الجزء الثالث: دافعة أرخميدس في السوائل (05سا)

1- مقترح تدرّج التعلمات

المدّة الزمنية	نشاطات الكتاب	المحتوى المفاهيمي
01سا	قياس شدّة دافعة أرخميدس (الثقل الظاهري لجسم)	- اكتشاف وجود دافعة أرخميدس وتحديد خصائصها: الحامل- الجهة- الشدّة- نقطة التأثير. - تعيين شدّة دافعة أرخميدس عبر قياس الثقل والثقل الظاهري لجسم. - تعيين شدّة دافعة أرخميدس عبر ثقل السائل المزاح. - دراسة العوامل المؤثّرة في شدّة دافعة أرخميدس. - شرط توازن جسم مغمور. - شرط توازن جسم طافي في سائل.
01سا	قياس شدّة دافعة أرخميدس (ثقل السائل المزاح)	
01سا	العوامل المؤثّرة في دافعة أرخميدس	
01سا	شرط توازن جسم في سائل	
01سا	تدرّب على تطبيقات دافعة أرخميدس	

2- توضيحات حول النشاطات

يسترجع المتعلّم في بداية هذا الجزء شرط طفو الأجسام أو غرقها في الماء والذي تناوله خلال دراسته في السنة الأولى متوسط والذي كان مرتبطا آنذاك بكثافة المادة المشكلة للجسم بالنسبة للماء، ليطالب في هذا المستوى بتفسير نفس الظاهرة ولكن بتوظيف القوى.

يقدّم المتعلّم بعد التفكير ضمن فوج العمل، المشكّل من مجموعة تلاميذ، فرضياته فيعمد إلى بناء تعلّماته مبتدأ باكتشاف دافعة أرخميدس عبر معاينة جسم طاف على سطح الماء ثمّ كيفية حساب أو تعيين قيمتها فيكتشف مفهوم الثقل الظاهري لجسم ويربط بين قيمة دافعة أرخميدس وثقل السائل المزاح.

يتعرف بعدها على العوامل المؤثّرة في دافعة أرخميدس عبر سلسلة من التجارب يستنتج خلالها أثر كلّ واحد من العوامل المدروسة في ارتفاع أو انخفاظ قيمة دافعة أرخميدس ليختم دراسته بالتعرف على شرط توازن جسم في سائل.

يعود التلميذ في آخر المطاف إلى الوضعية التعلم ية الجزئية ويوظّف مكتسباته لتفسير الطفو والغوص في سائل موظّفا القوى.

*** قياس شدّة دافعة أرخميدس (الثقل الظاهري لجسم):**

يلقي المتعلّم قطعة خشب في وعاء به ماء ويلاحظ طفوه ثمّ يربط هذا بقوّة دفع السائل للأجسام نحو الأعلى، ما يقوده إلى تسميتها "دافعة أرخميدس" نسبة إلى مكتشفها، فيحدّد بعدها مميزاتها (نقطة التأثير، الجهة، الحامل والقيمة) وكذا تمثيلها بشعاع.

ملاحظة: تجدر الإشارة أنّ مبدأ شعاع دافعة أرخميدس يوافق دائما المركز الهندسي للجزء المغمور من الجسم. كما أنّه في كلّ تجارب دافعة أرخميدس ينبغي غمر الأجسام في السائل بشكل كلّي.

بالتطرق إلى القيمة، يتساءل المتعلّم عن كيفية تعيين قيمة دافعة أرخميدس فيجري التجربة الموالية التي يتعرف فيها على الثقل الظاهري لجسم والعلاقة التي تربطه بثقل الجسم وقيمة دافعة أرخميدس (العلاقات ملخّصة في الكتاب المدرسي).

*** قياس شدّة دافعة أرخميدس (ثقل السائل المزاح):**

بالنظر إلى كون موضوع دافعة أرخميدس حديث التناول في المنهاج حاليا، فإنّنا اقترحنا في الكتاب المدرسي تجربة لا تستدعي أوعية زجاجية خاصة بل استعملنا مخبار مدرّج يسمح للمتعلّم بتحديد حجم الجسم المغمور عبر طريقة الغمر حتى وإن كان الجسم منتظم الحجم، لأنّنا نحتاج السائل المزاح في حدّ ذاته. إذا استعملنا الماء المقطّر فإنّه يمكن استنتاج كتلته بالاستعانة بقيمة الكتلة الحجمية للماء النّقي، كما يمكن سحب السائل المزا ح بحقنة ومن ثمّ قياس كتلته وبعدها حساب قيمة ثقله.

في خطوة أخيرة، يقارن المتعلّم بين قيمة دافعة أرخميدس التي حسبها من علاقة الثقل الظاهري للجسم وبين قيمة ثقل السائل المزاح، ومنه يستنتج أنّهما ومتساويتان وبالتالي يتعرف المتعلّم على طريقتي إيجاد قيمة دافعة أرخميدس (الثقل الظاهري وثقل السائل المزاح).

بالنسبة للمؤسّسات التي تتوفر مخابرها على الوعاء ذي ميزابة (المصوّر في فقرة أستخلص) والخاصّ بدراسة دافعة أرخميدس، استعمال هذا الوعاء يوفّر الوقت ويقلّل هامش الخطأ في القياس فهو يسمح بقياس كتلة السائل المزاح بشكل مباشر.

*** العوامل المؤثّرة في دافعة أرخميدس:**

يتناول المتعلّم بالتجريب مجموعة من العوامل التي يمكن أن تؤثّر في دافعة أرخميدس: كثافة السائل وحجم الجسم وكثافة الجسم الصلب بالنسبة للماء، ويستنتج في الختام علاقتها بارتفاع أو انخفاض قيمة دافعة أرخميدس.

بالنظر إلى العلاقة الرياضيّاتية لدافعة أرخميدس، نتأكّد أنّ قيمتها لا تتعلّق سوى بكثافة السائل وحجم الجسم المغمور أو الجزء المغمور منه في السائل، لا غير.

*** شرط توازن جسم في سائل:**

خلال هذا النشاط يستغلّ المتعلّم المعلومة المتداولة حول الكشف عن البيض الطازج بوضعه في الماء العذب فيغوص ولكن بمجرد وضعها في الماء المالح بتراكيز مختلفة يلاحظ المتعلّم أنّ البيضة تأخذ وضعين: الأوّل يوافق بقاءها عالقة وسط السائل والثاني يوافق طفوها على سطحه ويربط ذلك بتغيّر كثافة السائل ثمّ علاقة كثافة السائل بقيمة دافعة أرخميدس.

هذه التجربة تقود المتعلّم إلى اكتشاف شرط توازن جسم في سائل كما هو موضّح في فقرة الأهمّ التي تقود المتعلّم إلى المقارنة بين كثافة الجسم وكثافة السائل، وهي بالضبط النقطة التي انطلق منها في الوضعية التعلّمية الجزئية، فيكتشف في ختام هذا الجزء أن تفسير الطفو والغوص في الماء يمكن أن يعتمد على كثافة الجسم بالنسبة للماء كما يمكن أن يعتمد على دافعة أرخميدس، علما أنّ هناك علاقة تجمع هذه القوّة التي يطبّقها السائل على الجسم وكثافة المادة المشكّلة له. هذه العلاقة موضّحة في الجدول التالي:

موضع الجسم	الجسم يطفو فوق السائل	الجسم مستقّر داخل السائل	الجسم يستند على قاع الإناء
شرط التوازن	$\vec{P}+\vec{F}_A=\vec{0}$	$\vec{P}+\vec{F}_A=\vec{0}$	$\vec{P}+\vec{F}_A+\vec{R}=\vec{0}$
القوى والحجوم	$F_A=P$ حيث $V_1\langle V$	$F_A=P$ حيث $V_1=V$	$F_A\langle P$ حيث $V_1=V$
كثافة الجسم d	$d=\frac{V_1}{V}\times d_\ell$	$d=d_\ell$	$d\rangle d_\ell$

*** تدرّب على تطبيقات دافعة أرخميدس:**

إجراء تطبيقات يقترحها الكتاب المدرسي في جزء التمارين يوظف خلالها المتعلّم الموارد المعرفية والمنهجية المكتسبة خلال أنشطة هذا الجزء من المقطع التعلّمي.

3- حلول بعض التمارين

أختبر معارفي

1. دافعة أرخميدس هي قوّة تلامسية موزّعة، يؤثّر بها سائل على جسم مغمور فيه جزئيا أو كليّا.

رمزها $\overrightarrow{F_A}$ ووحدتها نيوتن N .

خصائصها:

* نقطة التأثير: توافق المركز الهندسي للجزء المغمور من الجسم في السائل وهو نفسه مركز ثقل السائل المزاح.

* المنحى: شاقولي.

* الجهة: من الأسفل نحو الأعلى (عكس جهة قوّة ثقل الجسم).
* الشدّة: مساوية لثقل السائل المزاح.

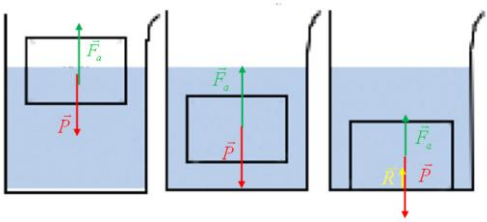
2. لدى غمر جسم ثقله $\vec{P}$ معلّقا بجهاز الربيعة في سائل، فإنّ جهاز الربيعة يشير إلى القيمة P' وهي قيمة أصغر من قيمة ثقل الجسم قبل غمره في السائل. تسمى $\vec{P'}$ الثقل الظاهري للجسم.

3. الجوابين ب وجـ صحيحين.

4. مكعّب الجليد يطفو فوق الماء لأنّه من ناحية الكثافة: كثافة الماء أكبر من كثافة الجليد $d_\ell \rangle d_{glace}$.

5.

* في الحالة (1) تكون شدّة ثقل الجسم تساوي شدّة دافعة أرخميدس $F_A = P$ حيث أنّ حجم الجسم أكبر من حجم السائل المزاح (لأنّ جزءا من الجسم يطفو فوق سطح السائل).
* في الحالة (2) يبقى الجسم عالقا في السائل (متّزنا كيفيا): $F_A = P$، حيث أنّ حجم الجسم يساوي حجم السائل المزاح.
* في الحالة (3)الجسم يغوص: $F_A \langle P$، حيث أنّ حجم الجسم يساوي حجم السائل المزاح.



أطبق معارفي

6.

عندما تكون الليمونة كاملة، فإن كتلتها الحجمية أصغر من الكتلة الحجمية للماء ، ما يجعلها تطفو فوق الماء، أما عند نزع قشرتها، فتصبح كتلها الحجمية أكبر من الكتلة الحجمية للماء، ما يجعلها تغوص في الماء. إن قشرة الليمونة أخف من الماء

7.

1- في الحالة الأولى دافعة أرخميدس لا تتعلّق بالعمق الذي نغمر فيه الجسم.
-في الحالة الثانية دافعة أرخميدس تتعلّق بنوع السائل المستعمل أي بكتلته الحجمية (أو بكثافته).
- في الحالة الثالثة دافعة أرخميدس لا تتعلّق بنوع المادة المصنوع منها الجسم المغمور.
في التجربتين السائل المستعمل نفسه، بينما الكتلة في التجربة الأولى من النحاس وفي التجربة الثانية من الألمنيوم.
2- في التجربة وباستعمال الربيعة، نلاحظ أنّ الخيط يبقى شاقوليا، كما أنّ القيمة التي يشير إليها الديناموتر تكون أصغر لما يكون الجسم مغمورا في المائع، نستنتج إذن أنّ دافعة أرخميدس هي قوة موجهة نحو الأعلى.

أوظّف معارفي

8.

لدينا: $450\,g = 0.450\,kg$ وحجم السائل المزاح يساوي حجم القطعة المعدنية باعتبارها مغمورة كلّيا أي يساوي $167\times10^{-6}\,m^3$

1- شدّة دافعة أرخميدس تساوي ثقل السائل المزاح: $F_A = \rho.V.g$

$$F_A = 1000 \times 167 \times 10^{-6} \times 9.81 = 1.64\,N$$

2- دلالة الربيعة تساوي شدّة الثقل الظاهري وهي الفرق بين قيمتي شدّة ثقل القطعة المعدنية وقيمة دافعة أرخميدس.

ثقل القطعة المعدنية في الهواء هو: $P = m.g$

$$P = 0.450 \times 9.81 = 4.41\,N$$

شدّة الثقل الظاهري هي: $P' = P - F_A$

$$P' = 4.41 - 1.64 = 2.8\,N$$

10. 1- شدّة دافعة أرخميدس F_A:

نرمز لثقل الجسم في الهواء: $P_c = P_{c(air)}$

- شدّة قوّة دافعة أرخميدس تساوي: $F_A = P_c - P_{c(\ell)}$

ومنه: $F_A = P - P_\ell = 310 - 210 = 100\,N$

2- حساب حجم المكعّب:

لكن: $F_A = m_\ell.g = \rho_\ell.V_\ell.g$

لأنّ الجسم مغمور كلّيا فإنّ: $V_\ell = V_c$

و منه: $V_c = \dfrac{F_A}{\rho_{alcool}.g} = \dfrac{100}{806 \times 9.81} = 12.65 \times 10^{-3} m^3$

باللّتر: $V_c = 12.65\,L$

- حساب الكتلة الحجمية للمكعّب(في الماء): $P = m.g = \rho.V.g$

$$\rho = \frac{P}{V.g} = \frac{310}{12.65 \times 10^{-3} \times 9.81} = 2.5\,kg/m^3$$

12. لماذا لاتغرق السفن؟

أ- السر يكمن في شكلها المجوّف، فعندما يتمّ ادخال السفينة الى البحر يكون حجم الماء الذي تزيحه أكبر بكثير من حجم الحديد الفعلي الغاطس فيه، وبما أنّ الجسم الصلب لا يمكن أن يزيح سائلا أكبر من حجمه فإنّ السفينة تغطس في الماء حتى يتساوى ثقل الماء الذي حلّت محلّه مع ثقلها.

هكذا يظل الجزء الباقي من السفينة خارج الماء.

- تطفو السفن أكثر في ماء البحر لأنّ الكتلة الحجمية لماء البحر (كثافته) أكبر من الكتلة الحجمية (كثافة) الماء العذب وبالتالي فإنّ دافعة أرخميدس في البحر أكبر.

ب- $1200\ t = 12 \times 10^5\,kg$

$$P = m_c.g = 12 \times 10^5 \times 9.81 = 11.8 \times 10^6\,N$$

لكن حجم جزء السفينة المغمور يساوي حجم ماء البحر المزاح: $V_c' = V_\ell$

أي: $P = m_\ell.g = (\rho_\ell.V_\ell).g$ ومنه: $V_\ell = \frac{P}{\rho_\ell.g}$

بالتالي: $V_\ell = \frac{P}{\rho_\ell.g} = \frac{11.8\times10^6}{1030\times9.81} = 1.17\times10^3 m^3$