

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الموائع

الموائع  
الساكنة

منصة أساس التعليمية

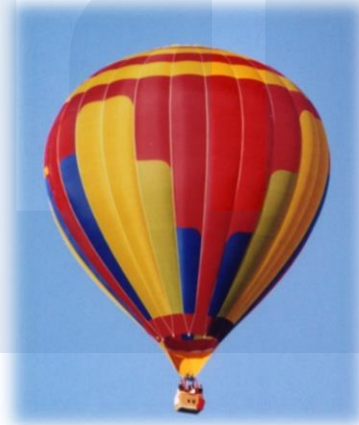
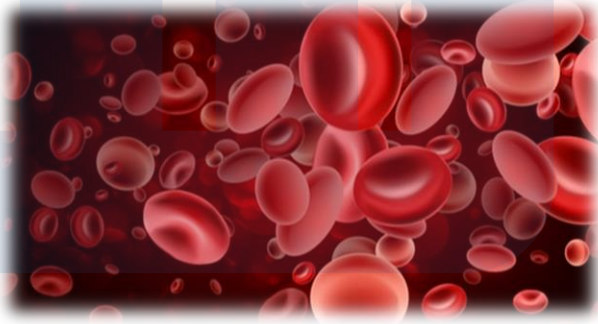
حالات المادة

وجه المقارنة	الحالة الصلبة	الحالة السائلة	الحالة الغازية
الشكل	لها شكل محدد	تتغير حسب شكل الإناء الذي توضع فيه	تتغير حسب شكل الإناء الذي توضع فيه
الحجم	ثابت ومحدد	ثابت ومحدد	تتغير حسب حجم الإناء الذي توضع فيه
المسافة بين الجسيمات	صغيرة جداً	متوسطة	كبيرة جداً
أمثلة	الحديد - الخشب الألومنيوم - الثلج	الماء - الزيت - الكحول	الهواء - بخار الماء

المواد التي تتصف بخاصيتي القدرة على الجريان وتغيير الشكل

دراسة الموائع (السوائل والغازات) لها أهمية كبيرة

فالهواء تحلق فيه الطائرات والمناطيد الماء تطفو على سطحه السفن والبواخر والدم يجري في أوردينا وشرائينا



التعليمية

وتقسم الموائع من حيث حالتها الحركية إلى قسمين هما:

الموائع السكونية      الموائع المتحركة

الموائع الساكنة

ضغط المائع

تعلمتُ في صفوفٍ سابقةٍ



منصة أساس التعليمية



## ضغط المائع

المائع يؤثر بضغط في جميع الاتجاهات على النقاط أو الأجسام داخله

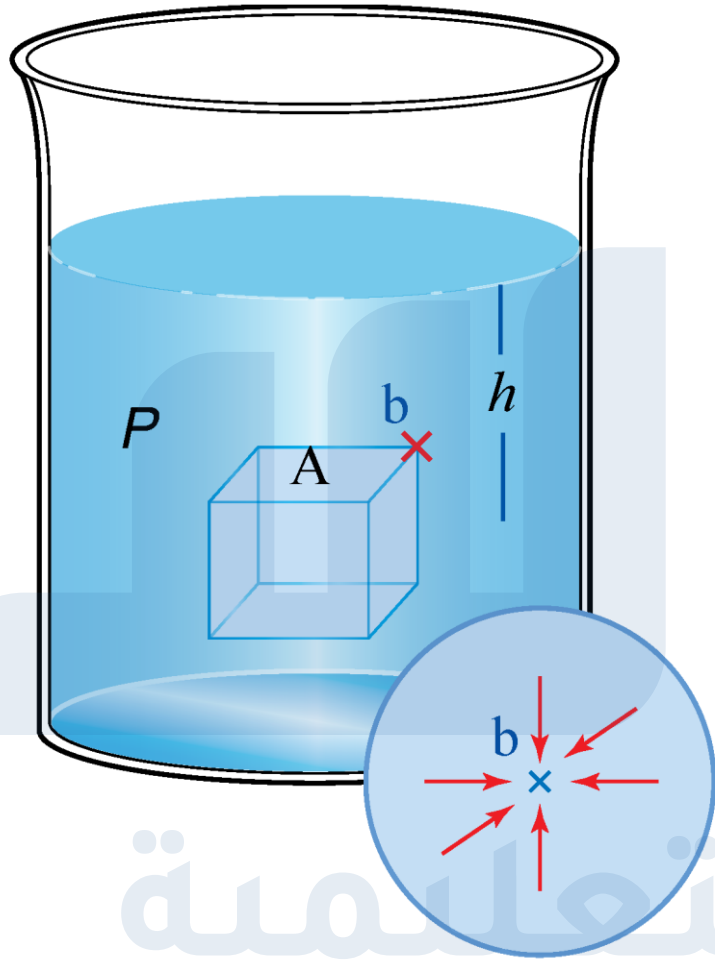
ويُعطى بالعلاقة:  $P = \rho_f gh$  باسكال (Pa = N/m<sup>2</sup>)

حيث:  $h$  : ارتفاع عمود المائع فوق تلك النقطة.

$\rho_f$  : كثافة المائع.

$g$  : تسارع السقوط الحر.

أي أن ضغط المائع المتجانس (كثافته ثابتة) عند أية نقطة داخله يتناسب طردياً مع كلٍّ من عمق النقطة داخل المائع، وكثافة المائع وتسارع السقوط الحر.



أجد ضغط الماء المؤثر في سمكة على عمق 20 m تحت سطح البحر (كثافة ماء البحر  $1024 \text{ kg m}^{-3}$ ).

**أفكر:** ضغط الماء المؤثر في  
السطح الأفقي للمكعب لا يعتمد  
على مساحته  $A$ ؟

✓ **أتحقق:** هل يتغير ضغط سائل معين عند نقطة ما فيه بتغير ارتفاع  
موقع السائل عن سطح الأرض؟ وضّح إجابتك.

### قوة الطفو ( $F_B$ )

وزنُ الأجسام المغمورة في المائع يبدو أقلّ من وزنها في الهواء  
تؤثر قوة جذب الأرض إلى أسفل في كلّ من الحجر وجسمك  
بينما يؤثر الماء بقوة دفع إلى أعلى في تلك الأجسام

ما طبيعة هذه القوة؟

ومن أين تنشأ؟

ما العوامل التي تعتمد عليها؟



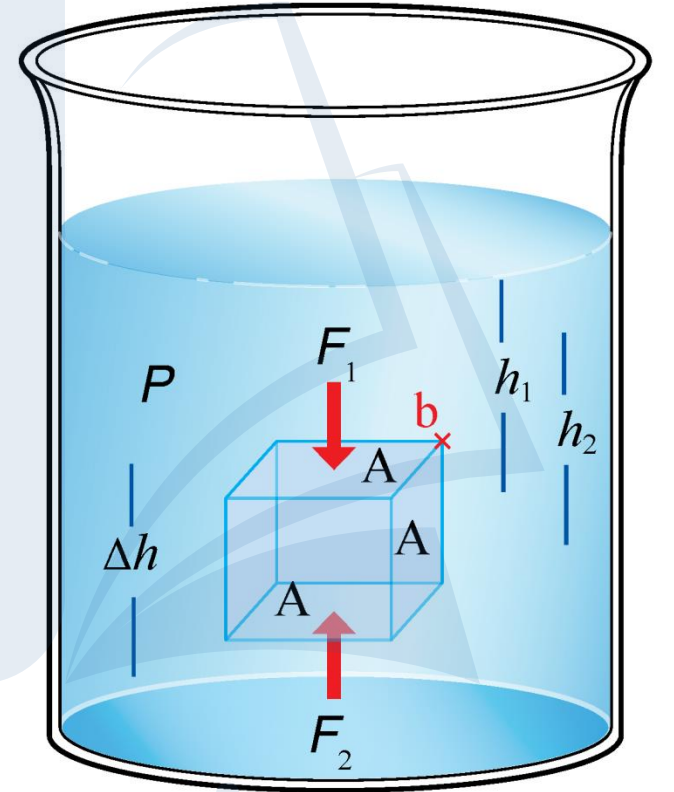
قوة الطفو ( $F_B$ )

ضغط المائع لا يؤثر فقط في السطح العلوي للمكعب (على عمق  $h_1$ )  
وإنما يؤثر في جميع جوانب المكعب بما فيها السطح السفلي للمكعب  
(على عمق  $h_2$ )

الضغط في السطح العلوي:  $P_1 = \rho_f gh_1$

الضغط في السطح السفلي:  $P_2 = \rho_f gh_2$

و فرق الضغط بين سطحي المكعب السفلي والعلوي  $\Delta P$ :



قوة الطفو ( $F_B$ )

الضغط في السطح العلوي:  $P_1 = \rho_f g h_1$

الضغط في السطح السفلي:  $P_2 = \rho_f g h_2$

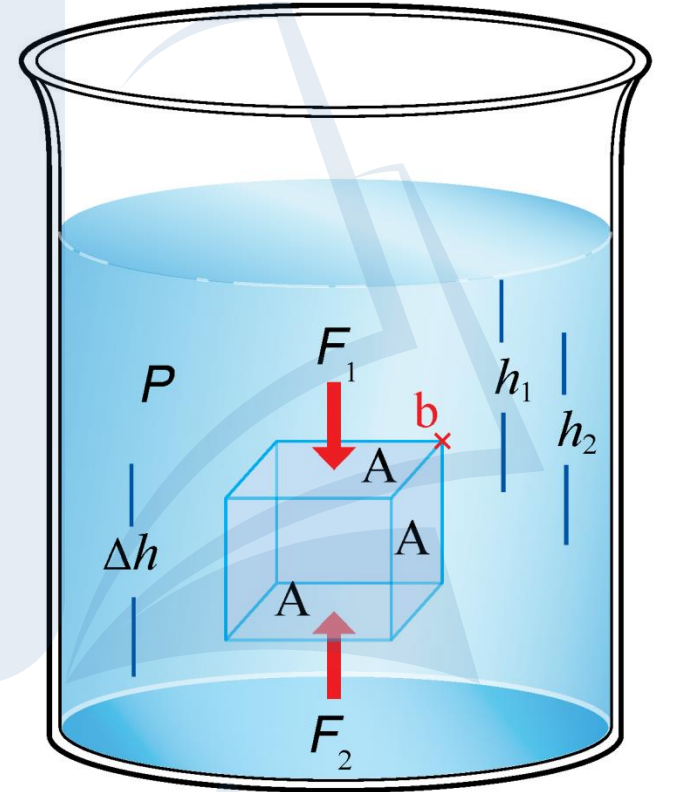
وبما أن الضغط هو القوة التي يؤثر بها المائع في وحدة المساحة  
( $P = \frac{F}{A}$ )

القوة المؤثرة عمودياً في السطح العلوي للمكعب  $F_1$ :

$$F_1 = P_1 \times A = \rho_f g h_1 A, -y$$

القوة المؤثرة عمودياً في السطح السفلي للمكعب  $F_2$ :

$$F_2 = P_2 \times A = \rho_f g h_2 A, +y$$



وبالتالي؛ فإنَّ محصلة القوى  $F$  التي يؤثرُ بها المائعُ (قوة دفع المائع) في المكعب تساوي:

$$\begin{aligned} F &= F_2 - F_1 \\ &= \rho_f g A (h_2 - h_1) \\ &= \rho_f g A (\Delta h) \end{aligned}$$

لكنَّ حجمَ المكعبِ  $V$  يساوي:  $V = A (\Delta h)$

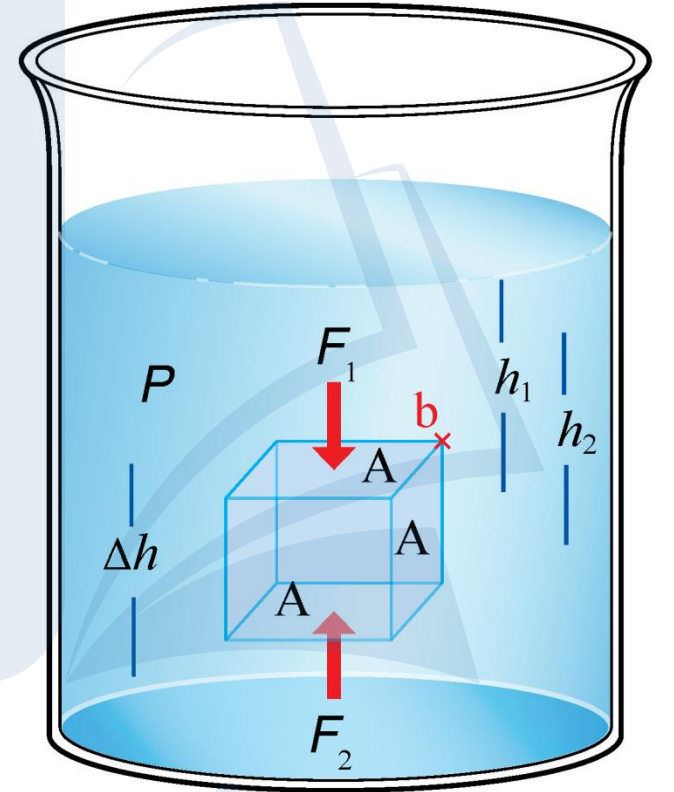
أي أنَّ قوة دفع المائع المؤثرة رأسياً إلى أعلى في المكعب تساوي

$$F = \rho_f V g$$

حيثُ:

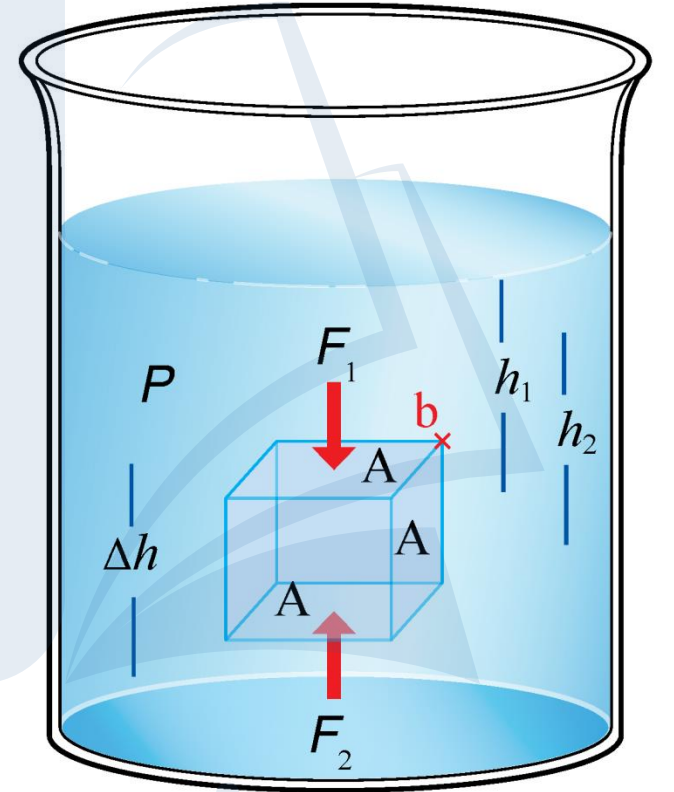
$\rho_f$  : كثافة المائع.

$V$  : حجمُ المكعبِ.



وتُسمَّى محصلة القوى التي يؤثرُ بها المائعُ في الجسمِ المغمورِ  
فيه كلياً أو جزئياً رأسياً إلى أعلى قوة الطفو ( $F_B$ ) Buoyant force

$$F = \rho_f V g$$





قوة الطفو ( $F_B$ )

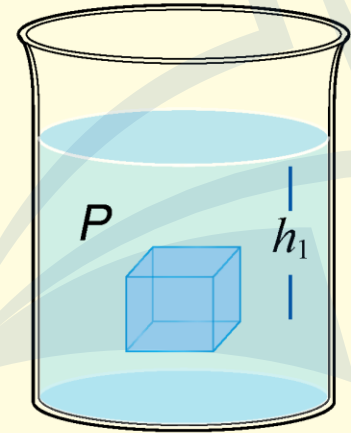
$$F = \rho_f V g$$

تطبَّق على الأجسام بأشكالها المختلفة (منتظمة أو غير منتظمة)  
المغمورة في أيِّ مائعٍ

تنشأ قوة الطفو بسبب فرق في الضغط بين أعلى الجسم المغمور في  
المائع وأسفله بغض النظر عن عمق المائع أو شكل الجسم.

$$\begin{aligned} F &= F_2 - F_1 \\ &= \rho_f g A (h_2 - h_1) \\ &= \rho_f g A (\Delta h) \end{aligned}$$

**أفكر:** أعلل: محصلة القوى التي يؤثر بها المائع في الجوانب العمودية للمكعب المغمور في المائع - كما في الشكل - تساوي صفرًا؟

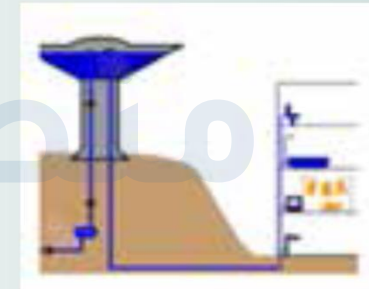


### الفيزياء والحياة

برج المياه هو خزان مائي يبنى على ارتفاع عالٍ من أجل الاحتفاظ بموارد مائية وتوليد الضغط على نظام توزيع المياه. يتغير الضغط كلما ارتفع خزان المياه؛ فلكل 10.2 سنتيمتر من الارتفاع يتغير الضغط بمقدار 1 كيلو باسكال حسب العلاقة:

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

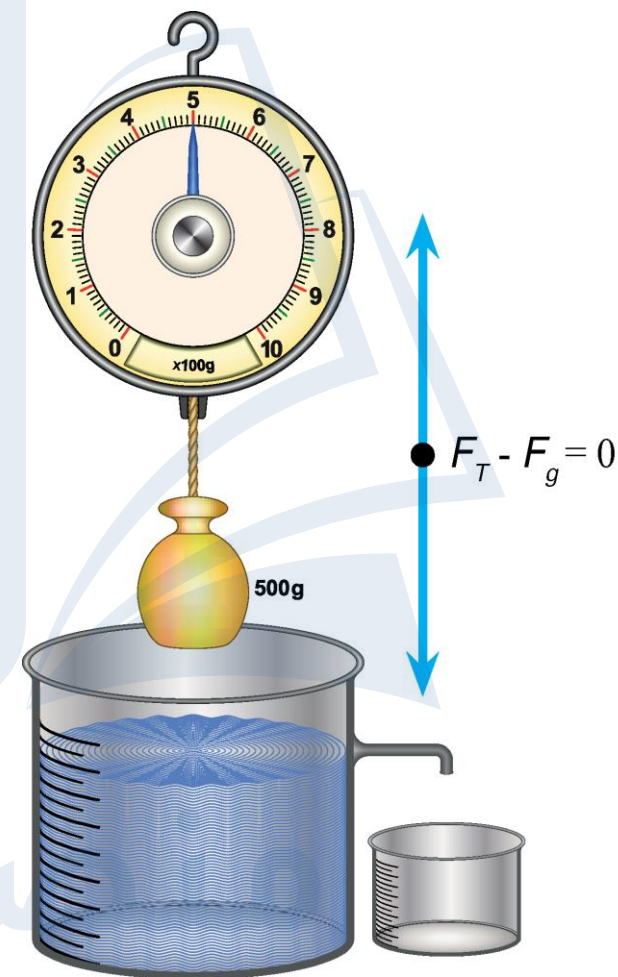
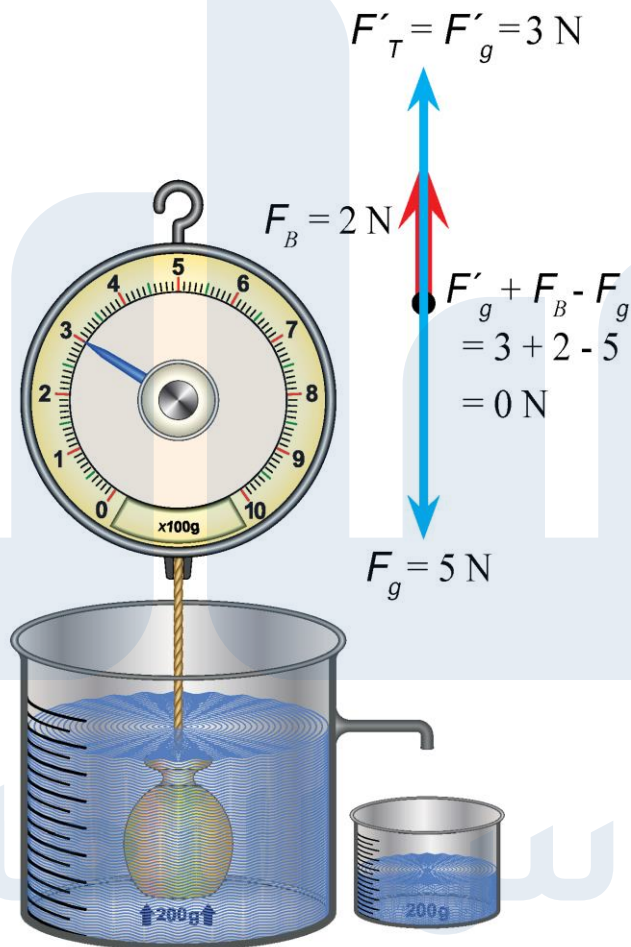
وهو ما يكفي لتوفير الضغط اللازم لمتطلبات نظام لتوزيع المياه على طوابق المبنى. ويستخدم البرج في عدد من المدارس والجامعات والمستشفيات وغيرها؛ ويمثل الشكل أدناه صورة لبرج المياه في مدينة الحسين الطبية في العاصمة عمان.



✓ **أتحقق:** ما العوامل التي تعتمد عليها قوة الطفوف؟



منصة أساس التعليمية



## قاعدة أرخميدس

صاغ العالمُ أرخميدس النتائجَ التجريبيةَ التي توصلَ إليها على شكل قاعدةٍ علميةٍ سُميتْ قاعدةُ أرخميدس Archimedes' principle وتنصُّ على ما يأتي:

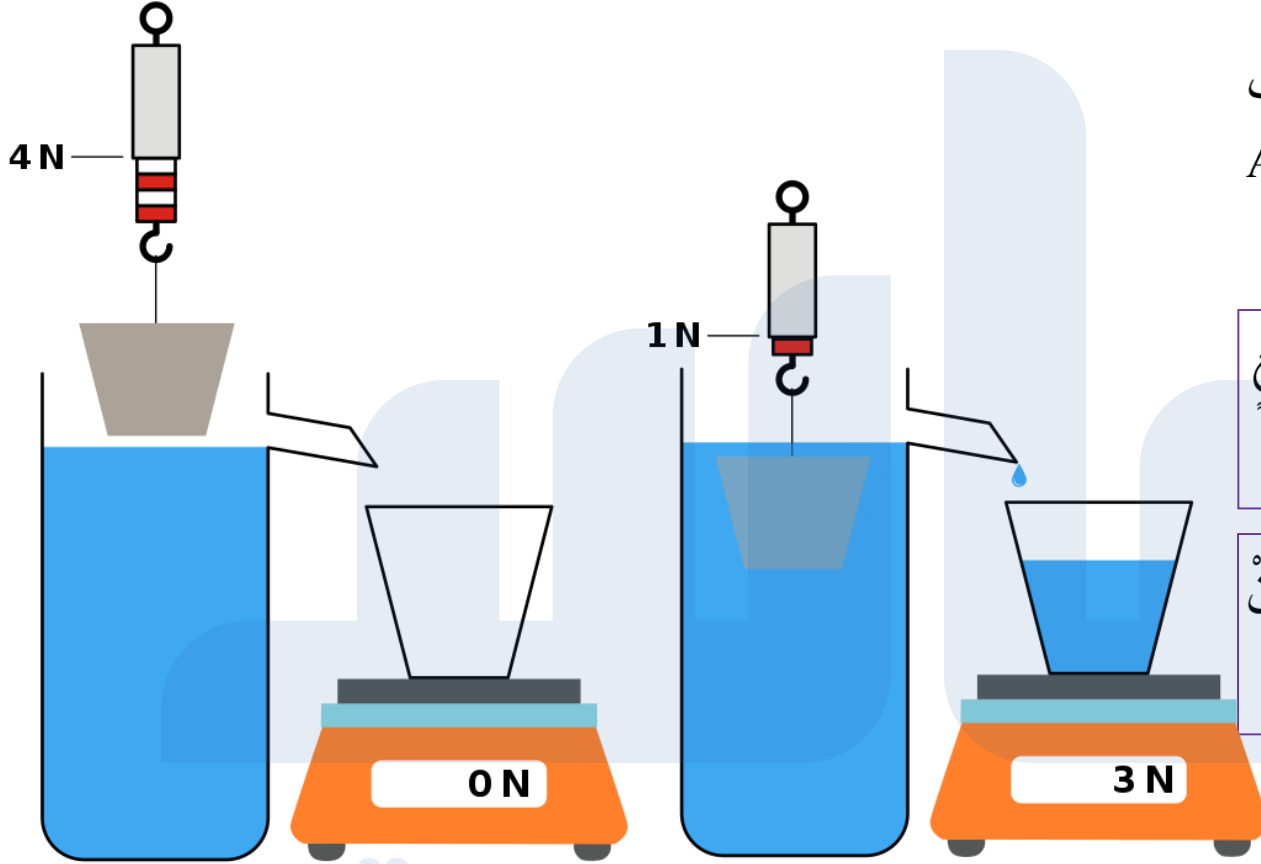
«قوةُ الطفوِ المؤثرةُ في الجسمِ المغمورِ كلياً أو جزئياً في مائعٍ تساوي وزنَ المائعِ المزاحِ».

وبصورةٍ أخرى: «الجسمُ المغمورُ كلياً أو جزئياً في مائعٍ يخسرُ منْ وزنه بمقدارِ وزنِ المائعِ المزاحِ»،

ويعبرُ عنها بالرموزِ على الصورة الآتية:

$$F_{gf} = m_f g = \rho_f V_f g$$

$$= F_g - F'_g$$



## قاعدة أرخميدس

ويعبر عنها بالرموز على الصورة الآتية:

$$F_{gf} = m_f g = \rho_f V_f g$$

$$= F_g - F'_g$$

$$F_B = F_{gf}$$

$$F_B = m_f g$$

$$F_B = \rho_f V_f g$$

$$F_B = F_g - F'_g$$

$F_{gf}$  : وزن المائع المزاح.

$F_g$  : وزن الجسم الحقيقي (الناشئ عن جذب الأرض للجسم)،

ويساوي:  $F_g = m_o g = \rho_o V_o g$

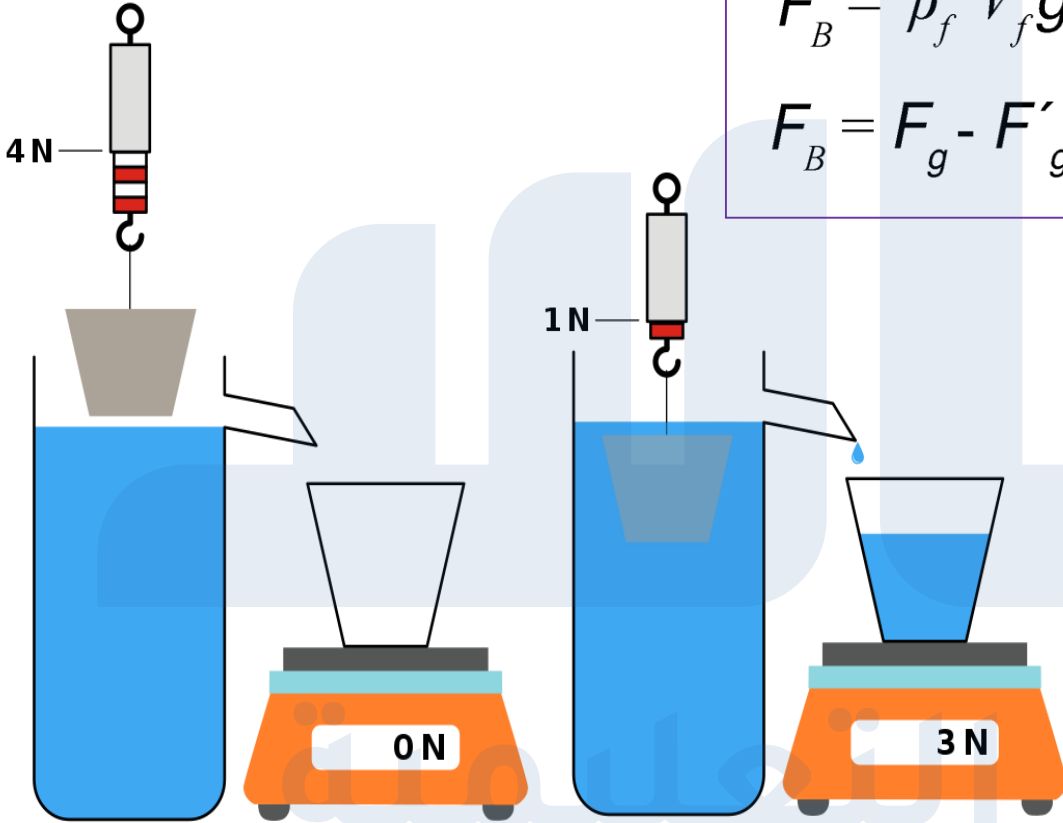
$m_o$  : كتلة الجسم،  $\rho_o$  : كثافة الجسم،  $V_o$  : حجم الجسم.

$m_f$  : كتلة الماء المزاح.

$F'_g$  : وزن الجسم في المائع = محصلة قوتي الطفو والوزن

الحقيقي للجسم ( $F'_g = F_g - F_B$ )، ويسمى الوزن الظاهري

ويساوي قوة الشد في الحبل ( $F'_T = F'_g$ )



## قاعدة أرخميدس

تُطبَّق قاعدة أرخميدس على جميع الأجسام المغمورة بغضِّ النظر عن شكل الجسم ونوع المائع.

✓ **أتحقّق:** أذكر نصّ قاعدة أرخميدس بالكلمات، وأعبر عنها بالرموز.

«قوة الطفو المؤثرة في الجسم المغمور كلياً أو جزئياً في مائع تساوي وزن المائع المزاح».



## الموائع الساكنة



الأجسام المغمورة كلياً في المائع (الانغمار الكلي)

عندما يُغمَرُ جسمٌ ما (كالحجر مثلاً) كما في الشكل (6) فإنَّ:

- حجم الجسم يساوي حجم المائع المزاح  $V_o = V_f$
- قاعدة أرخميدس:

$$F_B = F_{gf} = F_g - F'_g$$

منصة أساس التعليمية



### الأجسام الطافية على سطح المائع (الانغمار الجزئي)

عند وضع كرة قدم في مائع (مثل الماء) كما في الشكل (8)، فإن جزءاً منها يطفو على سطح المائع، أي أن حجم السائل المزاح  $V_f$  يساوي حجم الجزء المغمور من الجسم وهو أقل من حجم الجسم.

وفي هذه الحالة فإن:

وزن الجسم في المائع (الوزن الظاهري) يساوي صفراً ( $F'_g = 0$ ).

وبالتالي؛ فإن:

قوة الطفو = وزن السائل المزاح = وزن الجسم الحقيقي

$$F_B = F_{gf} = F_g - F'_g = F_g - 0 = F_g$$

الجدول (1): حالات قاعدة أرخميدس

حالة الجسم	حجم السائل المزاح $V_f$	قوة الطفو $F_B$	اتجاه محصلة القوى	الحالة
ينغمر ويهبط في المائع	$V_f = V_0$	$F_B < F_g$	$-y$	$\rho_o > \rho_f$
يبقى معلقاً في المائع	$V_f = V_0$	$F_B = F_g$	$\Sigma F = 0$	$\rho_o = \rho_f$
يطفو جزء منه فوق سطح المائع	$V_f = \text{حجم الجزء المغمور من الجسم}$	$F_B = F_g$	$\Sigma F = 0$	$\rho_o < \rho_f$



المثال ١

غواصة Atlantis XII أسطوانية الشكل حجمها  $250 \text{ m}^3$  تقريبًا. تحمل السياح إلى أعماق تصل إلى 30 مترًا؛ لمشاهدة الشعاب المرجانية في سواحل المكسيك. باعتبار كثافة مياه البحر  $1024 \text{ kg m}^{-3}$ ؛

أحسب:

أ. ضغط الماء عند هذا العمق.

ب. قوة الطفو.

منصة أساس التعليمية

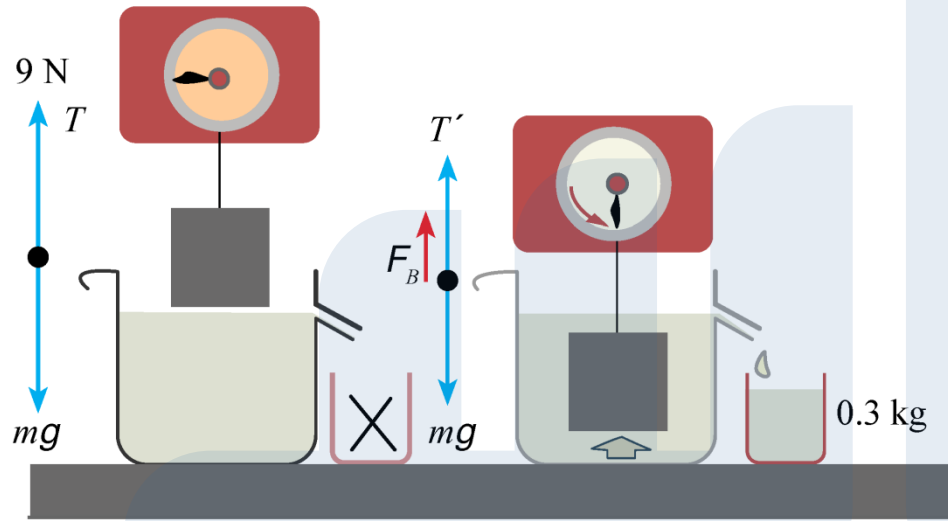
## المثال 2

قامت ماريّة بإجراء تجربة للتحقق من قاعدة أرخميدس، اعتمادًا على البيانات المبينة في الشكل (7) وباعتبار كثافة الماء  $1000 \text{ kg m}^3$ ؛ أجد:

أ. قوة الطفو.

ب. قراءة الميزان بعد غمر الجسم في الماء.

ج. حجم الجسم.



كرة فلزية وزنها في الهواء  $10\text{ N}$  غُمرت في الماء فخسرت  
من وزنها  $3.5\text{ N}$ ، باعتبار كثافة الماء  $1000\text{ kg m}^3$  أجد:  
أ . قوة الطفو.  
ب . وزن الكرة في الماء.  
ج . كثافة مادة الكرة.

المثال 3

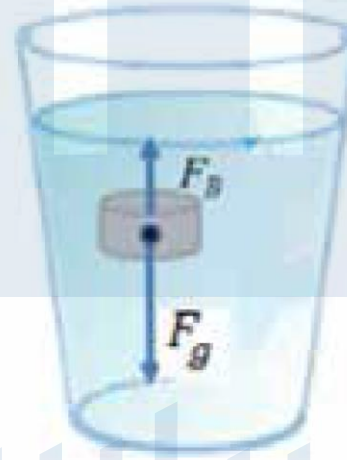
كرة مطاطية حجمها  $0.004 \text{ m}^3$  وكثافتها  $970 \text{ kg m}^{-3}$ ، ووضعت في سائل كثافته  $1200 \text{ kg m}^{-3}$ ،  
أحسب حجم الجزء المغمور من الكرة.

المثال 4

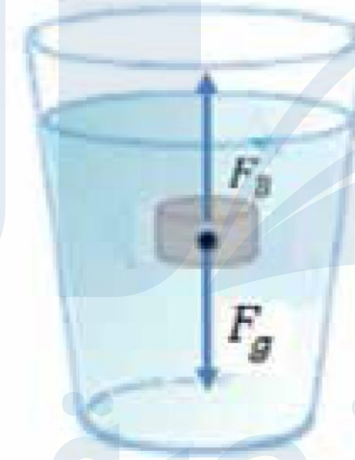
وُضِعَتْ ثلاثة أجسام متماثلة تمامًا داخل ثلاثِ كؤوسٍ مملوءةٍ بسوائلٍ مختلفةٍ، وتُركت حرة الحركة، ومثلت قوتا الطفو ووزن الجسم بأسهم، كما في الشكل (9). أجب عما يأتي:

أ. أرتب السوائل في الكؤوس تنازلياً حسب كثافتها.

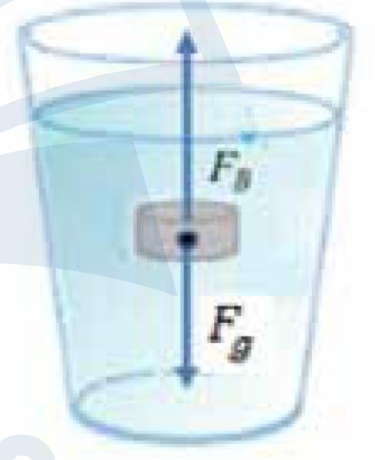
ب. أصف حركة الأجسام.



(ج)  
 $F_B < F_g$



(ب)  
 $F_B = F_g$



(أ)  
 $F_B > F_g$



### المثال 5



الشكل (10): قارب ينقل عددًا من المهاجرين.

قاربٌ مطاطيٌّ كتلته  $200 \text{ kg}$  ومتوسطُ كثافته  $100 \text{ kg m}^3$  ينقلُ عددًا من المهاجرين، كما في الشكل (10)، إذا علمتُ أنَّ كثافة ماء البحر  $1024 \text{ kg m}^3$  فأجدُ كتلة أكبر حمولةٍ يمكنُ وضعها فوق سطح القارب؛ بحيثُ يبقى طافيًا (حافة القارب العلوية عند سطح الماء تمامًا).  
برأيك هل هذه الحمولة آمنة؟

المثال ٦

بالون قطره 0.4 m يحوي غاز الهيليوم، وهو متزن في الهواء، فإذا علمت أن كثافة الهيليوم  $0.179 \text{ kg m}^3$  فأجد قوة الطفو (أهمل كتلة مادة البالون).

## تطبيقات قاعدة أرخميدس السفينة



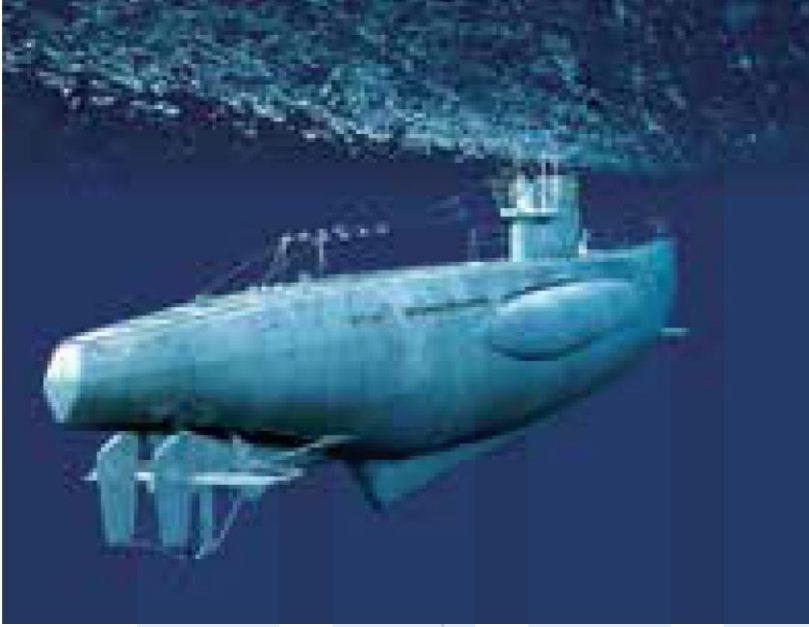
كيف تطفو السفينة على سطح الماء وهي مصنوعة من الحديد في حين يغرق مسمار الحديد في الماء؟

عندما تطفو السفينة على سطح البحر تكون قوة الطفو مساوية لوزنها؛ لذا تُصنع السفينة بحيث تحوي تجويفاً كبيراً يزيد من حجمها ويقلل من متوسط كثافتها؛ ليصبح أقل من كثافة الماء، وعند إنزال السفينة إلى الماء فإن حجم الماء المزاح - والمساوي لحجم الجزء المغمور من السفينة - يزداد بالتدريج فتزداد تبعاً لذلك قوة الطفو حسب قاعدة أرخميدس (قوة الطفو تساوي وزن الماء المزاح) إلى أن تصبح قوة الطفو مساوية لوزن السفينة كما في الشكل (11)، عند تلك اللحظة يتوقف ازدياد حجم الجزء المغمور من السفينة لتطفو على سطح الماء؛ حيث محصلة القوى المؤثرة عليها تساوي صفراً.

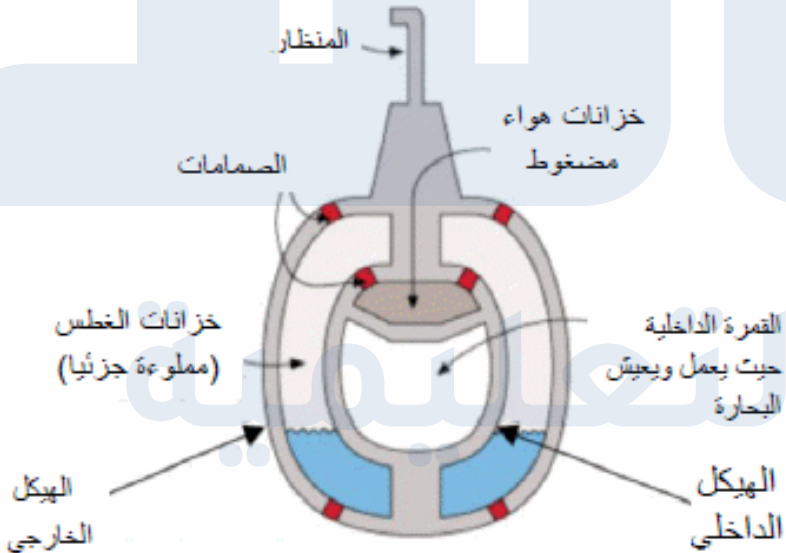
**أفكر:** تطفو السفينة بشكل أكبر في المياه المالحة منها في المياه العذبة؟

منصة أساس التعليمية

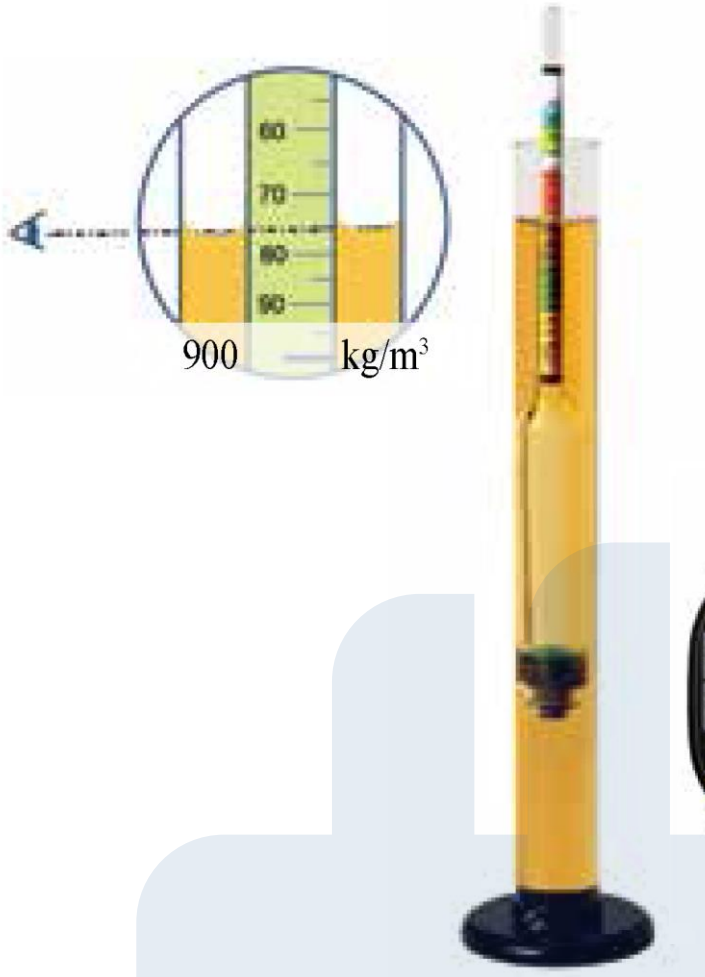
## تطبيقات قاعدة أرخميدس الغواصة



هي سفينة متخصصة يمكنها الغوص والتنقل تحت سطح الماء على أعماق مختلفة، وبإمكانها أن تطفو، أنظر الشكل (12). وتحتوي الغواصة خزانات كبيرة يجري إدخال الماء إليها أو إخراجها منها، فيزداد متوسط كثافتها أو يقل لتصبح قوة الطفو إما أكبر من وزن الغواصة فتطفو وإما أقل فتغبط أو مساوية فتبقى معلقة على عمق ثابت في الماء. وتستخدم الغواصة للأغراض العسكرية وللأغراض المدنية كذلك، مثل: الأبحاث العلمية والسياحة.



### تطبيقات قاعدة أرخميدس مقياس كثافة السوائل Hydrometer



أداة تُستخدم لقياس كثافة السائل؛ مثل: قياس كثافة الحليب، وكثافة محلول بطارية السيارة، وغيرها.

يوضع الأنبوب في السائل المراد قياس كثافته فيطفو ليستقر عند تدرج محدد يمثل كثافة السائل، أنظر الشكل (13)، وكلما زادت كثافة السائل ازدادت قوة الطفو ليرتفع المقياس في السائل إلى أعلى بشكل أكبر. كم تبلغ كثافة البنزين في الشكل؟

ويُفضل استخدام المقياس الإلكتروني، كما في الشكل (14)؛ لأنه أكثر دقة وسهولة في الاستخدام.

الشكل (13): قياس كثافة البنزين باستخدام مقياس كثافة السوائل.





تُستخدَمُ المناطيدُ في أغراضٍ مختلفةٍ مثل: السياحةِ والرياضةِ والرصدِ الجويِّ؛ حيثُ يتسارعُ المنطادُ إلى أعلى، ويرتفعُ في الهواءِ عندما يكونُ وزنهُ أقلَّ منْ قوةِ الطفوِ المؤثرةِ فيه منْ قبلِ الهواءِ المحيطِ به. وفي حالِ كانتْ قوةُ الطفوِ أقلَّ منْ وزنه يتسارعُ إلى أسفلٍ ويهبطُ. متى يبقى معلقاً في الهواءِ؟

### تطبيقات قاعدة أرخميدس المنطاد



الشكل (15): منطاد مملوء بالغاز.



الشكل (16): منطاد الهواء الساخن.

تُصنّف المناطق حسب نوعية الغاز المُحمّل بها؛ فمثلاً: المنطاد الغازي الذي يكون مملوءاً بغاز أخفّ من الهواء الجويّ، كغاز الهيليوم أو الهيدروجين؛ مثلما في الشكل (15). وهناك نوع آخر يُستخدم حالياً بشكل كبير، وهو منطاد الهواء الساخن، أنظر الشكل (16)، حيث يجري التحكم بصعوده أو هبوطه من خلال تقليل درجة حرارة الهواء داخله، أو زيادتها.

وتوجد تطبيقات أخرى كثيرة تعتمد على قاعدة أرخميدس مثل: العوامة الميكانيكية المستخدمة في خزانات المياه، وحركة الأسماك صعوداً وهبوطاً في الماء من خلال الحويصلات الهوائية، والسباحة وغيرها.



## الموائع الساكنة



**أفكر:** لماذا يرتفع البالون في الهواء بتسارع أكبر في الأجواء الباردة مقارنةً بتسارعه في الأجواء الساخنة؟

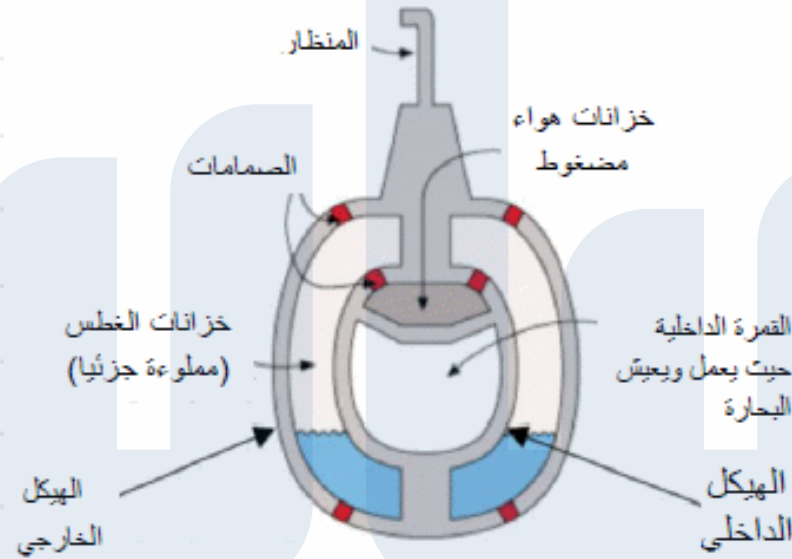
منصة أساسيات التعليم

✓ **أتحقق:** كيف يمكن التحكم بصعود كل مما يأتي وهبوطه:

1. منطاد الهواء الساخن.



2. الغواصة.



# منصة أساس تعليمية

## مراجعة الدرس

1. أفسرُ كلاً مما يأتي:

أ . بعضُ الأجسام تطفو فوق سطح الماء، وبعضُها يبقى معلقاً، وبعضُ آخرُ ينغمرُ ليستقرَّ في الأسفلِ.

ب. السباحةُ في البحرِ الميتِ أسهلُ بكثيرٍ منها في المياهِ العذبةِ.

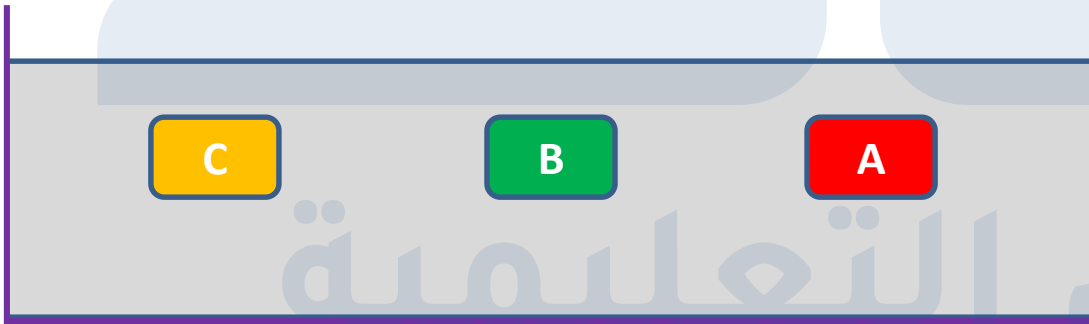
منصة أساس التعليمية

## مراجعة الدرس

2. ثلاثة مجسمات متماثلة في الحجم (زجاج، مطاط، سيليكون) كثافته كل منها على الترتيب  $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ،  $9.7 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$  ،  $1.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ووضعت داخل حوض جليسرين كثافته  $1.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . أجب عما يأتي:

أ. **أقارن** بين قوة الطفو المؤثرة في كل مجسم.

ب. **أقارن** بين مقدار تسارع كل مجسم، واتجاهه.



## مراجعة الدرس

3. **السبب والنتيجة:** ماذا يحدث في كل حالة مما يأتي:

أ . تفريغُ خزاناتِ المياهِ من الغواصةِ.

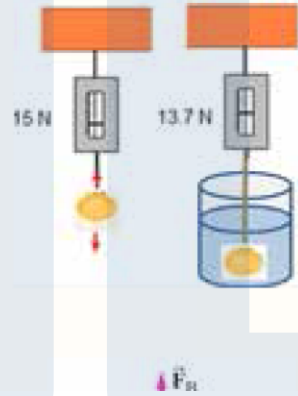
ب. تقليلُ درجةِ حرارةِ الهواءِ داخلَ المنطادِ.

ج. زيادةُ حجمِ التجويفِ في السفينةِ.

4. **أحسب:** قاربٌ مطاطيٌّ يطفو نصفُ حجمه فوق سطحِ البحرِ، فإذا علمتَ أنَّ كثافةَ مياهِ البحرِ  $1024 \text{ kg m}^{-3}$  فأجدُ متوسطَ كثافةِ القاربِ.

## مراجعة الدرس

5. وجدت نورُ قطعة نقدية قديمة لونها أصفر تشبه الذهب، أرادت التأكد من أن القطعة مصنوعة من الذهب؛ فعلقت القطعة بميزان نابضي حساس فكانت قراءة الميزان  $15\text{ N}$  (في الهواء) كما في الشكل، وعند غمرها في الماء أصبحت قراءة الميزان  $13.7\text{ N}$ ، أجب عما يأتي:



أ. أرسم مخطط الجسم الحر للقطعة بعد غمرها في الماء.

ب. **أحسب** قوة الطفو.

ج. **أصدر حكماً:** هل القطعة النقدية مصنوعة من الذهب؟

علمًا بأن كثافة الذهب  $(19.3 \times 10^3\text{ kg m}^{-3})$ .

## مراجعة الدرس



6. **أحسب:** بالونٌ مملوءٌ بغازِ الهيليوم، ما أقلُّ حجمٍ للبالونِ ليتمكنَ من رفعِ ثلاثةِ أشخاصٍ مجموعُ كتلتهم يساوي  $180 \text{ kg}$ ، علماً بأنَّ كتلةَ السلةِ التي تحملهم معَ كتلةِ مادةِ البالونِ تساوي  $30 \text{ kg}$ ، وكثافةَ الهواءِ  $1.29 \text{ kg m}^{-3}$  وكثافةَ الهيليومِ  $0.179 \text{ kg m}^{-3}$



حسن الخلق  
يستر كثيراً من السيئات  
كها أن سوء الخلق  
يغطي كثيراً من الحسنات



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الموائع

الموائع  
المتحركة

منصة أساس التعليمية

# الموائع المتحركة

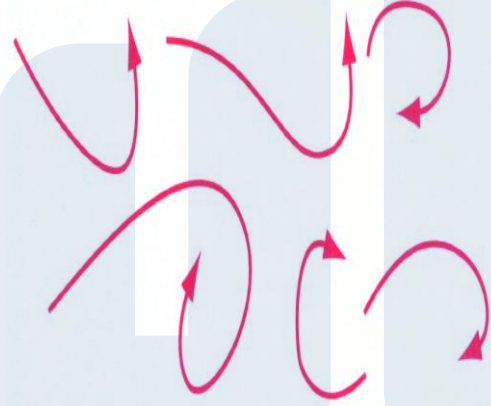
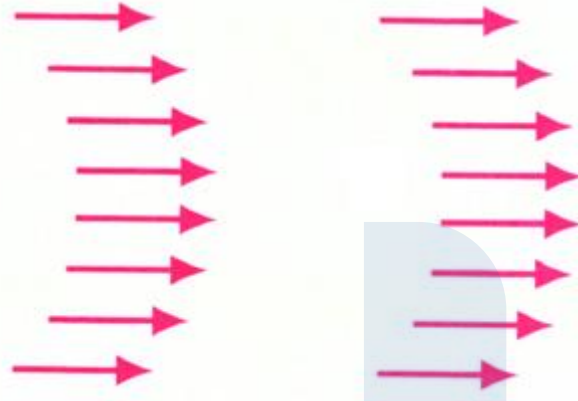
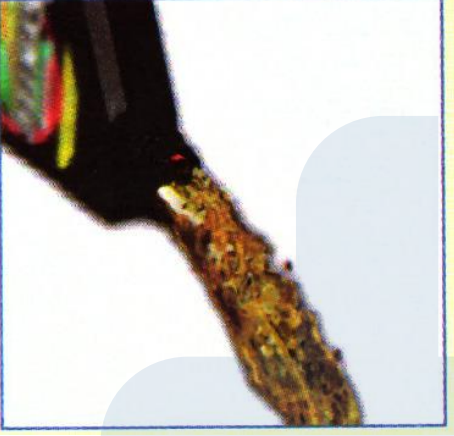
## أنواع الجريان

يمكن التمييز بين نوعين رئيسيين من جريان الموائع؛ هما: الجريان المنتظم، والجريان غير المنتظم.

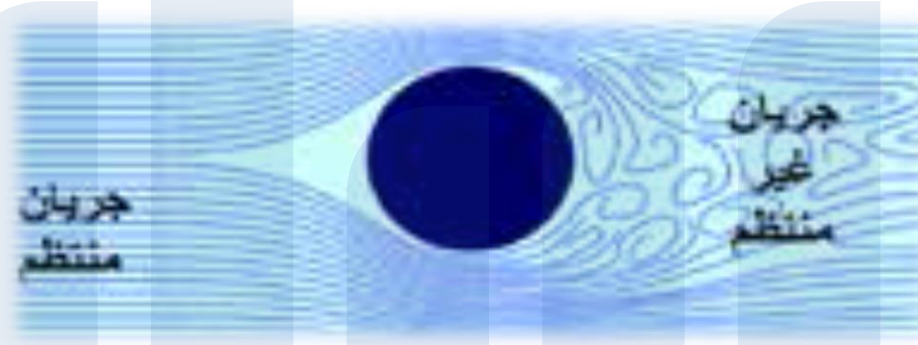
المائع الذي تكون سرعة جزيئاته عند نقطة معينة فيه ثابتة لا تتغير مع الزمن، ولكنها يمكن أن تتغير من نقطة إلى أخرى، يسمى جرياناً منتظماً **Steady Flow** أو انسيابياً.

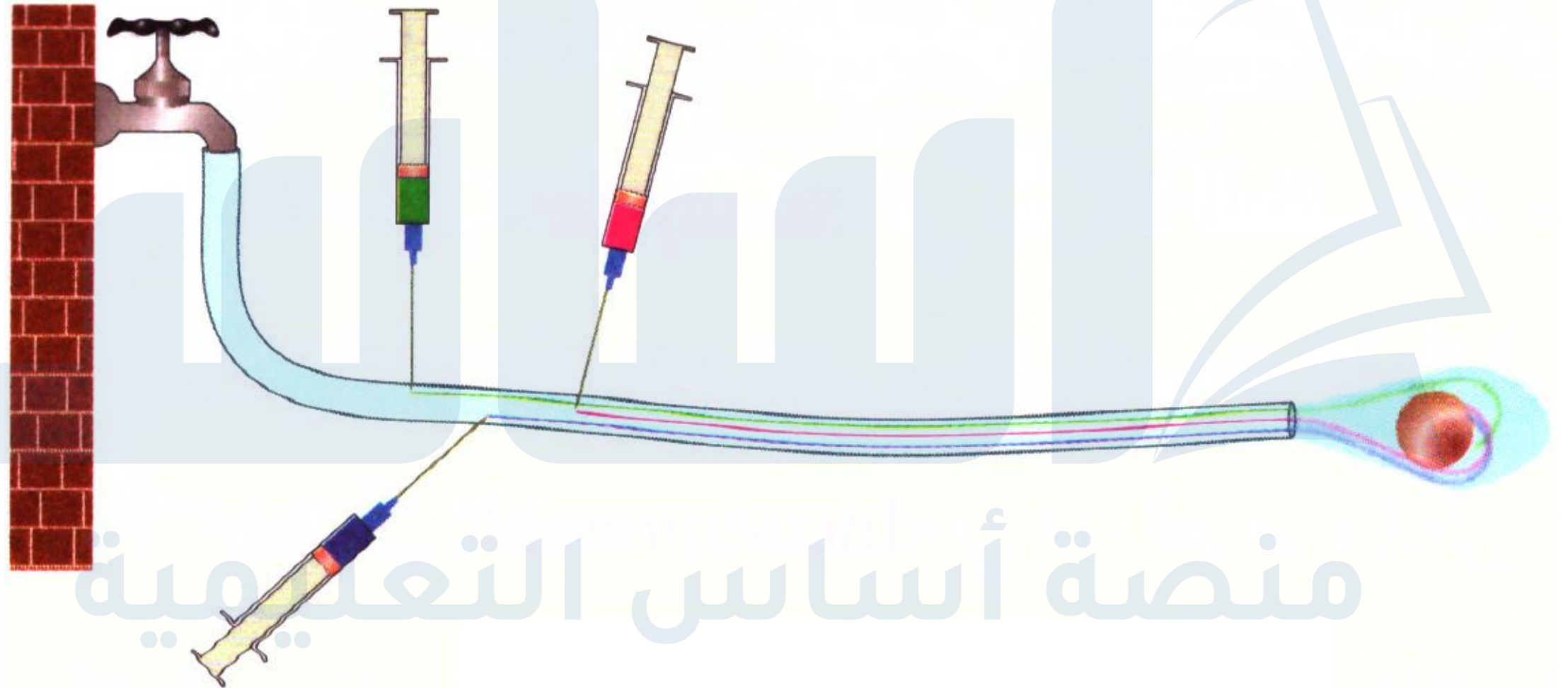
**سؤال: هل يبقى الجريان منتظماً مع زيادة السرعة؟**

يبقى جريان المائع منتظماً ما لم تتجاوز سرعته قيمة معينة تسمى السرعة الحدية؛ فإن تجاوزها يتحول جريان المائع من جريان منتظم إلى جريان غير منتظم



هو جريان تتغير سرعة المائع عند نقطة ما فيه مع الزمن



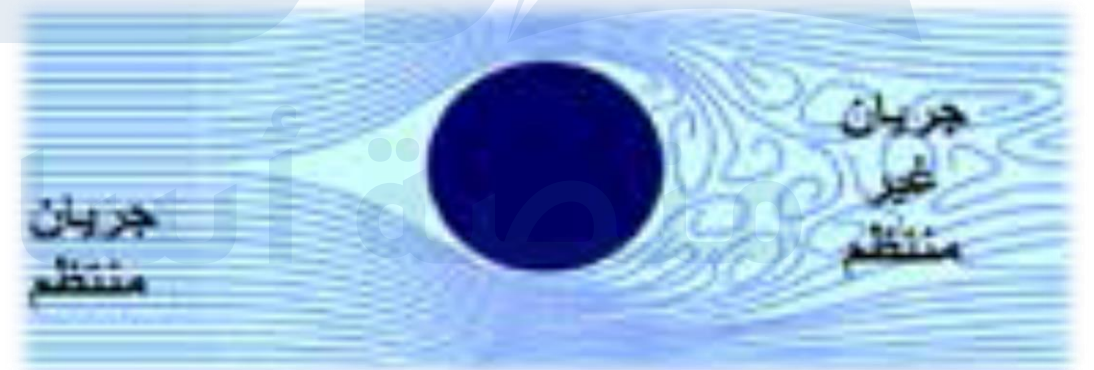


### خصائص خطوط الجريان

خطَّ الجريانِ هوَ خطُّ يمثلُ مسارَ جزيئاتِ المائعِ عندَ جريانِها

ويُسمى الأنبوب الذي يحدث فيه الجريان أنبوب الجريان.

وقد يكون أنبوب الجريان محصورًا بجدار كما في خرطوم الماء، أو غير محصور بجدار عندما يكون مفتوحًا، كما في أنبوب جريان تيار الهواء الداخل من النافذة باتجاه الباب





## خصائص خطوط الجريان

لتعرّف خصائص خطوط الجريان، تأمل الشكل (٧-٥)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

■ هل تتساوى كثافة خطوط الجريان عبر أنبوب الجريان؟ على ماذا يدل ذلك؟

لا، يدل على أن سرعة المائع تتغير من نقطة إلى أخرى.

■ ماذا يحدث لمقدار سرعة جريان الدقائق واتجاهها بين نقطة وأخرى في أثناء جريانها في الأنبوب؟

تتغير سرعة جريان المائع بتغير مساحة مقطع أنبوب الجريان.



### خصائص خطوط الجريان



لتعرّف خصائص خطوط الجريان، تأمل الشكل (٧-٥)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

■ هل تتقاطع خطوط الجريان؟ ماذا يعني تقاطعها؟

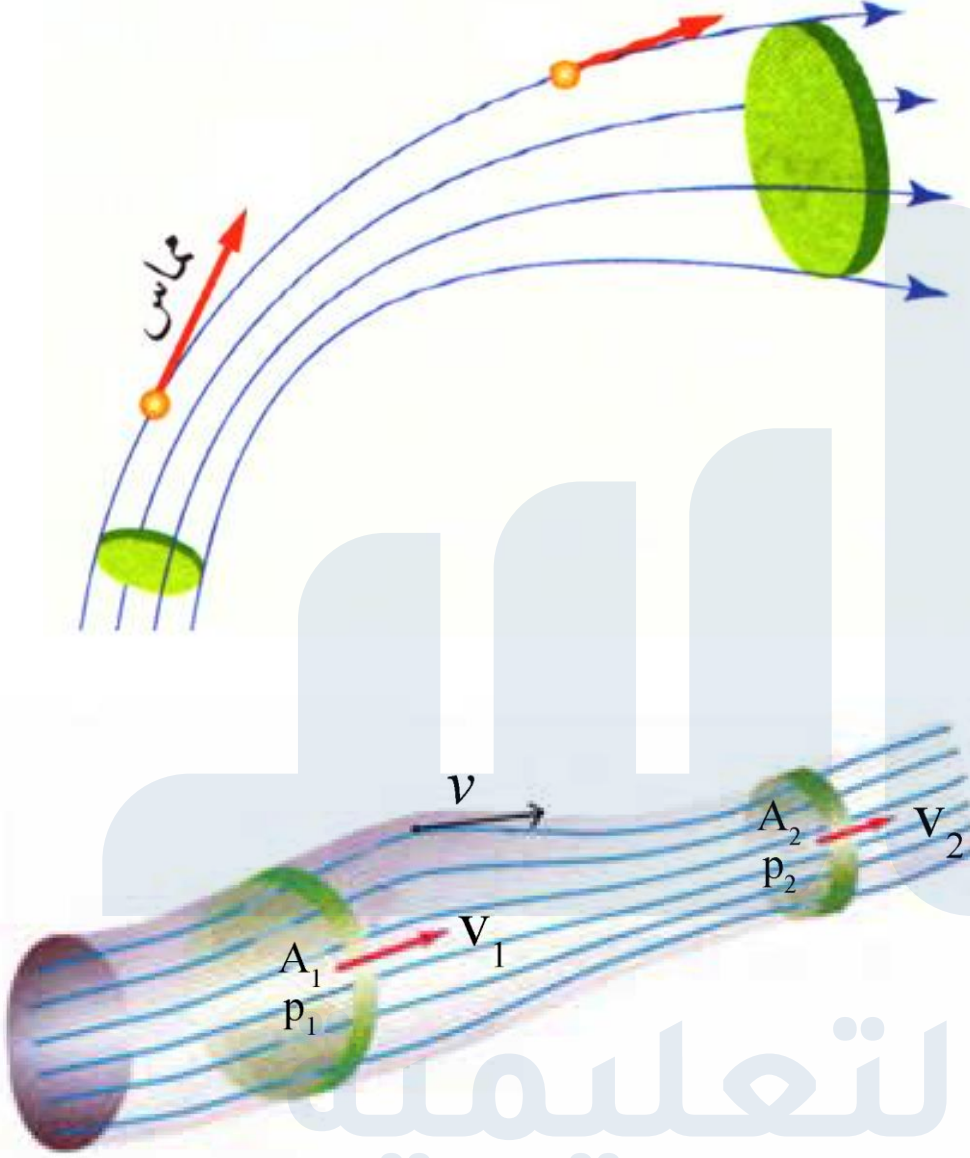
لا تتقاطع خطوط الجريان، لو تقاطعت فهذا يعني وجود أكثر من اتجاه لدقائق المائع المتحركة عند تلك النقطة.

■ ما الذي يمثله اتجاه المماس لخط الجريان؟ اتجاه سرعة جريان المائع.

## الموائع المتحركة

### خصائص خطوط الجريان

- تمتاز الخطوط بخصائص عدة، منها:
- أنها لا تتقاطع.
- كثافتها (عدد خطوط الجريان التي تمر عمودياً بوحدة المساحة )
- تزداد بزيادة سرعة المائع
- المماسُّ لأيَّة نقطة على خطِّ الجريان يحدد اتجاه سرعة جزيء المائع عند تلك النقطة.



منصة أساس التعليم



## المائع المثالي

حركة المائع الحقيقي معقدة وغير مفهومة بصورة كاملة

لذلك تم وضع

## نموذج المائع المثالي

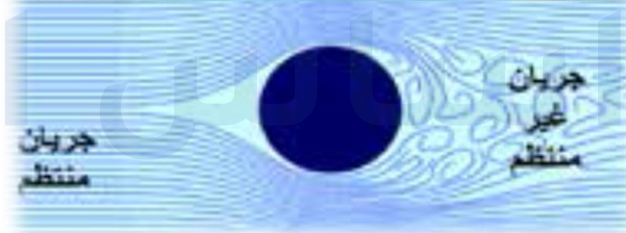
نموذج وضعه العلماء، لتسهيل دراسة المائع الحقيقي المتحرك باستخدام أربعة افتراضات هي:

1. جريان منتظم
2. مائع غير قابل للانضغاط
3. غير لزج
4. غير دوّامي

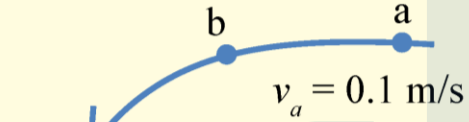
## الموائع المتحركة

### خصائص المائع المثالي

1. جريان منتظم ← نفترض أن سرعة المائع عند أي نقطة في المائع تبقى ثابتة مع الزمن



**أفكر:** يمثل الشكل خط جريان منتظم لمائع، وسرعة جزيء الماء لحظة مروره بالنقطة  $(a)$   $0.1 \text{ m/s}$ ، بناءً على ما تقدم؛ أجب عما يأتي:



أ. كم تبلغ سرعة جزيء آخر من الماء لحظة مروره بالنقطة  $(a)$  بعد 4 ثوانٍ من مرور الجزيء الأول؟  
ب. هل سرعة جزيء المائع عند مروره بالنقاط  $b$  و  $c$  هي نفسها عند مروره بالنقطة  $(a)$ ؟

### خصائص المائع المثالي

2. مائع غير قابل للانضغاط ← يمكن اعتبار أن كثافة المائع تبقى ثابتة مع مرور الزمن.

المائع الذي تبقى كثافته ثابتة ولا تتغير أثناء جريانه يعدُّ مائعًا غير قابلٍ للانضغاط **Incompressible fluid**، أما المائع الذي تتغير كثافته، تحت تأثير قوةٍ مثلاً، فيعدُّ مائعًا قابلاً للانضغاط **compressible fluid**.

## الموائع المتحركة

### خصائص المائع المثالي

3. غير لزج ← يمكن إهمال قوى الاحتكاك الداخلية (اللزوجة) بين طبقات المائع

وتعدُّ لزوجة السائل مقياسًا لمقاومة طبقات المائع لهذه الحركة  
فكلما زادت لزوجة المائع قلَّت قابليته للجريان  
وبذلك تنخفض سرعته



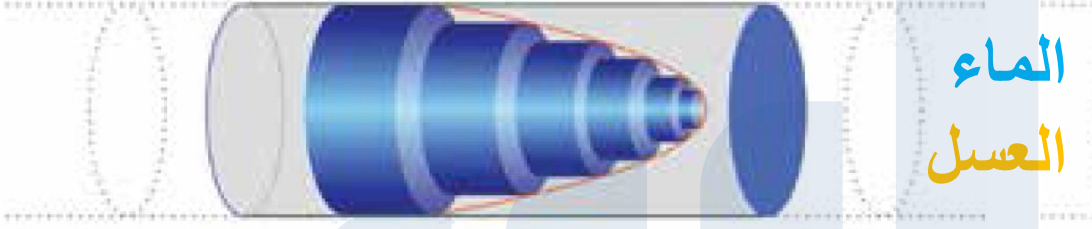
## الموائع المتحركة

### خصائص المائع المثالي

3. غير لزج ← يمكن إهمال قوى الاحتكاك الداخلية (اللزوجة) بين طبقات المائع

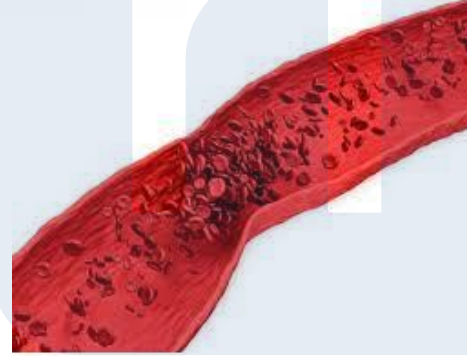
تأثير اللزوجة في جريان السائل يقابله تأثير قوة الاحتكاك في انزلاق جسم على سطح خشن

الماء  
العسل



المائع غير اللزج

المائع الذي لا يوجد قوى احتكاك بين طبقاته أثناء جريانه.



زيادة لزوجة الدم مثلاً قد تؤدي إلى زيادة مخاطر الإصابة بالجلطات الدموية عند الإنسان؛ حيث يصعب جريان الدم داخل الشرايين فيعطى المريض أدوية تقلل لزوجة الدم (وهي أدوية مميعة).



## الموائع المتحركة

### خصائص المائع المثالي

4. غير دوّامي ← أي أن جزيئات المائع لا تتحرك حركة دورانية حول أي نقطة.

عندما تدور جميع جزيئات المائع حول مركز أو محور دورانٍ إضافةً إلى حركتها الانتقالية فإنَّ جريانَ المائع يكونُ دوامياً

الجرّيانُ غيرُ الدوامي

الجرّيانُ الذي لا تدورُ جزيئاته  
حولَ مركزِ دورانٍ



منصة اساس التعليمية

المائع الذي يتصف بالخصائص الأربع (جريانه منتظم، غير قابل للانضغاط غير لزج، غير دوامي)

✓ **أتحقق:** ما الخاصية التي يمتلكها المائع المتحرك في الحالات الآتية:

أ. كثافته ثابتة لا تتغير أثناء جريانه.

ب. توجد قوى احتكاك (قوى مقاومة) بين طبقاته أثناء جريانه.

ج. لا تدور جزيئاته حول مركز دوران أثناء جريانه.



منصة أساس التعليمية



لعلك لاحظت من المشاهدة العملية أن سرعة المائع المتحرك تعتمد على مساحة مقطع أنبوب الجريان

فكلما صُغرت مساحة مقطع أنبوب الجريان زادت سرعة المائع ويمكن استخدام هذه النتيجة في التوصل إلى ما يُسمى

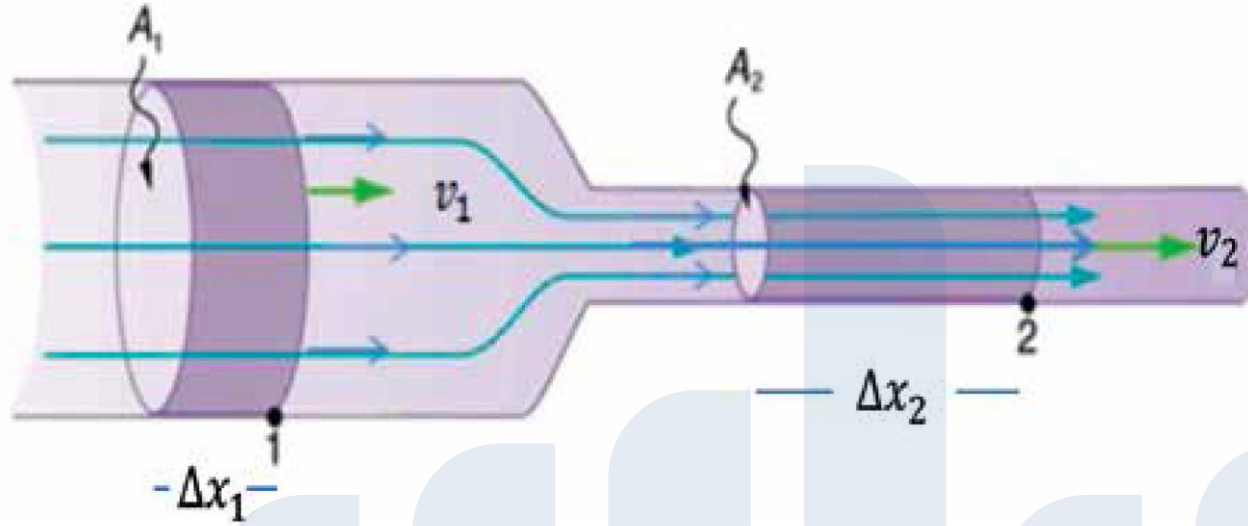
معادلة الاستمرارية

منصة أساس التعليمية



## معادلة الاستمرارية

باستخدام قانون حفظ المادة (الكتلة)



الشكل (24): جريان مائع  
مثالي في أنبوب جريان  
أفقي، مساحة مقطعه متغيرة.

## الموائع المتحركة

### معادلة الاستمرارية

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

يُعبّر عنها بالكلمات كما يأتي: «حاصل ضرب مساحة المقطع العرضي لأنبوب جريان المائع في سرعة المائع عند ذلك المقطع يساوي مقدارًا ثابتًا ( $Av = \text{constant}$ )».

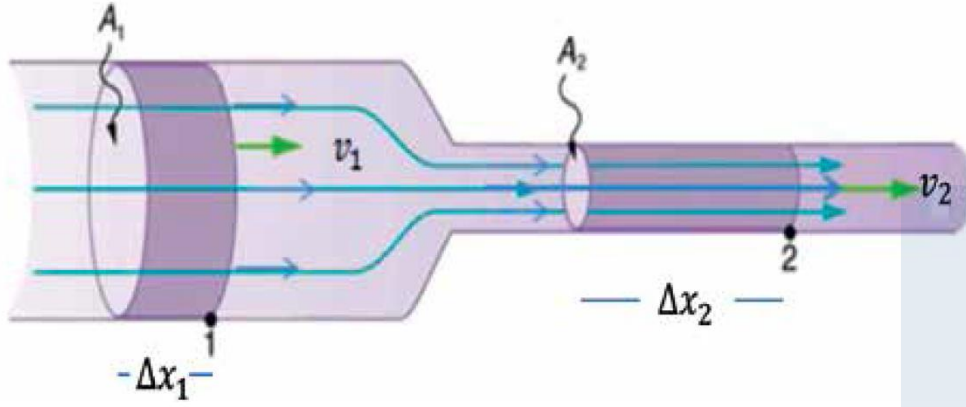
$$\frac{V}{\Delta t}$$

معدل التدفق الحجمي

هو حجم المائع الذي يعبر مساحة مقطع معين من الأنبوب في وحدة الزمن

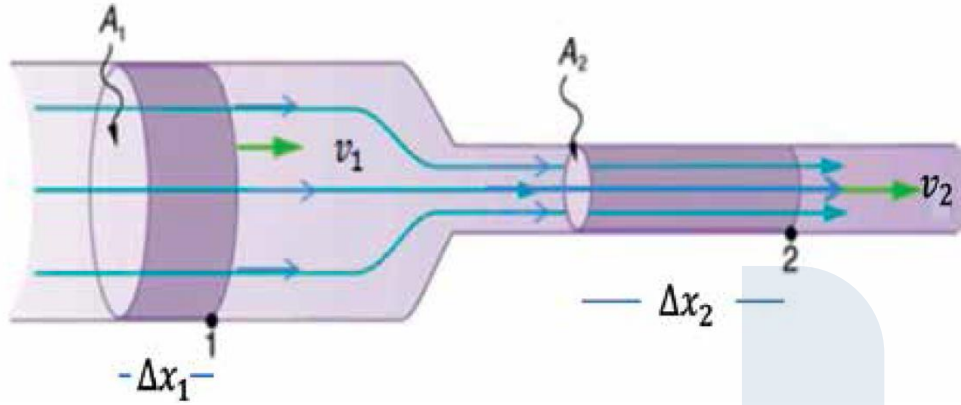
يمثل المقدار  $Av$  معدل التدفق الحجمي ← وحدة قياسه  $m^3/s$  في النظام الدولي للوحدات.

$$Av = \frac{V}{\Delta t}$$



# الموائع المتحركة

## معادلة الاستمرارية



معادلة الاستمرارية تعبير رياضي عن مبدأ حفظ الكتلة

تزداد سرعة المائع لضمان مرور الحجم نفسه من المائع في الزمن نفسه

أهمية معادلة الاستمرارية

تصف حركة المائع عند مروره في أنبوب جريان تتغير مساحة مقطعه

وتفسر معادلة الاستمرارية كثيرًا من المشاهدات مثل تدفق مياه النهر بسرعة أكبر في الأماكن التي يضيق فيها مجرى النهر عن تلك التي يتسع فيها المجرى.



منصة أساس



## الموائع المتحركة



**أفكر:**

أفسرُ ما يأتي:

- أ. زيادة سرعة الماء المتدفق من خرطوم المياه عند الضغط على فوهته؟
- ب. نقصان اتساع مجرى الماء في الشكل (23) أثناء سقوطه نحو الأسفل؟

ب. أثناء نزول المياه من فتحة الصنبور إلى أسفل تزداد طاقة حركتها، ومن ثم سرعتها بفعل الجاذبية الأرضية، وحسب معادلة الاستمرارية فإن مساحة مقطع مجرى الماء تقل.

أ. عند الضغط على فوهة الخرطوم تقل مساحة مقطع فوهته، فتزداد سرعة تدفق الماء؛ حسب معادلة الاستمرارية:

$$(A_1 v_1 = A_2 v_2)$$

✓ **أتحقق:** ما العوامل التي يعتمد عليها معدل تدفق المائع من مقطع

ما في أنبوب الجريان؟

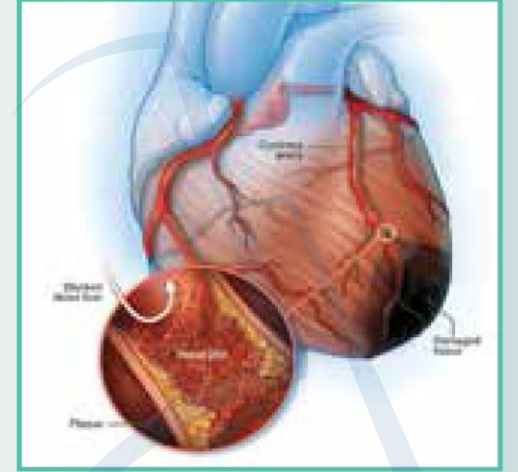
$$\frac{V}{\Delta t}$$

معدل التدفق الحجمي

أ) حجم المائع المتدفق الحجمي. ب) زمن التدفق.

## الموائع المتحركة

### الفيزياء والطب



عند حدوث انسداد جزئي أو كلي لبعض الشرايين التي تغذي عضلة القلب؛ نتيجة تراكم المواد الدهنية على جدران الشرايين الداخلية مسببة تضيقاً في الشرايين، كما يبدو في الشكل: تزداد سرعة تدفق الدم في تلك الشرايين حسب معادلة الاستمرارية، فيلجأ الأطباء إلى إجراء عملية القسطرة لتوسعة تلك الشرايين باستخدام البالون وتركيب شبكات أحياناً، لذا؛ يُنصح بتناول غذاء صحي وإجراء فحوصات مخبرية دورية للكوليسترول والدهون في الدم.

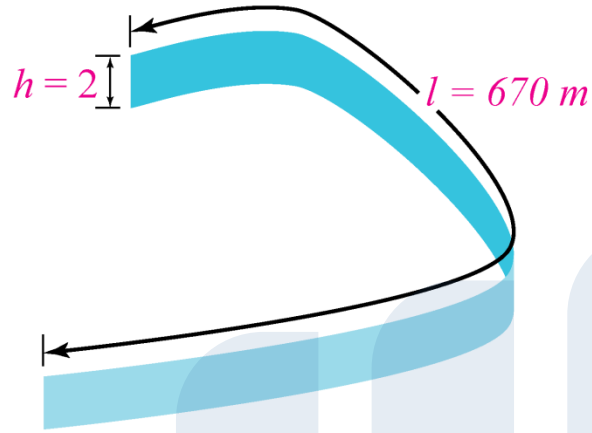
### المثال 6

يضخ قلب الإنسان الدم إلى الشرايين التي تتفرع إلى شعيرات، فإذا علمت أن الدم يتدفق بسرعة  $5 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  في شريان مساحة مقطعه  $6 \text{ mm}^2$ ، يتفرع إلى شعيرات متماثلة مساحة مقطع كل شعيرة منها  $0.3 \text{ mm}^2$  وسرعة تدفق الدم في كل منها  $2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  أجد:

- معدل تدفق الدم في الشريان؟
- عدد الشعيرات التي تفرعت من الشريان؟

نلاحظ أن سرعة اندفاع الدم في الشعيرات الدموية صغيرة (قليلة) جداً مقارنة مع سرعته في الشريان، الأمر الذي يتيح حدوث عمليات تبادل الغازات (الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون) مع الخلايا والأنسجة، إضافة إلى تزويدها بالمواد الغذائية، وهذه من حكم الله عز وجل.





يتدفق الماء في شلالات نياجرا كما في الشكل (25)، وعند لحظة معينة يتدفق بمعدل  $5525 \text{ m}^3/\text{s}$  من مجرى عرضه  $670 \text{ m}$  وعمق الماء فيه تقريباً  $2 \text{ m}$ ، أحسب:

- سرعة الماء المتدفق عند تلك اللحظة.
- حجم الماء المتدفق في 5 دقائق.

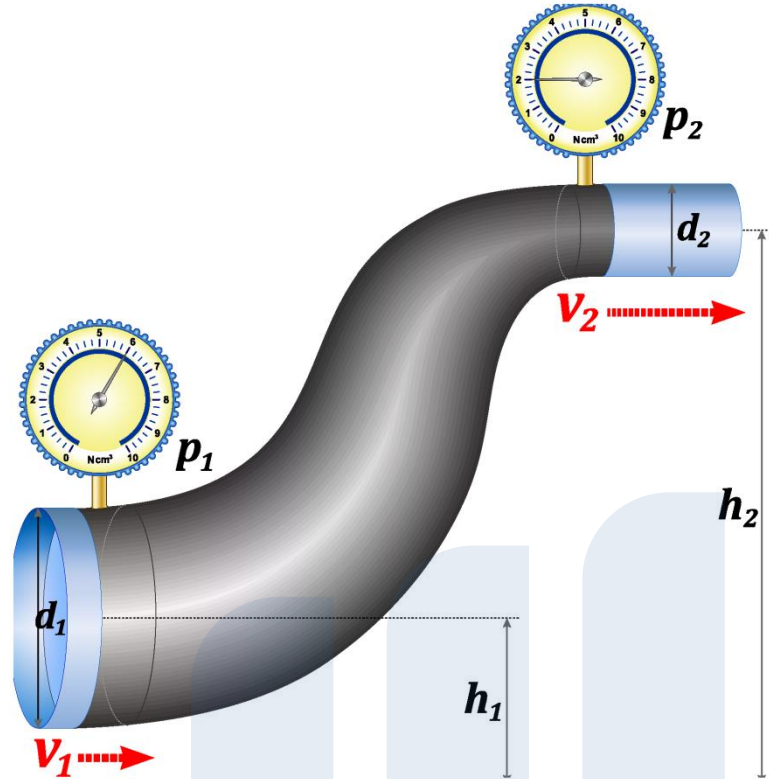
أنبوب ماء نصف قطره 0.02 m يتدفق فيه الماء بمعدل  $1.25 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  يضيق ليصبح نصف قطره 0.01 m، أحسب:

- سرعة تدفق الماء في الجزء الواسع من الأنبوب؟
- سرعة تدفق الماء في الجزء الضيق من الأنبوب؟
- حجم الماء المتدفق من الجزء الضيق في 20 s؟

ربّما تستغربُ وتتساءلُ: كيفَ لطائرةٍ مثلَ الإيربصِ كتلتُها تزيدُ عنَ 300 tons أنَ تطيرَ في الهواءِ؟ وما الذي يجعلُ كرةَ التنسِ ترتفعُ إلى أعلى في الهواءِ داخلَ الكأسِ عندَ تسليطِ تيارٍ هوائيٍّ أفقيٍّ (يؤدي إلى زيادةِ سرعةِ الهواءِ) فوقَ سطحِ الكأسِ، كما في الشكلِ (26)؟



## معادلة برنولي



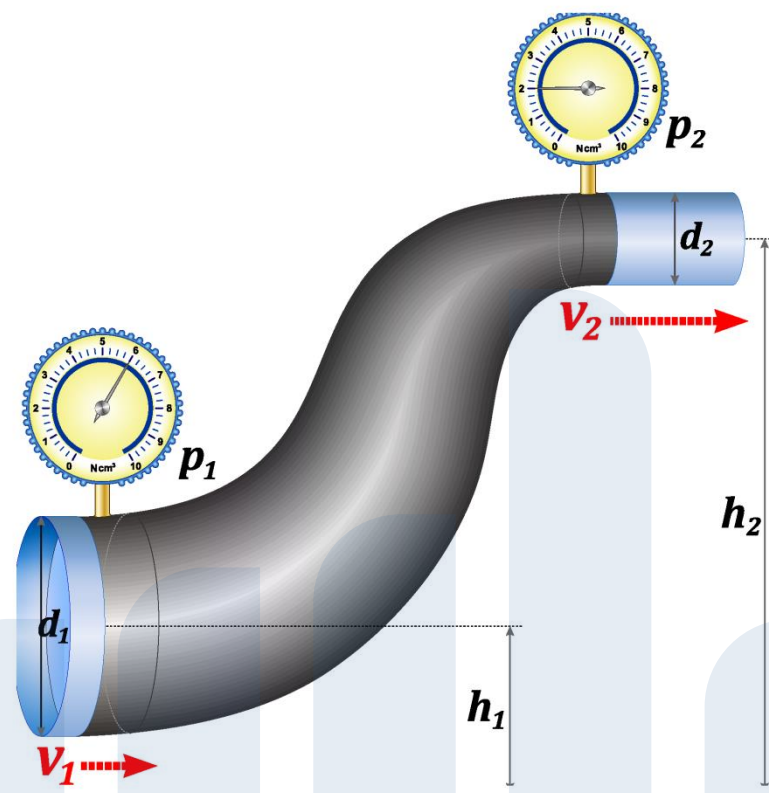
المعادلة التي تربط بين ضغط المائع وسرعته وارتفاعه هي تطبيق لمبدأ حفظ الطاقة على المائع المثالي

« مجموع الضغط والطاقة الميكانيكية (طاقة الوضع + طاقة الحركة) لوحدة الحجم يساوي مقداراً ثابتاً » عند جميع النقاط على طول مجرى المائع المثالي.

ويعبر عنها رياضياً على النحو الآتي:

$$P + \frac{1}{2} \rho_f v^2 + \rho_f gh = Constant$$

## معادلة برنولي



عند مقارنة موقعين (1 و 2) على مجرى السائل نحصلُ على:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_f v_1^2 + \rho_f g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_f v_2^2 + \rho_f g h_2$$

$P_1$ : ضغط المائع عند الموقع الأول.

$P_2$ : ضغط المائع عند الموقع الثاني.

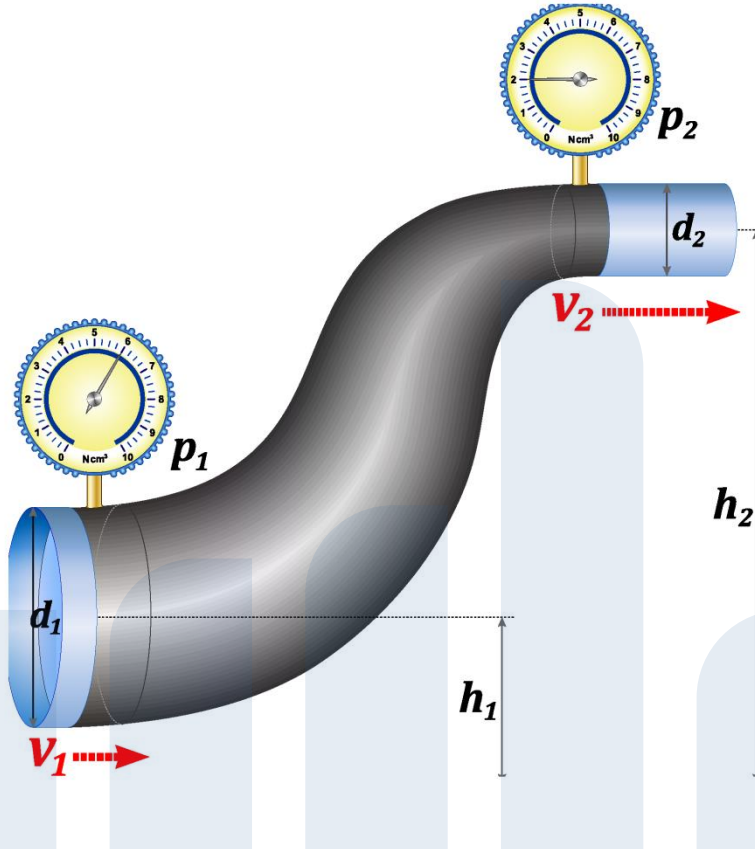
$\rho_f$ : كثافة المائع.

$v_1$ : سرعة المائع في الموقع الأول.

$v_2$ : سرعة المائع في الموقع الثاني.



## معادلة برنولي



عند مقارنة موقعين (1 و 2) على مجرى السائل نحصلُ على:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_f v_1^2 + \rho_f g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_f v_2^2 + \rho_f g h_2$$

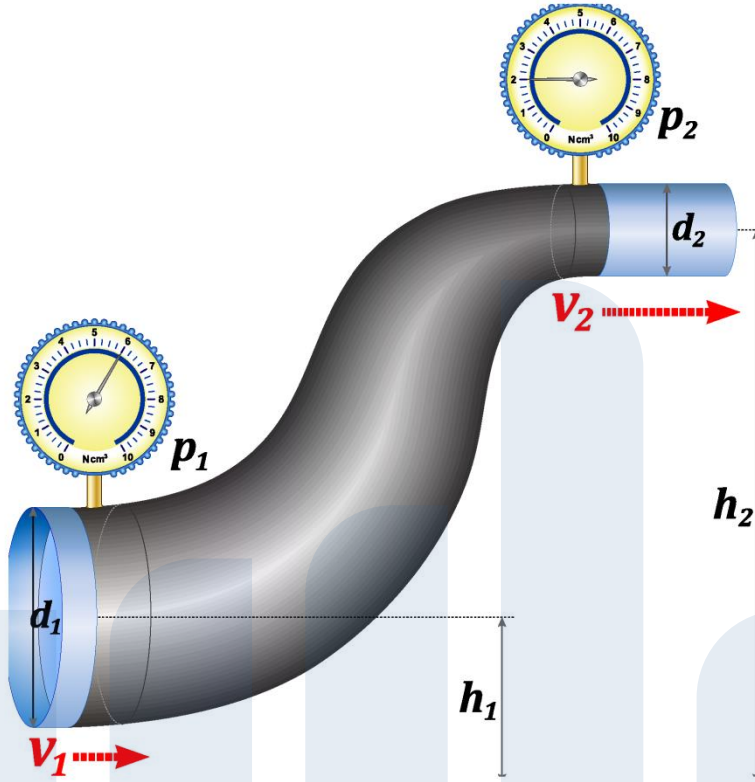
$h_1$ : ارتفاع مركز الأنبوب في الموقع الأول عن مستوى مرجعي (سطح الأرض مثلاً).

$h_2$ : ارتفاع مركز الأنبوب في الموقع الثاني عن المستوى المرجعي نفسه في الموقع الأول.

$g$ : تسارع السقوط الحر.



معادلة برنولي



عند مقارنة موقعين (1 و 2) على مجرى السائل نحصلُ على:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_f v_1^2 + \rho_f g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_f v_2^2 + \rho_f g h_2$$

( $\frac{1}{2} \rho_f v^2$ ): طاقة الحركة لوحدة الحجم

$$\frac{\frac{1}{2} m v^2}{V} = \frac{1}{2} \rho_f v^2, \quad \frac{m}{V} = \rho_f$$

( $\rho_f g h$ ): طاقة الوضع لوحدة الحجم

$$\frac{m g h}{V} = \rho_f g h, \quad \frac{m}{V} = \rho_f$$

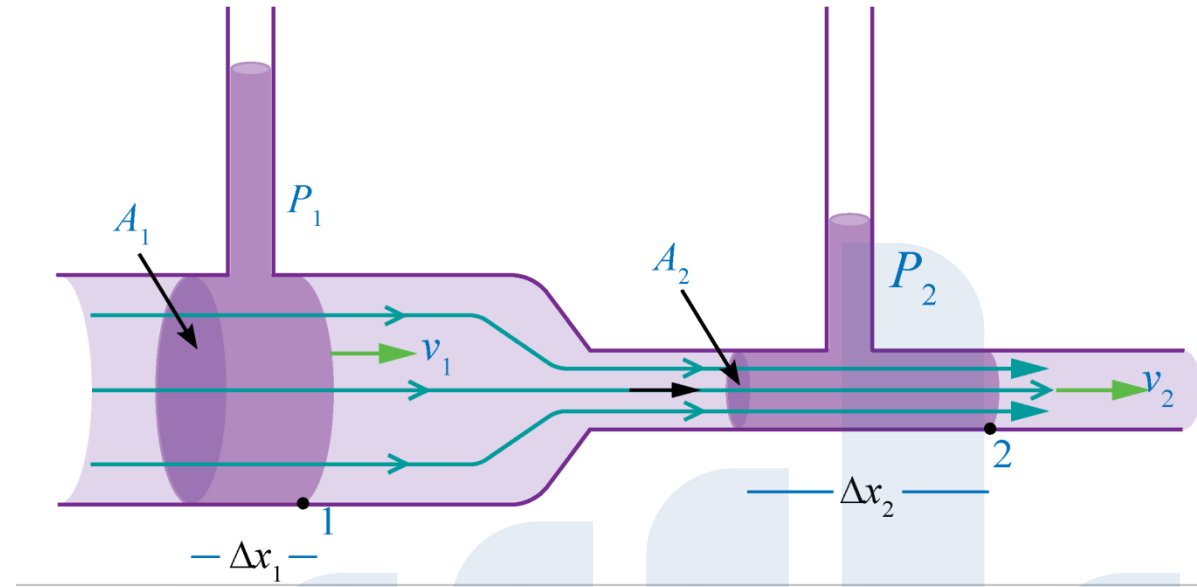
## الموائع المتحركة

### معادلة برنولي

عندما يكون أنبوب الجريان أفقيًا ( $h_1 = h_2$ )  
فإن معادلة برنولي تؤول إلى:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_f v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_f v_2^2$$

كيف؟



$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_f v_1^2 + \rho_f g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_f v_2^2 + \rho_f g h_2$$

منصة أساسس التعليمية

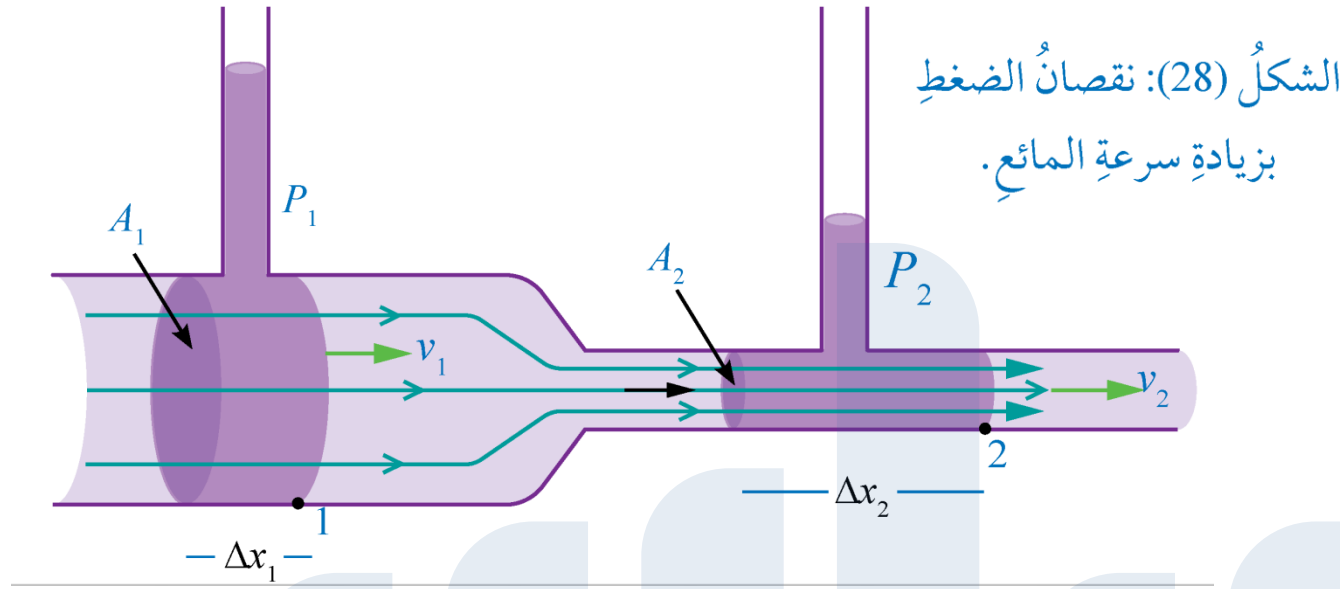
## معادلة برنولي

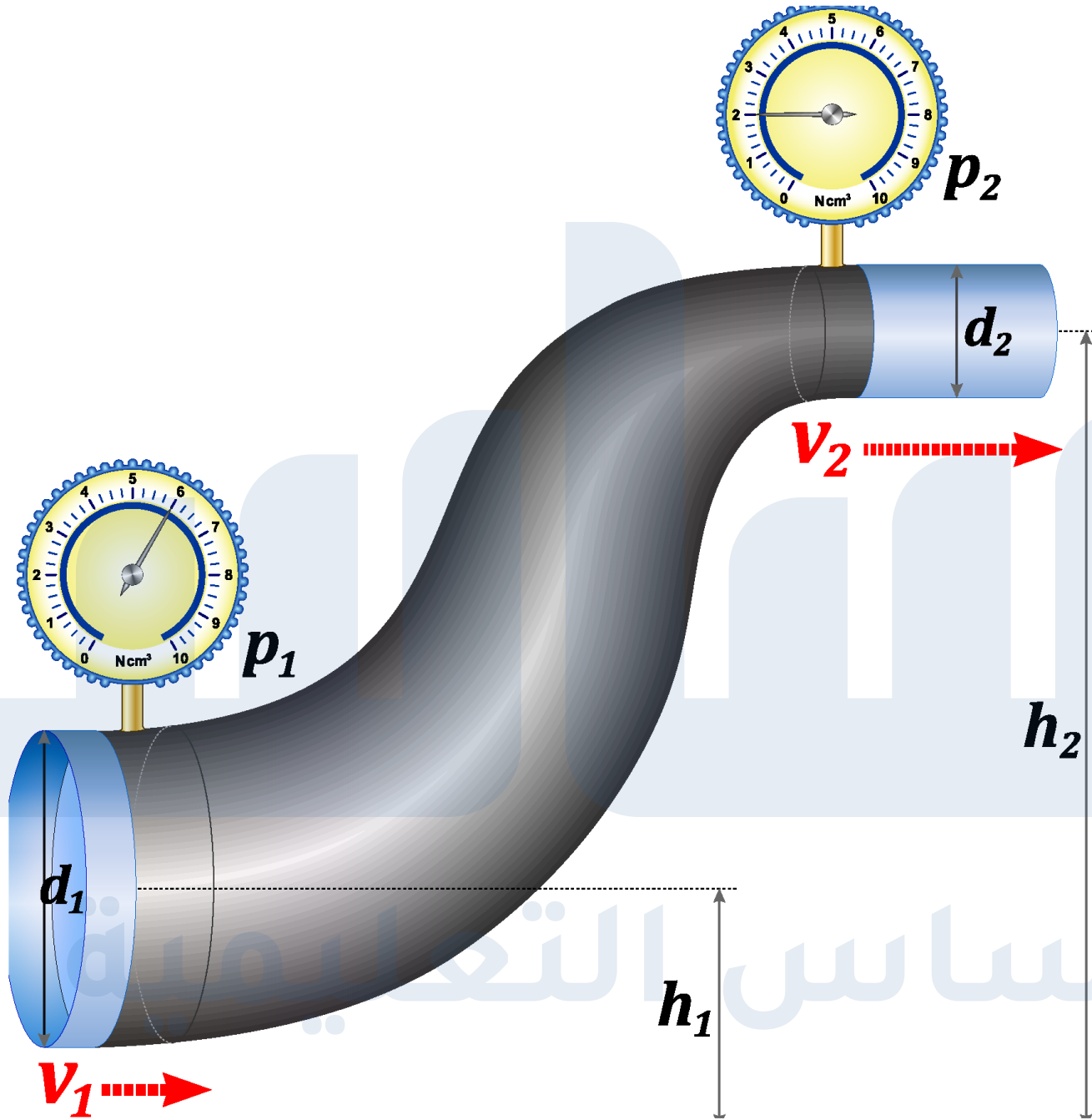
حالة خاصة من معادلة برنولي

يمكن من خلالها تفسير كثير من المشاهدات

«يقل ضغط المائع كلما ازدادت سرعته»

ما الدليل على أن  $(P_2 < P_1)$  في الشكل (28)؟





«يقلُّ ضغطُ المائع كلما ازدادتْ سرعتهُ»

ما الدليلُ على أنَّ  $(P_2 < P_1)$  في الشكلِ؟

## الموائع المتحركة



**أفكر:** أفسر ارتفاع كرة التنس في الهواء عند تسليط تيار هوائي فوقها في الشكل (26).

عند تسليط تيار هوائي باتجاه أفقي فوق الكأس تزداد سرعة الهواء فيقل ضغطه حسب معادلة برنولي، وبسبب فرق الضغط تندفع الكرة من منطقة الضغط العالي إلى منطقة الضغط المنخفض فترتفع إلى أعلى.

منصة أساس التعليمية

✓ **أتحقق:** أذكرُ نصَّ معادلةِ برنولي عن المائع المثالي، وأُعبِّر عنها بصورة رياضية.

« مجموع الضغط والطاقة الميكانيكية (طاقة الوضع + طاقة الحركة) لوحدة الحجم يساوي مقدارًا ثابتًا » عند جميع النقاط على طول مجرى المائع المثالي.

$$P + \frac{1}{2} \rho_f v^2 + \rho_f gh = Constant$$

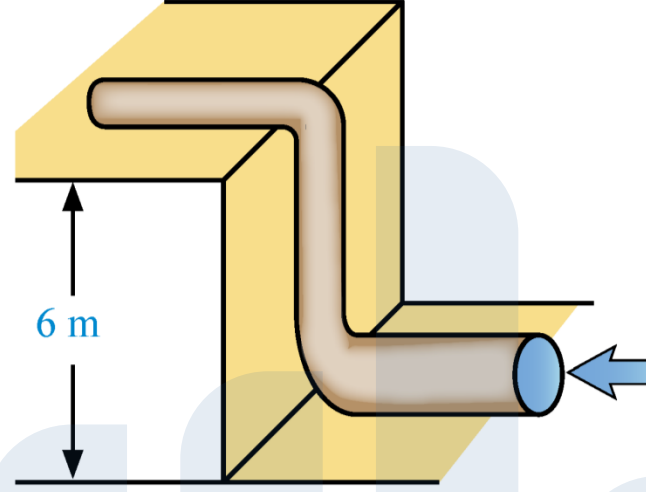


يجري الماء في خرطوم أفقيّ بسرعة  $v = 3 \text{ m/s}$ ، فإذا كان ضغط الماء في الخرطوم  $1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$  وعند تقليل قطر الخرطوم هبط ضغط الماء ليصبح  $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ، أحسب:

أ . سرعة الماء عبر الجزء الضيق من الخرطوم؟

ب . نسبة مساحة مقطع الجزء الضيق إلى مساحة الجزء الواسع من الخرطوم؟

## المثال 9



الشكل (29): ضخ المياه إلى الطابق الثاني.

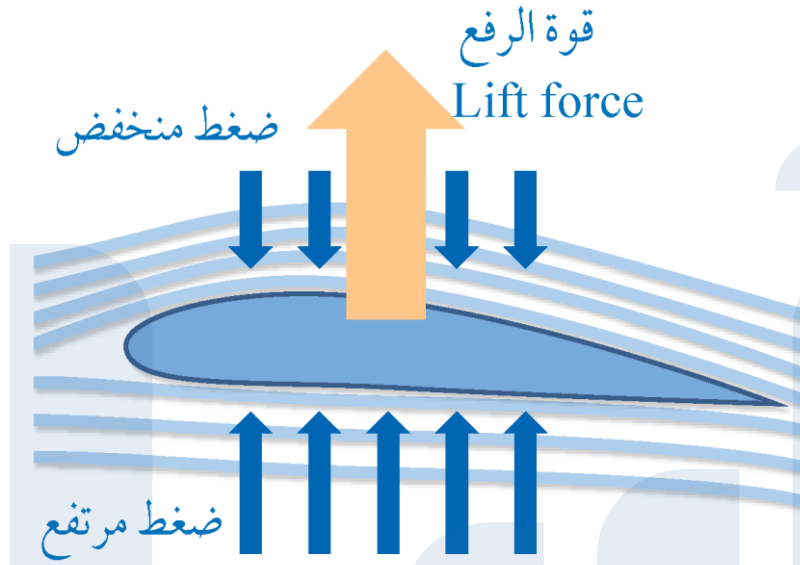
يتم تشغيل نظام تدفئة مركزية لتسخين المياه في منزل مكون من طابقين باستخدام مضخة في الطابق الأرضي تضخ الماء بسرعة  $0.5 \text{ m/s}$  خلال أنبوب نصف قطره  $2 \text{ cm}$  تحت ضغط  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$  إلى الطابق الثاني الذي يرتفع مسافة  $6 \text{ m}$  عن المضخة، كما في الشكل (29)؛ ليتدفق الماء من أنبوب نصف قطره  $1.2 \text{ cm}$ . أحسب:

أ. سرعة تدفق الماء في الأنبوب في الطابق الثاني.

ب. ضغط الماء في الأنبوب في الطابق الثاني.

أنبوب تزويد نصف قطره 4 cm يرتفع عن سطح الأرض مسافة رأسيه مقدارها 3 m ومعدل تدفق السائل فيه  $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  يتصل بأنبوب على سطح الأرض نصف قطره 1.5 cm وضغط السائل فيه  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$  ، فإذا علمت أن كثافة السائل  $2000 \text{ kg/m}^3$  ، فأحسب:

أ . سرعة السائل المتدفق من الأنبوب السفلي .  
ب . ضغط السائل في أنبوب التزويد العلوي .



الشكل (30): صورة جناح الطائرة  
وخطوط الجريان حول مقطع عرضي له.

## الموائع المتحركة

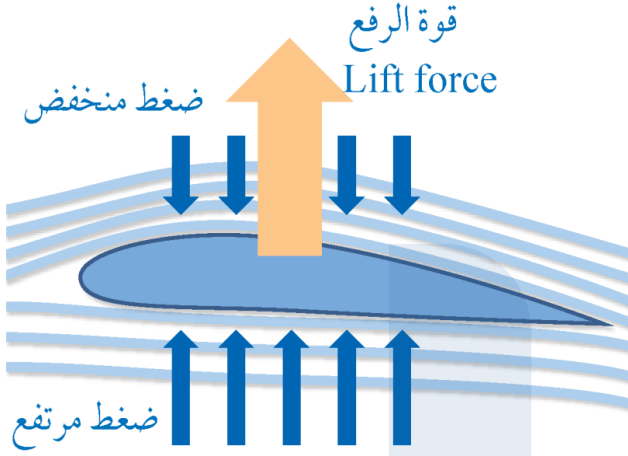
تطبيقات على معادلة برنولي

أجنحة الطائرة

سؤال على الشكل: علام يدل تزاخم  
خطوط جريان الهواء فوق الجناح؟

يدل تزاخم خطوط الجريان على أن سرعة جريان المائع كبيرة، وهذه من خواص  
خطوط الجريان: كثافتها (عدد خطوط الجريان التي تمر عمودياً بوحدة المساحة)  
تزداد بزيادة سرعة المائع.

أساس التعليمية

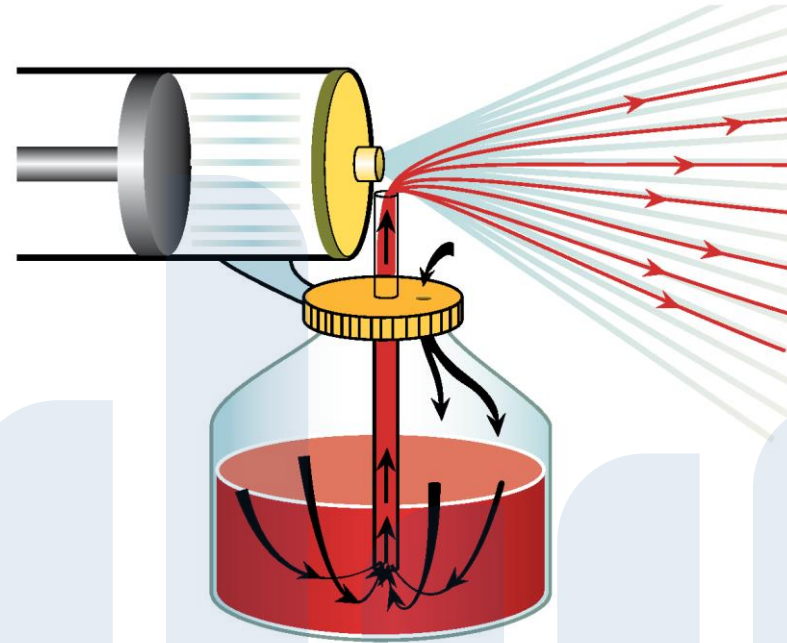


قوة الرفع **Lift force**: تُستخدم معادلة برنولي عند تصميم أجنحة الطائرات، عن طريق تصميم شكل الجناح الانسيابي ليكون سطح الجناح العلوي منحنياً (محدباً)، وسطحه السفلي شبه مستو؛ كما في الشكل (30) الذي يمثل مقطعاً عرضياً للجناح، وعندما يتحرك الجناح عبر الهواء ينساب الهواء فوق الجناح بسرعة أكبر من انسيابه تحت الجناح، وبالتالي، فإن ضغط الهواء فوق الجناح أقل من ضغطه أسفل الجناح حسب معادلة برنولي، وبذلك تتولد قوة الرفع **Lift force** ( $F_L$ )، وهي القوة المتولدة نتيجة فرق الضغط بين أسفل الجناح وأعلى، والتي تدفع بأجنحة الطائرة نحو الأعلى.

## الموائع المتحركة

### تطبيقات على معادلة برنولي

#### المِرْذاذُ

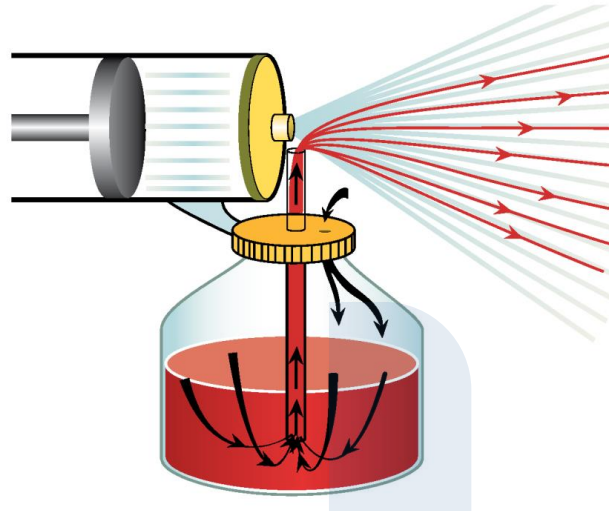


سؤال على الشكل: ما فائدة الفتحة في أعلى القارورة؟

الفائدة من الفتحة في أعلى القارورة: دخول الهواء الجوي إلى داخل القارورة؛ بحيث يبقى الضغط فوق السائل في القارورة مساوياً للضغط الجوي، فيتولد فرق في ضغط الهواء بين أعلى الماصة الرأسية وأعلى السائل داخل القارورة يؤدي إلى اندفاع السائل إلى أعلى عبر الماصة.

منصة أساس التعليمية





## الموائع المتحركة

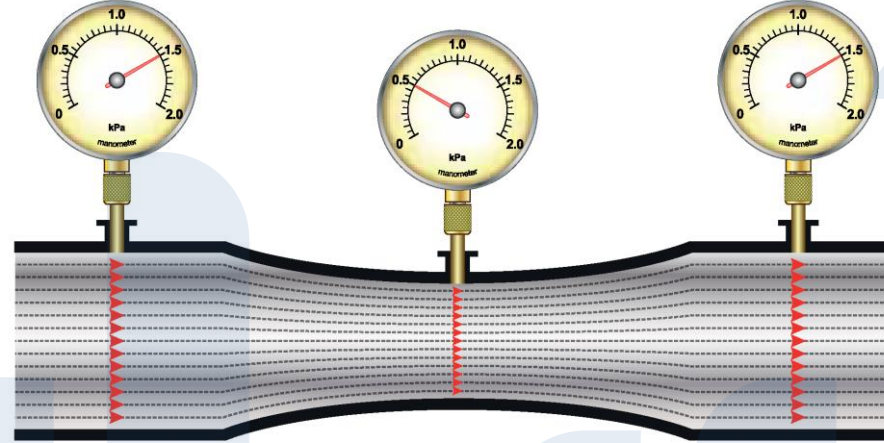
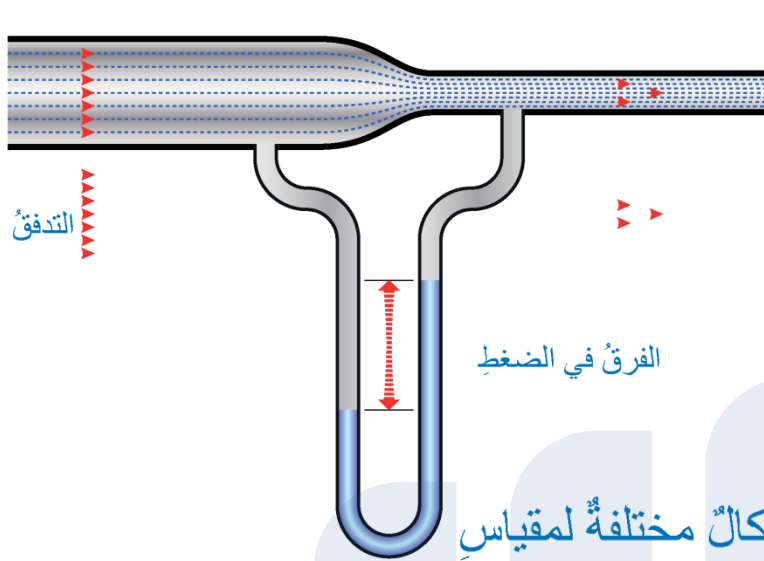
### تطبيقات على معادلة برنولي المرذاذ

يتكون المرذاذ من أنبوب أفقي واسع ينتهي بأنبوب ضيق يمر فوق أنبوب آخر رأسي؛ الجزء السفلي منه مغمور في السائل والجزء العلوي يتصل مع الأنبوب الأفقي الضيق، كما في الشكل (31). يعتمد عمل المرذاذ على اندفاع الهواء من الأنبوب الواسع إلى الأنبوب الضيق فتزداد سرعته حسب معادلة الاستمرارية، وينخفض ضغطه حسب معادلة برنولي أي أن ضغط الهواء عند فوهة الأنبوب الرأسي أقل من ضغط الهواء داخل الوعاء الزجاجي؛ مما يؤدي إلى اندفاع السائل إلى أعلى، ليختلط مع الهواء المندفع من الأنبوب الأفقي، ويتشتت على شكل رذاذ ناعم من القطرات. تعمل كثير من الأجهزة والأدوات بالطريقة الموضحة في الشكل ووفق استخداماتها؛ مثل: زجاجات العطور، ومرشات الطلاء، ومرشات المنظفات، وفي مازج السيارة (الكاربوريتر).

# الموائع المتحركة

## تطبيقات على معادلة برنولي

### مقياس فنتوري



الشكل (32): أشكال مختلفة لمقياس فنتوري.

سؤال: ما الفرق بين مقياسي فنتوري في الشكل؟

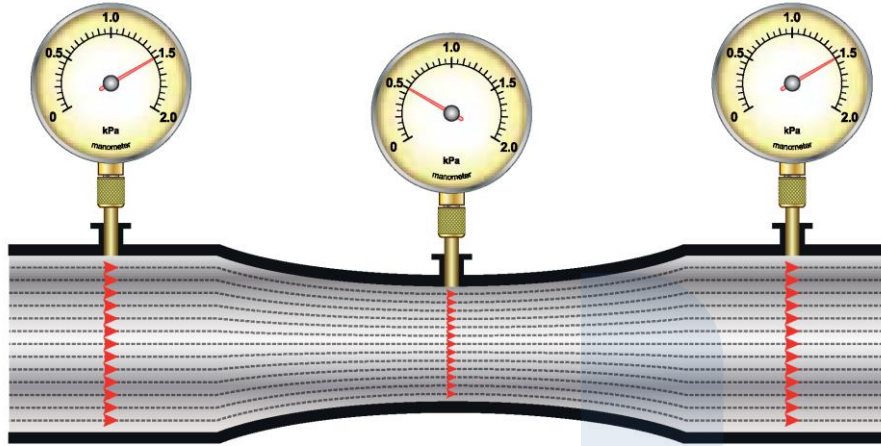
بينما الشكل السفلي لمقياس فنتوري يستخدم فيه جهاز قياس الضغط مباشرة؛ وبالتالي يمكن معرفة فرق الضغط من خلال طرح مقدار الضغط في الأنبوب الضيق (الأوسط) من مقدار الضغط في الأنبوب الواسع.

الشكل العلوي لمقياس فنتوري يُستخدم فيه فرق ارتفاع المائع في الأنبوب الرفيع المنحني؛ لمعرفة فرق الضغط بين أنبوبي فنتوري باستخدام المعادلة:

$$\Delta P = \rho_f g \Delta h$$

الشكل (33): مقياس فنتوري في إحدى محطات المياه.





مقياس فنتوري Venturi meter جهاز يُستخدم لقياس سرعة ومعدل تدفق الموائع في الأنابيب بتطبيق معادلة برنولي؛ وهو أنبوب مفتوح الطرفين، مختنق (ضيق) في وسطه، وعند مرور المائع في الاختناق (ضيق الوسط) تزداد سرعته فيقل ضغطه، علل ذلك.

ويتم قياس سرعة ومعدل تدفق المائع عن طريق قياس الفرق بين ضغط المائع في الأنبوب وضغطه في اختناق الأنبوب، كما هو مبين في الشكل (32). والصورة المبينة في الشكل (33) تُظهر الاستخدام العملي لمقياس فنتوري

### مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أوضح المقصود بكلّ ممّا يأتي:  
المائع المثالي، قوة الرفع، معادلة الاستمرارية، خطُّ الجريان.

المائع المثالي: المائع الذي يتصف بالخصائص الأربع (جريانه منتظم، غير قابل للانضغاط، غير لزج، غير دوامي).

قوة الرفع: القوة المتولدة نتيجة فرق الضغط بين أسفل الجناح وأعلى، والتي تدفع بأجنحة الطائرة نحو الأعلى.

معادلة الاستمرارية: حاصل ضرب مساحة المقطع العرضي لأنبوب جريان المائع في سرعة المائع عند ذلك المقطع يساوي مقداراً ثابتاً.

خط الجريان: خط يمثل مسار جزيئات المائع عند جريانها.



## مراجعة الدرس

2. **أحل مشكلات:** تتطاير الأسقف المعدنية للمنازل الجاهزة

عند هبوب رياح قوية، كما هو مبين في الشكل.

أ. ما التفسير العلمي لما يحدث؟

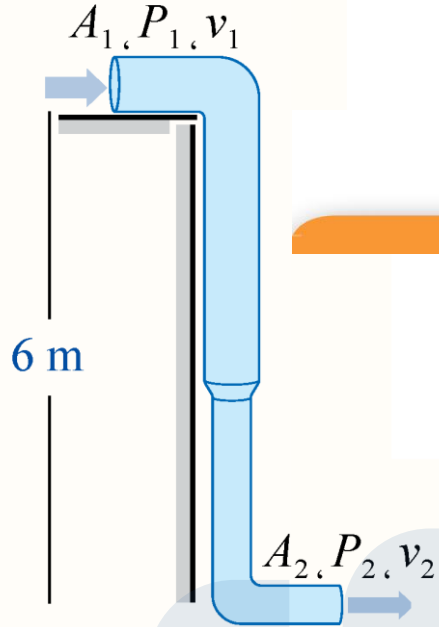
عند هبوب رياح بسرعة كبيرة فوق سطح المنزل يقل ضغطها ليصبح أقل من الضغط أسفل السطح (داخل المنزل) وبسبب فرق الضغط تتولد قوة رفع تدفع بالسقف لأعلى.

ب. ما النصيحة التي تقدمها لأصحاب تلك المنازل لحل تلك المشكلة؟

فتح نوافذ المنزل بحيث تندفع الرياح أسفل وأعلى سطح المنزل، فيقل فرق الضغط بينهما لتتولد قوة رفع قليلة جدًا مقارنة بتلك في حالة إغلاق النوافذ.



## مراجعة الدرس

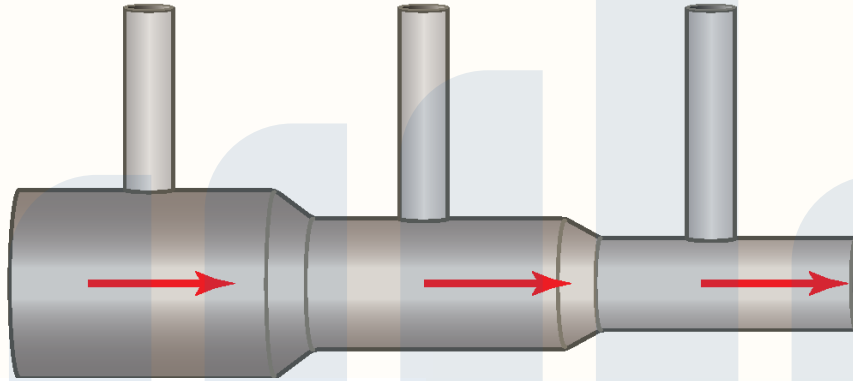


3. **أستخدم المتغيرات:** يتدفق الماء من ارتفاع 6 m عن سطح الأرض - باستخدام مضخة - عبر أنبوب متغير مساحة المقطع كما في الشكل، فإذا علمت أن مساحة مقطع الطرف العلوي للأنبوب  $0.2 \text{ m}^2$ ، وضغط الماء فيه  $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$  ومساحة مقطع الطرف السفلي للأنبوب  $0.05 \text{ m}^2$ ، وسرعة الماء فيه  $4 \text{ m/s}$  فأجد:
- سرعة الماء في الطرف العلوي للأنبوب.
  - ضغط الماء في الطرف السفلي للأنبوب.
  - حجم الماء المتدفق من الطرف السفلي للأنبوب خلال دقيقتين.



## مراجعة الدرس

4. **أقارن:** يمثل الشكل أنبوب جريان مساحة مقطع غير منتظمة. عند جريان المائع في الأنبوب أجيب عما يأتي:  
أ. أوضح كيف تتغير سرعة المائع في الأنبوب.



ب. أقرن بين ارتفاع المائع في كل أنبوب من الأنابيب العمودية الثلاثة.

## مراجعة الدرس



5. **أحسب:** يتفرع الشريان الأبهر البطني إلى فرعين رئيسيين يُسمى كلُّ منهما الشريان الحرقفي كما في الشكل، إذا علمتُ أن قطر الشريان الأبهر 2 cm وسرعة جريان الدم عبره  $0.2 \text{ m/s}$  وقطر كلٍّ من الشريائين الحرقفيين 1 cm (باعتبارهما متماثلين). فأحسب:

- أ. معدل تدفق الدم في كلٍّ من الشرايين الثلاثة.
- ب. سرعة تدفق الدم في الشريان الحرقفي.



الرجل التافه  
يحرملك من العزلة  
دون أن يوفر لك  
جلسة ممتعة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الموائع

أسئلة  
الوحدة

منصة أساسس التعليمية

## أسئلة الوحدة – الموائع

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. وحدة قياس معدل التدفق الحجمي للمائع هي:

- أ .  $m^3$       ب.  $m^3 s$       ج.  $m^3/s$       د.  $m^2/s$

2. أي مما يأتي يُعد تطبيقًا أو مثالًا على قاعدة أرخميدس:

- أ . مقياس فنتوري.      ب. مقياس كثافة السوائل.      ج. المرذاذ      د. أجنحة الطائرة.

3. من خصائص المائع المثالي التي تميزه عن المائع الحقيقي أنه:

- أ . لزج.      ب. انضغاطي.      ج. غير دوامي.      د. جريانه غير منتظم.

4. قوة الطفو لسبيكة وزنها في الهواء 600 N ووزنها في الماء 200 N تساوي:

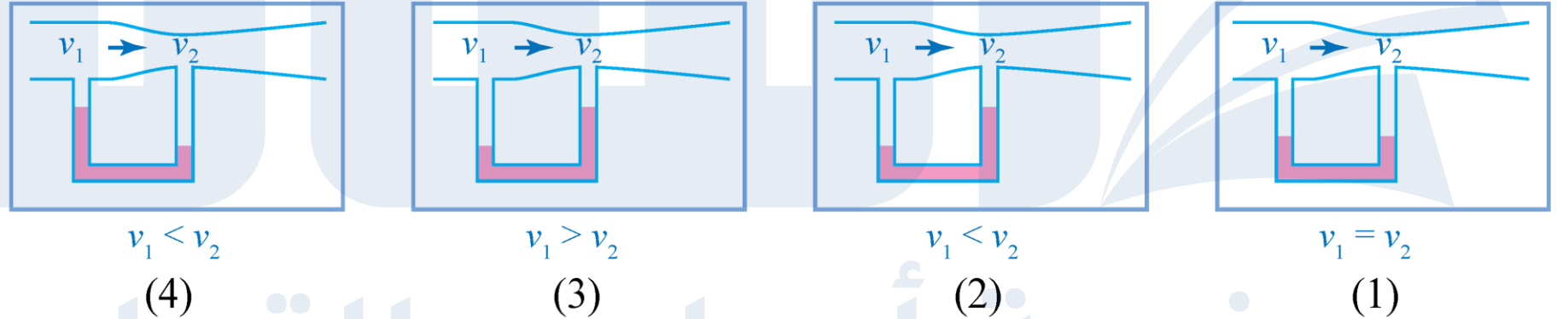
- أ . 800 N      ب. 600 N      ج. 400 N      د. 200 N

## أسئلة الوحدة – الموائع

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

5. عند هبوب الرياح بشكلٍ أفقيٍّ فوق فتحةٍ مدخنةٍ، كيف يتأثرُ الدخانُ الصاعدُ في المدخنة:
- أ . يرتفعُ الدخانُ بسرعةٍ أكبرَ في المدخنة.      ب. يرتفعُ الدخانُ بسرعةٍ أقلَّ في المدخنة.
- ج. يندفعُ الدخانُ إلى الأسفلِ في المدخنة.      د. لا يتأثرُ الدخانُ الصاعدُ في المدخنة.

6. أيُّ الأشكالِ الآتيةِ يمثلُ ما يحدثُ للمائعِ عندَ جريانهِ في مقياسِ فنتوري:



- أ . الشكل (1).      ب. الشكل (2).      ج. الشكل (3).      د. الشكل (4).



## أسئلة الوحدة – الموائع

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

7. عند انتقال السفينة من الماء العذب إلى ماء البحر، فإن كلاً من قوة الطفو وحجم الجزء المغمور من السفينة بعد اتزانها في مياه البحر مقارنةً بالمياه العذبة، على الترتيب:
- أ. تبقى القوة ثابتة، يقل الحجم.  
ب. تبقى القوة ثابتة، يزداد الحجم.  
ج. تزداد القوة، يبقى الحجم ثابتاً.  
د. تزداد القوة، يقل الحجم.

8. أيُّ العبارات الآتية صحيحة بالنسبة إلى جسم يطفو على سطح السائل:
- أ. حجم السائل المزاح يساوي حجم الجسم.  
ب. وزن السائل المزاح يساوي وزن الجسم في السائل.  
ج. قوة الطفو أكبر من وزن السائل المزاح.  
د. حجم السائل المزاح يساوي حجم الجزء المغمور من الجسم.

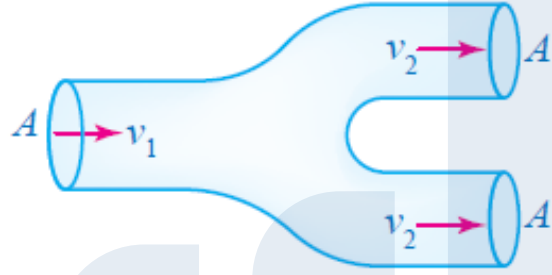
منصة أساس التعليمية

## أسئلة الوحدة – الموائع

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

9. أنبوب جريان مساحة مقطعه  $A$  وسرعة جريان المائع فيه  $v_1$ ، تفرّع إلى أنبوبين مساحة مقطع كل منهما  $A$  كما في الشكل، في أي من الأنبوبين سرعة المائع  $v_2$  تساوي:

- أ.  $4v_1$       ب.  $2v_1$       ج.  $v_1$       د.  $\frac{1}{2}v_1$

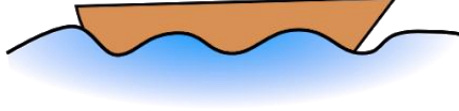


منصة أساسس التعليمية

## أسئلة الوحدة – الموائع

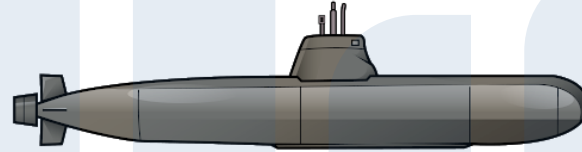
2. **أقارن** بين قوة الطفو والوزن الحقيقي في كلٍّ من التطبيقات والحالات الآتية:

أ. القارب وهو طافٍ على سطح البحر.



القارب وهو طافٍ على سطح البحر: قوة الطفو تساوي الوزن الحقيقي.

ب. الغواصة أثناء هبوطها تحت الماء.



الغواصة أثناء نزولها في الماء: قوة الطفو أقل من الوزن الحقيقي.

ج. المنطاد أثناء صعوده للأعلى في الهواء.



المنطاد أثناء صعوده إلى الأعلى في الهواء: قوة الطفو أكبر من الوزن الحقيقي

أسئلة أساسية

## أسئلة الوحدة – الموائع

3. **أحلّ:** الزمن اللازم لملء كأس ماء من خرطوم مياه 30 s، وعند الضغط على فوهة الخرطوم تضاعفت سرعة تدفق الماء من الخرطوم. كم من الوقت يلزم لملء الكأس نفسها؟

حسب معادلة الاستمرارية؛ فإن معدل التدفق الحجمي للماء من الخرطوم يساوي مقداراً ثابتاً أي:

$$\frac{V}{\Delta t} = Av = \text{ثابت}$$

فعند الضغط على فوهة الخرطوم قلت مساحة مقطعه  $A$  إلى النصف فتضاعفت سرعة تدفق الماء  $v$  ليبقى حاصل ضربهما  $Av$  ثابتاً، وبما أن حجم الماء المتدفق بقي ثابتاً؛ فإن الزمن اللازم لملء الكأس يبقى ثابتاً (30 s).

## أسئلة الوحدة – الموائع

4. **أحسب:** وُضِعَتْ كرة قدم متوسط كثافتها  $15 \text{ kg m}^{-3}$  على سطح سائل فاتزن عند انغمار ربع حجمها في السائل، أحسب كثافة السائل.

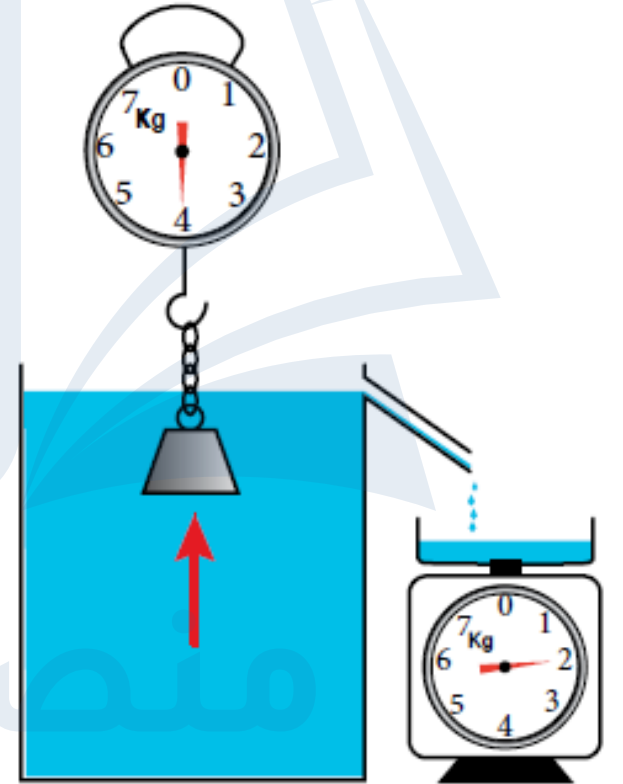
منصة أساسس التعليمية

## أسئلة الوحدة – الموائع

5. **أحلّ:** اعتمادًا على البيانات المبينة في الشكل وباعتبار كثافة الماء

$10^3 \text{ kg m}^{-3}$  أجيب عما يأتي:

- أ. أجد وزن السائل المزاج.
- ب. أحسب قوة الطفو.
- ج. أحسب وزن الجسم الحقيقي.
- د. أرسم مخطط الجسم الحر للجسم المعلق.



ملحة أساس التعليمية



6. أفسر ما يأتي:

أ. قوة الطفو لجسم مغمور كلياً في سائل لا تتغير بتغير عمق الجسم تحت سطح السائل.

لأن قوة الطفو تعتمد على فرق الضغط  $\Delta P = \rho_f g \Delta h$  الذي يعتمد على الفرق في ارتفاع السائل  $\Delta h$  وليس على الارتفاع نفسه  $h$ .

## أسئلة الوحدة – الموائع

6. أفسر ما يأتي:

ب. عند وضع بالونين متماثلين حجمًا في الهواء؛ أحدهما مملوءً بغاز الهيليوم والآخرُ بغاز الهيدروجين؛ فإنَّ قوةَ الطفو في كلِّ منهما متساوية.

قوة الطفو تعتمد على حجم الهواء المزاح (حجم البالون) وتسارع السقوط الحر وكثافة الهواء المزاح المحيط بالبالون، وليس على كثافة الغاز داخل البالون، وبما أن حجم كل من البالونين متساوٍ فإن حجم الهواء المزاح يكون متساوٍ أيضًا وبالتالي فإن قوة الطفو تكون متساوية حسب قاعدة أرخميدس  $F_B = \rho_f V_f g$ .

منصة أساس التعليمية

## أسئلة الوحدة – الموائع



7. يمثل الشكل المجاور خطوط جريان الهواء حول جناح الطائرة، اعتماداً عليه أجب عما يأتي:

أ. في أية منطقة حول الجناح تتقارب خطوط الجريان؟

تتقارب خطوط الجريان فوق المنطقة المحدبة من الجناح.

ب. ما العلاقة بين تقارب خطوط الجريان، وكل من سرعة الهواء وضغطه؟

كلما ازدادت سرعة الهواء تتقارب خطوط الجريان ويقل ضغطه.

ج. ما اسم المعادلة التي تفسر قوة الرفع في أجنحة الطائرة؟ معادلة برنولي.

د. ما سبب تولد قوة الرفع في جناح الطائرة؟ بسبب فرق الضغط بين أعلى الجناح وأسفله.

هـ. كيف يمكن زيادة قوة الرفع؟ عن طريق زيادة سرعة الطائرة، ثم زيادة سرعة جريان الهواء فوق الأجنحة، وكذلك بتصميم شكل جناح الطائرة ( انحنائه ) ومساحته.

## أسئلة الوحدة – الموائع



8. **أحلّ مشكلات:** متزلج كتلته  $50 \text{ kg}$  يريد أن يستخدم لوحًا خشبيًا كثافته  $600 \text{ kg m}^{-3}$  وسماكته  $10 \text{ cm}$  كما في الشكل، إذا علمت أن كثافة ماء البحر  $1024 \text{ kg m}^{-3}$  فأجد أقل مساحة للوح الخشب ثمكّن المتزلج من استخدامه دون أن يغرق.

منصة أساسس التعليمية

## أسئلة الوحدة – الموائع

9. **أحسب:** أنبوب نفط أفقي سرعة جريان السائل فيه  $20 \text{ m/s}$  يضيق ليصبح قطره نصف قطر الأنبوب الرئيس، ويقل ضغط السائل فيه ليصبح  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ، باعتبار كثافة السائل  $800 \text{ kg m}^{-3}$  أجد:
- أ. سرعة جريان النفط في الأنبوب الواسع.
- ب. ضغط النفط في الأنبوب الرئيس.

منصة أساس التعليمية



ليس الفقير  
من ملك القليل  
إنها الفقير  
من طلب الكثير