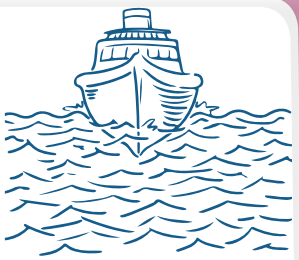


3 دافعة أرخميدس

الأهداف:

- يتعرّف دافعة أرخميدس.
- يقوم بتجارب لقياس شدة دافعة أرخميدس.
- يستنتج العلاقة المعبّرة عن شدة دافعة أرخميدس.
- يتعرّف بعض تطبيقات دافعة أرخميدس.
- يفسّر توازن الأجسام الطافية على سطح سائل.
- يثمّن تطبيقات دافعة أرخميدس.

الكلمات المفتاحية:

دافعة أرخميدس – السائل المزاح – الثقل الحقيقي – الثقل الظاهري – عكس مبدأ أرخميدس

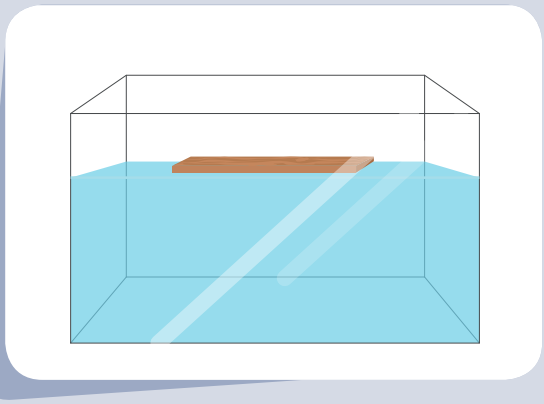
هل سألت نفسك يوماً كيف تطفو قطعة الخشب وسفينة مصنوعة من الحديد على سطح الماء، بينما يغرق مسمار الحديد؟

دافعة أرخميدس:

أجرب وأستنتج:

أدوات التجربة:

قطعة خشب – وعاء يحوي ماء.



1. أضع قطعة الخشب على سطح الماء،
   - ماذا ألاحظ؟
2. أضغط عمودياً على قطعة خشب واجعلها تغرق في الماء،
   - ماذا أشعر؟
3. أرفع يدي عن قطعة الخشب،
   - ماذا ألاحظ؟

تؤثر قطعة الخشب على الماء بقوة ثقلها التي حاملها الشاقول وتتجه نحو الأسفل.
يدفع الماء قطعة الخشب المغمورة فيه بقوة دفع حاملها الشاقول أيضا وجهتها نحو الأعلى ندعوها دافعة أرخميدس.

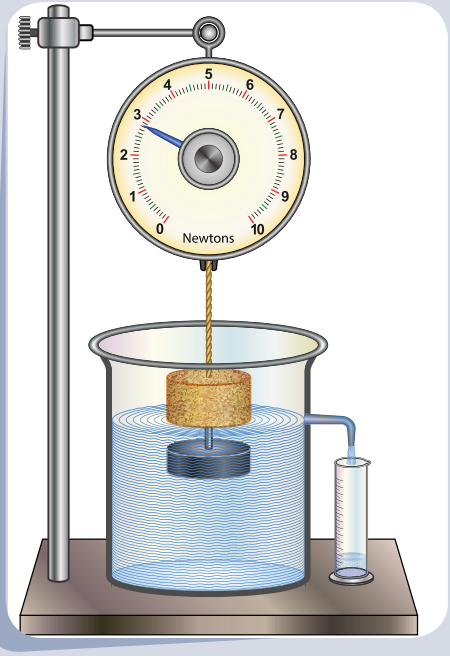
أستنتج:

دافعة أرخميدس هي قوة تدفع بها السوائل الأجسام المغمورة فيها غمراً كليّاً أو جزئياً ويكون حاملها شاقولياً وجهتها نحو الأعلى ونرمز لها بالرمز $\vec{B}$

أجرب وأستنتج:

أدوات التجربة:

ربيعة، وعاء ذو ميزابة، ميزان، أنبوب مدرج، أسطوانة



1 أملأ بالماء وعاء ذو ميزابة، وأضع وعاءً فارغاً تحت الميزابة

2 أعلّق أسطوانة بخطّاف ربيعة كما في الشكل، وأقرأ دلالة الربيعة ولتكن w.
- على ماذا يدلّ مؤشر الربيعة؟

3 أغمر الأسطوانة بالماء بشكل كامل، وهي معلقة بخطّاف الربيعة، واقرأ دلالة الربيعة ولتكن w_{app}.
- على ماذا يدلّ مؤشر الربيعة؟

4 أجمع الماء المنسكب من ميزابة الوعاء، أقيس شدة ثقل الماء المنسكب من ميزابة الوعاء

5 أقارن بين شدة قوة السائل المُزاح و المقدار $w - w_{app}$،
- ماذا أستنتج؟

أستنتج:

- إنّ شدة دافعة أرخميدس B تساوي الفرق بين شدة الثقل الحقيقي للجسم في الهواء w، وشدة ثقل الجسم وهو مغمور بالسائل w_{app} وهو ما ندعوه **بالثقل الظاهري**، ويُعبّر عنها بالعلاقة:

$$B = w - w_{app}$$

- شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة ثقل السائل المزاح (المنسكب في الكأس).

$$B = w_{liq} = mg$$

- **مبدأ أرخميدس:** إذا غُمر جسم في سائل متوازن لا يذوب ولا يتفاعل معه، فإنّ هذا السائل يؤثر في الجسم بقوة شاقولية متجهة نحو الأعلى تساوي شدة هذه القوة ثقل السائل الذي أزاحه الجسم وشغل مكانه (السائل المزاح).
- **عكس مبدأ أرخميدس:** كلّ جسم مغمور في سائل متوازن يؤثر على السائل بقوة حاملها شاقولي جهتها للأسفل شدتها تساوي شدة ثقل السائل المزاح.

ما العوامل المؤثرة في شدة دافعة أرخميدس؟

أجرب وأستنتج:

1 أعيد التجربة السابقة باستخدام أسطوانة حجمها مختلف عن الأولى.
- ماذا ألاحظ؟

2 أعيد التجربة السابقة باستخدام محلول ملح الطعام والأسطوانة الأولى.
- ماذا ألاحظ؟

أستنتج:

- إنّ شدة دافعة أرخميدس B تتناسب طرداً مع كلّ من:
  1. حجم الجسم المغمور V.
  2. الكتلة الحجمية للسائل ρ.
- ونعبّر عن ذلك رياضيّاً بالعلاقة:

$$B = w_{liq} = mg = \rho V g$$

إضاءة:

$$1\,g.cm^{-3} = 1000\,kg.m^{-3}$$

$$1\,m^3 = 10^6\,cm^3$$

تطبيق محلول :

جسم معدني حجمه $V = 200\,cm^3$ ، وشدة ثقله في الهواء $w = 3\,N$ ، يغمر في ماء كتلته الحجمية $\rho = 1000\,kg.m^{-3}$ ، باعتبار تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10\,m.s^{-2}$

المطلوب حساب:

1. شدة دافعة أرخميدس.
2. شدة الثقل الظاهري للجسم.

الحل:

المعطيات:

$$V = 200 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-4} m^3$$

$$\rho = 1000\,kg.m^{-3}$$

$$w = 3\,N$$

1. $B = \rho V g$

$$B = 1000 \times 2 \times 10^{-4} \times 10 = 2\,N$$

2. $B = w - w_{app}$

$$w_{app} = w - B$$

$$w_{app} = 3 - 2 = 1\,N$$

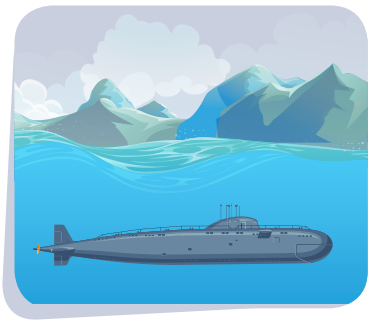
تطبيقات على دافعة أرخميدس:

- **توازن البواخر:** تطفو البواخر إذا جُعل فيها تجويفاً كبيراً، وأُعطيت شكلاً مناسباً، يستطيع إزاحة حجم كبير من الماء فتكون شدة دافعة أرخميدس كبيرة ممّا يسمح للباخرة بالطفو حيث يصبح $B = w$
- **الغواصة:** هي باخرة تطفو على سطح الماء، فتعد جسماً طافياً، أو تغوص بالماء بكاملها وتُعد جسما مغموراً.

تغوص عند إدخال الماء إلى مستودعات داخلية مرتبطة بمستودعات أخرى تحتوي هواءً مضغوطاً، فيصبح ثقلها أكبر من شدة دافعة أرخميدس.

تعود إلى الطفو عند تحرير الهواء المضغوط فيطرد الماء من المستودعات فتصبح دافعة أرخميدس أكبر من ثقل الغواصة فتطفو.

يثبت ثقل من الرصاص بجسم الغواصة إذا تعذر إخراج الماء من المستودعات يُلقى بالرصاص في البحر ليقل ثقل الغواصة فتطفو.



تعلمتُ:

- **دافعة أرخميدس:** هي قوة تدفع بها السوائل الأجسام المغمورة فيها غمراً كليّاً أو جزئياً ويكون حاملها شاقولياً وجهتها نحو الأعلى ونرمز لها بالرمز $\vec{B}$

- **مبدأ أرخميدس:** إذا غمر جسم في سائل متوازن لا يذوب ولا يتفاعل معه، فإنّ هذا السائل يؤثر في الجسم بقوة شاقولية متجهة نحو الأعلى تساوي شدة هذه القوة ثقل السائل الذي أزاحه الجسم وشغل مكانه (السائل المزاح).

- **عكس مبدأ أرخميدس:** كلّ جسم مغمور في سائل متوازن يؤثر على السائل بقوة حاملها شاقولي جهتها للأسفل شدتها تساوي شدة ثقل السائل المزاح.

- تُحسب **شدة دافعة أرخميدس** بالعلاقات:

$$B = w - w_{app}$$

$$B = w_{\text{سائل}} = mg = \rho V g$$

- الجسم المغمور في السائل يخضع لتأثير قوتين هما: قوة ثقله وقوة دافعة أرخميدس

أتفكّر

لماذا يستعين المبتدئ بالسباحة بإطار مطاطي منفوخ؟

نشاط:

ابحث في مكتبة المدرسة أو في الشابكة عن أهمية الأملاح الموجودة في البحر الميت ودافعة أرخميدس في هذا البحر. واستعرض النتائج أمام زملائي.

أختبر نفسي:

السؤال الأول:

اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1. عندما يطفو جسم على سطح الماء فإنه يخضع لتأثير:

a) قوة ثقله فقط.
b) دافعة أرخميدس فقط.
c) قوة ثقله ودافعة أرخميدس معاً.
d) لا يخضع لأية قوة.

2. إذا غُمر جسم غمراً كاملاً في سائل ويغوص فيه، فإن:

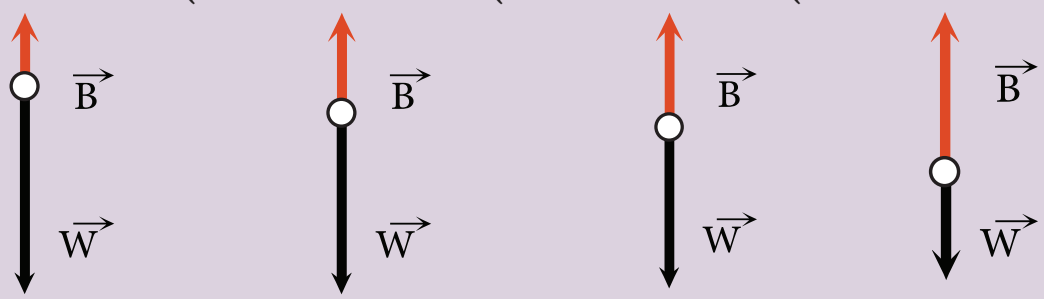
a) شدة دافعة أرخميدس أكبر من شدة ثقل الجسم.
b) شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة ثقل السائل المزاح.
c) الكتلة الحجمية للجسم أصغر من الكتلة الحجمية للسائل.
d) شدة دافعة أرخميدس أصغر من شدة ثقل السائل المزاح.

3. شدة دافعة أرخميدس تُعطى بالعلاقة:

a) $B = w_{app} - w$
b) $B = \rho V$
c) $B = \rho V g$
d) $B = V g$

4. يطفو جسم على سطح سائل إذا تحقق:

a) b) c) d)



5. تغوص الغواصة عندما يدخل الماء إلى مستودعاتها نتيجة لـ:

a) زيادة وزنها b) زيادة حجمها c) بقاء وزنها ثابت d) تقليل حجمها

السؤال الثاني:

أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يلي:

1. السباحة في البحر الميت سهلة جداً حتى أنك تطفو على سطح الماء دون تحريك اليدين أو القدمين.
2. نقصان شدة ثقل الجسم عند غمره في سائل ما.
3. تطفو الباخرة فوق سطح الماء مع أن مسماراً من نفس مادتها يغوص فيه.
4. لا يمكن قياس شدة دافعة أرخميدس على مكعب من السكر في كأس من الماء.

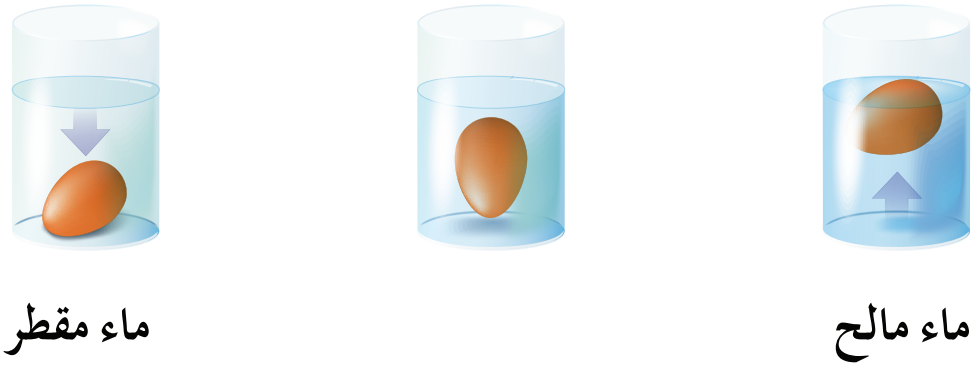
السؤال الثالث:

أضع إشارة (✓) إلى جانب العبارة الصحيحة أو إشارة (✗) إلى جانب العبارة المغلوطة، ثمّ أصوّب العبارة المغلوطة في كلّ مما يأتي:

1. تتعلّق شدة دافعة أرخميدس بحجم الجسم المغمور فقط
2. الجسم المغمور في سائل تصبح شدة ثقله أكبر منها وهو في الهواء
3. شدة دافعة أرخميدس على الجسم تبقى ثابتة سواء أكان مغموراً غمراً كاملاً أو غمراً جزيئاً.
4. تطفو البواخر إذا جعلنا فيها تجويفاً صغيراً.
5. تطفو البيضة على سطح الماء عندما تكون شدة دافعة أرخميدس أصغر من شدة ثقل البيضة.

السؤال الرابع:

عندما أضع بيضة طازجة في وعاء يحوي ماء مقطر، ثمّ أذيب في الوعاء كمية من الملح تدريجياً، أشاهد الحالات الثلاث الموضح في الصور. كيف أفسر ذلك؟



السؤال الخامس:

حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى

جسم شدة ثقله في الهواء 60 N، وعند غمره في الماء كلياً تصبح شدة ثقله 48 N، احسب شدة دافعة أرخميدس عليه.

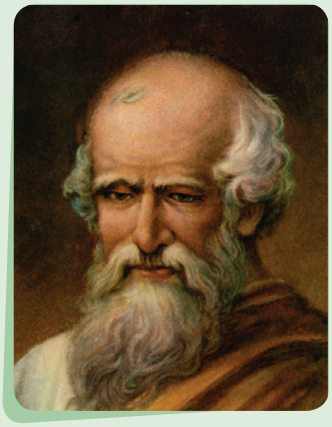
المسألة الثانية

جسم معدني كتلته 300 g، وحجمه $150\ cm^3$، يُغمر غمراً كاملاً في سائل كتلته الحجمية $800\ kg.m^{-3}$، إذا علمت أن $g = 10\ m.s^{-2}$،

المطلوب حساب:

1. شدة دافعة أرخميدس على الجسم.
2. شدة ثقل الجسم.
3. شدة الثقل الظاهري للجسم.

إثراء:



- أرخميدس هو عالم يوناني ولد وعاش ومات قبل الميلاد قبل قرنين من الزمان، اكتشف الكثير من الاختراعات مثل حلزون أرخميدس الذي يضخ الماء من الأنهار.

- ووضع قوانين في الرياضيات لا زالت صحيحة ونعمل بها وله مقولة شهيرة «اعطوني نقطة ارتكاز واحدة لأرفع لكم الأرض».

- وعندما طلب منه الملك هيرون معرفة إنْ كان التاج ذهباً خالصاً أو يخالطه بعض الفضة اكتشف قانون الدافعة وهو يستحم، وخرج عارياً إلى الملك ليخبره بما اكتشف.

2 أسئلة الوحدة

السؤال الأول:

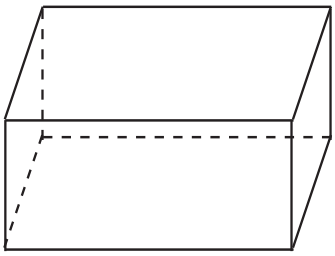
صل بين المصطلح العلمي في العمود (B) وما يناسبه في العمود (A):

العمود A	العمود B
مجموعة أوعية مختلفة الأشكال مفتوحة من الأعلى، وتتصل مع بعضها البعض من الأسفل.	الباسكال
وحدة قياس الضغط في الجملة الدولية	الضغط
مقياس ضغط السوائل	الكتلة الحجمية
القوة المؤثرة عموديا على وحدة السطح الذي تؤثر فيه القوة.	الأواني المستطرقة
كتلة وحدة الحجوم من مادة ما.	المانومتر

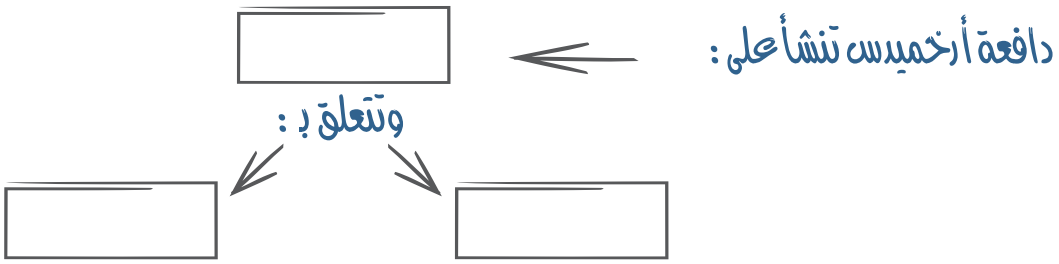
السؤال الثاني:

حل المسألة الآتية:

جسم صلب كتلته $6\,kg$ بشكل متوازي مستطيلات أبعاده (20cm و30cm و50cm) يستند على أرض أفقية وباعتبار أن $g = 10\,m.s^{-2}$ المطلوب حساب:



1. حجم الجسم مقدرا بـ m^3
2. ثقل الجسم
3. الكتلة الحجمية للجسم
4. أكبر قيمة لضغط الجسم على الأرض الأفقية.
5. أصغر قيمة للضغط للجسم على الأرض الأفقية.
6. قيمة شدة دافعة أرخميدس على الجسم إذا غمر في ماء كتلته الحجمية $1000\,kg.m^{-3}$

السؤال الثالث:

أكمل خريطة المفاهيم الآتية