

توازن جسم صلب خاضع لقوتين: تطبيق

I. توازن جسم صلب تحت تأثير قوتين (تذكير):

نعتبر جسم صلب في توازن تحت تأثير قوتين F_1 و F_2 . هاتين القوتين تخضعان للشرطين التاليين والتي

نسميهما **شروطي التوازن**:

• $F_1 + F_2 = 0$ وهذا شرط لازم لسكون مركز قصور الجسم.

• للقوتين نفس خط التأثير، وهذا شرط ثاني لازم لغليب دوران الجسم في حال تحقق الشرط الأول.

I. **القوة المطبقة من طرف نابض:**

1 - **توتر نابض:**

نعتبر نابض مفرغ من أي حمولة، يكون له في هذه الحالة طول l_0 يسمى الطول الأصلي. عندما نعلق بالنابض كتلة m فإن طوله يصبح l والذي يسمى الطول النهائي للنابض.

نسمي الفرق $\Delta l = l - l_0$ إطالة النابض ونعبر عنها في النظام العالمي للوحدات بالمتري (m).

تطبيق:

بدراسة توازن الجسم (s) أوجد تعبير توتر النابض بدلالة الكتلة m وشدة الثقالة g .

حل:

- المجموعة المدروسة: {الجسم (s)}
- جرد القوى المؤثرة على المجموعة المدروسة:

* وزن الجسم (s): \vec{P}

* تأثير النابض على الجسم (s): \vec{T}

- تطبيق الشرط الأول للتوازن:

$\vec{P} + \vec{T} = 0$ يعني أن للقوتين نفس الشدة ومنحيين متعاكسين للقوتين نفس الشدة تعطي: $T = P = mg$ إذن توتر النابض T هو:

$$T = mg$$

2- **العلاقة بين توتر نابض وإطالته:**

الدراسة التجريبية:

نعلق بالنابض كتل معلمة قيمتها m ونسجل في كل مرة الإطالة Δl وندون النتائج في الجدول التالي: (نعطي $g = 9,8 \text{ N/Kg}$)

الكتلة m (g)	0	20	50	100	150	200	250	300
$\Delta l = l - l_0$ (10^{-2} m)	0	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
توتر النابض T (N)	0	0,196	0,491	0,981	1,47	1,96	2,45	2,94

أسئلة للإستثمار:

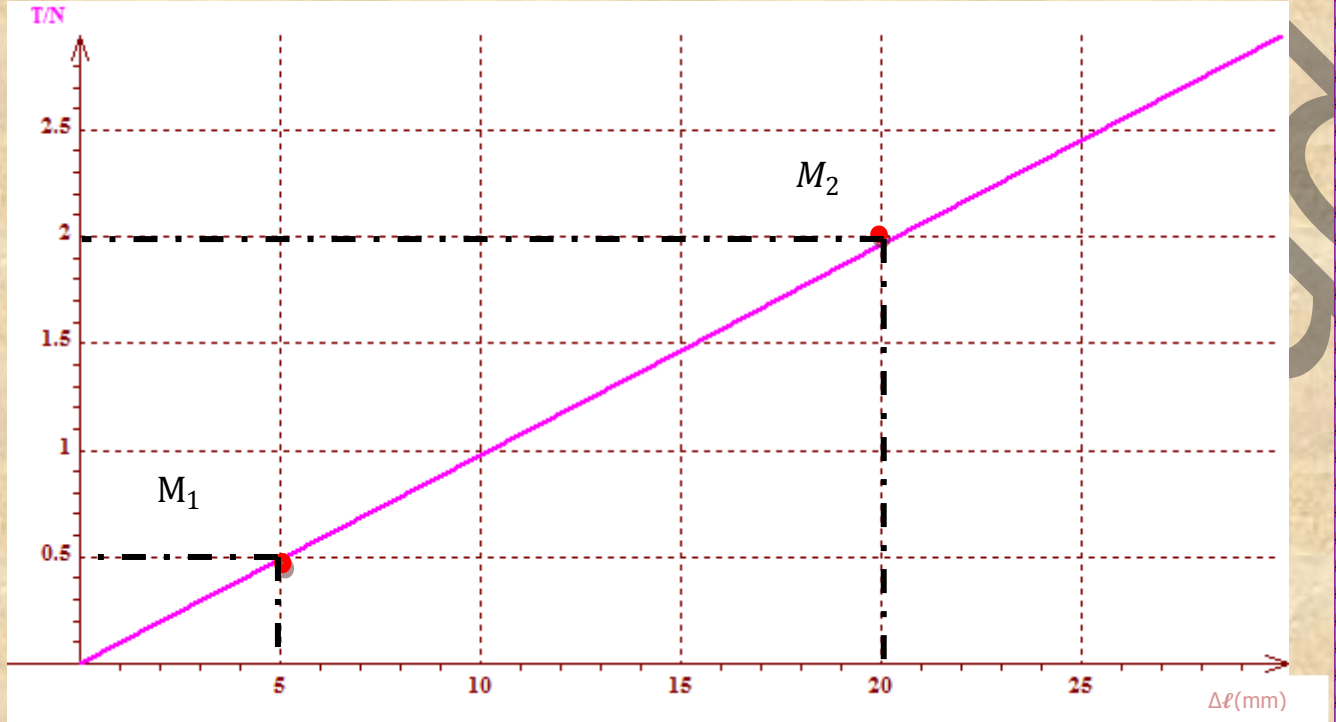
1- مثل المنحنى الممثل لتغيرات توتر النابض T بدلالة الإطالة Δl بإستعمال السلم:

$$1 \text{ cm} \longrightarrow \Delta l = 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 \text{ cm} \longrightarrow T = 0,2 \text{ N}$$

2- إستنتج العلاقة التي تجمع توتر النابض T وإطالته Δl

3- نعرف إذن ثابتة K تسمى صلابة النابض، أعط قيمتها ووحدتها.



2- المنحنى عبارة عن مستقيم يمر من أصل المعلم، إذن التوتر T يتناسب إطرادا مع إطالته ، ونكتب $T = K\Delta\ell$ مع K ثابتة تناسب والتي تمثل المعامل الموجه للمنحنى المحصل عليه. الثابتة K تسمى **صلابة النابض** وهي مقدار كيبزه.

4 - إنطلاقا من العلاقة السابقة نستنتج أن وحدة K في النظام العالمي للوحدات هي N/m لحساب قيمة صلابة النابض K مبيانيا نحسب قيمة المعامل الموجه للمستقيم:

$$K = \frac{T_2 - T_1}{\Delta\ell_2 - \Delta\ell_1} \quad \text{ت ع : } K = \frac{2 - 0.5}{(20 - 5)} = 0,1 N/m$$

II. دافعة أرخميدس:

1 - الكتلة الحجمية لسائل:

الكتلة الحجمية مقدار فيزيائي يميز كتلة جسم على وحدة حجمه. ونرمز لها عادة ب ρ (rho) أو μ (mu) ونعبر عنه بالنسبة:

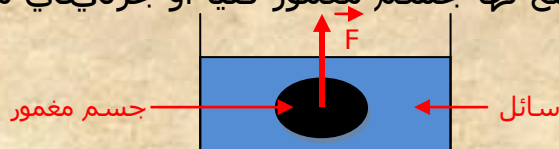
$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث m كتلة الجسم الذي يحتل الحجم V وحدة الكتلة الحجمية في النظام العالمي للوحدات بالكيلوغرام على المتر مكعب Kg/m^3 أو $Kg.m^{-3}$.

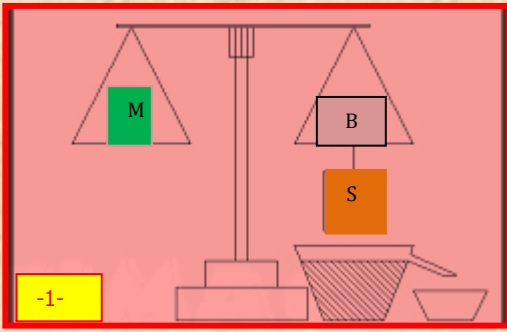
نستعمل أيضا الوحدات g/cm^3 ، Kg/L .
الكتلة الحجمية للماء هي تقريبا $\rho_e = 1 Kg/L$

2 - دافعة أرخميدس:

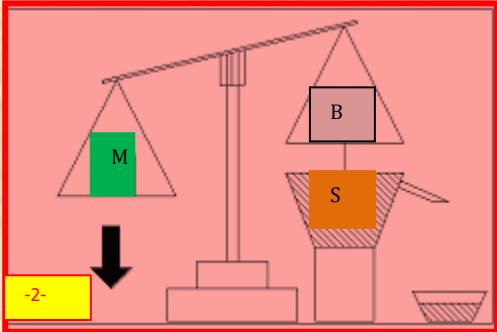
دافعة أرخميدس هي القوة التي يخضع لها جسم مغمور كليا أو جزئيا في مائع (سائل أو غاز)



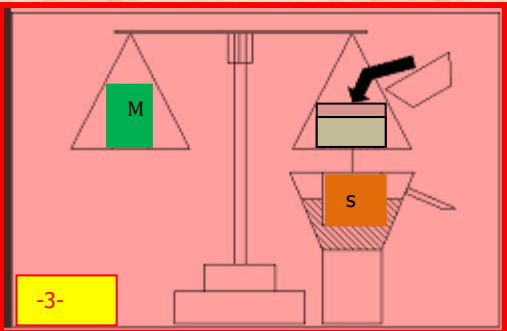
3- تعيين شدة دافعة أرخميدس تجريبيا:



نضع على كفة ميزان كتلة M وعلى الكفة الأخرى جسم (S) وإناء (B). فنلاحظ أن الكتلة M تعادل مجموع كتل الجسم والإناء. (شكل-1)



نغمر الجسم (S) في إناء مملوء بالماء، فنلاحظ إختلال توازن الميزان، وأن حجم الماء المزاح هو $V=200\text{cm}^3$ (شكل-2)



نصب كمية الماء المزاحة في الإناء B، فنلاحظ أن الميزان يعود لموضعه البدئي. (شكل-3).

أسئلة للإستثمار:

- 1- فسر لماذا إختل توازن الميزان عند غمر الجسم (S) في الماء.
- 2- إستنتج شدة القوة F التي يطبقها الماء على الجسم المغمور. نعطي الكتلة الحجمية للماء $\rho_e=1\text{Kg/L}$ وشدة الثقالة $g=10\text{N/Kg}$.

أجوبة:

- 1- إختلال توازن الميزان يدل على أن السائل يطبق على الجسم (S) قوة منحأها من الأسفل نحو الأعلى وإتجاهها رأسي (تجربة شكل-2)، تسمى هذه القوة دافعة أرخميدس وهي تساوي وزن الماء المزاح (كما تبين ذلك التجربة الممثلة في الشكل -3)
- 2- شدة دافعة أرخميدس تساوي وزن السائل المزاح:

$F=m.g$ حيث m كتلة السائل المزاح والتي نحسبها بإستعمال الكتلة الحجمية للسائل ρ .

لدينا : الكتلة الحجمية $\rho=\frac{m}{V}$ حيث m كتلة السائل الذي حجمه V وبالتالي: $m=\rho.V$

شدة دافعة أرخميدس تصبح: $F=\rho.Vg$

ت ع: لدينا السائل هو الماء $\rho_e=1\text{Kg/L}=10^3\text{Kg/m}^3$ ولدينا في التجربة حجم الماء المزاح هو $V=200\text{cm}^3=200.10^{-6}\text{m}^3$ إذن $F=10^3.200.10^{-6}.10=2\text{N}$

3- تعريف:

تطبق السوائل على الأجسام المغمورة فيها قوة تسمى دافعة أرخميدس، وهي رأسية ومنحاهها نحو الأعلى وشدتها F تساوي شدة وزن السائل المزاح.

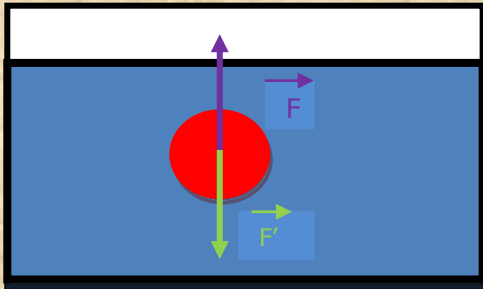
$$F = \rho \cdot V \cdot g$$

حيث: ρ الكتلة الحجمية للسائل (Kg/m^3)
 g شدة الثقالة (N/Kg)
 F شدة دافعة أرخميدس (N)
 V حجم السائل المزاح (m^3)
(الوحدات المدرجة هي في النظام العالمي)

4- دافعة أرخميدس ومبدأ التأثيرات البينية:

عند غمر جسم في سائل ساكن، فإن السائل يطبق على الجسم قوة دافعة أرخميدس F .
وحسب مبدأ التأثيرات البينية يخضع السائل إلى قوة F' يطبقها عليه السائل المغمور بحيث:

$$\vec{F} = -\vec{F}'$$



5- دافعة أرخميدس في الغازات:

الغازات بدورها تطبق على الأجسام المغمورة فيها قوة رأسية منحاهها نحو الأعلى وتسمى

دافعة أرخميدس في الغازات، وشدتها تتناسب مع حجم الجسم والكتلة الحجمية للغاز.

في الصورة جانبه تجربة تبين بوضوح دافعة أرخميدس في الغازات:

علبة ألومنيوم تطفو

تم ملئ الإناء بغاز أكثر كثافة من الهواء (هكسافلورور الكبريت) والذي يبقى مستقرا في الإناء. نضع برفق علبة مصنوعة من ورق الألومنيوم في أعلى الإناء فنلاحظ أن العلبة تطفو على سطح الغاز الموضوع في الإناء.



إناء

غاز

(الغاز أكثر وزنا من الهواء، إذن فهو يبقى بالإناء ولا يتطاير)