الموائـــــــع

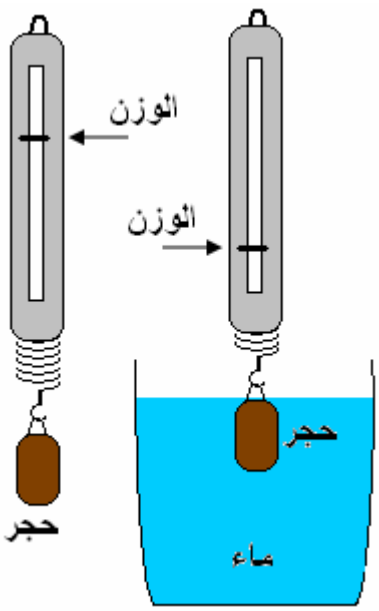
تجارب وأنشطة.. ألعاب وتطبيقات.. هوايات وقياسات

خيـــر سليمان شواهيـــن

قاعدة ارخميدس

لماذا يطفو الناس في ماء البحر الميت دون بذل أي جهد؟

تجربة :



علق حجر صغير بميزان زنبركي وسجل قراءة الميزان ألزنبركي (وزن الحجر في الهواء)

غطس الحجر بوعاء به ماء ولاحظ القراءة الجديدة للميزان ألزنبركي (وزن الحجر في الماء) تلاحظ أنها انخفضت بسبب قوة الطفو .

الفرق بين القراءتين يساوي وزن الماء المزاح. صمم تجربة لإثبات ذلك؟

*لقد اكتشف العالم أرخميدس أن قوة دفع السائل للأجسام المغمورة فيه تساوي وزن السائل المزاح، فإذا غمر جسم في مائع فإن هذا المائع يؤثر بقوة دفع (قوة طفو) على الجسم (باتجاه شاقولي إلى أعلى) تساوي وزن المائع المزاح. ولأن كثافة ماء البحر الميت أعلى من كثافة جسم الإنسان فإن الإنسان يطفو على سطح ماء البحر دون أي جهد أو سباحة ،فقط يمكنه أن ينام على سطح الماء.

يوريكا ...وجدتها

من أقدم القصص وأطرفها عن موضوع ومضات الإلهام هي قصة العالم أرخميدس ،حيث طلب منه الملك أن يكشف عن وجود غش في تاجه الذهبي دون أن يتلفه ،وقد كانت بداية القصة أن الملك أعطى كمية من الذهب لصائغ ليصنع له تاجا ،وعندما أحضر الصائغ التاج شك الملك بأن الصائغ قد سرق جزءا من الذهب واستبدله بالفضة ،وهنا جاء هذا الطلب من أرخميدس.

فكر أرخميدس في الموضوع حتى أعيته الحيلة ،فذهب إلى الحمام العام ليستحم فلاحظ أنه عندما ينزل في الماء فإن الماء يرتفع في الحوض ثم يفيض من الجوانب.

ألهب منظر إزاحة الماء خيال أرخميدس وعرف أنه توصل لحل مشكلة التاج وأسرع يجري نحو منزله وهو يقول (يوريكا...يوريكا) ،أي وجدتها...وجدتها،ونسي أنه ما زال عاريا.

وسارع أرخميدس إلى وضع هذه الفكرة موضع الاختبار،فاكتشف أن كمية الماء التي أزاحها التاج كانت أكبر من كمية الماء التي أزاحتها كمية من الذهب بوزن التاج ،وأقل من كمية الماء التي أزاحها وزن مساو من الفضة،وقد عرف أن التاج لم يكن مصنوعا من الذهب الخالص ولا الفضة الخالصة ولكن خليطا من الاثنين.

وهكذا اكتشف غش الصائغ للتاج وكذلك اكتشف نظرية علمية جديدة ما زالت تعرف باسمه حتى الآن ،وهي "نظرية أرخميدس"واخترع جهازا علميا ما زلنا نستخدمه في مختبراتنا حتى الآن وهو "دورق الإزاحة"

ولنرجع إلى ومضة الإبداع التي قادت أرخميدس إلى هذا الاكتشاف العلمي

كل ما حدث معه أن الماء فاض في الحوض ،أم يفض قبله ألف حوض وحوض ،ولم يلتفت أحد إلى هذه الظاهرة،هذا هو وجه الاختلاف بين العالِم والشخص العادي ،فالعالِم شديد الملاحظة ،وعندما يستغرق العالم في بحثه فإن ومضة الإبداع قد تأتيه في أي مكان وحتى في الحمام،وكثير من الأفكار المهمة التي غيرت وجه العالم اكتشفت في الحمام.

تجربة: أي المواد تطفو على سطح الماء وأيها تغطس في الماء ؟

الأهداف : تصنيف مجموعة من المواد إلى (مواد تطفو على سطح الماء ، مواد تغطس في الماء)

المواد : حوض مملوء بالماء ، قطعة صغيرة مختلفة : مسمار ، قطعة خشب ، غطاء فلين ، قطعة بلاستيك ، قطعة معدنية ، ملعقة ، قطعة بولسترين ، ممحاة ، .....

استعدادات مسبقة :

إعداد قائمة بالمواد حسب الجدول التالي

اسم المادة	المتوقع (تطفو ، تغطس)	نتيجة التجربة (تطفو ،تغطس)
مسمار		
خشب		
بلاستيك		
ملعقة		

الخطوات :

١–ضع توقعاتك على الجدول لكل المواد التي ستجربها ثم ابدأ بوضع القطع في الماء كل قطعة على حده ، وسجل حالتها (طفت على سطح الماء، غطست في الماء) .

٢–أنظر إلى الأشياء التي غطست ما هو الشيء المشترك بينها؟

٣– أنظر إلى الأشياء التي طفت ، ما هو الشيء المشترك بينها؟

٤–بماذا تختلف القطع التي غطست عن القطع التي طفت ؟

٥– أنظر على الجدول وقارن بين توقعاتك والنتيجة التي حصلت عليها ؟

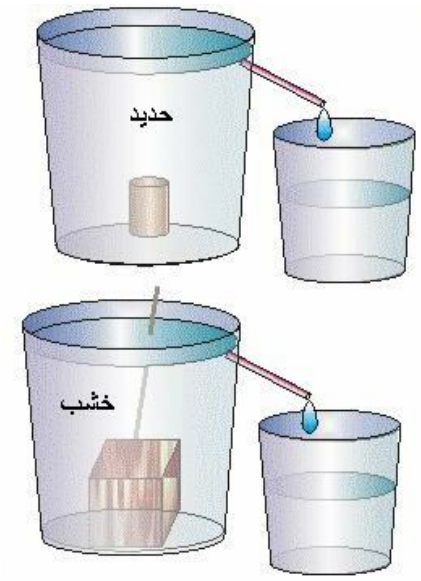
٦– عندما توقعت أن قطعة معينة سوف تغطس على ماذا بنيت توقعاتك ؟

٧–أنظر إلى القطع التي غطست ، هل تستطيع اقتراح طريقة لجعلها تطفو ؟

٨– أنظر إلى الأجسام التي طفت ، هل تستطيع اقتراح طريقة لجعلها تغطس ؟

- الخشب يخسر كل وزنه ولهذا تكون قراءة الميزان = ٠
- وزن كمية الماء التي أزاحها الخشب = وزن مكعب الخشب
- كل ١ كيلو غرام من الحديد يزيح (١٣٠ سنتمتر مكعب من الماء) وزنها ١.٣ نيوتن .
- لو علقنا قطعة حديد كتلتها ١ كغم ستكون قراءة الميزان الزنبركي ١٠ نيوتن في الفراغ
- إذا أنزلنا قطعة الحديد في الماء ستكون قراءة الميزان الزنبركي (١٠ – ١.٣) =٨.٧ نيوتن .
- مكعب الحديد يغطس إذا وضع في الماء مهما كان وزنه ،المهم أن يكون مكعبا مصمتا ولا يوجد به فراغ في الداخل.
- مكعب الخشب يطفو على سطح الماء مهما كان صغيرا أم كبيرا
- إذا وضع مكعب الحديد في سائل له كثافة أعلى من كثافة الحديد فسوف يطفو مكعب الحديد .

تجربة: لماذا يطفو مكعب الخشب على سطح الماء وينغمر مكعب الحديد؟



الأهداف : استكشاف سبب طفو مكعب الخشب وانغمار مكعب الحديد

المواد : دورق إزاحة ،ميزان عادي، مكعبي خشب (أحدهما كتلته ١٠٠ غرام ، والآخر كتلته٢٠٠ غرام) ، مكعبي حديد (أحدهما كتلته ١٠٠ غرام ، والآخر كتلته٥٠ غرام) ، كأس بلاستيكي ، ماء، سلك معدني رفيع.

استعدادات مسبقة :قس كتلة الكأس .

الخطوات :

١-املأ دورق الإزاحة بالماء حتى يفيض الماء من حافته ، ضع كاس فارغ تحت فتحة الدورق.

٢- ضع مكعب الخشب الذي كتلته ١٠٠ غرام بلطف في دورق الإزاحة، تلاحظ أن مكعب الخشب يطفو على سطح الماء ،استخدم سلكا رفيعا لدفع مكعب الخشب إلى اسفل حتى ينغمر كله في الماء ، واجمع الماء المنسكب في الكأس.

٣- قس كتلة الكأس مع الماء ، اطرح كتلة الكأس ، سجل كتلة الماء.

٤-اسحب مكعب الخشب وأعد ملئ دورق الإزاحة بالماء ثم ضع مكعب الحديد الذي كتلته ١٠٠ غرام واجمع الماء الفائض من دورق الإزاحة ، احسب كتلة الماء المنسكب.

تلاحظ هنا أن مكعب الحديد يغطس في الماء.

تجربة : كيف نجعل القارب يطفو على سطح الماء ؟

الأهداف :

أن يعرف أن شكل الجسم قد يحدد بأن هذا الجسم سيطفو أو ينغمر .

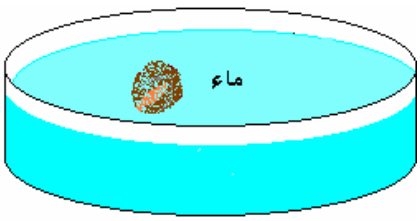
أن يعرف كيف يستطيع أن يحول جسم ينغمر عادة في الماء إلى جسم يطفو على سطح الماء

المواد : معجون بلاستيسين (يستخدمه الأطفال في اللعب) أو صلصال ، حوض واسع به ماء .

الخطوات :

١-خذ قطعة من الصلصال أو المعجون كروية الشكل وضعها في الماء . هل طفت أم انغمرت ؟غير شكلها (مكعب ، أسطواني، هرم ،...) وحاول مرة أخرى ، لماذا تنغمر قطعة الصلصال في الماء؟

٢-كيف يمكن جعل هذه القطعة تطفو على سطح الماء ؟ جرب كل الطرق الممكنة .



٣-هل نجحت؟ ممتاز، ... هل فشلت؟ لا تقلق ، فكر بأجسام ثقيلة تستطيع الطفو على سطح الماء ثم حاول تشكيل قطعة المعجون بشكل هذه الأجسام حتى تتمكن من جعلها تطفو .

٤- الآن كيف تمكنت من حل هذه المشكلة ؟ هل يمكنك جعلها تحمل بعض الأجسام الصغيرة (جل زجاجي ، مسامير مثلا)؟حاول

سؤال :

إذا أردت تصنع قاربا يستطيع أن يحملك لوحدك (عليك معرفة وزنك) ، مصنوع من ألواح البلاستيك الذي كثافته ١ كيلو غرام / متر مكعب وسمك اللوح ١٠ سنتمتر ، كم يجب أن يكون حجم الجزء الذي سيغطس في الماء من القارب ؟ (لتبسيط الأمر تخيل القارب بشكل حوض مستطيل بجوانب عمودية أو بشكل نصف أسطوانة، كم ستكون مساحة قاعدة القارب وارتفاع جوانبه ،) .

تجربة : اصنع سفينة

الأهداف :

أن يعرف أن شكل الجسم قد يحدد بأن هذا الجسم سيطفو أو ينغمر .

أن يعرف كيف يستطيع أن يحول جسم ينغمر عادة في الماء إلى جسم يطفو على سطح الماء

المواد : حوض به ماء ، ورق ألمنيوم (من المستخدم في المطبخ) ، جل زجاجي.

استعدادات مسبقة : حضر ٣ قطع متساوية من ورق الألمنيوم (١٠×١٠ سم)مثلا ، أضغط القطعة الأولى بشكل كروي ،أترك القطعة الثانية كما هي (مسطحة) ،اثن جوانب القطعة الثالثة بشكل طبق مربع .

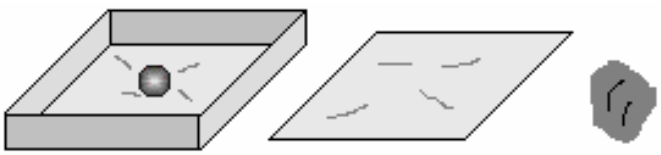
الخطوات :

١- ضع القطع الثلاث على سطح الماء . أي القطع طفت وأيها انغمرت؟

٢- ضع الجل الزجاجي على القطع الطافية . أي هذه القطع استطاعت أن تحمل الجل الزجاجي دون أن تغرق ؟ بماذا تختلف عن القطع الأخرى ؟

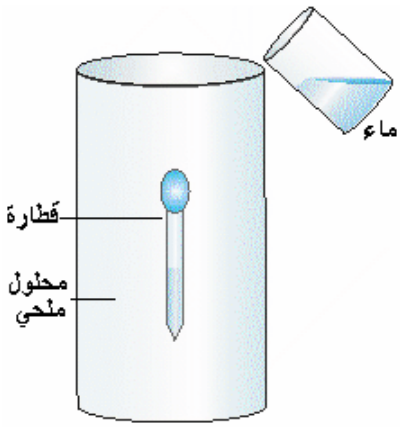
٣- ماذا نعمل لجعل جسم مصنوع من مادة تنغمر عادة في الماء (الحديد مثلا) تطفو على سطح الماء وتحمل أثقالا أيضا ؟

٤- تعرف أن السفن مصنوعة من الحديد وهي تحمل كميات كبيرة من البضائع ، ماذا يحدث لو حملت السفينة أثقالا زيادة عن المخصص لها؟



قطارة تطفو ثم تنغمر

١- أنظر إلى القطارة تجد أنها تطفو جزئيا على سطح السائل ، لماذا تطفو ؟ لماذا لم تنغمر؟



٢-هل لكثافة القطارة وكثافة السائل دور يجعلها تطفو أو تنغمر؟

٣-هل يمكن جعلها تطفو ؟

٤-أضف إلى السائل قليلا من الماء تلاحظ أن القطارة انغمرت ، ما هو السبب؟

٥-هل يمكن جعل القطارة تطفو مرة أخرى؟

طريقة العمل:

حّضر محلول ملحي بإذابة ٣٥٠ غرام ملح في لتر ماء ، أملأ الكأس إلى منتصفه .

إملأ القطارة بكمية مناسبة من المحلول الملحي بحيث تكفي لينغمر جزء منها في السائل ويطفو الجزء العلوي منها فوق السائل / يجب ملء القطارة بالمحلول لجعلها تطفو بالكاد على السطح.

تفسير :

القطارة فيها كمية من المحلول الملحي وهي تطفو في محلول ملحي أيضا ، عند إضافة الماء تنخفض كثافة السائل فتصبح كثافة القطارة أكثر فتغطس ، ويجب الملاحظة أن هذه التجربة يتم إعدادها قبل العرض على الطلاب وقد تحتاج لعدة محاولات حتى تضع الكمية المناسبة من المحلول في القطارة.

مكعب الثلج الغريب

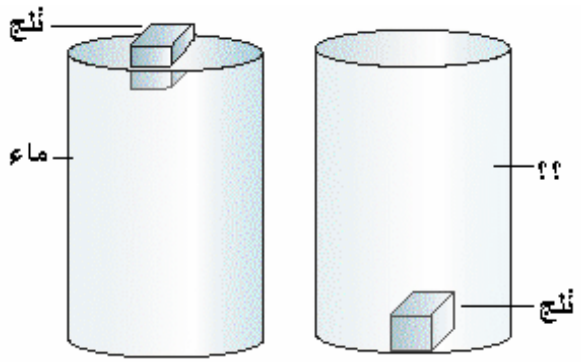
١-أنظر إلى الكأسين ماذا ترى فيهما ؟

٢-إذا وضعنا مكعب ثلج في الكأس الأول هل سيطفو أم ينغمر ؟

٣-إذا وضعنا مكعب ثلج في الكأس الثاني هل سيطفو أم ينغمر ؟

ما هو سبب الاختلاف في ما حصل للمكعبين ؟

هل السبب مكعبي الثلج ؟



٤-اعمل مبادلة بين الكأسين، أنقل المكعب الأول للكأس الثاني والمكعب الثاني للكأس الأول .

هل تغير الوضع أم بقي كما هو ؟

إذا ما السبب ؟ هل السائل هو سبب الاختلاف ؟

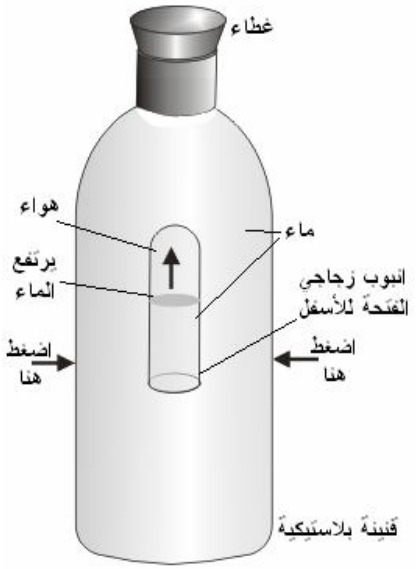
٥- شم رائحة الكأسين ، ماذا تلاحظ؟

٦- قارن بين كثافة الماء والكحول والثلج .

ماذا نستنتج من هذه التجربة ؟

*الثلج يطفو على سطح الماء لأن كثافته أقل من كثافة الماء بينما يغطس في الكحول لأن كثافته أكبر من كثافة الكحول

الغواصة



أنظر إلى القنينة والقطارة تطفو داخلها ، لماذا تطفو القطارة ؟

هل يمكن جعل القطارة تنغمر في الماء ؟

هل يمكن تغيير كثافة القطارة ؟

اضغط القنينة إلى الداخل ، ماذا حدث للقطارة ، هل تغيرت كثافتها ؟ لماذا ؟

هل تعتقد أن الغواصات العادية تشبه القطارة أي تغير كمية الماء داخل الغواصة لتصعد أو تهبط ؟

*الغواصة تتكون من قطارة فيها بعض الماء وموضوعة في قنينة بلاستيكية مغلقة مملوءة بالماء، عند الضغط على القنينة ، يقل حجم الهواء الموجود في القطارة حسب قانون بويل ، فيرتفع الماء داخلها وهذا يعمل على زيادة كثافة القطارة فتغطس ، وقد تحتاج لعدة محاولات لتحديد الكمية المناسبة من الماء في القطارة ، ويفضل أن تتم هذه المحاولات في وعاء مفتوح في الماء وعند وضع كمية الماء الصحيحة في القطارة تنقل إلى القنينة

قياس الكثافة

١-ضع المكعبات الخشبية بلطف في الكؤوس الثلاث .

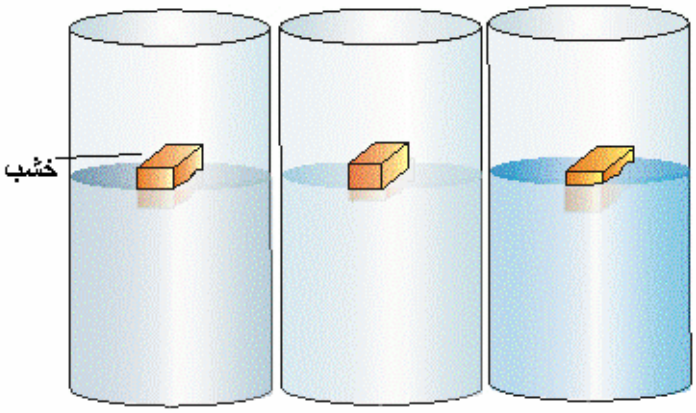
٢-لاحظ مقدار الجزء المغمور من المكعبات الخشبية ، هل هو متساوي في جميع الكؤوس، أم أن بعض المكعبات مغمور أكثر من الآخر ؟ انظر إلى ارتفاع الماء في الكؤوس الثلاث هل بقي ثابتا أم هل تغير ؟

٣-رتب السوائل حسب مقدار الجزء المغمور من مكعب الخشب من الأكثر إلى الأقل/ أنظر إلى ارتفاع السائل في الكأس.

٤-هل تعرف لماذا انغمرت مكعبات الخشب بمقادير مختلفة؟

هل يمكن أن نستدل من هذه الملاحظة على كثافة السائل ؟

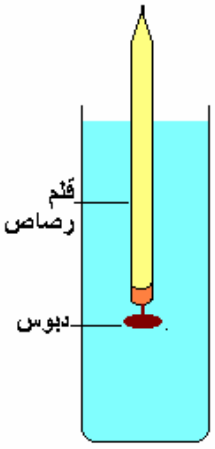
٥- هل يمكن بالاعتماد على هذه الطريقة تصميم أداه تدلنا على كثافة السائل أو تقيسها ؟



سوائل مختلفة

فكر بطريقة ما لاستغلال هذه الظاهرة في صنع أداة لقياس كثافة السائل بشكل مباشر، مع الملاحظة أن شكل المكعب لا يبين الفروق البسيطة في الكثافة ولهذا نحتاج إلى شكل آخر للجسم الذي سنستخدمه لهذا الغرض.

ربما تجد أن الأمر صعب قليلا ، لا تقلق سأساعدك، خذ قلم الرصاص الذي لديك ، ضعه في الماء، كيف يطفو؟



ربما لن ينفعنا بهذا الوضع قد نستفيد منه لو استقر في الماء بشكل عمودي ،كيف ستجعله يقف في الماء بوضع عمودي ، جرب تثبيت دبوس طبعه على الممحاة الموجودة بطرفه ، ضعه في الماء مرة أخرى، الآن اعتقد أنك بدأت تسلك الطريق الصحيح ، هذه هي البداية فقط ، عليك أن تكمل الآن لوحدك وتصمم أداة لقياس الكثافة ، وللعلم هذه الأداة تسمى هيدروميتر.

ماذا يمكن أن تستفيد من الهيدروميتر ؟ أذكر بعض الأمثلة؟

*صمم هيدروميترا بسيطا واستخدمه في قياس كثافة بعض السوائل.

الهيدروميتر :

الهيدروميتر جهاز يقيس كثافة السائل بطريقة مباشرة حيث يوضع الهيدروميتر في السائل وتؤخذ قراءة الهيدروميتر التي تقابل سطح السائل ،ويوجد أنواع مختلفة من الهيدروميترات حسب كثافة السائل ، فمثلا يوجد هيدروميترات أثقل من الماء وهيدروميترات أخف من الماء .

ومن استخدامات الهيدروميتر قياس كثافة الحليب في مصانع الألبان ، قياس كثافة الحمض في بطارية السيارة،...

اصنع بنفسك هيدروميتر

المواد: قشة مص ، مسمار صغير ، صمغ مقاوم للماء .

طريقة العمل :

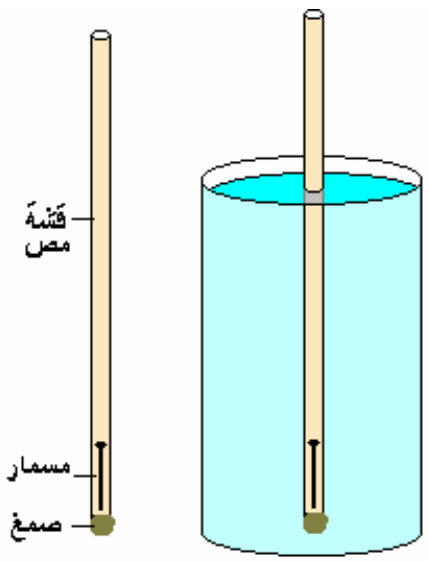
١- ادخل المسمار في أحد طرفي القشة .

٢- أغلق الفتحتين بصمغ مقاوم للماء ، ضع القشة في الماء يجب أن ينغمر جزء منها ويطفو الجزء الآخر ، إذا انغمرت كلها فهذا يدل على أن المسمار كبير ، استبدله بمسمار أصغر .

٣- ارسم خط بالقلم على القشة عند مستوى سطح الماء .

٤- انقل القشة إلى سائل آخر أو محلول ملحي ولاحظ مستوى الخط ، هل بقي عند سطح السائل أم ارتفع أو نزل للأسفل ؟

٥- يمكن تدريج الجهاز بوضعه بمواد معروفة الكثافة.



الهيدروميتر وأنواعه:

الهيدرومتر هو جهاز لقياس الأوزان النوعية للسوائل . وأكثر استعمالاته شيوعا في قياس الوزن النوعي للألبان وحمض البطاريات .

يتركب النوع البسيط منه من عمود من الخشب منتظم المقطع مثبت بأسفله قطعة رصاص والأنواع المتوفرة الآن مكونة من أنبوب زجاجي في أسفله. قطع رصاص . وإذا وضع في سائل فإنه يطفو رأسياً يوجد عدة أنواع من الهيدروميترات حسب صفات السوائل،حيث يوجد هيدروميترات للسوائل الأثقل من الماء وللسوائل الأخف من الماء ،وكذلك يوجد هيدروميترات داخل أنبوب وأنتفاخ مطاطي لسحب السائل (مثل حمض البطارية والحليب) إلى داخل الأنبوب وأخذ القراءة مباشرة.

يتوقف طول العمود **ف** المغمور تحت سطح السائل على كثافة السائل.

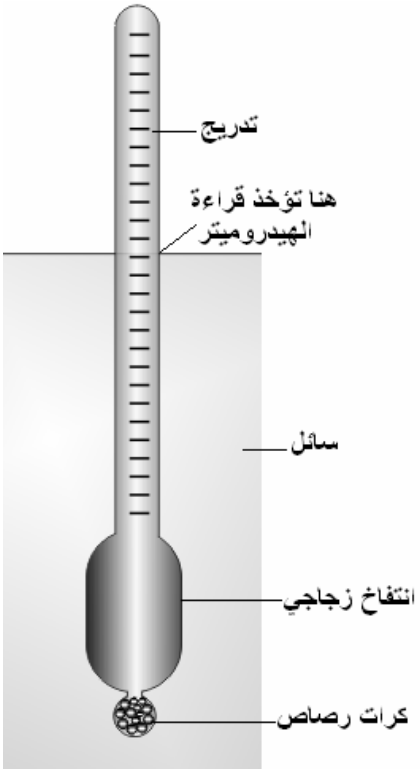
دفع السائل للهيدروميتر = وزن السائل المزاح = س . ف . ث

حيث **س** مساحة المقطع ، **ث** كثافة السائل.

بما أن الهيدروميتر يطفو على السائل ،إذا: **وزن الهيدروميتر = دفع السائل له**

و = س . ف . ث

وبما أن كل من وزن الهيدروميتر ويمكن تدريج الجزء الظاهر فوق السائل ليعطى الأوزان النوعية مباشرة كما هو الحال في الهيدروميتر المعتاد المبين بالشكل .



ويتركب الهيدروميتر من ساق رفيعة منتظمة المقطع تتصل بانتفاخ ينتهي بمكان يوضع به بعض كرات الرصاص وذلك لكي يأخذ الهيدروميتر الوضع الرأسي والساق إلى أعلى عند وضعه بالسائل .

نفرض أن **ص** هو الجزء غير المغمور من الساق داخل السائل ، **حجم هذا الجزء = ص . س** ،حيث **س** هي مساحة المقطع .

الحجم المغمور من االهيدروميتر = ح – ص . س

= حجم السائل المزاح

حيث ح هو الحجم الكلي للهيدروميتر .

إذا وزن الهيدروميتر و = (ح – ص . س) . ث

ح – ص . س = و÷ث

إذا

$$ص = \frac{ح}{س} - \frac{و}{س} \times \frac{١}{ث}$$

ولكن بما أن (ح÷س) ،و(و÷س) مقادير ثابتة للهيدروميتر الواحد فإن الجزء غير المغمور من

الساق ، **ص** ، يتناسب طردياً مع مقلوب الكثافة ،ويعاير الهيدروميتر عادة بوضعه في سوائل كثافتها معلومة ثم يدرج الساق حسب العلاقة السابقة .

تمرين :

هيدروميتر يتكون من إنتفاخ حجمه ٥ سم^{٣} . تعلوه ساق أسطوانية قطرها ٥ مم يطفو في الماء ومغمور منه أعلى الانتفاخ مسافة قدرها ٢ سم . ما هو للطول الذي ينغمر من ساقه إذا وضع في سائل وزنه النوعي ٠.٩٥ ؟

الحل:-

أولا: في حالة الماء يكون حجم الجزء المغمور= حجم الانتفاخ ح +ط نق^{٢} ل

حيث ل هو طول الجزء المغمور في الماء، نق نصف قطر الساق

وزن الماء المزاح= كثافة الماء×الحجم المغمور.

ثانيا: في حالة السائل يكون وزن السائل المزاح= ٠.٩٥ × (ح+ط نق^{٢} لَ)

حيث **لَ** هو طول الجزء المغمور في السائل.

حسب قانون الطفو فإن وزن السائل المزاح = وزن الجسم الطافي.

إذن وزن الماء المزاح في الحالة الأولى = وزن السائل المزاح في الحالة الثانية

ح + ط نق^{٢} ل = ٠.٩٥ (ح + ط نق^{٢} لَ)

٥+٣.١٤ × (٠.٢٥)^{٢} × ٢=٠.٩٥(٥+ ٣.١٤ × (٠.٢٥)^{٢} لَ)

لَ = ٣.٤٥ سم.

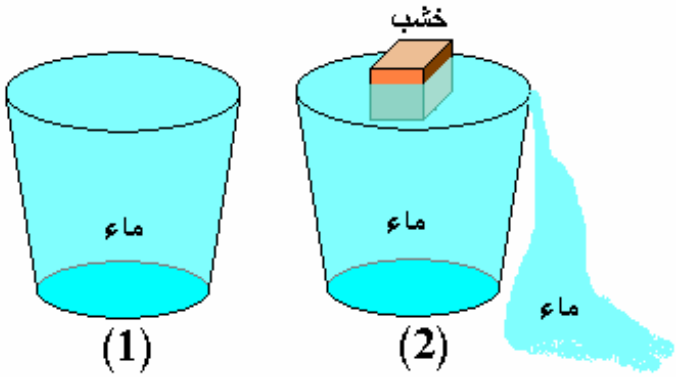
أيهما أثقل ؟

هذين الكأسين مملوءين ماء إلى الحافة ثم وضع مكعب خشب في أحد الكأسين ففاض الماء الزائد ، لو أخذنا الكأسين ووضعناهما على كفتي ميزان ، أي الكأسين سيكون أثقل من الآخر ، أم هل الكأسين لهما نفس الوزن؟ ولماذا؟

هل ستكون النتيجة واحدة لو وضعنا مكعب حديد في كأس مملوء ماء؟

وهل سيختلف الأمر إذا وضعنا مكعب حديد في كأس مملوء زئبق؟ كثافة الزئبق أكثر من كثافة الحديد.

* الكأسين لهما نفس الوزن ،ولكن إذا وضع مكعب حديد في أحد الكأسين بدل الخشب فلن يكونا بنفس الوزن .



علبة تطفو وعلبة تنغمر؟

ضع في حوض مملوء بالماء علبتي مشروبات غازية أحدها عادية والأخرى من المخصص للحمية(diet) ، تلاحظ أن العلبة العادية تنغمر والعلبة الثانية (diet) تطفو ، ما هو السبب مع أن حجم العلبتين واحد؟ هل الاختلاف هنا في الوزن ، حاول وزن العلبتين ، أي العلبتين التي تطفو هل هي الخفيفة أم الثقيلة ؟

العلبة العادية كثافتها أكثر من كثافة الماء بسبب السكر المذاب فيها أما علبة الحمية فكثافتها أقل من كثافة الماء،وذلك لأن حجم العلبتين واحد ولكن كتلة علبة الحمية أقل من كتلة العلبة العادية، ولو حسبت الكثافة لكلا العلبتين لوجدت أن كثافة علبة الحمية أقل من ١غرام / سم٣ أما العلبة العادية فكثافتها أكثر من ١غرام/ سنتمتر مكعب، يمكن من حساب كتلة السكر الموجودة في العلبة العادية وغير موجودة في علبة الحمية

٣-الزبيب الراقص

املأ كاس زجاجي بمشروب غازي، ضع في الكأس حبات صغيرة من العنب المجفف(الزبيب) أو قطعا صغيرة من المعكرونة، راقب حبات الزبيب، تلاحظ أنها تنزل ثم تصعد ثم تنزل ولعدة مرات وأخيرا تستقر كلها في قاع الكأس .

ما هو السبب الذي يعمل على حركة حبات الزبيب صعودا أو هبوطا؟ لماذا تتوقف حركتها بعد فترة قصيرة وتستقر في قاع الكأس؟

* ربما لاحظت دور فقاعات غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في المشروب الغازي في هذه التجربة ، هل يمكن تطوير هذه التجربة استخدام مصدر أفضل لهذه الفقاعات؟

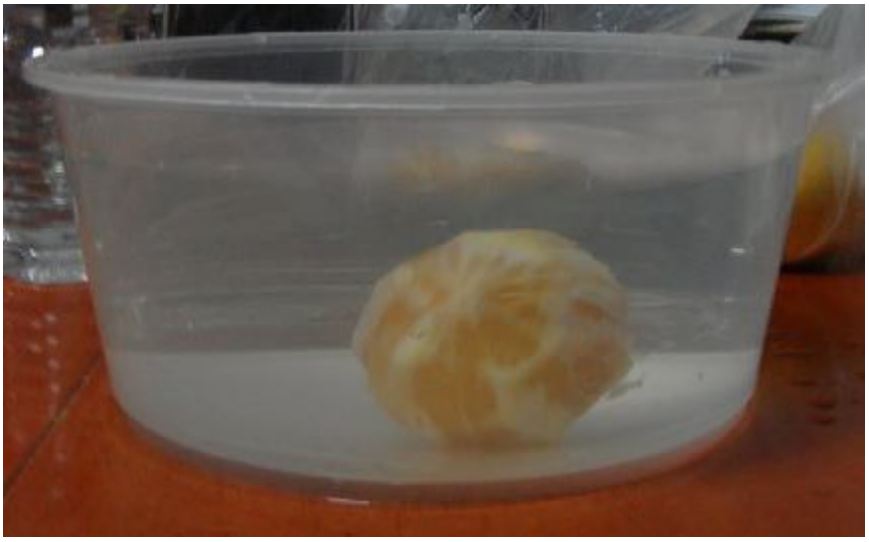
*فقاعات الغاز تلتصق بحبات الزبيب فتقل كثافة حبات الزبيب وترتفع ، وعندما تصل إلى السطح تنفجر هذه الفقاعات فتنزل الحبات إلى أسفل لأن كثافتها أكثر من كثافة السائل .

*ربما لاحظت دور فقاعات غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في المشروب الغازي في هذه التجربة ، هل يمكن تطوير هذه التجربة استخدام مصدر أفضل لهذه الفقاعات؟

يمكن تطوير هذه التجربة باستخدام الخل (المستخدم في المطبخ) وبيكربونات الصوديوم(تستخدم عند سلق الحبوب لتسريع نضجها) حيث يملأ كأس طويل أو قنينة إلى منتصفها بالخل وتضاف إليها ملعقة من والبيكربونات مذابة في كاس ماء ،ابحث عن طرق أخرى .

حبتي البرتقال:

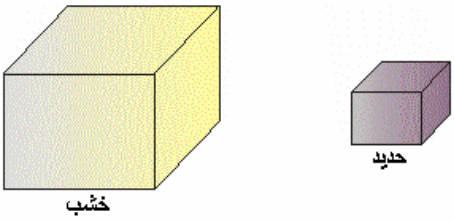
خذ حبة برتقال سليمة(بقشرها) ، وانزع قشر الحبة الثانية ، ضع الحبتين في الماء، تلاحظ أن الحبة السليمة طفت على سطح الماء بينما غطست الحبة المقشرة في الماء ؟ لماذا ، وما هو دور قشرة في جعل الحبة تطفو على سطح الماء ؟



*كيف يمكن جعل الحبة الطافية تغطس أو جعل الحبة الغاطسة تطفو؟

أيهما أثقل ١طن من الحديد أم ١ طن من الخشب ؟

لا تتسرع في الإجابة ، واسأل أين تمت عملية الوزن ؟



وسأساعدك لتقريبك إلى الجواب الصحيح ، فأنت ما زلت تذكر أن الجسم المغمور في مائع يخسر (ظاهريا) من وزنه بمقدار وزن السائل المزاح ، وإذا وضعنا طني الحديد والخشب في الماء ، فسيخسر الخشب كل وزنه ، وسيخسر الحديد بعضا من وزنه ، وعملية الوزن هنا لا تتم في فراغ وإنما في الغلاف الجوي وهو مائع أيضا.

الآن حاول أن تتوصل إلى الجواب الصحيح .

* إذا تم وزن ١طن من الحديد و ١ طن من الخشب بالطرق العادية ثم نقل الطنين إلى مكان مفرغ من الهواء فسيكون طن الخشب أثقل من طن الحديد بمقدار ١.٥ كغم تقريبا للأسباب التالية:

الهواء مائع وكثافته ١كغم/متر مكعب ، وقاعدة ارخميدس تنطبق على المائع سواء كان سائلا أم غازا

كل طن من الحديد حجمه ٠.١٣ متر مكعب وكثافة الحديد ٧.٨ كيلو غرام/متر مكعب

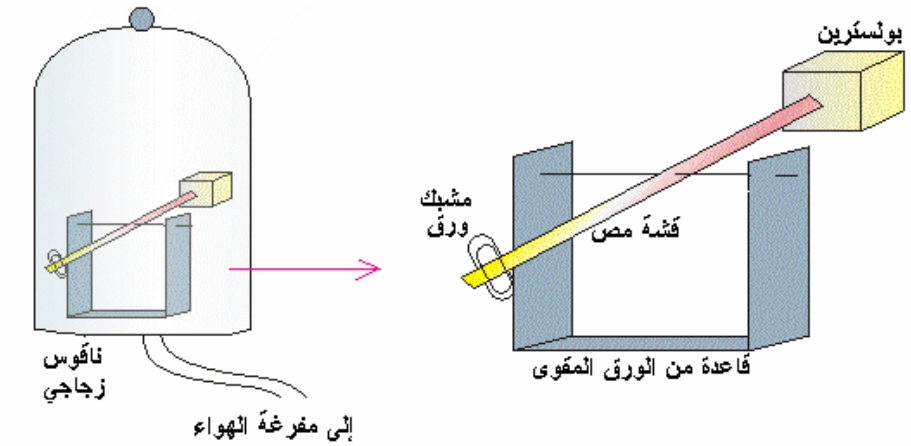
كل طن من الخشب حجمه ١.٦٦ متر مكعب تقريبا ،وكثافة الخشب ٠.٦ كيلو غرام / متر مكعب تقريبا (لأن الخشب أنواع متعددة)

وكل ١ طن من الحديد أو الخشب يخسر من وزنه بمقدار وزن كمية الهواء التي يزيحها

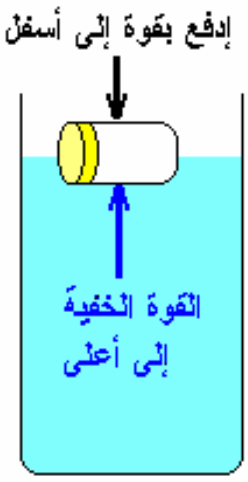
وتساوي (كثافة الهواء× حجم ١ طن من المادة ×١٠) نيوتن وبناء على هذه العملية فإن كل ١طن من الخشب أثقل من ١ طن من الحديد بمقدار ١٥ نيوتن تقريبا ،

أي لو وضعنا الطنين على ميزان كفتين لاحتجنا إضافة ١.٥ كغم من الحديد حتى تتساوى الكفتين .

ويمكن التأكد من هذا الموضوع في المختبر ، حيث تستطيع أن تصنع ميزان صغير يتكون من قاعدة من الورق المقوى و قشة مص ،قطعة خشب أو قطعة بولسترين (البولسترين أفضل من الخشب لأن كثافته أقل فتحصل على نتيجة أوضح)، نفذ الجهاز كما في الرسم بحيث يكون متوازنا أي تكون القشة بوضع أفقي ، شغل المضخة ستلاحظ بسرعة أن قطعة البولسترين نزلت للأسفل .



القوة الخفية ؟



خذ علبة بلاستيكية فارغة ومقفلة جيدا وضعها في الماء ، تلاحظ أنها تطفو على سطح الماء ، ادفعها بيدك للأسفل ، بماذا تشعر؟ لا بد أنك شعرت بقوة تدفع القنينة إلى أعلى .

ادفع القنينة إلى أسفل واتركها ، ستلاحظ أنه تعود للسطح .

هذه القوة الخفية التي تصر على دفع القنينة للأعلى تسمى قوة الطفو، وتعتمد على كثافة السائل وكثافة الجسم ، حاول تصميم أداة لقياس قوة الطفو.

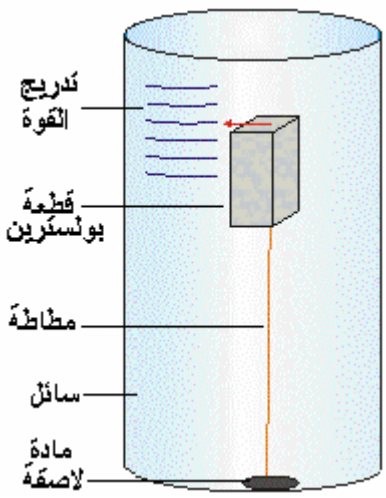
قياس قوة الطفو (١)

* قوة الطفو = حجم الجسم ×كثافة السائل × تسارع الجاذبية

*حجم الطفو = حجم السائل المزاح ، قوة الطفو = وزن السائل المزاح

* إذا كان وزن الجسم في الهواء اقل من قوة الطفو سوف يرتفع الجسم إلى أعلى (تكون كثافة الجسم اقل من كثافة السائل) أما إذا كان وزن الجسم في الهواء اكثر من قوة الطفو فسوف يستقر الجسم في قعر الإناء .

المواد والأدوات :



قنينة مشروبات غازية بلاستيكية سعتها (٠.٥-١.٥ لتر)/ اقطع الجزء العلوي منها

قطعة بولستيرين أبعادها (٢ × ٣ × ٥) سم / من المستخدم في تغليف الأجهزة وصناديق الخضار

مطاطة نقود ، ميزان زنبركي (٠.١) نيوتن،أثقال (١٠-٣٠) غم، خيط، ماء ، سوائل مختلفة ومحاليل ملحية بتراكيز مختلفة

طريقة العمل :

١- ثبت طرف خيط طوله (٥) سم تقريبا بقاعدة القنينة / يمكن ربط الخيط بثقل يوضع في قاعدة القنينة أو يتم لصقه بواسطة صمغ مقاوم للماء، ، اربط الطرف الآخر بالمطاطة.

٢-اربط الطرف العلوي للمطاطة بقطعة البولستيرين سجل حجم قطعة البولستيرين قبل التجربة .

٣- اربط قطعة البولستيرين من أعلى بخيط رفيع مع ميزان زنبركي واسحب الميزان بمقدار (١، نيوتن) ثم ضع خط على جدار القنينة يقابل أعلى مستوى لقطعة البولستيرين ، ثم اسحب قطعة البولستيرين (٠.٢، ٠.٣ ،... نيوتن) ودرج القنينة بالقيم السابقة .

٤- املأ القنينة بالماء ، تلاحظ أن قطعة البولستيرين ارتفعت للأعلى وان المطاطة قد استطالت مما يبين وجود قوة أثرت على قطعة البولستيرين وقيمة هذه القوة يمكن معرفتها من التدريج الذي يقابل أعلى مستوى لقطعة البولستيرين .

٥- قارن هذه القوة مع وزن السائل المزاح ..... وزن السائل المزاح = حجم قطعة البولستيرين × كثافة الماء × تسارع الجاذبية

- حجم الماء المزاح يساوي حجم قطعة البولستيرين لأنها مغمورة كليا بالماء

- إذا كان حجم قطعة البولستيرين (٣٠ سم^{٣}) فان قوة الطفو تساوي (٣ ، نيوتن)

٦- للتأكد من التجربة السابقة ضع ثقل وزنه مساو لقوة الطفو على سطح قطعة البولسترين تلاحظ أنها تنزل إلى نقطة الصفر .

٩- استعمل سوائل أخرى مثل (كحول ، كاز ، زيت) أو محاليل سكرية أو ملحية بتراكيز مختلفة ولاحظ اثر ذلك على قوة الطفو .

قياس قوة الطفو (٢)

المواد : حوض بلاستكي واسع ، بكرة مع قاعدة يمكن تثبيتها في قعر الحوض ، قنينة بلاستيكية فارغة مع غطاء ، ماء ، خيط .

طريقة العمل :

١- نفذ التجربة كما في الرسم ،

٢- اسحب الميزان الزنبركي / سيتم سحب القنينة إلى داخل الماء .

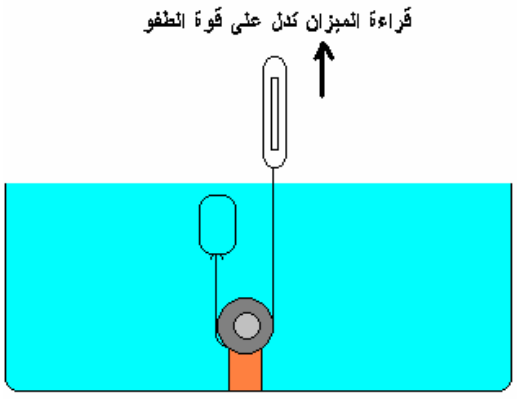
٣- راقب قراءة الميزان الزنبركي .

٤- استخدم قنينة فارغة أكبر حجما وكرر التجربة وسجل قراءة الميزان الزنبركي .

٥- استخدم مواد أخرى (من المواد التي تطفو على سطح الماء) مثل الخشب والبولسترين وبأحجام مختلفة وكرر التجربة .

٦- املأ الحوض بسوائل أخرى أو بمحلول ملحي وكرر التجربة .

ماذا تستنتج من التجربة؟



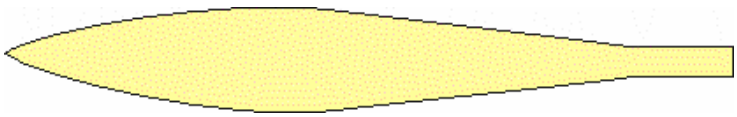
اصنع بالون الهواء الساخن

يمكن صنع منطاد صغير الحجم (قطره يقرب من ١ متر) ويرتفع لعدة أمتار في الهواء.

المواد :

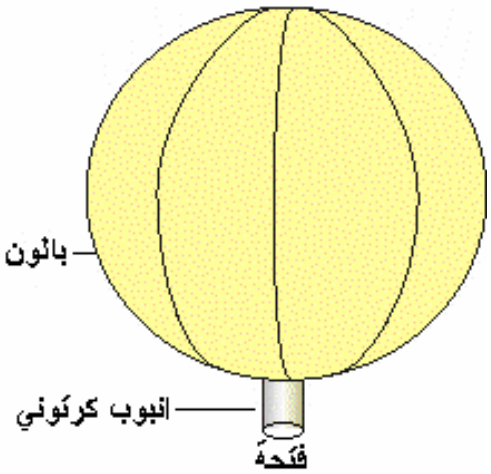
شرائح البلاستيك الخفيف (المشمعات المستهلكة التي تستخدم للمائدة)، صمغ سريع الجفاف أو آلة لصق أكياس النايلون ،ورق مقوى ، قطن، سلك رفيع ،مصدر حرارة(كحول احتراق ، موقد غاز صغير،...).

طريقة العمل :



١-استخدم شرائح أبعادها (٧٥× ١٠٠سم) ، وقصها حسب النموذج المرفق ، قص ست شرائح

٢-الصق الشرائح مع بعض ،كل شريحة بجانب الثانية / للإبقاء على فتحة المنطاد مفتوحة اصنع أنبوبا من الورق المقوى وثبته على فتحة المنطاد .



٣-انفخ المنطاد وامسكه فوق مصدر الحرارة على مسافة كافية حتى لا يحترق عند وصول حرارة الهواء إلى مقدار كاف اترك المنطاد يرتفع في الهواء.

٤- في الأماكن المفتوحة (كما في الصحراء) حيث لا توجد أشياء قابلة للاشتعال يمكن تثبيت سلكين رفيعين بشكل متقاطع على فوهة المنطاد وتثبيت قطعة قطن مرطبة بالكحول بين السلكين وإشعالها بعد تسخين المنطاد حيث ستتيح له الارتفاع لمدة أطول / لا يجوز تنفيذ هذه الخطوة داخل المدينة أو في منطقة مزروعات أو غابات .

أسئلة

١. كيف يستطيع البحر أن يحمل سفينة ولا يستطيع أن يحمل مسمارا ؟

٢. لماذا يلبس ركاب القوارب وهواة الألعاب المائية سترات نجاه ؟

٣. لماذا نستخدم العجلات المنفوخة بالهواء للطفو على سطح الماء؟

٤. كيف تستطع الغواصة أن تنزل إلى قاع البحر وتصعد إلى السطح ؟

٥. لماذا يلبس الغواصون الذين يحملون اسطوانات الهواء حزاما مملوءا بقطع الرصاص ؟

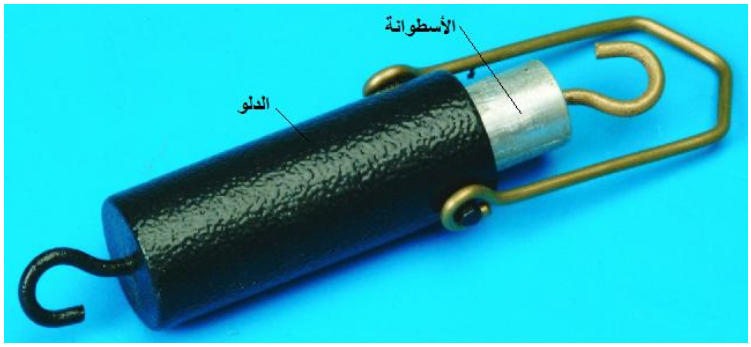
٦. عندما تنزل في الماء تشعر أنك خفيف الوزن .لماذا؟

٧. إذا وضعت علبة معدنية فارغة ومغلقة في الماء تطفو ، ولكن إذا قمت بضغطها ووضعها في الماء فإنها تغطس . لماذا ؟

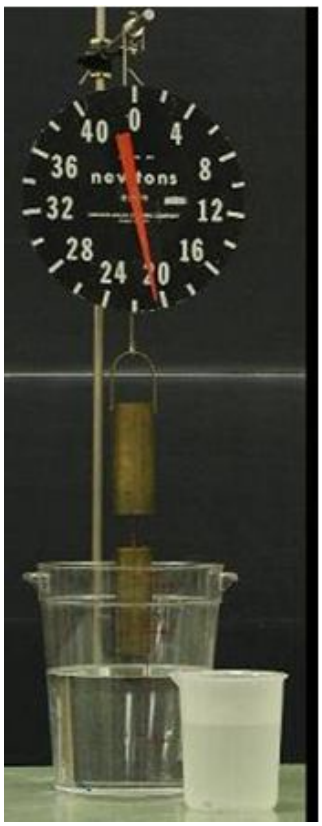
٨. كيف تستطيع المناطيد أن ترتفع في الهواء وهي تحمل عددا من الأشخاص بدون بذل قوة ملحوظة؟

٩. لماذا لا يغرق الإنسان في البحر الميت؟

أسطوانة ارخميدس



هذه الأداة البسيطة توجد في المختبرات المدرسية ،وهي مصممة لاستخدامها بتجربة واحدة فقط، لدراسة قاعدة ارخميدس: **(الجسم المغمور في مائع يخسر من وزنه بمقدار المائع المزاح)**



تتكون هذه الأداة من اسطوانة معدنية توضع داخل دلو أسطواني بحيث تملأه تماما بدون زيادة أو نقصان، أي أن حجم الأسطوانة مساو لحجم الفراغ داخل الدلو،وللدلو خطافين من أسفل وأعلى،وللأسطوانة خطاف من أعلى.

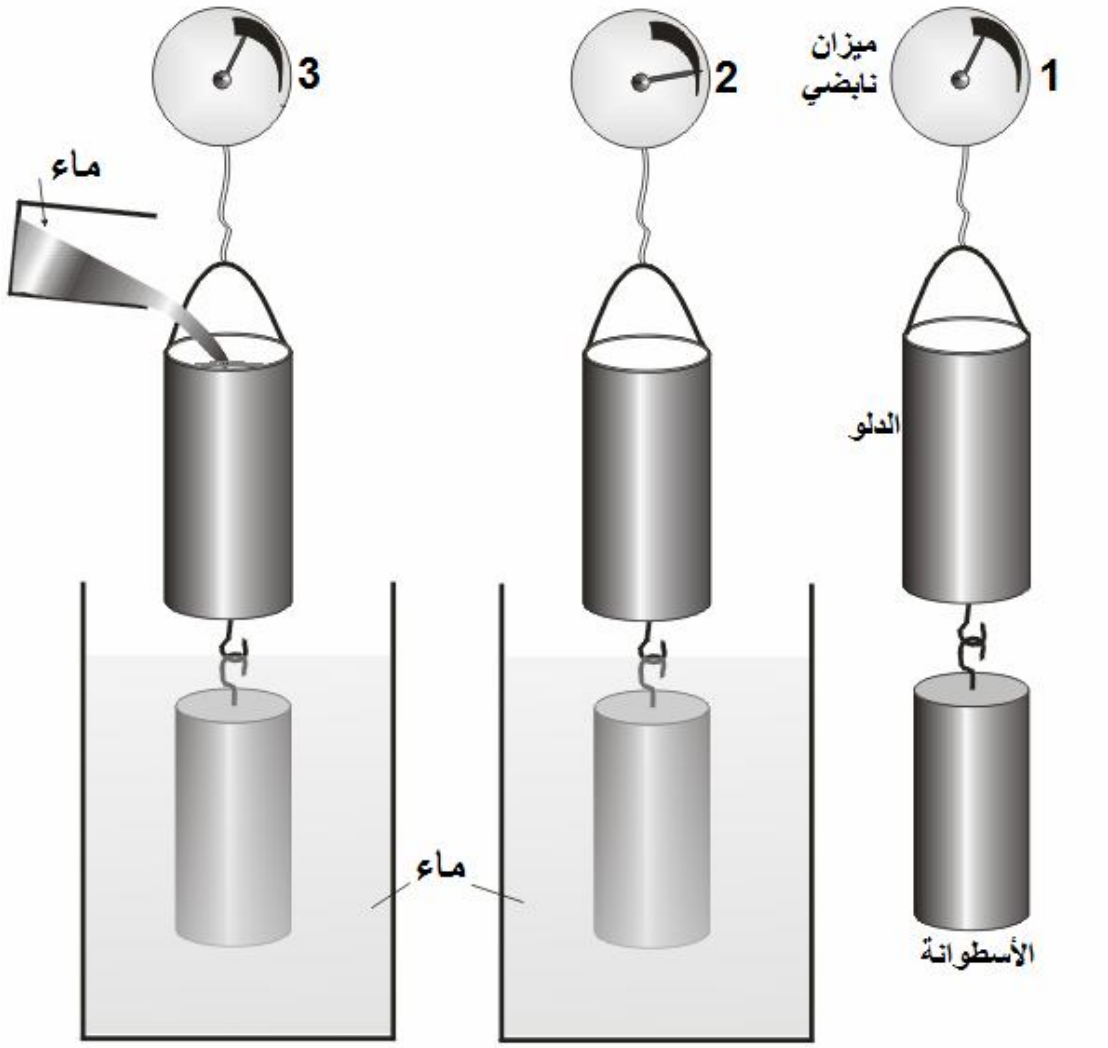
طريقة الإستخدام:

١-أخرج الأسطوانة من الدلو وعلقها أسفل الدلو

٢-علق الدلو بميزان نابضي(زنبركي) سجل قراءة الميزان **(ك١)**

٣-اغمر الأسطوانة بكأس به ماء بحيث لا تلامس قاع الكأس،و سجل قراءة الميزان **(ك٢)**.

٤-إملأ الدلو بالماء(حجم هذا الماء مساو لحجم الماء الذي أزاحته الأسطوانة) ،ولاحظ قراءة الميزان**(ك٣)**، ستجدها مساوية لقراءة الميزان في الحالة الأولى **(ك١)**



يمكن التأكد من أن حجم الماء المزاح مساو لحجم الماء الذي يتسع له الدلو باستخدام دورق إزاحة بدل كأس الماء ثم أخذ الماء الذي انسكب بدورق الإزاحة وسكبه في الدلو وسنجد أنه يملأ الدلو تماما دون زيادة أو نقصان.

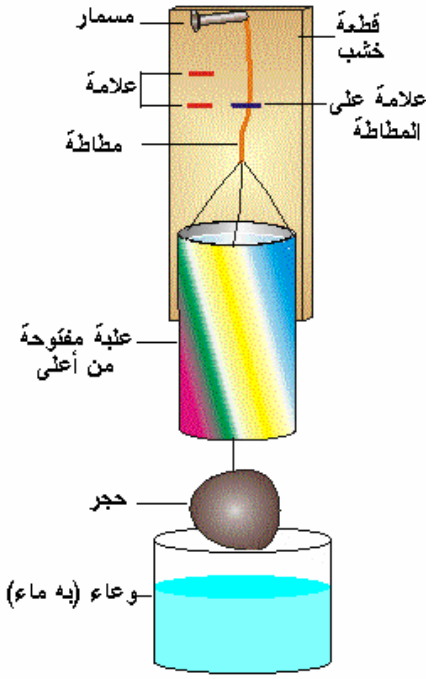
يوخذ الماء المنسكب من
الدورق ويوضع في الدلو
دورق إزاحة

كيف تصنع نموذجا من أسطوانة ارخميدس؟

المواد : قطعة خشب ، مطاطة نقود ،علبة بلاستيكية أو معدنية صغيرة بدون غطاء ،حجر (حجمه أقل ن حجم العلبة)

دورق إزاحة(يصنع حسب الطريقة المذكورة في الدليل)، مسمار صغير، ماء ، كاس بلاستيكي

طريقة العمل:



١-علق الحجر بقاعدة العلبة .

٢-علق العلبة بمطاطة نقود ،وثبت طرف المطاطة بمسمار مغروز في قطعة الخشب .

٣-ضع علامة بمستوى منتصف قطعة الخشب وضع خط على قطعة الخشب أمام العلامة.

٤-أنزل الحجر في دورق الإزاحة المملوء بالماء حتى ينغمر بشكل كامل مع مراقبة العلامة ،تلاحظ أنها تنزل عن مستواها السابق .

٥-خذ الماء المنسكب من دورق الإزاحة والحجر ما يزال مغمور فيه وضعه في العلبة وراقب المطاطة ، تلاحظ أنها عادت إلى مستواها السابق أي أن الحجر المغمور في الماء خسر من وزنه بمقدار وزن الماء الذي أزاحه وعندما أخذنا الماء الذي أزاحه وأعدناه إلى العلبة رجعت المطاطة إلى قراءتها السابقة (أي عندما كان الحجر في الهواء)

تطبيق:

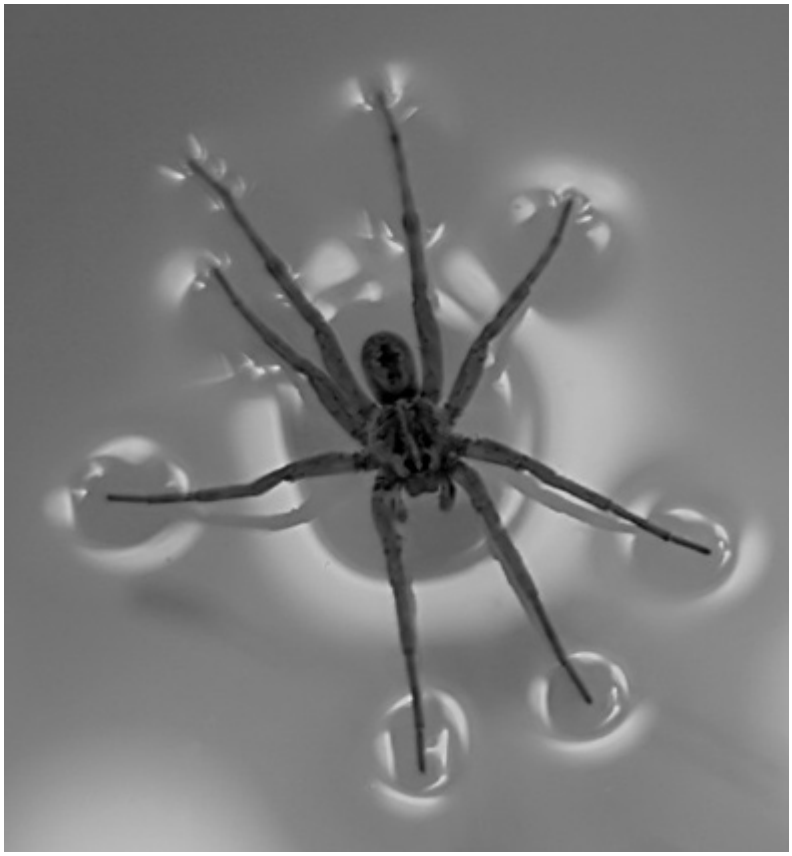
أدوات تحديد ارتفاع السوائل سواء الكيروسين في المدفأة أو البنزين في السيارة وغير ذلك تعتمد على قاعدة ارخميدس حيث يوجد قطعة متصلة بالمؤشر وهذه القطعة يدفعها السائل للأعلى، وكذلك العوامة التي تتحكم بدخول الماء إلى الخزان .

التوتر السطحي

دبوس معدني يطفو على سطح الماء.

كيف استطاعت هذه الحشرة الطفو على سطح الماء ؟

هل يمكن أن تقلّدها؟



أمامك طبق مملوء بالماء ويوجد دبوس من الحديد يطفو على سطح الماء ، علما أن شكل الدبوس ليس مجوفا مثل القارب

١-هل هذا الأمر يتعارض مع ما عرفناه قبل قليل ؟

٢-هل تستطيع أن تضع دبوسا على سطح الماء دون أن يغرق ؟ حاول.

٣- هل يمكن أن توجد قوى أخرى تحمل الدبوس ، ما هي هذه القوة ؟

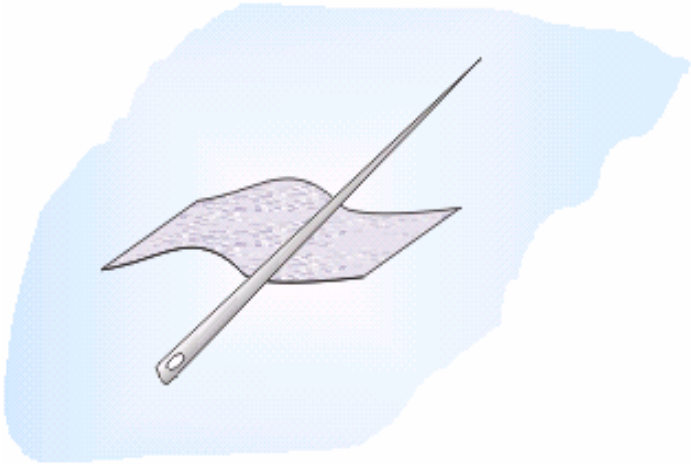
٤-هل يمكن لهذه القوة أن تحمل جسما أكبر من الدبوس ؟

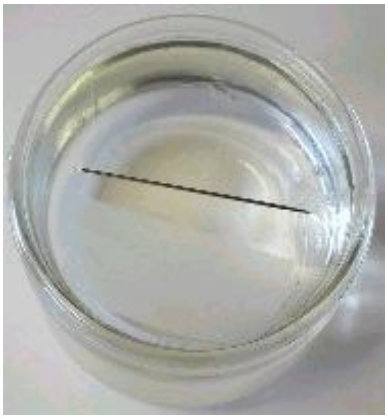
*القوة التي تحمل الدبوس هنا هي قوة التوتر السطحي ،ولو تم تحريك الدبوس قليلا فسوف يغطس في الماء ، وعملية وضع دبوس أو إبرة على سطح الماء تحتاج إلى بعض الدقة ، ومن الطرق التي يمكن إتباعها لوضع الدبوس على سطح الماء ما يلي :

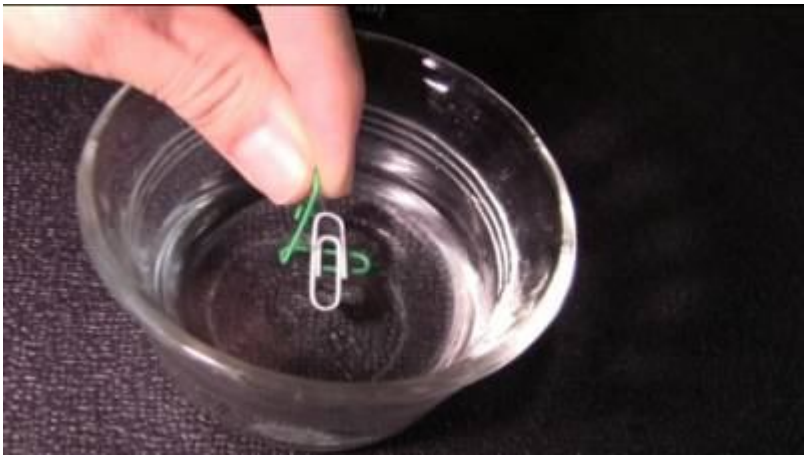
١-ضع الدبوس على قطعة صغيرة من الورق الصحي وإمساك قطعة الورق الصحي ووضعها على سطح الماء برفق ، بعد فترة بسيطة تتشبع الورقة بالماء وتغطس ويبقى الدبوس طافيا.

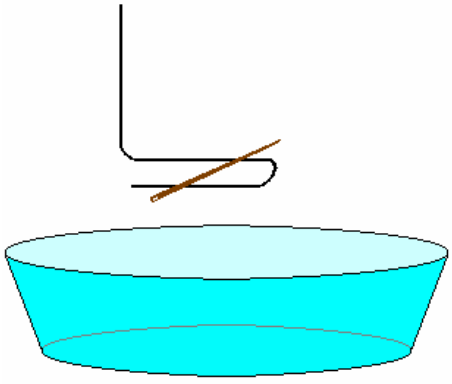
٢-اثن مشبك ورق كما هو موضح في الرسم وضع الدبوس فوقه وأنزله ببطء حتى يصل الدبوس إلى سطح الماء ثم اسحبه برفق .

٣- دع الطلاب يجربون طرقا من استنباطهم .









تجربة: كيف تخرج الكرة من الماء دون أن تبتل يدك؟

هنالك مواد تحافظ على التوتر السطحي للماء ومن هذه المواد مادة (ليكوبوديوم) وهي مسحوق جاف لنباتات استوائية ، وتستخدم في بعض تجارب الصوت ، رش طبقة ليكوبوديوم على سطح الماء وارم قطعة نقود أو كرة صغيرة في الماء ، ثم ادخل يدك وأخرج قطعة النقود ،ستخرج يدك وقطعة النقود جافتين

التوتر السطحي: ميل سطح السائل إلى التقلص إلى أقل مساحة ممكنة، وذلك بسبب قوى التماسك بين جزيئات السطح، التي تكون محصلتها شداً نحو الداخل دوما، وهذا يظهر سطح السائل كأنه الغشاء.

مادة لا تشغل حيزا !؟

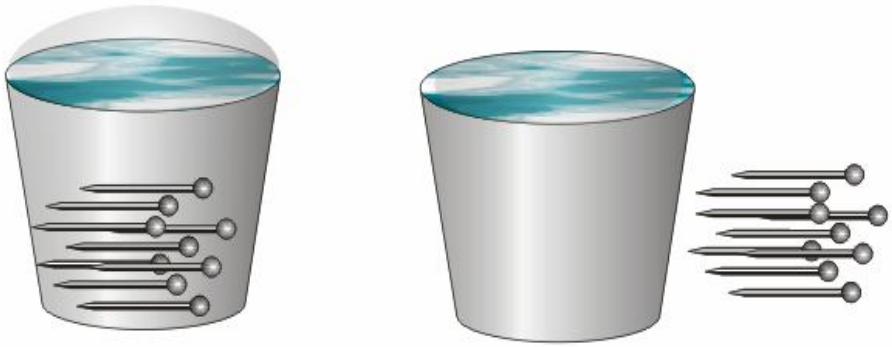
احضر كأس زجاجي صغير ، وعلبة دبابيس

أملأ الكأس إلى الحافة تماما

ابدأ بإنزال الدبابيس بلطف في الكأس، ستلاحظ أنك لو وضعت جميع الدبابيس في الكأس فلن ينسكب الماء خارج الكأس، ونعرف أن المادة تشغل حيزا،

فأين ذهب الحيز الذي شغلته الدبابيس ؟

لو نظرت إلى الكأس بشكل جانبي تجد أن سطح الماء محدب بسبب قوة التوتر السطحي ؟



عوامل تؤثر بالتوتر السطحي

١. إملأ طبق بلاستيكي إلى منتصفه بالماء .

٢. انثر على وجهه الماء برادة فلين أو عيدان ثقاب.

٣. ضع في وسط الطبق نقطة من صابون سائل ، أو حبيبات قليلة من مسحوق تنظيف ، تلاحظ أن برادة الفلين أو العيدان تبتعد عن المركز باتجاه محيط الطبق

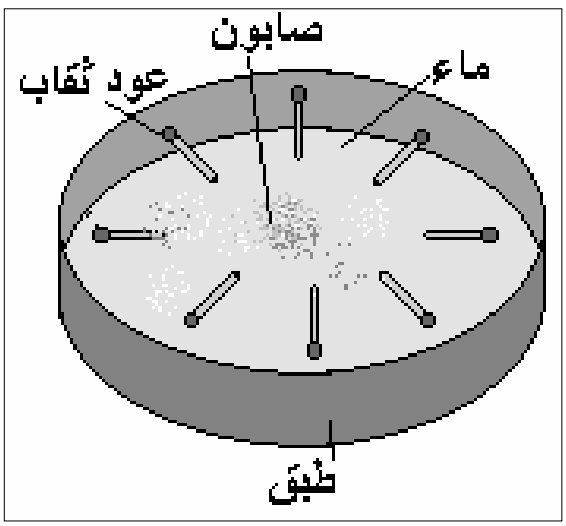
. الصابون يقلل التوتر السطحي في الوسط بينما

لا يتغير على الأطراف مما يدفع العيدان بذلك الاتجاه.

٤. اعد التجربة مرة أخرى والمس سطح الماء في مركز الطبق بورقة نشاف أو (ورق صحي) تجد أن العيدان تحركت باتجاه المركز.

. تمتص ورقة النشاف الماء بالخاصية الشعرية فيزداد التوتر السطحي في المركز مما يشد العيدان باتجاه المركز

.



مبدأ عمل المنظفات

التوتر السطحي صفة عامة لجميع السوائل، ويتميز الزئبق من بينها أن توتره السطحي كبير جداً. ويرجع مبدأ عمل التنظيف لبعض المنظفات كالصابون ومساحيق التنظيف الأخرى لقابليتها على تقليل التوتر السطحي للماء. فعندئذٍ يستطيع هذا الماء والمنظف أن يتخلل ألياف أو خيوط أو مساحات المادة التي يراد تنظيفها.

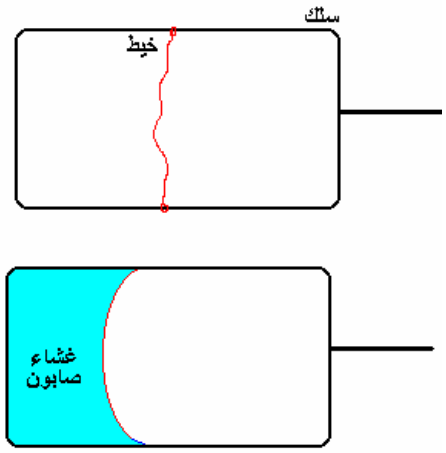
التوتر السطحي في أغشية الصابون

١. استخدم سلك سميك لعمل حلقة دائرية مع مقبض.

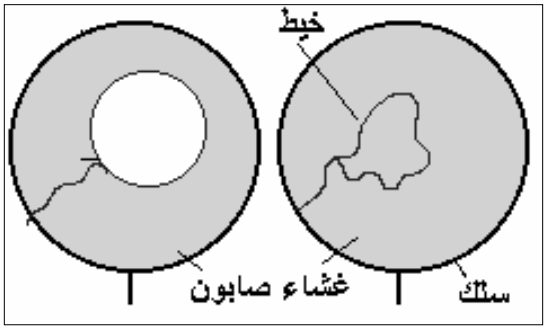
٢. اربط خيط رفيع مرتخي بين طرفي الحلقة .

٣. اغمس الحلقة بوعاء يحتوي على صابون مذاب في الماء سيظهر غشاء رقيق من الصابون داخل الحلقة

٤. اثقب الغشاء الصابوني على أحد جانبي الخيط ، تلاحظ الغشاء المتبقي ينكمش إلى أقصى حد بسبب التوتر السطحي



٥. يمكن لف الخيط لعمل حلقة ثم ثقب الغشاء داخل الحلقة فتنكمش لأقصى حد وتعطي شكل دائري منتظم



قوة التوتر السطحي١

المواد والأدوات: مسحوق فلفل اسود، كأس زجاجي، ماء، صابون سائل

طريقة العمل :

١. إملأ طبق بلاستيكي إلى منتصفه بالماء،رش عليه قليلا من الفلفل الأسود

٢. المس سطح الماء بإصبعك ، لا يحدث شيء،

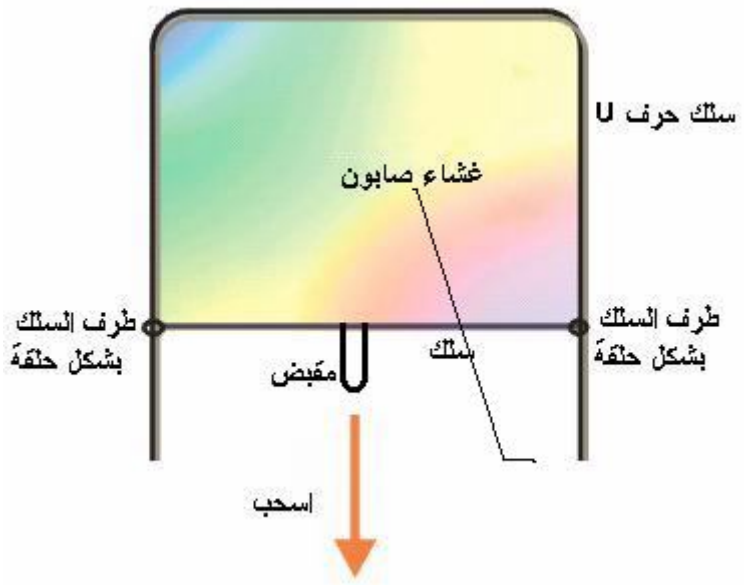
٤. المس سطح الماء بإصبعك بعد وضع نقطة من الصابون عليه / يترسب الفلفل ... فسر ذلك ؟

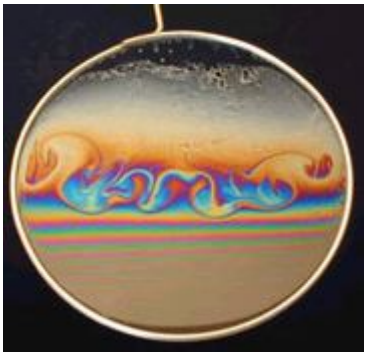
☜ـ التوتر السطحي يعمل كغشاء على سطح الماء يحمل الدقائق الصغيرة ، والصابون يؤدي إلى خفض قوة التوتر السطحي

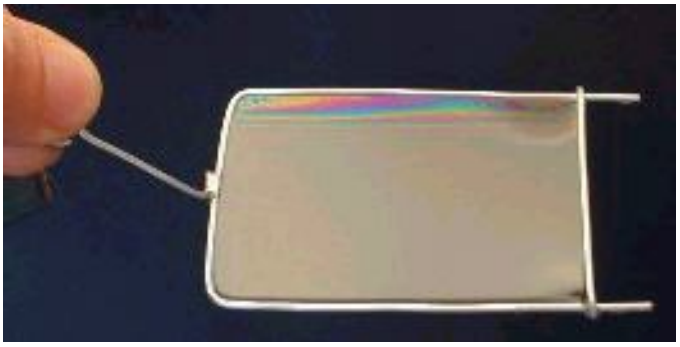
قوة التوتر السطحي٢

المواد: سلك معدني شكل حرف U، سلك معدني مستقيم مع حلقتين في طرفيه(يفضل عمل مقبض له)

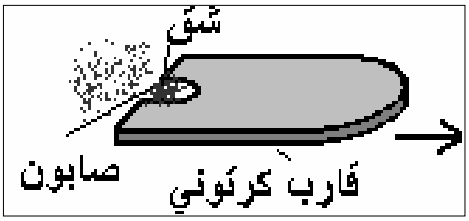
ادخل طرفي سلك حرف U في حلقتي السلك المستقيم ، ضع السلك في وعاء به صابون ثم أخرجه،اسحب السلك، يتكون غشاء بين السلكين وتشعر بوجود قوة تسحب السلك للداخل ، ولو تركته لرجع للداخل بسبب التوتر السطحي





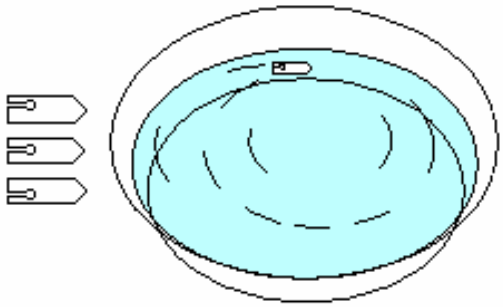


قارب يعمل بالتوتر السطحي



١- اصنع قارب صغير من الورق وألصق في مؤخرته قطعة من الصابون أو النفثالين (كرات العث) ، املأ طبق بلاستيكي بالماء ، ضع القارب على سطح الماء.

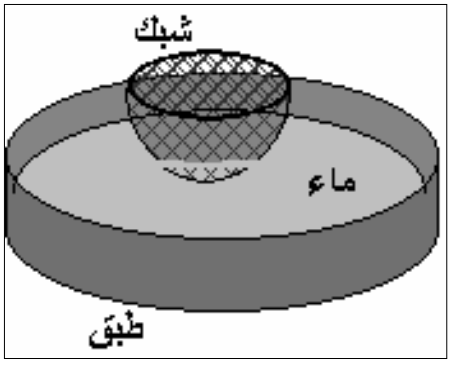
- سيعمل الصابون على تقليل التوتر السطحي في مؤخرة القارب بينما لا يتأثر التوتر السطحي في المقدمة ولهذا يتحرك القارب إلى الأمام

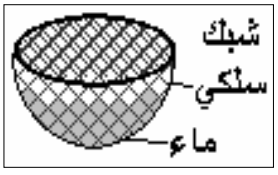


قارب من الشبك السلكي

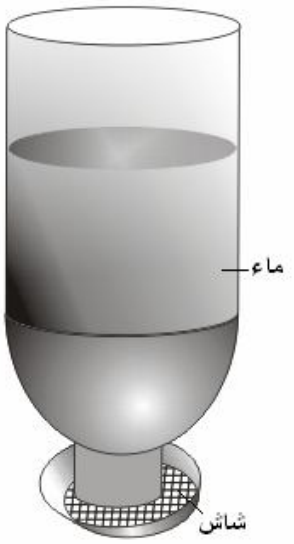
١. خذ قطعة دائرية من الشبك السلكي (المستخدم في النوافذ) ، وأصنع منها قارب صغير، ادهن الشبك بقليل من الفازلين

٤. ضع القارب على سطح الماء ، يبقى القارب على سطح الماء ولا يغرق رغم وجود الثقوب الكبيرة فيه . يمكن وضع أثقال صغيرة في القارب مثل (مسامير) ويستمر القارب بالطفو.





هل يمكن حمل الماء في غربال؟



يفكر العالم الصغير بطريقة تجعله يحمل الماء في وعاء مثقب مثل الغربال وهداه تفكيره إلى هذه الطريقة.

.دهن القارب الشبكي السابق بالفازلين وملأه بالماء.

. هل يبقى الماء في القارب؟ ...

ثم نفذ التجربة الموضحة في الرسم ودهن الشاش بالفازلين ولاحظ كم يستطيع أن يحمل من الماء دون أن يتسرب منه

كم يتسع القرش من الماء؟

ضع قطعة نقود معدنية بشكل أفقي ثم ابدأ بوضع قطرات من الماء على قطعة النقود بلطف بواسطة مصاصة عصير أو محقن طبي جديد

،ولاحظ كم تتسع

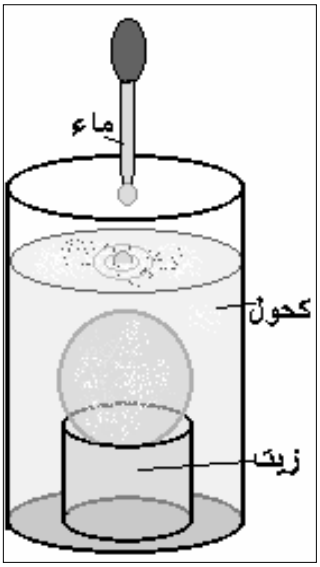
ستفاجأ بأن قطعة النقود تتسع لكمية كبيرة من الماء نسبة لمساحة سطحها وهذا بسبب قوة التوتر السطحي

يمكن تجربة سوائل أخرى ومعرفة أكبر كمية من السائل تتسع لها وكمية السائل تتناسب مع قوة التوتر السطحي.

ما هو الشكل الحقيقي للسائل ؟

" الماء يأخذ شكل الإناء الموجود فيه " هذا ما يعتقده معظم الناس ويشاهدونه في حياتهم اليومية ولتوضيح هذا المعنى يستخدمون جهاز (الأواني المستطرقة) ولكن هل هذا الكلام صحيح دائما ؟

المواد والأدوات: كأس زجاجي أو بلاستيكي شفاف ٢٥٠مل، كأس بلاستيكي ١٠٠ مل ، قطارة ، زيت نباتي، كحول إيثيلي(كحول طبي) ، ماء



١. إملأ الكأس الصغير بزيت نباتي وضعه داخل الكأس الكبير

٢. إملأ الكأس الزجاجي الكبير بالكحول .

. كثافة الزيت أكثر من كثافة الكحول ولهذا لا يطفو الزيت على سطح الكحول

٣. أضف الماء تدريجيا إلى الكحول . كثافة الزيت اقل من كثافة الماء .

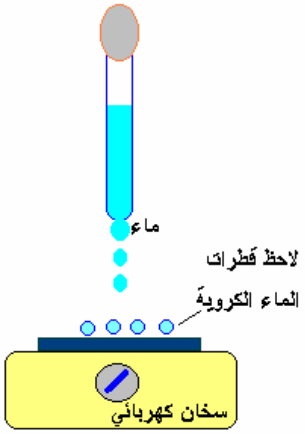
٤ـ استمر في إضافة الماء تدريجيا (بالقطارة) إلى الكحول حتى تتساوى كثافة الزيت مع كثافة المخلوط المكون من (ماء + كحول)

٥. عندما تتساوى كثافة الزيت مع كثافة المخلوط يخرج الزيت من الكأس على شكل كرة كبيرة داخل المخلوط ، يمكن تحريك كرة الزيت داخل.

السائل في حالة انعدام الوزن يكون كروي الشكل بسبب القوى بين جزيئاته ولهذا نرى كرات الماء الكبيرة في السفن الفضائية، ونعرف أيضا أن قطرات الماء المتساقطة تكون كروية

قطرات الماء على سطح ساخن

يريد العالم الصغير التأكد من الشكل الكروي للماء بإلغاء أو تقليل قوة التلاصق بين الماء والوعاء الموضوع به الماء ووجد أن تحقيق هذا ممكن بتشغيل سخان كهربائي hotplate حتى يسخن سطحه ، ثم إسقاط قطرات من الماء على السطح ، سوف يتبخر السطح السفلي للكرات المائية فيعمل كطبقة فاصلة بين الماء والسطح ولهذا يظهر الماء بشكل كروي

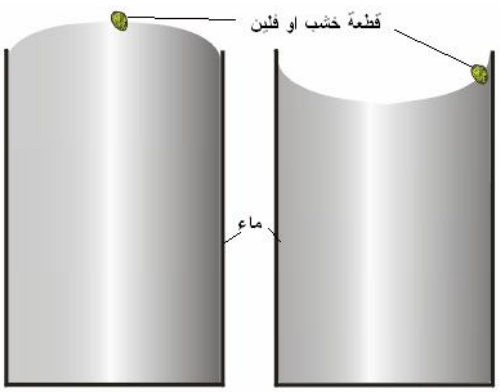


مشكلة وحل :

املأ كاس بالماء ثم ضع قطعة خشب صغيرة على سطح الماء تجد أنه ذهبت للجانب لأن سطح الماء مقعر وقطعة الخشب تستقر على أعلى نقطة

كيف يمكن جعل قطعة الخشب تستقر في الوسط؟

يمكن ذلك بإضافة الماء تدريجيا إلى الكأس ، سوف يتحدب سطح الماء بسبب التوتر السطحي وقطعة الخشب على أعلى نقطة .



التوتر السطحي والرئتين

تتكون الرئتين من ملايين من الحويصلات الهوائية ، وأثناء التنفس تمتلئ الحويصلات الهوائية بالهواء وتكون مثل الفقاعة ، وبما أن التوتر السطحي للماء كبير فهذا سنحتاج إلى ضغط جوي كبير لنفخ الفقاعة وهذا يسبب إجهاد كبير للحيوان وكذلك الإنسان ، ومن رحمة الله وجود سائل دهني في الحويصلات الهوائية ، وهذا السائل الدهني يكون بين الماء والهواء ويقلل التوتر السطحي بشكل كبير جدا ،فالتوتر السطحي للسائل الدهني أقل من (٠.١) من التوتر السطحي للماء.

اللعب بالفقاعات

يمكن عمل فقاعات كبيرة كما في الصورة بالطريقة التالية :

المواد : ثلثي فنجان (١٦٠ مل) من سائل تنظيف الأواني –سائل الجلي ملعقة صغيرة (١٥مل) من الجليسرين (أو السكر) ،١جالون ماء(٣.٨) لتر ،إضافة إلى سلك سميك (علاقة ملابس سلكية)

اخلط المواد مع بعض ويفضل تركها يوما كاملا قبل الاستعمال

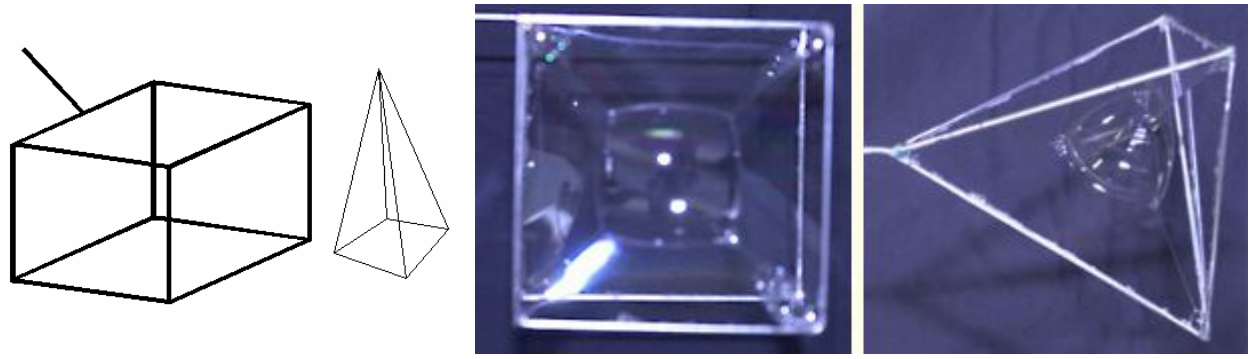
ضع المخلوط في طشت واسع

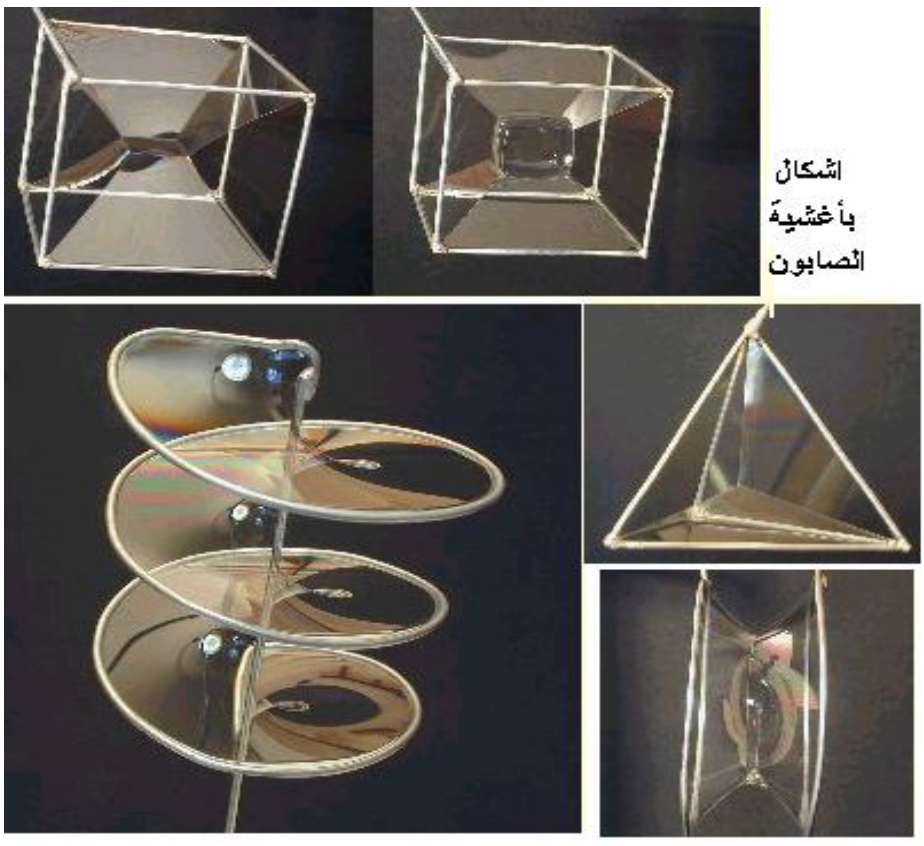
اثن السلك المعدني بشكل حلقة(دائرة) ويفضل عمل مقبض لها من الجزء الزائد من السلك

ادخل الحلقة في المخلوط وارفعها واسحبها في الهواء ولاحظ الفقاعات المتكونة.

أغشية الصابون

أغشية الصابون تحاول أن يكون لها أقل سطح بسبب قوة التوتر السطحي ، ويمكن ملاحظة ذلك بعمل أشكال من السلك السميك وغمرها في المحلول وملاحظة أشكال الأغشية الناتجة.



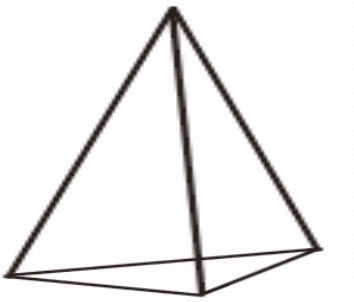


كيف نقيس :الزوايا بين الذرات

ربما درست في كتب الكيمياء أن الزوايا بين ذرات الجزيئات التي لها شكل هرمي ثلاثييكون بحدود « ١٠٩ » درجة ولكن كيف تم قياسها؟

لا يستطيع العلماء استخدام منقلة لقياس الزوايا بين الذرات ، ولكن يستخدموا أحيانا نماذج يمكن التعامل معها ولها صفات شبيه بصفات الشيء الذي يريدون دراسته ، ويمكننا استخدام قوة التوتر السطحي لأنها متماثلة في القوة في جميع أجزاءها وقياس الزوايا باستخدامها.

المواد : الخليط السابق(صابون جلي+جليسرين +ماء)، سلك سميك أو قشات مص +مادة لاصقة



اصنع من الأسلاك أو القشات هرما ثلاثيا كما في الرسم واغمسه في الخليط ثم أخرجه ولاحظ شكل أغشية الصابون التي تكونت

يمكن قياس الزوايا بينها بعدة طرق منها وضعها بين مصدر إضاءة وحاجز وتخطيط أماكن ظلها على الحاجز ثم قياس الزاوية

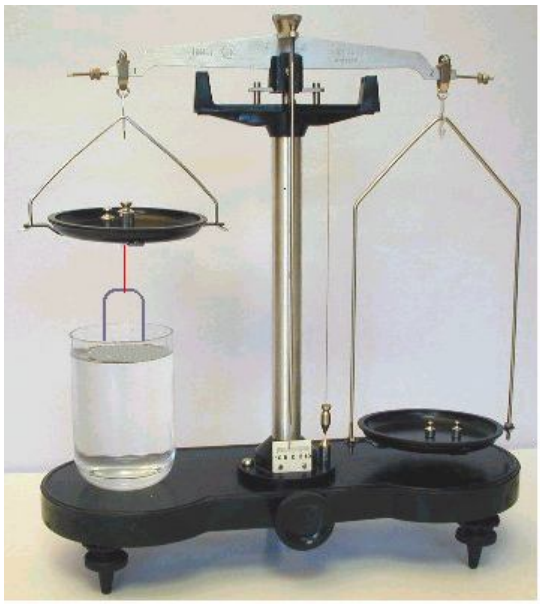
قياس قوة التوتر السطحي

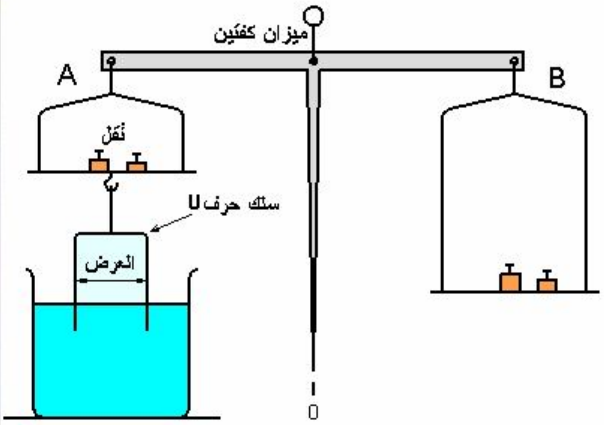
المواد : ميزان كفتين(يمكنك عمل ميزان كفتين بسيط) ، سلك حرف U،خيط، مسطرة، كأس مملوء ماء

نفذ التجربة كما هو موضح في الرسم بحيث يكون الميزان متوازنا عندما يكون السلك في الماء، ضع أثقال صغيرة في الكفة المقابلة سيبدأ تكون غشاء بين طرفي السلك ، أضف أثقال حتى ينفجر الغشاء ، آخر ثقل أضفته قبل أن يتلف الغشاء هو الثقل المطلوب

اقسم كتلة الثقل (بوحدة غرام) على عرض السلك حرف U بوحدة متر ستحصل على قوة التوتر السطحي للماء ، يمكن تجربته لسوائل أخرى

التوتر السطحي للماء المقطر ٧.٤٢ غرام/ متر على درجة ٢٠ مئوي





التوتر السطحي = كتلة الثقل÷(٢×عرض السلك)

الكتلة بوحدة غرام

وعرض السلك بوحدة متر

إن خاصية الشدّ السطحي للماء أكبر من الشد السطحي لأغلب السوائل، ولهذه الميزة تأثيرات على الظواهر الحياتية، وفي مقدمتها تأتي التأثيرات التي تحدث في أجسام النباتات.

فالنباتات تستطيع بواسطة هذه الخاصية المتميزة للماء أن تقوم بضخه من أعمق نقطة تحت سطح التربة إلى أعلى نقطة فوقه و دون الحاجة إلى جهاز للضخ أو عضلات قوية. ومن جانب آخر نجد أنّ العمارات و الأبنية العالية تحتوي على نظام لضخ الماء إلى الطوابق العليا يتميز بدرجة كبيرة من التعقيد، ولكنّ النباتات لا تحتاج إلى مثل هذا النظام المعقد، فالماء يصل إلى أنحاء النبات كافة بواسطة خاصية الشدّ السطحي.

فالقنوات الناقلة الموجودة في جذر النبات وأوعيته الناقلة مصممة كي تستفيد من هذه الخاصية، فهي تزداد ضيقاً كلما اتجهت نحو الأعلى، وهذا الضيق المتدرج يساعد الماء على التسلق نحو الأعلى. ولو كان الشد السطحي للماء قليلاً كباقي أغلب السوائل لما استطاعت النباتات البرية العيش على الإطلاق، وهذا يعني تأثر شبكة الحياة تأثراً بالغاً. ولكنّ هذا التأثير لا وجود له بفضل الانسجام التام الموجود بين الماء والنباتات.

إنّ هذا التلاؤم والانسجام البديع الموجود بين الشد السطحي للماء و تركيب النباتات يعكس بصورة واضحة الإعجاز الإلهي في الخلق. وكل هذه الدلائل تعكس لنا أنّ الطبيعة والكائنات الحية لا يمكن أن تكون قد ظهرت بمحض المصادفة، بل يتبين لنا أنها مخلوقة من قبل الله خالق السموات و الأرض و ما بينهما.

نملة تستفيد من خاصية التوتر السطحي

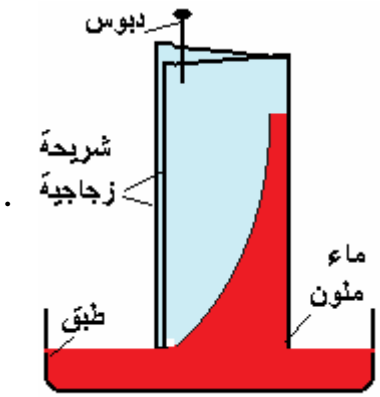
الخاصية الشعرية

الهدف : توضيح ظاهرة الخاصية الشعرية .

أ. جهاز الأنابيب الشعرية : يوضع جهاز الأنابيب الشعرية بعد ملئه بماء ملون .

ب. شريحتين زجاجيتين

المواد والأدوات: قطعتي زجاج أو بلاستيك(الأبعاد غير مهمة) يمكن استخدام شرائح مجهرية طبق صغير (بلاستيكي ، طبق بتري)، ماء ملون، دبوس



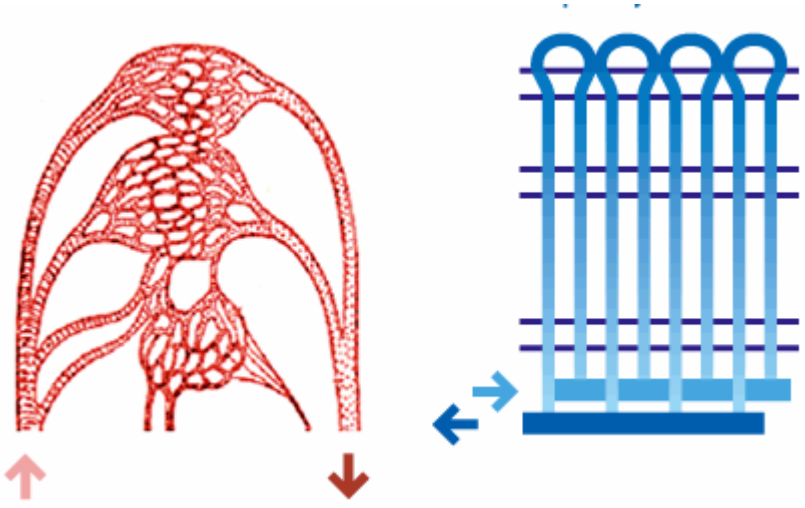
طريقة العمل :

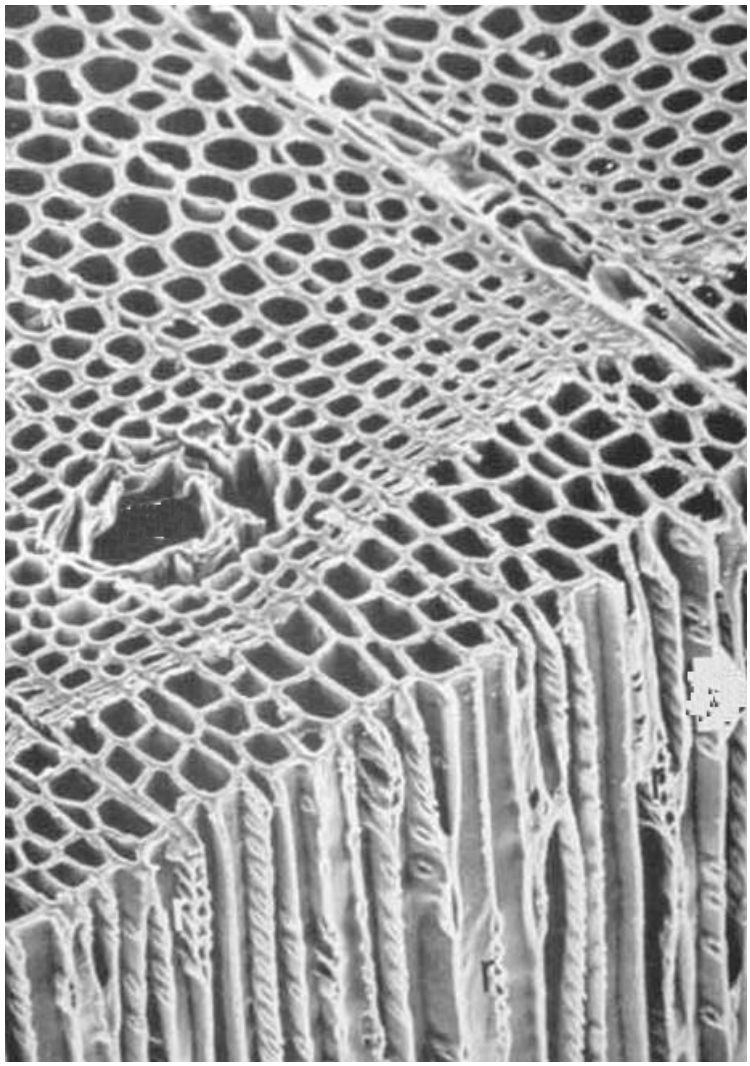
١. ضع قليلا من الماء الملون في الطبق، أوقف الشريحتين بشكل متوازي فوق الطبق، قرب الشريحتين من بعضهما حتى يلتصقا، تلاحظ ارتفاع الماء بينهما و كلما قربت الشريحتين من بعض يزداد ارتفاع الماء

٢ـ ضع دبوس بين الشريحتين على أحد الطرفين لعمل زاوية صغيرة بينهما .

ـ تلاحظ أن الماء يصل إلى أقصى ارتفاع في الجهة التي تكون فيها المسافة بين الشريحتين اقل ما يمكن فيظهر الماء بشكل قطع زائد

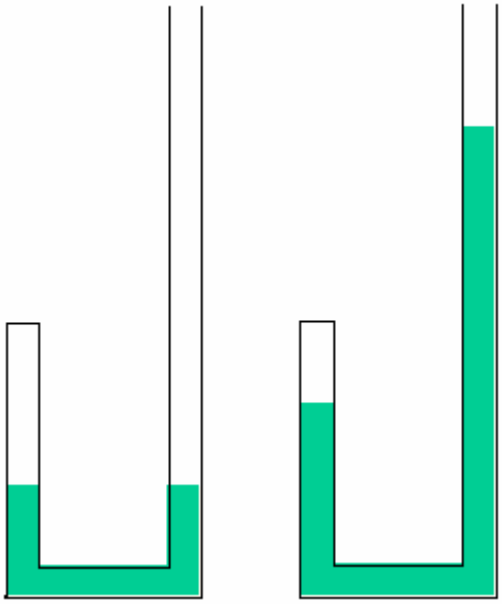
الأنابيب الشعرية موجودة في الأوعية الدموية الشعرية وكذلك في ألياف النبات





قانون بويل

ما أوجه الشبه وما أوجه الاختلاف بين السائل والغاز؟



المفاهيم العلمية

- قانون بويل boyle's law: حجم كمية محدودة من غاز يتناسب عكسياً مع الضغط المسلط عليه عند ثبوت درجة حرارته ضمن حدود معينة.

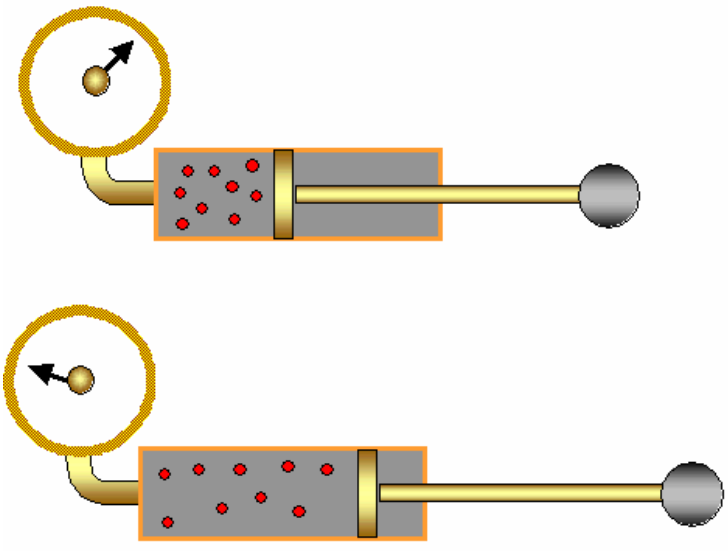
درس العالم بويل العلاقة بين حجم كمية من غاز محصور والضغط المسلط عليها عند ثبوت درجة حرارتها، بوساطة جهاز كالمبين في الشكل ويتكون من أنبوب زجاجي مغلق، وآخر مفتوح وتتصل الأنبوبتان بأنبوب من المطاط، وعندما تسكب كمية من الزئبق في الأنبوب المفتوح فإن كمية من الهواء تحصر في الأنبوب المغلق، ويمكن تعيين حجم الهواء المحصور بقياس طول عمود الهواء (س) وضربه في مساحة مقطع الأنبوبة (أ)، حيث:

$$\text{ح}_{\text{هواء}} = \text{س} \times \text{أ}$$

كما يمكن معرفة الضغط المسلط على الهواء المحصور بمعرفة مقدار الفرق في ارتفاع مستوى الزئبق بين الأنبوبتين ومقدار الضغط الجوي؛ فيكون:

ض$_{\text{هـ}}$ = ض. +_ ∆ل

إذ ض. : الضغط الجوي، ∆ل: التغير في الارتفاع بين مستوى سطح الزئبق في الأنبوبتين.



تجربة بويل (حسب الطريقة التقليدية التي استخدمها بويل)

المواد: جهاز بويل،زئبق

برهنة صحة قانون بويل :

١. حدد درجة حرارة الغرفة بوساطة ميزان الحرارة.

٢. ثبت جهاز بويل كما هو مبين في الشكل السابق.

٣. اسكب الزئبق في الأنبوبة الزجاجية المفتوحة حتى يرتفع في الأنبوبة المغلقة ويحصر كمية من الهواء فيها.

٤. أنزل الأنبوبة المفتوحة، مع بقاء الأنبوبة المغلقة ثابتة، حتى يظهر مستوى الزئبق في الأنبوبتين. وسجل مقدار طول عمود الهواء في الأنبوبة المغلقة (س) ومقدار الفرق بين مستوى الزئبق فيها (ل).

٥. غيّر مقدار الضغط المسلط على كمية الهواء المحصورة في الأنبوبة المغلقة، بتغيير ارتفاع الأنبوبة المفتوحة، وسجل في كل حالة مقدار (س)،(ل) ورتب النتائج في جدول كالآتي:

ل (سم)							
س (سم)							

٦. احسب مقدار ضغط الهواء المحصور (ضهـ = ض. +_ ل) وسجله .

نأخذ (+ل) إذا كان مستوى سطح الزئبق في الأنبوبة المفتوحة أعلى منه في الأنبوبة المغلقة؛ (–ل) إذا كان مستوى سطح الزئبق في الأنبوبة المفتوحة أسفل مستواه في الأنبوبة المغلقة.

٧. احسب حجم الهواء المحصور في كل حالة (حهواء = س × أ).

٨. سجل نتائج الخطوتين (٧،٦) في جدول كالآتي:

ضهواء (سم زئبق)							
حهواء (سم^{٣})							

٩. ارسم العلاقة البيانية بين ضهـ ، حهـ ،ماذا تستنتج؟

ارسم العلاقة البيانية بين ضهـ ، ١/ حهـ ومن الرسم استنتج العلاقة بين ضغط الغاز المحصور وحجمه عند ثبوت درجة حرارته.

النتائج ومناقشتها

إن العلاقة بين حجم غاز محصور وضغطه هي علاقة عكسية وذلك عند ثبوت درجة حرارته.

*ما أوجه الشبه وما أوجه الاختلاف بين السائل والغاز؟

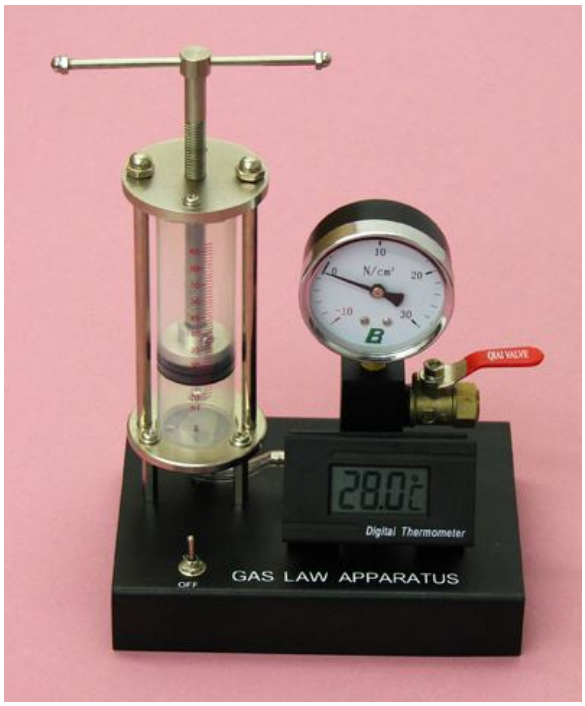
لقد وجد العالم روبرت بويل عام ١٦٦٢م أن حجم كمية محدودة من غاز يتناسب عكسياً مع الضغط المسلط عليه عند ثبوت درجة حرارته ضمن حدود معينة أي أن:

ح ض= كمية ثابتة

إن النظرية الحركية للغازات تؤيد صحة هذا القانون فعندما يقل حجم الغاز إلى نصف ما كان عليه. فان الكثافة العددية (عدد الجزيئات لوحدة الحجوم) تزداد إلى الضعف وبما أن الضغط يعتمد على الكثافة العددية للغاز فإن نقصان الحجم إلى نصف ما كان عليه يصاحبه زيادة في الضغط إلى الضعف

هذه التجربة لم تعد تجرى باستخدام هذا الجهاز لأنه يحتاج للزئبق وهي مادة سامة ويوجد بدائل أسهل واقل كلفة وأكثر أمانا

يمكن إجراء تجربة بويل باستخدام محقن بلاستيكي مغلق من أسفل كما في الصورة،ويتم وضع أثقال فوق قطعة الخشب العليا وقياس حجم الغاز



استخدام جهاز العرض فوق الرأس

الهدف: إثبات صحة قانون بويل

المواد والأدوات: محقن طبي (١-٥٠)مل، سلك معدني قطره (١-٢) ملم وطوله (٢٠)سم، أثقال أو ميزان زنبركي، مسطرة، مسمار، حامل معدني مع مربط، مصدر حرارة (سخان كهربائي)

طريقة العمل:

١- ثبت المحقن الطبي بشكل عمودي والإبرة للأسفل/ استخدم حامل معدني.

٢- اثقب جانبي مكبس المحقن باستخدام مسمار ساخن أو الصق قطعة بلاستيك على المكبس وأثقبها.

٣- اثن السلك المعدني على شكل حرف (U)، ادخل طرفي السلك في الثقبين واثني الطرفين من الأعلى، لاحظ الشكل ، يمكن استبدال السلك بخيط قنب، نايلون.

٤- علق الأثقال في منتصف السلك.

٥- ضع جهاز العرض على جانبه (استعمل مرآة مستوية للحصول على صورة معتدلة)، ثبت المحقن أمام جهاز العرض واضبط الصورة على الشاشة، يجب أن تكون تداريج المحقن واضحة على الشاشة، فتحة المحقن تكون للأسفل.

٦- قبل التجربة يجب قياس القوة اللازمة للتغلب على الاحتكاك بين المكبس والمحقن ويتم حسابها كما يلي:

أ- انزع الإبرة المعدنية (تكون فتحة المحقن مفتوحة).

ب- علق أثقال (استعمل أثقال بشق أو خطاف ليسهل معرفة قيمتها على الشاشة أو استخدم ميزان زنبركي، ويمكن عمل كفة من علبة صغيرة ووضع الأثقال فيها، ابدأ بثقل صغير ثم أضف إليه أثقال أخرى بالتدريج حتى ينزل المكبس داخل المحقن بسرعة ثابتة. سجل قيمة الثقل اللازم للتغلب على الاحتكاك (ت)، ارفع الأثقال عن الجهاز.

٧- اغلق فتحة المحقن (سخنها ثم اضغطها بملقط أو استخدم لحام بلاستيكي) يجب أن يسبق الإغلاق سحب المكبس إلى الأعلى لحجز اكبر كمية من الهواء في المحقن. سجل حجم الهواء المحصور (ح١)، يمكن معرفة حجم الهواء المحصور بسهولة من تداريج المحقن.

٨- الضغط الذي يقع على (ح١) هو الضغط الجوي فقط لعدم وجود أثقال معلقة، ولهذا قيمة (ض١) = ١ ضغط جوي ونرمز للضغط الجوي بالحرفين (ض ج).

٩- علق أثقال بالسلك المعدني، تلاحظ أن المكبس ينزل للأسفل وحجم الهواء يقل.

١٠-لتسهيل الحسابات يمكن تعليق أثقال تؤثر على المكبس بضغط مساو للضغط الجوي ثم مضاعفتها (للحصول على قيم ضغط جوي ١، ١.٥، ٢،...) ويمكن معرفة ذلك بقياس كتلة الزئبق التي تنتج ضغط يعادل ضغط جوي واحد (بمعدل ٧٤سم زئبق) وتحسب الكتلة (ك١) كما يلي:

ك١ = طول عمود الزئبق × كثافة الزئبق

= ٧٤× ١٣.٦ غم/ سم^{٣} = ١٠٠٦ غم وهي قيمة (ك١)

١١-(ك١) الكتلة التي يتم حسابها تنتج (١ ض ج) إذا أثرت على مساحة (١ سم^{٣}) ولكن قد تكون مساحة مقطع المحقن لا تساوي اسم^{٣} ولهذا تضرب الكتلة الناتجة بمساحة مقطع المحقن.

* تحسب مساحة المحقن بقياس نصف قطر المحقن (نق) الداخلي

المساحة = نق^{٢} × ط

١٢-الثقل الذي ينتج (١ ض ج) إذا أثر على المحقن (ك) = ك١ × مساحة مقطع المحقن

١٣- حدد قيمة الكتلة التي تنتج ضغط جوي واحد إذا أثرت على مكبس المحقن (ك) ثم اختار أثقال لها كتل (٠.٥، ١، ١.٥، ٢، ٢.٥، ...) من قيمة الكتلة السابقة.

١٤-أكمل إجراء التجربة كما يلي:

أ- علق بالسلك ثقل له كتلة (ت) للتغلب على الاحتكاك وثبتها طيلة التجربة.

ب-أضف لها قيمة (١/٢ك) ستلاحظ أن حجم الهواء المحصور قد انخفض، وللحصول على قراءات دقيقة اسحب الثقل إلى أسفل اتركه يرتفع وسجل حجم الهواء (ح٢)

ت- ادفع المكبس إلى أعلى واتركه ينزل وسجل حجم الهواء (حهـ)

ث-يحسب حجم الهواء (ح) بأخذ معدل القراءتين السابقتين = (ح٢ + حهـ)/٢

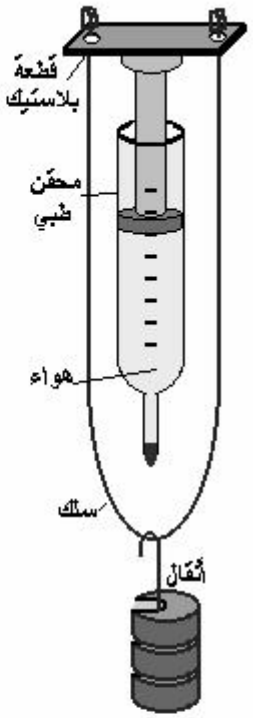
١٥-كرر التجربة السابقة بإضافة أثقال كتلتها (١ك، ١.٥ك، ٢ك، ٢.٥ك) وسجل قيم الحجم، الضغط (١ك تنتج ١ضغط جوي)، لاحظ الشكل (٤) السابق.

١٦-سجل القراءات بالجدول التالي:

القراءة	الضغط ض (ضغط جوي)	الحجم ح (سم^{٣})	١/ الحجم
١	١	٤	
٢	١.٥	؟	
٣	٢	٢	
٤	٢.٥	؟	

١٧-حاول تطبيق القانون (ح١ × ض١ = ح٢ × ض٢) على القراءات السابقة.

انقل الجدول لورقة رسم بياني (الضغط، ١/ الحجم) ولاحظ الخط البياني الذي سينتج معك،


قطعة
بلاستيك
محقن
شبي
هواء
سلك
أثقال

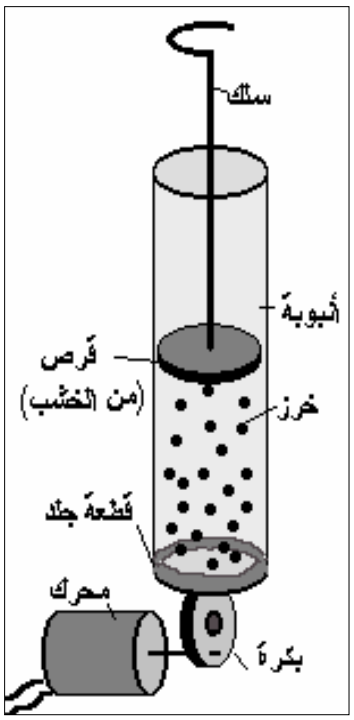
النموذج ألجزيئي لعلاقة الحجم والضغط (قانون بويل)

المواد:أنبوب شفاف(أو متوازي مستطيلات مفتوح من أسفل وأعلى مكون من ٤ قطع من البلاستيك)، محرك مسجل، بكرة بلاستكية قطرها (٢)سم

،قطعة قماش أو جلد أبعادها (١٠ X ١٠) سم ،خرز عدد (٣٠) قطر الخرزة ٠.٥سم

،قطعة كرتون مقوى مساحتها مساوية لمساحة مقطع الأنبوب، سلك معدني سميك قطره (٢ملم) طوله (٢٥) سم، قاعدة خشبية مع حامل، مصدر قدرة جهد منخفض ، لحام بلاستيكي ، شريط لاصق

طريقة العمل :



١. ثبت الأنبوبة بشكل عمودي بواسطة حامل معدني ومربط أو قاعدة من الخشب.

٢. غط الفتحة السفلى للأنبوبة بقطعة من القماش السميك أو الجلد وثبتها جيدا .

٣. ثبت المحرك بشكل أفقي تحت فتحة الأنبوبة بحيث يكون محور المحرك تحت وسط الأنبوبة بمسافة بسيطة، ثبت بكرة بلاستكية صغيرة على محور المحرك بحيث يتم تثبيت محور المحرك قرب محيط البكرة (ليس في مركزها) ... يجب أن تضرب البكرة قطعة القماش أثناء دورانها .

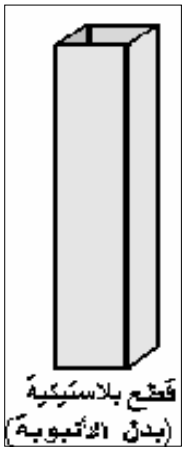
٥. ضع كمية الخرز في الأنبوب بحيث تملأ ثلثه .

٦. قص قطعة دائرية من الكرتون المقوى أو الخشب بقطر مساو للقطر الداخلي للأنبوب وثبت في مركزها طرف السلك المعدني ثم ادخلها في الأنبوب .

٧. شغل مصدر القدرة وارفع الجهد تدريجيا ستلاحظ أن حبات الخرز تبدأ بحركة اهتزازية خفيفة (عندما تضرب البكرة قطعة القماش) .

٨. بزيادة الجهد تزداد حركة حبات الخرز وهذا يمثل زيادة الحرارة وعند زيادة الجهد اكثر يتحرك الخرز في الأنبوبة كاملة ويضرب محيطها بشكل عشوائي ، ضرب الحبات للمحيط يمثل الضغط.

العلاقة بين الحجم والضغط :



١. شغل مصدر القدرة وارفع الجهد حتى تحصل حركة مناسبة لحبات الخرز.

٢ـ اسحب القرص الكرتوني لأعلى ارتفاع ولاحظ عدد حبات الخرز التي تضربه خلال فترة معينة (دقيقة) /الضربات تعادل الضغط .

٣. اضغط القرص الكرتوني للأسفل (لتقليل الحجم) ولاحظ التغير في عدد حبات الخرز التي تضربه خلال نفس الفترة .

يمكن استخدام هذه التجربة لدراسة ما يلي(على المستوى ألجزيئي):

١-العلاقة بين الضغط والحرارة:

يمكن فهم العلاقة بين الحرارة والضغط بتثبيت الحجم (التحكم بارتفاع القرص الكرتوني) ،عد حبات الخرز التي تضرب القرص الكرتوني خلال فترة من الزمن،ارفع الجهد تلاحظ زيادة الضربات، (زيادة الضربات تعني زيادة الضغط) ،أي يزداد الضغط بارتفاع درجة الحرارة الحرارة.

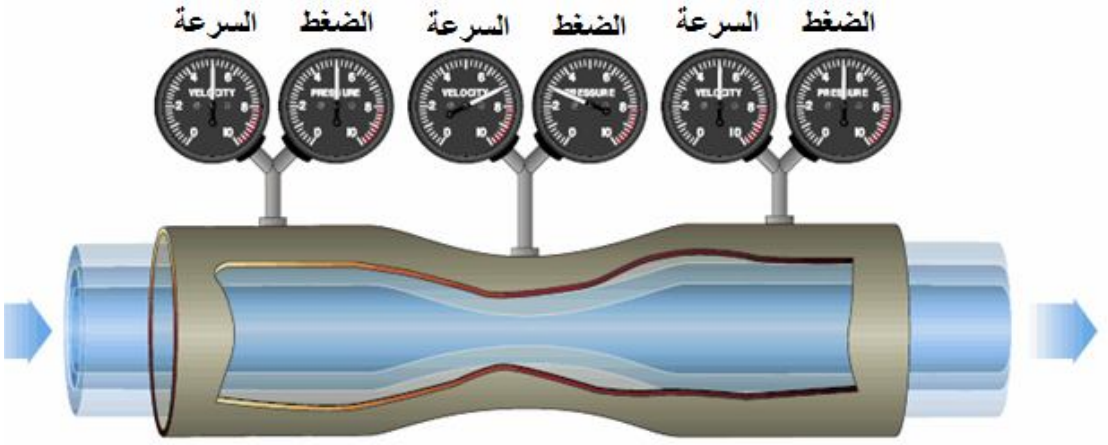
٢-العلاقة بين الحجم والحرارة :

اسحب القرص الكرتوني لأعلى ارتفاع ، شغل مصدر القدرة وارفع الجهد تدريجيا ،لاحظ الحجم الذي تملأه حبات / تلاحظ أن حبات الخرز ترتفع للأعلى وتملأ حجم اكبر مع زيادة الحرارة.١

قاعدة برنولي

العالم برنولي (١٧٠٠– ١٧٧٢): فيزيائي ورياضي سويسري نال شهادة الدكتوراه من جامعة بازل ، وضع دراسة نظرية وعملية لاتزان المائع وسرعته وضغطه ،وبين أن المائع يقل ضغطه إذا زادت سرعته

نظرية برنولي : يقل ضغط المائع (السائل والغاز) كلما زادت سرعته



تجربة :

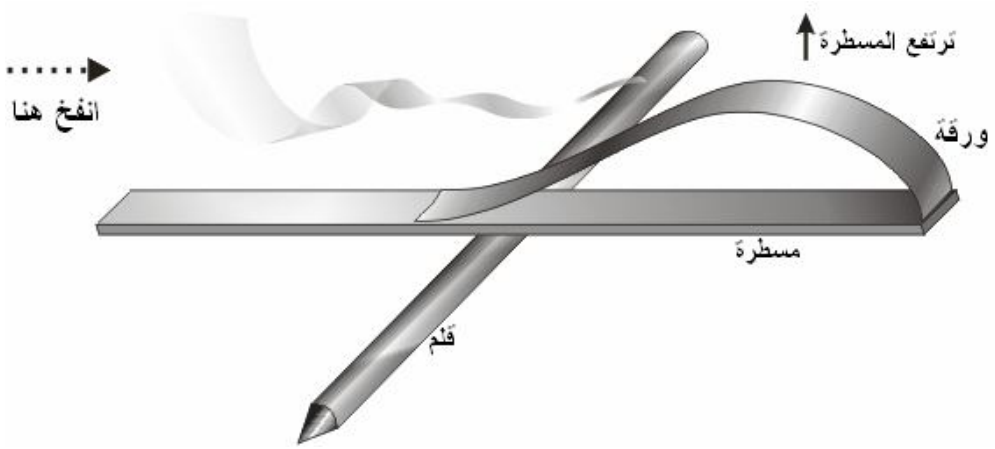
المواد : مسطرة ، قلم رصاص (أسطواني وليس مضلع)، شريط ورقي، شريط لاصق

الصق الشريط الورقي على المسطرة بشكل جناح طائرة

ضع المسطرة على القلم وحركها بحيث تنزل جهة الشريط الورقي للأسفل

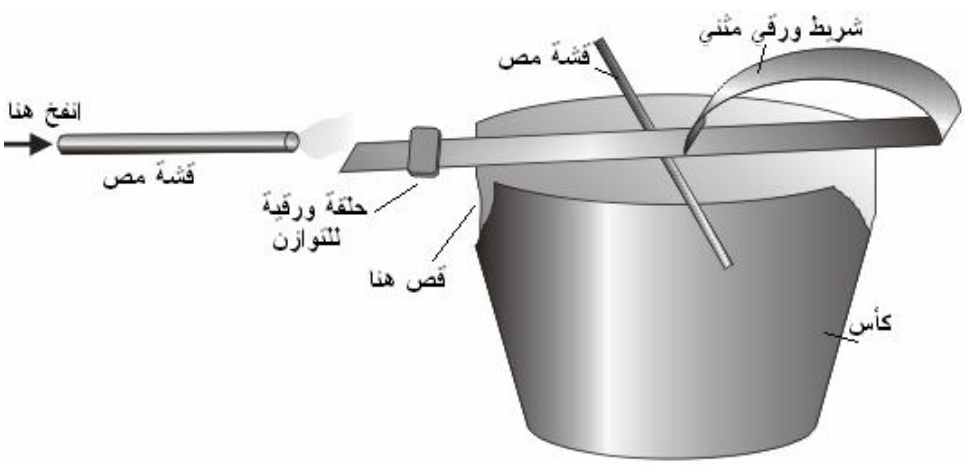
انفخ فوق الشريط الورقي الذي يشبه جناح الطائرة بشكل أفقي تلاحظ أن الجناح يرتفع للأعلى

ما هو السبب؟



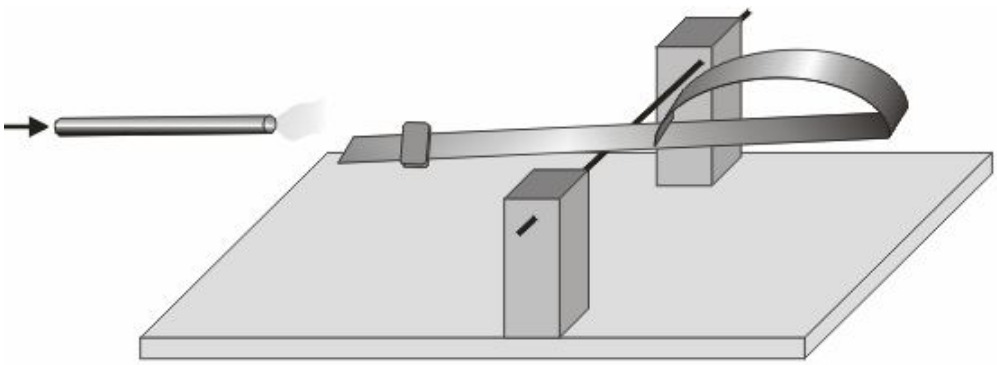
جهاز ١ لتوضيح ظاهرة برنولي

المواد:كأس بلاستيكي ، قشة مص ،شريط من الورق المقوى (من أغلفة المجلات المصقولة)، شريط لاصق قص الكأس كما هو مبين في الرسم ، ركب الجهاز سم ، حرك حلقة التوازن الورقة بحيث يكون الجناح إلى أسفل قليلا ، انفخ أمام الجناح سوف يرتفع



جهاز ٢ لتوضيح ظاهرة برنولي

هذا الجهاز تطوير للجهاز السابق ونستخدم قطع خشبية بدل الكأس الورقي



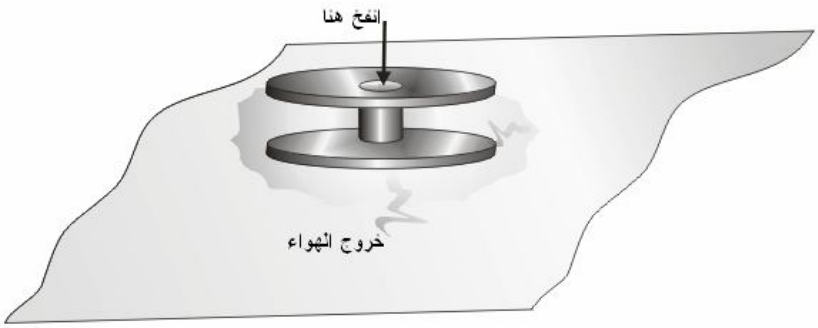
لماذا تبتعد القنينتان ؟

علق قنينتين بلاستيكيين فارغتين بخيوط رفيعة ، وبينهما مسافة بسيطة ، إذا نفخت بين القنينتين بواسطة قشة مص هل يقتربان أم يبتعدان؟ ولماذا ؟

تقترب القنينتين من بعض لأن الهواء بين القنينتين تزداد سرعته فيقل ضغطه ويكون الضغط على الجوانب أكبر فيدفع القنينتين نحو بعض.

ورقة ، بكرة بلاستيكية

ضع الورقة تحت البكرة البلاستيكية ، انفخ في البكرة هل ترتفع الورقة نحو البكرة أم تبتعد عنها؟ ترتفع الورقة نحو البكرة لأن الضغط بين البكرة والورقة يقل بسبب زيادة سرعته.

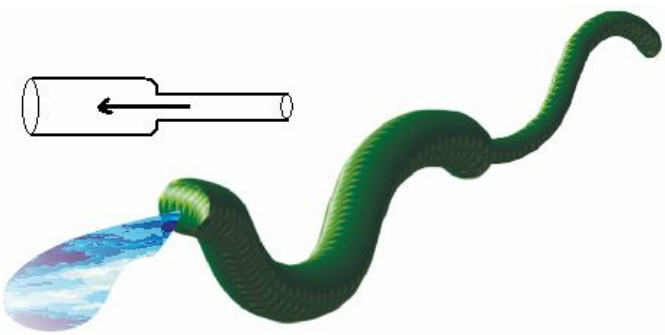


هل يقل ضغط الماء أم يزيد ؟

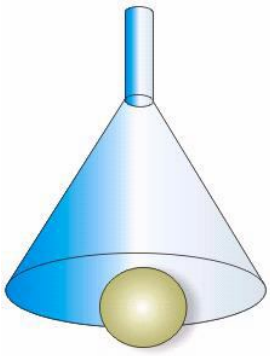
عند انتقال الماء من الأنبوب الضيق إلى الأنبوب الواسع هل يزيد ضغط الماء أم يقل ؟

يمكن التأكد من ذلك باستخدام أداة مركبة من أنابيب ذات أقطار مختلفة يمر فيها الماء كما في الرسم ، ومثبت عموديا أنابيب مفتوحة من أعلى يرتفع فيها الماء بسبب ضغط الماء الجاري في الأنبوب

لاحظ أن أقل ارتفاع للماء في الأنبوبة الوسطى وهذا دليل على أن ضغط الماء المار فيها هو الأقل لأنه الأكثر سرعة



القمع والكرة



ضع كرة تنس طاولة (بنغ بونغ) على راحة يدك وامسك القمع فوقها وانفخ في القمع بشدة ، سوف ترتفع الكرة للأعلى .

الطبق والقرش

انفخ فوق القرش بقوة مناسبة حتى يقفز القرش ويقع في الطبق ،

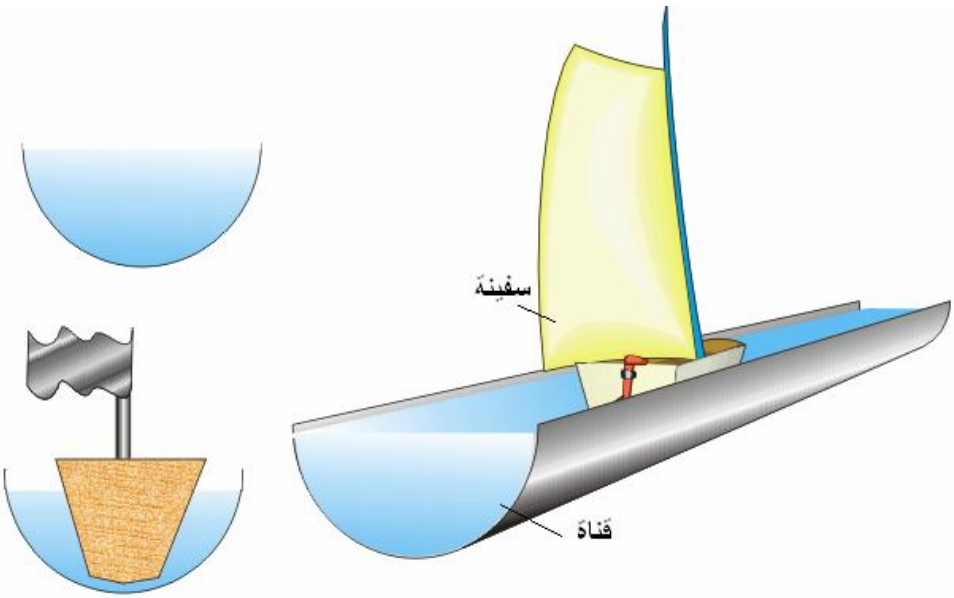
في هذه الحالة ستكون قوة الرفع الناشئة بسبب سرعة الهواء حسب ظاهرة برنولي هي التي تغلبت على قوة جذب الأرض للقرش.

مستوى الماء على جانبي السفينة :

لو كان هنالك سفينة تسير في قناة مائية ضيقة جدا بحيث يتبقى من عرض القناة جزء بسيط لا تشغله السفينة ،علما أن الماء في القناة جاري وليس راكد .

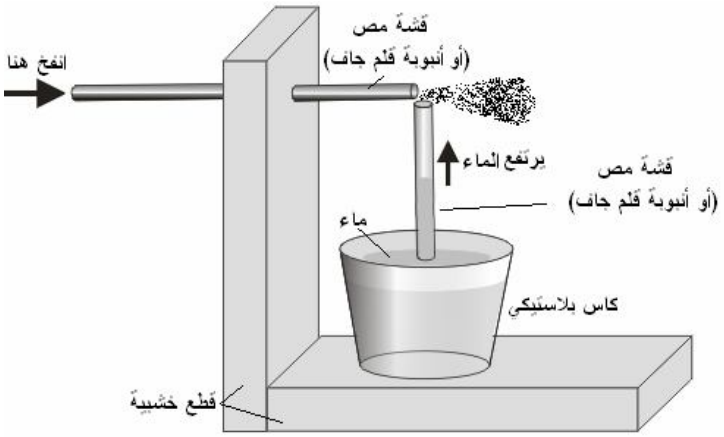
هل مستوى الماء على جوانب السفينة مساو أو أخفض أو أعلى من مستوى الماء في باقي النهر؟

مستوى الماء أقل لأن عرض القناة الذي يجري فيه الماء في منطقة السفينة أقل من عرض باقي القناة ولهذا تزداد سرعة الماء على جانبي السفينة فيقل ضغطه بناء على ظاهرة برنولي



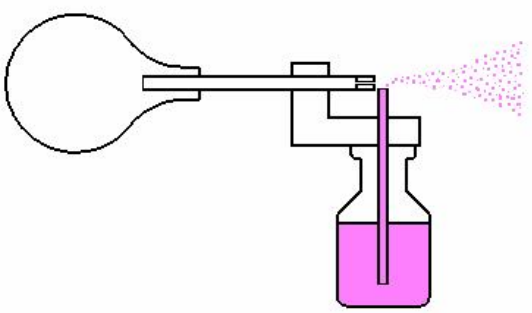
تطبيقات

- أهم تطبيقات ظاهرة برنولي هي الطائرات حيث استطاع الإنسان الطيران لأول مرة باستخدام هذه الظاهرة ،مع العلم أن الطائرات النفاثة هذه الأيام تعمل على قانون نيوتن الثالث(الفعل ورد الفعل)
- قبل استخدام الغازات الدافعة في قناني العطر وعلب المبيدات الحشرية كان يوجد مع قنينة العطر كرة جلدية لنفخ الهواء حيث يؤدي نفخ الهواء إلى تقليل الضغط داخل العلبة فينطلق العطر منها ، كما كانت تستخدم أداة لرش المبيدات تحتوي على منفاخ لضغط الهواء ،وإذا ذهبت إلى ورشة دهان تجد أنه يستخدم مضخة كهربائية لضغط الهواء من أجل رش الدهان جميع هذه الأدوات تعتمد على ظاهرة برنولي.



مرذاذ السوائل :

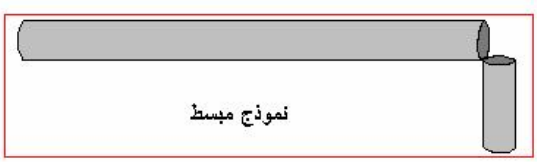
يمكن عمل أداة بسيطة لبخ السوائل بشكل رذاذ اعتمادا على ظاهرة برنولي باستخدام قطعتين من أنبوبة قلم حبر جاف وكاس بلاستيكية وقطعتين من الخشب ، علما أن الجزء الصعب من هذه اللعبة هو وضع فتحتي الأنبوبين مقابل بعض بالوضع المناسب .



يمكن استخدام هذه الأداة البسيطة للطلاء الماء .

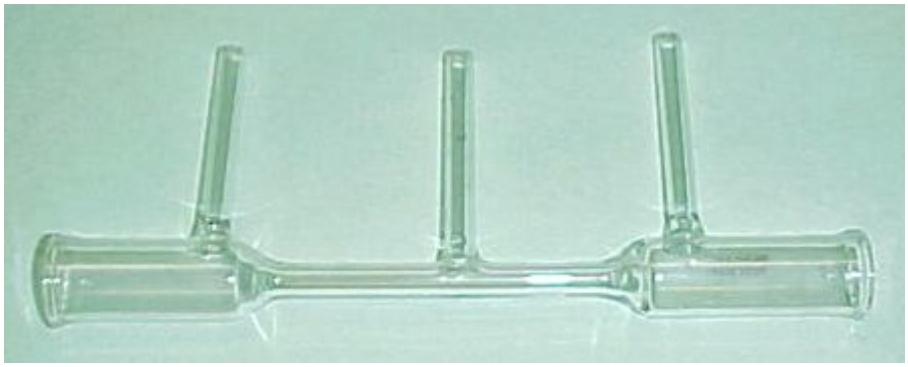
تطبيقات

من تطبيقات ظاهرة برنولي المازج أو الكاربوريتر في السيارة وهو الذي يخلط البنزين مع الهواء قبل دخوله إلى حجرة الاشتعال .



تجارب على أنبوبة برنولي

يمكن التأكد من نظرية برنولي باستخدام أنبوبة زجاجية ضيقة في الوسط(تسمى أنبوبة برنولي)، نصل أحد طرفيها مع صنبور الماء ،ونصل الطرف الثاني بأنبوب لتصريف الماء فيمر فيها الماء، ومثبت عليها عموديا أنابيب مفتوحة من أعلى يرتفع فيها الماء بسبب ضغط الماء الجاري في الأنبوب.

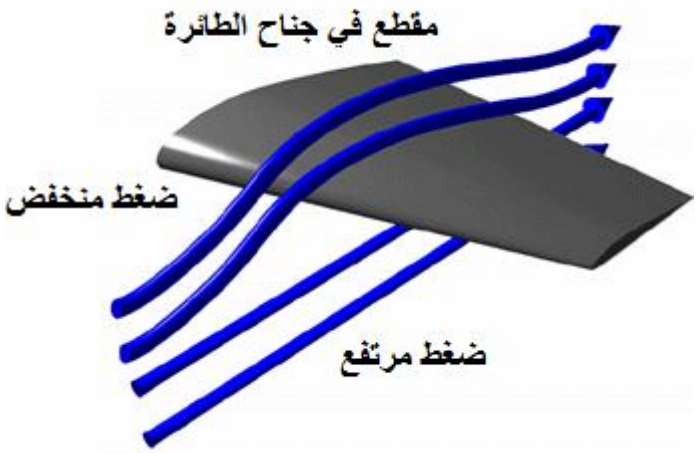


لاحظ أن أقل ارتفاع للماء في الأنبوبة الوسطى وهذا دليل على أن ضغط الماء المار فيها هو الأقل لأنه الأكثر سرعة.

هل هذا الأمر ينطبق على الهواء أيضا؟

للتأكد من هذا الأمر على الهواء أيضا غير في تصميم الأداة السابقة ثم أوصلها مع مضخة للهواء ، تلاحظ أن الماء يرتفع في الأنبوب الأوسط لأن الهواء المار فيها له أقل ضغط.

تجربة أخرى على مبدأ برنولي:تأثير شكل جناح الطائرة على قوة الرفع على الطائرة

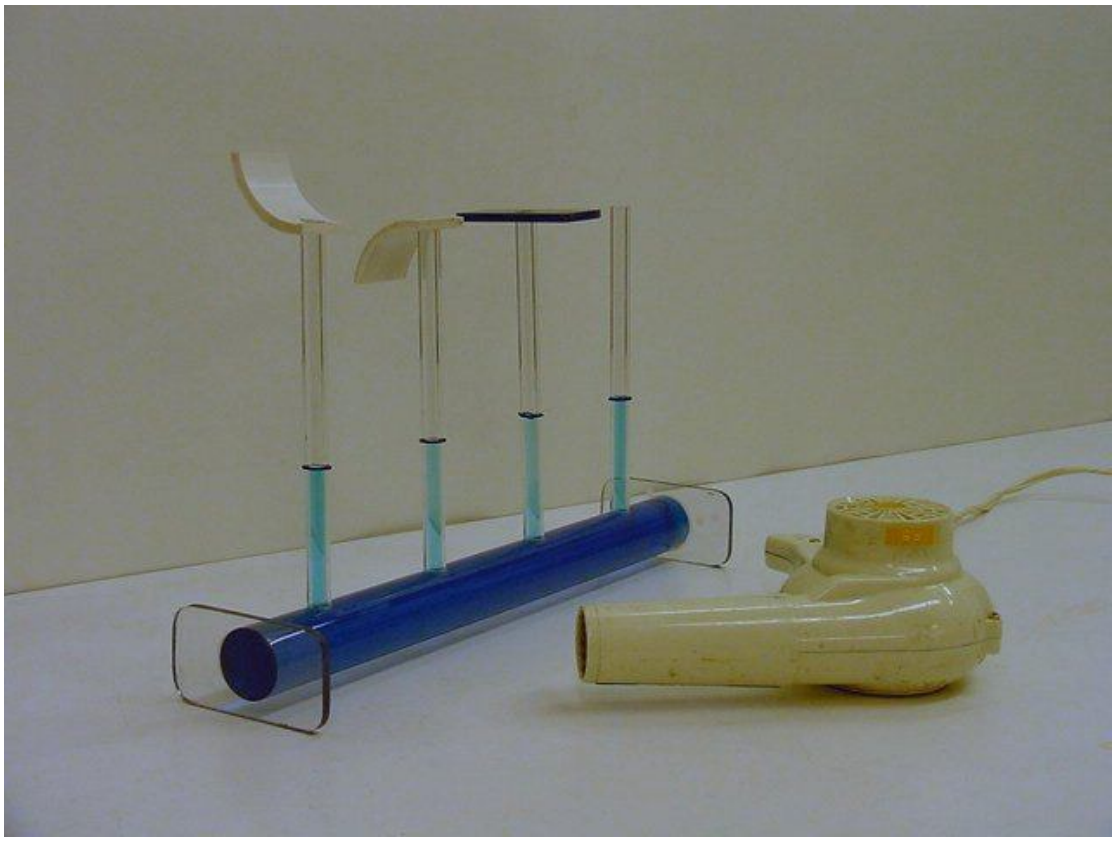


هذه التجربة تستخدم أنبوبة أفقية مثبت عليها ٤ أنابيب عمودية رفيعة،ويوجد على فوق فتحات الأنابيب أشكال مختلفة:

١-شكل مستوي ٢- شكل مقعر ٣- شكل محدب ٤-أنبوب لا يوجد عليه شيء

وهذه التجربة لتوضيح دور جناح الطائرة.

بعد ملء الأنبوب بالماء الملون يتم تحريك الهواء فوق فتحات الأنابيب بواسطة مجفف شعر،وسيختلف ارتفاع الماء في الأنابيب طبقا لقاعدة برنوليي



جهاز فنتوري

ومن التطبيقات على ظاهرة برنولي يوجد جهاز لقياس سرعة الموائع (الغازات والسوائل) يعتمد على ظاهرة برنولي حيث يقيس فرق الضغط بين أنبوبين لهما قطرين مختلفين من خلال مانوميتر(أنبوب حرف U)

نشاط:

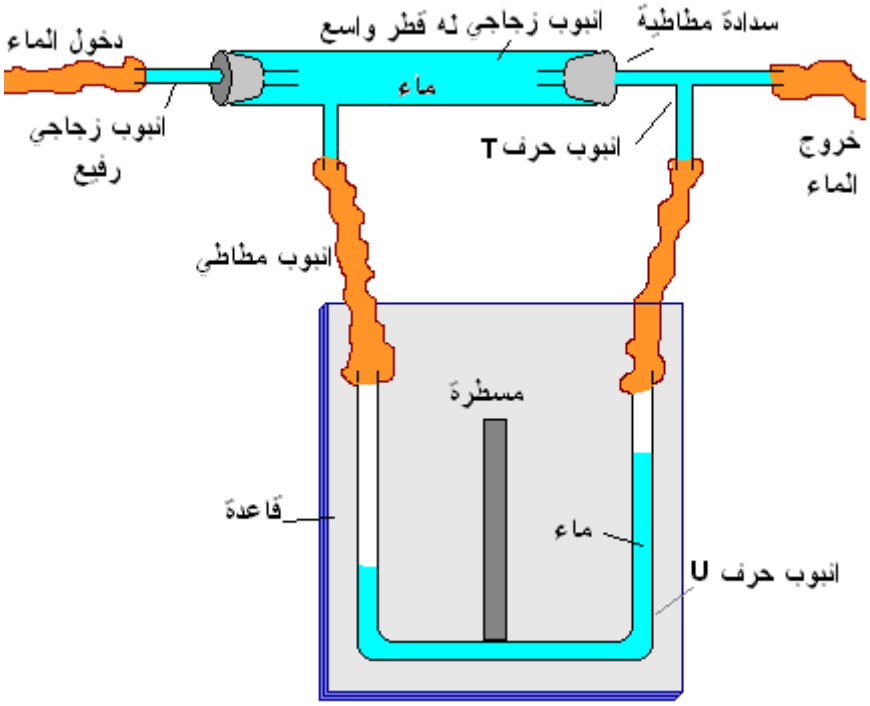
صنع مقياس فنتوري لاستخدامه في قياس سرعة تدفق الموائع في الأنابيب .

المواد :

أنبوب بلاستيكي صلب قطره ١.٥ سم .

يمكن استخدام أجزاء من محاقن طبية . بأقطار مختلفة أو أنابيب التمديدات الكهربائية ، أنبوب بلاستيكي صلب قطره ٠.٥ سم .

أنبوب بلاستيكي شفاف قطره ٣ . ٥ ملمتر وطوله ٥٠ سم يمكن استخدام أنبوب جلوكوز ، غطاء مطاطي بفتحة عدد٢ ، اغو مقاوم للماء أو لحام بلاستيكي ، أنبوب مطاطي طوله ٠.٥ متر ، أنبوب تشكيل زجاجي قطعة طولها ٥ سم ، مسطرة بطول ٢٠ سم ، قطعة خشب أبعادها ٢٠ × ١٠ 1 × سم ، قطعة خشب أبعادها ١٠ × ١٠ × ١ سم .



طريقة الصنع :

ثبت الغطاء المطاطي على طرفي الأنبوب البلاستيكي الذي قطره ١,٥سم .

أوصل الأنبوب البلاستيكي (الذي قطره ٠,٥ (مع الأنبوب السابق بإدخال طرفه في فتحة الغطاء المطاطي للأنبوب السابق .

اعمل ثقبين في الأنبوبين السابقين ، ثبت طرفي أنبوب الجلوكوز على الثقبين باستخدام لحام بلاستيكي أو اغو مقاوم للماء ، يمكن استخدام قطعتين من أنابيب التشكيل الزجاجية لادخالهما في الثقبين ثم وصل أنبوب الجلوكوز بهما .

ثبت قطعتي الخشب على شكل حرف L ثم ثبت الجزء الأوسط من أنبوب الجلوكوز عليهما على شكل حرف U) مانوميتر (وضع فيه كمية من الماء الملون ، ثبت المسطرة بجانب إحدى شعبتي الأنبوب .

أوصل طرفي الجهاز بانبوبين مطاطيين أحدهما لدخول الماء الآخر لخروجه .

طريقة الاستخدام :

1 – في البداية يجب أن يكون مستوى الماء الملون متساوٍ في الشعبتين ، افتح صنبور الماء تلاحظ أن مستوى الماء قد تغير بسبب مرور الماء في الأنبوب الضيق حيث تزداد سرعته ويقل ضغطه) حسب قاعدة برنولي .

2 – باستخدام المسطرة حدد الفرق بين مستوى الماء في الشعبتين (ف) .

Δض = ف ح ف حيث :

Δض التغير في الضغط .

ث كثافة السائل في المانوميتر .

جـ تسارع الجاذبية .

ف = الفرق في مستوى السائل

$$ع = أ_2 \sqrt{\frac{2 \Delta ض}{ث (أ_1^2 - أ_2^2)}}$$

حيث ع : سرعة الماء .

أ 1 : مساحة مقطع الأنبوب الواسع .

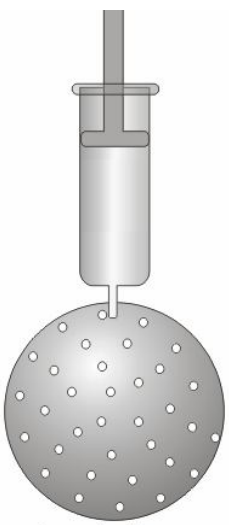
أ 2 : مساحة مقطع الأنبوب الضيق .

جهاز قاعدة باسكال

قاعدة باسكال: الضغط المسلّط على أي جزء من مائع محصور ينتقل آنيا إلى جميع أجزاء ذلك المائع بالتساوي.

و من أهم خصائص ضغط السائل الساكن:

يتوقف ضغط السائل على عمقه العمودي فكلما زاد العمق زاد الضغط.



جهاز قاعدة باسكال

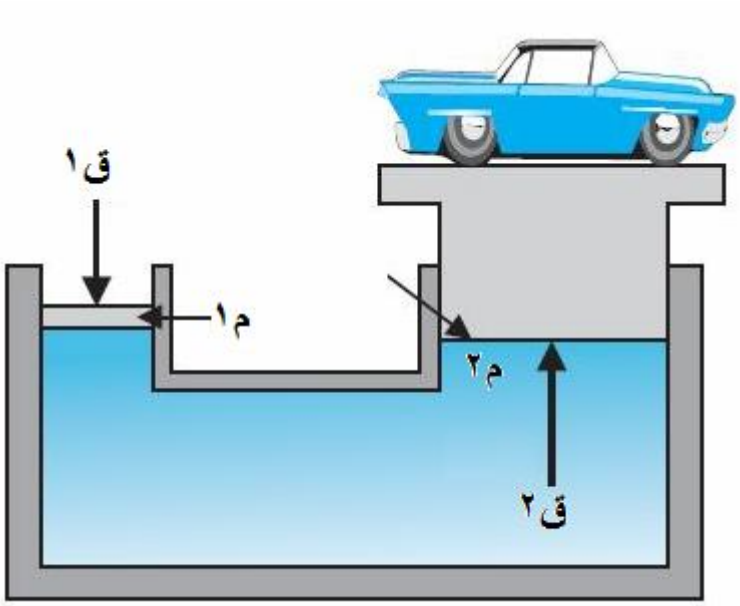
جهاز قاعدة باسكال يتكون من كرة مثقبة من جميع الجهات مثبت عليها محقن يملأ بالماء(يمكن تلوين الماء)، وعند ضغط مكبس المحقن ينطلق الماء من جميع الجهات بالتساوي

تصنع هذه الأداة من الزجاج أو المعدن أو البلاستيك.

تجربة أخرى على قانون باسكال: مكبس باسكال (المكبس المائي)

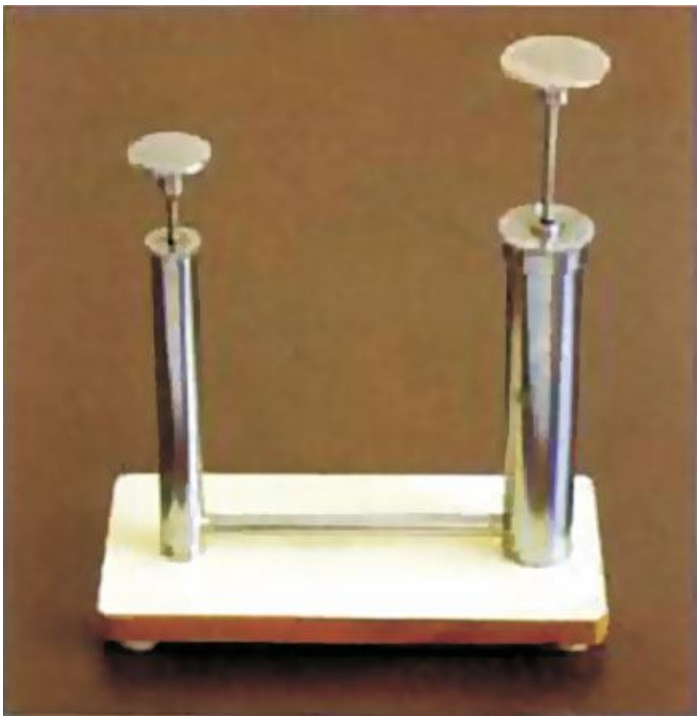
وهذا القانون هو:

القوة **(ق١)**× المساحة **(ق٢)** = القوة**(ق١)**×المساحة**(ق٢)**



استخدام الجهاز:

يتم وضع أثقال على كلا المكبسين حتى يتعادلا ،ثم حساب مساحتي مقطعي المكبسين ،ومقدار الثقلين،وتطبيق المعادلة.



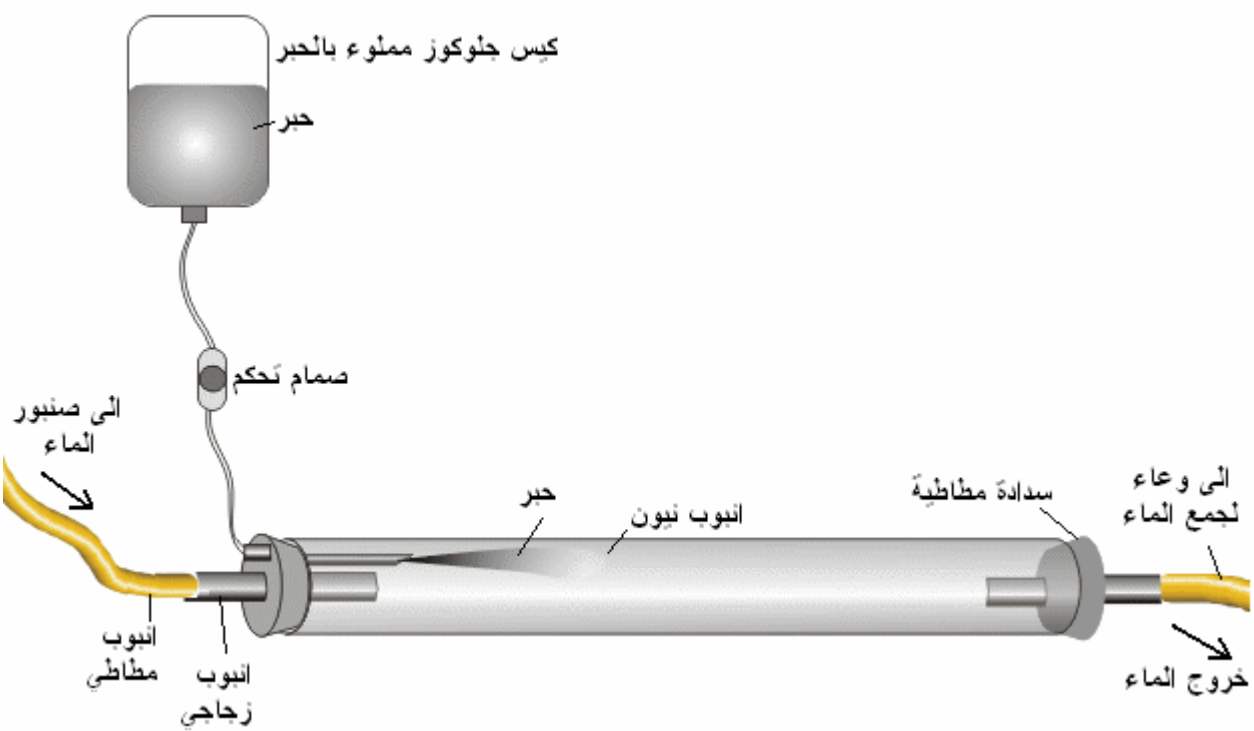
جهاز تجربة رينولدز

الهدف :

صنع جهاز تجربة رينولدز لدراسة جريان الموائع/ المنتظم والاضطرابي .

المواد :

أنبوب فلورسنت (نيون) أو أنبوب بلاستيكي غطاء مطاطي بفتحة عدد ٢ / قطره مناسب لقطر الأنبوب ، أنابيب توصيل مطاطية ، أنابيب زجاجية / قطعة صغيرة ، كيس محلول جلوكوز مع إبرة وأنابيب توصيل صبغة (صبغة طعام)



طريقة الصنع :

١- قص أنبوب النيون حسب الطريقة المذكورة في " أنبوب الرنين . "

٢- ثبت الغطائين المطاطيين على فتحتي الأنبوب .

٣- ادخل قطعة من أنبوب زجاجي في كل غطاء وأوصل الأنابيب الزجاجية بأنابيب مطاطية ، أوصل أحد الأنابيب المطاطية بصنبور الماء .

٤- املأ كيس الجلوكوز بمادة ملونة وأدخل الإبرة في الغطاء المطاطي المتصل مع الصنبور ، يمكن استبدال كيس الجلوكوز بقنينه بلاستيكية كما هو موضح في الرسم .

طريقة الاستخدام :

١- ضع أنبوب النيون بشكل مستو وافتح صنبور الماء لتكون سرعة جريان الماء صغيرة ، ثم افتح صمام أنبوب الجلوكوز .

عندما تكون سرعة جريان الماء صغيرة يمكن رؤية خيط الماء الملون لعدم وجود اضطراب في جريان الماء . وعند زيادة سرعة الجريان لحد معين يحدث تشوه لخيط الماء بسبب اضطراب جريان الماء وهذه السرعة تسمى السرعة الحرجة وتعتمد على نصف قطر المجرى ، سرعة المائع ، لزوجة المائع ، ويحدث الجريان الاضطرابي عند قيمة معينة يطلق عليها إسم " عدد رينولدز " حسب العلاقة التالية :

$$\text{عدد رينولدز} = \frac{٢ \text{ ث ع نق}}{\text{م}_{\text{ل}}}$$

حيث : ث : كثافة المائع .

نق : نصف قطر المجرى .

مل : لزوجة المائع .

ع : معدل سرعة المائع .

وقد وجد أن الجريان يصبح إضطرابي إذا زاد عدد رينولدز عن ٣٠٠٠ .

كثافة الماء : ١٠ 3 كغم / م 3

لزوجة الماء عند ٢٠° س = ١٠ 3- بوازييه

يقاس نصف قطر الأنبوب باستخدام المسطرة .

كيف يمكن حساب سرعة جريان الماء في أنبوب النيون ؟

يمكن استخدام هذا الموقع لحساب عدد رينولدز:

http://www.efunda.com/formulae/fluids/calc_reynolds.cfm#calc

Inputs

Free-stream fluid velocity, *V*:	4	m/s
Characteristic distance (or pipe diameter), *D*:	345	cm
Fluid density, r:	43	kg/l
Fluid viscosity (dynamic), m:	34	cP

Answers

Reynolds Number, *R*: 1.75×10^7

Calculate Again Default Values

اللزوجة

قانون ستوك

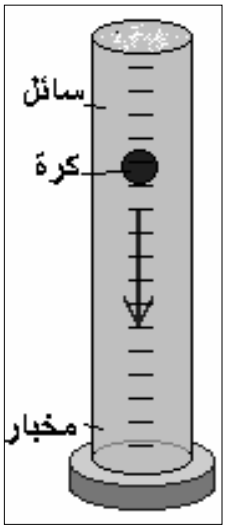
إذا أسقطت كرة معدنية في سائل لزج (جليسرين مثلا) فان الكرة تتسارع لمسافة بسيطة (بحدود ٥ سم) ثم تصل إلى سرعتها النهائية ، وتتناسب السرعة النهائية مع مربع نصف قطر الكرة .

الهدف : إثبات العلاقة السابقة . السرعة النهائية α مربع نصف الكرة

المواد والأدوات: مخبار مدرج طوله (٤٠) سم ،مسطرة بلاستيكية، كرات حديدية أقطارها مختلفة (٣ ، ٥ ، ١٠ ، ١٥ ، .....) مليمتر، ساعة وقف، ميكروميتر، جليسرين

طريقة العمل :

١. إملأ المخبار المدرج بالجليسرين وضعه على سطح مستوي



٢. اسقط كرة حديدية بالمخبار ، يمكن تغطيتها بالجليسرين قبل إسقاطها بالمخبار حتى لا تتكون فقاعات حولها .

٣. حدد علامة اسفل سطح الجليسرين بمسافة (٥) سم وذلك حتى تبلغ الكرة السرعة النهائية ، سجل المسافة من العلامة وحتى قاع المخبار .

٤. استعمل ساعة وقف لقياس زمن سقوط الكرة من العلامة إلى قاع المخبار ، سجل المسافة والزمن واحسب سرعتها بوحدات (سم / ث) .

٥. استعمل الميكروميتر لقياس قطر الكرة ، احسب (نق) و (نق^{٢}).

٦. اعتمد الجدول التالي :

نصف قطر الكرة (مليمتر) (نق)	مربع نصف القطر (ملم^{٢}) (نق ^{٢})	السرعة النهائية (سم/ ث)

٧. ارسم العلاقة بين السرعة النهائية ومربع نصف قطر الكرة / السرعة النهائية على محور (س) ، و(نق ٢) على محور (ص) .
من مشاهدتك للرسم البياني ستلاحظ أن العلاقة طر دية بين مربع نصف قطر الكرة والسرعة النهائية .

اثر اللزوجة على السرعة النهائية للكرة

يمكن استعمال سوائل مختلفة (جليسرين ، زيت ، ماء ، كحول) لدراسة اثر لزوجة السوائل المختلفة على سرعة الكرة بطرق مختلفة منها استخدام مخبار مدرج عدد (٤) وإسقاط (٤) كرات بقطر واحد ومن نفس المادة (حديد ، زجاج) لدراسة اختلاف لزوجة المواد الأربعة ويتم وضع المخابير على سطح مستوي
ومن الأفضل تطوير التجربة باستخدام (٤) أنابيب زجاجية أو أنابيب تشكيل زجاجية بقطر (١-٢) سم أو اكثر وطول واحد (٤٠) سم ، ويتم تعبئة الأنابيب الأربعة بالمواد المختلفة (يمكن اضافة صبغات لتلوين السوائل بألوان مختلفة) ثم توضع كرة صغيرة قطرها اقل من قطر الأنبوب في كل أنبوب وتغلق الأنابيب بأغطية مطاطية وتثبت الأنابيب الأربعة بعمل إطار من الخشب ثم يتم قلب الأنابيب وملاحظة اختلاف زمن وصول الكرات إلى نهاية الأنابيب .

الهدف : دراسة اثر لزوجة السائل على سرعة الكرة النهائية .

المواد والأدوات: أنابيب تشكيل زجاجية عدد (٤) طولها (٤٠) سم قطرها (١ – ١.٥)،
قطع خشب عدد (٤) أبعادها (٣٠ X ٥ X ١) سم، عينات من مواد مختلفة(جليسرين ، زيت ، كحول ، ماء)، أغطية مطاطية عدد (٤ أو ٨) قطرها مناسب لتغطية فوهات الأنابيب
كرات (معدنية أو زجاجية) عدد (٤)، لها نفس القطر (٣ – ٥) ملم

طريقة العمل :

١. افتح (٤) دوائر على أبعاد متساوية في اثنتين من قطع الخشب بقطر مساو لقطر الأنبوبة الزجاجية .
٢. ثبت قطع الخشب بشكل مربع بحيث تكون الطرفين المثقوبين متقابلين ، يمكن استعمال مسامير صغيرة أو غراء .
٣. ادخل أنبوب في كل فتحة واغلق فتحته السفلى بغطاء مطاطي إذا كان من أنابيب التشكيل، املأ الأنابيب الأربعة بالسوائل المختلفة ويمكن تلوين كل سائل بلون معين باستخدام حبر أو صبغات كيماوية مناسبة .
٤. ادخل كرة في كل أنبوب واغلق الأنابيب باستخدام أغطية مطاطية . يمكن تثبيت الأغطية باستخدام شريط لاصق .

٥- يمكن تركيب محور لحمل الأنابيب باستخدام قطع خشبية تركب على شكل حرف (U) ثم يتم تثبيت مسمارين في منتصف قطعتي الخشب الجانبيين وتثقب القاعدة على الجانبين