تؤثر عموديا على كل متر مربع من سطح البحر

ضغط غاز محبوس يساوي 3 ضغط جوي

معنى ذلك أن القوة التي يؤثر بها الغاز المحبوس على وحدة المساحات من السطح = $3 \times 1.013 \times 10^5$

فرق الضغط في إطار سيارة = 5 ضغط جوي

معنى ذلك أن الضغط داخل إطار السيارة يزيد عن الضغط الجوي بمقدار 5 ضغط جوي = $5 \times 1.013 \times 10^5$

فراغ تورشيلي : هو الحيز الموجود فوق سطح الزئبق في الانبوبة البارومترية ويحتوي على قليل جدا من بخار

الزئبق الذي يمكن اهمال ضغطه

الضغط الجوي القياسي هو ضغط الهواء عند سطح البحر ويكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه 76cm عند صفر درجة سيلزيوس

ملاحظات

- 1 الضغط الجوي المقاس بالبارومتر لا يتغير بتغير مساحة مقطع الأنبوبة ولا شكلها
- 2 الارتفاع الراسي لعمود الزئبق داخل الأنبوبة يظل ثابت سواء كانت الأنبوبة في وضع راسي او مائله او سميكة او رقيقة .

- 3 لا يظهر فراغ تورشيلي (1) اذا كان طول الأنبوبة اقل من 76cm
- (2) الأنبوبة البارومترية مائله بحيث كان الارتفاع الراسي للزئبق 76cm او اقل
- (3) كثافة السائل المستخدم اقل من كثافة الزئبق (4) البارومتر في قاع منجم

فكر متى تزداد فراغ تورشيلي ومتى يقل ومتى يتعدم ؟

- 4 عند ثقب الأنبوبة البارومترية فان الزئبق يهبط ليصبح في مستو افقى مع الزئبق في الحوض
- 5 في معدل الضغط ودرجة الحرارة S.T.P يكون الضغط الجوي 76cmHg ودرجة الحرارة 0°C

العوامل المؤثرة في قراءة البارومتر (مقدار Pa)

- 1 درجة حرارة الهواء (يقل Pa بزيادتها)
- 2 البعد عن سطح البحر يقل الضغط الجوي بالارتفاع الي اعلي

تعليقات هامة

1 يقل الضغط الجوي كلما ارتفعنا الى اعلى؟

جـ : بسبب نقص طول عمود الهواء.

2 اذا اخذنا البارومتر لقمة جبل فإن قراءة تقل

جـ : ان الضغط الجوي يقل بالارتفاع الاعلي بسبب نقص وزن عمود الهواء.

3 يفضل استخدام الزئبق في البارومتر

جـ : لان كثافة الزئبق كبيرة فيكون ارتفاعه داخل الأنبوبة مناسب كما ان ضغط بخار الزئبق في الحالة العادية صفر تقريباً وبالتالي يصبح ضغط فراغ تورشيلي منعدياً ولأنه لا يلتصق الزئبق بجدار الأنبوبة

4 لا يتأثر ارتفاع الزئبق في الأنبوبة بمساحة مقطع الأنبوبة

جـ : لان الضغط يحسب من العلاقة p_{hg} ولا يتوقف علي المساحة او لان الضغط هو القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات .

5 قد يختفى فراغ تورشيلي في البارومتر

جـ : لان الأنبوبة يكون طولها 76 سم او ان الأنبوبة مائلة بحيث يكون ارتفاعها الراسي 76سم أو اقل

6 ملئت انبوبة بارومترية طولها 1m تماماً بالزئبق ونكست في حوض به زئبق ولم يظهر بها فراغ تورشيلي

جـ : لان الأنبوبة تكون قد نكست مائله فيكون الارتفاع الراسي بين سطحي الزئبق اقل من 76cm

7 ملئت انبوبة بارومترية بالزئبق ثم نكست عمودياً في حوض به زئبق ولم يظهر فراغ تورشيلي

جـ : لان الأنبوبة طولها لظاهر فوق سطح الزئبق اقل من 76cm

8 يلزم عدم تسرب أي هواء داخل انبوبة البارومتر

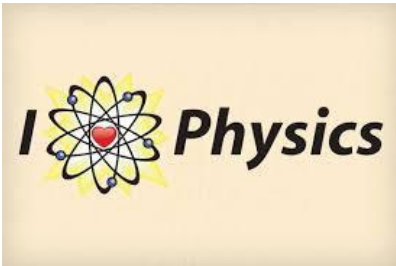
جـ : لان الضغط في هذه الحالة يحسب من العلاقة $P = p_{hg} + P_{air}$

9 لا يشعر الانسان بالضغط الجوي

جـ : لحدوث اتزان بين ضغط السوائل والغازات داخل الجسم مع الضغط الجوي .

10 حدوث نزيف بالانف عند التواجد علي ارتفاعات شاهقة

جـ : لان الضغط الجوي يقل بالارتفاع الي اعلي فيزداد الضغط علي جدران الشعيرات الدموية فيحدث نزيف بالانف

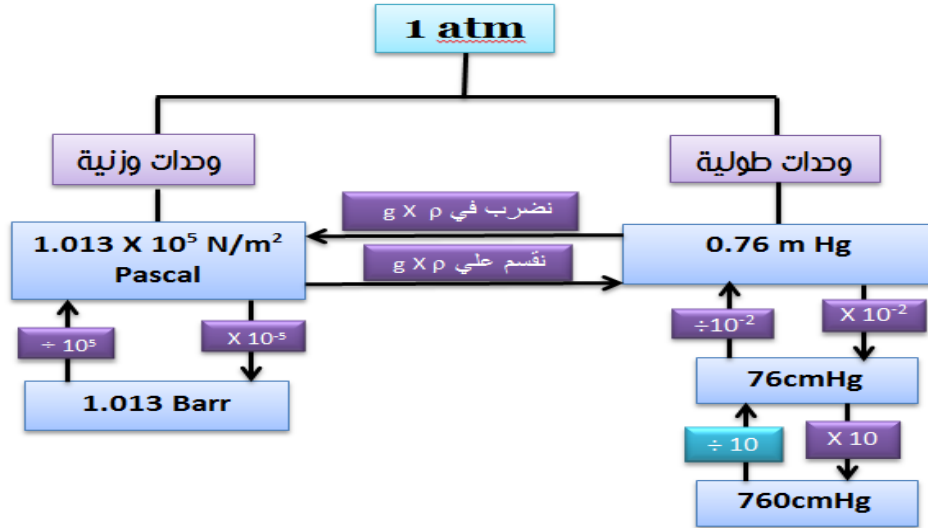


① Pascal = N/m² ⇒ ∴ Pa = 1.013 x 10⁵ N/m² (pascal)

② Bar = 10⁵ N/m² ⇒ ∴ Pa = 1.013 x 10⁵ N/m² = 1.013 Bar

③ Torr = mmHg ⇒ ∴ Pa = 0.76m Hg = 76cm Hg = 760 mmHg(Torr)

مخطط لتحويل وحدات الضغط الجوي



استخدام البارومتر في قياس ارتفاع المباني

① نفرض ان فرق الضغط بين سطح البحر وقمة الجبل (ΔP)

② نفرض ان h_1 هو الفرق بين قراءتي البارومتر عند قمة الجبل و سطح البحر بالتر زئبق

③ نفرض ان h_2 هو طول عمود الهواء المحصور بين سطح البحر وقمة الجبل بالتر زئبق

④ نحسب فرق الضغط بين سطح البحر وقمة الجبل من العلاقة $\Delta P = \rho_{Hg} h_1 g = \rho_{air} h_2 g$

ومنها يمكن حساب ارتفاع الجبل h_2 من العلاقة التالية $\rho_{Hg} h_1 = \rho_{air} h_2$

مثال ١ بارومتر يقرأ في الطابق السفلي لمبنى 76cmHg ويقرأ في الطابق العلوي 73.8cmHg احسب ارتفاع المبنى علما بان

متوسط كثافة الهواء 1.2/m³

$h_1 = ????$

$h_2 = 0.76 - 0.738 = 0.022 \text{ mHg}$ الحل

$\rho_{Hg} h_1 = \rho_{air} h_2 \Rightarrow h_1 = \frac{\rho_{Hg} \times h_2}{\rho_{air}} = \frac{13600 \times 0.022}{1.2} = 249 \text{ m}$

مثال ٢ يحمل رجل بارومتر زئبقي قراءته عند الطابق الأرضي 7CmHg وعند الطابق العلوي قراءته تساوي 74.15

CmHg فإذا كان ارتفاع المبنى 200m فاحسب متوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين إذا علمت أن كثافة الزئبق

13600Kg/m³ وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8m/s²

الحل : النقص في وزن عمود الهواء = النقص في وزن عمود الزئبق في البارومتر

$\Delta h_1 \rho_1 = \Delta h_2 \rho_2$

$(76 - 74.15) \times 10^{-2} \times 13600 = 200 \times \rho_2$

$\rho_2 = \frac{1.85 \times 10^{-2} \times 13600}{200} = 1.258 \text{ Kg / m}^3$

مثال ٣ اذا كانت قراءة البارومتر الزئبقي في احد الايام 76cmHg فماذا تكون قراءة هذا البارومتر اذا استخدم فيه ماء

علما بان كثافة الماء 1000Kg/m^3 وكثافة الزئبق 13600Kg/m^3

الحل $P_{\text{ماء}} = P_{\text{زئبق}}$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 13600 \times 0.76 = 1000 \times h_2 \Rightarrow \therefore h_2 = 10.33 \text{ m}$$

المانومتر

١ قياس ضغط غاز محبوس ٢ فرق ضغط غاز محبوس

الفكرة العلمية:

تساوي الضغط عند النقاط التي تقع في مستوى افقى واحد

تركيبه: انبوبة ذات شعبيتين احد فرعيها طويل والاخر قصير بها سائل مناسب

معروف كثافته ويتصل الفرع القصير بمستودع بها الغاز المراد قياس ضغطه

شرح عمله

١ اذا كان ضغط الغاز اكبر من الضغط الجوي $P_a > P_{\text{gas}}$ نلاحظ ان سطح السائل في

الفرع المتصل بالمستودع ينخفض ويرتفع في الفرع الخالص حتي يحدث الاتزان

عند الاتزان يكون الضغط عند A = الضغط عند B

$$\therefore P_{\text{gas}} = P_a + \rho h$$

وحساب فرق ضغط الغاز $\therefore \Delta P = P_{\text{gas}} - P_a = \rho h$

٢ اذا كان ضغط الغاز اقل من الضغط الجوي $P_a < P_{\text{gas}}$ نلاحظ سطح السائل في

الفرع الخالص منخفضا عنه في الفرع المتصل بالمستودع وعند الاتزان يكون

الضغط عند A = الضغط عند B

$$\therefore P_{\text{gas}} = P_a - \rho h$$

وحساب فرق ضغط الغاز $\therefore \Delta P = - \rho h$

٣ اذا كان ضغط الغاز = الضغط الجوي يكون سطح السائل في الفرعين متساوي

وتكون قراءة المانومتر تساوي صفر

ملاحظات هامة

اذا كان الضغط الجوي بوحدة طولية (mmHg - Cm Hg - mHg) نستخدم العلاقة $P_{\text{gas}} = P_a \pm \rho h$

يستخدم الماء في المانومتر عند قياس ضغط محبوس صغير او فرق ضغط غاز محبوس صغير حيث كثافة الماء

صغيرة فيكون فرق ارتفاع الماء في المانومتر واضحا ويسهل قياسه (كبير نسبيا)

يستخدم الزئبق في المانومتر عند قياس ضغط محبوس كبيرا او فرق ضغط غاز محبوس كبير حيث كثافة

الزئبق كبيرة فيكون فرق ارتفاع الزئبق في المانومتر واضحا ويسهل قياسه (صغيرة نسبيا)

قراءة المانومتر تعني فرق ارتفاع السائل في فرعي المانومتر

يستخدم المانومتر في

١ قياس ضغط الدم ٢ قياس ضغط الهواء داخل اطار السيارة

١ قياس ضغط الدم

لا تجعل من متاعبك ومهمومك موضوعا للحديث لانك بذلك تخلق حاجز بينك وبين السعادة

فداوم علي الاستغفار فربما فتح الباب بغنة

→ تطبيقات على الضغط

اولا : قياس ضغط الدم في الانسان

- ① ينساب الدم خلال جسم الانسان انسيابا هادئا تحت تأثير انبساط و انقباض عضلة القلب
- ② عند وضع سماعة الطبيب علي الشريان فقد يسمع الطبيب ضجيجا وهذا يدل ان هذا الشخص مريض وان معدل سريان الدم مضطرب
- ③ وعند قياس ضغط الدم باخذ قيمتين :

👉 الضغط الانقباضي :

هو اقصى ضغط للدم في الشريان عند انقباض عضلة القلب ويساوي 120 تور

👉 الضغط الانبساطي :

هو اقل ضغط للدم في الشريان عند انقباض عضلة القلب ويساوي 80 تور

📖 ما معنى قولنا ان ضغط الدم لشخص $120/80$

جـ : اي ان النسبة بين الضغط الانقباضي الى الضغط الانبساطي لهذا الشخص $120/80$

ثانيا : قياس ضغط الهواء داخل اطار السيارة

حيث اذا كان ضغط الهواء داخل الاطار منخفض لزيادة مساحة التماس بين الاطار والطريق فتزداد قوى الاحتكاك ويسخن الاطار .

علل : يجب ملئ اطار السيارة بالهواء تحت ضغط مرتفع ؟

جـ : حتي يقل التماس مع الطريق فيقل الاحتكاك فلا يسخن الاطار مما يقلل من استهلاك الوقود

س : ماذا يحدث لقراءة مانومتر عند وضع امانومتر على قمة جبل ؟

تزداد قراءة المانومتر وذلك لنقص الضغط الجوي حيث $P = P_a + h$ وضغط الغاز المحبوس ثابت .

👉 لاحظ ان قراءة امانومتر (هو فرق ارتفاع الزئبق في فرعي امانومتر (h)

س : ماذا يحدث لقراءة مانومتر عند استبدال الزئبق في امانومتر بالماء وماذا ؟

تزداد قراءة المانومتر لان كثافة الماء اقل من كثافة الزئبق والكثافة تتناسب عكسيا مع الارتفاع اما ضغط الغاز المحبوس يظل ثابت .

مثال ١ : استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص منخفضا عن سطحه في

الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 20 سم . ما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدة بار علما بأن الضغط الجوي وقت القياس

يساوي 10^5 باسكال وكثافة الزئبق 13600 كجم / م³ وعجلة الجاذبية الأرضية تساوي 10 م / ث² .

الحل

$$P = P_a - h\rho g$$

$$\therefore P = 10^5 - (20 \times 10^{-2} \times 13600 \times 10)$$

$$P = 97280 \text{ N / m}^2$$

$$P = 97280 \times 10^{-5} \text{ Par}$$

مثال ٢ : مانومتر يحتوي على زئبق يتصل بمستودع به غاز محبوس ، فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحي الزئبق في الفرعين

25cm فاحسب فرق الضغط وكذلك الضغط المطلق للهواء المحبوس مقدرا بوحدة N / m² علما بأن الضغط الجوي يعادل

$1.013 \times 10^5 \text{ N / m}^2$ وعجلة الجاذبية الأرضية 10 m / s^2 وكثافة الزئبق تساوي 13600 Kg / m^3

👉 الحل تعيين فرق الضغط : $\therefore \Delta p = h\rho g \quad \therefore \Delta P = 25 \times 10^{-2} \times 13600 \times 10 = 34000 \text{ N / m}^2$

تعيين الضغط الكلي $\therefore P = P_a + \Delta p \quad \therefore P = 1.013 \times 10^5 + 34000 = 135300 \text{ N / m}^2$

مثال ٣ استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص أعلى من سطحه في

الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 36 Cm ما قيمة ضغط الغاز بوحدة :

(ج) N / m^2

(ب) Atm

(ا) $Cm Hg$

$$P = P_a + h = 76 + 36 = 112 \quad CmHg$$

$$P = \frac{1 \times 112}{76} = 1.473 \quad atm$$

$$P = 1.473 \times 1.013 \times 10^5 = 1.492 \times 10^5 \quad N / m^2$$

مثال ٤ مانو متر يقرأ ضغط يساوي 0.01 ضغط جوي . احسب الضغط المطلق للهواء المحبوس مقدرا بالضغط الجوي ثم

N/m^2 ، علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية $9.8m/s^2$ وكثافة الزئبق $13600Kg/m^3$ والضغط الجوي يعادل 76Cm Hg

$$P_a = h\rho_{Hg}g = 0.76 \times 13600 \times 9.8 = 101292.8 \quad N / m^2$$

الحل ① الضغط الجوي :

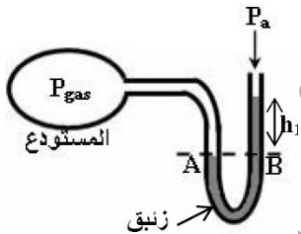
$$P = P_a + \Delta P = 1 + 0.01 = 1.01 \quad atm$$

② الضغط المطلق :

$$P = 1.01 \times 101292.8 = 102305.728 \quad N / m^2$$

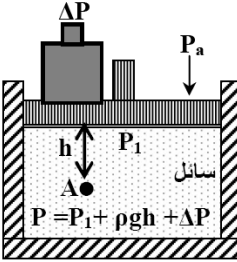
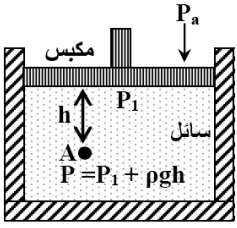
تدريبات

١. غاز محبوس داخل اسطوانة استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط الغاز فكان ارتفاع سطح الزئبق في الفرع الخالص اكبر من الفرع المتصل بالاسطوانة بمقدار 20cm احسب ضغط الغاز داخل الاسطوانة بوحدة سم زئبق - ضغط جوي - باسكال - تور - بار
٢. استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص منخفض عن سطحه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 20cm ما هو مقدار ضغط الغاز بالبار علما بان الضغط الجوي وقت اجراء التجربة 10^5 باسكال وكثافة الزئبق $13600kg/m^3$ وعجله السقوط الحر $10m/s^2$ (0.728Bar)
٣. في الشكل المقابل اذا كان الضغط الجوي 100Kpa احسب الارتفاع h اذا علمت ان ضغط الغاز 150Kp
٤. مانومتر يقرأ 4cm والضغط الجوي 10^5 باسكال اذا تضاعف ضغط الغاز في المستودع اوجد قراءة المانومتر عندئذ (83cm)



الدروس الرابع

• قاعدة باسكال



① إذا أخذنا إناء اسطوانى مزود بمكبس وملأنا الإناء بسائل ما وضغطنا على المكبس و ليكن مثلاً بوضع أثقال عليه حتى يصبح الضغط عند السطح السفلى للمكبس هو P_1 فإن الضغط عند نقطة مثل A على عمق h من سطح السائل يساوى P حيث : $P = P_1 + \rho gh$

② فإذا زاد الضغط على المكبس بمقدار ΔP بزيادة الأثقال مثلاً فإننا نلاحظ عدم حرك المكبس إلى الداخل لعدم قابلية السائل للانضغاط. ويزداد الضغط على سطح السائل تحت المكبس بمقدار ΔP وكذلك عند نقطة A يزداد الضغط بمقدار ΔP و يصبح $P = P_1 + \rho gh + \Delta P$ وإذا زاد الضغط لحد معين ينكسر الإناء

👉 **قاعدة باسكال** : إذا أثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامة

الى جميع اجزاء السائل والى جدران الإناء الحاوى له .

علال **تنطبق قاعدة باسكال على السوائل ؟**

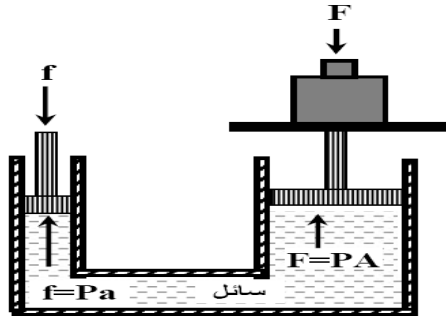
جـ : لان السائل غير قابل للانضغاط فينتقل الضغط بتمامة الى جميع اجزاء السائل

علال **لا تنطبق الغازات لقاعدة باسكال ؟**

جـ : لان الغازات قابله للانضغاط نظرا لوجود مسافات بينية

👉 **اهم تطبيقاتها** : المكبس الهيدروليكي - فرامل السيارة - كرسي اطباء الاسنان - مكبس رفع السيارات

المكبس الهيدروليكي



👉 **الوظيفة** : رفع اثقال كبيرة باستخدام قوة صغيرة .

👉 **التركيب** : اسطوانتين مختلفتين في مساحة المقطع يتصلان معا

بانبوبة اخري افقية وملوء بسائل مناسب خالي تماما من الفقاعات الهوائية وكل اسطوانة مزودة بمكبس حر الحركة عديم الاحتكاك .

👉 **فكرة عمله** : قاعدة باسكال

👉 **شرح عمله** :

① نؤثر على المكبس الصغير بقوة F يتولد عنها ضغط على سطح السائل اسفل هذا المكبس $P = \frac{f}{a}$

② طبقا لقاعدة باسكال فان الضغط ينتقل بتمامة الى جميع اجزاء السائل ويؤثر على المكبس الكبير بقوة F

③ وعند الاتزان في مستوي افقي واحد يكون الضغط اسفل المكبس الصغير = الضغط اسفل المكبس الكبير

$$\therefore \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

وحيث ان مساحة مقطع المكبس الكبير < مساحة مقطع المكبس الصغير فتكون القوة الناتجة عند المكبس الكبير < القوة المؤثرة عند المكبس الصغير

👉 **الفائدة الآلية للمكبس (η)**

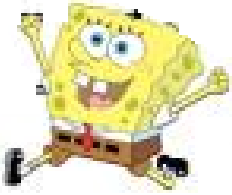
👉 **تعريفها** : النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير الى القوة المؤثرة على المكبس الصغير

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{M}{m} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{y_{\text{صغير}}}{y_{\text{كبير}}}$$

👉 **قانونها**

ملاحظات هامة

- المكبس لا يستخدم في مضاعفة الطاقة لان الشغل عند المكبس الكبير = الشغل عند المكبس الصغير .
- المسافة التي يتحركها المكبس الصغير اكبر من المسافة التي يتحركها المكبس الكبير .
- سرعة المكبس الصغير اكبر من سرعة المكبس الكبير .



علل تخضع السوائل لقاعدة باسكال

ج : لان السوائل غير قابلة للانضغاط .

علل لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات

ج : لان الغازات قابلة للانضغاط .

علل لا تصل كفاءة اى مكبس هيدروليكي الى ١٠٠ %

ج : لوجود قوى احتكاك بين المكبس وجدران الانبوبة وكذلك لوجود فقاعات غازية في السائل المستخدم تستهلك شغلاً في تقليل حجمها .

علل يستطيع المكبس الهيدروليكي ان يرفع اثقال كبيرة باستخدام قوة صغيرة عند المكبس الصغير

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

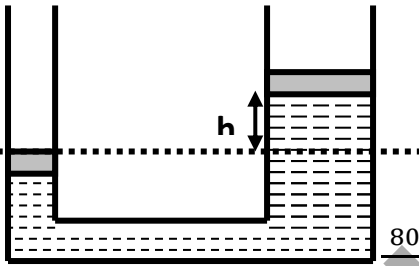
ج : لان الضغط ينتقل بتمامة الى جميع اجزاء السائل وحيث ان

وحيث ان A اكبر من a فيصبح F اكبر من f .

ملاحظات عند حل المسائل

١ اذا كان المكبس في حالة عدم اتزان يكون $\frac{F}{A} + \rho h g = \frac{f}{a}$

٢ اذا كانت كفاءة المكبس مثلاً 80 % (اقل من 100 %)



$$\frac{80}{100} = \frac{\text{الشغل الناتج عند المكبس الكبير}}{\text{الشغل الناتج عند المكبس الصغير}} = \frac{F y_2}{f y_1} \text{ فإن}$$

٣ اذا كان المكبس له اكثر من فرعين فإن: $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$ حيث A هي مجموع مساحتي مقطع الفرعين الموضوع فوقهما جسم المراد رفعه

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2$$

٤ مكبسان متصلان ببعضهما تكون كفاءة المكبس .

امثلة

مثال ١ مكبس مائي مساحة مقطع مكبسه الصغير 10 cm^2 تؤثر عليه قوة 100 N ومساحة مقطع مكبسه الكبير 800 cm^2 فاذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 فاحسب :

(أ) أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير

(ب) الفائدة الآلية للمكبس

(ج) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير ليتحرك المكبس الكبير بمقدار 2 cm

الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{mg}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{m \times 10}{100} = \frac{800}{10} \Rightarrow m = 800 \text{ Kg}$$

$$\eta = \frac{A}{a} = \frac{800}{10} = 80$$

(ب) الفائدة الآلية :

(ج) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير ليتحرك المكبس الكبير مسافة 2 cm

$$\eta = \frac{y_1}{y_2} \Rightarrow 80 = \frac{y_1}{2} \Rightarrow y_1 = 160 \text{ cm} \quad y_1 = 1.6 \text{ m}$$

مثال ٢ المكبس الصغير والكبير في مكبس هيدروليكي قطرها 2Cm , 24Cm على الترتيب تولدت قوة قدرها 2000N على المكبس الكبير ، احسب القوة المؤثرة على المكبس الصغير ، وكذلك الفائدة الآلية للمكبس

الحل

$$r = 1\text{Cm} , R = 12\text{Cm}$$

القوة المؤثرة على المكبس الصغير :

$$\frac{F}{f} = \frac{R^2}{r^2} \Rightarrow \frac{2000}{f} = \frac{(12)^2}{(1)^2} \Rightarrow f = 13.88 \text{ N}$$

$$\eta = \frac{R^2}{r^2} = \frac{(12)^2}{(1)^2} = 144$$

الفائدة الآلية

مثال ٣ مكبس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير 2 سم تؤثر عليه قوة مقدارها 200 نيوتن وقطر مكبسه الكبير 24 سم فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^٢ ، (π = 3.14) أوجد :

١ - أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير .

٢ - الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي .

٣ - الضغط الواقع على كل من المكبسين الكبير والصغير .

الحل

(أ) أكبر كتلة يمكن رفعها

$$\frac{F}{f} = \frac{R^2}{r^2} \Rightarrow \frac{mg}{f} = \frac{R^2}{r^2} \Rightarrow \frac{m \times 10}{200} = \frac{144}{1} \Rightarrow m = 2880 \text{ Kg}$$

$$\eta = \frac{R^2}{r^2} = \frac{(12)^2}{(1)^2} = 144$$

(ب) الفائدة الآلية :

(ج) الضغط على المكبس الصغير = الضغط على المكبس الكبير

$$P = \frac{f}{\pi r^2} = \frac{200}{3.14 \times 1 \times 10^{-4}} = 6.36 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

مثال ٤ قطرا المكبس الصغير والمكبس الكبير في مكبس هيدروليكي هما 2 Cm ، 24 Cm على الترتيب احسب :

(أ) القوة المؤثرة على المكبس الصغير لتولد قوة على المكبس الكبير قدرها 2880 N

(ب) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير ليتحرك المكبس الكبير مسافة 1 Cm

الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{R^2}{r^2} \Rightarrow \frac{2880}{f} = \frac{(12)^2}{(1)^2} \Rightarrow f = 20 \text{ N}$$

المسافة التي يتحركها المكبس الصغير ليتحرك المكبس الكبير مسافة 1 Cm

$$\frac{R^2}{r^2} = \frac{y_1}{y_2} \Rightarrow \frac{144}{1} = \frac{y_1}{2} \Rightarrow y_1 = 288 \text{ Cm} \quad y_1 = 2.88 \text{ m}$$

مثال ٥ عطة غسيل سيارات قطر أنبوبة الهواء المضغوط في آلة الرفع الهيدروليكي هو 2Cm وقطر المكبس الكبير 32Cm احسب ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها 1800Kg علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s² (π = 3.14)

الحل

ضغط الهواء اللازم على المكبس الصغير = الضغط على المكبس الكبير

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{\pi R^2} = \frac{1800 \times 10}{3.14 \times (16 \times 10^{-2})^2} = 2.239 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

مثال ٦ مساحتا مقطع المكبس الصغير والمكبس الكبير في مكبس هيدروليكي هما 2Cm² ، 50Cm² على الترتيب .

احسب الفائدة الآلية للمكبس ، واحسب القوة اللازمة لرفع واحد طن ، ثم احسب المسافة التي يتحركها المكبس الصغير

ليتحرك المكبس الكبير مسافة قدرها 4Cm (g = 10 m/s²)

الحل

$$\eta = \frac{A}{a} = \frac{50 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 25$$

(أ) الفائدة الآلية :

(ب) القوة اللازمة لرفع واحد طن: $m = 1 \times 1000 = 1000 \text{ Kg}$

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{mg}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{1000 \times 10}{f} = \frac{50 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} \Rightarrow f = 400 \text{ N}$$

(ج) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير:

$$\eta = \frac{y_1}{y_2} \Rightarrow 25 = \frac{y_1}{4} \Rightarrow y_1 = 100 \text{ Cm} \quad y_1 = 1 \text{ m}$$

مثال ٨ مكبس مائي مساحة مقطع مكبسه الصغير $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ تؤثر عليه قوة مقداره 200 N ومساحة مقطع مكبسه الكبير $20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ احسب مقدار الكتلة اللازم وضعها فوق المكبس الكبير حتى يتزن في مستوى أفقي مع المكبس الصغير ، علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2

الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{mg}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{m \times 10}{200} = \frac{20 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-4}} \Rightarrow m = 100 \text{ Kg}$$

تدريبات

١. مكبس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير 10 cm وتؤثر عليه قوة مقدارها 800 N وقطر مكبسه الكبير 100 cm فاذا علمت ان عجله الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 اوجد

(8000Kg)

(1.019 × 10⁵ Pascal)

١ اكبر كتله يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير

٢ الضغط الواقع علي كل من المكبس الكبير والمكبس الصغير

٢. مكبس مائي اقصي ثقل يمكن رفعه 5 ثقل طن ماهي اقل قوة يمكن التأثير بها علي المكبس الصغير لرفع هذا الثقل علما بان الفائدة الآليه له 200

(245N)

٣. استخدم مكبس هيدروليكي لرفع سيارة وذلك بوضع ثقل قدرة 4 Kg علي المكبس الصغير فامكن رفع سيارة كتلتها 1000 Kg اذا كانت مساحة المكبس الكبير 5 m^2 اوجد مساحة الصغير والمساحة التي يتحركها الكبير عند تحرك الصغير 250 cm

٤. فرامل سيارة تحتاج الي قوة 1000 N لايقافه العجلت احسب قوة القدم المؤثرة علما بان النسبة بين مساحتي المكبس $100:3$

(30N)

٥. مكبس هيدروليكي مساحت مقطع مكبسه 200 cm^2 ، 10 cm^2 احسب :

١ القوة اللازمة لرفع ثقل 300 N

٢ المسافة التي يتحركها المكبس الكبير اذا تحرك المكبس الصغير 12 cm

٣ القوة اللازمة لرفع نفس الثقل بحيث يتحرك نفس بحيث يتحرك اذا كان المكبس يفقد 20% من

الطاقة علي شكل حرارة بسبب الاحتكاك ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(15N – 0.6 cm – 18.75 N)

٦. في الشكل المقابل :

ثلاث مكابس A, B, C مساحه مقطعا علي الترتيب $5, 12, 8 \text{ cm}^2$

والجهاز مملوء بالماء والمطلوب حساب

١ ضغط الماء علي القاع

٢ الكتلتان m_1, m_2

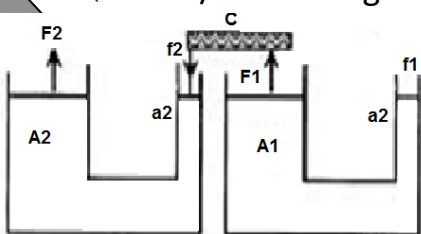
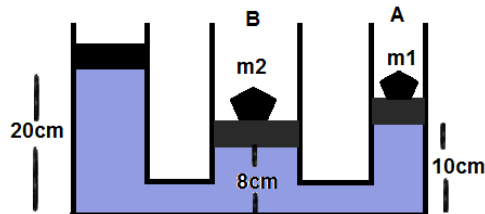
٣ ارتفاع الماء في الافرع الثلاثة عند زوال الكتل

(2940N/m² – 0.4kg – 0.12kg – 15,6cm)

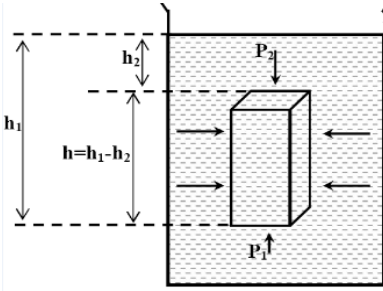
٧. في الشكل المقابل مكبسان يتصلان معا بواسطة رافعت تقسم

المسافة بينهما بنسبة 1:1 فاذا كانت $\frac{a_1}{A_1} = \frac{1}{50}$ وكانت $\frac{a_2}{A_2} = \frac{1}{40}$ احسب

F_2 والفائدة الآلية للمجموعة علما بان $f_1 = 20 \text{ N}$ (40000, 2000N)



الجسم المغمور كلياً او جزئياً في مائع يلقي قوة دفع من اسفل الى اعلى هذه القوة تعادل وزن السائل المزاح بواسطة الجزء المغمور كلياً او جزئياً علي الترتيب



استنتاج ان قوة الدفع = وزن السائل المزاح بواسطة الجزء المغمور

① نتصور وجود حجم من السائل V_{ol} على شكل متوازي مستطيلات

مساحة مقطعه A وارتفاعه h وحيث ان السائل ساكن فان متوازي

المستطيلات في حالة اتزان تحت تأثير عدة قوى وهى :-

١- قوى افقيّة يلاشى بعضها بعضاً لان كلا القوتين متساويتان في المقدار ومتضادتين في الاتجاه .

٢- قوى راسيخ وهى :- ① قوة وزن السائل واجهاها لاسفل

$$\therefore F_g = \rho_L V_{ol} g \quad (1)$$

② قوة دفع الى اعلى تنتج من فرق الضغط على السطحين السفلى والعلوى لهذا الحجم من متوازي

$$F_b = \Delta P \times A \rightarrow \therefore F_b = \rho_L g A \Delta h \quad \text{المستطيلات}$$

$$F_b = \rho_L g A (h_1 - h_2)$$

$$\therefore h = h_1 - h_2 \rightarrow \therefore F_b = \rho_L g A h$$

$$\therefore V_{ol} = Ah$$

$$\therefore F_b = \rho_L V_{ol} g \quad (2)$$

$$\therefore F_b = F_g$$

من (1) و (2) ينتج ان

علل الوزن الحقيقي للجسم دائماً اكبر من الوزن الظاهري ؟

ج : لان السائل يؤثر علي الجسم بقوة دفع ويكون اتجاهها لاعلى وتنشأ نتيجة فرق الضغط المؤثر علي القاعدة السفلى والوجة العلوي.

علل الجسم المغمور في سائل يلقي قوة دفع من اسفل الي اعلى ؟

ج : بسبب فرق الضغط بين السطحين العلوي والسفلي للجسم

العوامل التي تتوقف عليها قوة الدفع

① كثافة السائل ρ_L (طردى) ② حجم الجزء المغمور (V_{ol})

③ عجله الجاذبية الارضية

④ القوة المحصلة المؤثرة علي الجسم المغمور كلياً في سائل

يتأثر الجسم بقوتين

$$\text{① وزن الجسم لاسفل} \quad (F_g)_s = \rho_s V_{ol} g$$

$$\text{② قوة الدفع لاعلى} \quad F_b = \rho_L V_{ol} g$$

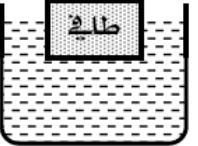
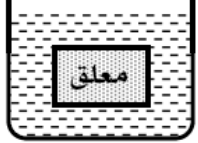
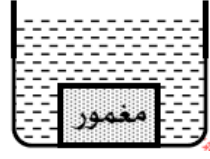
$$\therefore \text{محصله } F = F_b - F_g = V_{ol} g (\rho_L - \rho_s)$$



أبدأ يومك بأذكار الصباح ليحصل لك النجاح والفلاح

سيجما في الفيدياء اعدا / زكريا مختار

حالات الجسم المغمور في السائل



(١) **بغوص الجسم الى القاع** : عندما تكون قوة الوزن اكبر من قوة الدفع ($F_b < F_g$)

او عندما يكون $\rho_L < \rho_s$ ويكون اتجاه القوة المحصلة لاسفل مثل غوص مسمار الحديد في الماء

(٢) **يعلق الجسم في السائل** : عندما تكون قوة الدفع تساوي قوة الوزن ($F_b = F_g$) او عندما

يكون $\rho_L = \rho_s$ وتكون محصلة القوة المؤثرة علي الجسم تساوي صفر

(٣) **يطفو الجسم الى السطح** : عندما تكون قوة الدفع اكبر من قوة الوزن ($F_b > F_g$)

او عندما يكون $\rho_L > \rho_s$ ويكون اتجاه القوة المحصلة لاعلي ويتحرك لاعلي ويظهر منه جزء

عندئذ يقل حجم الجزء المغمور فتقل قوة الدفع حتي تصبح مساوية لوزن الجسم عندئذ

يستقر الجسم طافيا فوق السطح كما يحدث عند غمر قطعة خشب تحت سطح الماء

→ **ملاحظة** تسمى القوة المحصلة المؤثرة علي الجسم بالوزن الظاهري للجسم

فكر متى ينعدم الوزن (يكون الوزن = صفر) ومتي يكون الوزن سالبا ؟

قانون الطفو

اذا طفا جسم واسقر فوق سطح سائل فان قوة الدفع تساوي وزن الجسم تساوي وزن المائع المزاح بواسطة الجزء المغمور

📖 **ما معني ان قوة دفع سائل لجسم طافي = 10 نيوتن**

جـ : أي ان وزن الجسم الطافي 10 نيوتن او وزن المائع المزاح بواسطة الجزء المغمور 10 نيوتن

📖 **ماذا نعني بقولنا ان الوزن الظاهري لجسم = قيمة سالبة**

→ تطبيقات قاعدة الطفو

اولا : تقنيات العلاج بالماء

بعض المرضى الذين يعانون من مشكلة في رفع او تحريك اطرافهم بسبب ضرر او مرض بالعضلات او المفاصل يتم غمر جسم المريض في الماء فينعدم وزن الجسم تقريبا وبالتالي تقل القوة اللازمة لتحريك الاطراف واداء التمرينات الرياضية .

ثانيا : تجارب انعدام الوزن

تجرى هذه التجارب في حاويات مملوءة بسائل حيث يضبط تركيزه بحيث تتزن قوة دفع السائل مع وزن الجسم

ثالثا : طفو وغوص الغواصة والاسماك

● **تطفو الغواصة عندما يمتلئ الفراغ بداخلها بالهواء ثم تغوص عندما يمتلئ هذا الفراغ بالماء**

● **تحتوي الاسماك على مثانة هوائية تملؤها بالهواء لتساعد على الطفو ثم تفرغها من**

الهواء لتساعد على الغوص

رابعا : الغواص تحت الماء

- يتنفس الغواص هواء مضغوطا عند الغطس الى اعماق قليلة (**علل**) حتى يتعادل

الضغط على رئتيه مع الضغط الخارجى (ضغط ماء البحر او النهر)

- يغير الغواص الضغط في السترة التي يرتديها عند الغطس الى اعماق كبيرة (**علل**) ليتحكم في قوة الطفو .

1 السباحة في ماء النهر اسهل من السباحة في ماء النهر

ج : لان كثافة ماء البحر اكبر من كثافة ماء النهر فيصبح حجم الجزء المغمور من الجسم في ماء البحر اقل من حجم الجزء المغمور في ماء النهر

2 يراعي تخفيف حمولة السفينة عند انتقالها من ماء البحر الي ماء النهر

ج : لان كثافة ماء النهر اقل من كثافة ماء البحر فيزداد حجم الجزء المغمور عند الانتقال الي ماء النهر فقد تتعرض السفينة للغرق لذا يلزم تخفيف الحمولة

3 طفو السفينة المصنوعة من الحديد بينما يغوص المسمار الحديد

ج : لانه في حالة السفينة يكون وزن السائل المزاح يساوي وزن السفينة فتطفو السفينة اما في حالة المسمار يكون وزن المسمار اكبر من وزن السائل المزاح فيغوص المسمار .

4 يظل وزن اناء مملوء بالماء كما هو عند طفو قطعة من الفلين فوقه بينما يرداد وزنه عند وضع قطعة نقود فيه

ج : لانه في حالة قطعة الفلين يكون وزن السائل المزاح = وزن قطعة الفلين فيظل وزن الاناء ثابت اما في حالة قطعة النقود يكون وزن قطعة النقود اكبر من وزن السائل المزاح

5 يتساوي النقص في الوزن لعدة اجسام مختلفة الكثافة اذا كان لهم نفس الحجم وفي نفس السائل ولا يتساوي اذا كان لهم نفس الكتله ومختلفي في الكثافة

ج : لان النقص في الوزن يساوي الدفع وهو ثابت لثبات الكثافة وحجم السائل المزاح (حجم الجسم) ولا يتساوي اذا كان لهم نفس الكتله لا اختلاف الحجم .

6 اذا طفا جسم فوق عدة سوائل مختلفة الكثافة فان الدفع يظل ثابت

ج : لان الجسم طافي فان قوة الدفع تساوي وزن الجسم الطافي وحيث ان وزن الجسم ثابت فتكون قوة الدفع ثابتة ولكن يختلف حجم الجزء المغمور لاختلاف الكثافة طبقا للعلاقة $F_b = \rho_L V_{oi} g$

7 تزداد قوة الدفع المؤثرة علي جسم مغمور في سائل بزيادة كثافة السائل

ج : لان قوة الدفع تتناسب طرديا مع كثافة السائل طبقا للعلاقة $F_b = \rho_L V_{oi} g$

8 دفع ماء البحر علي السفينة يساوي دفع ماء النهر لها ؟

ج : لان السفينة طافية فقوة الدفع لها تساوي وزن السفينة وهو ثابت فيكون الدفع ثابت

س ماذا يحدث عند انتقال سفينة من ماء البحر الي ماء النهر ؟

ج : 1 قوة الدفع لا تتغير لان قوة الدفع = وزن الجسم الطافي وهو وزن السفينة الذي لم يتغير

2 حجم الجزء المغمور يزداد لان كثافة ماء البحر اكبر من كثافة ماء النهر

فكر ماذا يحدث عند 1 انتقال سفينة من ماء النهر الي ماء البحر

2 انتقال غواصة من ماء البحر الي ماء النهر

3 انتقال غواصة من ماء النهر الي ماء البحر

مثال ١ أوجد حجم وكتلة قطعة من النحاس قوة دفع الماء لها وهي مغمورة في الماء $2.5N$ علما بأن كثافة الماء $1000Kg/m^3$ وكثافة النحاس $8800 كجم/م^3$ وعجلة الجاذبية الأرضية $10 m/s^2$

الحل

حجم القطعة = حجم الماء المزاح

قوة الدفع = وزن السائل المزاح

حجم قطعة النحاس:

$$F_b = V_{oi} \rho_L g \Rightarrow 2.5 = V_{oi} \times 1000 \times 10 \Rightarrow V_{oi} = 2.5 \times 10^{-4} m^3$$

$$m_s = V_{oi} \rho_s = 2.5 \times 10^{-4} \times 8800 = 2.2 Kg$$

كتلة القطعة :

امثلة علي قاعدة ارشميدس

اولا الجسم المغمور كلياً في سائل

عندما يعلق جسم في ميزان تكون قراءة الميزان عبارة عن الوزن الحقيقي F_g وعندما يغمر الجسم كاملاً في سائل تقل قراءة الميزان بسبب قوة الدفع وتدل قراءة الميزان علي الوزن الظاهري عندئذ F'_g

الوزن الظاهري هو وزن الجسم وهو مغمور في السائل



ما معني ان قوة دفع سائل على جسم مغمور فيه = 10 نيوتن

جـ : أي ان وزن المائع المزاح بواسطة الجسم المغمور = 10N
او الفرق بين وزن الجسم في الهواء ووزن الجسم في المائع 10N

ما معني ان الوزن الظاهري لجسم مغمور في مائع = 30 نيوتن

جـ : أي ان وزن الجسم وهو مغمور في المائع = 30N

ملاحظات هامة

الكثافة النسبية لجسم :-

هي النسبة بين حجم الجزء المغمور من الجسم في الماء الى حجم الجسم كله

مثال:- جسم ينغمر $\frac{2}{3}$ حجمه في الماء تكون كثافته النسبية = $\frac{2}{3}$

جسم يطفو $\frac{3}{8}$ حجمه فوق الماء تكون كثافته النسبية = $\frac{5}{8}$

اي ان حجم الجزء المغمور من الجسم في الماء تساوي كثافة الجسم النسبية

يمكن تعريف الكثافة النسبية كما يلي :-

-الكثافة النسبية لجسم :- النسبة بين وزن الجسم في الهواء الى قوة دفع الماء عندما يغمر الجسم فيه

- الكثافة النسبية لجسم :- النسبة بين حجم الجزء المغمور من الجسم في الماء الى حجم الجسم كله

- الكثافة النسبية لسائل : النسبة بين قوة الدفع على جسم مغمور في سائل الى قوة الدفع على نفس

الجسم وهو مغمور في الماء

$$F_b = F_g - F'_g = \rho_L V_{ol} g \quad \text{القوانين المستخدمة:}$$

حيث F_b هي قوة الدفع و F_g الوزن الحقيقي و F'_g الوزن الظاهري

حساب التجويف داخل الجسم

اذا كان الجسم اجوف وتعلق في السائل فيكون كثافة الجسم اكبر من كثافة السائل مثل تعلق كرة حديد في

الماء ولحساب حجم التجويف داخل الجسم

$$V_{ols} = \frac{m_s}{\rho_s} \quad \text{① نوجد حجم المادة المصنوع منها الجسم من العلاقة}$$

$$V_{olt} = \frac{F_b}{\rho_s} \quad \text{② نوجد حجم الجسم الكلي}$$

$$V_{olt} = V_{ols} + V_{تجويف} \quad \text{③ نحسب حجم التجويف من العلاقة}$$

وعندما يكون الجسم مصمت فان $V_{ols} = V_{olt}$

مثال ٢ قطعة ثلج مكعبة الشكل حجمها 0.1 m^3 غمرت في سائل ، فإذا كانت كثافة الثلج 920 Kg/m^3 وكثافة السائل

820 Kg/m^3 احسب قوة دفع السائل لقطعة الثلج علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي 10 m/s^2

الحل

قوة الدفع = وزن السائل المزاح بواسطة الجسم المغمور

قوة الدفع = حجم السائل المزاح × كثافة السائل × عجلة الجاذبية الأرضية

$$F_b = V_{ol} \rho_L g = 0.1 \times 820 \times 10 = 820 \text{ N} \quad (\text{حجم السائل المزاح = حجم الجسم المغمور})$$

دعاء

اللهم انت ربي لا اله الا انت خلقتني وانا عبدك وانا علي عهدك ووعدك ما استطعت اعوذ بك من شر ما صنعت ابوء لك بنعمتك علي وابوء بذنبي فاغفر لي فانت الا يغفر الذنوب الا انت

مثال ٣ قطعة من النحاس معلقة في قبة ميزان فكانت كتلتها وهي في الهواء 765 جم ، وكتلتها وهي مغمورة في الماء 675 جم ، وكتلتها وهي مغمورة في الجلسرين 652.5 جم ، فإذا كانت كثافة الماء 1000 كجم / م^٣ ، احسب كثافة كل من النحاس والجلسرين . (عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^٢) .

الحل

قوة الدفع = وزن القطعة في الهواء - وزن القطعة وهي مغمورة في السائل

$$F_b = (F_g)_s - (F_g)'_s \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = m_s g - m'_s g$$

$$V_{Ol} \times 1000 = 765 \times 10^{-3} - 675 \times 10^{-3} \Rightarrow V_{Ol} = 9 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

حجم قطعة النحاس = حجم الماء المزاح = $9 \times 10^{-5} \text{ م}^3$

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_{Ol}} = \frac{765 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-5}} = 8500 \text{ Kg / m}^3 \quad \text{.: كثافة النحاس :}$$

كثافة الجلسرين :

$$F_b = (F_g)_s - (F_g)'_s \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = m_s g - m'_s g$$

$$9 \times 10^{-5} \times \rho_L = 765 \times 10^{-3} - 652.5 \times 10^{-3} \Rightarrow \rho_L = 1250 \text{ Kg / m}^3$$

مثال ٤ قطعة من الألومونيوم معلقة في قبة ميزان كتلتها وهي في الهواء 250gm وكتلتها وهي مغمورة في الماء 160gm وكتلتها وهي مغمورة في الكحول 180gm ، فإذا كانت كثافة الماء 1000Kg/m³ وعجلة الجاذبية الأرضية 10m/s² احسب كثافة الألومونيوم وكثافة الكحول .

الحل

قوة الدفع = وزن القطعة في الهواء - وزن القطعة وهي مغمورة في السائل

$$F_b = (F_g)_s - (F_g)'_s \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = m_s g - m'_s g$$

$$V_{Ol} \times 1000 = 250 \times 10^{-3} - 160 \times 10^{-3} \Rightarrow V_{Ol} = 9 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_{Ol}} = \frac{250 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-5}} = 2777.77 \text{ Kg / m}^3 \quad \text{.: كثافة الألومونيوم :}$$

$$F_b = (F_g)_s - (F_g)'_s \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = m_s g - m'_s g$$

$$9 \times 10^{-5} \times \rho_L = 250 \times 10^{-3} - 180 \times 10^{-3} \Rightarrow \rho_L = 777.77 \text{ Kg / m}^3 \quad \text{.: كثافة الكحول :}$$

مثال ٥ قطعة معدنية غمرت في الماء ثم في البنزين ثم في الجلسرين فكان النقص في وزنها عما كان في الهواء هو 1.8 N ، 2.549N ، على الترتيب . احسب كثافة كل من البنزين والجلسرين علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم / م^٣ ، وعجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^٢

قوة الدفع = النقص في الوزن = F_b

$$V_{Ol} \rho_L g = 2 \Rightarrow V_{Ol} \times 1000 \times 10 = 2 \Rightarrow V_{Ol} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \quad \text{في الماء}$$

$$V_{Ol} \rho_L g = 1.8 \Rightarrow 2 \times 10^{-4} \times \rho_L \times 10 = 1.8 \Rightarrow \rho_L = 900 \text{ Kg / m}^3 \quad \text{في البنزين}$$

$$V_{Ol} \rho_L g = 2.549 \Rightarrow 2 \times 10^{-4} \times \rho_L \times 10 = 2.549 \Rightarrow \rho_L = 1274.5 \text{ Kg / m}^3 \quad \text{في الجلسرين}$$

مثال ٦ كتلة معدنية وزنها في الهواء 0.25N ووزنها بعد غمرها في الماء الذي كثافته 1000 كجم / م^٣ هو 0.2N احسب كثافة المعدن علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10m / s²

الحل

قوة الدفع = وزن القطعة في الهواء - وزن القطعة وهي مغمورة في الماء

$$F_b = (F_g)_S - (F_g)'_S \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = (F_g)_S - (F_g)'_S$$

$$V_{Ol} \times 1000 = 0.25 - 0.2 \Rightarrow V_{Ol} = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$m_s = \frac{(F_g)_S}{g} = \frac{0.25}{10} = 0.025 \text{ Kg} \quad \text{كتلة المعدن}$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_{Ol}} = \frac{0.025}{5 \times 10^{-5}} = 500 \text{ Kg / m}^3 \quad \therefore \text{ كثافة المعدن :}$$

مثال ٧ جسم كتلته 0.1Kg في الهواء وكثافته 4000Kg/m³ غم كليا في سائل كثافته 800Kg/m³ احسب كتلته الظاهرية علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10m / s²

الحل

$$V_{Ol} = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{0.1}{4000} = 25 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \quad \text{حجم الماء المزاح = حجم الجسم المغمور}$$

قوة الدفع = الوزن الحقيقي - الوزن الظاهري

$$= (\text{الكتلة الحقيقية} - \text{الكتلة الظاهرية}) \times \text{عجلة الجاذبية الأرضية}$$

$$F_b = (F_g)_S - (F_g)'_S \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = m_s g - m'_s g$$

$$25 \times 10^{-6} \times 800 = 0.1 - m'_s \Rightarrow m'_s = 0.08 \text{ Kg}$$

مثال ٨ قطعة من الحديد كتلتها 0.12Kg فإذا كانت كثافة الحديد 7850Kg/m³ احسب حجم هذه القطعة ، وإذا ربطت هذه القطعة بقب ميزان وغمرت في الماء احسب كتلتها الظاهرية إذا علمت أن كثافة الماء 1000Kg/m³ وعجلة الجاذبية الأرضية 10m / s²

الحل

$$V_{Ol} = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{0.12}{7850} = 1.52 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \quad \text{حجم القطعة :}$$

قوة الدفع = الوزن الحقيقي - الوزن الظاهري

$$= (\text{الكتلة الحقيقية} - \text{الكتلة الظاهرية}) \times \text{عجلة الجاذبية الأرضية}$$

$$F_b = (F_g)_S - (F_g)'_S \Rightarrow V_{Ol} \rho_L g = m_s g - m'_s g$$

$$1.52 \times 10^{-5} \times 1000 = 0.12 - m'_s \Rightarrow m'_s = 0.119 \text{ Kg}$$

مثال ٩ جسم كتلته 50Kg في الهواء ، وهو مغمور في الماء احسب :
(أ) قوة دفع الماء للجسم (ب) حجم الجسم علما بأن كثافة الماء 1000Kg / m³ وعجلة الجاذبية الأرضية 10 m / s²

الحل

$$F_b = (F_g)_S - (F_g)'_S \Rightarrow F_b = m_s g - m'_s g$$

$$F_b = (50 - 45) \times 10 = 50$$

$$F_b = V_{Ol} \rho_L g$$

$$50 = V_{Ol} \times 1000 \times 10 \Rightarrow V_{Ol} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad \text{(ب) حجم الجسم :}$$

(أ) قوة دفع الماء :

مثال ١٠ سبيكة يشك أنها تحتوي على ثقوب داخلية ناتجة عن فقاعات غازية تكونت أثناء صبها وتشكيلها ، علق في قب ميزان حساس فإذا كان وزنها في الهواء 0.54 نيوتن ووزنها وهي مغمورة في الماء 0.32 نيوتن ، فأوجد حجم هذه الثقوب إذا علمت أن الكثافة النسبية لها 2.7 وكثافة الماء 1000kg/m³ وعجلة الجاذبية 10m/s²

الحل

$$\rho_s = 2.7 \times 1000 = 2700 \text{ kg/m}^3$$

كثافة السبيكة = الكثافة النسبية لها × كثافة الماء

الحجم الظاهري للسبيكة شامل الثقوب = حجم الماء المزاح

$$V_{ol} \rho_L g = 0.54 - 0.32$$

$$V_{ol} \times 1000 \times 10 = 0.22$$

$$F_b = (F_g)_s - (F_g)'_s$$

$$V_{ol} = 2.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_{ol} = \frac{(F_g)_s}{\rho_s g} = \frac{0.54}{2700 \times 10} = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

الحجم الحقيقي لمادة السبيكة بدون ثقوب

السبيكة تحتوي على ثقوب لأن الحجم الظاهري لها أكبر من الحجم الحقيقي لمادتها ويحسب كما يلي
حجم الثقوب = الحجم الظاهري - الحجم الحقيقي

$$\text{حجم الثقوب} = 2.2 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

مثال ١١ كرة مجوفة حجمها الخارجي 0.004 m³ والحجم الداخلي 0.003 m³ ملئت بسائل كثافته النسبية 0.8 فإذا كان الوزن الظاهري

لهذه الكرة في الماء 10N فاحسب كثافة مادة الكرة علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s² وكثافة الماء 1000 Kg/m³

$$\text{حجم الماء المزاح} = V_{ol} = 0.004 \text{ m}^3, \text{ حجم السائل داخل الكرة} = (V_{ol})_2 = 0.003 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم المعدن في الكرة} = \text{الحجم الخارجي} - \text{الحجم الداخلي} = (V_{ol})_1 = 0.001 \text{ m}^3$$

كثافة المعدن = الكثافة النسبية له × كثافة الماء

$$\rho_s = 0.8 \times 1000 = 800 \text{ Kg/m}^3$$

قوة الدفع = (وزن الكرة كمعدن + وزن السائل بداخل الكرة) - الوزن الظاهري للكرة ككل

$$F_b = [(F_g)_s + (F_g)_L] - (F_g)'_s$$

$$V_{ol} \rho_L g = [(V_{ol})_1 \rho_s g + (V_{ol})_2 \rho_L g] - (F_g)'_s$$

$$0.004 \times 1000 \times 10 = 0.001 \times \rho_s \times 10 + 0.003 \times 800 \times 10 - 10$$

$$40 - 24 + 10 = 0.01 \rho_s$$

$$\rho_s = 2600 \text{ Kg/m}^3$$

مثال ١٢ كرتان من معدن واحد حجم كل منهما 2 × 10⁻⁴ إحداهما مصمتة والأخرى مجوفة وعندما وضعتا معا في حوض به

ماء كثافته 1000 كجم / متر³ وجد أن أحدهما تغوص بينما تعلق الأخرى . أوجد حجم الفراغ في الكرة المجوفة علما

بأن كثافة المعدن 2707 كجم / م³ (g = 10 m / sec²)

بالنسبة للكرة المجوفة :

$$F_b = F_g \Rightarrow V_{ol} \rho_L g = m_s g \Rightarrow 2 \times 10^{-4} \times 1000 = m_s \Rightarrow m_s = 0.2 \text{ kg}$$

$$\text{الحجم الحقيقي} : V_{ol} = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{0.2}{2707} = 7.388 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

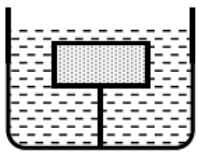
حجم الفراغ = الحجم الظاهري للكرة - الحجم الحقيقي للمعدن بالكرة

$$\text{حجم الفراغ} = 2 \times 10^{-4} - 7.388 \times 10^{-5} = 1.26 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

تدريب ١ جسم يزن في الهواء 160N وعندما يُغمر كلياً في سائل يزن 120N فإذا كانت الكثافة النسبية للسائل تساوي

0.8 فما هي الكثافة النسبية للجسم

ثانياً الشد في الخيط



١ إذا كان الجسم مربوط من اسفل فان $F_g < F_b$ ويكون محصله القوي المؤثرة لاسفل =

$$F_T + F_g = F_b$$

محصله القوي المؤثرة لاعلي

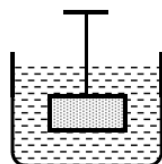
$$F_T = F_b - F_g$$

ومنها تكون قوة الشد

٢ إذا كان الجسم مربوط من اعلي فان $F_b < F_g$

$$F_T + F_b = F_g \text{ ومنها } F_T = F_g - F_b$$

وتكون



مثال ١ جسم حجمه 0.01m^3 وكثافته 600Kg/m^3 مثبت بحيط في قاع إناء به ماء بحيث ينغم كله في الماء الذي كثافته 1000Kg/m^3 فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية 10m/s^2 فاحسب :

(أ) قوة الدفع (ب) الشد في الحيط

(ج) إذا قطع الحيط ، احسب قوة الدفع في هذه الحالة وحجم الجزء الظاهر من الجسم

الحل

(أ) قوة الدفع $F_b = V_{ol} \rho_L g = 0.01 \times 1000 \times 10 = 100 \text{ N}$

(ب) الشد في الحيط $F_T = F_b - (F_g)_s = 100 - V_{ol} \rho_L g = 100 - 0.01 \times 600 \times 10 = 40 \text{ N}$

(ج) إذا قطع الحيط : يطفو الجسم ويكون : $F_b = (F_g)_s = V_{ol} \rho_s g = 0.01 \times 600 \times 10 = 60 \text{ N}$

حجم الجزء المغمور :

$60 = (V_{ol})_1 \times 1000 \times 10 \quad (V_{ol})_1 = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

حجم الجزء الظاهر = الحجم الكلي للجسم - حجم الجزء المغمور

$(V_{ol})_2 = 0.01 - 6 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

تدريب ① قالب معدني كتلته 64Kg وحجمه 8000Cm^3 يظل معلقا في زيت كثافته $0.76 \times 10^3\text{Kg/m}^3$ بواسطة حيط . احسب قوة الدفع عليه وكذلك الشد في الحيط .

تدريب ② قالب معدني كتلته 40 Kg وحجمه 5000 Cm^3 يظل معلقا في زيت كثافته 760 Kg/m^3 بواسطة حبل . احسب : (أ) قوة الدفع (ب) الشد في الحيط . (عجلة الجاذبية الأرضية 9.8m/s^2)

مثال ٣ : الجسم الطافي

عند طفو الجسم فوق سائل نطبق قانون الطفو كالتالي :- $F_b = (F_g)_s$

فإذا كان لدينا جسم كتلته m يمكن حساب حجم السائل المزاح الذي يساوي حجم الجزء المغمور V_{ol}'

$mg = V_{ol}' \rho_L g$

$V_{ol}'' = V_{ol} - V_{ol}'$

لحساب حجم الجزء الطافي :-

أما إذا كان لدينا كثافة الجسم وحجمه $V_{ol}' \rho_L g = \rho_s V_{ol} g \quad \therefore V_{ol}' \rho_L = \rho_s V_{ol}$

$V_{ol}' = Ah'$

حساب عمق الجزء المغمور

حيث A مساحة قاعدة الجسم

إذا طفا جسم صلب فوق عدة سوائل كلا علي حدة فان:

① قوة الدفع متساوية لكل منهم وتساوي وزن الجسم الطافي $F_{b1} = F_{b2} = F_{b3} = (F_g)_s$

② حجم الجزء المغمور يختلف من جسم لآخر لاختلاف الكثافة (تناسب عكسي)

سفينة تنتقل من ماء البحر الى ماء النهر والمطلوب وزن البضائع التي تفرغ ليظل حجم الجزء المغمور من

السفينة ثابتا $F = F_{b1\text{بحر}} - F_{b2}$

مثال ١ بنت كتلتها 40Kg تسبح في الماء بحيث ينغم جسمها بالكامل في الماء . احسب حجمها وقوة الدفع المؤثرة عليها .

ثم احسب محصلة القوى المؤثرة عليها علما بأن كثافة الماء 1000Kg/m^3 وعجلة الجاذبية الأرضية 10m/s^2

الحل

وزن البنت = قوة دفع الماء لها

حجم البنت :

$F_b = (F_g)_s \Rightarrow V_{ol} \rho_L g = m_s g \Rightarrow V_{ol} \times 1000 = 40$

$V_{ol} = 0.04 \text{ m}^3$

\therefore حجم البنت = حجم الماء المزاح $= 0.04 \text{ m}^3$

$$F_b = V_{ol} \rho_L g = 0.04 \times 1000 \times 10 = 400 \text{ N}$$

قوة الدفع :

$$F_g = m_s g = 40 \times 10 = 400 \text{ N}$$

محصلة القوى المؤثرة عليها:

∴ محصلة القوى المؤثرة على البنت = صفر لأن $F_b = F_g = 400 \text{ N}$

مثال ٢ قطعة من الخشب ينغم $\frac{3}{5}$ حجمها عندما توضع في الماء ، وينغم $\frac{4}{5}$ حجمها عندما توضع في الزيت . أوجد كثافة

كل من الخشب والزيت علما بأن كثافة الماء 1000 Kg / m^3
قوة دفع الماء لقطعة الخشب = وزن قطعة الخشب

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = V_{ol} \rho_s g$$

$$\frac{3}{5} V_{ol} \times 1000 = V_{ol} \rho_s \Rightarrow \rho_s = 600 \text{ K / m}^3$$

في الماء

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = V_{ol} \rho_s g$$

$$\frac{4}{5} V_{ol} \times \rho_L = V_{ol} \times 600 \Rightarrow \rho_L = 750 \text{ K / m}^3$$

في الزيت

مثال ٣ ما قيمة النسبة المئوية لحجم الجزء الذي يطفو من مكعب من الجليد فوق سطح الماء إذا كانت كثافة الجليد 920 Kg/m^3 وما حجم مكعب الجليد الذي ينغم بالكامل في الماء إذا وضع فوقه كتلة 10 Kg ؟

علما بأن كثافة الماء 1000 Kg/m^3

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = V_{ol} \rho_s g$$

$$\frac{(V_{ol})_1}{V_{ol}} = \frac{\rho_s}{\rho_L} = \frac{920}{1000} = 92\%$$

نسبة الجزء الذي ينغم:

∴ نسبة الجزء الذي يطفو تساوي 8%

حجم مكعب الجليد الذي ينغم بالكامل في الماء إذا وضع فوقه كتلة مقدارها 10 Kg

$$F_b = (F_g)_s + mg \Rightarrow V_{ol} \rho_L g = V_{ol} \rho_s g + mg$$

$$V_{ol} \times 1000 = V_{ol} \times 920 + 10 \Rightarrow V_{ol} = 0.125 \text{ m}^3$$

مثال ٣ مكعب أجوف من الخشب طول ضلعه 40 سم وكتلته 20 كجم يطفو رأسيا فوق سطح ماء كثافته تساوي 1000 Kg/m^3 ، احسب طول الجزء المغمور منه . ثم احسب الكتلة اللازم وضعها على المكعب لكي ينغم رأسيا إلى نصف حجمه فقط .

الحل

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = m_s g$$

$$AL_1 \rho_L = m_s \Rightarrow (0.4)^2 \times L_1 \times 1000 = 20$$

طول الجزء المغمور:

$$L_1 = 0.125 \text{ m}$$

$$F_b = (F_g)_s + mg \Rightarrow \frac{1}{2} V_{ol} \rho_L g = m_s g + mg$$

الكتلة اللازم إضافتها:

$$\frac{1}{2} \times (0.4)^3 \times 1000 = 20 + m \Rightarrow m = 12 \text{ Kg}$$

مثال٤ عبارة جواناتها رأسية تستخدم لنقل السيارات عم خليج العقبة حلت بعدد 20 سيارة كتلة كل منها تساوي 2000Kg فإذا كان طول العبارة 20m وعرضها 10m وعجلة الجاذبية الأرضية 10m/s^2 أوجد :

(أ) الحجم الإضافي من ماء البحر الذي تزيحه العبارة نتيجة تحميلها .

(ب) العمق الذي ستغوص به العبارة في ماء البحر الذي كثافته 1000Kg/m^3 نتيجة تحميلها .

الحل

كتلة السيارات الكلية : $m_s = 20 \times 2000 = 40000 \text{ Kg}$

قوة دفع الماء الناتجة عن تحميل السيارات = وزن السيارات التي تم تحميلها
(أ) الحجم الإضافي من ماء البحر الذي تزيحه العبارة نتيجة تحميلها .

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = m_s g \Rightarrow (V_{ol})_1 \times 1000 = 40000 \Rightarrow (V_{ol})_1 = 40 \text{ m}^3$$

(ب) العمق الذي ستغوص به العبارة في ماء البحر الذي كثافته 1000 Kg/m^3 نتيجة تحميلها .

$$h_1 = \frac{(V_{ol})_1}{A} = \frac{40}{20 \times 10} = 0.2 \text{ m}$$

مثال٥ صندوق على شكل متوازي مستطيلات مفتوح من أعلى أبعاده 2.5m، 3m ، وارتفاعه 1.5m وكتلته 2700 Kg فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية 10m/s^2 أوجد :

(أ) العمق الذي سيغوص به الصندوق في ماء عذب كثافته 1000 كجم / م^٣

(ب) وزن الثقل اللازم وضعه في الصندوق ليغوص الصندوق إلى عمق 1 m

الحل

مساحة قاعدة الصندوق = $2.5 \times 3 = 7.5 \text{ م}^2$

(أ) العمق الذي سيغوص به الصندوق في ماء عذب كثافته 1000 كجم / م^٣

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = m_s g$$

$$Ah_1 \rho_L = m_s \Rightarrow 7.5 \times h_1 \times 1000 = 2700 \Rightarrow h_1 = 0.36 \text{ m}$$

(ب) وزن الثقل اللازم وضعه في الصندوق ليغوص الصندوق إلى عمق 1 m

$$F_b = (F_g)_s + F_g \Rightarrow V_{ol} \rho_L g = m_s g + F_g$$

$$Ah_2 \times 1000 \times 10 = 2700 \times 10 + F_g \Rightarrow 7.5 \times 1 \times 10000 = 27000 + F_g$$

$$F_g = 48000 \text{ N}$$

مثال٦ قطعة من الخشب كثافته 800 كجم / م^٣ تطفو على الماء بحيث كان حجم الجزء المغمور 8 سم^٣ أوجد :

١ - كتلة قطعة الخشب .

٢ - حجم الجزء الطافي .

علما بأن كثافة الماء 1000 كجم / م^٣ ، عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث^2

الحل

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow (V_{ol})_1 \rho_L g = m_s g \Rightarrow 8 \times 10^{-6} \times 1000 = m_s$$

$$m_s = 8 \times 10^{-3} \text{ Kg} \quad \text{١- الكتلة :}$$

$$V_{ol} = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{8 \times 10^{-3}}{800} = 1 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \quad \text{حجم الجسم الطافي كله :}$$

٢- حجم الجزء الطافي = حجم الجسم كله - حجم الجزء المغمور

$$(V_{ol})_2 = V_{ol} - (V_{ol})_1 = 1 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

تدريب ١ جسم حجمه $1 \times 10^{-5} \text{ م}^3$ وكثافته 400 كجم/م^٣ يطفو على سطح الماء في إناء مساحة مقطعه تساوي 0.001 م^2

(أ) ما مقدار الانخفاض في سطح الماء إذا رُفع الجسم من الماء

(ب) وضح أن هذا النقصان في مستوى سطح الماء يقلل من القوة المؤثرة على القاعدة لهذا الإناء بمقدار يساوي وزن الجسم (اعتبر كثافة الماء تساوي $1.5 \times 10^3 \text{ كجم / م}^3$)

رابطا : إذا يعلق جسم بين سائلين لا يتحركان فيصبح :

يلقي الجسم دفعا لا علي من كلا السائلين ويكون وزن الجسم = مجموع قوتي الدفع للسائلين

$$F_{b1} + F_{b2} = (F_g)_s$$

$$\rho_s V_{ol} g = \rho_{L1} V_{oL} g + \rho_{L2} V_{oL} g$$

$$\therefore \rho_s V_{ol} = \rho_{L1} V_{oL} + \rho_{L2} V_{oL}$$

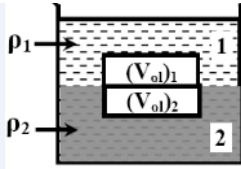
$$\therefore \rho_s h = \rho_{L1} h_1 + \rho_{L2} h_2$$

وإذا كان الجسم منتظم المقطع فيصبح

مثال ١ : كرة من الخشب كتلتها 450 gram وكثافة مادتها 900Kg/m³ تطفو فوق السطح الفاصل بين الزيت والماء

احسب حجم الجزء الذي ينغم في الماء علما بان كثافة الماء 1000Kg/m³ والكثافة النسبية 0.72

الحل : اولا نحسب حجم الكرة



$$V_{ol} = \frac{m}{\rho} = \frac{450 \times 10^{-3}}{900} = 5 \times 10^{-3} \text{ م}^3$$

$$F_{b1} + F_{b2} = (F_g)_s$$

وحيث ان الكرة عالقة فان

$$\rho_s V_{ol} g = \rho_{L1} V_{oL} g + \rho_{L2} V_{oL} g$$

$$900 \times 5 \times 10^{-3} = 720 \times [(5 \times 10^{-4}) - (V_{oL2})] + 1000 V_{oL2}$$

$$450 \times 10^{-3} = 0.36 - 720 V_{oL2} + 1000 V_{oL2} \Rightarrow 280 V_{oL2} = 0.09$$

$$\therefore V_{oL2} = 3.214 \times 10^{-4} \text{ م}^3$$

مثال ٢ ساق خشبية طولها 28cm تطفو راسيا فوق طبقة زيت سمكها 12cm فيظهر منها 8.8cm فوق سطح الزيت فاذا علمت ان كثافة الزيت هذه تلو طبقة ماء والجميع في اناء عميق احسب الكثافة النسبية للخشب علما بان الكثافة النسبية

للخشب علما بان الكثافة النسبية للزيت 0.8 وكثافة الماء 1000Kg/m³ وعجله الجاذبية الارضية 9.8m/s²

$$\therefore h_1 = 28 - (12 - 8.8) = 7.2 \text{ m}$$

الحل :

وحيث ان الساق طافي فان وزن الساق الخشبية = دفع الماء + دفع الزيت

$$F_g = F_{b1} + F_{b2}$$

$$\rho_s V_{ol} g = \rho_{L1} V_{oL} g + \rho_{L2} V_{oL} g$$

$$\rho_s A h g = \rho_{L1} A h_1 g + \rho_{L2} A h_2 g$$

$$\rho_s h = \rho_{L1} h_1 + \rho_{L2} h_2$$

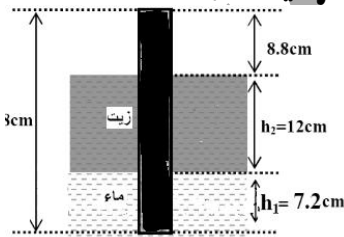
$$\rho_s h = \rho_{L1} h_1 + \rho_{L2} h_2$$

$$\rho_s = 600 \text{ kg / م}^3$$

ومنها الكثافة النسبية للخشب 0.6

مثال ٣ الازهر ٩٠ مكعب من الصلب طول ضلعة 0.1m يطفو فوق سطح زئبق في حوض اضيفت كميه من الماء الي الحوض حتي اصبح السطح العلوي للمكعب وسطح الماء في مستوي واحد احسب ارتفاع الماء فوق سطح الزئبق علما بان كثافة الصلب

7930Kg/m³ وكثافة الزئبق 13600Kg/m³



$$F_g = F_{b1} + F_{b2}$$

$$\rho_s V_{ol} g = \rho_{L1} V_{ol} g + \rho_{L2} V_{ol} g$$

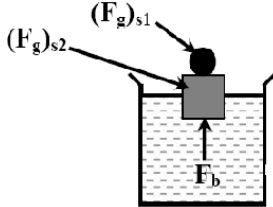
$$\rho_s h = \rho_{L1} h_1 + \rho_{L2} h_2$$

$$7930 \times 0.1 = 13600(0.1 - h_2) + 1000 \times h_2$$

$$\therefore h_2 = 0.045m$$

خاصا اذا وضع جسم فوق جسم اخر طاق فان

$$F_b = (F_g)_s + mg_{\text{ثقل}}$$



لحساب اقل قوة تلزم لغمر جسم طاف

$$\therefore \rho_L V_{ol} g = \rho_s V_{ol}' g + mg_{\text{ثقل}}$$

مثال ١ : قارب حجة كتلته 10 Kg ينغم 4 % من حجمه في الماء . احسب أقصى عدد من الرجال يستطيع القارب حملهم دون أن يغرق بفرض أن كتلة الرجل الواحد 62.5 Kg وكثافة الماء 1000 Kg / m³

الحل: قبل تحميل القارب حجم الجزء المغمور $V_{ol}' = 0.04 V_{ol}$

$$\therefore \rho_L V_{ol} g = m g \quad F_b = (F_g)_s$$

$$\therefore 1000 \times 0.04 V_{ol} = 10$$

$$\therefore V_{ol} = 0.25 m^3$$

بالتعويض

$$\therefore F_b = F_g + mg \quad \therefore \rho_L V_{ol} = m + m_2 \quad \text{بعد تحميل القارب}$$

$$\therefore 1000 \times 0.25 = 10 + m_2 \quad \therefore m_2 = 240 \text{ Kg}$$

$$\frac{240}{62.5} = 3.83 = \text{عدد الرجال}$$

مثال ٢ مصر ٩٤ صندوق اجون من الخشب مساحة قاعدة 1m² يطفو فوق سطح الماء بحيث ينغم 0.5m من ارتفاعه احسب ارتفاع الجزء المغمور منه عندما يوضع داخله مكعب معدني طول ضلعه 0.4m علما بان كثافة مادة المكعب 7812.5Kg/m³

الحل : قبل وضع المكعب نحسب وزن الصندوق $F_b = (F_g)_s$

$$F_b = (F_g)_s = \rho_L V_{ol}' g = \rho_L A h g = 1000 \times 1 \times 0.5 \times 9.8 = 4900 N$$

$$F_b = (F_g)_s + F_g \text{ مكعب} \quad \text{بعد وضع المكعب}$$

$$\rho_L V_{ol}'' g = F_g + F_{g2} \Rightarrow 1000 V_{ol}'' \times 9.8 = 4900 + 4900$$

$$V_{ol}'' = 1 m^3 \Rightarrow h'' = \frac{V_{ol}}{A} = 1m$$

مثال ٣ صندوق علي شكل متوازي مستطيلات مفتوح من اعلا كتلته 75Kg طوله 1m وعرضه 80cm وارتفاعه 60cm احسب

① العمق الذي يغوص اليه المتوازي عند وضعة في الماء

② الكتل الواجب وضعها في الصندوق حتي يغوص الي نصف ارتفاعه

الحل : اولا العمق الذي يغوص اليه المتوازي

$$F_b = (F_g)_s \Rightarrow \therefore \rho_L V_{ol}' g = mg$$

$$V_{ol}' = \frac{m}{\rho_l} = \frac{75}{1000} = 0.075 m^3$$

$$\therefore V_{ol}' = Ah' \quad \therefore h' = \frac{V_{ol}'}{A} = \frac{0.075}{1 \times 0.8} = 0.0937 m$$

$$\therefore F_b = F_{g1} + F_{g2} \quad \text{ثانيا : الكتلة الواجب وضعها في الصندوق}$$

$$\therefore \rho_l V_{ol}' g = m_1 g + m_2 g$$

$$1000 \times 0.5 \times 1 \times 0.8 \times 0.6 = 75 + m_2$$

$$\therefore 240 = 75 + m \quad \therefore m_2 = 165 kg$$

سادسا : الدفع الاضافي والوزن الاضافي

إذا وضع ثقل علي جسم طافي واهملنا وزن الجسم الطافي فلا بد من اهمال قوة الدفع المقابلة لوزن الجسم في هذه الحالة ويكون الزيادة في الوزن = الزيادة في قوة دفع السائل

$$\Delta (F_g)s = \Delta F_b$$

$$mg_{\text{ثقل}} = \rho_L V_{oL}' g$$

حيث V_{ol}' هو حجم الجزء المغمور نتيجة وضع الجسم

مثال ١ ما هي أقل مساحة لطبقة من الجليد سمك الجزء الظاهر منها 5 cm تطفو فوق سطح ماء أحد الأنهار تسمح لهذه الطبقة بحمل سيارة كتلتها $16 \times 10^3 kg$ علما بأن كثافة الماء $1000 kg / m^3$ وكثافة الجليد $920 kg / m^3$

الحل

$$\therefore \Delta F_b = \Delta F_g$$

الوزن الاضافي = الدفع الاضافي

$$\rho_L V_{oL}' g = mg \quad \Rightarrow \quad 1000 \times A \times 5 \times 10^{-2} = 16 \times 10^3$$

$$\therefore A = 320 m^2$$

حاول بطريقة اخرى

٥٦ - كرة من الفلين حجمها $5 \times 10^{-3} m^3$ وضعت في ماء كثافته $1000 kg / m^3$ فغاص $\frac{2}{5}$ حجمها . احسب كثافة الفلين . ثم احسب القوة اللازم التأييم بها على الكرة حتى ينغم حجمها بالكامل تحت سطح الماء

سابعاً : في مسائل البالون ؟

① يتأثر البالون بقوتين هي قوة دفع الهواء الى اعلى وقوة وزن البالون لاسفل وعندما يرتفع البالون تكون قوة الدفع اكبر من وزن البالون وتتعين قوة الرفع من العلاقة :-

$$F = F_{\text{هواء}} - (F_{\text{بالون}} + F_{\text{غاز}})$$

$$F = \rho_{\text{air}} V_{oL} g - (m_{\text{بالون}} g + \rho_{\text{غاز}} V_{oL} g)$$

حجم الهواء المزاح = حجم البالون = حجم الغاز داخل البالون

② لتعيين العجلة التي يتحرك بها البالون a

$$a = \frac{F}{m_{\text{بالون}} + \rho_{\text{غاز}} V_{oL} g}$$

③ يتوقف البالون عن الارتفاع عندما تتساوى قوة الدفع وقوة الوزن $\rho_{\text{air}} V_{oL} g = (m_{\text{بالون}} g + \rho_{\text{غاز}} V_{oL} g)$

④ اكبر كتلة يمكن رفعها تتعین من العلاقة $\rho_{\text{air}} V_{oL} g = (m_{\text{بالون}} g + \rho_{\text{غاز}} V_{oL} g + m_{\text{كتلة}} g)$

$$\therefore \rho_{\text{air}} V_{oL} = (m_{\text{بالون}} + \rho_{\text{غاز}} V_{oL} + m_{\text{كتلة}})$$



علل يستقر البالون عند ارتفاع معين اما الحبر في الماء فلا يستقر الا عند القاع؟

جـ : لان كثافة الهواء تقل بالارتفاع لاعلى فتقل قوة الدفع حتي تتساوي مع الوزن عندئذ يستقر البالون اما كثافة الماء ثابتة فيظل الدفع ثابت واكبر من الوزن فلا تستقر الا عند القاع.

📖 مامعني ان قوة دفع بالون في الهواء = 12×10^4 نيوتن

📖 مامعني ان قوة رفع بالون في الهواء = 2×10^4 نيوتن

مثال ١ ملئ بالون بغاز الهيدروجين الذي كثافته 0.09 كجم / م^٣ حتى أصبح حجمه 14×10^4 م^٣ فكم تكون قوة رفع البالون علما بأن : كثافة الهواء 1.29 كجم / م^٣ ، كتلة البالون مع ملحقاته 10^5 كجم ، وعجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^٢

الحل

$$F_b = V_{oi} \rho g = 14 \times 10^4 \times 1.29 \times 10 = 18.06 \times 10^5 \text{ N} \quad \text{قوة دفع الهواء = وزن الهواء المزاح}$$

وزن البالون الكلي = وزن البالون بملحقاته + وزن الغاز بداخل البالون

$$F_g = mg + V_{oi} \rho g = 10^5 \times 10 + 14 \times 10^4 \times 0.09 \times 10 = 11.26 \times 10^5 \text{ N}$$

قوة رفع البالون = قوة الدفع - وزن البالون الكلي

$$F_b = F_b - F_g = 18.06 \times 10^5 - 11.26 \times 10^5 = 6.8 \times 10^5 \text{ N}$$

مثال ٢ بالون ضخم حجم مستودعه المملوء بالهيدروجين تساوي 13×10^4 م^٣ فإذا كانت كثافة الهيدروجين تساوي 0.092 Kg / m³ وكثافة الهواء 1.28 كجم / م^٣ وكانت كتلة البالون بملحقاته 8×10^4 Kg فما هي أقصى قيمة لقوة رفع البالون علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^٢

الحل

$$F_b = V_{oi} \rho g = 13 \times 10^4 \times 1.28 \times 10 = 166.4 \times 10^4 \text{ N} \quad \text{قوة دفع الهواء = وزن الهواء المزاح}$$

وزن البالون الكلي = وزن البالون بملحقاته + وزن الغاز بداخل البالون

$$F_g = mg + V_{oi} \rho g = 8 \times 10^4 \times 10 + 13 \times 10^4 \times 0.092 \times 10 = 91.96 \times 10^4 \text{ N}$$

قوة رفع البالون = قوة الدفع - وزن البالون الكلي

$$F_b = F_b - F_g = 166.4 \times 10^4 - 91.96 \times 10^4 = 74.44 \times 10^4 \text{ N}$$

اسئلة محلولة

① علقت كرة جوفاء من النحاس اسفل سطح الماء في اناء. وضح مع التعليل ماذا يحدث لوضع الكرة في الاناء اذا انتقل الاناء من سطح الارض الي سطح القمر

الحل لايتاثر وضع الكرة لان الكرة متزنة تحت تاثير وزنها لاسفل وقوة دفع الماء عليها

$$F_b = (F_g)_s \quad m_L g = m_s g \quad m_L = m_s$$

وحيث ان الكتل لا تتغير بتغير المكان فلا يحدث تغير

② في ضوء قاعدة ارشميدس اشرح ماذا يحدث عند :

أ - انصهار مكعب من الثلج في اناء مملوء بالماء

ب - عندما ينصهر مكعب الثلج في اناء مملوء حيث تم ربط مكعب الثلج بخيط وغمر كليا في الماء (مع اهمال حجم الخيط المربوط به مكعب الثلج

الحل عند وضع قطعة الثلج فوق سطح الماء فانها تريح كمية من الماء خارج الكأس ويكون حجم الماء المزاح خارج الكاس مساويا حجم الجزء المغمور من الثلج

بعد انصهار قطعة الجليد يتحول الي ماء حجمة يساوي حجم الماء المزاح خارج الكاس فيظل سطح الماء ثابت
 ③ وضع كاس عميق مملوء الي حافته بالماء على ميزان ثم غمر فيه جسم معلق بخيط طويل بحيث لا يلامس القاع فازاح حجما
 من الماء لاعلى وانسكب خارج الكاس بحيث ظل سطح الاناء عند الحافة فاذا جفف الماء المنسكب . قارن بتن قراءة الميزان قبل غمر
 الجسم وبعده فى حالة ما اذا كان الجسم مصنوع من الخشب مرة ومن الحديد مرة اخرى حيث كثافة الحديد اكبر منها فى
 الماء اكبر منها فى الخشب

ج : لا تتغير قراءة الميزان قبل غمر الجسم وبعده فى الحالتين لان الجسم الخشبي سوف يطفو فوق سطح الماء
 وبالتالي تظل قراءة الميزان ثابتة لان وزن الماء المزاح يساوي وزن قطعة الخشب اما الحديد فسوف تؤثر قوة رد فعل
 قوة دفع الماء للجسم المعلق علي قاعدة الاناء وبالتالي علي الميزان فتظل القراءة ثابتة .

④ ايهما اكبر الوزن الظاهري لجسم يغمر فى الماء ام الوزن الظاهري لنفس الجسم عند غمره فى الزيت

ج : الوزن الظاهري فى الزيت اكبر لانه من العلاقة $(F_g)s = (F_g)s - F_b$

قوة دفع الزيت للجسم اقل من قوة دفع الماء للجسم لان كثافة الزيت اقل من كثافة الماء

⑤ ماذا يحدث لسرعة انتشار موجة فى وتر مشدود بثقل مغمور فى الماء اذا غمر الثقل فى الزيت

ج : تقل سرعة الموجة فى الوتر لان قوة الشد تقل بسبب قوة دفع السائل

⑦ قطعتان من الحديد والالونيوم متساويتان فى الحجم غمرت فى الماء فاذا كانت كثافة الحديد اكبر من كثافة الالونيوم قارن
 بين النقص فى وزن قطعة الحديد والالونيوم

الحل: النقص فى الوزن لكل منهما متساوي لانه يتوفق علي الحجم ولا يتوفق علي كثافة المادة

⑧ اناء تطفو عليه قطعة من الخشب وعليها قطعة من الحديد مصمته فاذا سقطت قطعة الحديد فى الماء وضح ماذا يحدث لارتفاع
 الماء فى الاناء بعد سقوطها

الحل ينخفض سطح الماء حجم الماء المزاح بواسطة قطعة الخشب اكبر من حجم الماء المزاح بواسطة قطعة الحديد
 ⑨ قطعتان من الخشب لهما نفس الحجم الاولي تطفو فوق سطح الماء (1000kg/m³) والاخرى تطفو فوق سطح الزيت (600kg/m³)

قارن بين

أ- قوة دفع الماء وقوة دفع الزيت لقطعة الخشب

ب- حجم الماء المزاح وحجم الزيت المزاح

ج- كتلة الماء المزاحه وكتلة الزيت المزاحه

د- القوة اللازمة لغمر قطعة الخشب بالكامل فى الماء وفى الزيت (جاوب بنفسك)

⑩ قطعتان من الحديد والالونيوم متساويتان فى الحجم غمرت قطعة الحديد فى الماء (1000kg/m³) وغمرت قطعة الالونيوم
 فى الزيت (600kg/m³) فاذا كانت كثافة الحديد اكبر من كثافة الالونيوم قارن بتن

أ- النقص فى وزن قطعة الحديد والالونيوم

ب- حجم الماء المزاح وحجم الزيت المزاح

ج- كتلة الماء المزاحه وكتلة الزيت المزاحه (جاوب بنفسك)

متى يزيح الجسم الصلب

① كمية من الماء تساوى حجم الجسم وليس قدر وزنه ② كمية من الماء تساوى وزنه وحجمه

③ كمية من الماء تساوى وزنه وليس حجمه ④ كمية من الماء اكبر من حجم الجسم وتساوى وزنه

ارسم علاقة بتن كثافة عدة سوائل مختلفة وقوة دفع السائل للجسم اذا كان الجسم : -

① طاف ② مغمور (غائص)

باستخدام قاعدة ارشميدس كيف يمكن تعيين كثافة جسم غير منتظم الشكل كثافته : -

① اكبر من كثافة الماء ② اقل من كثافة الماء

- ❶ قطعة خشب وقطعة حديد علقتا كل منهما في ميزان زبركي فكان وزنهما متساوي في تمام قارن بين الكتلة الحقيقية للخشب والحديد في حالة عدم افعال قوة دفع الهواء .
- ❷ اختر كرة مجوفة مملوءة في الماء تكون كثافتها مادتها كثافة الماء (أكبر - أقل - يساوي)

الفصل الخامس

• سريان الموائع

عند سريان السوائل (الموائع عموما) في الأنابيب . فإن سريانها ينقسم إلى :

❶ السريان الهادي (الطبيقي أو المستقر) ❷ السريان المضطرب أو الدوامي

❶ **اولا السريان الهادي :** يحدث عند تحرك المائع في الأنبوبة بحيث تتزلق طبقاته المتجاورة في نعومة ويسر.

❷ **خطوط الانسياب :-**

هو خطوط وهمية توضح المسار الذي يتخذه جزء من السائل أثناء سريانه داخل الأنبوبة من طرف لآخر.

❸ **خواص خطوط الانسياب:**

- 1- خطوط وهمية لا تتقاطع تتخذ مقياسا لكل من سرعة سريان السائل ومعدل الانسياب.
- 2- المماس لأي نقطة علي خط الانسياب يحدد اتجاه سرعة جزئ السائل اللحظية عند هذه النقطة.
- 3- تتزاحم خطوط الانسياب في السرعات الكبيرة وتتباعد في السرعات الصغيرة.

❹ **كثافة خطوط الانسياب :**

عدد خطوط الانسياب التي تمر عموديا بوحدة المساحات عند تلك النقطة.

❺ **شروط السريان الهادي (الانسيابي) :**

- ❶ أن يكون معدل السريان السائل ثابتا علي طول مساره . لأن السائل غير قابل للانضغاط وكثافة السائل لا تتغير مع المسافة أو الزمن .
- ❷ سرعة السائل عند كل نقطة لا تتوقف علي الزمن .
- ❸ لا توجد دوامات أي السريان غير دوار.
- ❹ لا توجد قوي احتكاك بين طبقات السائل.
- ❺ ان يملا السائل الأنبوبة تماما

❻ **ثانيا : السريان المضطرب:**

وحدث عندما تزيد سرعة انسياب المائع عن حد معين تسمى بالسرعة الحرجة

اهم مميزات وجود دوامات دائرية صغيرة

مثال في الغازات نتيجة انتشار الغاز من حيز صغير إلي حيز كبير أو من ضغط عال إلي ضغط أقل . فإن الغاز يتحرك حركة دوامية.

علل معدل الانسياب عند المقطع الضيق تساوي معدل الانسياب عند المقطع الواسع

ج : لان السائل غير قابل للانضغاط لذلك فان كمية السائل التي تدخل الأنبوبة من احد طرفيها تساوي كمية السائل التي تخرج من الطرف الاخر في نفس الزمن .

❻ **معدل الانسياب الحجمي Q_v :**

تعريفة : هو حجم السائل الذي ينساب في وحدة الزمن عند أي مقطع في أنبوبة سريان مستقر

وحدة قياسه :- m^3/s او m^3/s^{-1}

قانون حسابه : $Q_v = \frac{V_{ol}}{t} = AV = \pi r^2 V$

لحساب حجم السائل المنساب في زمن معين $V_{ol} = Q_v t = AVt = \pi r^2 Vt$

● معدل الانسياب الكتلي: Q_m

تعريفه : هو كتلة السائل التي تنساب في وحدة الزمن عند أي مقطع في أنبوبة سريان مستقر وحدة قياسه : $kg \ s^{-1}$ او kg / s

$$Q_m = \frac{m}{t} = \rho AV = \rho \pi r^2 V$$

قانون حسابه :

لحساب كتلة السائل المنساب في زمن معين t $m = \rho Q_v t = \rho AVt = \rho \pi r^2 Vt$

📖 ما معني قولنا ان معدل انسياب سائل $0.03 \ m^3/s$ ؟

ج : اي ان حجم السائل المنساب خلال وحدة الزمن يساوي $0.03 \ m^3$

📖 ما معني قولنا ان معدل انسياب سائل $0.03 \ Kg/s$ ؟

ج : اي ان كتله السائل المنساب خلال وحدة الزمن يساوي $0.03 \ Kg$

معادلة الاتصال [الاستمرارية]

سرعة المائع عند أي نقطة في أنبوبة سريان هادئ تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع عند تلك النقطة.

$$\therefore A_1 V_1 = A_2 V_2$$

● استنتاج معادلة الاستمرارية

بفرض V_1 سرعة المائع عند مساحة المقطع A_1 و V_2 سرعة المائع عند المساحة A_2

وحيث ان السريان هادئ فان

$$Q_{V1} = Q_{V2}$$

$$\frac{V_{ol1}}{t} = \frac{V_{ol2}}{t}$$

$$\frac{A_1 \Delta X_1}{t} = \frac{A_2 \Delta X_2}{t}$$

من الرسم نجد ان

$$\therefore V = \frac{\Delta X}{t}$$

$$\therefore A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow \therefore A \propto \frac{1}{V}$$

علل يستخدم رجال الاطفاء خرطوم لها طرف معدني مسحوب

ج : لأن سرعة الاندفاع تتناسب عكسياً مع المساحة طبقاً لمعادلة الاستمرارية . $\therefore A \propto \frac{1}{V}$

علل فتحات الغاز في موائد الغاز صغيرة

ج : حتى يندفع الغاز منها بسرعة كبيرة حيث كلما قلت مساحة المقطع زادت سرعة الغاز طبقاً لمعادلة

$$\therefore V \propto \frac{1}{A}$$

الاتصال حيث

علل عندما تضيق فوهة أنبوبة يندفع فيها الماء بسرعة.

ج : لأن سرعة الاندفاع تتناسب عكسياً مع المساحة طبقاً لمعادلة الاستمرارية

علل سرعة سريان الدم في الشعيرات الدموية ذات مساحة المقطع الصغير صغيرة عنها في الشريان الرئيسي

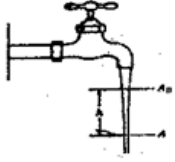
ج : لأن الشريان الرئيسي يتفرع إلى عدد كبير من الشعيرات الدموية ومساحة مقطع الشعيرات مجتمعة

أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسي وطبقاً لمعادلة الاتصال أو الاستمرار . فإن سرعة سريان المائع

تناسب تناسباً عكسياً مع مساحة المقطع لذا تكون سرعة الدم في الشعيرات الدموية أقل وهذا يتيح

حدوث عمليات تبادل الغازات وتزويد الخلايا بالمواد الغذائية.

علل مساحة مقطع الماء الذي يخرج من خرطوم فتحته الى اعلى اكبر من مساحة مقطع الماء الذي يخرج من فتحة الخرطوم وهي متجهه الى اسفل



ج : لانه عندما يكون السائل مندفعاً لاعلى تكون سرعته اقل لانه يتحرك في عكس اتجاه الجاذبية الارضية فتزداد مساحة مقطعة طبقاً لمعادلة الاستمرارية حيث $\therefore V \propto \frac{1}{A}$ وعندما يكون السائل مندفعاً لاسفل تكون سرعته اكبر لانه يتحرك في اتجاه الجاذبية الارضية فتقل مساحة مقطعة طبقاً لمعادلة الاستمرارية.

ملاحظات هامة

① سرعة الانسياب تتناسب عكسياً مع مربع نصف قطر الأنبوبة فاذا زاد نصف قطر انبوبة الى الضعف فان سرعة المائع تقل الى الربع $\therefore V \propto \frac{1}{r^2}$

② عدد خطوط الانسياب عند المقطع الواسع = عدد خطوط الانسياب عند المقطع الضيق

③ سرعة السائل عند المقطع الضيق اكبر من سرعة السائل عند المقطع الواسع

④ النسبة بين معدل الانسياب الكتلي الى معدل الانسياب الحجمي لسائل هي كثافة السائل

ملاحظات عند حل المسائل

١- إذا تفرع السائل المار في أنبوبة مساحة مقطعتها A_1 إلى عدد من الفروع المتساوية n مساحة مقطع كل منها A_2 فإن: $A_1 V_1 = n A_2 V_2$

٢- إذا تفرعت الأنبوبة إلى عدة فروع غير متساوية في مساحة المقطع يكون: ...

$$A V = A_1 V_1 + A_2 V_2 + A_3 V_3 + \dots$$

٣- في مسائل الصنابير يكون الزمن الكلي اللازم للملء خزان بواسطة عدة صنابير معا :-

$$QV = QV_1 + QV_2 + QV_3$$

$$\frac{V_{ol}}{t} = \frac{V_{ol1}}{t_1} + \frac{V_{ol2}}{t_2} + \frac{V_{ol3}}{t_3}$$

ولكن الحجم اللازم ملئه ثابت

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3}$$

٤- اذا كان هناك خزان يملأ بواسطة صنوبر بمعدل QV_1 وفي نفس الوقت هناك صنوبر يفرغ بمعدل QV_2 فان

$$QV = QV_1 - QV_2$$

المعدل الذي يملأ الخزان هو

مثال تكون السرعة المتوسطة لدفع الدم في الأورطي لشخص بالغ نصف قطره 0.7cm هي 0.33m/s ومن الأورطي يتوزع الدم على عدد من الشرايين الرئيسية نصف قطر كل منها 0.35cm فإذا كان عدد الشرايين

الرئيسية 30 فاحسب سرعة الدم فيها.

الحل

مساحة مقطع الاورطي A_1

$$\therefore A_1 = \pi r_1^2 = 3.14(0.7 \times 10^{-2})^2 = 1.538 \times 10^{-4} m^2$$

مساحة مقطع الشعيرات

$$\therefore A_2 = \pi r_2^2 = 3.14(0.35 \times 10^{-2})^2 = 38.465 \times 10^{-4} m^2$$

$$\therefore A_1 V_1 = n(A_2 V_2)$$

$$\therefore V_2 = \frac{A_1 V_1}{n A_2} = \frac{1.538 \times 10^{-4} \times 0.33}{30 \times 38.465 \times 10^{-4}} = 0.044 m / s$$

ومنها نستنتج ان سرعة الدم في الشريان الرئيسي اقل من الاورطي وهذا يعمل علي

① اتاحة الفرصة لحدوث تبارل غازي الاكسجين وثنائي اكسيد الكربون بين الشعيرات والانسجة

② اتاحة الفرصة لتزويد الخلايا والانسجة بالغذاء

مثال ٢ شريان رئيسي نصف قطره 0.5cm وسرعة سريان الدم فيه 0.4m / s ينتشعب إلى عدد من الشعيرات نصف قطر كل منها 0.2cm وسرعة سريان الدم فيها 0.25m / s أوجد عدد هذه الشعيرات .

الحل

مساحة مقطع الشريان الرئيسي $\therefore A_1 = \pi r_1^2 = 3.14(0.5 \times 10^{-2})^2 = 7.85 \times 10^{-5} m^2$

مساحة مقطع الشعيرة الواحدة $\therefore A_2 = \pi r_2^2 = 3.14(0.2 \times 10^{-2})^2 = 1.256 \times 10^{-5} m^2$

$\therefore A_1 V_1 = n(A_2 V_2)$

$\therefore n = \frac{A_1 V_1}{A_2 V_2} = \frac{7.85 \times 10^{-5} \times 0.4}{1.256 \times 10^{-5} \times 0.25} = 10$

مثال ٣ تدخل أنبوبة مياه قطرها 2cm منزلا وسرعة سريان الماء بها 0.1m / s ثم يصبح قطرها 1cm احسب

(أ) سرعة الماء في الجزء الضيق

(ب) كمية الماء (حجمه وكتلته) التي تنساب كل دقيقة خلال أي مقطع من مقاطع الأنبوبة علما بأن كثافة الماء 1000kg/m³

الحل

$\therefore A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow \therefore \pi r_1^2 V_1 = \pi r_2^2 V_2$ اولا

$\therefore 1^2 \times 0.1 = 0.5^2 V_2 \Rightarrow \therefore V_2 = 0.4m / s^2$

$V_{ol} = \pi r^2 V t = 3.14 \times 1^2 \times 0.1 \times 60 = 18.84m^3$ ثانيا : حجم الماء المنساب خلال دقيقة

$m = \rho \pi r^2 V t = 1000 \times 3.14 \times 1^2 \times 0.1 \times 60 = 18840Kg$ كتله الماء المنساب خلال دقيقة

مثال ٤ دور أول ٢٠٠٢ في الشكل المقابل :

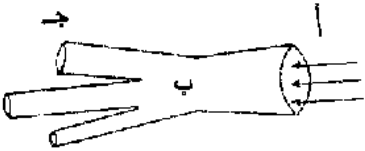
إذا علمت أن نصف قطر الأنبوبة عند أ هو 30cm وسرعة دخول الماء عند نفس النقطة 2m/s وسرعة انسيابه عند

ج 4m/s ، وسرعة انسيابه عند هـ 3m/s حيث نصف قطر الأنبوبة عند ب هو 20cm وعند د 15cm وعند

د 10cm وعند هـ 5cm احسب كل من :

١- المعدل الحجمي لدخول الماء عند أ .

٢- سرعة انسياب الماء عند كل من ب ، د .



الحل

اولا : معدل دخول الماء عند أ $\therefore Q_V = AV = \pi r^2 V$

$\therefore Q_V = 3.14 \times (0.3)^2 \times 2 = 0.565m^3 / s$

ثانيا سرعة الماء عند ب حيث ان السريان هادئ فان معدل السريان عند أ = معدل السريان عند ب

$\therefore Q_V = A_2 V_2 = \pi r_2^2 V_2 \Rightarrow 0.565 = 3.14(0.2)^2 \times V_2$

$\therefore V_2 = 4.498m / s$

$\therefore Q_{Vf} = Q_{Vc} + Q_{Vd} + Q_{Ve}$ ثالثا سرعة دخول الماء عند د

$\therefore r_f^2 V_f = r_c^2 V_c + r_d^2 V_d + r_e^2 V_e$

$\therefore (0.3)^2 \times 2 = (0.15)^2 \times 4 + (0.1)^2 \times V_d + (0.05)^2 \times 3$

$\therefore 0.18 = 0.09 + 0.01V_d + 0.0075 \Rightarrow 0.0825 = 0.01V_d$

$\therefore V_d = 8.25m/s$

تدريب ١ يمر ماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها 1.2 Cm بسرعة 3 m/s احسب قطر فوهتها إذا كانت سرعة

خروج الماء منها 27 m/s

تدريب 2 أغسطس ١٩٩٨ أنبوبة قطر 10 سم وتنتهي باختناق قطره 2.5 سم فإذا كانت سرعة الماء داخل الأنبوبة هي 1 م / ث . احسب سرعة الماء عند الاختناق ثم أوجد كتلة الماء المنساب في كل دقيقة خلال أي مقطع من مقاطع الأنبوبة . إذا علمت أن كثافة الماء 1000 كجم / م³ ، $\pi = 3.14$

مثال 3 مصر ١٩٩٣ أنبوبة مياه تدخل منزلا ، نصف قطرها 1.5 سم وسرعة جريان الماء بها 0.2 م / ث وإذا أصبح نصف قطر الأنبوبة عند نهايتها 0.5 سم فاحسب كلا من : 1 سرعة الماء عند الطرف الضيق .

2 حجم الماء المنساب في الدقيقة عند أي مقطع فيها ($\pi = 3.14$)

تدريب 4 مصر ١٩٩٢ أنبوبة تغذي حقلًا بالماء مساحة مقطعها 4 سم² ينساب فيها الماء بسرعة 10 م / ث

تنتهي بمائة ثقب مساحة فوهة كل منها 1 مم² . كم تكون سرعة انسياب الماء في كل ثقب ؟

تدريب 5 مساحة مقطع أنبوبة مياه تدخل الطابق الأرضي هي 4×10^{-4} م² وكانت سرعة الماء 2 م / ث عندما تضيق هذه الأنبوبة بحيث تصبح مساحة مقطعها في النهاية 2×10^{-4} م² . احسب سرعة انسياب الماء في الطابق العلوي

تدريب 6 مساحة مقطع أنبوبة عند نقطة مثل A تساوي 10 Cm² وعند نقطة أخرى مثل B تساوي 2 Cm² فإذا كانت سرعة الماء عند A تساوي 12 m/s فاحسب سرعته عند النقطة B

تدريب ٧ شريان رئيسي يتشعب إلى 80 شعيرة نصف قطر كل منها 0.1mm فإذا كان نصف قطر الشريان الرئيسي 0.035cm وسرعة سريان الدم به 0.044m/s احسب سرعة تدفق الدم في كل شعيرة دموية .

الدروس الثاني

• لزوجة السوائل

• ويمكن إدراك مفهوم اللزوجة من التجارب الآتية:

1 عند صب حجمين متساويين من الماء والجلسرين في قمعين متماثلين وقياس سرعة الانسياب نجد أن سرعة انسياب الماء تكون أكبر منها للجلسرين.

2 إذا كان لدينا كأسان متماثلان يحويان حجمين متساويين من الماء والعسل نلاحظ أنه عند تقليب كل من السائلين بساق زجاجية نجد أن حركة الساق في الماء تكون أسهل . وهذا يعني أن مقاومة الماء لحركة الساق أقل من العسل . كما يستمر الماء في الحركة لمدة أطول بعد رفع الساق.

3 عند إسقاط كرتين معدنيتين متماثلتين كل منهما علي حدة في مخبرين

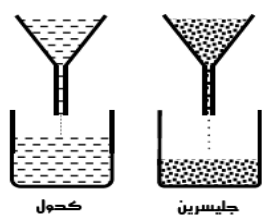
متماثلين بهما حجامان متساويان من الماء والجلسرين . وحساب الزمن الذي تستغرقه كل منهما للوصول للقاع . نجد أن الزمن في حالة الماء يكون أقل . وهذا يعني أن الجلسرين يقاوم حركة الكرة خلاله أكبر من الماء.

الاستنتاج:

(أ) بعض السوائل كالماء و الكحول قابليتها للانسياب كبيرة .بينما مقاومتها لحركة الأجسام فيها صغيرة .لأن لزوجتها صغيرة.

(ب) بعض السوائل كالعسل و الجلسرين قابليتها للانسياب صغيرة .بينما مقاومتها لحركة الأجسام فيها كبيرة .لأن لزوجتها كبيرة.

اللزوجة هي خاصية للمادة تتسبب في وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل بحيث تعوق انزلاق بعضها فوق بعض وتقوم بحركة الأجسام فيها.



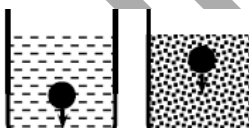
كحول

جليسرين



كحول

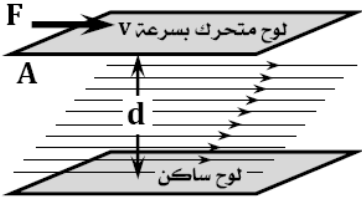
جليسرين



ماء

جليسرين

كيف نفسر خاصية اللزوجة ؟



١- نتصور طبقة من السائل محصورة بين لوحين مستويين أحدهما ساكن والآخر يتحرك بسرعة V .

٢- السائل الملاصق للوح الساكن يكون ساكنا أما السائل الملاصق للوح المتحرك، فإنه يتحرك بسرعة V ، أما باقي السائل بين اللوحين فيتحرك بسرعات تتراوح بين صفر V .

يمكن تصور أن السائل يتحرك في طبقات بحيث تكون سرعة كل طبقة أقل من سرعة الطبقة التي تعلوها. سبب الاختلاف النسبي في السرعة :

(أ) وجود قوتي احتكاك بين طبقة السائل الملاصقة للوح السفلي، وسببها قوي الالتصاق بين السطح الصلب. وجزيئات السائل اللاصقة لها فتعوق انزلاقها فتبدو هذه الطبقة ساكنة.

(ب) وجود قوتي شبيكة بين الطبقتين المتجاورتين للسائل تعوق انزلاقها فوق بعضها، وهذا يعمل على وجود الفرق النسبي في السرعة بين كل طبقتين متجاورتين يسمى هذا النوع من السريان السريان الطبقي أو السريان اللزج.

علل إذا تحرك جسم صلب خلال المائع، فإن كمية تحركه تقل

وسبب ذلك هو وجود لزوجة للمائع ينتج عنها قوي احتكاك بين سطح هذا الجسم الصلب وجزيئات السائل الملاصقة له تعوق حركته، فتقل سرعته و بالتالي تقل كمية تحركه (كمية الحركة لجسم = السرعة × الكتلة).

ملحوظة لكي نجعل اللوح المتحرك يبقى متحركا بسرعة ثابتة، وجد عمليا أنه لابد من التأثير عليه بقوة (F) مماسية لطبقة السائل تسمى قوة اللزوجة.

العوامل التي تتوقف عليها قوة اللزوجة

① مساحة اللوح المتحرك (A) $F \propto A$ ② فرق السرعة بين الطبقتين (V) $F \propto V$

③ البعد العمودي بين الطبقتين (d) $F \propto \frac{1}{d}$

من العلاقات السابقة $F \propto \frac{AV}{d}$ ومنها $F = \text{const} \frac{AV}{d}$

وهذا الثابت يسمى معامل اللزوجة ويرمز له بالرمز η_{Vs}

$$F = \eta_{Vs} \frac{AV}{d}$$

ملحوظة:- المقدار $\frac{V}{d}$ يسمى منحدر السرعة وهو ثابت لهاتين الطبقتين

معامل اللزوجة مائع η_{Vs}

تعريف: هو القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات بحيث ينتج عنها فرق في السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.

④ قانون حساب: $\eta_{Vs} = \frac{Fd}{AV}$

⑤ وحدات قياس: N.S/m^2 أو J.S/m^3 أو Pa.s أو $\text{kgm}^{-1} \text{s}^{-1}$

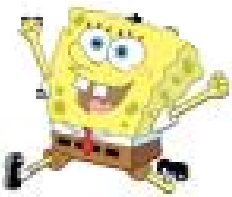
⑥ العوامل التي يتوقف عليها ① نوع مادة المائع. ② درجة الحرارة.

ما معني قولنا ان معامل لزوجة سائل $0.05 \text{kgm}^{-1} \text{s}^{-1}$

ج: مقدار القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات من سطح السائل وينتج عنها فرق في السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين المسافة العمودية بينهما الوحدة تساوي 0.05 نيوتن

علل يقل معامل اللزوجة برفع درجة الحرارة؟

ج: لأنه برفع درجة الحرارة تزداد المسافات البينية فتقل قوي التماسك فيقل معامل اللزوجة



علل تتواجد النباتات الطافية قرب الشواطئ

ج : لتلافى السرعات العالية في منتصف النهر حيث تقل قوى الاحتكاك التي تعوق الماء عن الانسياب بسبب لزوجة الماء $F \propto V$

علل يصعب السباحة في وسط النهر ضد التيار

ج : بسبب لزوجة الماء لأن سرعة حركة طبقات الماء تزداد كلما ابتعدنا عن الطبقة الساكنة الملامسة لجدار النهر لذلك تكون سرعة الماء في الوسط أكبر مما يمكن.

علل يشعر سكان الادوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الادوار السفلى

ج : لان الادوار العليا بعيدة عن الارض اى بعيدة عن الطبقة الساكنة و الملامسة لسطح الارض فتزداد سرعة الهواء حيث تقل قوى الاحتكاك والناشئة عن لزوجة الهواء $V \propto d$ ملاحظات:

- ① وحدة قياس الضغط × وحدة قياس الزمن = وحدة قياس معامل اللزوجة
- ② وحدة قياس الضغط × وحدة قياس المساحة = وحدة قياس القوة
- ③ وحدة قياس الضغط × وحدة قياس الحجم = وحدة قياس الطاقة
- ④ الضغط الناشئ عن قوة اللزوجة على طبقة السائل = صفر لان قوة اللزوجة دائما ماسية لطبقة السائل

→ تطبيقات علي خاصية اللزوجة

اولا : التزييت و التشحيم وفائدتهم :

👉 الغرض منه :تقليل كمية الحرارة المتولدة نتيجة احتكاك أجزاء الآلة ببعضها وحماية أجزاء الآلة من التآكل

علل يستخدم زيوت لزوجتها عالية في تشحيم الآلات

ج : حتي يكون لها قدرة علي الالتصاق بأجزاء الآلة. فلا تناسب بعيدا عن أجزاء الآلة.

علل : لا يصلح الماء في عملية التزييت و التشحيم

لان لزوجته صغيرة فلا يلتصق باجزاء الآلات المعدنية فينسب بعيدا عن اجزاء الآلة.

ثانيا : تخدير سرعة السيارات (المركبات المتحركة) لتوفير استهلاك الوقود :

- ① في السرعات الصغيرة والمتوسطة : تكون مقاومة الهواء للأجسام المتحركة فيه والناجمة عن لزوجة الهواء تناسب طرديا مع سرعة الأجسام المتحركة خلاله.
- ② في السرعات الكبيرة :

فإن مقاومة الهواء والناجمة عن اللزوجة تناسب طرديا مع مربع السرعة. وهذا يعني زيادة الشغل الكلي الذي تبذله الآلة وبالتالي زيادة استهلاك الوقود. وذلك إذا زادت سرعة السيارة عن حد معين. لذا ينصح سائقو السيارات بالحد من السرعة لتوفير استهلاك الوقود.

علل عندما يشتد الهواء يلجأ السائق الذكي لإبطال موتور السيارة.

ج : لأنه في السرعات العالية تناسب مقاومة الهواء والناشئة عن لزوجته طرديا مع مربع سرعة السيارة مما يؤدي الى زيادة استهلاك الوقود للتغلب على مقاومة الهواء الكبيرة .

ثالثا : في الطب (لقياس سرعة ترسيب الدم) :

👉 سرعة الترسيب : هي السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء في بلازما الدم

وذلك لمعرفة إذا كان حجم كرات الدم الحمراء طبيعيا أو غير طبيعي.

الأساس العلمي لقياس سرعة ترسيب الدم : هو أن السرعة النهائية التي تكتسبها كرات الدم الحمراء عند سقوطها خلال البلازما نتيجة لزوجتها تزداد بزيادة حجمها . حيث من المعلوم أنه عند سقوط كرة سوطا حرا رأسيا في سائل فإنها تتأثر بثلاث قوى هي:

① وزنها لأسفل . ② قوة دفع السائل لها إلي أعلى.

③ قوة الاحتكاك بينها وبين السائل لأعلي نتيجة لزوجة السائل وحساب محصلة القوى وجد أنها تتحرك بسرعة نهائية تزداد بزيادة نصف قطرها.

(أ) في بعض الأمراض:

مثل: الحمى الروماتيزمية و النقرس تتلاصق كرات الدم الحمراء فيزيد حجمها ونصف قطرها و بالتالي تزيد سرعة ترسيبها عن المعدل الطبيعي.

(ب) في أمراض أخرى . مثل: فقر الدم (الأنيميا) و تنكسر كرات الدم الحمراء أي يقل حجمها ونصف قطرها وتقل بالتالي سرعة ترسيبها عن المعدل الطبيعي.

(ج) المعدل الطبيعي لسرعة الترسيب لدم الإنسان 15mm m بعد ساعة 30m m بعد ساعتين.
بقياس سرعة الترسيب يمكن تشخيص بعض الأمراض.

📖 ما معني ان سرعة ترسيب الدم في الإنسان الطبيعي 15mm/h

ج : اي ان السرعة النهائية لسقوط كرات الدم خلال بلازما الدم 15mm/h

علل في مرض فقر الدم تقل سرعة الترسيب وفي الحمى الروماتيزمية تزداد .

ج : لأن كرات الدم الحمراء تنكسر فيقل حجمها وبالتالي تقل سرعة الترسيب أما في الحمى الروماتيزمية تتلاصق كرات الدم فيزداد حجمها وتزداد سرعة الترسيب.

علل تتوهج النيازك عند دخولها الغلاف الجوي للأرض ،واقترابها منها :

ج : لأن سرعتها تزيد باقترابها من الأرض فتزيد المقاومة الناتجة عن لزوجة الهواء حيث تناسب مع مربع السرعة ، فتزيد كمية الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك فتتوهج.

فكر ① علل يستخدم الباراشوت للقفر من الطائرة .

② علل تنتظم سرعة هبوط قطرات المطر قبل وصولها لسطح الأرض .

مثال ١ لوحان مستويان بينهما سائل معامل لزوجة $0.8 \text{kgm}^{-1} \text{s}^{-1}$ والمسافة العمودية بينهما 1.5cm ومساحة اللوح العلوي 0.48m^2 احسب مقدار القوة اللازمة لتحريك اللوح العلوي ليكتسب فرق في السرعة قدرة 0.6m/s

الحل

$$\therefore F = \eta_{Vs} \frac{AV}{d} = 0.8 \frac{0.48 \times 0.6}{1.5 \times 10^{-2}} = 15.36 \text{N}$$

مثال ٢ مصر ٢٠٠٨ طبع من سائل لزج سكالها 8cm محصورة بين مستويين اذا كان معامل لزوجة السائل $0.8 \text{Kgm}^{-1} \text{s}^{-1}$ اوجد ① القوة اللازمة لتحريك لوح رقيق مساحته 0.5m^2 بسرعة 2m/s وموازيا للمستويين ويبعد عن احدهما مسافة 2cm

② الضغط الناشئ عن هذه القوة المؤثرة علي اللوح الرقيق

الحل

$$\eta_{Vs} = 0.8 \text{kgm}^{-1} \text{s}^{-1} \quad d_1 = 6 \times 10^{-2} \text{m} \quad d_2 = 2 \times 10^{-2} \text{m}$$

$$V = 2 \text{m/s} \quad A = 0.5 \text{m}^2$$

$$\therefore F_t = F_1 + F_2 = \eta_{Vs} \frac{AV}{d_1} + \eta_{Vs} \frac{AV}{d_2} = \eta_{Vs} AV \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)$$

$$\therefore F_t = 0.8 \times 0.5 \times 2 \left(\frac{1}{6 \times 10^{-2}} + \frac{1}{2 \times 10^{-2}} \right) = 53.33 \text{N}$$

② الضغط الناشئ عن القوة المؤثرة علي اللوح يساوي صفر لانها

قوة ماسية

تمت بحمد الله الوحدة الثانية مع تحياتي / زكريا مختار