ارشادات لحل مسائل أرشميدس

1- حساب قوة الدفع على جسم بشكل عام

1- إذا وُزن الجسم فى الهواء ثم وُزن وهو مغمور فى سائل فإن:
قوة الدفع = الوزن الحقيقى للجسم – الوزن الظاهرى له أى أن: $F_b = (F_g)_s - (F_g)_s^{\setminus}$

2- إذا غُمر الجسم كلياً فى سائل فإن:
قوة الدفع = وزن السائل المزاح أى أن : $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

3- إذا كان الجسم يطفو على سطح السائل فإن:
قوة الدفع = وزن الجسم الطافى كله أى أن : $F_b = (V_{ol})_s \rho_s g$

2- حساب كثافة جسم مغمور فى سائل

1- نعين حجم الجسم المغمور $(V_{ol})_L$ من قوة الدفع حيث: $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

2- نوجد كثافة الجسم من العلاقة: $\rho = \dfrac{m}{V_{ol}}$

مثال 1 جسم كتلته فى الهواء 50 kg وكتلته وهو مغمور فى الماء 45 kg احسب كثافة الجسم علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ ؟

الحل

$$\because F_b = (F_g)_s - (F_g)_s^{\setminus} \Rightarrow F_b = mg - m^{\setminus}g$$

$$\therefore F_b = (50 \times 9.8) - (45 \times 9.8) = 49\ N$$

$$\because F_b = (V_{ol})_L \rho_L g \Rightarrow 49 = (V_{ol})_L \times 1000 \times 9.8 \Rightarrow (V_{ol})_L = 5 \times 10^{-3}\ m^3$$

$$\because \rho = \frac{m}{V_{ol}} \Rightarrow \rho = \frac{50}{5 \times 10^{-3}} = 10000\ kg/m^3$$

3- حساب كثافة السائل الذى ينغمر فيه الجسم

1- نعين قوة دفع السائل على الجسم.

2- نعوض فى العلاقة: $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$ حيث ρ_L كثافة السائل.

مثال 2 وضع مكعب مصمت من المعدن كثافته $800\ kg/m^3$ وطول ضلعه 3 cm فى كأس مملوء بسائل أوجد كثافة هذا السائل إذا انغمر 1 cm من المكعب فى هذا السائل ؟

الحل

$$\because F_b = (V_{ol})_s \rho_s g \Rightarrow F_b = 3 \times 3 \times 3 \times 10^{-6} \times 800 \times 9.8 = 0.21168\ N$$

$$\because F_b = (V_{ol})_L \rho_L g \Rightarrow 0.21168 = 3 \times 3 \times 1 \times 10^{-6} \times \rho_L \times 9.8 \Rightarrow \rho_L = 2400\ kg/m^3$$

Mr. Ahmad Hasan

4- حساب حجم الجزء المغمور فى سائل من جسم طافى

1- بما أن الجسم طافى فإننا نعوض فى العلاقة:

$$F_b = (V_{ol})_L \rho_L g = (V_{ol})_s \rho_s g \Rightarrow \frac{(V_{ol})_L}{(V_{ol})_s} = \frac{\rho_s}{\rho_L}$$

2- لاحظ أن:

- حجم الجزء الطافى = حجم الجسم كله – حجم الجزء المغمور.

- يمكن تعيين عمق الجزء المغمور من جسم فى سائل من العلاقة : $h = \frac{(V_{ol})_L}{A}$

حيث (h) العمق، (A) مساحة قاعدة الجسم المغمور.

مثال 3 قطعة من الخشب كثافتها $800\ kg/m^3$ تطفو على الماء بحيث كان حجم الجزء المغمور $8\ cm^3$ احسب حجم الجزء الطافى من قطعة الخشب - كتلة قطعة الخشب ؟

الحل

$$\because \frac{(V_{ol})_L}{(V_{ol})_s} = \frac{\rho_s}{\rho_L} \Rightarrow \frac{8\times10^{-6}}{(V_{ol})_s} = \frac{800}{1000} \Rightarrow (V_{ol})_s = 10^{-5}\ m^3 = 10\ cm$$

$$\because (V_{ol}) = (V_{01})_s - (V_{ol})_L = 10 - 8 = 2\ cm^3 \quad \text{(حيث } (V_{ol}) \text{ حجم الجزء الطافى)}$$

$$\because \rho = \frac{m}{V_{ol}} \Rightarrow m = \rho V_{ol} = 800\times10^{-5} = 0.008\ kg = 8\ gr$$

5- إذا حُمّل جسم طافى بثقل إضافى أو أنقص من الثقل فوقه

فى هذه الحالة فإن: **الزيادة فى قوة الدفع = الزيادة فى وزن السائل المزاح.**

أو النقص فى قوة الدفع = النقص فى وزن السائل المزاح أى أن : $mg = (V_{ol})_L \rho_L g$

حيث mg هى الزيادة (أو النقص) فى الثقل ، $(V_{ol})_L$ حجم الجزء المغمور(أو الطافى) بسبب وضع (أو رفع) ثقل إضافى.

مثال 4 عبّارة رأسية تستخدم لنقل السيارات حمّلت بعدد 20 سياره كتلة كل منها $2000\ kg$ فإذا كان طول العبّارة $20\ m$ وعرضها $10\ m$ أوجد:- الحجم الإضافى الذى ستزيحه العبارة - العمق الذى ستغوص به فى الماء علماً بأن كثافة ماء البحر $1030\ kg/m^3$ ؟

الحل

$\because$ الزيادة فى وزن العبّارة = الزيادة فى قوة الدفع

$$\therefore (V_{ol})_L \rho_L g = mg \Rightarrow 1030(V_{ol})_L = 20\times2000 \Rightarrow (V_{ol})_L = 38.83\ m^3$$

$$\because (V_{ol}) = Ah \Rightarrow h = \frac{(V_{ol})}{A} = \frac{38.83}{20\times10} = 0.194\ m = 19.4\ cm$$

Mr. Ahmad Hassan

مثال 5 صندوق مستطيل مفتوح من أعلى أبعاده 3 m ، 2.5 m ، 1.5 m وكتلته 2700 kg أوجد حجم الجزء المغمور منه فى الماء وعمقه ثم أوجد الكتلة التى توضع فيه ليغوص إلى عمق واحد متر فى الماء ؟

الحل ∵ قوة الدفع = وزن الجسم الطافى كله

$$\therefore F_b = (V_{ol})_L \rho_L g = mg \Rightarrow (V_{ol})_L = \frac{2700}{1000} = 2.7 \text{ m}^3$$

$$\because V_{ol} = A \times h \Rightarrow h = \frac{V_{ol}}{A} = \frac{2.7}{3 \times 2.5} = 0.36 \text{ m}$$

ولحساب كتلة الجسم الذى يوضع فوقه فإن:
قوة الدفع = وزن الجسم + وزن ما فوقه أى أن:

$F_b = mg + m^{\backprime} g$ (حيث $m^{\backprime}$ كتلة الثقل الإضافى)

$$\therefore (3 \times 2.5 \times 1) \times 1000 \times g = 2700 \times g + m^{\backprime} g$$

$$\Rightarrow 7500 = 2700 + m^{\backprime} \Rightarrow m^{\backprime} = 4800 \text{ kg}$$

حل آخر

∵ الزيادة فى وزن الصندوق = الزيادة فى قوة الدفع

$\therefore (V_{ol})_L \rho_L g = mg$ (حيث $(V_{ol})_1$ هو الحجم الذى سيغوصه الصندوق بسبب الثقل)

$$\therefore (3 \times 2.5 \times 0.64) \times 1000 = m \Rightarrow m = 4800 \text{ kg}$$

6- إذا وقع الجسم تحت تأثير قوة دفع سائلين

فى هذه الحالة فإن: **وزن الجسم العالق = قوة دفع السائل الأول + قوة دفع السائل الثانى** أى أن:

$$mg = (F_b)_1 + (F_b)_2 \Rightarrow mg = (V_{ol})_1 \rho_1 g + (V_{ol})_2 \rho_2 g$$

مثال 6 كرة من البلاستيك كتلتها 270 g وكثافة مادتها 900 kg/m^3 تطفو فوق السطح الفاصل بين الماء والكيروسين احسب الحجم الذى ينغمر من الكرة فوق السطح الفاصل ؟
علماً بأن كثافة الماء 1000 kg/m^3 والكثافة النسبية للكيروسين 0.8 ؟

الحل نوجد حجم الكرة الكلى:

$$\because \rho = \frac{m}{V_{ol}} \Rightarrow V_{ol} = \frac{m}{\rho} = \frac{270 \times 10^{-3}}{900} = 300 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

نفرض أن حجم الجزء المغمور فى الكيروسين $(V_{ol})_1$ ، حجم الجزء المغمور فى الماء $(V_{ol})_2$ حيث $(V_{ol})_2 = (V_{ol}) - (V_{ol})_1$ ثم نعوض فى العلاقة:

$$\because mg = (F_b)_1 + (F_b)_2 \Rightarrow mg = (V_{ol})_1 \rho_1 g + (V_{ol})_2 \rho_2 g$$

$$\therefore 0.27 = (V_{ol})_1 \times 800 + [300 \times 10^{-6} - (V_{ol})_1] \times 1000$$

$$\therefore 0.27 = 800(V_{ol})_1 + 0.3 - 1000(V_{ol})_1 \Rightarrow (V_{ol})_1 = 150 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Mr. Ahmad Hasan

7- حساب حجم الفراغات (الثقوب) فى جسم مغمور

1- نعين حجم المادة الموجودة فى الجسم من العلاقة: $(V_{ol})_s = \frac{m}{\rho}$

2- نعين حجم الجسم الكلى $(V_{ol})_L$ من العلاقة $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

3- نعين حجم الثقوب أو الفراغ من العلاقة: $(V_{ol}) = (V_{ol})_L - (V_{ol})_s$

مثال 7 سبيكة يُشك أن بها ثقوب ناتجة من تكون فقاعات داخل السبيكة علقت السبيكة فى ميزان فكانت كتلتها فى الهواء 540 gr وكتلتها وهى مغمورة فى الماء 320 gr احسب حجم الثقوب بالسبيكة علماً بأن كثافة مادة السبيكة $2700\ kg/m^3$ ، $g = 9.8\ m/s$ ؟

الحل

$$\because (V_{ol})_s = \frac{m}{\rho} = \frac{540\times10^{-3}}{2700} = 200\times10^{-6}\ m^3$$

$$\because F_b = (F_g)_s - (F_g)_s^{\backslash} \Rightarrow (V_{ol})_L \rho_L g = mg - m^{\backslash} g$$

$$\therefore (V_{ol})_L \times 1000 = 0.54 - 0.32 = 0.22 \Rightarrow (V_{ol})_L = 220\times10^{-6}\ m^3$$

ويكون حجم الفراغات أو الثقوب هو الفرق بين الحجمين أى أن:

$$(V_{ol}) = (V_{ol})_L - (V_{ol})_s \Rightarrow (V_{ol}) = 220\times10^{-6} - 200\times10^{-6} = 20\times10^{-6}\ m^3$$

8- حساب قوة الشد لجسم مغمور (أو طافى) فى سائل

1- إذا شُد الجسم الطافى بخيط من أسفل فإن: $F_T = F_b - (F_g)_s$

2- إذا شُد الجسم المغمور بخيط من أعلى فإن: $F_T = (F_g)_s - F_b$

مثال 8 جسم حجمه $0.01\ m^3$ وكثافة مادته $600\ kg/m^3$ مثبت بخيط فى قاع إناء به ماء بحيث ينغمر كله فى الماء الذى كثافته $1000\ kg/m^3$ فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ فاحسب:

أ- قوة الدفع ب- الشد فى الخيط جـ - إذا قطع الخيط احسب قوة الدفع فى هذه الحالة وحجم الجزء الظاهر من الجسم ؟

الحل

أ - $\because F_b = (V_{ol})_L \rho_L g = 0.01\times1000\times10 = 100\ N$

ب - $\because F_T = F_b - (F_g)_s \Rightarrow F_T = 100 - [0.01\times600\times10] = 40\ N$

جـ - فى حالة قطع الخيط فإن الجسم يطفو فوق سطح الماء وتكون قوة الدفع فى هذه الحالة مساوية وزن الجسم الطافى كله: $\therefore F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$ (حيث $(V_{ol})_L$ هو حجم الجزء المغمور)

$$\therefore 60 = (V_{ol})_L \times1000\times10 \Rightarrow (V_{ol})_L = 0.006\ m^3$$

ويكون حجم الجزء الظاهر هو الفرق بين حجم الجسم كله وحجم الجزء المغمور منه أى أن :

$$(V_{ol}) = (V_{ol})_s - (V_{ol})_L = 0.01 - 0.006 = 0.004\ m^3$$

Mr. Ahmad Hassan

9- حساب الكثافة النسبية

1- الكثافة النسبية لجسم صلب مغمور فى الماء = $\frac{\text{وزن الجسم فى الهواء}}{\text{قوة دفع الماء على الجسم}}$

2- الكثافة النسبية لجسم طافى فوق الماء = $\frac{\text{حجم الجزء المغمور}}{\text{حجم الجسم كله}}$

3-الكثافة النسبية لسائل = $\frac{\text{قوة دفع السائل على جسم مغمور فيه}}{\text{قوة دفع الماء على نفس الجسم وهو مغمور فيه}}$

مثال 9 قطعة من الزجاج كتلتها فى الهواء 2.5 gr وكتلتها وهى مغمورة فى الماء 1.5 gr وكتلتها وهى مغمورة فى حمض الكبريتيك 0.7 gr احسب الكثافة النسبية للحمض ثم احسب كثافته

الحل نحسب أولاً قوة دفع الماء على قطعة الزجاج حيث : $F_b = (F_g)_s - (F_g)_s^{\setminus}$

$$\therefore F_b = (2.5\times10^{-3}\times9.8) - (1.5\times10^{-3}\times9.8) = 9.8\times10^{-3}\ N$$

ثم نحسب قوة دفع الحمض على قطعة الزجاج بنفس الطريقة حيث: $F_b = (F_g)_s - (F_g)_s^{\setminus}$

$$\therefore F_b = (2.5\times10^{-3}\times9.8) - (0.7\times10^{-3}\times9.8) = 17.64\times10^{-3}\ N$$

وبالتالى فإن الكثافة النسبية للحمض: $\rho^{\setminus} = \frac{17.64\times10^{-3}}{9.8\times10^{-3}} = 1.8$

ومنها فإن كثافة الحمض تساوى $1800\ kg/m^3$

10- فى حالة البالونات فإن:

قوة رفع البالون = قوة دفع الهواء على البالون - [وزن الغاز + وزن البالون بملحقاته] أى أن:

$$F = (V_{ol})\rho_a g - [(V_{ol})\rho_g g + mg]$$

لاحظ أن (V_{ol}) هو حجم الهواء المزاح وهو يساوى حجم الغاز، ρ_a كثافة الهواء، ρ_g كثافة الغاز

مثال 10 مُلئ بالون بغاز الهيدروجين الذى كثافته $0.09\ kg/m^3$ حتى أصبح حجمه $14\times10^4\ m^3$ احسب أقصى وزن اضافى يحمله البالون علماً بأن كثافة الهواء $1.29\ kg/m^3$ وكتلة البالون بملحقاته بدون الغاز $10^5\ kg$، عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$؟ ثم احسب العجلة التى يتحرك بها البالون؟

الحل

$$\because F = (V_{ol})\rho_a g - [(V_{ol})\rho_g g + mg]$$

$$\therefore F = [14\times10^4\times1.29\times10] - [(14\times10^4\times0.09\times10) + (10^5\times10)] = 680\times10^3\ N$$

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{F}{[(V_{ol})\rho_g] + m} = \frac{680\times10^3}{[14\times10^4\times0.09] + 10^5} = 6.04\ m/s^2$$

Mr. Ahmad Hassan

11- أرشميدس واهتزاز الأوتار

1- عندما يهتز وتر معلق فى ثقل بتردد معين فإن الوتر ينقسم إلى عدد من القطاعات وعند غمر الثقل فى سائل فإن قوة الشد فى الوتر تقل وبالتالى فإن عدد القطاعات يزداد ويمكن الربط بين قوة الشد فى الوتر وقاعدة أرشميدس كما يلى:

- قبل غمر الثقل فى السائل فإن : $\boxed{(F_T)_1 = V_{ol}\rho_s g}$ ⟶ 1

- بعد غمر الثقل فى السائل فإن: $(F_T)_2 = (F_g)_s - F_b$

$\therefore (F_T)_2 = (\rho_s - \rho_L)V_{ol}g$ ⟶ 2

2- ومن المعادلتين نحصل على: $\boxed{\frac{(F_T)_1}{(F_T)_2} = \frac{\rho_s}{(\rho_s - \rho_L)}}$

مثال 11 فى تجربة ميلد استخدمت شوكة رنانة ثابتة التردد تهتز بفعل مغناطيس كهربى وعندما عُلق ثقل حجمه (V_{ol}) وكثافته $2500\ kg/m^3$ فى نهاية الخيط انقسم الخيط إلى أربع قطاعات وعندما غمر الثقل فى سائل انقسم الخيط إلى خمس قطاعات أوجد:

(أ)- النسبة بين قوة شد الخيط فى الحالتين (ب)- كثافة السائل ؟

الحل

$$\because \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{n_1}{n_2}\sqrt{\frac{(F_T)_1}{(F_T)_2}} \Rightarrow \frac{(F_T)_1}{(F_T)_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2} = \frac{25}{16} \qquad (\upsilon = const)$$

$$\because \frac{(F_T)_1}{(F_T)_2} = \frac{(V_{ol})\rho_s g}{(\rho_s - \rho_L)(V_{ol})g} \Rightarrow \frac{25}{16} = \frac{2500}{2500 - \rho_L} \Rightarrow \rho_L = 900\ kg/m^3$$

==========

تدريب أنبوبة اختبار زجاجية سميكة الجدران قطرها الخارجى ضعف قطرها الداخلى تطفو رأسياً فى حوض عميق مملوء بالماء فكان طول الجزء الظاهر منها خارج الماء $9\ cm$ احسب طول الأنبوبة إذا علمت أنه عند امتلاءها تماماً بالزيت يختفى الجزء الظاهر منها دون أن تنغمر علماً بأن الكثافة النسبية للزيت 0.9 وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$ ؟ $[l = 40\ cm]$

==========

تدريب كرتان قطر كل منهما $1.2\ m$ وزن الكرة الأولى $12\ kN$ ووزن الثانية $4\ kN$ تتصلان معاً بخيط قصير وضعتا فى إناء به ماء فانغمرت الأولى بينما طفت الثانية وظهر منها جزء فوق سطح الماء احسب :(أ)- قوة الشد فى الخيط ؟ (ب) - حجم الجزء المغمور من الكرة الطافية ؟

علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية $= 10\ m/s^2$ $[(F_T) = 3\times10^3\ N\ ،\ (V_{ol}) = 0.7m^3]$

Mr Ahmad Hassan

تدريب تطفو سفينة على سطح ماء البحر الذى كثافته $1030\ kg/m^3$ فإذا انتقلت إلى ماء النهر الذى كثافته $1000\ kg/m^3$ تغير حجم الجزء المغمور بمقدار $3\ m^3$ علماً بأن $g = 10\ m/s^2$

احسب: 1- حجم الجزء المغمور فى ماء البحر $[100\ m^3]$

2- قوة الدفع على السفينة فى ماء النهر $[103\times10^4\ N]$

3- وزن السفينة الطافية $[103\times10^4\ N]$

تدريب كرتان من معدن واحد حجم كل منهما $2\times10^{-4}\ m^3$ احداهما مصمتة والأخرى مجوفة وضعتا معاً فى حوض به ماء فغاصت إحداهما بينما علقت الأخرى أوجد حجم الفراغ فى الكرة المجوفة علماً بأن كثافة المعدن $2707\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$؟ $[1.26\times10^{-4}\ m^3]$

تدريب طبقة من الجليد مساحتها $300\ m^2$ تطفو فوق سطح البحر سمك الجزء الطافى منها $6\ cm$ احسب أقصى كتلة يمكن لهذه الطبقة أن تحملها دون أن تغرق؟ علماً بأن كثافة ماء البحر $1030\ kg/m^3$؟ $[18540\ kg]$

تدريب قارب نجاة كتلته $10\ kg$ ينغمر $4\ \%$ من حجمه احسب أقصى عدد من الرجال يستطيع القارب تحملهم دون أن يغرق بفرض أن كتلة الرجل الواحد $62.5\ kg$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$ ؟ $[3]$

تدريب قوة مقدارها $1N$ تؤثر على مكعب فيختفى تحت سطح الماء وعند رفعها يظهر $1\ cm$ منه احسب حجم المكعب علماً بأن: $\rho_{ماء} = 1000\ kg/m^3$ ، $g = 10\ m/s^2$؟ $[1000\ cm^3]$

تدريب مكعبان من الخشب وضع الأول فوق الثانى فى حوض به ماء كثافته $1000\ kg/m^3$ فكان حجم الجزء المغمور $\frac{3}{4}$ من حجم الثانى وعندما وضع الثانى فوق الأول انغمر $\frac{1}{36}$ من حجم الأول اوجد النسبة بين طول ضلعى المكعبين؟ $[3:1]$

تدريب وضع جسمان متساويان فى الحجم فى إناء به سائل فطفا نصف الأول وانغمر الثانى بحيث كان وزنه الظاهرى نصف وزنه الحقيقى اوجد النسبة بين كثافة الجسمين؟ $[1:4]$

تدريب حمام سباحة طوله $5\ m$ وعرضه $4\ m$ يطفو عليه لوح ثلج كبير وفوقه حجر كتلته $40\ kg$ وكثافته النسبية 5 فإذا انصهر الثلج وسقط الحجر احسب التغير فى ارتفاع الماء فى الحمام؟ $[1.6\times10^{-3}\ m]$

Mr. Ahmad Hasan

أسئلة على قاعدة أرشميدس

علقت كرة جوفاء من النحاس أسفل سطح الماء فى إناء وضح مع التعليل ماذا يحدث لوضع الكرة فى الإناء إذا انتقل الإناء من سطح الأرض إلى سطح القمر؟

جـ: ∵ الكرة متزنة تحت تأثير وزنها لأسفل mg مع قوة دفع الماء لأعلى $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

$\therefore mg = F_b = (V_{ol})_L \rho_L g \Rightarrow m = (V_{ol})_L \rho$

أى أن كتلة الكرة تساوى كتلة الماء المزاح فتصبح النسبة بين وزن الكرة إلى قوة دفع الماء كالنسبة بين كتلة الكرة إلى كتلة الماء المزاح ولكن الكتلة ثابتة مهما اختلف المكان فلا يتأثر وضع الكرة بنقل الإناء من سطح الأرض إلى سطح القمر.

فى ضوء قاعدة أرشميدس اشرح ماذا يحدث من تغييرات فى الحالات الآتية:
(أ) عندما ينصهرمكعب من الثلج فى إناء مملوء لحافته بالماء.
(ب) عندما ينصهر مكعب الثلج فى إناء مملوء حيث تم ربط مكعب الثلج بخيط وغمر كليا فى الماء (مع اهمال حجم الخيط المربوط به مكعب الثلج).

جـ:(أ) فى البداية مكعب الثلج يطفو فوق سطح الماء ويزيح كمية من الماء خارج الكأس ويكون حجم الماء المزاح خارج الكأس مساوياً حجم الجزء المغمور من الثلج.
عند انصهار مكعب الثلج وتحوله إلى ماء يكون حجم الماء الناتج من انصهار مكعب الثلج مساوياً لحجم الماء المزاح خارج الكأس **وبالتالى يظل مستوى سطح الماء ثابت كما هو**.

(ب) عندما يكون مكعب الجليد مربوطا فى قاع الإناء بحيث يكون مغمورا فإن:
قبل انصهار مكعب الجليد يكون : حجم الماء المزاح = حجم مكعب الجليد.
بعد انصهار مكعب الجليد يكون : حجم الماء الناتج عن انصهار مكعب الجليد اقل من حجم مكعب الجليد لأن كثافة الجليد أقل من كثافة الماء كما أن كتلة الجليد قبل الانصهار = كتلة الماء الناتج عن انصهار الجليد **وبالتالى ينخفض سطح الماء فى الإناء**.

وضع كأس عميق مملوء إلى حافته بالماء على ميزان ثم غمر فيه جسم معلق بخيط طويل بحيث لا يلامس القاع فازاح حجماً من الماء لأعلى وانسكب خارج الكأس بحيث ظل سطح الإناء عند الحافة فإذا جفف الماء المنسكب . قارن بين قراءة الميزان قبل غمر الجسم وبعده فى حالة ما إذا كان الجسم مصنوع من الخشب مرة ومن الحديد مرة أخرى حيث كثافة الحديد أكبر من كثافة الخشب.

جـ: **لاتتغير قراءة الميزان سواء قبل غمر الجسم أو بعده فى الحالتين** لأنه فى حالة قطعة الخشب سوف تطفو فوق سطح الماء بعد أن تزيح وزناً من الماء يساوى وزن قطعة الخشب فتظل قراءة الميزان ثابتة. أما فى حالة قطعة الحديد فسوف تزيح ماء وزنه يساوى قوة الدفع أعلى ولكن قطعة الحديد متزنة تحت تأثير وزنها إلى أسفل ، مجموع قوتى الدفع والشد إلى أعلى فتظل القراءة ثابتة.
أو لأن قوة رد فعل قوة دفع الماء للجسم المعلق سوف تؤثر على قاعدة الإناء وبالتالى على الميزان فتعوض بذلك وزن الماء المزاح وتظل قراءة الميزان ثابتة.

كرة مجوفة ومعلقة فى الماء فتكون كثافة مادة الكرة ..... كثافة الماء.
(أكبر من - أقل من - تساوى - لا توجد إجابة صحيحة)

Mr.Ahmad Hassan

أيهما أكبر الوزن الظاهرى لجسم مغمور فى الماء والذى كثافته $1000\ kg/m^3$ أم الوزن الظاهرى لنفس الجسم عند غمره فى الزيت والذى كثافته $600\ kg/m^3$ ؟

جـ: ∵الوزن الظاهرى يحسب من العلاقة: $(F_g)_s^{\setminus} = (F_g)_s - F_b$

أى أن الوزن الظاهرى لجسم يتناسب عكسيا مع قوة دفع السائل: $(F_g)_s^{\setminus} = (F_g)_s - (V_{ol})_L \rho_L g$

وبالتالى عكسيا مع كثافة السائل.

وبما أن قوة دفع الزيت على الجسم أقل من قوة دفع الماء على نفس الجسم لأن كثافة الزيت أقل من كثافة الماء فإن: **الوزن الظاهرى للجسم فى الزيت أكبر من الوزن الظاهرى له فى الماء.**

قطعة خشب وقطعة حديد علقت كل منهما فى ميزان زبركى فكان وزنهما متساوى تماما قارن بين الكتلة الحقيقية للخشب والحديد فى حالة عدم اهمال قوة دفع الهواء .

جـ: ∵ قراءة الميزان تعنى الوزن الظاهرى أو قوة الشد وحيث أن الوزن الظاهرى متساوى فإن الكتلة الحقيقة تتناسب طرديا مع حجم الجسم طبقاً للعلاقة الآتية:

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

ولكى يكون للقطعتين نفس الوزن الظاهرى فلابد أن يكون حجم قطعة الخشب أكبر من حجم قطعة الحديد (علل) وبالتالى فإن: **كتلة الخشب الحقيقية أكبر من كتلة الحديد.**

قطعتان من الحديد والألومنيوم متساويتان فى الحجم غمرت قطعة الحديد فى الماء والذى كثافته $1000\ kg/m^3$ وغمرت قطعة الألومنيوم فى الزيت والذى كثافته $600\ kg/m^3$ فإذا كانت كثافة الحديد أكبر من كثافة الالمنيوم قارن بين:

(أ) النقص فى وزن قطعة الحديد والألومنيوم.

(ب) حجم الماء المزاح وحجم الزيت المزاح.

(ج) كتلة الماء المزاح وكتلة الزيت المزاح.

(أ) قوة دفع الماء على قطعة الحديد (النقص فى وزن قطعة الحديد) أكبر من قوة دفع الزيت على قطعة الألومنيوم (النقص فى وزن قطعة الألومنيوم) لأن كثافة الماء أكبر من كثافة الزيت والحجم متساوى وقوة الدفع تحسب من العلاقة: $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

(ب) حجم الماء المزاح يساوى حجم الزيت المزاح لأن الجسم مغمور والحجم متساوى.

(ج) كتلة الماء المزاح أكبر من كتلة الزيت المزاح لأن كثافة الماء أكبر من كثافة الزيت والحجم متساوى: $m_L = (V_{ol})_L \rho_L$

قطعتان من الحديد والألومنيوم متساويتان فى الحجم غمرتا فى الماء فإذا كانت كثافة الحديد أكبر من كثافة الألومنيوم قارن بين النقص فى وزن قطعة الحديد والألومنيوم؟

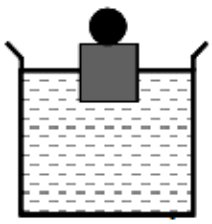
جـ: النقص فى وزن الحديد = النقص فى وزن الألومنيوم لأن النقص فى وزن الحديد يساوى قوة دفع الماء على قطعة الحديد والنقص فى وزن الألومنيوم يساوى قوة دفع الماء على قطعة الألومنيوم وقوة الدفع فى كلا الحالتين تحسب من العلاقة: $F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

وحيث أن الحجم متساوى وكثافة السائل ثابته فى الحالتين وكذلك عجلة الجاذبية الأرضية فإن قوة الدفع تكون واحدة **وبالتالى النقص فى الوزن يكون واحداً.**

Mr. Ahmad Hasan

إناء به كمية من الماء تطفو عليه قطعة من الخشب وعليها قطعة من الحديد مصمته فإذا سقطت قطعة الحديد فى الماء وضح ماذا يحدث لارتفاع الماء فى الإناء بعد سقوطها؟

جـ: **يقل ارتفاع سطح الماء فى الإناء** لأنه فى حالة تحميل جسم طافى بجسم آخر فوقه فإن:



الزيادة فى قوة الدفع = الوزن الإضافى: $F_b = mg \Rightarrow (V_{ol})_L \rho_L g = (V_{ol})_s \rho_s g$

حيث $(V_{ol})_L$ هو حجم السائل المزاح ، $(V_{ol})_s$ حجم الجسم الإضافى (كرة الحديد) ونظراً لأن كثافة الحديد تساوى تقريباً ثمانية أمثال كثافة الماء فإن حجم الماء المزاح فى هذه الحالة يساوى تقريباً ثمانية أمثال حجم كرة الحديد أما عند سقوط كرة الحديد فى الماء فإن حجم الماء المزاح يساوى حجم كرة الحديد فقط أى أن حجم الماء المزاح فى الحالة الثانية أقل منه فى الحالة الأولى **وبالتالى يقل ارتفاع سطح الماء فى الإناء**.

قطعتان من الخشب لهما نفس الحجم الأولى تطفو فوق سطح الماء والذى كثافته $1000\ kg/m^3$ والأخرى تطفو فوق سطح الزيت والذى كثافته $600\ kg/m^3$ قارن بين:

(أ) قوة دفع الماء وقوة دفع الزيت على قطعة الخشب.

(ب) حجم الماء المزاح وحجم الزيت المزاح.

(ج) كتلة الماء المزاح وكتلة الزيت المزاح.

(د) القوة اللازمة لغمر قطعة الخشب بالكامل فى الماء مرة وفى الزيت مرة.

جـ: (أ) قوة دفع الماء على قطعة الخشب = قوة دفع الزيت على قطعة الخشب لأن قوة الدفع فى الحالتين = وزن قطعة الخشب لأنه جسم طافى.

(ب) حجم الماء المزاح أقل من حجم الزيت المزاح لأن كثافة الماء أكبر من كثافة الزيت حيث يتناسب حجم السائل المزاح تناسباً عكسياً مع كثافة السائل عند ثبوت قوة الدفع.

(ج) كتلة الماء المزاح = كتلة الزيت المزاح لأن كتلة السائل المزاح فى الحالتين تساوى كتلة قطعة الخشب حيث: $F_b = (F_g)_s \Rightarrow m_L g = m_s g \Rightarrow m_L = m_s$

(د) القوة اللازمة لغمر قطعة الخشب بالكامل فى الماء أكبر منها فى الزيت لأن قوة دفع الماء فى هذه الحالة أكبر من قوة دفع الزيت لأن كثافة الماء أكبر من كثافة الزيت حيث تتناسب قوة الدفع تناسباً طردياً مع كثافة السائل عند ثبوت الحجم:

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

ماذا يحدث لسرعة انتشار موجة تنتشر فى وتر مشدود بثقل مغمور فى الماء إذا غمر الثقل فى الزيت؟

جـ: ∵ سرعة انتشار الموجة تتناسب طرديا مع قوة الشد فى الوتر طبقاً للعلاقة: $v = \sqrt{\frac{F_T}{m}}$

وفى حالة غمر الثقل فى سائل فإن قوة الشد تتعين من العلاقة:

$$(F_T) = (F_g)_s - F_b \Rightarrow (F_T) = (F_g)_s - (V_{ol})_L \rho_L g$$

أى أن قوة الشد تتناسب تناسباًعكسيا مع قوة دفع السائل أوعكسيا مع كثافة السائل وبالتالى فإن: **سرعة الموجة فى الوتر تتناسب عكسيا مع كثافة السائل الذى يغمر فيه الجسم**. وحيث أن كثافة الزيت أقل من كثافة الماء فإن سرعة انتشار الموجة فى حالة غمر الجسم فى الزيت أكبر من سرعة انتشار الموجة فى حالة غمر الجسم فى الماء.

Mr. Ahmed Hassan

متى يزيح الجسم الصلب كمية من الماء:

1- أقل من حجم الجسم. **2- تساوى وزن الجسم.**

3- تساوى حجم الجسم. **4- اكبر من حجم الجسم.**

جـ: 1- عندما يكون الجسم طافى حيث: $(V_{ol})_L$ أقل من $(V_{ol})_s$

2- عندما يكون الجسم طافى حيث: $F_b = (F_g)_s$

3-عندما يكون الجسم مغمور حيث: $(V_{ol})_s = (V_{ol})_L$

4- عندما يوضع جسم كثافته كبيرة فوق آخر كثافته صغيرة يطفو فوق الماء.

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

أولاً- أكبر من كثافة الماء. **ثانياً- أقل من كثافة الماء.**

جـ: أولا: إذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة الماء أى أن الجسم يغوص فى الماء.

1- نعين وزن الجسم فى الهواء باستخدام الميزان الزنبركى وليكن: $(F_g)_s$

2- نضع الجسم فى كأس ازاحة ثم نعين حجم الماء المزاح بواسطة الجسم وليكن: $(V_{ol})_L$ وهو يساوى ايضاً $(V_{ol})_s$ لأن الجسم كله مغمور.

3- نعوض فى العلاقة: $(F_g)_s = (V_{ol})_s \rho_s g$

وبمعلومية حجم الجسم $(V_{ol})_s$ ووزن الجسم $(F_g)_s$ وعجلة الجاذبية يمكن تعيين كثافة الجسم.

ثانيا : إذا كانت كثافة الجسم أقل من كثافة الماء أى أن الجسم يطفو فوق الماء.

1- نعين وزن الجسم فى الهواء باستخدام الميزان الزنبركى وليكن: $(F_g)_s$

2- نضع ثقل (أو غامر) فى كأس ازاحة ثم نعين حجم الماء المزاح بواسطة الثقل وليكن (V_{ol}) وهو يساوى حجم الثقل لأن الثقل كله مغمور.

3- نربط الثقل (الغامر) والجسم معاً ثم نضعهما فى كأس الازاحة ثم نعين حجم الماء المزاح بواسطة الجسم والثقل معاً وليكن $(V_{ol})^{\backslash}$

4- نعين حجم الجسم من العلاقة: $(V_{ol})_s = (V_{ol})^{\backslash} - (V_{ol})$

5- نعوض فى العلاقة: $(F_g)_s = (V_{ol})_s \rho_s g$

وبمعلومية حجم الجسم $(V_{ol})_s$ ووزن الجسم $(F_g)_s$ وعجلة الجاذبية يمكن تعيين كثافة الجسم.

ربط بالون مملوء بالهواء بقاع حوض من الزجاج ثم ملئ الحوض بالماء حتى غمر البالون بالكامل بفرض أن الحوض ومحتوياته تم نقلهم إلى سطح القمر فهل يطرأ أى نوع من التغيير على البالون ولماذا؟

جـ: يزداد حجم البالون نتيجة نقص الضغط الخارجى المؤثر عليه والمتزن مع ضغط الهواء داخله وذلك نتيجة نقص قيمة عجلة الجاذبية الأرضية على سطح القمر.

شخص يغوص فى حمام سباحة ويقترب تدريجياً من قاع الحمام وضح ماذا يحدث مع ذكر السبب لكل من: 1- الضغط الواقع على الشخص. **2- قوة دفع الماء على الشخص.**

Mr. Ahmad Hasan

ماذا نعنى بقولنا أن:

1- الوزن الظاهرى لجسم مغمور فى سائل = 30N ؟

أى أن الفرق بين وزن الجسم وقوة دفع السائل على الجسم = 30N

أو أن وزن الجسم وهو مغمور فى السائل = 30N

2- الوزن الظاهرى لجسم = قيمة سالبة؟

أى أن قوة دفع السائل على الجسم أكبر من وزن الجسم ويحدث ذلك آثناء طفو الجسم.

3- قوة دفع بالون فى الهواء = 12×10^4 N ؟

أى أن وزن الهواء المزاح بواسطة البالون = 12×10^4 N

4- قوة رفع بالون فى الهواء = 3×10^5 N ؟

أى أن الفرق بين قوة دفع الهواء على البالون ووزن البالون بملحقاته = $3\times10^5 N$

5- النسبة بين حجم الجزء المغمور من جسم صلب فى الماء إلى حجم الجسم كله=0.8 ؟

أى أن الكثافة النسبية لهذا الجسم = 0.8

6- النسبة بين وزن جسم مغمور فى الماء إلى قوة دفع الماء عليه = 3؟

أى أن الكثافة النسبية لهذا الجسم = 3.

أذكر الشرط اللازم لحدوث ما يأتى :

1- الوزن الظاهرى لجسم = صفر؟

لكى يكون الوزن الظاهرى لجسم = صفر يجب أن تكون قوة دفع السائل على الجسم = وزن الجسم ويحدث ذلك عندما يعلق الجسم فى السائل حيث: $(F_g)_s^{\setminus} = (F_g)_s - F_b$

2- توقف البالون عن الارتفاع؟

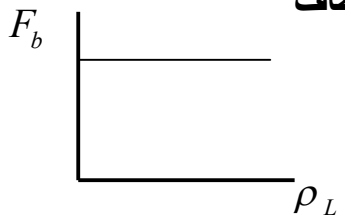
لكى يتوقف البالون عن الارتفاع يجب أن تكون قوة دفع الهواء على البالون = وزن البالون بملحقاته حيث: $F = F_b - (F_g)$

إناء على منضدة به سائلان ماء وزيت وضع على سطح السائل العلوى مكعب خشبى صف ما يحدث بالنسبة للسائلين والمكعب الخشبى وقاع الإناء والمنضدة؟

جـ: إذا كانت كثافة الخشب أكبر من كثافة الزيت وأقل من كثافة الماء يعلق الخشب بين الماء والزيت ويرتفع سطح كل منهما أما إذا كانت كثافة الخشب أقل من كثافة الزيت يطفو الخشب فوق سطح الزيت وبالتالى يرتفع سطح الزيت ويظل سطح الماء كما هو وفى كلا الحالتين يزداد الضغط على قاعدة الإناء والمنضدة.

ارسم العلاقة البيانية بين قوة دفع السائل للجسم وكثافة عدة سوائل مختلفة اذا كان:

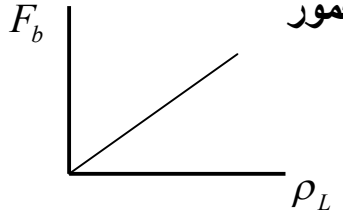
1- الجسم طاف



الجسم الطافى فوق عدة سوائل مختلفة تكون قوة الدفع ثابته لانها تساوى وزن الجسم الطافى كله حيث

$F_b = (F_g)_s$

2- الجسم مغمور

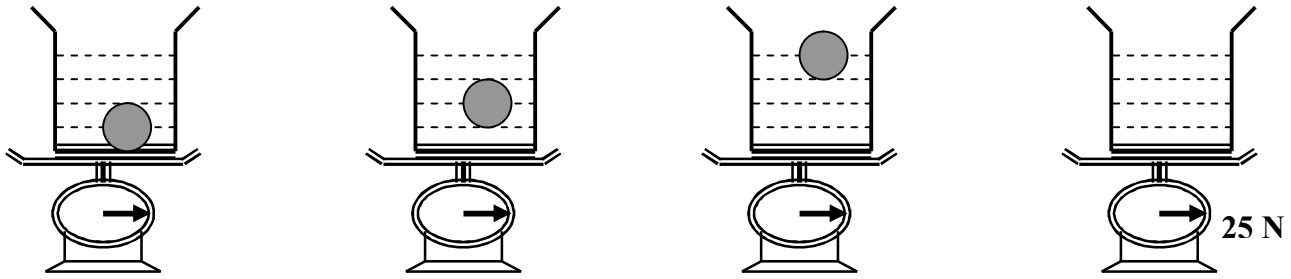


الجسم المغمور فى عدة سوائل مختلفة تكون قوة الدفع متغيرة لانها تزداد بزيادة كثافة السائل حيث

$F_b = (V_{ol})_L \rho_L g$

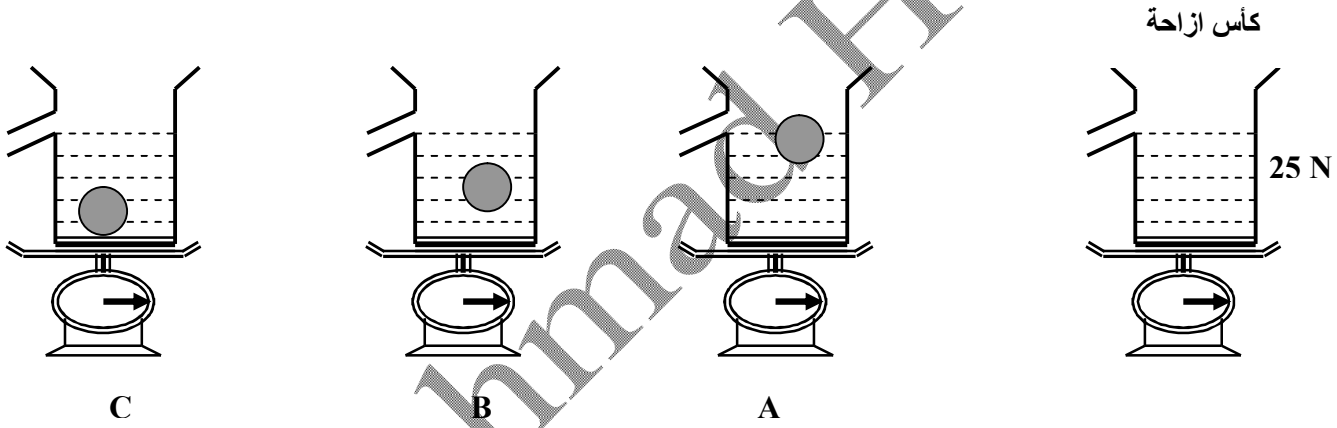
Mr. Ahmad Hassan

وضع جسم وزنه 10 N فى كأس كما بالشكل كم تكون قراءة الميزان فى كل حالة؟



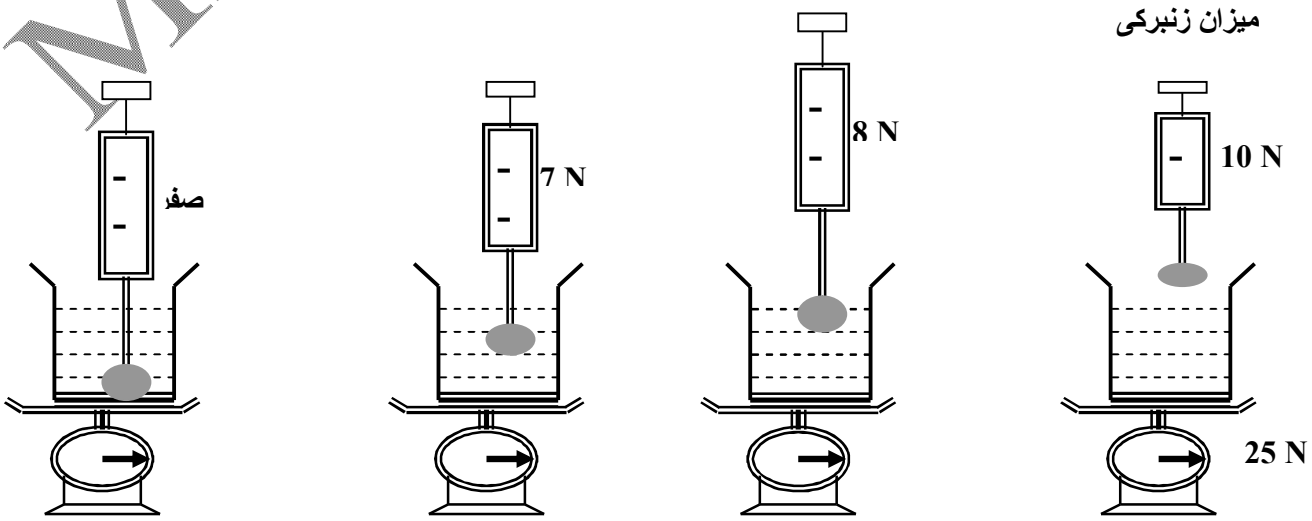
جـ: 1- قراءة A = 35 N حيث يضاف إلى وزن الكأس وزن الجسم (رد فعل قوة الدفع).
2- قراءة B = 35 N حيث يضاف إلى وزون الكأس وزن الجسم (رد فعل قوة الدفع).
3- قراءة C = 35 N حيث يضاف إلى وزن الكأس وزن الجسم.

وضع جسم وزنه 10 N فى كأس ازاحة كما بالشكل كم تكون قراءة الميزان فى كل حالة؟



1- قراءة A = 25 N حيث وزن الجسم الطافى = وزن الماء المزاح فيظل وزن الكأس كما هو.
2- قراءة B = 25 N حيث وزن الجسم العالق = وزن الماء المزاح فيظل وزن الكأس كما هو.
3- قراءة C أكبر قليلاً من 25 N بمقدار الفرق بين الوزن الحقيقى وقوة دفع الماء.

إذا كانت قراءة الميزان 10 N كما بالشكل كم تكون قراءة الميزان فى كل حالة من A, B, C



Mr. Ahmad Hassan

1- قراءة A = 27 N حيث يضاف إلى وزن الكأس رد فعل قوة الدفع وهو الفرق بين وزن الجسم وقوة الشد فى الميزان (الوزن الظاهرى) حيث: $F_b = (F_g)_s - F_T$

2- قراءة B = 28 N حيث يضاف إلى وزن الكأس رد فعل قوة الدفع وهو الفرق بين وزن الجسم وقوة الشد فى الميزان (الوزن الظاهرى) حيث: $F_b = (F_g)_s - F_T$

3- قراءة C = 35 N حيث يضاف إلى وزن الكأس وزن الجسم.

مكعب خشبى يطفو نصفه فوق سطح الماء قارن بين كتلة قطعة من الحديد تكفى لغمر المكعب الخشبى فى الماء عند وضع القطعة فوق المكعب مرة وعند ربط القطعة من اسفل المكعب مرة اخرى؟

جـ: كتلة قطعة الحديد التى تربط من اسفل المكعب يجب أن تكون أكبر من الكتلة التى توضع فوق المكعب حيث:

<u>فى حالة وضع قطعة الحديد فوق المكعب فإن:</u>

الزيادة فى قوة الدفع = الوزن الإضافى لقطعة الحديد أى أن:

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

حيث $(V_{ol})_L$ هو حجم السائل المزاح وهو يساوى نصف حجم المكعب $(V_{ol})_s$ ، $(m_s)_1$ كتلة قطعة الحديد الموضوعة أعلى المكعب: $\therefore (m_s)_1 = [0.5 \times (V_{ol})_s]\rho_L$

<u>فى حالة ربط قطعة الحديد أسفل المكعب فإن:</u>

الزيادة فى قوة الدفع = الوزن الإضافى لقطعة الحديد أى أن:

$$\Delta(F_g)_s = \Delta F_b \Rightarrow (m_s)_2 = (V_{ol})'_L \rho_L$$

حيث $(V_{ol})'_L$ هو حجم السائل المزاح وهو يساوى نصف حجم المكعب $(V_{ol})_s$ + حجم قطعة الحديد $(V_{ol})'_s$ ، $(m_s)_2$ كتلة قطعة الحديد الموضوعة أسفل المكعب:

واضح أن: $(m_s)_2$ أكبر من $(m_s)_1$] $\therefore (m_s)_2 = [0.5 \times (V_{ol})_s + (V_{ol})'_s]\rho_L$

لديك ميزان زنبركى وكأس به زيت وكأس آخر به ماء وجسم كثافته أكبر من كثافة الزيت والماء وضح كيف تعين كثافة الزيت النسبية ؟

جـ:1- نعين وزن الجسم فى الهواء باستخدام الميزان الزنبركى $(F_g)_s$

2- نعين وزن الجسم وهو مغمور فى الماء $(F_g)'_s$

3- نعين قوة دفع الماء على الجسم من العلاقة: $(F_b)_1 = (F_g)_s - (F_g)'_s$

4- نعين وزن الجسم وهو مغمور فى الزيت $(F_g)''_s$

5- نعين قوة دفع الزيت على الجسم من العلاقة: $(F_b)_2 = (F_g)_s - (F_g)''_s$

6- نعين الكثافة النسبية للزيت من العلاقة:

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{(\rho_L)_2}{(\rho_L)_1} = \frac{(V_{ol}) \times (\rho_L)_2 \times g}{(V_{ol}) \times (\rho_L)_1 \times g} = \frac{(F_b)_2}{(F_b)_1}$$

Mr. Ahmad Hassan