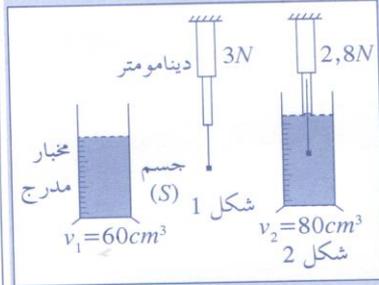
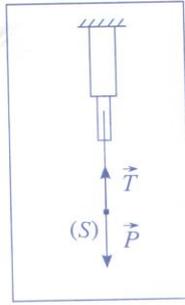


التطبيق - 4

- 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 ρ : الكتلة الحجمية للماء ($\rho = 1kg/l$).
 v : حجم السائل المزاح
ثم قارن F و $\rho.v.g$.



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

$$T = 3N$$

$$P = 3N$$

1- جرد 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- جرد 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:

$$F + T = P$$

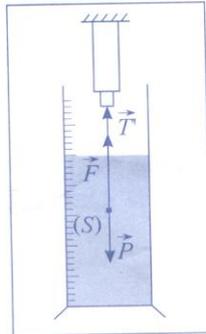
$$T = 2,8N$$

$$F = 3 - 2,8$$

$$F = 0,2N$$

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

$$v = v_2 - v_1$$

$$v = 80 - 60 = 20cm^3$$

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

$$\rho.v.g = 0,2N$$

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

نستنتج إذن أن:

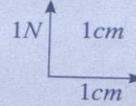
تمارين توليفية وحلولها

التمرين 1

نطبق على طرف نابض ذي لقات غير متصلة قوة \vec{F} شدتها معروفة، نقيس الطول ℓ 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 ℓ_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 ℓ_0 الطول الأصلي للنابض:

عندما تكون $F=0N$ فإن طول النابض ℓ 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: $F=1N$

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

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

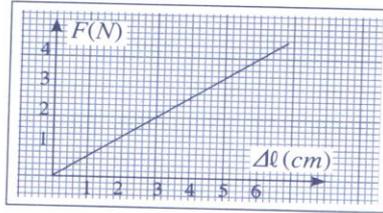
3- تمثيل $F = f(\Delta\ell)$:

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:

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

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

ت ع:

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

$$F = k\Delta\ell$$

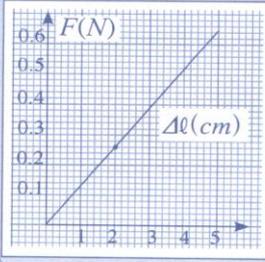
نعلم أن:

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

ت ع:

$$F = 4,5N$$

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

1- تعيين k صلابة النابض:

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

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

2- حساب ℓ طول النابض:

ت ع:

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

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

الكتلة المعلقة في توازن

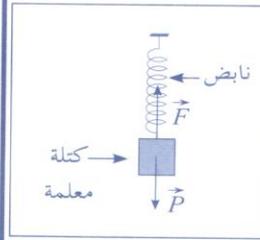
$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0} \quad \text{بحيث:}$$

$$F = P \quad \text{إذن}$$

مع: $F = k\Delta\ell$ ، إذن

$$k\Delta\ell = mg$$

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



$$P = mg$$

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

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

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

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

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

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

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

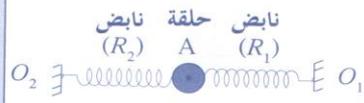
$$m' = \frac{k(\ell' - \ell_0)}{g} \quad \text{إذن:}$$

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

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

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

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 $\ell_0 = 10\text{cm}$

وصلاتهما $k_1 = 10\text{N.m}^{-1}$ 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 .

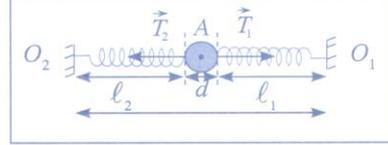
3 - احسب $\Delta\ell_1$ و $\Delta\ell_2$.

4 - استنتج طول كل نابض.

الحل

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

1- جرد القوى المطبقة على الحلقة:



\vec{T}_1 : توتر النابض (R_1)

\vec{T}_2 : توتر النابض (R_2)

2- العلاقة بين Δl_1 ، Δl_2 ، 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 Δl_1 و Δl_2 :

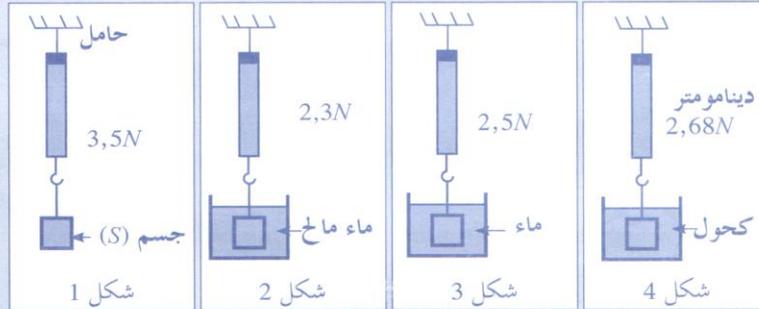
لدينا: $k_1 \Delta l_1 = k_2 \Delta l_2$ مع $k_1 = 10N/m$

و $k_2 = 12,5N/m$

إذن: $10\Delta l_1 = 12,5\Delta l_2$

التمرين 4

نعتبر النتائج التجريبية الممثلة في الأشكال التالية:



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 المسلطة على الجسم (S) بالنسبة لكل سائل.

3- باعتماد الشكل - 3، احسب حجم الجسم (S). نعطى: $\rho_c = 1g.cm^{-3}$: الكتلة الحجمية للماء.

- احسب الكتل الحجمية للكحول وللماء المالح. نعطى: $g = 10N.kg^{-1}$

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: ρ_e : الكتلة الحجمية للماء
 $\rho_e = 1g/cm^3 = 1kg/l$
 $1L = 10^3cm$

حساب ρ_2 و ρ_4 الكتلت الحجمية للماء المالح والكحول:

نعلم أن: $F = \rho v \cdot g$ شدة دافعة أرخميدس
مع: ρ : الكتلة الحجمية للسائل
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: $\rho_4 = \frac{0,82N}{0,1L \cdot 10N/kg} = 0,82kg/L = 0,82g \cdot cm^{-3}$

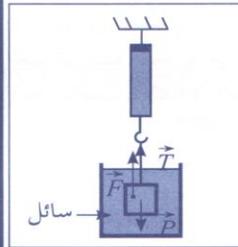
1- جرد القوى المطبقة على الجسم (S) (شكل 1):

\vec{P} : وزن الجسم (S)
 \vec{T}_1 : تأثير الدينامومتر على الجسم (S)
بما أن الجسم (S) في توازن نكتب: $\vec{P} + \vec{T}_1 = \vec{O}$
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):

\vec{P} : وزن الجسم
 \vec{T} : تأثير الدينامومتر
 \vec{F} : دافعة أرخميدس



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:

مع: $F_2 = P - T_2$
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).

- 3 - احسب شدة القوة F التي يطبقها السائل على الجسم (S) .
4 - عين قيمة الكتلة الحجمية ρ_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

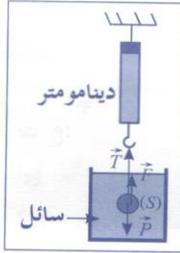
الحل

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
حيث: $\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0}$
أي إن: $P = T_0$ ، مع: $T_0 = 4N$
 $P = mg$
إذن: $mg = T_0$

3- تعيين شدة دافعة أرخميدس:

الجسم (S) في توازن: $T + F = P$
إذن: $F = P - T$
مع: $P = T_0 = 4N$
 $T = 2N$
ت ع: $F = 4 - 2$
 $F = 2N$



4- تعيين الكتلة الحجمية للسائل:

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

$$v_L = v$$

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

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

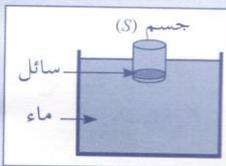
باعتماد معطيات الجدول نستنتج أن السائل (L) المستعمل هو الكحول

* استنتاج v حجم الجسم (S)
نعلم أن: $m = \rho \cdot v$
إذن: $v = \frac{m}{\rho} = \frac{400}{1,6} = 250cm^3$

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

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 ρ_e الكتلة الحجمية للماء.

3- احسب v . نعطي: $\rho_e = 1g/cm^3$.

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

1.4 - أوجد تعبير الكتلة الحجمية ρ للسائل بدلالة m ، g ، و ϑ ؛

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

الحل

1.4- تعبير ρ 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

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

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

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

$$\rho = \frac{F' - mg}{\vartheta \cdot g} = \frac{F' - m}{\vartheta} \quad \text{2.4- حساب } \rho:$$

$$\rho = \frac{F' - m}{\vartheta} \quad \text{لدينا:}$$

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

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

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

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

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:

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

$$F = mg$$

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

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

2- تعبير V حجم الإناء:

يعبر عن شدة دافعة أرخميدس بالعلاقة:

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

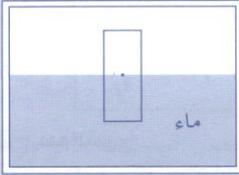
الجزء المغمور من الإناء.

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

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- اوجد القوى المطبقة على الأسطوانة، ومثلها دون سلم.
- 2- بين أن توازن الجسم لا يتحقق إلا كانت كتلته الحجمية ρ للجسم تساوي نصف الكتلة الحجمية للماء. احسب ρ بالوحدة 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:

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

حيث V_m هو الحجم المغمور داخل الماء:

$$V_m = \frac{1}{2} V$$

وباعتبار تعبير m بدلالة V لدينا:

$$m = \rho \cdot V_x \quad \text{نكتب:}$$

$$\rho = V \cdot g = \rho_{\text{eau}} \cdot \frac{V}{2} \cdot g$$

$$\rho = \frac{1}{2} \rho_{\text{eau}} \quad \text{ومنه:}$$

$$\rho = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ kg/L}$$

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