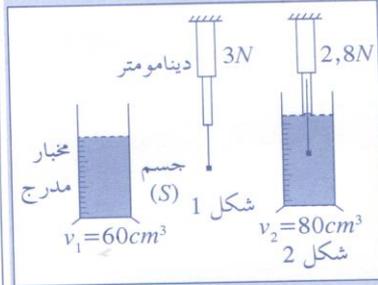


## سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

التطبيق - 4

- نعلق جسماً صلباً (S) بدئياً بواسطة دينامومتر (شكل - 1) فيشير هذا الأخير إلى شدة  $F_1$ .  
- نغمر الجسم (S) المعلق في مخبر مدرج يحتوي بدئياً على حجم  $v_1$  من الماء، فينزاح السائل ليصبح الحجم النهائي  $v_2$ . (شكل - 2):



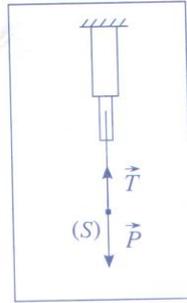
1 - اجرد القوى المطبقة على الجسم (S) قبل غمره في الماء، واستنتج شدة وزنه.

2 - اجرد القوى المطبقة على الجسم (S) عند غمره في الماء، واستنتج الشدة  $F$  لدافعة أرخميدس.

3 - احسب  $\rho.v.g$ ، حيث  $\rho$ : الكتلة الحجمية للماء ( $\rho = 1\text{kg/l}$ ).

$v$ : حجم السائل المزاح

ثم قارن  $F$  و  $\rho.v.g$ .



$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{O}$$

$$T = 3\text{N}$$

$$P = 3\text{N}$$

1 - اجرد القوى المطبقة على الجسم (S):

$\vec{P}$ : وزن الجسم (S)

$\vec{T}$ : تأثير الدينامومتر.

الجسم (S) في توازن، إذن:

أي إن:  $P = T$  مع

إذن:

2 - اجرد القوى المطبقة على الجسم (S) المغمور في الماء:

$\vec{P}$ : وزن الجسم (S).

$\vec{T}$ : تأثير الدينامومتر على الجسم (S).

$\vec{F}$ : دافعة أرخميدس.

حيث:  $F + T = P$  مكافئة لـ  $P$ ، ونكتب:

$$F + T = P$$

$$T = 2,8\text{N}$$

$$F = 3 - 2,8$$

$$F = 0,2\text{N}$$

إذن:  $F = P - T$ ، حيث:

ت ع:

3 - حساب  $\rho.v.g$  ومقارنتها مع  $F$ :

الحجم المزاح للسائل عند غمر الجسم (S) هو:

ت ع

ومنه

$$v = v_2 - v_1$$

$$v = 80 - 60 = 20\text{cm}^3$$

$$\rho.v.g = 1\text{kg/l} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10\text{N/kg}$$

$$\rho.v.g = 0,2\text{N}$$

$$F = \rho.v.g$$

نستنتج إذن أن:

# سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

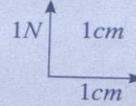
## تمارين توليفية وحلولها

### التمرين 1

نطبق على طرف نابض ذي لفات غير متصلة قوة  $\vec{F}$  شدتها معروفة، نقيس الطول  $\ell$  الموافق وندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي:

$F(N)$	0	1	2	3	4
$\ell(cm)$	8,5	10	11,5	13	14,5

- 1 - حدد الطول الأصلي  $\ell_0$  للنابض.
- 2 - احسب  $\Delta\ell$  الإطالة بالنسبة لمختلف قيم القوة  $\vec{F}$ .
- 3 - مثل مبيانيا تغيرات شدة القوة  $\vec{F}$  بدلالة الإطالة  $\Delta\ell$ :  $F = f(\Delta\ell)$  مستعملا السلم التالي:



- 4 - عين الصلابة  $k$  للنابض.
- 5 - عين الشدة  $F$  لكي تتم إطالة النابض بـ:  $6,75cm$ .

### الحل

#### 1- تعيين $\ell_0$ الطول الأصلي للنابض:

عندما تكون  $F=0N$  فإن طول النابض  $\ell$  يوافق طوله الأصلي. إذن من الجدول نستنتج:  $\ell_0=8,5cm$

#### 2- حساب $\Delta\ell$ إطالة النابض:

$\Delta\ell = \ell - \ell_0$   
نعلم أن:  
بالنسبة لمختلف قيم  $F$  نحصل على النتائج التالية:

$F(N)$	0	1	2	3	4
$\Delta\ell(cm)$	0	1,5	3	4,5	6

مثال: بالنسبة لـ:  $F=1N$

$$\Delta\ell = \ell - \ell_0$$

$$\Delta\ell = 10 - 8,5 = 1,5cm$$

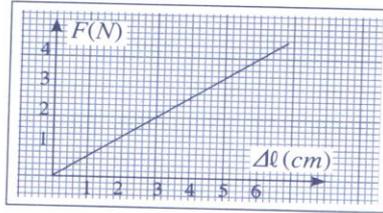
#### 3- تمثيل $F = f(\Delta\ell)$ :

باستعمال السلم: محور الأفاصيل  $\Delta\ell$ :

$$1cm \longleftrightarrow 1cm$$

محور الأراتيب:  $F$ :

$$1cm \longleftrightarrow 1N$$



#### 4- تعيين $k$ صلابة النابض:

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta(\Delta\ell)} = \frac{F_2 - F_1}{\Delta\ell_2 - \Delta\ell_1}$$

مبيانيا:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta\ell_2 = 3cm \quad \text{و} \quad F_2 = 2N \\ \Delta\ell_1 = 0cm \quad \text{و} \quad F_1 = 0N \end{array} \right\}$$

مبيانيا:

$$k = \frac{2 - 0}{(3 - 0) \cdot 10^{-2}} \approx 66,67N.m^{-1}$$

ت ع:

#### 5- تعيين شدة القوة $F$ بالنسبة لـ $\Delta\ell = 6,75cm$ :

$$F = k\Delta\ell$$

نعلم أن:

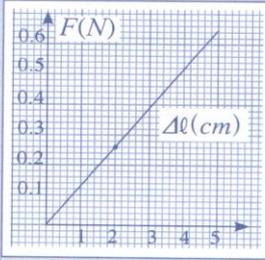
$$F = 66,67 \cdot 6,75 \cdot 10^{-2}$$

ت ع:

$$F = 4,5N$$

## سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

### التمرين 2



نعلق نابض، طوله الأصلي  $\ell = 10\text{cm}$ ، أجساماً مختلفة ذات كتل معينة لتغيير شدة توتره  $\vec{F}$ ، ونقيس الإطالات  $\Delta\ell$  المقابلة. النتائج المحصل عليها تمثلها في المنحنى التالي:

- 1 - عين مبيانيا قيمة صلابة النابض، مع تحديد وحدتها.
  - 2 - احسب طول النابض عندما نعلق به كتلة معلمة قيمتها  $m = 20\text{g}$ .
  - 3 - حدد قيمة كتلة الجسم المعلق إذا كان طول النابض  $\ell = 15\text{cm}$ .
- نعطي:  $g = 10\text{N.kg}^{-1}$

### الحل

$$P = mg$$

$$\Delta\ell = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{12,5} = 0,016\text{m} = 1,6\text{cm}$$

$$\Delta\ell = \ell - \ell_0 \quad \text{استنتاج الطول } \ell: \text{ نعلم أن:}$$

$$\ell = \Delta\ell + \ell_0$$

$$\ell = 1,6 + 10 = 11,6\text{cm}$$

3- تحديد كتلة الجسم المعلق بالنسبة لطول  $\ell' = 15\text{cm}$ :

$$F' = P \quad \text{الجسم في توازن. إذن:}$$

$$\Delta\ell' = \ell' - \ell_0 \quad \text{حيث: } k\Delta\ell' = m'g \text{ مع:}$$

$$m' = \frac{k(\ell' - \ell_0)}{g} \quad \text{إذن:}$$

$$m' = \frac{12,5(15 - 10) \cdot 10^{-2}}{10} \quad \text{ت ع:}$$

$$m' = 62,5 \cdot 10^{-3}\text{kg}$$

$$m' = 62,5\text{g}$$

1- تعيين  $k$  صلابة النابض:

$$\text{مبيانيا: } k = \frac{\Delta F}{\Delta(\Delta\ell)} = \frac{F_1 - F_0}{\Delta\ell_1 - \Delta\ell_0}$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta\ell_1 = 2\text{cm} \quad \text{و} \quad F_1 = 0,25\text{N} \\ \Delta\ell_0 = 0\text{cm} \quad \text{و} \quad F_0 = 0\text{N} \end{array} \right\}$$

2- حساب  $\ell$  طول النابض:

ت ع:

$$k = \frac{0,25 - 0}{(2 - 0) \cdot 10^{-2}}$$

$$k = 12,5\text{N.m}^{-1}$$

الكتلة المعلمة في توازن

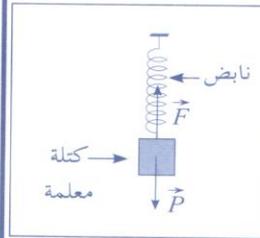
$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0} \quad \text{بحيث:}$$

$$F = P \quad \text{إذن}$$

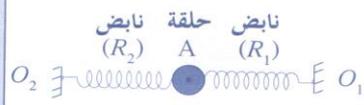
$$\text{مع: } F = k\Delta\ell, \quad \text{إذن}$$

$$k\Delta\ell = mg$$

$$\Delta\ell = \frac{mg}{k}$$



### التمرين 3



يمثل الشكل جانبه حلقة A قطرها  $d = 1\text{cm}$  وذات كتلة مهملة في توازن تحت تأثير نابضين مشدودين على التوالي ب  $O_1$  و  $O_2$  حيث:  $O_1O_2 = 30\text{cm}$ . للنابضين نفس الطول الأصلي  $\ell_0 = 10\text{cm}$  وصلابتهما  $k_1 = 10\text{N.m}^{-1}$  و  $k_2 = 12,5\text{N.m}^{-1}$ :

1 - اوجد القوى المطبقة على الحلقة A.

2 - أوجد العلاقة بين  $\Delta\ell_1$ ،  $\Delta\ell_2$ ،  $k_1$  و  $k_2$ .

3 - احسب  $\Delta\ell_1$  و  $\Delta\ell_2$ .

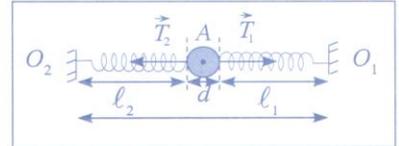
4 - استنتج طول كل نابض.

## سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

### الحل

أي: (1)  $\Delta l_1 = 1,25\Delta l_2$   
 من الشكل لدينا:  $O_1O_2 = l_1 + d + l_2$   
 ونعلم أن:  $\Delta l_1 = l_1 - l_0$   
 إذن  $l_1 = \Delta l_1 + l_0$   
 و  $l_2 = \Delta l_2 + l_0$  إذن  $\Delta l_2 = l_2 - l_0$   
 إذن العلاقة تكتب:  
 $O_1O_2 = \Delta l_1 + l_0 + d + \Delta l_2 + l_0$   
 $\Delta l_1 + \Delta l_2 = O_1O_2 - 2l_0 - d$   
 $= 30 - (2 \cdot 10) - 1$   
 $\Delta l_1 + \Delta l_2 = 9\text{cm}$   
 باعتبار العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن:  
 $1,25\Delta l_2 + \Delta l_2 = 9$   
 $2,25\Delta l_2 = 9$   
 $\Delta l_2 = 4\text{cm}$   
 $\Delta l_1 = 1,25 \cdot 4 = 5\text{cm}$   
 و  
 4- استنتاج  $l_1$  و  $l_2$  طول النابضين:  
 $l_1 = \Delta l_1 + l_0$   
 $l_2 = \Delta l_2 + l_0$  و  
 $l_1 = 15\text{cm} \leftarrow l_1 = 5 + 10 = 15\text{cm}$   
 $l_2 = 14\text{cm} \leftarrow l_2 = 4 + 10 = 14\text{cm}$   
 ت ع: و

### 1- جرد القوى المطبقة على الحلقة:



$\vec{T}_1$ : توتر النابض ( $R_1$ )  
 $\vec{T}_2$ : توتر النابض ( $R_2$ )  
 2- العلاقة بين  $\Delta l_1$  و  $\Delta l_2$  و  $k_1$  و  $k_2$ :  
 الحلقة (A) توجد في توازن تحت تأثير القوتين  $\vec{T}_1$  و  $\vec{T}_2$   
 إذن:  $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$   
 أي إن:  $T_1 = T_2$   
 مع \*:  $T_1 = k_1 \Delta l_1$   
 $T_2 = k_2 \Delta l_2$   
 إذن:  $k_1 \Delta l_1 = k_2 \Delta l_2$   
 3- حساب  $\Delta l_1$  و  $\Delta l_2$ :  
 لدينا:  $k_1 \Delta l_1 = k_2 \Delta l_2$  مع  $k_1 = 10\text{N/m}$   
 و  $k_2 = 12,5\text{N/m}$   
 $10\Delta l_1 = 12,5\Delta l_2$   
 إذن:

### التمرين 4

نعتبر النتائج التجريبية الممثلة في الأشكال التالية:

<p>حامل 3,5N جسم (S) شكل 1</p>	<p>2,3N ماء مالح شكل 2</p>	<p>2,5N ماء شكل 3</p>	<p>دينامومتر 2,68N كحول شكل 4</p>
--	------------------------------------	-------------------------------	---

- 1- اجرد القوى المطبقة على الجسم (S) المعلق في الشكل - 1، واستنتج كتلة  $m$ .
- 1.2- اجرد القوى المطبقة على الجسم (S) عندما يكون مغموراً في السائل.
- 2.2- احسب قيمة شدة دافعة أرخميدس المسطحة على الجسم (S) بالنسبة لكل سائل.
- 3- باعتماد الشكل - 3، احسب حجم الجسم (S). نعطى:  $\rho_c = 1\text{g.cm}^{-3}$ : الكتلة الحجمية للماء.
- احسب الكتل الحجمية للكحول وللماء المالح. نعطى:  $g = 10\text{N.kg}^{-1}$

## سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

### الحل

\* بالنسبة للماء (شكل - 3) فإن:  $F_3 = P - T_3$   
 مع:  $T_3 = 2,5N$   
 ت ع:  $F_3 = 3,5 - 2,5$   
 $F_3 = 1N$   
 \* بالنسبة للكحول (شكل - 4) فإن:  $F_4 = P - T_4$   
 مع:  $T_4 = 2,68N$   
 ت ع:  $F_4 = 3,5 - 2,68$   
 $F_4 = 0,82N$

#### 3- حساب $V$ حجم الجسم (S):

يعبر عن شدة دافعة أرخميدس بـ:  $F = \rho_e \cdot v \cdot g$   
 بالنسبة للماء نكتب:  $F_3 = \rho_e \cdot v \cdot g$   
 إذن:  $v = \frac{F_3}{\rho_e \cdot g}$   
 ت ع:  $v = \frac{1N}{1kg/l \cdot 10N/kg} = 0,1L = 100cm^3$

مع:  $\rho_e = 1g/cm^3 = 1kg/l$   
 $1L = 10^3cm$

#### حساب $\rho_2$ و $\rho_4$ الكتلة الحجمية للماء المالح والكحول:

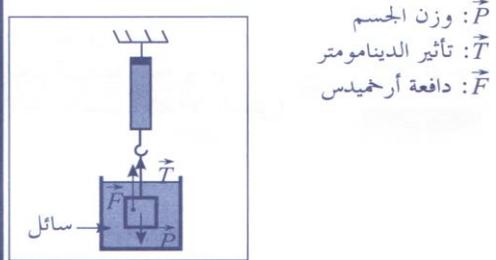
نعلم أن:  $F = \rho v \cdot g$  شدة دافعة أرخميدس  
 الكتلة الحجمية للسائل:  $\rho$   
 حجم الجسم المغمور أو حجم السائل المزاح:  $v$   
 إذن:  $\rho = \frac{F}{v \cdot g}$   
 \* بالنسبة للماء المالح:  $\rho_2 = \frac{F_2}{v \cdot g}$   
 ت ع:  $\rho_2 = \frac{1,2N}{0,1L \cdot 10N/kg} = 1,2kg/L = 1,2g \cdot cm^{-3}$   
 \* بالنسبة للكحول:  $\rho_4 = \frac{F_4}{v \cdot g}$   
 ت ع:  $\rho_4 = \frac{0,82N}{0,1L \cdot 10N/kg} = 0,82kg/L = 0,82g \cdot cm^{-3}$

#### 1- جرد القوى المطبقة على الجسم (S) (شكل 1):

$\vec{P}$ : وزن الجسم (S)  
 $\vec{T}_1$ : تأثير الدينامومتر على الجسم (S)  
 بما أن الجسم (S) في توازن نكتب:  $\vec{P} + \vec{T}_1 = \vec{0}$   
 إذن:  $P = T_1$   
 مع  $P = mg$   
 $T_1 = 3,5N$   
 $mg = T_1$

ت ع:  $m = \frac{T_1}{g}$   
 $m = \frac{3,5}{10} = 0,35kg$   
 أي  $m = 350g$

#### 1.2- جرد القوى المطبقة على الجسم (S):



#### 2.2- حساب شدة دافعة أرخميدس:

عندما يكون الجسم (S) مغموراً في السائل وهو في حالة توازن فإن:  $F + T = P$   
 إذن:  $F = P - T$   
 \* بالنسبة للماء المالح (شكل 2) فإن:  $F_2 = P - T_2$   
 ت ع:  $F_2 = 3,5 - 2,3$   
 $F_2 = 1,2N$

#### التمرين 5

نعلق جسماً صلباً (S) كتلته  $m$  ذا كتلة حجمية  $\rho = 1,6g \cdot cm^{-3}$  بواسطة دينامومتر فيشير إلى القيمة  $4N$ . عندما نغمر الجسم (S) كلياً في سائل (L) يشير الدينامومتر إلى القيمة  $2N$ . (نعطي:  $g = 10N \cdot kg^{-1}$ ):

- 1 - عين كتلة الجسم (S)، واستنتج حجمه  $v$ .
- 2 - اجرد القوى المطبقة على الجسم (S) عند غمره في السائل (L).

## سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

- 3 - احسب شدة القوة  $F$  التي يطبقها السائل على الجسم  $(S)$ .  
4 - عين قيمة الكتلة الحجمية  $\rho_L$  للسائل  $(L)$ ، ثم تعرف عليه باعتماد الجدول التالي:

السائل $(L)$	كحول	ماء	ماء ملح	زيت
$\rho_L(g/cm^3)$	0,82	1	1,2	0,9

### الحل

#### 1- تعيين كتلة الجسم $(S)$ :

قبل غمر الجسم  $(S)$  في السائل، يكون في توازن تحت تأثير:  $\vec{P}$ : وزنه و  $\vec{T}_0$ : تأثير الدينامومتر

$$\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0}$$

حيث:

$$T_0 = 4N \quad \text{مع:} \quad P = T_0$$

$$P = mg$$

$$mg = T_0$$

إذن:

$$m = \frac{T_0}{g}$$

$$m = \frac{4}{10} = 0,4kg = 400g$$

\* استنتاج  $v$  حجم الجسم  $(S)$

$$m = \rho \cdot v$$

نعلم أن:

$$v = \frac{m}{\rho} = \frac{400}{1,6} = 250cm^3$$

إذن:

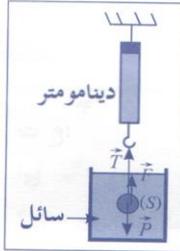
#### 2- جرد القوى المطبقة على الجسم $(S)$ عند غمره في

السائل  $(L)$ :

$\vec{P}$ : وزن الجسم  $(S)$

$\vec{T}$ : تأثير الدينامومتر

$\vec{F}$ : دافعة أرخميدس



#### 3- تعيين شدة دافعة أرخميدس:

الجسم  $(S)$  في توازن:  $T+F=P$

$$F=P-T$$

إذن:

$$P=T_0=4N$$

مع:

$$T=2N$$

ت ع:

$$F=4-2$$

$$F=2N$$

#### 4- تعيين $\rho_L$ الكتلة الحجمية للسائل:

نعلم أن شدة دافعة أرخميدس تكتب:  $F = \rho_L \cdot v_L \cdot g$  (الجسم مغمور كلياً في السائل)

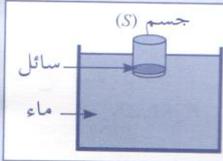
$$v_L = v$$

$$\rho_L = \frac{F}{v \cdot g}$$

$$\rho_L = \frac{2}{250 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = 0,8g/cm^3$$

باعتماد معطيات الجدول نستنتج أن السائل  $(L)$  المستعمل هو الكحول

### التمرين B



يطفو إناء فلزي أسطواني الشكل كتلته  $m=100g$  على سطح الماء كما هو مبين في الشكل جانبه:

1 - حدد مميزات  $\vec{F}$  دافعة أرخميدس المسلطة من طرف الماء. ثم مثلها مستعملاً السلم:  $1N \leftrightarrow 1cm$

2- أوجد تعبير الحجم  $V$  للجزء المغمور من الإناء. بدلالة  $m$  و  $\rho_e$  الكتلة الحجمية للماء.

3- احسب  $v$ . نعطي:  $\rho_e = 1g/cm^3$ .

4 - نفرغ في الإناء سائلاً حجمه  $\vartheta = 20cm^3$ ، كتلته الحجمية  $\rho$ ، فتصبح شدة دافعة أرخميدس  $F'=1,24N$ :

1.4 - أوجد تعبير الكتلة الحجمية  $\rho$  للسائل بدلالة  $m$ ،  $g$ ، و  $\vartheta$ ؛

2.4 - احسب  $\rho$ . نعطي:  $g=10N.kg^{-1}$

## سلسلة في توازن جسم خاضع لقوتين

### الحل

1.4 - تعبير  $\rho$  الكتلة الحجمية للسائل:  
شدة دافعة أرخميدس للمجموعة {إناء + سائل} تكتب:

$$F' = F + F_I$$

حيث:  $F$ : دافعة أرخميدس المطبقة على الإناء

$F_I$ : دافعة أرخميدس المطبقة على السائل

$$F_I = \rho \cdot \vartheta \cdot g \quad \text{و} \quad F = P = mg \quad \text{بحيث}$$

$$F' = mg + \rho \vartheta \cdot g \quad \text{إذن:}$$

$$\rho \vartheta g = F' - mg$$

$$\rho = \frac{F' - mg}{\vartheta \cdot g} = \frac{F' - m}{\vartheta \cdot g}$$

2.4 - حساب  $\rho$ :

$$\rho = \frac{F' - m}{\vartheta \cdot g}$$

لدينا:

$$\vartheta = 20 \text{ cm}^3 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

مع:

$$m = 0,1 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{1,24}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 10} - \frac{0,1}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$\rho = 6,2 - 5 = 1,2 \text{ g/cm}^3$$

1 - مميزات دافعة أرخميدس:

- نقطة التأثير: النقطة  $I$  مركز ثقل السائل المزاح.

- خط التأثير: المستقيم الرأسي المار من النقطة  $I$ .

- المنحى: من الأسفل نحو الأعلى.

- الشدة: بما أن الإناء في توازن فإن:

$$F = P \quad \text{مع} \quad P = mg \quad \text{وزن الإناء}$$

$$F = mg$$

$$F = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ N}$$

تمثيل  $\vec{F}$  حيث  $\vec{F} \leftarrow 1 \text{ cm}$  (انظر الشكل)

2 - تعبير  $V$  حجم الإناء:

يعبر عن شدة دافعة أرخميدس بالعلاقة:

$$F = \rho_c \cdot V \cdot g \quad \text{مع: } V \text{ حجم الماء المزاح، ويساوي حجم}$$

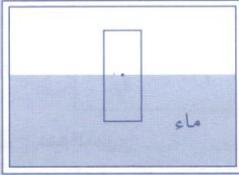
الجزء المغمور من الإناء.

$$\text{إذن:} \quad V = \frac{F}{\rho_c \cdot g} = \frac{mg}{\rho_c \cdot g} = \frac{m}{\rho_c}$$

3 - حساب  $V$ :

$$\text{لدينا:} \quad V = \frac{m}{\rho_c} = \frac{100 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 100 \text{ cm}^3$$

### التمرين 7



نعتبر جسماً متجانساً أسطوانياً الشكل، كتلته  $m$ ، حجمه  $V$  وارتفاعه  $h$ .

يوجد هذا الجسم مغموراً في الماء إلى النصف كما يبين ذلك الشكل جانبه:

1 - اجرد القوى المطبقة على الأسطوانة، ومثلها دون سلم.

2 - بين أن توازن الجسم لا يتحقق إلا كانت كتلته الحجمية  $\rho$  للجسم تساوي

نصف الكتلة الحجمية للماء. احسب  $\rho$  بالوحدة  $\text{g/L}$ .

نعطي:  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg/L}$

### الحل

1 - جرد القوى:

تخضع الأسطوانة لتأثير وزنها ودافعة أرخميدس الناتجة عن الماء.

2 - شرط التوازن.

حسب شرط التوازن:

$$\vec{P} + \vec{F}_A = \vec{0}$$

يعني أن  $P = F_A$ ، أي إن:

$$mg = \rho_{\text{eau}} \cdot V_m \cdot g$$

### التمرين 8

يمكن لجسم صلب ( $S$ ) أن يتحرك بدون احتكاك على سطح  $AB$ .

نرمز لمتجهة القوة المقرونة بتأثير السطح  $AB$  على الجسم بـ  $\vec{R}$ .

1 - مثل  $\vec{R}$  في كل من الحالات التالية حيث في الحالتين (1) و(2)  $AB$  مستقيمي، وفي (3) و(4)  $AB$  عبارة