

توازن جسم صلب خاضع لقوتين

الوحدة 6

Equilibre d'un solide soumis à deux forces

(I) دراسة التوازن étude de l'équilibre

1 - شرطا التوازن les deux conditions d'équilibre

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

فإن الشرطين الآتيين يتحققان في نفس الوقت :

- الشرط الأول : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

هذا الشرط لازم لسكون مركز قصور الجسم .

- الشرط الثاني : للقوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ نفس خط التأثير .

هذا الشرط لازم لغياب دوران الجسم

2 - ملحوظة

- إذا تحقق أحد الشرطين دون الآخر يختل التوازن

- هذان الشرطان لازمتان لدراسة التوازن و لكنهما غير كافيان .

(II) تطبيقات Applications

1 - القوة المطبقة من طرف نابض Force appliquée par un ressort

1.1 - توازن جسم صلب معلق بنابض

أ - نشاط تجريبي

أنجز التركيب الممثل في الشكل جانبه حيث l_0 الطول الأصلي للنابض و l الطول النهائي للنابض و Δl إطالة النابض.

1 - بدراسة توازن الكتلة المعلمة أتمم الجدول التالي :

0,3	0,2	0,1	0	m (kg)
				T (N)
				$\Delta l = l - l_0$

2 - مثل منحنى الدالة $T = f(\Delta l)$

3 - استنتج العلاقة بين T و Δl

4 - ماذا تستنتج ؟

ب - استثمار

1 -

0,3	0,2	0,1	0	m (kg)
3	2	1	0	T (N)
0,06	0,04	0,02	0	$\Delta l = l - l_0$

3 - المنحنى عبارة عن مستقيم يمر من أصل المعلم إذن T

تناسب اطرادا مع Δl . نغير عن هذا التناسب الإرادي بالعلاقة

$T = K \cdot \Delta l$. نسمي K ثابتة صلابة النابض وحدتها $N.m^{-1}$

4 - نسمي المنحنى المحصل عليه منحنى تدريج نابض ، إذن

يمكن استعمال هذا النابض كدينامومتر . مثلا إذا كانت الإطالة $\Delta l = 1cm$ فإن شدة توتر النابض $T = 0,5N$ و إذا كانت الإطالة

$\Delta l = 5cm$ فإن شدة توتر النابض $T = 2,5N$

2 - دافعة أرخميدس

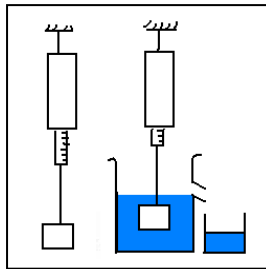
1.2 - إبراز دافعة أرخميدس

جميع الأجسام المائعة تطبق قوة على الأجسام المغمورة فيها (قطعة خشب تطفو فوق سطح الماء ، بالون يصعد في الهواء ، ورقة تتحرك ببطء من الأعلى نحو الأسفل ، الغطاس يتحرك ببطء نحو العمق ، ...) نسمي هذه القوة دافعة أرخميدس .

2.2 - نشاط تجريبي

المناولة 1

أ - علق جسما صلبا (S) بدينامومتر ، ثم سجل القيمة التي يشير إليها الدينامومتر . ماذا تمثل هذه القيمة ؟



ب - أغمر جزئيا ثم كلياً الجسم الصلب (S) في الماء ثم سجل القيم التي يشير إليها الدينامومتر . ماذا تستنتج ؟

ج - أغمر الجسم الصلب كلياً في سائل آخر . هل تغيرت شدة دافعة أرخميدس ؟

د - قارن شدة دافعة أرخميدس بالمقدار $\rho.V.g$ بحيث ρ الكثلة الحجمية للسائل المستعمل و V حجم السائل المزاح و g شدة الثقالة .
نعطي : الكثلة الحجمية للماء $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ، الكثلة الحجمية للإيثانول $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ وشدة الثقالة $g = 10 \text{ N/kg}$.

استثمار

أ - الجسم الصلب (S) في توازن تحت تأثير قوتين $\vec{T}$ تأثير الدينامومتر و $\vec{P}$ وزن الجسم (S) للقوتين نفس الشدة $T = P = m.g$ و نفس خط التأثير و منحنيان متعاكسان . إذن القيمة التي يشير إليها الدينامومتر هي $T = m.g$.

ب - عندما نغمر جزئياً أو كلياً الجسم في الماء نلاحظ أن الدينامومتر يشير إلى قيمة T' أصغر من القيمة السابقة إذن يخضع الجسم الصلب (S) إلى قوة ثالثة $\vec{F}$ منحاهما من الأسفل نحو الأعلى و شدتها $F = T - T' = m.g - T'$. نسمي القوة $\vec{F}$ دافعة أرخميدس

ج - عندما نغمر الجسم الصلب (S) في سائل آخر كالكحول مثلاً يشير الدينامومتر إلى قيمة جديدة T'' مختلفة عن T' إذن تتغير شدة دافعة أرخميدس حسب السائل المستعمل .

د - باستعمال سائلين الماء و الإيثانول و عدة أجسام ذات كتل و أشكال مختلفة نجد أن $F = \rho.V.g$

المناقشة 2

نعتبر ثلاث حالات

أ - جسم يطفو فوق سطح السائل (قطعة خشب تطفو فوق سطح الماء)

ب - جسم يبقى في وسط السائل

ج - جسم يغوص في العمق

أنجز الحالات الثلاث باستعمال قطعة خشب و إناء صغير من البلاستيك و الماء . و حدد مميزات دافعة أرخميدس $\vec{F}$ بالنسبة للحالات الثلاث

استثمار

الحالة (أ) : جسم يطفو فوق سطح الماء (الكثلة الحجمية للجسم أصغر من الكثلة الحجمية للماء) مثال قطعة خشب

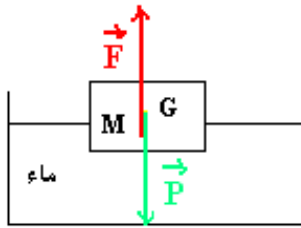
مميزات دافعة أرخميدس $\vec{F}$

- نقطة التأثير : M مركز ثقل الماء المزاح

- خط التأثير : المستقيم الرأسي المار من M و G .

- المنحى : من الأسفل نحو الأعلى .

- الشدة : $F = \rho.V.g$ بحيث V حجم الماء المزاح و ρ الكثلة الحجمية للماء . ($F=P$)



الحالة (ب) : جسم يبقى في وسط السائل (للجسم و السائل نفس الكثلة الحجمية)

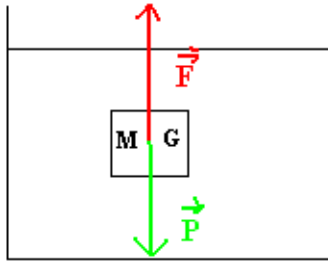
مميزات دافعة أرخميدس $\vec{F}$

- نقطة التأثير : M مركز ثقل الماء المزاح

- خط التأثير : المستقيم الرأسي المار من M و G .

- المنحى : من الأسفل نحو الأعلى .

- الشدة : $F = \rho.V.g$ ($F = P$)



الحالة (ج) : الجسم يهبط في أسفل الماء (الكثلة الحجمية للجسم أكبر من الكثلة الحجمية للماء)

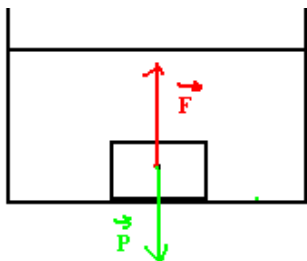
مميزات دافعة أرخميدس $\vec{F}$

- نقطة التأثير : M مركز ثقل الماء المزاح

- خط التأثير : المستقيم الرأسي المار من M و G .

- المنحى : من الأسفل نحو الأعلى .

- الشدة : $F = \rho.V.g$ ($F < P$)

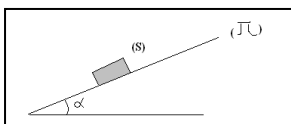


3 - دراسة الاحتكاك بين جسم و مستوى

1.3 - نشاط تجريبي

نضع جسم صلب (S) فوق صفيحة مستوية (π) ، ثم نميل تدريجياً الصفيحة (π) إلا أن ينزلق الجسم الصلب (S) .

أ - بدراسة توازن الجسم الصلب (S) فوق مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي أوجد تعبير معامل الاحتكاك الساكن K ، علماً أن α هي الزاوية الحدية للانزلاق .



ب - اعتمادا على العدة المتوفرة في المختبر و منقلة ، حدد معامل الاحتكاك الساكن بين خشب - خشب ، خشب - زجاج ،

خشب - حديد . ماذا تستنتج ؟

ج - نغير كتلة الجسم بوضع كتل معلمة فوق الجسم (S) . هل يتغير معامل الاحتكاك الساكن ؟

2.3 - استثمار

أ - المجموعة المدروسة : { الجسم الصلب (S) }

جرد القوى

قوى التماس $\vec{R}$: تأثير المستوى المائل

قوى عن بعد $\vec{P}$: وزن الجسم اللب (S)

الجسم الصلب (S) في توازن تحت تأثير قوتين $\vec{R}$ و $\vec{P}$. للقوتين نفس خط التأثير (المستقيم الرأسي المار من G) نفس الشدة ($R = P$) و منحيان متعاكسان .

نفكك $\vec{R}$ على المركبتين الأفقية $\vec{R}_T$ (قوة الاحتكاك) و المنظمية $\vec{R}_N$.

$$\varphi = \alpha \quad \varphi = (\vec{R} , \vec{R}_N) \text{ — مثنى — مثنى } (\vec{R} , \vec{R}_N)$$

معامل الاحتكاك الساكن $K = \tan \varphi$

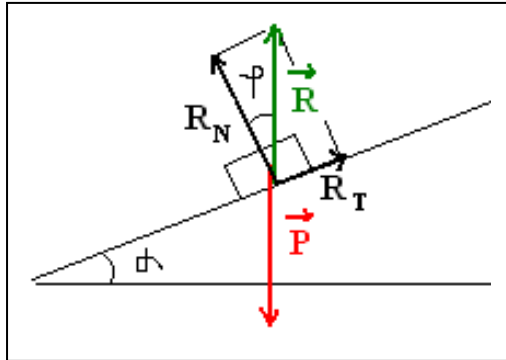
ب - معامل الاحتكاك الساكن خشب - خشب (الصفيحة من الخشب)

معامل الاحتكاك الساكن خشب - حديد (الصفيحة من الحديد)

معامل الاحتكاك الساكن خشب - زجاج (الصفيحة من الزجاج)

ج - عندما نغير كتلة الجسم الصلب (S) بوضع كتل معلمة عليه فإننا نجد دائما نفس الزاوية α و منه فإن معامل الاحتكاك الساكن لا يتعلق بكتلة الجسم .

خلاصة : معامل الاحتكاك الساكن لا يتعلق إلا بطبيعة الجسمين المتماسين و بخشونتهما .



$$K = \tan \varphi = \tan \alpha = \tan 26,5 = 0,49$$

$$K = \tan \varphi = \tan \alpha = \tan 15 = 0,26$$

$$K = \tan \varphi = \tan \alpha = \tan 15 = 0,26$$