ذ. هشام محجر

توازن جسم صلب خاضع لقوتين

Equilibre d'un corps solide soumis à deux forces

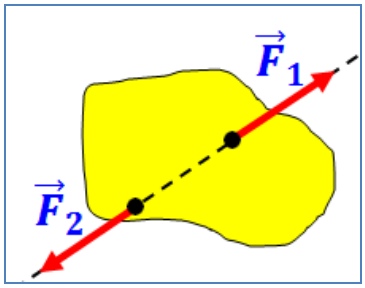
الـدرس

www.sullame.com
الرياضيات . العلوم الفيزيائية

بسم الله الرحمن الرحيم
والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته
الجذع المشترك
الفيزياء-جزء الميكانيك

توازن جسم صلب خاضع لقوتين
Equilibre d'un corps solide soumis à deux forces

المحور الثالث : توازن جسم صلب
الوحدة 5
3 س



1- تذكير بشرطي توازن جسم صلب خاضع لقوتين :

عندما يكون جسم صلب في **توازن** تحت تأثير قوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ فإن :

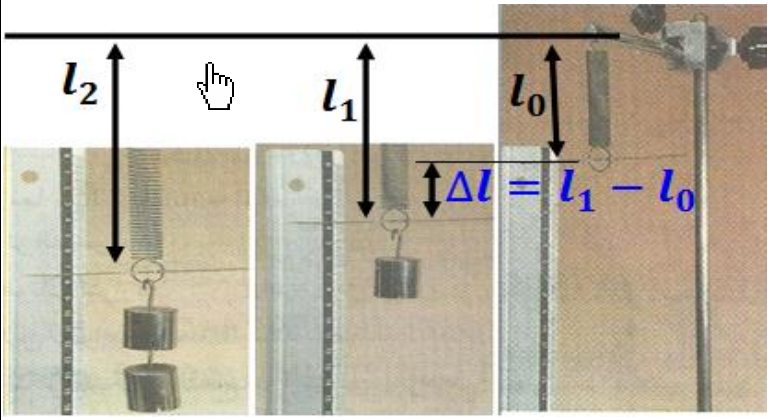
- **المجموع المتجهي للقوتين منعدم** $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ ، وهذا الشرط لازم لسكون مركز قصوره .
- **للقوتين نفس خط التأثير** ، وهذا الشرط ضروري لغياب دوران الجسم في حالة تحقيق الشرط الأول .

ملحوظة :

- هذان **الشرطان لازمان** للحصول على توازن جسم صلب خاضع لقوتين ، **لكنهما غير كافيين** إذ يمكن أن يتحقق الشرطان ويكون مركز قصور الجسم الصلب في **حركة مستقيمية منتظمة** طبقا لمبدأ القصور .
- لدراسة توازن جسم صلب (S) يجب :
  - تحديد المجموعة المدروسة .
  - جرد القوى المطبقة على المجموعة المدروسة .
  - تطبيق شرطي التوازن .

2- القوة المطبقة من طرف النابض :

2-1- نشاط :



نربط أحد طرفي نابض ذي لفات غير متصلة وكتلة مهملة بحامل ، بحيث تشير المشيرة إلى التدريجة صفر لمسطرة رأسية مدرجة وهو يوافق الطول البدئي l_0 للنابض . نعلق بالطرف الآخر للنابض كتلة معلمة (S) ذات كتلة m ونقيس في كل مرة الطول النهائي l للنابض فنحصل على النتائج التالية :

$m(g)$	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$l(cm)$	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0	12,5	12,9	13,4	13,9
$T(N)$	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
$\Delta l(cm)$	0	0,5	0,9	1,5	2,0	2,5	2,9	3,4	3,9

أ- بدراسة توازن الكتلة المعلمة (S) المعلقة في طرف النابض ، استنتج العلاقة بين P شدة وزن الجسم الصلب و T شدة توتر النابض .

المجموعة المدروسة : { الكتلة المعلمة (S) } .

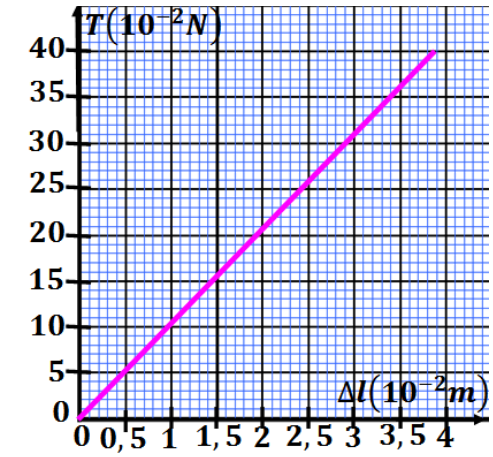
جرد القوى : $\vec{P}$ وزنها و $\vec{T}$ توتر النابض .

الكتلة المعلمة (S) في توازن ، إذن $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$ أي $\vec{T} = -\vec{P}$ وبالتالي $T = P = mg$.

ب- حدد الطول البدئي l_0 للنابض وأتمم ملأ الجدول . بحيث عند تطبيق قوى مختلفة على النابض يتغير طوله نسمي الفرق بين الطول النهائي l و الطول البدئي l_0 **إطالة النابض** هي $\Delta l = |l - l_0|$.

نعطي $g = 10N.kg^{-1}$.

من خلال الجدول نجد أن $l_0 = 10,0\ cm$.



ج- مثل تغيرات T بدلالة Δl .

انظر جانبه .

د- أوجد العلاقة بين شدة توتر النابض T و إطالة النابض Δl .

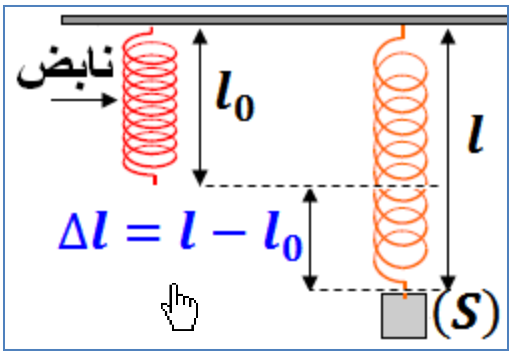
منحنى تغيرات T بدلالة Δl عبارة عن دالة خطية تكتب على شكل $T = K.\Delta l$ حيث K يمثل المعامل الموجه للمستقيم مع

$$K = \frac{T}{\Delta l} = \frac{0,05}{0,005} = 10N.m^{-1}$$

ه- علام نحصل عند استبدال تدريج المسطرة بالنيوتن بدل السنتيمتر ؟

نحصل على دينامومتر بتدريج المسطرة المقرونة بالنابض بالنيوتن .

2-2- توازن جسم صلب معلق بنابض :



ندرس توازن جسم صلب (S) كتلته معلق بنابض ذي لفات غير متصلة و كتلته مهملة .

المجموعة المدروسة : { الكتلة المعلمة (S) } .

جرد القوى : $\vec{P}$ وزنها و $\vec{T}$ توتر النابض .

الجسم (S) في توازن إذن $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$ أي $\vec{T} = -\vec{P}$

وبالتالي $T = P = mg$.

2-3- العلاقة بين توتر النابض وإطالته :

عندما نمثل الدالة $T = (\Delta l)$ نحصل على خط مستقيمي يمر من أصل المحورين . فنستنتج أن توتر النابض T يتناسب اطرادا مع إطالته $\Delta l = |l - l_0|$ و يعبر عن هذا التناسب بالعلاقة التالية :

$T = K.\Delta l$ حيث K **صلابة النابض** و هو مقدار يميز النابض و يعبر عنه بالوحدة $N.m^{-1}$.

نحدد قيمة K مبيانيا و تساوي قيمة المعامل الموجه للمستقيم .

تبقى العلاقة $T = K.\Delta l$ صالحة عندما يكون النابض **مطالا** $\Delta l = l - l_0 > 0$ أو **مكبسا** $\Delta l = l_0 - l > 0$. يسعى النابض إلى الرجوع إلى شكله الأصلي بتطبيق قوة تصنف بأنها **قوة ارتداد** .

اعتمادا على المنحنى $T = f(\Delta l)$ نحصل على **دينامومتر** و ذلك بتدريج المسطرة المقرونة بالنابض بالنيوتن .

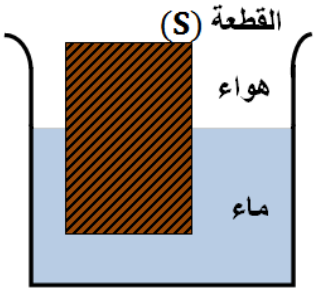
3- دافعة أرخميدس :

3-1- الكتلة الحجمية :

الكتلة الحجمية لجسم مائع (سائل أو غاز) هي خارج قسمة كتلة كمية من المائع على الحجم الموافق لها :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \begin{matrix} \rightarrow & kg \\ \rightarrow & m^3 \end{matrix} \quad \leftarrow \quad kg.m^{-3}$$

3-2- نشاط :



■ نضع قطعة (S) من خشب على شكل متوازي المستطيلات في حوض به ماء ، فنلاحظ أنها تطفو على سطح الماء و هي في توازن .

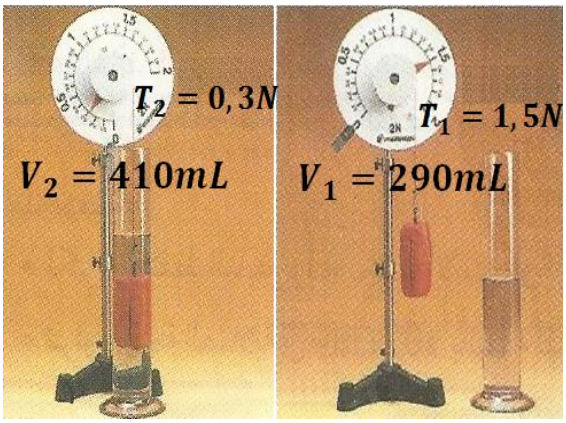
أ- اجرد القوى المطبقة على القطعة (S) (نهمل تأثير الهواء) .

المجموعة المدروسة : { القطعة (S) } .

جرد القوى : $\vec{P}$ وزنها و $\vec{F}_a$ دافعة أرخميدس .

ب- حدد اتجاه ومنحى دافعة أرخميدس (القوى المطبقة من طرف الماء) .

القطعة (S) في توازن إذن $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0}$ أي $\vec{F}_a = -\vec{P}$ وبالتالي اتجاه $\vec{F}_a$ رأسي ومنحى $\vec{F}_a$ نحو الأعلى .



■ نعلق قطعة عجين مطاوع (S) بواسطة خيط في دينامومتر .

أ- قس وزن قطعة عجين مطاوع (S) بواسطة دينامومتر .

المجموعة المدروسة : { قطعة عجين مطاوع (S) } .

جرد القوى : $\vec{P}$ وزنها و $\vec{T_1}$ توتر الخيط.

القطعة (S) في توازن إذن $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T_1} = \vec{0}$

أي $\vec{P} = -\vec{T_1}$ وبالتالي $P = T_1 = 1,5N$.

ب- نغمر القطعة (S) المعلقة بالدينامومتر كليا في الماء دون أن تلمس جوانب وقعر المخبار ، قس حجم الماء المزاح .

حجم الماء المزاح من طرف القطعة (S) هو $V = V_2 - V_1 = 410 - 290 = 120mL$.

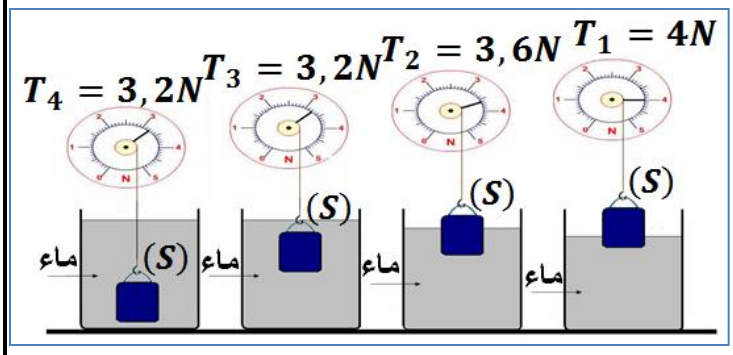
ج- اعتمادا على إشارتي الدينامومتر ، استنتج شدة دافعة أرخميدس .

شدة دافعة أرخميدس هي : $F_a = T_1 - T_2 = 1,5 - 0,3 = 1,2N$.

د- قارن شدة دافعة أرخميدس مع شدة وزن الماء المزاح . مع $\rho = 1g.mL^{-1}$ و $g = 9,8N.kg^{-1}$.

وزن الماء المزاح هو : $P_L = m.g = \rho.V.g = 1 \times 120.10^{-3} \times 9,8 = 1,18N$.

نلاحظ أن $F_a \approx P_L = \rho.V.g$.

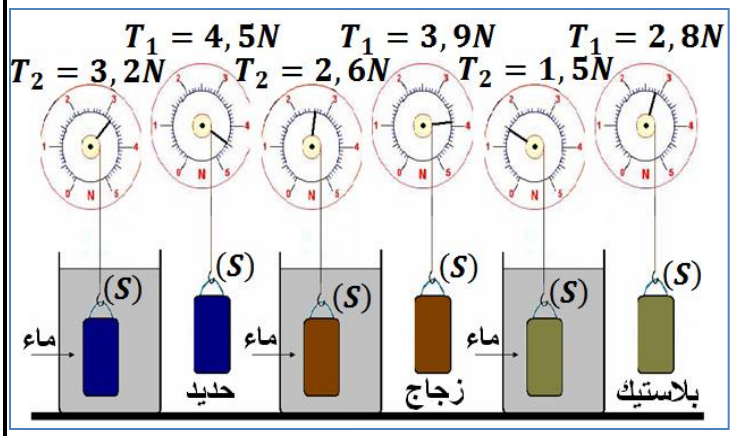


■ نغمر جسما (S) معلقا بدينامومتر جزئيا ثم كليا في كأس تحتوي على ماء ونسجل القيم التي يشير إليها الدينامومتر .

أ- ماذا تلاحظ ؟ وماذا تستنتج ؟

نلاحظ تناقص القيمة التي يشير إليها الدينامومتر كلما ازداد الحجم المغمور من الجسم (S) .

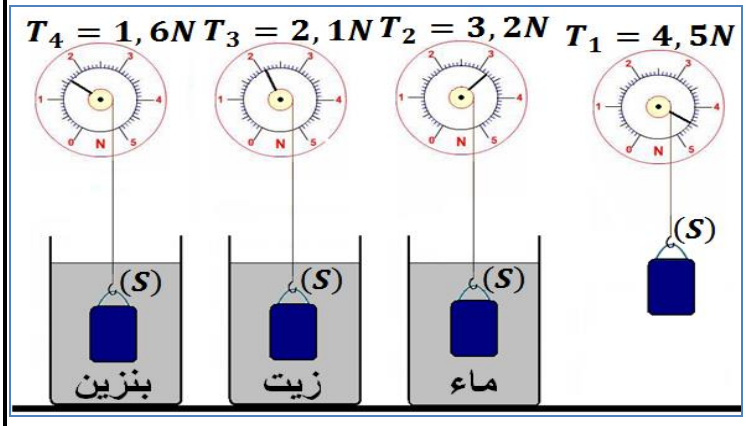
فنستنتج أن شدة دافعة أرخميدس تزداد كلما ازداد الحجم المغمور من الجسم .



■ نأخذ أجساما ***من مواد مختلفة ولها نفس الحجم*** ، ثم نسجل القيم التي يشير إليها الدينامومتر عندما يكون الجسم (S) في الهواء وعندما يكون مغمورا كليا في نفس السائل (الماء) .

أ- هل تغيرت شدة دافعة أرخميدس بتغير المادة المكونة للجسم المغمور ؟ وماذا تستنتج ؟

نلاحظ أن شدة دافعة أرخميدس لم تتغير بتغير مادة الجسم $F_a = T_1 - T_2 = 1,3N$. فنستنتج أن شدة دافعة أرخميدس لا تتعلق بطبيعة الجسم .



■ نغمر نفس الجسم بالتتابع ، في سوائل مختلفة .

أ- ماذا تلاحظ ؟ وماذا تستنتج ؟

نلاحظ أن شدة دافعة أرخميدس تتغير بتغير طبيعة السائل . فنستنتج أن شدة دافعة أرخميدس تتعلق بطبيعة المائع أي كتلته الحجمية .

3-3- دافعة أرخميدس :

تسمى قوة التماس الموزعة المطبقة من **طرف مائع** (سائل أو غاز) على الأجسام المغمورة فيه **كليا** أو **جزئيا** **بدافعة أرخميدس** . وتتعلق شدتها **بحجم الجزء المغمور** من الجسم و **بطبيعة المائع** و تساوي شدتها **شدة وزن المائع المزاح** .

مميزات دافعة أرخميدس :

- **نقطة التأثير :** مركز الدفع أي مركز ثقل المائع المزاح .
- **خط التأثير:** المستقيم الرأسي المار من مركز الدفع .
- **المنحى :** من الأسفل نحو الأعلى .
- **الشدة:** $F_a = \rho . V . g$

مع:

ρ : الكتلة الحجمية للمائع وحدتها $kg.m^{-3}$.

V : حجم الجزء المغمور من الجسم في المائع و يساوي حجم المائع المزاح وحدته m^3 .

g : شدة الثقالة وحدتها $N.kg^{-1}$.