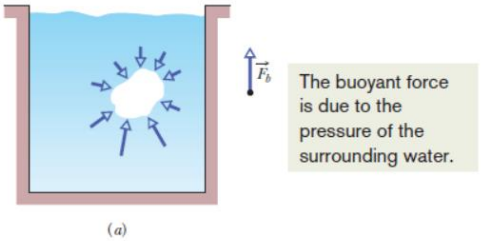
6. قوى الطفو ومبدأ ارخميدس Buoyant Forces and Archimedes Principle:

عندما يغمر جسم ما في مائع بشكل جزئي او كلي ، فان هناك قوة تسمى قوة الطفو (Buayant Force) ستعمل على رفعة الى الاعلى بمقدار مساوي لوزن المائع المزاح بواسطة ذلك الجسم.

- افرض ان جسم وضع في الماء كما في الشكل فأن هذا الجسم سيقوم بازاحة كمية من الماء مساوية تماماً لحجمه (شكله غير ضروري) و لذا سوف يلاحظ ارتفاع سطح الماء الى الاعلى من مستواه السابق (قبل وضع الجسم).



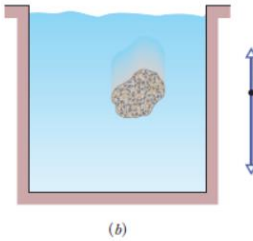
- هنالك مجموعة من القوة الناجمة عن تأثير الماء سوف تأثر على الجسم من جميع جوانبه و لكن هذه القوى الناجمة عن ضغط الماء على الجسم ستؤدي الى :

1- ستكون محصلة القوى الافقية تساوي صفر اي ان ($\sum F_{Horizontal} = 0$).
2- بما ان الضغط هو دالة لعمق الجسم فسيكون تأثير القوى في اسفل الجسم أكبر منه في أعلى الجسم ، ولذا سيكون صافي القوى العمودية بأتجاه الاعلى و التي سميت بقوة الطفو و مقدارها

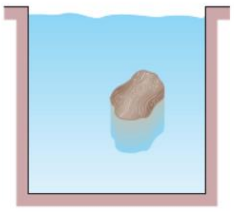
$$F = m_{fluid}\, g = \rho_{fluid} * V_{fluid} * g$$

حيث m_{fluid} كمية السائل المزاح (الماء).

- الان لنفرض ان الجسم (عبارة عن صخرة Stone) فعندما تغمر هذه الصخرة (الجسم) نلاحظ غرق هذه الصخرة و ذلك لان صافي القوى المؤثرة سيكون اكبر بأتجاه الاسفل ((وذلك بسبب ان كثافة الجسم هنا اكبير من كثافة المائع (الماء))وكما بالشكل المدرج ادناه.

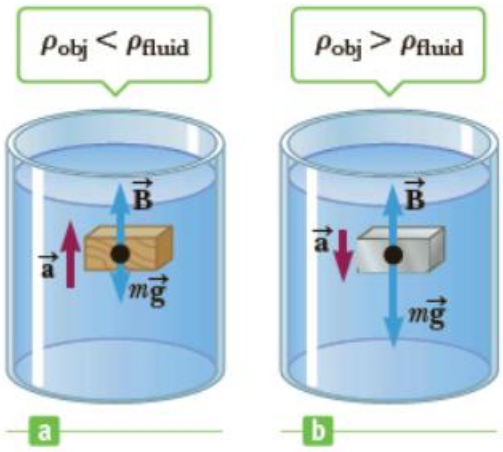


(b)



(c)

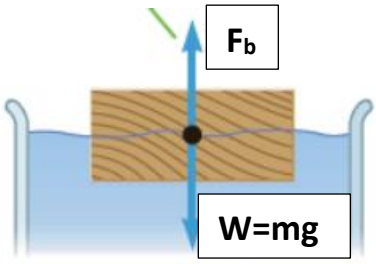
- اما اذا كان الجسم عبارة عن قطعة من الخشب فأن الجسم بعد وضعه في السائل سوف يتجه نحو الاعلى وذلك لأن قوة الطفو F_b ستكون اكبر من قوة وزن الجسم الخشبي(او لان كثافة الخشب اقل من المائع) و لذا سيكون صافي القوى نحو الاعلى .



- مماتقدم سيكون لدينا **حالتين** للتعامل مع القوى المؤثرة على الجسم:

(1) المغمور تماماً في المائع (السائل).

(2) مغمور جزئياً(اي ان – يطفو على السطح).



Case-1 الحالة الاولى :

في هذه الحالة ينغمر الجسم جزئياً ، و في حالة التوازن فأن الجسم سيطفو على السطح المائع . قوة الطفو في هذه الحالة تكون مساوية لوزن الجسم

$$F_b = W = mg$$

or

$$\rho_{fluid} V_{fluid} g = \rho_{obj} V_{obj} g \Rightarrow\Rightarrow \quad \frac{\rho_{obj}}{\rho_{fluid}} = \frac{V_{fluid}}{V_{obj}}$$

حيث V_{obj} هو حجم الجسم .

الحالة الثانية Case-2 :

عندما يغمر الجسم تماما في المائع (يغرق),و ان قوة الطفو تعطى كما يلي:

$$F_b = \rho_{fluid} V_{obj}\, g$$

حيث ان وزن الجسم المغمور يعطى بالعلاقة:

$$W = \rho_{obj}\ \ V_{obj}\, g$$

7. *الوزن الظاهري في المائع* Apparent Weight in Fluid:

هناك فرق بين وزن الجسم الحقيقي ووزنه عندما يوضع في المائع و الفرق سببه تأثير قوة الطفو. ولحساب الوزن الظاهري نستخدم العلاقة التالية:

الوزن الظاهري = الوزن الحقيقي للجسم – مقدار قوة الطفو

$$W_{app} = Weight - F_b$$

الخلاصة من مبدأ ارخميدس الاتي:

1- عندما يغمر الجسم في المائع فأنه ينقص من وزنه بمقدار قوة دفع الماء له (قوة الطفو).
2- حجم المائع المزاح=حجم الجزء المغمور من الجسم.
3- قوة الطفو=وزن الجسم الحقيقي –وزن الجسم الظاهري

مثال: تم شراء تاج مصنوع من الذهب الخالص ، قيمة وزنه في الهواء T_{air}=7.84 N ، بعد ذلك تم وزنه بعد غمره في وعاء ماء ليكون وزنه الظاهري T_{water}=6.86 N ، هل التاج صحيح مصنوع من الذهب الخالص؟

الحل :

1- بتطبيق قانون نيوتن الاول على الناج عند وزنه في الهواء

F=ma

T_{air}-mg=0 ----------(1)

2- عند غمر التاج في الماء فأن قراءة الميزان Twater تساوي قوة الطفو –وزن التاج

T_{water}-mg+F_b=0 ----------(2)

بتعويض معادلة (1) في (2) نحصل على:

T_{water}- T_{air} +F_b=0 ----------(3)

اذن

$\therefore$ Fb = Tair − Twater = 7.84 − 6.86 = 0.98 N

$\because F_b = m_{water}\, g = \rho_{water} * V_{water} * g$

$$V_{water} = \frac{F_b}{\rho_{water} * g} = \frac{0.98\ N}{(10^3 \frac{kg}{m^2} * 9.8 \frac{m}{s^2})} = 10^{-4}\ m^3$$

باستخدام معادلة (1)

$$m = \frac{\text{Tair}}{g} = \frac{7.84\ N}{(9.8 \frac{m}{s^2})} = 0.8\ kg$$

حسب قاعدة ارخميدس ، حجم الجسم يساوي حجم الماء المزاح و باستخدم تعريف $m = \rho V$

$$\rho_{crown} = \frac{m_{crown}}{V_{crown}} = \frac{0.8}{10^{-4}} = 8 \times 10^3 (\frac{kg}{m^3})$$

مثال: قطعة خشب له كثافة6×10^2 kg/m^3 و مساحتها السطحية 5.7 m^2 وحجمها 0.6 m^3 ، عند وضعها في مياه نقية الى اي عمق h سوف يغمر الجزء السفلي منها؟

الحل: قطعة الخشب تقع تحت تأثير قوة الطفو (متجه نحو الاعلى) و قوة الجاذبية mg (متجه نحو الاسفل) و عند الاتزان

$F_b=m_{wood}\, g$ ----------*(1)*

الحجم المغمور من قطعة الخشب يساوي V_{water} =(Ah)

وبما ان قوة الطفو تساوي وزن الماء المزاح .

$$F_b = m_{water}\, g = \rho_{water} * V_{water} * g$$
$$= \rho_{water} * (Ah)_{water} * g \quad ------(2)$$

نعوض معادلة (2) في (1) نحصل على:

$$\rho_{water}\,(\mathrm{Ah})g = \rho_{wood} * V_{wood} * g \quad ------(2)$$

$$h = \frac{\rho_{wood} * V_{wood}}{\rho_{water}\,\mathrm{A}} * \quad ------(2)$$

$$h = \frac{6 \times 10^2 * 0.6}{1000 * 5.7} = 0.0632\ \mathrm{m} \quad ------(2)$$