

- * الجملة الميكانيكية : يمكن أن تكون جسما أو جزء من جسم أو عدة أجسام (صلبا ، سائلا أو غازيا) محددة بالنسبة إلى الوسط الخارجي .
- *الوسط الخارجي: كل ما هو خارج على حدود الجملة الميكانيكية. يتم تعيين الجملة الميكانيكية وفق ما تقتضيه الدراسة.
- *الفعل الميكانيكي: هو كل سبب فيزيائي قادر على: - تغيير الحالة الحركية لجملة ميكانيكية (تحريكها ، زيادة أو خفض سرعتها ، تغيير مسارها) - تشويه جملة ميكانيكية (تغيير شكلها) - المحافظة على توازن جملة ميكانيكية.

القوة Force

- * أنواع الفعل الميكانيكي: - تلامسي (جر عربة بحبل) - بعدي (قوة جذب الأرض للأجسام - قوة جذب المغناطيس للأجسام المغناطيسية - قوة التجاذب والتنافر بين الأجسام المشحونة)
- وتأثيره: - موزع (تأثير الرياح على شارع قارب - الثقل) - موضعي (جر عربة بواسطة حبل)
- **القوة: هي مقدار شعاعي يتمذج كل فعل ميكانيكي مطبق بشكل متبادل بين جملتين ميكانيكيتين سواء كانتا متلامستين أو متباعدتين. يرمز لها $F_{A/B}$
- * يمكن تمثيل القوة بشعاع حيث مميزاته مرتبطة بمميزات هذه القوة.
- مبدؤه ← نقطة تأثير القوة
 - حامله ← منحنى القوة (خط الفعل)
 - جهته ← جهة القوة
 - طويلته (cm) ← شدة القوة وسلم رسم مناسب

الرمز $\vec{F}$ يعني القوة بمميزاتها الأربعة (مقدار شعاعي) بينما F بدون شعاع تعني شدة القوة (مقدار سلمي) وبالتالي نكتب مثلا $F=5N$ ولا نكتب $F=5N$

$$P = F_{T/S}$$

2 المنحنى (خط الفعل): الشا قول المار بمركز الأرض

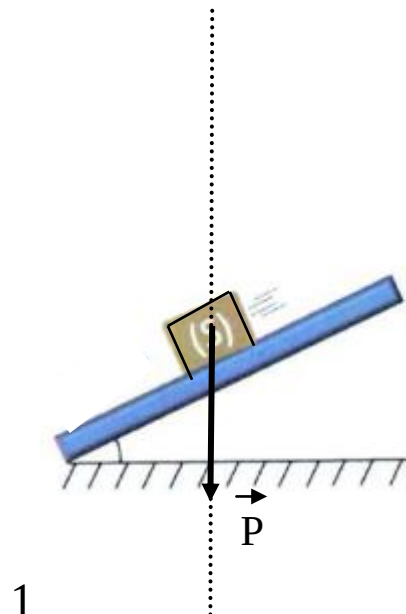
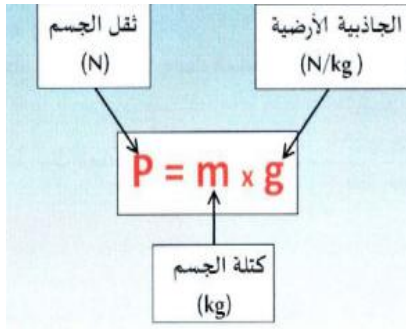
4 الشدة: تقاس بالريبعة أو تعطى بالعلاقة $P = m \times g$

مميزات الثقل: 1 نقطة التأثير : مركز ثقل الجملة رمزه (G)

3 الجهة: نحو الأسفل باتجاه مركز الأرض

الثقل: مقدار غير مميز للجملة الميكانيكية لأنه يتغير بمكان تواجد الجملة (الجاذبية تتغير) أما الكتلة فهي مقدار مميز للجملة لأنها لا تتغير بتغير المكان

الثقل	الكتلة	التعريف
هو القوة البعدية التي تؤثر بها الأرض على جسم ما جزاء الجاذبية، مقدارها غير ثابت بل يمكن أن يتغير بتغير مكان تواجد الجسم.	هي كمية المادة الموجودة في جسم ما، مقدارها ثابت لا يتغير بتغير مكان تواجد الجسم.	
P	m	الرمز
شعاعي	سلمي	نوع المقدار
الريبعة	الميزان	جهاز القياس
نيوتن	كيلوغرام	الوحدة الدولية
N	kg	رمز وحدة القياس

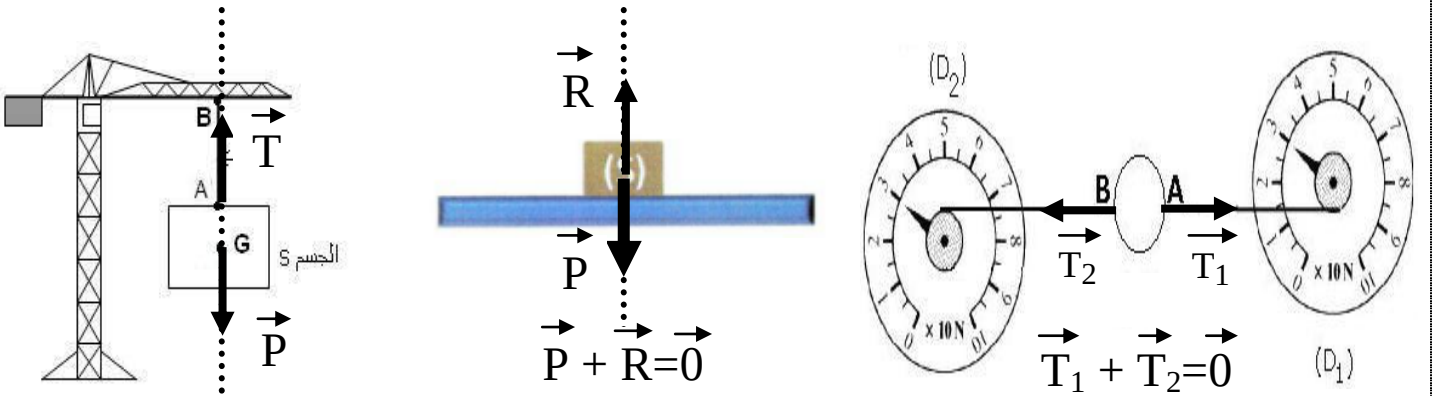


توازن جسم صلب

* وضعية التوازن: هي حالة استقرار يكون عليها الجسم (ساكنًا أو متحركًا) ناتجة عن تأثير قوى يبطل بعضها بعضًا من جراء تعادلها أي أن محصلتها تكون معدومة.

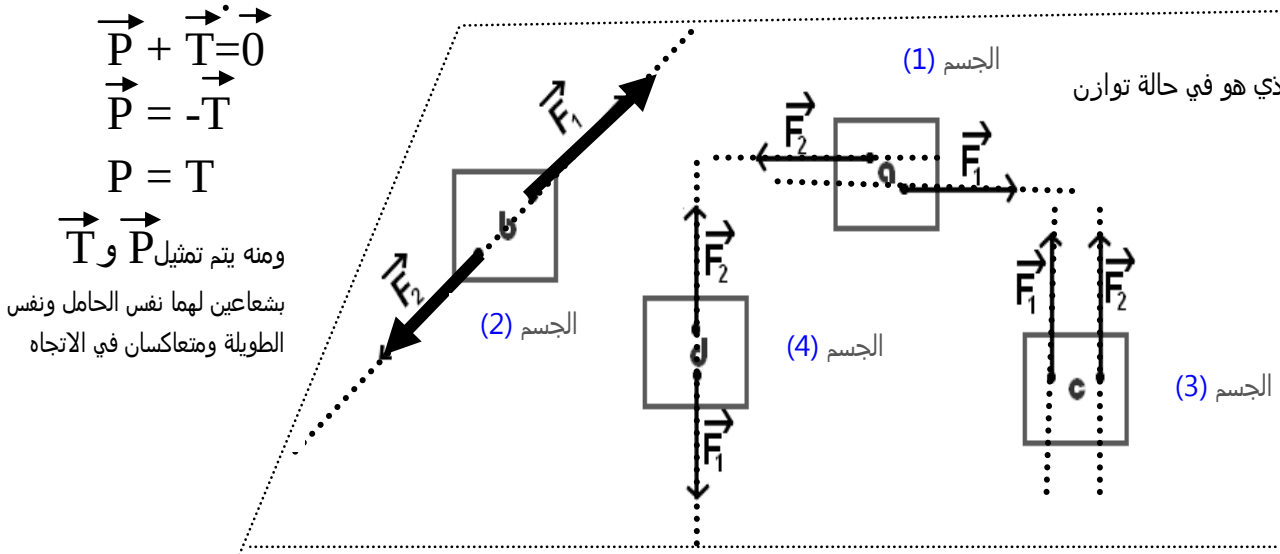
* شرط توازن جسم خاضع لقوتين: نقول عن جسم صلب خاضع لقوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ أنه في حالة توازن إذا تحقق الشرطان التاليان:

* القوتان لهما نفس المنحى ** القوتان لهما نفس القيمة (الشدة) ومتعاكستان في الاتجاه *** نعبر عن هاذين الشرطين بالعلاقة $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$



تقويم:

ما هو الجسم الذي هو في حالة توازن مع التبرير؟



الحل

الجسم (1) ليس في حالة توازن لأن القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ ليس لهما نفس المنحى .

الجسم (2) ليس في حالة توازن لأن القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ ليس لهما نفس الشدة .

الجسم (3) ليس في حالة توازن لأن القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ ليس لهما نفس المنحى .

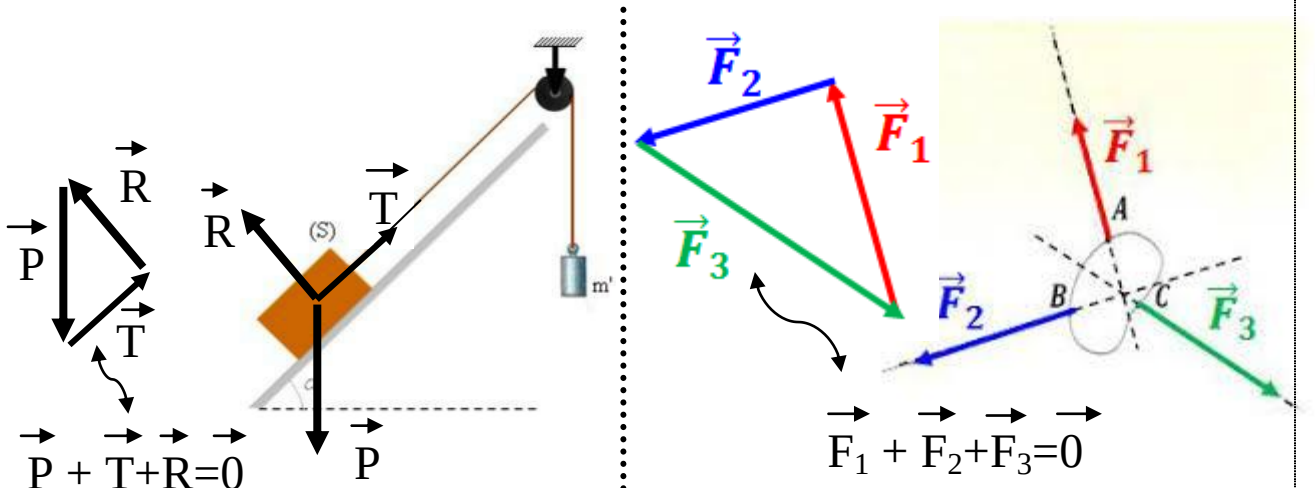
الجسم (4) في حالة توازن لأن للقوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ نفس المنحى ونفس الشدة واتجاههما متعاكسان.

* شرط توازن جسم خاضع لثلاث قوى غير متوازية: نقول عن جسم صلب خاضع لقوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ أنه في حالة توازن إذا تحقق الشرطان التاليان

* حوامل القوى الثلاثة من نفس المستوي وتتلاقى في نقطة واحدة

* محصلة القوى الثلاثة معدومة

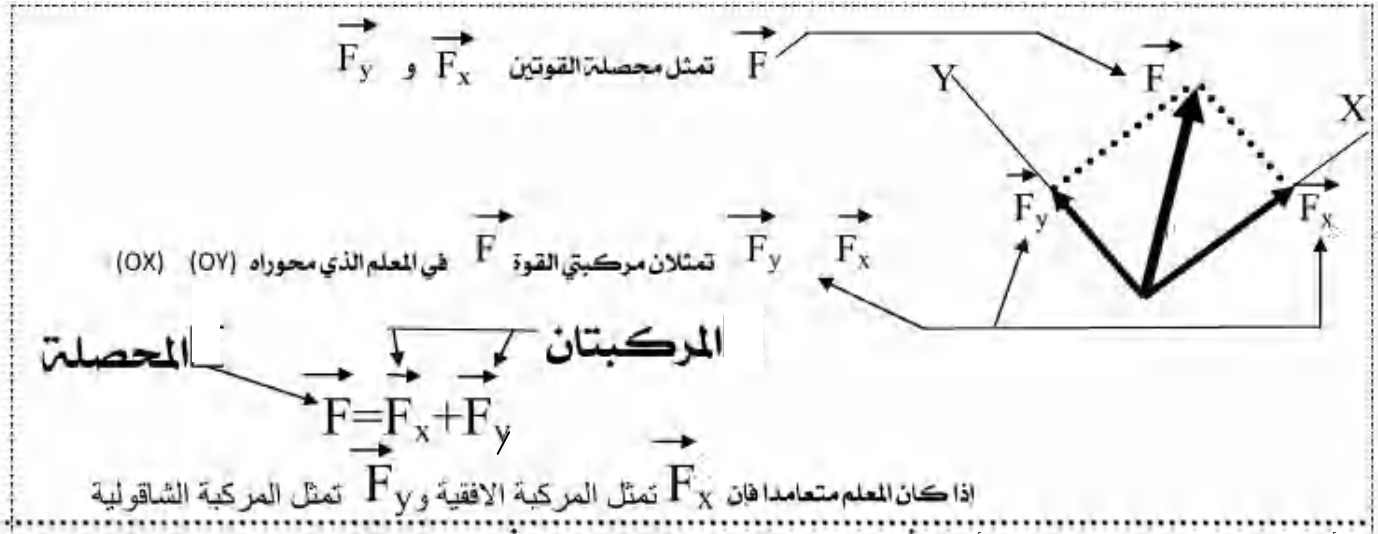
نعبر عن هاذين الشرطين بالعلاقة $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$



* محصلة قوتين: هي قوة وحيدة $\vec{F}$ ذات تأثير مساو لمجموع تأثير قوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ مؤثرتين على الجسمة الميكانيكية

* تمثل محصلة قوتين بمجموعهما الشعاعي وذلك بتطبيق بعض العمليات على الأشعة (الجمع - الانسحاب)

* تحليل قوة إلى مركبتين : يمكن تحليل شعاع قوة إلى مركبتين على حاملين يشكلان محوري معلم

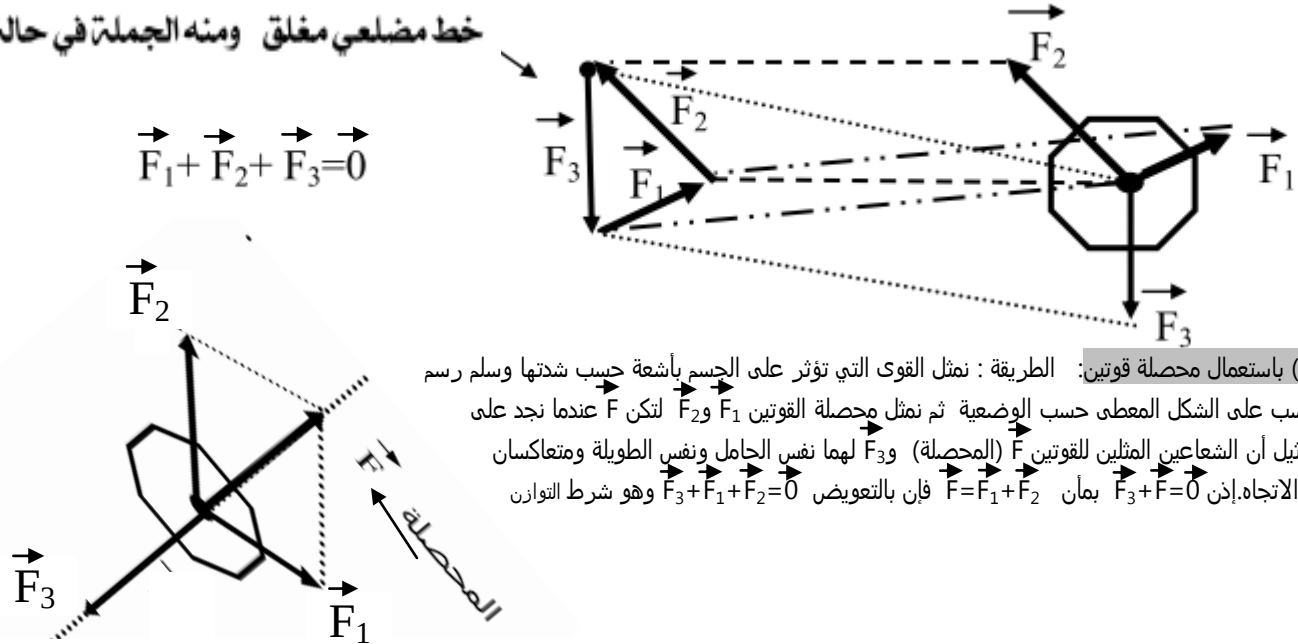


* إثبات أن جسم خاضع لثلاث قوى غير متوازنة أنه في حالة توازن:

(أ) بيانياً: الطريقة : نسحب الأشعة التي تمثل القوى نحو نقطة معينة بحيث نهاية الشعاع الأول تتطابق مع بداية الشعاع الثاني وهكذا وعند الحصول على خط مضلعي مغلق يكون الجسم في حالة توازن والعكس

نمثل القوى التي تؤثر على الجسم بأشعة حسب شدتها وسلم رسم مناسب على الشكل المعطى حسب الوضعية ثم نسحبها .

خط مضلعي مغلق ومنه الجسمة في حالة توازن



* (ب) باستعمال محصلة قوتين: الطريقة : نمثل القوى التي تؤثر على الجسم بأشعة حسب شدتها وسلم رسم مناسب على الشكل المعطى حسب الوضعية ثم نمثل محصلة القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لتكون $\vec{F}$ عندما نجد على التمثيل أن الشعاعين المثلين للقوتين $\vec{F}$ (المحصلة) و $\vec{F}_3$ لهما نفس الحامل ونفس الطويلة ومتعاكسان في الاتجاه. إذن $\vec{F}_3 + \vec{F} = \vec{0}$ بمان $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ فإن بالتعويض $\vec{F}_3 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ وهو شرط التوازن

في الاتجاه. إذن $\vec{F}_3 + \vec{F} = \vec{0}$ بمان $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ فإن بالتعويض $\vec{F}_3 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ وهو شرط التوازن

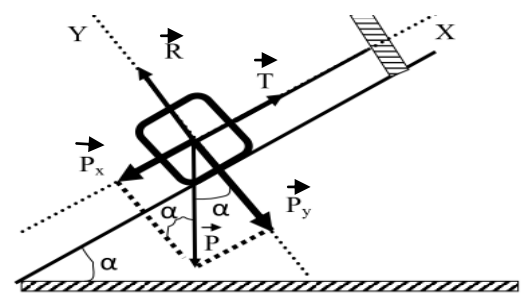
* (ج) باستعمال مركبتي قوة: الطريقة : نمثل القوى التي تؤثر على الجسم بأشعة حسب شدتها وسلم رسم مناسب على الشكل المعطى حسب الوضعية ثم نعين معلما متعامدا ومتجانسا محاوراه (OX) (OY) نقوم بتحليل القوة التي لا ينطبق الشعاع الذي يمثلها على المحورين إلى مركبتين على المحورين

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y$$

$$\vec{P}_x + \vec{T} + \vec{P}_y + \vec{R} = \vec{0} \quad (1) \quad \left\{ \begin{array}{l} \vec{P}_x + \vec{T} = \vec{0} \\ \vec{P}_y + \vec{R} = \vec{0} \end{array} \right.$$

حسب الشكل بيانياً

بما أن $\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y$ فإن بالتعويض في (1) $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$ وهو شرط التوازن



ملاحظة: حسب المنهاج القوى الثلاثة التي تؤثر على جسم وهو في حالة توازن تعطى قيمها العددية (الشدّة)

ويطلب تمثيلها على الشكل حسب الوضعية المعطاة بشعاع أو يتم تمثيلها على الشكل مباشرة بأشعة ثم يطلب استنتاج قيمها بيانياً (باستعمال المسطرة ومن الشكل نقيس طول الشعاع الذي يمثل كل قوة وباستعمال سلم الرسم نستنتج الشدّة) في حالة المستوي المائل تعطى قيم P و T و R أو نمثل على الشكل بشعاع لكن في حالة إعطاء الثقل فقط (وهذا خارج المنهاج) فيمكن إيجاد شدتي T و R وباستعمال العلاقتين التحليليتين من الشكل:

$$R = P_y = P \times \cos \alpha = m \times g \times \cos \alpha \quad T = P_x = P \times \sin \alpha = m \times g \times \sin \alpha$$

في حالة سطح المستوي المائل يكون خشنا فيعني أن هناك قوة ثالثة $\vec{F}$ زيادة على ثقله $\vec{P}$ وفعل السطح $\vec{R}$ تعرف بقوة الاحتكاك وتكون معاكسة لجهة الحركة فيكون

شرط التوازن في هذه الحالة $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$

دافعة أرخميدس في السوائل

* دافعة أرخميدس: هي قوة تلامسية موزعة تمثل القوة التي يطبقها السائل على الجسم المغمور فيه بشكل كلي أو جزئي بحيث هذا الجسم لا يذوب (لا ينحل) فيه ولا يتفاعل معه. يرمز لها F_A



وحدتها النيوتن N

السباح لا يفرق في البحر أثناء السباحة مع أن له ثقلاً.
- البواخر تطفو على سطح البحر رغم حجمها و ثقليها الكبيران.
- الغواصات يدورها تغوص أحيانا و تطفو أحيانا أخرى في البحر و لا تغرق.
ما هو التفسير العلمي لهذه الظواهر؟



* خصائص دافعة أرخميدس:

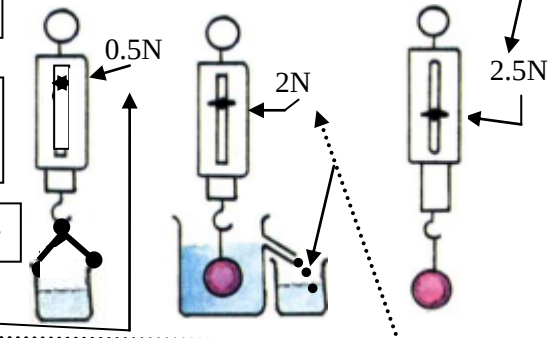
- نقطة التأثير: توافق المركز الهندسي للجزء المغمور من الجسم في السائل أو مركز ثقل الجسم المغمور كلية في السائل (مركز ثقل السائل المزاح من طرف الجسم)
- المنحى (خط الفعل): الشاقول - الجهة: من الأسفل نحو الأعلى (عكس الثقل) - الشدة: مساوية لثقل السائل المزاح من طرف الجسم المغمور فيه أو الفرق بين الثقل الحقيقي للجسم في الهواء و ثقله الظاهري في السائل المغمور فيه $F_A = P_e = P - P_{ap}$
حيث F_A شدة دافعة أرخميدس P_e ثقل السائل المزاح P الثقل الحقيقي P_{ap} الثقل الظاهري للجسم في السائل

* قياس شدة دافعة أرخميدس

الثقل الحقيقي هو القيمة التي تشير إليها الربيعة والجسم معلق بها في الهواء $P = 2.5N$

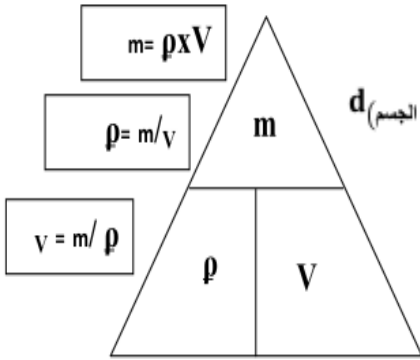
الثقل الظاهري للجسم في السائل هو القيمة التي تشير إليها الربيعة والجسم معلق بها وهو مغمور في السائل $P_{ap} = 2N$

ثقل السائل المزاح من طرف الجسم المغمور فيه ليحل محله $P_e = 0.5N$



حساب شدة دافعة أرخميدس: $F_A = P - P_{ap} = 2.5 - 2 = 0.5$ إذن: $F_A = 0.5N$ ولدينا $P_e = 0.5N$ وبالتالي $F_A = P_e = P - P_{ap}$

تذكير: الكتلة الحجمية (Masse volumique) مقدار فيزيائي يميز المادة يمثل حاصل قسمة كتلة الجسم على حجمه يرمز لها بـ ρ (تقرأ: رُو) $\rho = \frac{m}{V}$ وحدتها الأساسية Kg/m^3 ولديها وحدات أخرى وذلك حسب وحدة الكتلة ووحدة الحجم مثل: g/mL cm^3 Kg/L



$$d_{(الجسم)} = \frac{\rho_{(الجسم)}}{\rho_{(الماء)}}$$

** كثافة جسم صلب أو سائل بالنسبة للماء النقي (La densité) مقدار فيزيائي يميز المادة يمثل حاصل قسمة الكتلة الحجمية للجسم على الكتلة الحجمية للماء النقي

الكثافة ليست لها وحدة لأنها حاصل قسمة مقدارين فيزيائيين لهما نفس الوحدة

العلاقة بين شدة دافعة أرخميدس و الكتلة الحجمية (ρ) للسائل حجم السائل المزاح (V_e):

لدينا: $F_A = P_e$ و $P_e = m_e \times g$ بما أن $m_e = \rho_e \times V_e$

$$F_A = P_e = \rho_e \times V_e \times g$$

شدة دافعة أرخميدس

قيمة الجاذبية

ثقل السائل المزاح من طرف الجسم المغمور فيه

الكتلة الحجمية للسائل المغمور فيه الجسم

حجم السائل المزاح من طرف الجسم المغمور فيه حيث يساوي حجم الجسم المغمور كلياً أو حجم الجزء المغمور من الجسم بشكل جزئي

العوامل المؤثرة في دافعة أرخميدس: - طبيعة السائل (كثافته أو الكتلة الحجمية له) - حجم السائل المزاح من طرف الجسم المغمور فيه والذي يساوي حجم الجسم المغمور كلياً أو حجم الجزء المغمور منه

تفسير لماذا تتغير القيمة التي تشير إليها الربيعة عند غمر جسم في سوائل مختلفة: الثقل الحقيقي للجسم لا يتغير لأنه مرتبط بالجاذبية التي لا تتغير (نفس المكان) وبالكتلة لا تتغير (نفس الجسم) ($p = m \times g$) وفي حالة غمر الجسم في السائل يكون تحت تأثير ثقله الحقيقي الذي لا يتغير وقوة دافعة أرخميدس التي تتغير بتغير طبيعة السائل المستعمل (تغير الكتلة الحجمية للسائل) وهما قوتان لهما نفس الحامل ومتعاكستان في الاتجاه وبالتالي القيمة التي تشير إليها الربيعة عندما يكون الجسم مغموراً في السائل

تمثل محصلة هاتين القوتين والتي تعرف بالثقل الظاهري (p_{ap}) للجسم في السائل المغمور فيه حيث يكون دائماً $p_{ap} < p$

تقويم: جسم معلق بربيعة وهو في الهواء حيث القيمة التي تشير إليها 5N ماهي القيمة التي تشير إليها عندما نغمره كلياً في الغلوسيرين مع العلم أن شدة القوة التي يطبقها السائل على الجسم وهو مغمور فيه 2N الحل: لدينا $F_A = P - P_{ap}$ ومنه $P_{ap} = P - F_A$ ت ع $P_{ap} = 5 - 2 = 3N$ القيمة التي تشير إليها 3N

لما نضع جسما صلبا لا يحوي تجويفا في سائل متجانس وضعية الجسم في السائل مرتبطة بكثافته وكثافة السائل المستعمل

- الجسم يغوص (يفرق) ويستقر في القاع لما كثافته تكون أكبر من كثافة السائل

- الجسم يبقى عالقا في السائل (لا يطفو ولا يغوص) لما كثافته تكون تساوي كثافة السائل

- الجسم يطفو ويستقر فوق السطح لما كثافته تكون أصغر من كثافة السائل

ماء أشد ملوحة	ماء مالح	ماء عذب
البيضة تطفو (لا تغرق) لأن ثقلها أصغر من دافعة أرخميدس التي يطبقها السائل عليها  $P < F_A$ $d_{\text{البيضة}} < d_{\text{السائل}}$	البيضة تعلق لأن ثقلها يساوي دافعة أرخميدس التي يطبقها السائل عليها  $P = F_A$ $d_{\text{البيضة}} = d_{\text{السائل}}$	البيضة تغوص (تغرق) لأن ثقلها أكبر من دافعة أرخميدس التي يطبقها السائل عليها  $P > F_A$ $d_{\text{البيضة}} > d_{\text{السائل}}$

القيمة التي تشير إليها الريشة و الجسم معلق في الهواء تمثل الثقل الحقيقي للجسم $P = 1.3N$ القيمة التي تشير

إليها الريشة و الجسم معلق في الزيت أو في الماء تمثل الثقل الظاهري للجسم في السائلين

$$P_{\text{ap}} = 0.9N \quad (P_{\text{ap}} = 0.85N \text{ (الماء)})$$

$$F_A = P - P_{\text{ap}} = 1.3 - 0.9 = 0.4N \quad \text{حساب شدة دافعة أرخميدس في الزيت:}$$

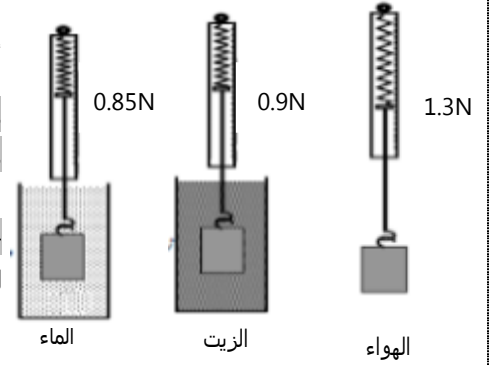
$$F_A = P - P_{\text{ap}} = 1.3 - 0.85 = 0.45N \quad \text{حساب شدة دافعة أرخميدس في الماء:}$$

الملاحظة شدة دافعة أرخميدس في الماء أكبر منها في الزيت الاستنتاج الكتلة الحجمية للماء أكبر منها للزيت

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad \text{حساب حجم الماء المزاج من طرف الجسم المغمور فيه ليحل محله علما أن}$$

$$F_A (\text{الماء}) = \rho (\text{الماء}) \times v \times g \quad \text{لدينا:}$$

$$v_{\text{(الماء)}} = \frac{F_A (\text{الماء})}{\rho (\text{الماء}) \times g} = \frac{0.45}{1000 \times 10} = 0.000045 \text{ m}^3$$



استنتاج حجم الجسم المغمور في الماء: الجسم مغمور بشكل كلي في السائل وبالتالي حجمه يساوي حجم الماء المزاج ومنه: $v = 45 \text{ cm}^3$

حساب الكتلة الحجمية للزيت: نفس الجسم مغمور بشكل كلي في الزيت وبالتالي حجم الزيت المزاج من طرف الجسم المغمور فيه يساوي حجم هذا الجسم

$$v = 45 \text{ cm}^3 = 0.000045 \text{ m}^3 \quad \text{لدينا:}$$

$$F_A (\text{الزيت}) = \rho (\text{الزيت}) \times v \times g \quad \text{لدينا:}$$

$$m = \frac{p}{g} = \frac{1.3}{10} = 0.130 \text{ kg} = 130 \text{ g} \quad \text{لدينا:}$$

$$\rho (\text{الجسم}) = \frac{m}{v} = \frac{130}{45} = 2.89 \text{ g/cm}^3$$

$$d_{\text{(الجسم)}} = \frac{\rho (\text{الجسم})}{\rho (\text{الماء})} = \frac{2.89}{1} = 2.89$$

$$d_{\text{(الزيت)}} = \frac{\rho (\text{الزيت})}{\rho (\text{الماء})} = \frac{888.89}{1000} = 0.89 \quad \text{استنتاج كثافة الزيت بالنسبة للماء النقي:}$$

* عندما نقطع الخيط والجسم مغمور في السائلين فإنه يغوص (يفرق) لأن كثافته أكبر من كثافة السائلين مما يجعل ثقله أكبر من شدة دافعة أرخميدس التي يطبقها السائلين عليه وهو مغمور فيهما

تفسير سبب طفو السفينة وعدم غرقها رغم حجمها الكبير وحمولتها الثقيلة جدا: السفينة مصممة بحيث الجزء المغمور منها في الماء والذي يكون أجوفا يزيح كمية كبيرة من الماء حتى يتساوى ثقل السفينة مع ثقل الماء المزاج أي تكون شدة دافعة أرخميدس تساوي ثقل السفينة (كثافة السفينة الكلية بحمولتها تساوي كثافة ماء البحر الذي تطفو عليه) بينما مسمار صغير يغوص (يفرق) لأن كثافة المسمار أكبر من كثافة الماء.

تفسير سبب طفو الغواصة تارة وغوصها تارة أخرى: الغواصة مجهزة بخزانات (مستودعات) من خلالها يمكن التحكم في كثافتها حيث تكون مملوءة بغاز مضغوط وعندما تريد الغوص يتم ملء هذه الخزانات بالماء فيزداد متوسط كثافة جسم الغواصة ليهبط إلى عمق معين من تحت سطح الماء أما في حالة الطفو يتم تفريغ الخزانات من الماء وملئها بالهواء المضغوط فيقل متوسط كثافة جسمها وفي حالة حدوث عطب فهي مجهزة بأثقال من الرصاص (أثقال الأمان) يتم إلقاؤها وهذا ما تفعله بعض الأسماك التي هي مجهزة بمثانات عندما تريد الغوص تملؤها بالهواء وعندما تريد الطفو تملؤها بالهواء مما يجعلها تتحكم في كثافة جسمها

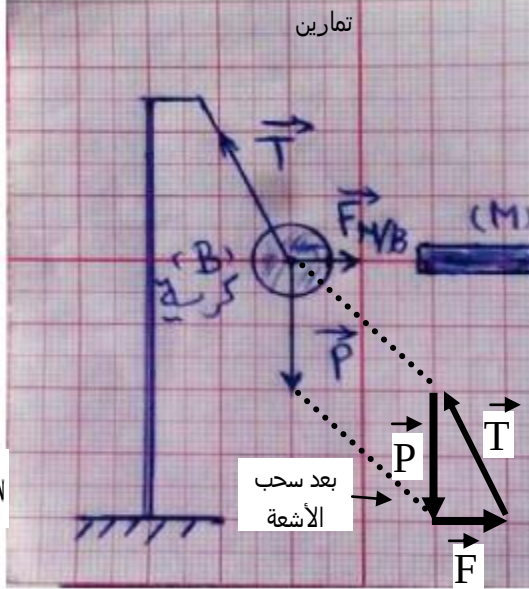
3- إثبات بيانيا أن الكرة في حالة توازن : بعد سحب الأشعة التي تمثل القوى الثلاثة نحصل على خط مضلعي مغلق مما يعني أن $P+T+F=0$ وهو شرط توازن جسم خاضع لثلاث قوى حواملها غير متوازي ومنه الكرة في حالة توازن

4- لإيجاد شدة القوى بيانيا: باستعمال المسطرة نقيس طولية الشعاع الذي يمثل كل قوة ثم باستعمال سلم الرسم نحسب شدة كل قوة حسب الشكل :

$$\begin{array}{ccc} 1.5N \rightarrow 1cm & 1.5N \rightarrow 1cm & 1.5N \rightarrow 1cm \\ F \rightarrow 1cm & T \rightarrow 2cm & P \rightarrow 1.7cm \\ F = \frac{1.5 \times 1}{1} = 1.5N & T = \frac{1.5 \times 2}{1} = 3N & P = \frac{1.5 \times 1.7}{1} = 2.55N \end{array}$$

5- حساب كتلة الكرة: لدينا $P=mg$ ومنه

$$m = \frac{P}{g} = \frac{3}{10} = 0.3kg = 300g$$



الوثيقة

التمرين 1: تقرب من كرة من الفولاذ مغناطيسا فتجذب نحو ه، تم تمثيل القوى المطبقة على الكرة بأشعة كما تظهره الوثيقة

1- حدد القوى التي تؤثر على الكرة

2 - اذكر شرط توازن الكرة

3- أثبت بيانيا أن الكرة في حالة توازن

4- علما أن سلم الرسم $1cm \rightarrow 1.5N$ أوجد شدة القوى التي تؤثر على الكرة

5- ما هي كتلة الكرة المستعملة

الحل

1- القوى المؤثرة على الكرة: ثقلها P -وتر الخيط T - قوة جذب المغناطيس F

2- شرط توازن الكرة: بما أن الكرة تخضع لتأثير ثلاث قوى حواملها غير متوازي فإن شرط توازنها * حوامل القوى الثلاثة P, T, F من نفس المستوي وتتلاقى في نقطة واحدة

* محصلة القوى الثلاثة معدومة $P+T+F=0$

الحل

1- ذكر القوى التي تؤثر على الكرة عند حملها : - ثقلها P و ورد فعل سطح التلامس مع الرأس R

2- تفسير سبب عدم سقوط الكرة من فوق رأس الفتاة : الكرة في حالة توازن وتؤثر عليها قوتان مما يعني أن هاتين القوتين لهما نفس الحامل ونفس الشدة ومتعاكستين في الاتجاه حيث $P+R=0$

3- تمثيل القوى بشعاع: شدة القوى غير معلومة وبالتالي التمثيل يكون كيفيا باحترام المميزات الأخرى نعتبر الكرة جملة ميكانيكية والرأس سطح التلامس

بما أن الكرة في حالة توازن فإن $P+R=0$ إذن $P=-R$

ومنه يتم تمثيل القوتين بشعاعين لهما نفس الحامل نفس الطويلة ومتعاكسين في الاتجاه



التمرين 2:

1- اذكر القوى التي تؤثر على الكرة عند حملها من طرف الفتاة فوق رأسها

2- فسر سبب عدم سقوط الكرة من فوق رأس الفتاة.

3- مثل هذه القوى بشعاع

الحل

1- القيمة العددية لكل قوة : باستعمال المسطرة نقيس طولية الشعاع الذي يمثل كل قوة ثم باستعمال سلم الرسم نحسب شدة كل قوة

$1N \rightarrow 1cm$	$1N \rightarrow 1cm$	$1N \rightarrow 1cm$
$F_3 \rightarrow 2cm$	$F_2 \rightarrow 2.8cm$	$F_1 \rightarrow 3cm$
$F_3 = 2N$	$F_2 = 2.8N$	$F_1 = 3N$

2- لإثبات أن الجسم في حالة توازن يمكن استعمال طريقتين

- الطريقة 1: بيانيا حيث بسحب الأشعة التي تمثل كل قوة نحصل على خط مضلعي مغلق مما يعني أن محصلة القوى الثلاثة معدومة أي $F_1+F_2+F_3=0$ وهو شرط التوازن

الطريقة 2: باستعمال محصلة قوتين:

نعتبر F محصلة القوتين F_2 و F_3 وبالتالي فإن $F=F_2+F_3$ نقوم بتمثيل هذه المحصلة على الشكل بحيث تمثل قطر متوازي الأضلاع الذي ضلعا الشعاعين الممثلين لـ F_2 و F_3 من البيان

نلاحظ أن الشعاع الذي يمثل هذه المحصلة والشعاع الذي يمثل F_1 لهما نفس الحامل ونفس الطويلة ومتعاكسان في الاتجاه وبالتالي $F_1+F=0$

وبالتالي $F_1+F=0$

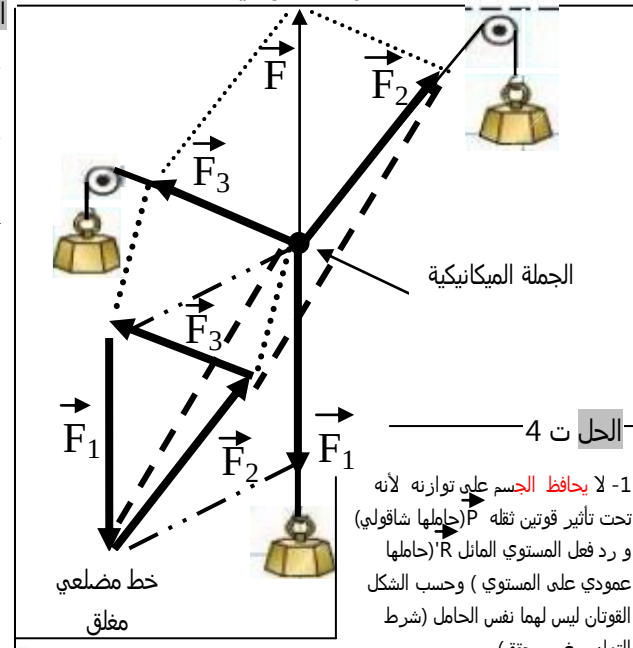
بالتعويض نحصل على $F_1+F_2+F_3=0$ وهو شرط التوازن

3- شرط توازن جملة ميكانيكية خاضعة لتأثير ثلاث قوى حواملها غير متوازية:

* حوامل القوى الثلاثة من نفس المستوي وتتلاقى في نقطة واحدة

* محصلة القوى الثلاثة معدومة

نعتبر عن هاذين الشرطين بالعلاقة $F_1+F_2+F_3=0$



الحل 4

1- لا يحافظ الجسم على توازنه لأنه تحت تأثير قوتين ثقله P (حاملها شاقولي) و رد فعل المستوي المائل R (حاملها عمودي على المستوي) وحسب الشكل القوتان ليس لهما نفس الحامل (شرط التوازن غير محقق)

2- يمكن إثبات أن الجسم في حالة توازن باتباع إحدى الطرق الثلاثة :

- بيانيا بسحب الأشعة والحصول على خط مضلعي مغلق

- باستعمال محصلة قوتين (التمرين 3)

- باستعمال مركبتي قوة: نختار معلما متعامدا ومتجانسا نقوم بتحليل الشعاع الذي لا ينطبق على المحاورين حسب الشكل نحصل على $P=P_x+P_y$ ولدينا بيانيا حسب الشكل $P_x+T+P_y+R=0$ $P_y+R=0$ بالتعويض نجد $P+T+R=0$ وهو شرط التوازن

التمرين 3:

الشكل في الوثيقة يمثل التمثيل البياني لثلاث قوى تؤثر على جملة ميكانيكية بسلم رسم $1N \rightarrow 1cm$

1- ما هي القيمة العددية لكل قوة

2- بين أن الجسم في حالة توازن

3- ما هو شرط توازن جملة ميكانيكية خاضعة لتأثير ثلاث قوى حواملها غير متوازية

التمرين 4:

نضع جسما على سطح مائل أملس

1- فسر لماذا لا يحافظ الجسم على توازنه

2- نربط الجسم بنابض مثبت بحامل حيث تم تمثيل القوى التي تؤثر على الجسم بيانيا حسب الشكل

- بين أن الجسم في حالة توازن