دوسية النيرد في الفيزياء

2021

المنهاج الجديد

الوحدة الخامسة : الهوائع

مدرسة الفيزياء

تلخيص الروني

10

الفصل الدراسي الثاني

إعداد وتنسيق

معاذ أمجد أبو يحيى | عز الدين أبو رمان

- شرح الماده بشكل بسيط وواضح مدعوم بأمثلة وأسئلة شاملة للمادة
- حلول أسئلة التمارين المختلفة وأسئلة الدروس

مجموعتنا على الفيس بوك

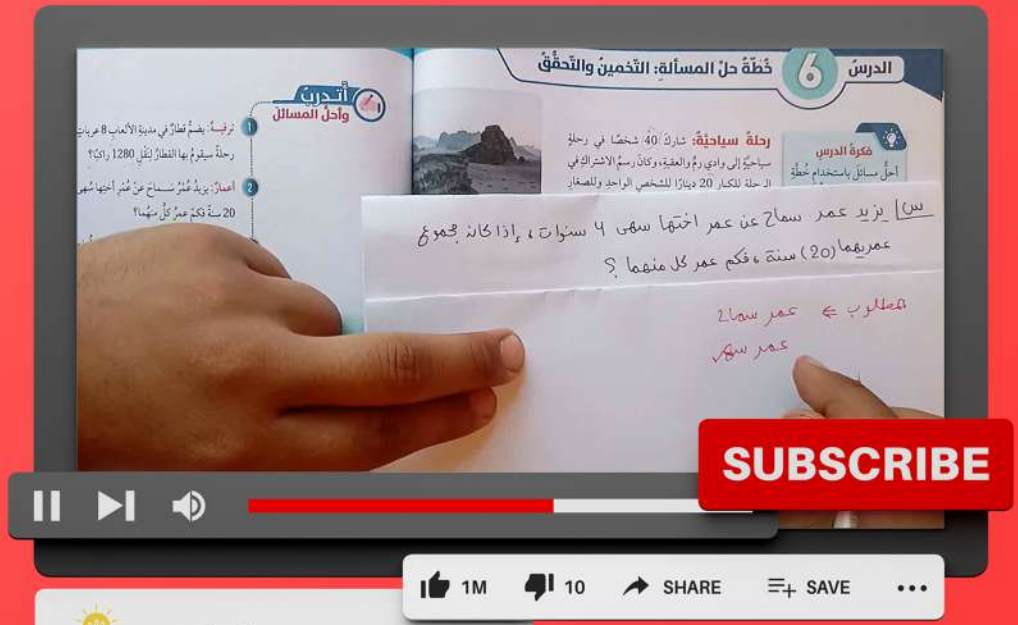
مدرسة الفيزياء

الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى

0795360003

الأستاذ عز الدين أبو رمان

0787046781



تابعونا على قناتنا اليوتيوب قناة مدرسة الفيزياء

تجدون فيها شرح دروس مادة الرياضيات والفيزياء شرح تفصيلي مع حل الأسئلة

مقدمة الدوسية

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على خير معلم الناس الخير نبينا محمد وعلى آله وصحبة أجمعين ، أما بعد :

تأتي هذه الدوسية خدمة لأحبتنا الطلبة والمهتمين بدراسة ومراجعة مادة الفيزياء الجديد للصف العاشر سواء من المعلمين أو الطلبة ، وهي مصدر دراسي إضافي لتبسيط الكتاب المدرسي فدائما يبقى الكتاب هو المصدر الأول للدراسة.

في هذه الدوسية قُمنا بترتيب طرح المواضيع والمحتوى والأفكار وقمنا بإضافة ملاحظات وشروحات لأساليب حل الأسئلة وطريقة التعامل معها ورسومات توضيحية مُرفق معها حل أسئلة الدروس وأسئلة فكر والواجبات الواردة في الكتاب المدرسي ودليل المعلم.

نسأل الله للجميع العلم النافع والعمل الصالح والتوفيق والسداد والإخلاص والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

أ.معاذ أمجد أبو يحيى ، أ.عز الدين أبو رمان

محتويات الدوسية

الوحدة الخامسة : الموائع

الدرس الأول : الموائع السكونية 4

حلول أسئلة الدرس الأول 20

الدرس الثاني : الموائع المتحركة 23

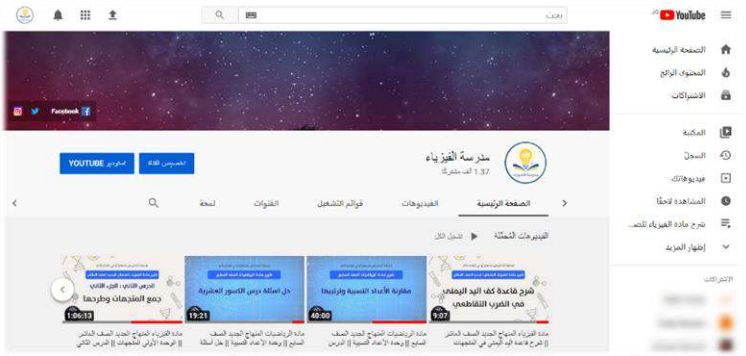
حلول أسئلة الدرس الثاني 39

تابعونا على مجموعة مدرسة الفيزياء على الفيس بوك :

تجدون فيها كل ما يخص المادة من أوراق عمل وامتحانات وشروحات

تابعونا على قناة مدرسة الفيزياء على اليوتيوب :

تجدون فيها شرح جميع دروس المادة وحل أسئلة المادة

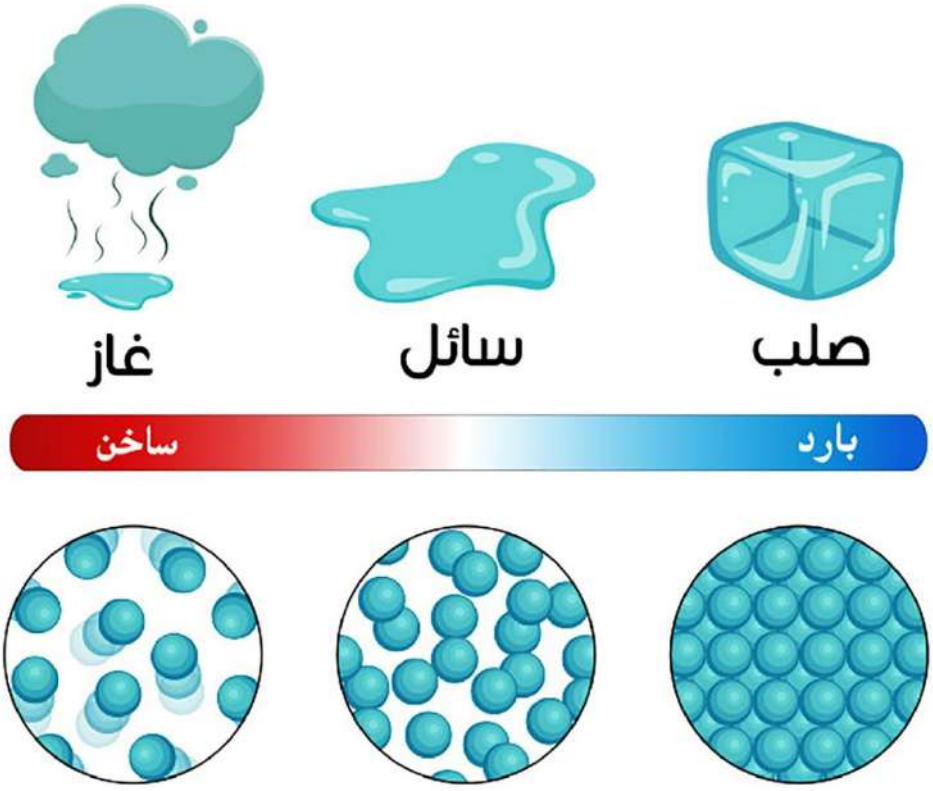


تابعونا على منصة تلاخيص منهاج أردني على الفيس بوك :

تجدون فيها تلاخيص وشروحات المواد الدراسية لمختلف الصفوف

الوحدة الخامسة من مادة فيزياء الصف العاشر

الموائع



▪ ما تحتاجه قبل البداية:

☑ أساس رياضي جيد للعمليات الحسابية على الأعداد الصحيحة والعشرية.
☑ أساس رياضي جيد للعمليات الحسابية على الأسس والجذور.
☑ معرفة ممتازة في إجراء القسمة الطويلة للأعداد الصحيحة والعشرية.
☑ معرفة ممتازة في مهارات التعويض والترتيب وإيجاد الكمية المجهولة.
☑ واسطة ممتازة مع الأستاذ.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الوحدة الخامسة : الموائع

الدرس الأول : الموائع السكونية

سؤال **ما هي حالات المادة الرئيسية ؟**

الحالة الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية و(البلازما).

سؤال **ما الذي يميز الحالة السائلة والغازية عن الحالة الصلبة ؟**

في الحالة السائلة والغازية تتميز المادة بخاصية الجريان (الإنسياب) وخاصية تغيير شكلها إذا أثرت عليها قوى خارجية لأن قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة.

سؤال **وضح ما هو المقصود بالموائع ؟**

المواد التي تتصف بخاصيتي القدرة على الجريان وتغيير الشكل. أي (السوائل والغازات).
أو كل مادة تتصف بخاصية الجريان أو الانتشار.

✪ **تقسم الموائع من حيث حالتها الحركية :**

- الموائع السكونية (السائل أو الغاز ثابت لا يتحرك).
- المواقع المتحركة

✪ **الكثافة :** كتلة المادة لكل وحدة حجم أو نسبة الكتلة إلى الحجم.

- وحدة قياس الكثافة مشتقة من القانون وهي (kg/m^3).
- تعطى كثافة المائع بالقانون الآتي :

$$\rho_f = \frac{m_f}{V_f}$$

كتلة المائع : m_f , حجم المائع : V_f , كثافة المائع : ρ_f

- تعطى كثافة الجسم بالقانون الآتي :

$$\rho_o = \frac{m_o}{V_o}$$

كتلة الجسم : m_o , حجم الجسم : V_o , كثافة الجسم : ρ_o

أخطاء شائعة

يعتقد بعض الطلبة أن للمادة ثلاث حالات (صلبة، سائلة، غازية) فقط، وضِّح للطلبة أن هناك حالة رابعة للمادة وهي البلازما كما في الشمس والنجوم وهي ليست موجودة في الحالة الطبيعية للمادة، ولكنها تنتج بفعل الضغط والحرارة الشديدين اللذين تتعرض لهما.

✪ **الضغط :** قوة عمودية (F) تؤثر في وحدة المساحة (A). ($P = \frac{F}{A}$)

- وحدة قياس الضغط المعتمدة في النظام الدولي هي (الباسكال) (Pa).
- المائع يؤثر بضغط في جميع الاتجاهات على النقاط أو الأجسام داخله.
- يعطى ضغط المائع بالعلاقة :

$$P = \rho_f g h$$

تسارع الجاذبية : g ، كثافة المائع : ρ_f ، ارتفاع عمود المائع فوق تلك النقطة : h

---

ملاحظات مهمة

- ضغط المائع المتجانس (كثافته ثابتة) عند أي نقطة داخله يتناسب طرديًا مع كل من عمق النقطة داخل المائع وكثافة المائع وتسارع السقوط الحر.
- جميع النقاط التي تقع على العمق نفسه تحت سطح المائع يكون لها نفس قيمة الضغط وفي جميع الاتجاهات.
- وحدة الباسكال (Pa) يكافئها الوحدة (N/m^2).

سؤال **بعد الاطلاع على الصورة الآتية أجب عن الأسئلة التالية :**

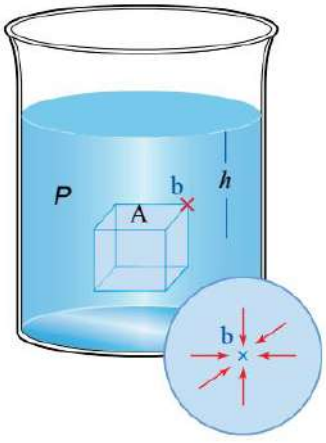
أ - ما هي القوى العمودية المؤثرة في السفينة ؟

وزن السفينة (نحو الأسفل) وقوة دفع الماء (نحو الأعلى) أي (قوة الطفو)

ب - هل السفن والبواخر الطافية على سطح الماء في حالة اتزان ؟

نعم تكون محصلة القوى المؤثرة فيها تساوي صفرًا.

■ الضغط داخل المائع



- ضغط المائع المؤثر إلى الأسفل على أي نقطة تقع على السطح العلوي للمكعب (A) هو نفسه ضغط المائع المؤثر عند النقطة (b).

تمرين **جد ضغط الماء المؤثر في سمكة على عمق (20 m) تحت سطح البحر علمًا بأن كثافة ماء البحر ($1024\ kgm^{-3}$).**

$$P = \rho_f g h = 1024 \times 10 \times 20 = 2.048 \times 10^5\ Pa$$

$Kg/m^3 = kgm^{-3}$

أتحقّقُ: هل يتغير ضغط سائل معين عند نقطة ما فيه بتغير ارتفاع موقع السائل عن سطح الأرض ؟ وضح إجابتك ..

نعم يتغير والسبب هو تغير تسارع السقوط الحر المؤثر في السائل مع ارتفاعه عن سطح الأرض مما يؤثر على الضغط المؤثر عليه.

أفكّرُ: ضغط المائع المؤثر في السطح الأفقي للمكعب لا يعتمد على مساحته. فسر ذلك .

لأن جميع النقاط على سطح المكعب الأفقي تقع على العمق نفسه من سطح الماء (h) وبالتالي فأن ضغط الماء عند تلك النقاط يكون متساويًا حسب العلاقة ($P = \rho_f gh$) ما لم تتأثر كثافة المائع أو ارتفاع النقطة أو تسارع الجاذبية.

سؤال: غواص تحت سطح البحر يؤثر في جسمه ضغط مقداره (5×10^5 Pa) ، أحسب عمق الغواص عن سطح البحر علمًا بأن كثافة ماء البحر ($1024\ kg.m^{-3}$) وتسارع السقوط الحر ($10\ m/s^2$).

$$P = \rho_f gh \rightarrow 5\times10^5 = 1024\times10\times h \rightarrow h = 48.8\ m$$

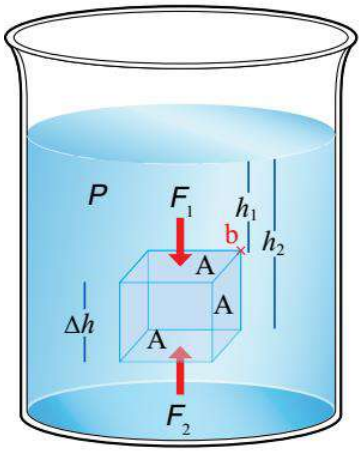
■ قوة الطفو

سؤال: وضح ما هو المقصود بقوة الطفو ؟

محصلة القوى التي يؤثر بها المائع في الجسم المغمور فيه كليًا أو جزئيًا رأسيًا إلى أعلى.

✪ وزن الأجسام المغمورة في المائع يبدو أقل من وزنها في الهواء.

✪ يؤثر في الجسم الموجود داخل الماء قوة جذب الأرض له (الوزن) نحو الأسفل وقوة دفع الماء للجسم نحو الأعلى (قوة الطفو).



✪ لاحظ معي في الشكل الآتي :

☑ السطح العلوي للمكعب يقع على عمق (h_1).

☑ السطح السفلي للمكعب يقع على عمق (h_2).

✪ ضغط المائع لا يؤثر فقط في السطح العلوي للمكعب وإنما يؤثر أيضا في جميع جوانب المكعب بما فيها السطح السفلي للمكعب.

أخطاء شائعة

- عدم التمييز بين عمق السائل وعمق النقطة تحت سطح السائل.

- الضغط في السطح العلوي : $P_1 = \rho_f g h_1$
- الضغط في السطح السفلي : $P_2 = \rho_f g h_2$
- فرق الضغط بين سطحي المكعب السفلي والعلوي :

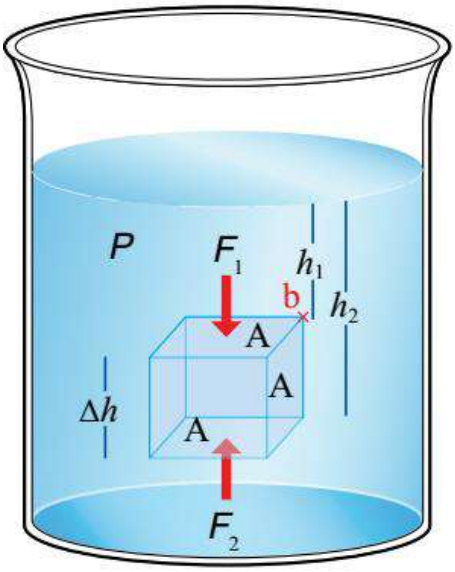
$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho_f g (h_2 - h_1) = \rho_f g \Delta h$$

- الضغط المؤثر في المائع :

$$P = \frac{F}{A}$$

- القوة المؤثرة عموديا في السطح العلوي للمكعب :

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



- القوة المؤثرة عموديا في السطح السفلي للمكعب :

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

- محصلة القوى التي يؤثر بها المائع (قوة دفع المائع) (F_B) :

$$F_B = F_2 - F_1 = \rho_f g A \times (h_2 - h_1) = \rho_f g A \Delta h$$

- حجم المكعب (V) :

$$V = A \Delta h$$

حجم المكعب = المساحة × الارتفاع

- قوة دفع المائع رأسيا نحو الأعلى (قوة الطفو) (F_B) :

$$F_B = \rho_f g V$$

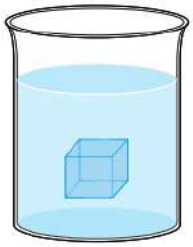
ملاحظات مهمة

- نلاحظ أن قوة الطفو تم اشتقاق قانونها نظريا باستخدام قوانين نيوتن.
- تنشأ قوة الضغط بسبب فرق الضغط بين أعلى الجسم المغمور في المائع وأسفله بغض النظر عن عمق المائع أو شكل الجسم.

أتحقّق: ما هي العوامل التي تعتمد عليها قوة الطفو ؟

❶ كثافة المائع المزاح (ρ_f) (طردي). ❷ تسارع السقوط الحر (g) (طردي).
❸ حجم المائع المزاح (V_f) (طردي).

أُفكِّرُ: **علل : محصلة القوى التي يؤثر بها المائع في الجوانب العمودية للمكعب المغمور في المائع كما في الشكل تساوي صفرًا ؟**



لأن القوى التي يؤثر بها السائل في أحد جوانب المكعب العمودية يساوي في المقدار، ويعاكس في الاتجاه القوى التي يؤثر بها السائل في الجانب العمودي المقابل لذلك الجانب أي أن محصلتهما تساوي صفرا.

■ قاعدة أرخميدس

✪ قصة العالم أرخميدس :

في أحد الأيام أعطى الملك هيرون تاجًا مصنوعا من الذهب للعالم أرخميدس، وطلب منه أن يفحصه دون أن يتلفه، حيث كان الملك يشك في أن التاج ممزوج بالفضة لاحظ أرخميدس أنه عند وضع جسم في حوض من الماء فأن الماء يرتفع وهذا يعني أن الجسم يحل محل جزء من الماء في الحوض فأدرك وقتها أن حجم الماء المزاح من الحوض لازم يكون مساوي لحجم الجزء المغمور من الجسم في الحوض.

كانت تلك مشكلة جديدة تواجه أرخميدس، لكنهّ اكتشف الحل بطريقة غريبة جدا؛ فعندما دخل حوض الاستحمام اكتشف أن مستوى الماء في الحوض ارتفع وأن جسمه أزاح كمية من الماء، فقفز من الحوض و خرج يركض في الشارع و يصرخ: «يوريكا يوريكا «أي وجدتها وجدتها.
فقد ملأ وعاء بالماء وغمر التاج فيه، وقاس كتلة الماء الذي أزاحه التاج، ثم ملأ الوعاء بالماء مرة أخرى، وغمر فيه كتلة مساوية له من الذهب الخالص، وجمع الماء وقاس كتلته؛ فوجد أن كتلتي الماء الذي أزيح في كلتا الحالتين مختلفتان، واكتشف من تنفيذ هذه التجربة إلى أن التاج الذهبي غير نقي.
وعرفت فيما بعد النتيجة التي توصل إليها بقاعدةً أرخميدس واستنادا لذلك توصل أرخميدس إلى طريقة لمعرفة الكثافة النسبية للمواد.

سؤال **ما هو نص قاعدة أرخميدس ؟**

"قوة الطفو المؤثرة في الجسم المغمور كليا أو جزئيا في مائع تساوي وزن المائع المزاح".
أو "الجسم المغمور كليا أو جزئيا في مائع يخسر من وزنه بمقدار وزن المائع المزاح".

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

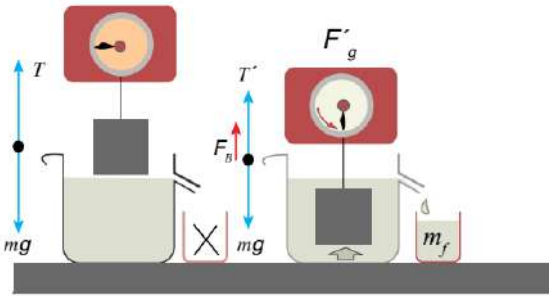
$$F_B = F_{gf} = m_f g = \rho_f V_f g$$

الوزن الظاهري للجسم: F_g' ، وزن الجسم الحقيقي : F_g ، وزن المائع المزاح : F_{gf}

تسارع الجاذبية : g ، كثافة المائع: ρ_o ، كتلة الجسم : m_o ، حجم الجسم : V_o

كثافة المائع: ρ_f ، كتلة الماء المزاح : m_f ,حجم الماء المزاح : V_f

✪ توضيح بسيط للفكرة :

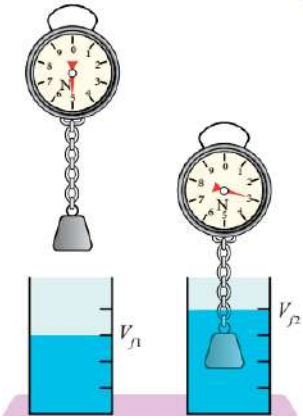


☑ عندما يكون الجسم غير مغمور في الماء تكون قراءة الميزان هي نفسها وزن الجسم الحقيقي (F_g) وحسب مخطط الجسم تكون قوة الشد مساوية لوزن الجسم ($F_g = F_T$).

☑ بعد غمر الجسم بالماء تُعطي قراءة الميزان الوزن الظاهري للجسم (F'_g) ويرتفع منسوب الماء في الدورق ليتم تفريغ الماء الزائد الذي تم إزاحته (المائع المزاح) من الدورق الكبير إلى الدورق الصغير وتكون كتلة الماء المزاح هي (m_f) ووزنه (F_{gf}).

☑ يتعرض الجسم المغمور في الماء لقوة طفو نحو الأعلى (F_B) وتكون مساوية للفرق بين وزن الجسم الحقيقي والظاهري.

☑ يكون الوزن الظاهري للجسم مساوي لقوة الشد في الحبل بعد غمر الجسم في المائع ($F'_g = F'_T$).



☑ تُطبق قاعدة أرخميدس على جميع الأجسام المغمورة بغض النظر عن شكل الجسم ونوع المائع.

☑ نلاحظ من الشكل الفرق بين قراءة الميزان عند يكون الجسم في الهواء والتي تعطي وزنه الحقيقي وقراءة الميزان عندما يكون الجسم مغمورًا في الماء بشكل كلي والتي تعطي وزنه الظاهري.

☑ في حالة غمر الجسم يكون حجم المائع المزاح مساوي لحجم الجسم المغمور.

سؤال **غواصة أسطوانية الشكل حجمها ($250\ m^3$) تقريبا. تحمل السياح إلى أعماق تصل (30) مترًا لمشاهدة الشعاب المرجانية في سواحل المكسيك. باعتبار كثافة مياه البحر ($1024\ kg.m^{-3}$) احسب :**

أ - ضغط الماء عند هذا العمق.

$$P = \rho_f g h = 1024 \times 10 \times 30 = 3.07 \times 10^5\ Pa$$

ب - قوة الطفو.

$$V_f = V_o$$

$$F_B = \rho_f V_f g = 1024 \times 250 \times 10 = 2.56 \times 10^6\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سؤال مكعب حجمه ($25\times10^{7}\ cm^3$) علق في ميزان نابضي فكانت قراءة الميزان (20 N) وعندما غُمر في سائل كانت قراءة الميزان (12 N) جد ما يلي :

أ - قوة الطفو على المكعب.

$$F_B = F_g - F_g' \rightarrow F_B = 20 - 12 = 8\ N$$

ب - كثافة السائل.

$$F_B = \rho_f V_f g \rightarrow 8 = \rho_f \times 25\times10^{7}\times10^{6}\times10 \rightarrow \rho_f = 800\ kg/m^3$$

تدريب غُمر جسم كروي كتلته (1.6 kg) ونصف قطره (3.5 cm) في الجلسرين ، فإذا كانت كثافة الجلسرين ($1260\ kg/m^3$) فأحسب :

أ - حجم الجسم الكروي.

ب - قوة دفع الجلسرين للجسم.

تدريب غُمر جسم كتلته (10 kg) وكثافته ($0.001\ g/cm^3$) في الجلسرين ، فإذا كانت كثافة الجلسرين ($1260\ kg/m^3$) فأحسب :

أ - حجم الجسم المغمور.

ب - كتلة المائع المزاح.

جـ - قوة الطفو المؤثرة في الجسم المغمور.

د - الوزن الظاهري للجسم.

ملاحظات مهمة

✪ يجب معرفة أن هنالك حالتين عند استخدام قاعدة أرخميدس حالة يكون فيها الجسم مغموراً بشكل كلي في المائع وحالة يكون فيها الجسم مغموراً بشكل جزئي (طافي على سطح المائع).

■ **الأجسام المغمورة كلياً في المائع (الانغمار الكلي) :**

سؤال **لنفترض أن لدينا حوض ماء وثلاثة مكعبات (من رصاص وخشب وفلين) متماثلة في الحجم ، وضعناها داخل الحوض كما في الشكل وتُركت حرة الحركة. فأجب عن الأسئلة الآتية :**

أ - ما الذي يحدث لكل من تلك المكعبات لحظة إفلاتها ؟

مكعب الرصاص يهبط إلى الأسفل ويستقر في أسفل الحوض في حين يرتفع مكعبا الخشب والفلين إلى الأعلى ويطفوان فوق سطح الماء.

ب - ما تفسير ما حدث للمكعبات ؟

اختلاف كثافة تلك المكعبات فالمكعب الذي لديه كثافة أكبر من الماء يكون وزنه أكبر من قوة الطفو فيغرق بينما المكعب الذي لديه كثافة أقل من الماء يطفو.

جـ - يدّعي فريق من الطلبة أن قوى الطفو في المكعبات الثلاثة - أثناء وجودها داخل الماء وقبل إفلاتها - متساوية بينما يدّعي فريق آخر أن قوة الطفو تختلف بحسب وزن المكعب ، فمن هو الصحيح بينهم ؟

ادعاء الفريق الأول هو الصحيح لأن حجم الماء المزاح يساوي حجم المكعب أثناء انغمار المكعبات كليا تحت في الماء وبما أن قوة الطفو تساوي وزن الماء المزاح وأحجام المكعبات متساوية ($F_B = \rho_f V_f g$) فإن قوى الطفو تكون متساوية لأنها تعتمد فقط على تسارع الجاذبية وكثافة المائع وحجم المائع المزاح ولكن اختلاف أوزان المكعبات يؤدي إلى اختلاف محصلة القوى المؤثرة في كل منها فيطفو مكعب الفلين والخشب بينما يهبط مكعب الرصاص إلى الأسفل لأن وزنه أكبر من قوة الطفو.

ملاحظات مهمة

- إذا وضعنا جسم ما في المائع وكانت كثافته أكبر من كثافة المائع فأن الجسم يهبط ويستقر أسفل الماء (مثل الحجر) وإذا وضعنا جسم ما في المائع وكانت كثافته مساوية لكثافة المائع فأن الجسم يبقى معلقًا في الماء (مثل الكرة).
- عندما يغمر جسم كليًا في المائع فأن :
  - حجم الجسم = حجم المائع المزاح ($V_f = V_o$).
  - قاعدة أرخميدس لجسم مستقر أسفل المائع : ($F_B = F_{gf} = F_g - F_{\acute{g}}$).
  - قاعدة أرخميدس لجسم معلق في المائع : يكون وزنه الظاهري يساوي صفرًا ($F_{\acute{g}}$) ($F_B = F_{gf} = F_g - F_{\acute{g}} = F_g$).

سؤال سُحب حجر يستقر أسفل بئر ماء بحبل رأسيا لأعلى ، فإذا كانت قوة الشد في الحبل أثناء وجود الحجر في الماء (100 N) وعند خروج الحجر من الماء أصبحت قوة الشد (400 N) ، وبافتراض أن كثافة الماء ($1000\ kg.m^{-3}$) أحسب :

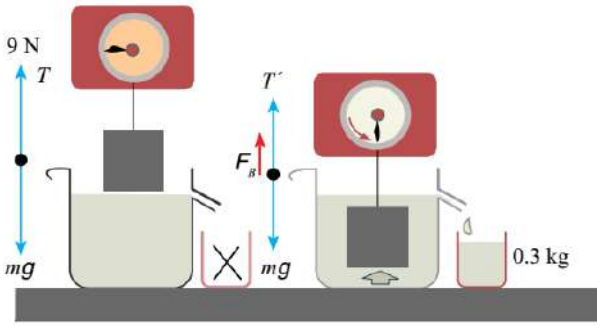
أ - قوة الطفو.

$$F_B = F_g - F_g' \rightarrow F_B = 400 - 100 = 300\ N$$

ب - حجم الحجر.

$$F_B = \rho_f V_f g \rightarrow 300 = 1000 \times V_f \times 10 \rightarrow V_f = 0.03\ m^3 = V_o$$

سؤال قامت مارية بإجراء تجربة للتحقيق من قاعدة أرخميدس ، اعتمادًا على البيانات المبينة في الشكل وباعتبار كثافة الماء ($1000\ kg.m^{-3}$) أجد :



أ - قوة الطفو.

$$F_B = F_{gf} = m_f g = 0.3 \times 10 = 3\ N$$

ب - قراءة الميزان بعد غمر الجسم في الماء.

$$F_B = F_g - F_g' \rightarrow F_g' = F_g - F_B = 9 - 3 = 6\ N$$

جـ - حجم الجسم (V_o).

$$F_B = \rho_f V_f g \rightarrow 3 = 1024 \times V_f \times 10 \rightarrow V_f = 3 \times 10^{-4}\ m^3 = V_o$$

تمرين كرة فلزية وزنها في الهواء (10 N) غُمرت في الماء فخسرت من وزنها (3.5 N) باعتبار أن كثافة الماء ($1000\ kg.m^{-3}$) جد :

أ - قوة الطفو.

$$F_B = F_g - F_g' \rightarrow F_B = 3.5\ N$$

ب - وزن الكرة في الماء.

$$F_B = F_g - F_g' \rightarrow F_g' = F_g - F_B = 10 - 3.5 = 6.5\ N$$

جـ - كثافة مادة الكرة.

$$F_B = \rho_f V_f g \rightarrow 3.5 = 1000 \times V_f \times 10 \rightarrow V_f = 3.5 \times 10^{-4}\ m^3$$

$V_f = V_o = 3.5 \times 10^{-4}\ m^3$ حجم الجسم المغمور كليا في الماء = حجم المائع المزاح

$$F_g = mg = \rho_o V_o g \rightarrow 10 = \rho_o \times 3.5 \times 10^{-4} \times 10 \rightarrow \rho_o = 2857\ kg.m^{-3}$$

سؤال قطعة ذهبية كتلتها (193 g) مغمورة في سائل الكيروسين تتأثر بقوة طفو مقدارها (0.08 N) ، على أساس أن كثافة الكيروسين ($800\ kg.m^{-3}$) أحسب :

أ - كثافة الذهب.

$$F_B = \rho_f V_f g \rightarrow 0.08 = 800 \times V_f \times 10 \rightarrow V_f = 1\times10^{-5}\ m^3 = V_o$$

$$\rho_o = \frac{m_o}{V_o} = \frac{0.193}{1\times10^{-5}} = 1930\ kg.m^{-3}$$

ب - وزن القطعة في السائل.

$$F_B = F_g - F_g' \ , \ F_g = m_o g \rightarrow F_g' = F_g - F_B = (0.193\times10) - 0.08 = 1.85\ N$$

تدريب قطعة من الحديد أسقطت في دورق إزاحة مملوء بالماء فكان وزن الماء المزاح (200 N) ، لو اعتبرنا أن كثافة الحديد ($780\ kg.m^{-3}$) ، فأحسب :

أ - حجم قطعة الحديد.

ب - وزنها في الهواء.

جـ - قوة الطفو.

سؤال علل كلاّ مما يأتي :

أ - قوة الطفو المؤثرة من قبل المائع في الأجسام المتماثلة في الحجم والمغمورة كليًا في المائع تكون متساوية بغض النظر عن كتلتها.

قوى الطفو تكون متساوية لأنها تعتمد فقط على تسارع الجاذبية وكثافة المائع وحجم المائع المزاح وبالتالي إذا كانت الأجسام متماثلة في الحجم ومغمورة في نفس المائع يكون لها نفس قوة الطفو.

ب - قوة الطفو لا تتغير بتغير عمق الجسم في المائع ، أما ضغط المائع فيزداد بزيادة عمق الجسم.

قوى الطفو تعتمد فقط على تسارع الجاذبية وكثافة المائع وحجم المائع المزاح ($F_B = \rho_f V_f g$) على عكس الضغط الذي يتأثر ويعتمد على عمق النقطة ($P = \rho_f h g$).

■ الأجسام الطافية على سطح المائع (الانغمار الجزئي) :

✪ إذا وضعنا جسم كثافته أقل من كثافة المائع فأن جزءاً منه يطفو على سطح المائع كما في الشكل.

✪ يكون حجم السائل المزاح (V_f) في هذه الحالة مساوي لحجم الجزء المغمور من الجسم وهو أقل من حجم الجسم.

✪ عندما يغمر جسم جزئيا في المائع فأن :

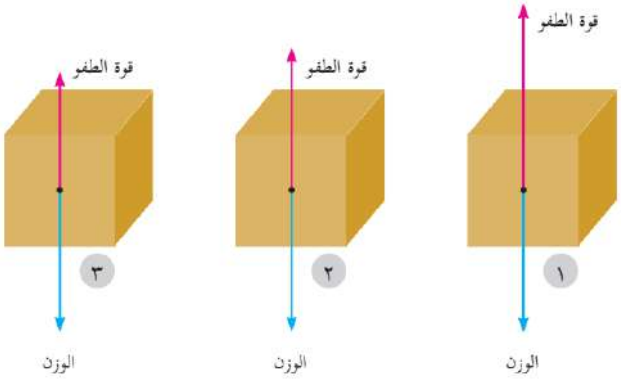
➲ وزن الجسم في المائع يساوي صفراً.

وبالتالي تكون قوة الطفو مساوية لوزن الجسم.

$$F_B = F_{gf} = F_g - F_{g'} = F_g - 0 = F_g$$

➲ الجدول الآتي يلخص الحالات الخاصة بقاعدة أرخميدس :

الحالة	اتجاه محصلة القوى	قوة الطفو F_B	حجم السائل المزاح V_f	حالة الجسم
$\rho_o > \rho_f$	$-y$	$F_B < F_g$	$V_f = V_o$	ينغمرُ ويهبطُ في المائع
$\rho_o = \rho_f$	$\Sigma F = 0$	$F_B = F_g$	$V_f = V_o$	يبقى معلقًا في المائع
$\rho_o < \rho_f$	$\Sigma F = 0$	$F_B = F_g$	$V_f =$ حجم الجزء المغمور من الجسم	يطفو جزءٌ منهُ فوقَ سطح المائع



سؤال **كرة مطاطية حجمها ($0.004\ m^3$) وكثافة مادتها ($970\ kg.m^{-3}$) وضعت في سائل كثافته ($1200\ kg.m^{-3}$) ، أحسب حجم الجزء المغمور من الكرة.**

بما أن كثافة الكرة أقل من كثافة السائل فأن الكرة تنغمر جزئيا في السائل.

$$F_B = F_g$$

$$\rho_f V_f g = \rho_o V_o g \rightarrow \rho_f V_f = \rho_o V_o$$

$$1200 \times V_f = 970 \times 0.004 \rightarrow V_f = 0.0032\ m^3$$

حجم السائل المزاح = حجم الجزء المغمور من الكرة = ($0.0032\ m^3$)

سؤال مكعب كتلته (0.5 kg) يطفو فوق سطح الماء ، باعتبار كثافة الماء ($1000\ kg.m^{-3}$) أحسب :

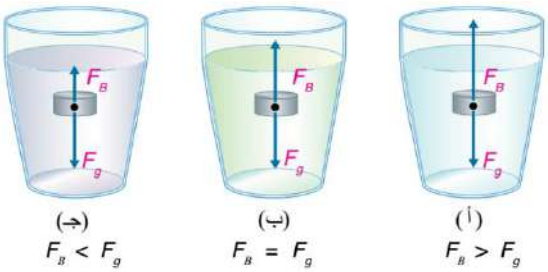
أ - قوة الطفو.

$$F_B = F_g = m_o g = 0.5\times10 = 5\ N$$

ب - حجم الماء المزاح.

$$F_B = \rho_f V_f g = \rightarrow 5 = 1000\times V_f \times 10 \rightarrow V_f = 5\times10^{-4}\ m^3$$

سؤال وضعت ثلاثة أجسام متماثلة تمامًا داخل ثلاثة كؤوس مملوءة بسوائل مختلفة ، وتركت حرة الحركة ، ومثلث قوتا الطفو ووزن الجسم بأسهم كما في الشكل، أجيب عما يأتي :



أ - رتب السوائل في الكؤوس تنازليًا حسب كثافتها.

(أ) ، (ب) ، (جـ)

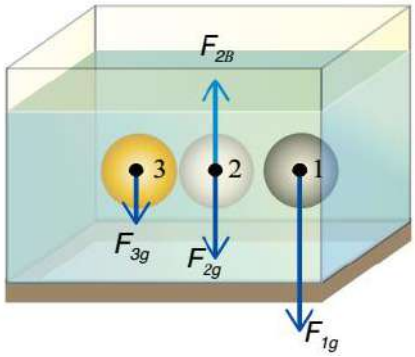
ب - صف حركة الأجسام.

الجسم (أ) ⟵ محصلة القوى إلى الأعلى لأن قوة الطفو أكبر من الوزن وبالتالي يتحرك الجسم إلى الأعلى بتسارع حتى يطفو جزء منه ليستقر على سطح الماء.

الجسم (ب) ⟵ يبقى معلقًا في السائل لأن قوة الطفو تساوي قوة الوزن.

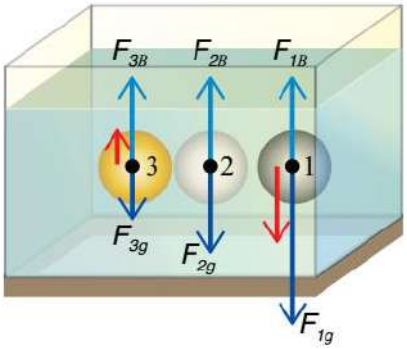
الجسم (جـ) ⟵ محصلة القوى إلى الأسفل لأن قوة الطفو أصغر من الوزن وبالتالي يتحرك الجسم إلى الأسفل بتسارع ليستقر في قاع الكاس.

سؤال وضعت ثلاث كرات متماثلة في الحجم داخل حوض مملوء بالماء ، كما في الشكل ، فبناء على المعطيات الموجودة أجب عما يأتي :



أ - أرسم مخطط الجسم الحر للكرتين (1) و (3) لحظة إفلاتها.

قوى الطفو في كل الكرات متساوية في المقدار والاتجاه لأن حجم الكرات متساوي.



ب - رتب القوى المحصلة المؤثرة في كل كرة تصاعديًا من حيث المقدار ، محددًا اتجاهها لحظة إفلاتها.

القوة المحصلة المؤثرة في الكرة (2) وتساوي صفرًا (متزنة) ، القوة المحصلة المؤثرة في الكرة (3) واتجاهها للأعلى ، القوة المحصلة المؤثرة في الكرة (1) واتجاهها نحو الأسفل.

سؤال **قارب مطاطي كتلته (200 kg) ومتوسط كثافته ($100\ kg.m^{-3}$) ينقل عددًا من المهاجرين ، إذا علمت أن كثافة ماء البحر ($1024\ kg.m^{-3}$) فجد كتلة أكبر حمولة يمكن وضعها فوق سطح القارب بحيث يبقى طافيًا (حافة القارب العلوية عند سطح الماء تمامًا).**

بما أن حافة القارب العلوية عند سطح الماء تماما إذن هو مغمور في الماء وبالتالي حجم الجزء المغمور من القارب يساوي حجم القارب وهذا ويساوي أيضا حجم الماء المزاح.

m_p : كتلة ركاب القارب ، m_o : كتلة القارب ، m_f : كتلة الماء المزاح

$$V_f = V_o = \frac{m_o}{\rho_o} = \frac{200}{100} = 2\ m^3$$ حجم القارب بغض النظر عن كتلة الركاب

$$F_B = F_g$$

$$\rho_f V_f g = \rho_o V_o g \rightarrow \rho_f V_f g = (m_p + m_o)g \rightarrow \rho_f V_f = (m_p + m_o)$$

$$1024 \times 2 = (m_p + 200) \rightarrow m_p = 1848\ kg$$

ملاحظات مهمة

- يمكننا استخدام علاقة ثانية لأرخميدس في حالة الأجسام المغمورة جزئيا للمساعدة في حل المسائل الرياضية .

$$\frac{V_f}{V_o} = \frac{\rho_o}{\rho_f}$$

سؤال مكعب طول ظلعه (5 cm) يطفو فوق سطح مائل ما ، فإذا علمت أن كثافة مادة المكعب تكافئ ربع كثافة ذلك السائل ، فأحسب :

أ - حجم السائل المزاح.

$V_o = l^3 = (0.05)^3 = 1.25\times10^{-4}\ m^3$, $\rho_o = 0.25\ \rho_f$

$$\frac{V_f}{V_o} = \frac{\rho_o}{\rho_f} \rightarrow \frac{V_f}{1.25\times10^{-4}} = \frac{0.25\ \rho_f}{\rho_f} \rightarrow V_f = 3.125\times10^{-5}\ m^3$$

ب - حجم الجزء المغمور من المكعب في السائل.

حجم الجزء المغمور من المكعب يساوي حجم السائل المزاح = $3.125\times10^{-5}\ m^3$

سؤال مُلئ بالون بغاز الهيليوم وتُرك في الهواء ، فإذا علمت أن كثافة الهواء ($1.29\ kg.m^{-3}$) وقطر البالون (0.4 m) فجد قوة الطفو.

$$V_o = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\times3.14\times(0.2)^3 = 0.033\ m^3$$

$$F_B = F_g = \rho_{air} V_o g = 1.29\times0.033\times10 = 0.43\ N$$

سؤال في السؤال السابق ، إذا علمت أن كتلة بالون الهيليوم (4 kg) فأحسب حجم البالون اللازم لاتزانه في الهواء.

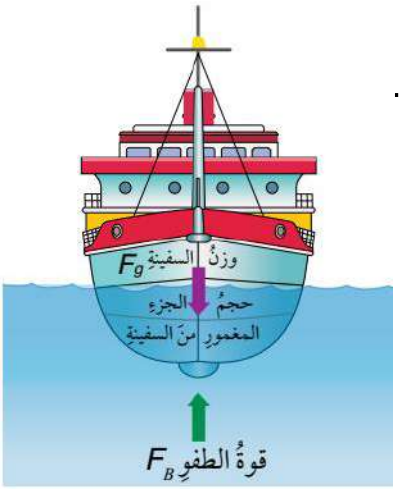
$$F_B = F_g \rightarrow \rho_{air} V_o g = m_o g \rightarrow 1.29\times V_o\times10 = 4 \rightarrow V_o = 3.1\ m^3$$

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

منهاجي
متعة التعليم الهادف

■ **تطبيقات قاعدة أرخميدس :** (السفينة ، الغواصة ، مقياس كثافة السوائل ، المنطاد)



✪ **السفينة :**

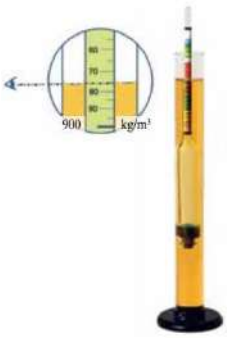
- عندما تطفو السفينة على البحر تكون قوة الطفو مساوية لوزنها.
- تصنع السفينة بحيث تحتوي تجويفا كبيرًا يزيد من حجمها ويقلل من متوسط كثافتها ليصبح أقل من كثافة الماء.
- عند إنزال السفينة إلى الماء فإن حجم الماء المزاح المساوي لحجم الجزء المغمور من السفينة يزداد بالتدريج فتزداد قوة الطفو حسب قاعدة أرخميدس إلى أن تصبح قوة الطفو مساوية لوزن السفينة كما في الشكل.

أُفكِّرُ: لماذا تطفو السفينة بشكل أكبر في المياه المالحة منها في المياه العذبة ؟

كثافة المياه المالحة أكبر من كثافة المياه العذبة وبما أن قوة الطفو تزداد بزيادة كثافة المائع حسب قاعدة أرخميدس فأن الفينة سيطفو جزء أكبر من حجمها فوق سطح المياه المالحة.

✪ **الغواصة :**

- سفينة متخصصة يمكنها الغوص والتنقل تحت سطح الماء على أعماق مختلفة.
- تحتوي خزانات كبيرة تسمح بإدخال الماء أو إخراجه منها وبالتالي يمكن التحكم بمتوسط الكثافة بزيادته أو تقليله للتحكم بقوة الطفو فإما تصبح أكبر من وزن الغواصة فتطفو الغواصة أو أقل فتهبط أو مساوية للوزن فتبقى الغواصة معلقة على عمق ثابت في الماء.
- تستخدم الغواصة للأغراض العسكرية والمدنية مثل الأبحاث العلمية والسياحة..



✪ **مقياس كثافة السوائل :**

- أداة تستخدم لقياس كثافة السائل ، مثل قياس كثافة الحليب وكثافة محلول بطارية السيارة وغيرها ..
- يوضع الأنبوب في السائل المراد قياس كثافته فيطفو ليستقر عند تدريج محدد يمثل كثافة السائل.
- كلما زادت كثافة السائل ازدادت قوة الطفو ليرتفع المقياس في السائل إلى أعلى بشكل أكبر.
- يُفضل استخدام المقياس الإلكتروني كما في الشكل لأنه أكثر دقة وسهولة في الاستخدام.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

✪ المنطاد :

- يتسارع المنطاد إلى الأعلى ويرتفع في الهواء عندما يكون وزنه أقل من قوة الطفو المؤثرة فيه من قبل الهواء المحيط به.
- في حال كانت قوة الطفو أقل من وزنه فأنه يتسارع إلى الأسفل ويهبط ويبقى معلقًا في الهواء في حال كانت قوة الطفو مساوية لوزنه.
- تصنف المناطيد حسب نوعية الغاز المحمل بها فمثلًا المنطاد الغازي يكون مملوء بغاز أخف من الهواء الجوي كغاز الهيليوم أو الهيدروجين.
- هناك نوع آخر من المناطيد يستخدم بكثرة حاليا وهو منطاد الهواء الساخن حيث يتم التحكم بصعوده وهبوطه من خلال تقليل درجة حرارة الهواء داخله أو زيادته.

أُفكِّرُ: لماذا يرتفع البالون في الهواء بتسارع أكبر في الأجواء الباردة مقارنة بتسارعه في الأجواء الحارة.

في الأجواء الباردة تكون كثافة الهواء المحيط بالبالون أكبر وبالتالي تكون قوة الطفو أكبر فيكتسب البالون تسارعًا أكبر إلى الأعلى.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

حل أسئلة مراجعة الدرس الأول من الوحدة الخامسة

سؤال 1 **لماذا تطفو بعض الأجسام فوق سطح الماء وبعضها يبقى معلقًا وبعض آخر ينغمر ليستقر في الأسفل.**

إذا كانت كثافة الجسم أقل من كثافة الماء فأنه يطفو لأن قوة الطفو تكون أكبر من وزنه وإذا كانت كثافة الجسم مساوية لكثافة الماء فأنه يبقى معلقًا في الماء وإذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة الماء فأن الجسم ينغمر في الماء ليستقر في الأسفل.

سؤال 2 **ثلاثة مجسمات متماثلة في الحجم (زجاج ، مطاط ، سيلكون) كثافة كل منها على الترتيب** ($2.5\times10^{+3}\ kg/m^3$, $9.7\times10^{+2}\ kg/m^3$, $1.3\times10^{+3}\ kg/m^3$) **وُضعت داخل حوض جليسرين كثافته** ($1.3\times10^{+3}\ kg/m^3$) **بناءً على ما سبق أجب عما يأتي :**

أ - قارن بين قوى الطفو المؤثرة في المجسمات الثلاثة لحظة إفلاتها.

قوة الطفو المؤثرة في المجسمات متساوية لأنها لا تعتمد على كثافة الجسم وإنما كثافة المائع وحجم السائل المزاح وتسارع الجاذبية.

ب - قارن بين القوى المحصلة المؤثرة في المجسمات الثلاثة لحظة إفلاتها.

القوة المحصلة المؤثرة في مجسم الزجاج باتجاه الأسفل أكبر من القوة المحصلة المؤثرة في مجسم المطاط باتجاه الأسفل أكبر من القوة المحصلة المؤثرة في مجسم السيليكون والتي تساوي صفرًا.

سؤال 3 **ماذا يحدث في كل حالة مما يأتي :**

أ - تفريغ خزانات المياه من الغواصة.

يقل وزنها لتصبح قوة الطفو أكبر من وزنها فتصعد إلى الأعلى.

ب - تقليل درجة حرارة الهواء داخل المنطاد.

يزداد متوسط كثافة الهواء ليدخل الهواء الجوي المحيط بالمنطاد من الفتحة السفلية بالمنطاد فيزداد وزن المنطاد مما يقلل من محصلة قوتي الطفو والوزن وبناء على ذلك إما أن يتسارع نحو الأعلى أو نحو الأسفل أو يبقى معلقًا حسب مقدار القوة المحصلة واتجاهها.

جـ - زيادة حجم التجويف في السفينة.

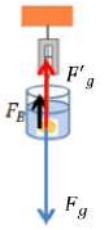
يزداد حجم السفينة ويقل متوسط كثافته مما يسهل طفوها حيث يزداد حجم الجزء الطافي منها.

سؤال 4 **قارب مطاطي يطفو نصف حجمه فوق سطح البحر ، فإذا علمت أن كثافة مياه البحر ($1024\ kg/m^3$) فجد متوسط كثافة القارب.**

$$F_B = F_g \rightarrow \rho_f V_f g = \rho_o V_o g \rightarrow \rho_f (0.5V_o) g = \rho_o V_o g$$

$$1024 \times 0.5V_o \times 10 = \rho_o \times V_o \times 10 \rightarrow \rho_o = 512\ kg/m^3$$

سؤال 5 **وجدت نور قطعة نقدية قديمة لونها أصفر تشبه الذهب ، أرادت التأكد من أن القطعة مصنوعة من الذهب ، فعلقت القطعة بميزان نابضي حساس فكانت قراءة الميزان (15 N) في الهواء كما في الشكل ، وعند غمرها في الماء أصبحت قراءة الميزان (13.7 N) ، أجيب عما يأتي :**



أ - أرسم مخطط الجسم الحر للقطعة بعد غمرها.

ب - أحسب قوة الطفو.

$$F_B = F_g - F'_g \ , \ F_B = 15 - 13.7 = 1.3\ N$$

جـ - هل القطعة النقدية مصنوعة من الذهب علمًا بأن كثافة الذهب ($19.3 \times 10^{+3} kg/m^3$) وكثافة الماء ($10^{+3}\ kg/m^3$).

$$F_B = \rho_f V_f g \rightarrow 1.3 = 1000 \times V_f \times 10 \rightarrow V_f = 1.3 \times 10^{-4}\ m^3 = V_o$$

$$F_g = \rho_o V_o g \rightarrow 15 = \rho_o \times 1.3 \times 10^{-4} \times 10 \rightarrow \rho_o = 11.54 \times 10^{+3}\ kg/m^3$$

بما أن كثافة القطعة اختلفت عن كثافة الذهب فهذا يدل على أن القطعة ليست مصنوعة من الذهب

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سؤال 6 بالون مملوء بغاز الهيليوم ، ما أقل حجم للبالون ليتمكن من رفع ثلاثة أشخاص مجموع كتلهم يساوي (180 kg) ، علمًا بأن كتلة السلة التي تحملهم مع كتلة مادة البالون تساوي (30 kg) ، وكثافة الهواء ($1.29\ kg/m^3$) وكثافة الهيليوم ($0.179\ kg/m^3$) ؟

$180 + 30 = 210\ kg \quad , \quad V_f = V_o \quad , \quad \rho_o = \rho_{He}$

$F_B = F_g \rightarrow \rho_f V_f g = m_o g \rightarrow \rho_f V_f g = (m_{He} + 210)g$

$\rho_f V_f g = (\rho_{He} V_o + 210)g \rightarrow \rho_f V_f = (\rho_{He} V_o + 210)$

$1.29 \times V_o \times 10 = 0.179 \times V_o + 210 \rightarrow V_o = 189\ m^3$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

الوحدة الخامسة : الموائع

الدرس الثاني : الموائع المتحركة

سؤال ؟ ما هي خصائص الموائع المتحركة ؟

الجريان ، القابلية للانضغاط ، اللزوجة

✪ تقسم الموائع من حيث خاصية الجريان إلى :

- الجريان المنتظم أو (الانسيابي).
- الجريان غير المنتظم.

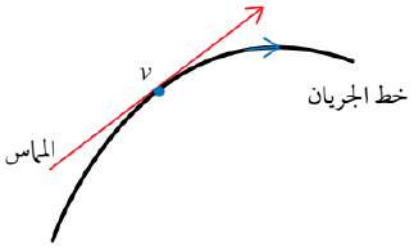
سؤال ؟ وضح ما هو المقصود بالجريان المنتظم للمائع ؟

المائع الذي تكون سرعة جزيئاته عند نقطة معينة فيه ثابتة لا تتغير مع الزمن ولكنها يمكن أن تتغير من نقطة إلى أخرى.

سؤال ؟ وضح ما هو المقصود بخط جريان المائع (خط الجريان) ؟

خط وهمي يمثل مسار جزيئات المائع عند جريانها.

سؤال ؟ ما هي مميزات أو خصائص خطوط جريان المائع المنتظم ؟



❶ لا تتقاطع. ❷ كثافتها تزداد بزيادة سرعة المائع.

❸ المماس لأي نقطة على خط الجريان يحدد اتجاه سرعة جزيء المائع اللحظية (v) عند تلك اللحظة.

سؤال ؟ وضح ما هو المقصود بكثافة خطوط الجريان ؟

عدد خطوط الجريان التي تمر عموديًا بوحدة المساحة.

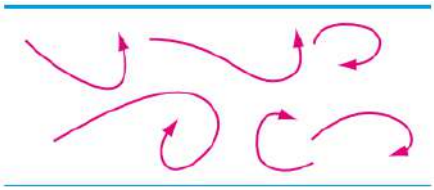
سؤال ؟ وضح ما هو المقصود بالجريان غير المنتظم ؟

جريان تتغير سرعة المائع عند نقطة ما فيه مع الزمن.

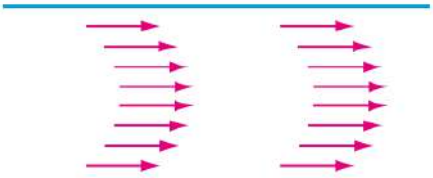
سؤال ؟ وضح ما هو المقصود بالسرعة الحدية ؟

هي السرعة التي إذا تجاوزها المائع يتحول عندها جريان المائع من جريان منتظم إلى جريان غير منتظم.

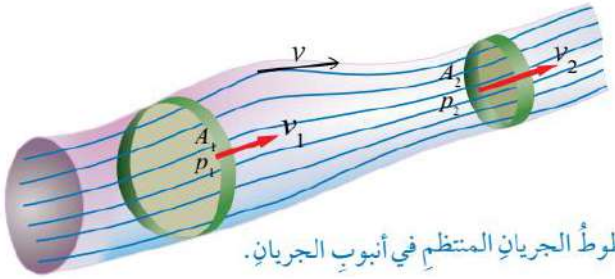
منهاجي
متعة التعليم الهادف



الجريان غير المنتظم.



الجريان المنتظم.



خطوطُ الجريانِ المنتظمِ في أنبوبِ الجريانِ.

سؤال وضح ما هو المقصود بكل مما يأتي ؟

الجريان الدوّامي : الجريان الذي تدور فيه جميع جزيئات المائع حول مركز أو محور دوران.
مثال ذلك حركة جزيئات الهواء في الأعاصير أو حركة جزيئات الماء في الدوامات البحرية.

الجريان غير الدوّامي : الجريان الذي لا تدور فيه جزيئات المائع حول مركز أو محور دوران.

✪ تقسم الموائع من حيث القابلية للانضغاط :

- مائع غير قابل للانضغاط.
- مائع قابل للانضغاط.

سؤال وضح ما هو المقصود بكل مما يأتي ؟

مائع غير قابل للانضغاط : المائع الذي تبقى كثافته ثابتة ولا تتغير تحت تأثير أي قوة.

مائع قابل للانضغاط : المائع الذي تتغير كثافته تحت تأثير أي قوة.

✪ لزوجة المائع : مقياس لمقاومة طبقات المائع للحركة

- كلما زادت لزوجة المائع قلت قابليته للجريان وسرعته.
- تأثير اللزوجة في جريان السائل يقابله تأثير قوة الاحتكاك في انزلاق جسم على سطح خشن.

سؤال وضح ما هو المقصود بكل مما يأتي ؟

المائع اللزج : المائع الذي يوجد قوى احتكاك بين طبقاته أثناء جريانه.

المائع غير اللزج: المائع الذي لا يوجد قوى احتكاك بين طبقاته أثناء جريانه.

سؤال **وضح ما هو المقصود بالمائع المثالي ؟**

المائع الذي يتصف بالخصائص الأربعة الآتية : جريانه منتظم ، غير قابل للانضغاط ، غير لزج ، غير دوامي.

ملاحظات مهمة

- لا يوجد في الواقع مائع مثالي يتصف بهذه الخصائص الأربعة معًا وإنما هو نموذج افترضه العلماء يساعدنا ويُسهل علينا دراسة الموائع.
- زيادة لزوجة الدم في جسم الإنسان قد تؤدي لحدوث جلطات دموية حيث يصعب جريان الدم داخل الشرايين فيعطى المريض أدوية تقلل لزوجة الدم (أدوية مميعة).

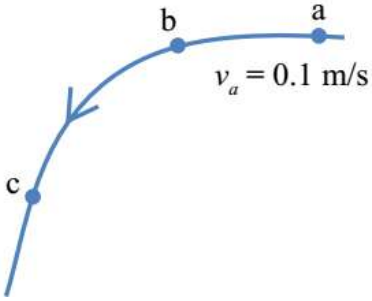
أتحقّق: **ما الخاصية التي يمتلكها المائع المتحرك في الحالات الآتية :**

أ - كثافته ثابتة لا تتغير أثناء جريانه. (غير قابل للانضغاط)

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

جـ - لا تدور جزيئاته حول مركز دوران أثناء جريانه. (غير دوّامي)

أفكّر: **يمثل الشكل خط جريان منتظم لمائع ، فإذا كانت سرعة أحد جزيئات المائع لحظة مروره بالنقطة (a) تساوي (0.1 m/s) ، بناءً على ما تقدم أجيب عما يأتي :**



أ - كم تبلغ سرعة جزيءٍ آخر من المائع لحظة مروره بالنقطة (a) بعد 4 ثواني من مرور الجزيء الأول ؟

من خصائص الجريان المنتظم أن سرعة جزيئات المائع عند نقطة معية ثابتة لا تتغير مع الزمن لذلك فأن سرعة جزيء آخر عند النقطة (a) بعد مرور 4 ثواني هي سرعة الجزيء الأول نفسها (0.1 m/s).

ب - هل سرعة جزء المائع عند مروره بالنقاط (b) و (c) هي نفسها عند مروره بالنقطة (a) ؟

سرعة جزيء المائع في الجريان المنتظم يمكن أن تتغير من نقطة إلى أخرى ولكنها عند النقطة نفسها لا تتغير ، لذلك فإن سرعة الجزيء عند النقاط (b) و (c) ليست بالضرورة تساوي سرعته عند النقطة (a) ، فمثلًا اتجاه السرعة عند النقطة (a) باتجاه المماس في الشكل يختلف عن اتجاه السرعة عند النقطة (c).

■ معادلة الاستمرارية.

سؤال قام الطالب بملء كأس بالماء دون ضغطه على فوهة الخرطوم وبالتزامن مع تشغيل ساعة الإيقاف لقياس زمن ملء الكأس بالماء. أجب عما يلي :

أ - هل تغيرت سرعة الماء عند ضغط الطالب على فوهة خرطوم المياه ؟

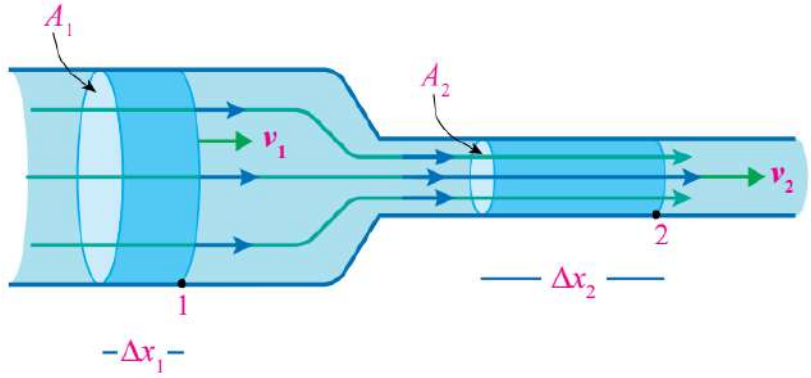
تزداد سرعة الماء عند الضغط على فوهة الخرطوم لأن مساحة مقطع الخرطوم قلت.

ب - لو قام الطالب بملء الكاس وهو ضاغط على فوهة الخرطوم بالتزامن مع تشغيل ساعة الإيقاف لقياس زمن ملء الكأس بالماء ، هل يختلف زمن ملء كأس الماء في الحالتين ؟

لن يختلف ، يبقى الزمن نفسه في الحالتين سواءً ضغطنا على فوهة الخرطوم أم لم نضغط.

■ اشتقاق معادلة الاستمرارية.

لنفترض أن مائع مثالي يجري في أنبوب مفتوح الطرفين ومساحة مقطعة العرضي متغيرة كما في الشكل.



بما أن المائع مثالي إذن فهو غير قابل للانضغاط لذلن فإن كتلة المائع (m_1) التي تعبر مساحة مقطع معين (A_1) من الأنبوب بسرعة (v_1) تساوي كتلة المائع (m_2) التي تعبر مساحة مقطع آخر (A_2) من الأنبوب بسرعة (v_2) في الفترة الزمنية (Δt) نفسها.

$$m_1 = m_2$$

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \quad \boxed{m = \rho V} \quad \boxed{V = A\Delta X}$$

$$\rho_1 A_1 \Delta x_1 = \rho_2 A_2 \Delta x_2 \rightarrow \rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t \quad \boxed{\Delta x = v\Delta t}$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \boxed{\rho_1 = \rho_2}$$

- كثافة المائع ثابتة لا تتغير لأنه غير قابل للانضغاط ($\rho_1 = \rho_2$).
- الصيغة الرياضية لمعادلة الاستمرارية :

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

سؤال **عبّر عن معادلة الاستمرارية بالكلمات ؟**

"حاصل ضرب مساحة المقطع العرضي لأنبوب جريان المائع في سرعة المائع عند ذلك المقطع يساوي مقدارًا ثابتا (Av)".

سؤال **وضح ما هو المقصود بمعدل التدفق الحجمي ؟**

معدل التدفق الحجمي ($\frac{V}{\Delta t}$) هو حجم المائع الذي يعبر مساحة مقطع معين من الأنبوب في وحدة الزمن .

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

ملاحظات مهمة

- معادلة الاستمرارية تعبير رياضي عن مبدأ حفظ الكتلة وتنطبق على أي مقطع من أنبوب الجريان وليس شرطًا عند طرفيه.
- وحدة قياس معدل التدفق الحجمي($\frac{V}{\Delta t}$) و (Av) هي (m^3/s).
- معادلة الاستمرارية تصف حركة مائع عند مروره في أنبوب جريان تتغير مساحة مقطعه.
- عند انتقال المائع من أنبوب واسع إلى أنبوب ضيق تزداد سرعته لضمان مرور الحجم نفسه من المائع في الزمن نفسه.

أتحقّق: ما هي العوامل التي يعتمد عليها معدل التدفق الحجمي في أنبوب الجريان ؟

سرعة تدفق المائع (v) ومساحة المقطع العرضي للأنبوب (A).

سؤال **وضح كيف تم إيجاد معدل التدفق الحجمي وأثبت أنه مساوي لـ (Av) ؟**

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow A_1 \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = A_2 \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \rightarrow \frac{V_1}{\Delta t_1} = \frac{V_2}{\Delta t_2} \rightarrow \frac{V}{\Delta t}$$

أُفكِّرُ: فسر ما يأتي :

أ - زيادة سرعة الماء المتدفق من خرطوم المياه عند الضغط على فوهته.

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

ب - نقصان اتساع مجرى الماء الخارج من حنفية الماء أثناء سقوطه نحو الأسفل.

أثناء نزول المياه من فتحة الصنبور إلى الأسفل تزداد طاقتها الحركية ومن ثم سرعتها بفعل الجاذبية الأرضية ، وحسب معادلة الاستمرارية فإن مساحة مجرى الماء تقل.

سؤال: أنبوب مساحة مقطعه ($20\ cm^2$) متصل بأنبوب آخر مساحة مقطعه ($6\ cm^2$) ويتصل الأنبوب الثاني بصنبور ماء يندفع الماء منه بسرعة ($40\ cm/s$) ، ومساحة مقطع الصنبور تساوي مساحة مقطع الأنبوب الثاني. أحسب :

أ - سرعة جريان الماء في الأنبوب الأول.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow (20\times10^{-4})(v_1) = (6\times10^{-4})(40\times10^{-2}) \rightarrow v_1 = 0.12\ m/s$$

ب - معدل التدفق في كلا الأنبوبين.

معدل التدفق متساوي في كلا الأنبوبين حسب معادلة الاستمرارية.

$$\frac{V}{\Delta t} = A_1 v_1 = (20\times10^{-4})(0.12) = 2.4\times10^{-4}\ m^3/s$$

$$\frac{V}{\Delta t} = A_2 v_2 = (6\times10^{-4})(40\times10^{-2}) = 2.4\times10^{-4}\ m^3/s$$

جـ - حجم الماء المتدفق في دقيقة.

$$\frac{V}{\Delta t} = 2.4\times10^{-4} \rightarrow V = (2.4\times10^{-4})(\Delta t) = (2.4\times10^{-4})(60) = 1.44\times10^{-2}\ m^3$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

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

أ - معدل التدفق الحجمي للدم في الشريان.

$$\frac{V}{\Delta t} = A_1 v_1 = (6\times10^{-6})(5\times10^{-2}) = 3\times10^{-7}\ m^3/s$$

ب - عدد الشعيرات التي تفرعت من الشريان.

التدفق في الشريان = مجموع التدفق في الشعيرات

$$A_1 v_1 = N\times A_2 v_2 \rightarrow (6\times10^{-6})(5\times10^{-2}) = N\times(3\times10^{-7})(2\times10^{-3})$$

$$3\times10^{-7} = N\times(6\times10^{-10}) \rightarrow N = 500$$

سؤال يتدفق الماء في شلالات نياجارا كما في الشكل وعند لحظة معينة يتدفق بمعدل (5525 m^3/s) من مجرى عرضه (670 m) وعمق الماء فيه تقريبا (2 m) ، فأحسب :

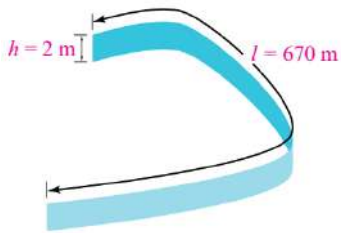
أ - سرعة الماء المتدفق عند تلك اللحظة.

$$l = 670\ m \ , \ h = 2\ m \ , \ \frac{V}{\Delta t} = 5525\ m^3/s$$

$$\frac{V}{\Delta t} = Av \rightarrow 5525 = (l\times h)(v) = (670\times2)(v) \rightarrow 5525 = (1340)(v)$$

$$v = 4\ m/s$$

ب - حجم الماء المتدفق في (5) دقائق.



$$\frac{V}{\Delta t} = 5525 \rightarrow \frac{V}{5\times60} = 5525 \rightarrow V = 5525\times(670\times2)$$

$$(V) = 1.657\times10^{+6}\ m^3$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سؤال يتدفق الدم في جسم الإنسان عبر الشرايين والأوردة التي تتفرع بدورها إلى شعيرات دموية ذات مساحات مختلفة ، فإذا علمت أن الدم يجري بسرعة (0.06 m/s) في شريان مساحة مقطعه ($0.4\ cm^2$) ، فأحسب :

أ - معدل تدفق الدم في الشريان.

$$\frac{V}{\Delta t} = A_1 v_1 = (0.4\times10^{-4})(0.06) = 2.4\times10^{-6}\ m^3/s$$

ب - إذا تفرع هذا الشريان إلى (80) شعيرة دموية مساحة مقطع كل منها ($0.03\ cm^2$) ، فكم تصبح سرعة الدم في الشعيرة ؟ على اعتبار أن كثافة الدم ثابتة.

$$A_1 v_1 = N\times A_2 v_2 \rightarrow (0.4\times10^{-4})(0.06\ ) = 80\times(0.03\times10^{-4})(v_2)$$

$$\rightarrow v_2 = 0.01\ m/s$$

جـ - أحسب كتلة الدم المتدفقة من شعيرة واحدة في (10) ثواني ، إذا كانت كثافة الدم الطبيعي ($1060\ kg/m^3$).

$$m = \rho V \rightarrow (1060)(\frac{2.4\times10^{-6}}{80})(10) = 3.18\times10^{-4}\ kg$$

تمرين أنبوب ماء نصف قطره (0.02 m) يتدفق فيه الماء بمعدل ($1.25\times10^{-3}\ m^3/s$) يضيق ليصبح نصف قطره (0.01 m) ، أحسب :

أ - سرعة تدفق الماء في الجزء الواسع من الأنبوب.

$$r_1 = 0.02\ m\ ,\ r_2 = 0.01\ m\ ,\ \frac{V}{\Delta t} = 1.25\times10^{-3}\ m^3/s$$

$$\frac{V}{\Delta t} = A_1 v_1 \rightarrow 1.25\times10^{-3} = (\pi\times {r_1}^2)(v) \rightarrow 1.25\times10^{-3} = (3.14\times0.02^2)(v)$$

$$v = 0.995\ m/s$$

ب - سرعة تدفق الماء في الجزء الضيق من الأنبوب.

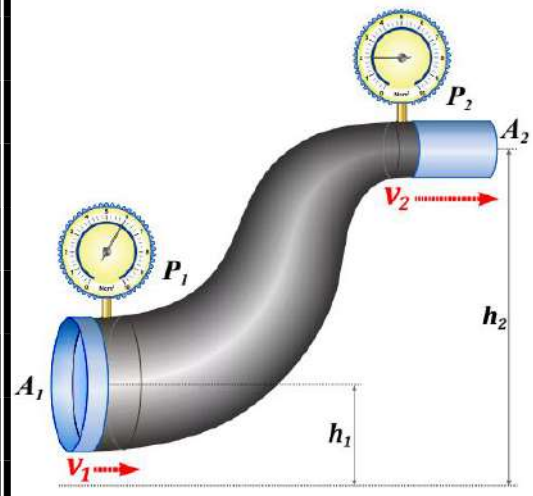
$$\frac{V}{\Delta t} = A_2 v_2 \rightarrow 1.25\times10^{-3} = (\pi\times {r_2}^2)(v) \rightarrow 1.25\times10^{-3} = (3.14\times0.01^2)(v)$$

$$v = 3.980\ m/s$$

جـ - حجم الماء المتدفق من الجزء الضيق في (20s).

$$\frac{V}{\Delta t} = 1.25\times10^{-3} \rightarrow \frac{V}{20} = 1.25\times10^{-3} \rightarrow V = 2.5\times10^{-2}\ m^3$$

■ معادلة برنولي.



- معادلة للعالم الفيزيائي دانيال برنولي تدرس العلاقة بين ضغط المائع وسرعته وارتفاعه.
- تعتبر معادلة برنولي تطبيق لمبدأ حفظ الطاقة على المائع المثالي.
- تُطبق معادلة برنولي عندما يكون هنالك مائع مثالي يتحرك عبر موقعين مع حدوث تغير في مساحة المقطع (A_1) ، (A_2) أو في الارتفاع (h_1) ، (h_2) أو الضغط (P_1) ، (P_2) أو السرعة. (v_1) ، (v_2) .

سؤال ما هو نص معادلة برنولي ؟

"أن مجموع الضغط والطاقة الميكانيكية (أي طاقة الوضع + طاقة الحركة) لوحدة الحجوم يساوي مقدارًا ثابتا عند جميع النقاط على طول مجرى المائع المثالي".

- يمكن التعبير عن معادلة برنولي رياضيا على النحو الآتي :

$$P + \frac{1}{2}\rho_f v^2 + \rho_f g h = \text{Constant}$$

$\frac{1}{2}\rho_f v^2$ ← طاقة الحركة لوحدة الحجوم

$\rho_f g h$ ← طاقة الوضع لوحدة الحجوم

الضغط + الطاقة الميكانيكية = ثابت

الضغط + طاقة الوضع لوحدة الحجوم + طاقة الحركة لوحدة الحجوم = ثابت

- عند مقارنة موقعين على مجرى السائل نحصل 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 (كسطح الأرض مثلًا)

h_2 ← ارتفاع مركز الأنبوب في الموقع الأول عن المستوى المرجعي نفسه في الموقع الأول

P_1 ← ضغط المائع عند الموقع الأول P_2 ← ضغط المائع عند الموقع الثاني ρ_f ← كثافة المائع

v_1 ← سرعة المائع في الموقع الأول v_2 ← سرعة المائع في الموقع الثاني g ← تسارع السقوط الحر

- تنتقل الموائع من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.

سؤال وضح كيف تم اشتقاق قانوني الطاقة الحركية وطاقة الوضع لوحدة الحجوم؟

الطاقة الحركية لوحدة الحجوم = الطاقة الحركية / الحجم

$$\frac{\frac{1}{2}mv^2}{V} = \frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 \ , \ \rho_f = \frac{m}{V}$$

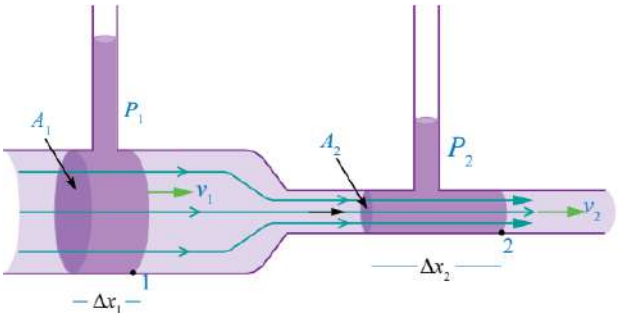
طاقة الوضع لوحدة الحجوم = طاقة الوضع / الحجم

$$\frac{mgh}{V} = \rho_f gh \ , \ \rho_f = \frac{m}{V}$$

حالة خاصة من معادلة برنولي عندما يكون أنبوب الجريان أفقي أي $(h_1 = h_2)$ وبالتالي تكون المعادلة بالصيغة الآتية :

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

شكل توضيحي للحالة الخاصة لمعادلة برنولي عندما يكون أنبوب الجريان أفقي.



☑ يكون الارتفاع متساوي عند كل من الموقع الأول والموقع الثاني.

$(h_1 = h_2)$

ملاحظات مهمة

- العلاقة بين الضغط وسرعة المائع علاقة عكسية فكلما زادت سرعة المائع قل الضغط.
- العلاقة بين نصف قطر الأنبوب وسرعة المائع علاقة عكسية فكلما زاد نصف قطر أنبوب الجريان (مساحته) زادت سرعة المائع.
- يجب عند تطبيق معادلة برنولي تحديد الموقعين في أنبوب الجريان وتحديد المعطيات ثم التعويض لدراسة الحالة الخاصة بالمائع.

سؤال أكتب معادلة برنولي عندما يكون المائع ساكنًا ؟

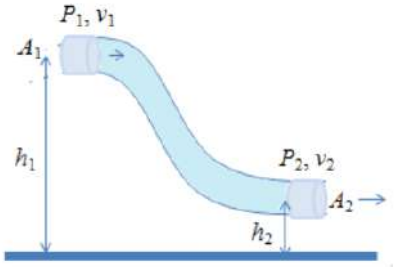
$$v_1 = v_2 \rightarrow P_1 + \rho_f g h_1 = P_2 + \rho_f g h_2$$

$$\rightarrow P_1 - P_2 = \rho_f g h_2 - \rho_f g h_1 \rightarrow \Delta P = \rho_f g (\Delta h)$$

تمثل هذه المعادلة ضغط الموائع الساكنة وتم ذكرها في بداية الدرس الأول وهي تعتبر حالة خاصة لمعادلة برنولي عندما يكون المائع ساكنًا.

سؤال **أكتب معادلة برنولي عندما تكون مساحة مقطع أنبوب الجريان منتظمة $(A_1 = A_2)$ ، كما في الشكل المجاور ؟**

سرعة جريان المائع تبقى ثابتة حسب معادلة الاستمرارية $(v_1 = v_2)$



$$v_1 = v_2 \rightarrow P_1 + \rho_f g h_1 = P_2 + \rho_f g h_2$$

$$\rightarrow P_1 - P_2 = \rho_f g h_2 - \rho_f g h_1 \rightarrow \Delta P = \rho_f g (\Delta h)$$

أُفكِّرُ: **فسر ارتفاع كرة التنس في الهواء عند تسليط تيار هوائي فوقها كما في الشكل الآتي.**

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.

سؤال **يجري الماء في خرطوم أفقي بسرعة** $(v_1 = 3\ m/s)$ **فإذا كان ضغط الماء في الخرطوم** $(1.4\times10^{+5}\ Pa)$ **وعند تقليل قطر الخرطوم هبط ضغط الماء ليصبح** $(1.1\times10^{+5}\ Pa)$ **، أحسب :**

أ - سرعة الماء عبر الجزء الضيق من الخرطوم.

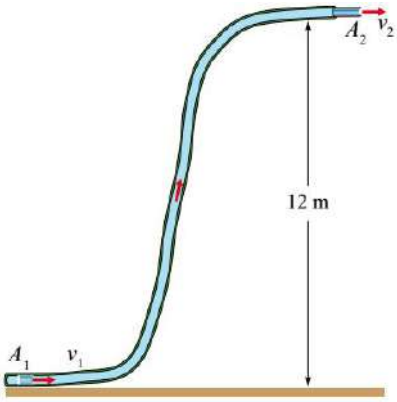
$$P_1 + \frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_f {v_2}^2$$

$$1.4\times10^{+5} + \frac{1}{2}(10^{+3})(3^2) = 1.1\times10^{+5} + \frac{1}{2}(10^{+3})(v_2)^2$$

$$v_2 = \sqrt{69} = 8.3\ m/s$$

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

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{8.3} = 0.36$$



سؤال خرطوم ماء موضوع أفقيًا على سطح الأرض مساحة مقطعه ($4\ cm^2$) ، ثُبت في طرفه أنبوب رفيع مساحة مقطعه ($2\ cm^2$). إذا كانت سرعة تدفق الماء عبر المقطع الأول ($5\ m/s$) وبفرض أن الماء مائع مثالي وكثافته ($10^3\ kg/m^3$) فأحسب :

أ - سرعة الماء عند الطرف الحر للأنبوب.

$$A_1v_1 = A_2v_2 \rightarrow (4\times10^{-4})(5) = (2\times10^{-4})(v_2) \rightarrow v_2 = 10\ m/s$$

ب - الفرق في ضغط الماء بين الموقعين.

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

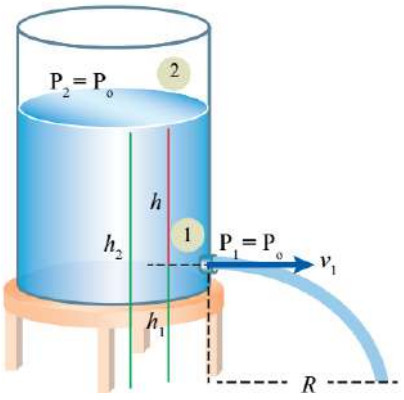
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho_f {v_2}^2 - \frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 + \rho_f g h_2 - \rho_f g h_1 = \Delta P$$

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{1}{2}\times10^{+3}\times(10)^2 - \frac{1}{2}\times10^{+3}\times(5)^2 + 10^{+3}\times10\times0 - 10^{+3}\times10\times12$$

$$P_1 - P_2 = \Delta P = 3.75\times10^{+4}\ Pa$$

سؤال ثقب صغير في خزان مياه كبير مفتوح من الأعلى مثبت على قاعدة كما في الشكل ، فإذا كان ارتفاع الثقب عن سطح الأرض ($3\ m$) وارتفاع مستوى سطح الماء عن الثقب ($7\ m$) ، فأحسب سرعة اندفاع الماء من الثقب ؟

بما أن الخزان واسع جدًا ومفتوح للهواء الجوي هو والثقب فيمكن اعتبار الضغط الجوي لكل منهما مساوي للضغط الجوي ($P_1=P_2=P_o$) وبما أن قطر الثقب صغير جدًا مقارنة مع قطر الخزان فإنه يمكننا اعتبار سرعة هبوط الماء في الخزان تساوي صفر ($v_2=0$).

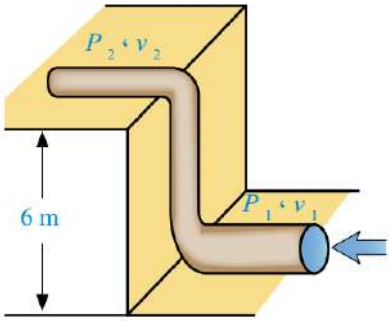


$$P_1 + \frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 + \rho_f g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_f {v_2}^2 + \rho_f g h_2$$

$$P_o + \frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 + \rho_f g h_1 = P_o + \rho_f g h_2$$

$$\frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 + \rho_f g h_1 = \rho_f g h_2 \rightarrow v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10)(10-3)} = 11.83\ m/s$$

سؤال يتم تشغيل نظام تدفئة مركزية لتسخين المياه في منزل مكون من طابقين باستخدام مضخة في الطابق الأرضي تضخ الماء بسرعة (0.5 m/s) خلال أنبوب نصف قطره (2 cm) تحت ضغط ($3\times10^{+5}$ Pa) إلى الطابق الثاني الذي يرتفع مسافة (6 m) عن المضخة كما في الشكل ، ليتدفق الماء من أنبوب نصف قطره (1.2 cm) ، أحسب :



أ - سرعة تدفق الماء في الأنبوب في الطابق الثاني.

$$A_1v_1 = A_2v_2 \rightarrow (\pi\times r_1^{\,2})v_1 = (\pi\times r_2^{\,2})v_2$$

$$(\pi\times 0.02^2)(0.5) = (\pi\times 0.012^2)(v_2) \rightarrow v_2 = 1.39 \text{ m/s}$$

ب - ضغط الماء في الأنبوب في الطابق الثاني.

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

$$3\times10^{+5} + \frac{1}{2}\times10^{+3}\times 0.5^2 + 10^{+3}\times10\times0 = P_2 + \frac{1}{2}\times10^{+3}\times 1.39^2 + 10^{+3}\times10\times6$$

$$P_2 = 2.39\times10^{+5} \text{ Pa}$$

تمرين أنبوب تزويد نصف قطره (4 cm) يرتفع عن سطح الأرض مسافة رأسية مقدارها (3 m) ومعدل تدفق السائل فيه (2×10^{-3} m^3/s) يتصل بأنبوب على سطح الأرض نصف قطره (1.5 cm) وضغط السائل فيه ($3\times10^{+5}$ Pa) ، فإذا علمت أن كثافة السائل (2000 kg/m^3) ، فأحسب :

أ - سرعة السائل المتدفق من الأنبوب السفلي.

$$\frac{V}{\Delta t} = A_1v_1 = 2\times10^{-3}$$

$$A_1v_1 = A_2v_2 \rightarrow 2\times10^{-3} = (\pi\times r_2^{\,2})v_2$$

$$2\times10^{-3} = (3.14\times 0.015^2)(v_2) \rightarrow v_2 = 2.8 \text{ m/s}$$

ب - ضغط السائل في أنبوب التزويد العلوي.

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

$$P_1 + \frac{1}{2}\times2000\times 0.4^2 + 2000\times10\times3 = 3\times10^{+5} + \frac{1}{2}\times2000\times 2.8^2 + 2000\times10\times0$$

$$P_2 = 2.47\times10^{+5} \text{ Pa}$$

سؤال يُراد تصميم منزل بحيث يتحمل رياح الأعاصير فإذا علمت أن سرعة الرياح القصوى في تلك المنطقة (88 m/s) ومساحة سطح المنزل ($450\ m^2$) وكثافة الهواء ($1.029\ kg/m^3$) ، فما مقدار أقل قوة يجب أن يتحملها دعامات السقف بحيث لا يتطاير السقف في الهواء عند هبوب الرياح ؟

نختار موقعين للتطبيق عليهم الأول تحت سطح المنزل داخل البيت والثاني فوق سطح المنزل خارج البيت وبالتالي يمكن اعتبار ($h_1=h_2$)وسرعة الرياح داخل المنزل ($v_1= 0$).

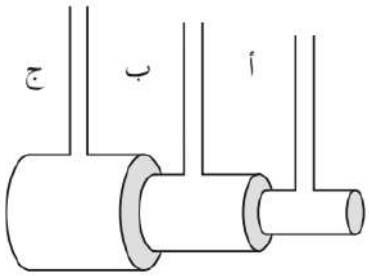
$$P_1 + \frac{1}{2}\rho_f {v_1}^2 + \rho_f g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_f {v_2}^2 + \rho_f g h_2$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_f {v_2}^2 \rightarrow P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{1}{2}\rho_f {v_2}^2$$

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times 1.029 \times (88)^2 = 3984\ Pa$$

$$F = (\Delta P)(A) = 3984 \times 450 = 1.79 \times 10^6\ N$$

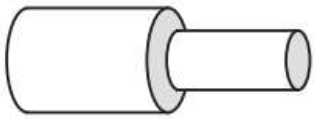
تدريب في الشكل الآتي يجري مائع مثالي في أنبوب غير منتظم المقطع.



أ - حدد أن يكون ارتفاع السائل أكبر ؟ في الشعبة (أ) أم (ب) أم (جـ) ؟ علل ذلك.

ب - ماذا لو سكن المائع في الأنبوب ؟

تدريب أنبوب أفقي يحتوي اختناقًا ، إذا كانت مساحة الأنبوب (4) أمثال مساحة الاختناق ، وكانت سرعة المائع في الأنبوب (50 cm/s) وكثافة السائل ($1\ g/cm^3$)، فأحسب :

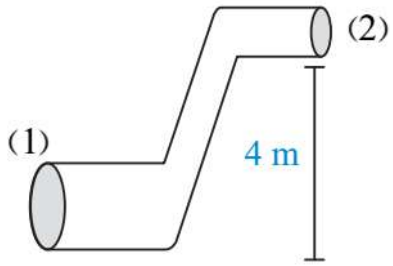


أ - سرعة المائع في الاختناق. (200 cm/s = 2m/s)

ب - الفرق في ضغط المائع بين الأنبوب والاختناق. (1875 Pa)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

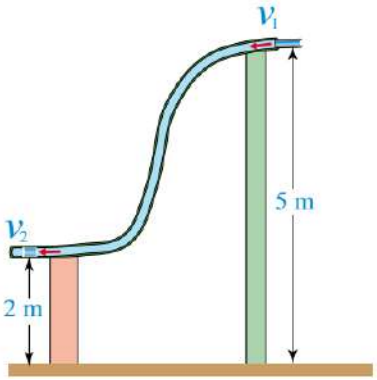
تدريب مضخة تدفع سائلاً من الطرف (1) بضغط مقداره (4×10^5 Pa) بسرعة مقدارها (4 m/s) في أنبوب مساحة مقطعه ($100\ cm^2$) كما في الشكل ، فيرتفع في الأنبوب حتى يصل اختناقًا على ارتفاع (4 m) مساحته ($40\ cm^2$). إذا علمت أن كثافة السائل ($4\ g/cm^3$) ، فأحسب :



أ - سرعة السائل في الاختناق. (10 m/s)

ب - ضغط السائل في الاختناق. (7.2×10^4 Pa)

تدريب خرطوم مياه مساحة مقطعه غير منتظمة ، كما في الشكل ، إذا كانت مساحة مقطع طرفه الأول ($0.1\ m^2$) ويرتفع (5 m) عن سطح الأرض ، ومساحة مقطع طرفه الثاني ($0.2\ m^2$) ويرتفع (2 m) عن سطح الأرض ، وكانت سرعة المياه عند طرفه الأول (1 m/s) وضغطه (2.5×10^5 Pa) ، فأحسب سرعة الماء وضغطه عند الطرف الثاني للخرطوم.



تدريب طائرة ركاب صغيرة تطير بشكل أفقي وبسرعة ثابته ، إذا كانت سرعة الهواء فوق جناح الطائرة (40 m/s) وسرعته تحت جناح الطائرة (10 m/s) ، وكانت مساحة الجناح الواحد ($40\ m^2$) وكثافة الهواء ($1.3\ kg/m^3$) ، فأحسب قوة الرفع على الطائرة.

سؤال فسر علميًا "يُخشى من سقوط الشخص الذي يقف بالقرب من خط سكة الحديد حينما يمر قطار بسرعة كبيرة أمامه.

مرور القطار بسرعة كبيرة يعمل على زيادة سرعة الهواء المحيط به ،وهذا يعمل على تقليل ضغطه (حسب معادلة برنولي) أي يكون ضغط الهواء أمام الشخص قليلًا جدًا ويكون ضغط الهواء خلف الشخص أعلى من ضغط الهواء أمامه وبسبب فرق الضغط تنشأ قوة محصلة تعمل على دفع الشخص باتجاه القطار.

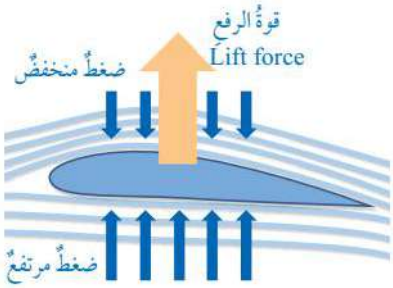
يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

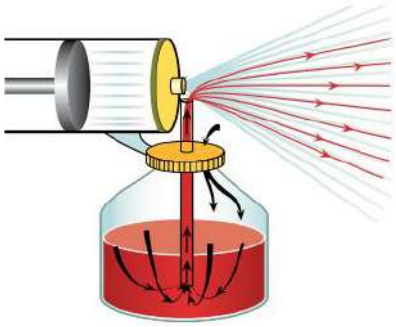
■ تطبيقات على معادلة برنولي : (أجنحة الطائرة ، المرذاذ ، مقياس فنتوري)

✪ أجنحة الطائرة :

- تم استخدام معادلة برنولي عند تصميم أجنحة الطائرات.
- يتم تصميم شكل الجناح الانسيابي ليكون السطح العلوي له منحنيًا (محدبًا) والسطح السفلي شبه مستوي.
- عند تحرك الجناح عبر الهواء ينساب الهواء فوق الجناح بسرعة أكبر من انسيابه تحت الجناح وبالتالي يكون ضغط الهواء فوق الجناح أقل من ضغطه أسفل الجناح.
- حسب معادلة برنولي تتولد قوة رفع نتيجة فرق الضغط بين أسفل الجناح وأعلاه وهي التي تدفع بأجنحة الطائرة نحو الأعلى.

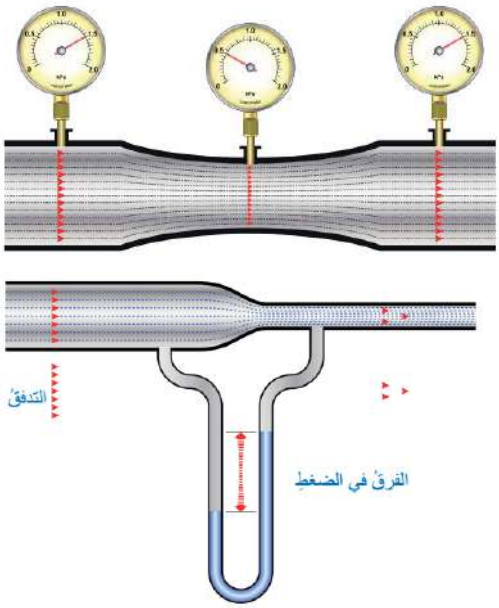


✪ المرذاذ :



- يتكون المرذاذ من أنبوب أفقي واسع ينتهي بأنبوب ضيق يمر فوق أنبوب آخر رأسي.
- يعتمد عمل المرذاذ على اندفاع الهواء من الأنبوب الواسع إلى الأنبوب الضيق فتزداد سرعته حسب معادلة الاستمرارية وينخفض ضغطه حسب معادلة برنولي.
- ضغط الهواء عند فوهة الأنبوب الرأسي أقل من ضغط الهواء داخل الوعاء الزجاجي مما يؤدي لاندفاع السائل إلى الأعلى ليختلط مع الهواء المندفع من الأنبوب الأفقي ويشتت على شكل رذاذ ناعم من القطرات.
- من الأمثلة على الأجهزة والأدوات التي تعمل بنفس طريقة المرذاذ : زجاجات العطور ومرشات الطلاء ومرشات المنظفات وفي مازج السيارة (الكاربوريتر).

✪ مقياس فنتوري :



- مقياس فنتوري هو جهاز يستخدم لقياس سرعة ومعدل تدفق الموائع في الأنابيب بتطبيق معادلة برنولي.
- عبارة عن أنبوب مفتوح الطرفين وضيف في وسطه وعند مرور المائع في وسطه تزداد سرعته ويقل ضغطه.
- يتم قياس سرعة ومعدل تدفق المائع عن طريق قياس الفرق بين ضغط المائع في الأنبوب وضغط المائع في وسط الأنبوب

حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني من الوحدة الخامسة

سؤال 1 **وضح المقصود بكل مما يأتي :**

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

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

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

خط الجريان : خط يمثل مسار جزيئات المائع عند جريانها.

سؤال 2 **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 نحو الأعلى.

ب - ما النصيحة التي تُقدمها 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 بقوة الرفع في حالة إغلاق النوافذ.

سؤال 3 **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 ($0.2\ m^2$) وضغط الماء ($1.5\times10^{+5}\ Pa$) ومساحة مقطع الطرف السفلي للأبنوب ($0.05\ m^2$) وسرعة الماء فيه ($4\ m/s$) فجد :**

أ - سرعة الماء في الطرف العلوي للأنبوب.

$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow (0.2)(v_1) = (0.05)(4) \rightarrow v_1 = 1\ m/s$

ب - ضغط الماء في الطرف السفلي للأنبوب.

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

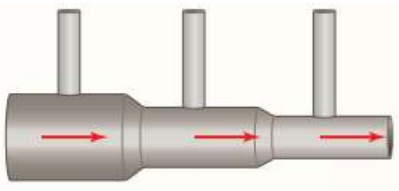
$$3\times10^{+5} + \frac{1}{2}\times10^3\times1^2 + 10^3\times10\times0 = P_2 + \frac{1}{2}\times10^3\times4^2 + 2000\times10\times6$$

$$P_2 = 8.3\times10^{+4}\ \text{Pa}$$

جـ - حجم الماء المتدفق من الطرف السفلي للأنبوب خلال دقيقتين.

$$\frac{V}{\Delta t} = A_1 v_1 = 0.2\times1 = 0.2 \rightarrow \frac{V}{120} = 0.2 \rightarrow V = 24\ \text{m}^3$$

سؤال 4 يمثل الشكل أنبوب جريان مساحة مقطعه غير منتظمة. عند جريان المائع في الأنبوب أجيب عما يأتي :



أ - وضح كيف تتغير سرعة المائع في الأنبوب.

حسب معادلة الاستمرارية : تزداد سرعة المائع في الانبوب كلما قلت مساحة مقطعه لذا تكون سرعة المائع أقل في المقطع الأيسر من الأنبوب لأن مساحة مقطعه هي الأكبر ثم تزداد في المقطع الذي يليه لتصبح سرعته الأكبر في المقطع الأيمن من حيث مساحة المقطع هي الأقل.

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

حسب معادلة برنولي : يقل ضغط المائع في الأنبوب الأفقي كلما زادت سرعة جريانه ، لذلك يكون ضغط المائع في الأنبوب الأيسر هو الأكبر وبالتالي يكون ارتفاع المائع في الأنبوب العمودي المتصل به هو الأعلى ويقل الارتفاع في الأنبوب الأوسط ليصبح أقل ارتفاعًا في الأنبوب الأيمن.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سـؤال 5 يتفرع الشريان الأبهر البطني إلى فرعين رئيسين يسمى كل منهما الشريان الحرقفي كما في الشكل ، إذا علمت أن قطر الشريان الأبهر (2 cm) وسرعة حريان الدم عبره (0.2 m/s) وقطر كل من الشريانين الحرقفيين (1 cm) (باعتبارهما متماثلين) ، فأحسب :

أ - معدل التدفق الحجمي للدم في كل من الشرايين الثلاثة.

$\frac{V}{\Delta t} = A_1 v_1 = 2\times10^{-3}$

$A_1 = \pi \times r_1^{\,2} = 3.14\times(2\times10^{-2})^2 = 1.26\times10^{-3}\ m^2$

$A_2 = \pi \times r_2^{\,2} = 3.14\times(1\times10^{-2})^2 = 3.14\times10^{-4}\ m^2$

$A_1 v_1 = 1.26\times10^{-3}\times0.2 = 2.52\times10^{-4}\ m^3/s$

$A_1 v_1 = 2\times (A_2 v_2) \rightarrow 2.52\times10^{-4} = 2\times (A_2 v_2) \rightarrow A_2 v_2 = 1.26\times10^{-4}$

$A_3 v_3 = (A_2 v_2) = 1.26\times10^{-4}$

ب - سرعة تدفق الدم في الشريان الحرقفي.

$A_2 v_2 = 1.26\times10^{-4} \rightarrow (3.14\times10^{-4})(v_2) = 1.26\times10^{-4} \rightarrow v_2 = 0.4\ m/s$

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

منهاجي
متعة التعليم الهادف