دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

الدرس الثامن

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:

1441 - 1442 هـ . 2020 - 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوزن والكتلة

إن وزن الجسم هو قوة جذب الجاذبية له، ويختلف عن كتلة الجسم. ويرصد الجدول التالي الفروق بين الوزن والكتلة.

جدول 4 – 2 الفروق بين الوزن والكتلة

الوزن	الكتلة
• هو قوة جذب الجاذبية للجسم.	• هي كمية المادة في الجسم.
• له مقدار واتجاه (كمية متجهة).	• لها مقدار فقط، وليس لها اتجاه (كمية قياسية).
• يقاس بوحدة النيوتن (ارجع إلى الوحدة 3).	• تقاس بوحدة الكيلو جرام.
• يتغير من مكان لآخر، فوزن الجسم عند خط الاستواء يختلف عن وزنه عند القطب الشمالي أو القطب الجنوبي.	• ثابتة بصرف النظر عن المكان أو الموقع.
• يقاس بالميزان الزنبركي (شكل 4 – 5)، أو بالميزان التضاغطي (شكل 4 – 6).	• تقاس بميزان الكتلة الانزلاقية (شكل 4 – 1)، أو بالميزان الإلكتروني (شكل 4 – 2).

شكل 4 – 5 الميزان الزنبركي

شكل 4 – 6 الميزان التضاغطي

أسئلة التقويم الذاتي

(أ) ما الموازين التي تستخدم لقياس الكتلة؟
(ب) ما الموازين التي تستخدم لقياس الوزن؟

تحدٍ

– شدة مجال الجاذبية لكوكب المشترى هي $120\ N\ kg^{-1}$.
– رائد فضاء وزنه وهو مرتدٍ بزته الفضائية 1200 N يسافر الآن إلى كوكب المشترى. ماذا يكون وزنه الإجمالي على كوكب المشترى؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4 – 2 قياس الكثافة
The Measurement of Density

كثافة المادة هي كتلة وحدة الحجم منها.

ستستخدم خلال نشاطك المعملي أنواعًا مختلفة من المواد مثل الزجاج، والخشب، والزئبق، والرصاص، والمسامير الحديدية، والبوليسترين الممدَّد، والثلج، والماء. هل سبق وتساءلت عن سبب كون أنبوبة الاختبار المحتوية على حجم معين من الزئبق أثقل بكثير من أنبوبة الاختبار المحتوية على حجم مساوٍ من الماء؟ وتكون بالمثل قطعة البوليسترين الممدَّد أخف من قطعة من لوح خشب الصنوبر في نفس الحجم. ولا تعتبر في العلم كلمات مثل أثقل أو أخف دقيقة بشكل كاف. فعند المقارنة بين الكتل متساوية الأحجام من المواد المختلفة فإننا في الواقع نقارن كثافاتها.

فكثافة مادة ما تُعرَّف بأنها كتلة وحدة حجم منها.

وبالرموز فإن، الكثافة تساوي $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

حيث $\rho = \frac{m}{V}$

ρ تساوي كثافة المادة

m تساوي كتلة المادة

V تساوي حجم المادة

وحدة النظام الدولي لقياس الكثافة هي $kg\ m^{-3}$

إن وحدة الكثافة في النظام الدولي هي كيلوجرام لكل متر مكعب ($kg\ m^{-3}$). وحدة قياس أخرى شائعة الاستخدام هي جرام لكل سنتيمتر مكعب ($g\ cm^{-3}$). ويبين جدول 4 – 3 كثافة بعض المواد الشائعة.

جدول 4 – 3 كثافة بعض المواد الشائعة

المادة		الكثافة بوحدة $kg\ m^{-3}$	الكثافة بوحدة $g\ cm^{-3}$
الغازات	الهواء	1.29	0.00129
	الأكسجين	1.43	0.00143
السوائل	الماء النقي	1000	1.00
	ماء البحر	1025	1.025
	التربنتين	870	0.87
	الجليسرين	1260	1.26
	الزئبق	13600	13.60
الأجسام الصلبة	البوليسترين الممدد	≈ 16	≈ 0.016
	الفلين	240	0.24
	خشب البلوط	650	0.65
	الثلج	920	0.92
	خشب الصنوبر	500	0.50
	الزجاج التاجي	2500	2.50
	الألومنيوم	2700	2.70
	الرصاص	11000	11.00
	الذهب	19000	19.00

نرى من جدول 4 – 3 أن $1\ g\ cm^{-3} = 1000\ kg\ m^{-3}$ ونتبين أيضًا السبب وراء كون الزئبق أثقل بكثير من الماء (بافتراض تساوي حجميهما)، وسبب كون البوليسترين الممدد أخف بكثير من لوح خشب الصنوبر رغم تساوي حجميهما. إن كثافة أية مادة تعطي كمية المادة المحتواة في وحدة حجم من المادة، في حين تعطي كتلة المادة كمية المادة المحتواة في كل الكتلة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وفي المثال عن البوليسترين الممدد وخشب الصنوبر، فإن $1\ cm^3$ من البوليسترين الممدد تكون له كتلة $0.016\ g$ في حين أن $1\ cm^3$ من خشب الصنوبر (كثافة $0.50\ g\ cm^{-3}$)، تكون له كتلة $0.50\ g$، مما يعني أن خشب الصنوبر أكثر كثافة من البوليسترين الممدد بحوالي 31مرة . إن معرفة كثافة المواد مفيدة جدًّا للمهندسين لأنها تساعدهم في حساب كتلة مواد البناء المطلوبة .

شكل 4 – 7 طائرة كونكورد – كان يصنع هيكلها من سبيكة ألومنيوم خفيفة الوزن ولكن متينة .

مثال محلول 4 – 2

قالب من الخرسانة طوله $0.4\ m$، وعرضه $0.3\ m$، وارتفاعه $0.1\ m$، له كثافة $2500\ kg\ m^{-3}$. احسب كتلته .

الحل :

المعطيات : الطول، $L = 0.4\ m$

العرض، $b = 0.3\ m$

الارتفاع، $h = 0.1\ m$

الكثافة، $\rho = 2500\ kg\ m^{-3}$

دعنا نرمز إلى كتلة الخرسانة بالرمز m

حجم قالب الخرسانة، $V = lbh$

$= (0.4)\ (0.3)\ (0.1)$

$= 0.012\ m^3$

$\because\ \rho = \frac{m}{V}$

$\therefore\ m = \rho V$

$= (2500)\ (0.012)$

$= 30\ kg$

مثال محلول 4 – 3

مُلئ دورق زجاجي سعة $500\ cm^3$ بالأكسجين، ثم وُزن فوجد أن كتلته تساوي $50.72\ g$. وباستخدام مضخة تفريغ، سُحب الغاز وأعيد وزن الدورق . فوجد أن الكتلة الجديدة هي $50\ g$. احسب كثافة الأكسجين بوحدة :

(أ) $g\ cm^{-3}$، (ب) $kg\ m^{-3}$

الحل :

المعطيات : كتلة الدورق الزجاجي الفارغ والأكسجين، $m_1 = 50.72\ g$

كتلة الدورق الزجاجي وهو فارغ، $m_2 = 50\ g$

حجم الدورق الزجاجي، $v = 500\ cm^3$

(أ) كتلة الأكسجين، $m = m_1 - m_2 = 50.72 - 50.00 = 0.72\ g$

كثافة الأكسجين، $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.72}{500} = 1.44 \times 10^{-3}\ g\ cm^{-3}$

(ب) وتحسب كثافة الأكسجين بوحدة $kg\ m^{-3}$ كما يلي :

$$\rho = \frac{(1.44 \times 10^{-3}) \times 10^{-3}\ kg}{(1 \times 10^{-6})\ m^3} = 1.44\ kg\ m^{-3}$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تجربة 4 – 1

لتعيين كثافة سائل.

الجهاز: سحاحة، كأس، ميزان، حامل.

الإجراء: **1**– أوجد كتلة كأس جاف نظيف (m_1).

2– اسحب حجمًا معينًا (V) للسائل من داخل السحاحة إلى الكأس.

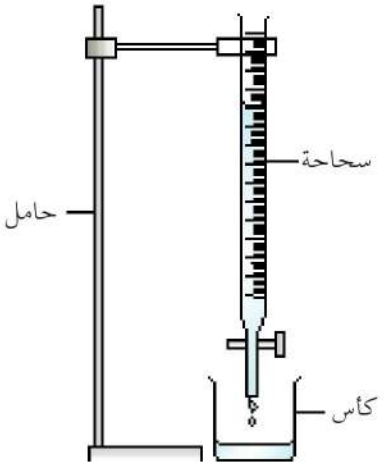
3– أوجد كتلة الكأس والسائل (m_2).

الإجراء الحسابي: إذا قيست الكتلة بالجرام، والحجم بالسنتيمتر المكعب فإن كثافة السائل (ρ) تساوي

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \text{ g cm}^{-3}$$

$$= \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

تنبيه: عند قراءة حجم السائل، تأكد أن العين في مستوى قاعدة السطح المقعر للسائل.



شكل 4 – 8

تجربة 4 – 2

لتعيين كثافة جسم منتظم الشكل.

الجهاز: القدمة ذات الورنية، مسطرة، ميزان.

الإجراء: **1**– أوجد الكتلة m مستخدمًا الميزان.

2– حدد الحجم بأخذ القياسات المناسبة، ثم احسب الحجم كما يلي:

(أ) بالنسبة لمتوازي المستطيلات، قس الطول والعرض والارتفاع مستخدمًا مسطرة مترية أو القدمة ذات الورنية.

$$V = L \times b \times h$$

(ب) بالنسبة للأسطوانة، قس القطر والطول.

$$V = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) L$$

(جـ) بالنسبة للشكل الكروي، قس القطر باستخدام القدمة ذات الورنية أو ورنية المهندس، بالإضافة لمقياس متري.

$$V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3$$

الإجراء الحسابي: إذا كانت الكتلة بالجرام، والحجم بالسنتيمتر المكعب فإن الكثافة

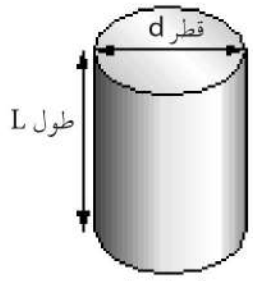
$$\rho = \frac{m}{V} \text{ g cm}^{-3}$$

$$= \frac{m}{V} \times 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

تنبيه: تُطَبق هنا الاحتياطات التي تُتَّخذ عند استخدام القدمة ذات الورنية والمسطرة المترية.

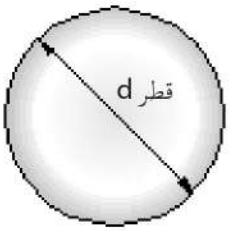
متوازي مستطيلات

شكل 4 – 9



أسطوانة

شكل 4 – 10



شكل كروي

شكل 4 – 11

تحدٍّ

اشرح بوضوح كيف تقيس كثافة:

1– جسم غير منتظم الشكل.

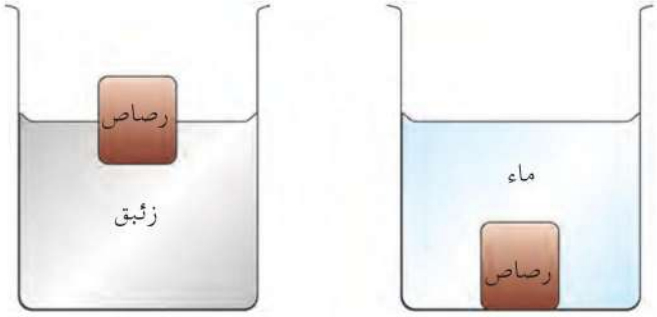
2– جسم يطفو فوق سطح الماء.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

العلاقة بين الكثافة والطفو

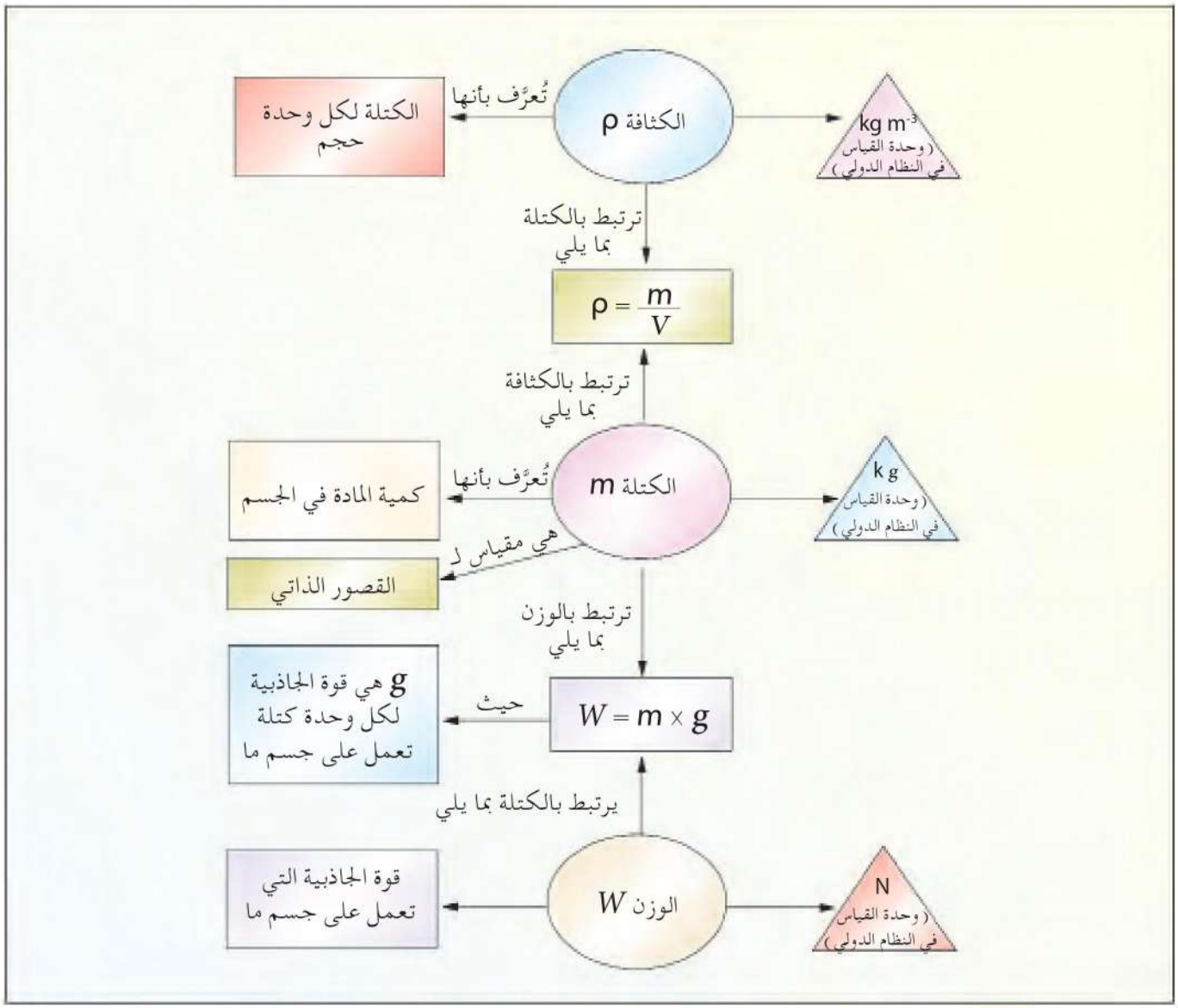
تحدد كثافة مادة ما إذا كانت ستطفو أم تغوص في السوائل (أو الغازات) المختلفة . فتطفو على سبيل المثال قطعة من الرصاص في الزئبق لأن كثافة الرصاص ($11000\ kg\ m^{-3}$) أقل من كثافة الزئبق ($13600\ kg\ m^{-3}$) . ومع هذا تغوص نفس قطعة الرصاص في الماء لأن كثافة الرصاص ($11000\ kg\ m^{-3}$) أكبر من كثافة الماء ($1000\ kg\ m^{-3}$) .

قاعدة أرشيميدس :
إذا غمر الجسم جزئياً أو كلياً في مائع فإنه يلقى دفعاً من أسفل إلى أعلى بقوة تساوي وزن المائع المزاح



شكل 4 – 12 يغوص الرصاص في الماء ولكنه يطفو فوق سطح الزئبق

خريطة مفاهيم



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

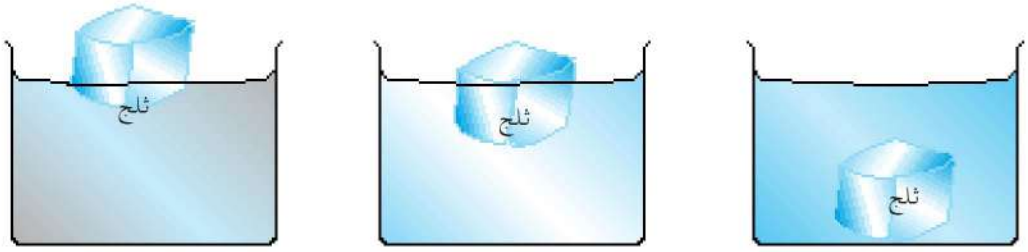
المهارة : الاستدلال

لقد تعلمت عن مفهوم الكثافة، ويسجل المنظم البياني التالي المشاهدات في بعض التجارب . وعليك الاستدلال على ثلاث خواص مهمة تتعلق بالطفو والغوص من التجارب الثلاث التالية .

على ماذا تستدل ؟

خواص عن الطفو والغوص

ثلاث تجارب بسيطة على مكعب من الثلج ذي كثافة $\rho = 0.92\ g\ cm^{-3}$ مغمور في ثلاثة سوائل مختلفة .



تجربة 1 : زيت التربنتين
$\rho = 0.87\ g\ cm^{-3}$

تجربة 2 : الماء
$\rho = 1.00\ g\ cm^{-3}$

تجربة 3 : الزئبق
$\rho = 13.6\ g\ cm^{-3}$

ثلاثة استنتاجات مهمة من التجارب

تجربة 1 : عند وضع جسم ما (ثلج في هذه الحالة) في سائل (زيت التربنتين في هذه الحالة) ذي كثافة _____ ، فإن الجسم _____ .

تجربة 2 : عند وضع جسم ما (ثلج في هذه الحالة) في سائل (الماء في هذه الحالة) ذي كثافة _____ ، فإن الجسم _____ .

تجربة 3 : عند وضع جسم ما (ثلج في هذه الحالة) في سائل (الزئبق في هذه الحالة) ذي كثافة _____ ، فإن الجسم _____ في السائل .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا