

## توازن جسم صلب خاضع لقوتين

الوحدة 6

### Equilibre d'un solide soumis à deux forces

( I ) دراسة التوازن étude de l'équilibre

1 - شروط 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 لازمتن 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 الطول

الطول النهائي للنابض و  $\Delta l$  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  $\Delta l$  .

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

تتناسب اطرادا مع  $\Delta l$  . نعبّر عن هذا التناسب الإرادي بالعلاقة

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

4 - نسمي المنحنى المحصل عليه منحنى تدريج نابض ، إذن

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

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

2 - دافعة أرخميدس

1.2 - إبراز دافعة أرخميدس

جميع الأجسام المائعة تطبق قوة على الأجسام المغمورة فيها ( قطعة خشب تطفو فوق سطح الماء ،

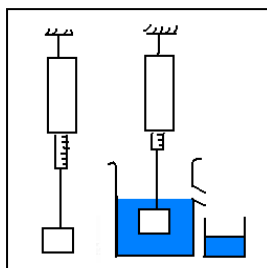
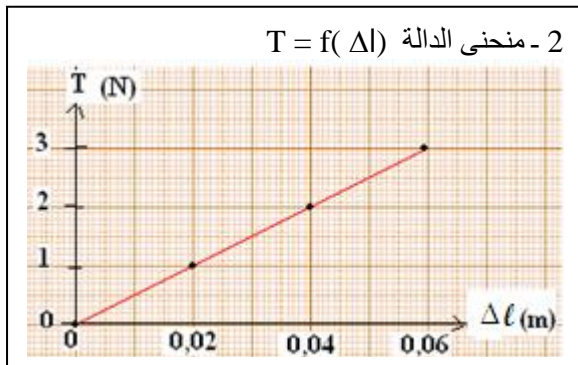
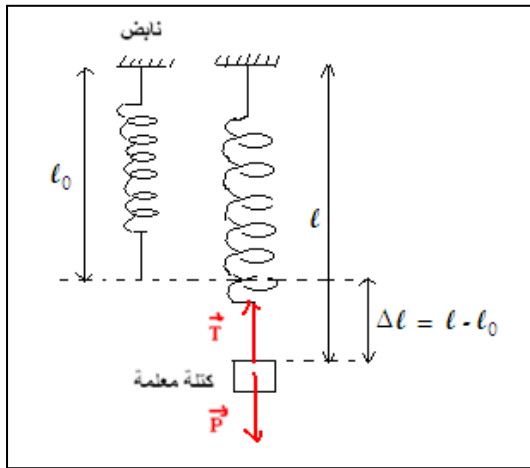
بالون يصعد في الهواء ، ورقة تتحرك ببطء من الأعلى نحو الأسفل ، الغطاس يتحرك ببطء نحو

العمق ، ... ) . نسمي هذه القوة دافعة أرخميدس .

2.2 - نشاط تجريبي

المناقشة

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  $\rho$  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  $F = \rho.V.g$

### المناولة 2

نعتبر ثلاث حالات

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

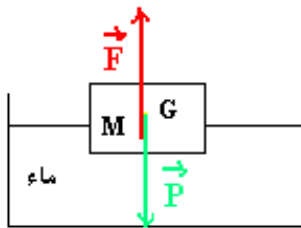
ب - جسم يبقى في وسط السائل

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  $\vec{F}$

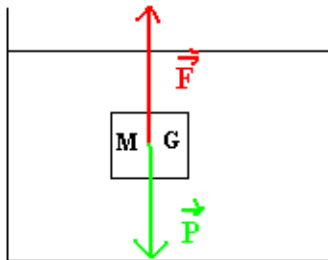
- نقطة التأثير : M مركز ثقل الماء المزاح

- 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  $\rho$  الكثلة الحجمية للماء . ( $F=P$ )

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



مميزات دافعة أرخميدس  $\vec{F}$

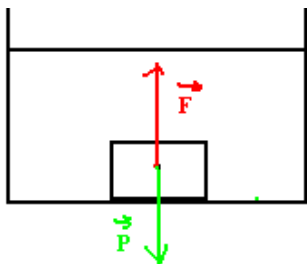
- نقطة التأثير : M مركز ثقل الماء المزاح

- 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 .

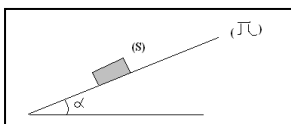
- الشدة :  $F = \rho.V.g$  ( $F < P$ )

### 3 - دراسة الاحتكاك بين جسم و مستوى

#### 1.3 - نشاط تجريبي

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

أ - بدراسة توازن الجسم الصلب (S) فوق مستوى مائل بزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي أوجد تعبير معامل الاحتكاك الساكن K ، علماً أن  $\alpha$  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) }

جهد 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 المنزمية  $\vec{R}_N$  .

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

معامل الاحتكاك الساكن  $K = \text{tg } \varphi$

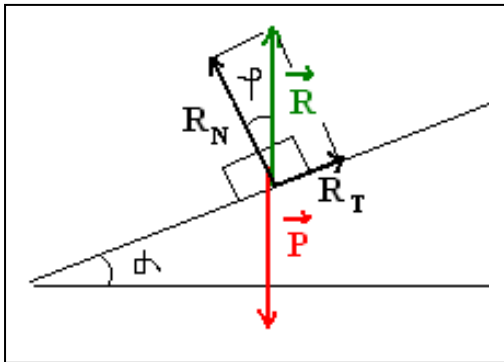
ب - معامل الاحتكاك الساكن خشب - خشب ( الصفيحة من الخشب )

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  $\alpha$  و منه فإن معامل الاحتكاك الساكن لا يتعلق بكتلة الجسم .

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



$$K = \text{tg } \varphi = \text{tg } \alpha = \text{tg } 26,5 = 0,49$$

$$K = \text{tg } \varphi = \text{tg } \alpha = \text{tg } 15 = 0,26$$

$$K = \text{tg } \varphi = \text{tg } \alpha = \text{tg } 15 = 0,26$$

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

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