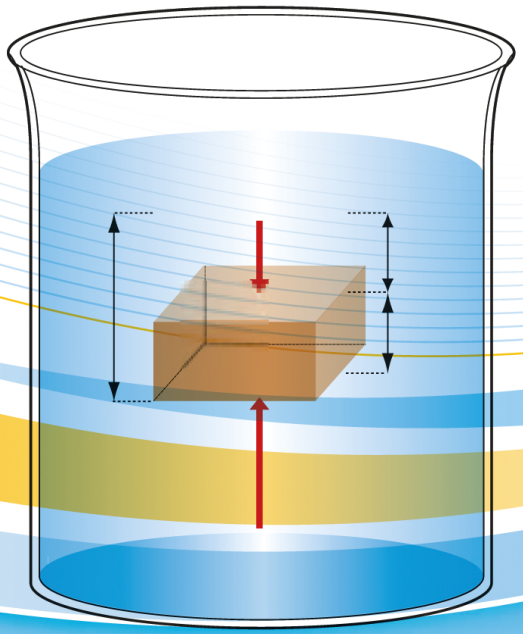
الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم
قطاع المناهج والتوجيه
الإدارة العامة للمناهج

الأنشطة والتجارب العملية

الفيزياء

للصف الأول الثانوي



حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم
١٤٣٦هـ / ٢٠١٥م

إيماناً منا بأهمية المعرفة ومواكبة لعصر التكنولوجيا تتشرف الإدارة العامة للتعليم الإلكتروني بخدمة أبنائنا الطلاب والطالبات في ربوع الوطن الحبيب بهذا العمل آملين أن ينال رضا الجميع

فكرة وإعداد

أ. عادل علي عبدالله البقع

مساعد

أ. زينب محمود السمان

مراجعة وتدقيق

أ. ميسونة العبيدي

أ. فاطمة العجل

أ. أفراح الحزمي

متابعة

أمين الإدريسي

إشراف مدير عام

الإدارة العامة للتعليم الإلكتروني

أ. محمد عبده الصرمي

el-online.net

وزارة التربية والتعليم
قطاع المناهج والتوجيه
الإدارة العامة للمناهج

الأنشطة والتجارب العملية

الفيزياء

للصف الأول الثانوي

تأليف

أ. د. داؤود عبدالملك الحدابي / رئيساً

أ.د. عمر صالح بابقي
أ. أم السعد محمد عبدالحي محمد
د. هزاع عبده سالم الحميدي
أ. محفوظ محمد سلام مسعود
أ. جميل أسعد محمد
أ. رمضان سالم النجار

فريق المراجعة

أ. عبد السلام محمد النقيب.
أ. عبد القوي علي الشباطي.
أ. سري مكرد ناشر.
أ. مصطفى أحمد الأسعد.

تنسيق: أ. محمد علي ثابت.
تدقيق: د. عبد الله الشامي.

الإخراج الفني

الصف الطباعي : سماح حمود مسعود
الصور : محمد حسين الذماري - ارسلان الأغبري
التصميم : عبد الرحمن حسين المهرس
خالد أحمد يحيى العلفي

تدقيق التصميم : حامد عبدالعالم الشيباني

١٤٣٦هـ / ٢٠١٥م

el-online.net

المصدر: قانون رقم (٣٦) لسنة ٢٠٠٦م بشأن السلام الجمهوري ونشيد الدولة الوطني للجمهورية اليمنية

أعضاء اللجنة العليا للمناهج

أ.د. عبدالرزاق يحيى الأشول.

د/ عبدالله عبده الحامدي.
د/ عبدالله سالم لملس.
أ/ أحمد عبدالله أحمد.
د/ فضل أحمد ناصر مطلي.
د/ صالح ناصر الصوفي.
د/ محمد عمر سالم باسليم.
أ.د/ داوود عبدالملك الحدابي.
أ.د/ محمد حاتم المخلافي.
أ.د/ محمد عبدالله الصوفي.
د/ عبده أحمد علي النزيلي.
أ/ محمد عبدالله زبارة.

أ/ عبدالكريم محمد الجنداري.
أ/ علي حسين الحيمي.
د/ إشراق هائل عبدالجليل الحكيمي.
أ/ محسن صالح حسين اليافعي.
أ.د/ أحمد علي المعمري.
أ.د/ محمد سرحان سعيد المخلافي.
أ.د/ شكيب محمد باجرش.
أ.د/ صالح عوض عرم.
أ.د/ أنيس أحمد عبدالله طائع.
أ.د/ إبراهيم محمد الحوثي.
أ/ عبدالله علي إسماعيل الرازحي.

د. عبدالله سلطان الصلاحي.

el-online.net

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

في إطار تنفيذ التوجهات الرامية للاهتمام بنوعية التعليم وتحسين مخرجاته تلبية للاحتياجات ووفقاً للمتطلبات الوطنية.

فقد حرصت وزارة التربية والتعليم في إطار توجهاتها الإستراتيجية لتطوير التعليم الأساسي والثانوي على إعطاء أولوية استثنائية لتطوير المناهج الدراسية، كونها جوهر العملية التعليمية وعملية ديناميكية تتسم بالتجديد والتغيير المستمرين لاستيعاب التطورات المتسارعة التي تسود عالم اليوم في جميع المجالات.

ومن هذا المنطلق يأتي إصدار هذا الكتاب في طبعته المعدلة ضمن سلسلة الكتب الدراسية التي تم تعديلها وتنقيحها في عدد من صفوف المرحلتين الأساسية والثانوية لتحسين وتجويد الكتاب المدرسي شكلاً ومضموناً، لتحقيق الأهداف المرجوة منه، اعتماداً على العديد من المصادر أهمها: الملاحظات الميدانية، والمراجعات المكتبية لتلافي أوجه القصور، وتحديث المعلومات وبمايتناسب مع قدرات المتعلم ومستواه العمري، وتحقيق الترابط بين المواد الدراسية المقررة، فضلاً عن إعادة تصميم الكتاب فنياً وجعله عنصراً مشوقاً وجذاباً للمتعلم وخصوصاً تلاميذ الصفوف الأولى من مرحلة التعليم الأساسي.

ويعد هذا الإنجاز خطوة أولى ضمن مشروعنا التطويري المستمر للمناهج الدراسية ستتبعها خطوات أكثر شمولية في الأعوام القادمة، وقد تم تنفيذ ذلك بفضل الجهود الكبيرة التي بذلها مجموعة من ذوي الخبرة والاختصاص في وزارة التربية والتعليم والجامعات من الذين أنضجتهم التجربة وصقلهم الميدان برعاية كاملة من قيادة الوزارة والجهات المختصة فيها.

ونؤكد أن وزارة التربية والتعليم لن تتوانى عن السير بخطى حثيثة ومدروسة لتحقيق أهدافها الرامية إلى تنوير الجيل وتسليحه بالعلم وبناء شخصيته المتزنة والمتكاملة القادرة على الإسهام الفاعل في بناء الوطن اليمني الحديث والتعامل الإيجابي مع كافة التطورات العصرية المتسارعة والمتغيرات المحلية والإقليمية والدولية.

أ.د. عبدالرزاق يحيى الأشول

وزير التربية والتعليم

رئيس اللجنة العليا للمناهج

el-online.net

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

يسرنا أن نقدم لطلابنا الأعزاء هذا الكراس الخاص بالأنشطة والتجارب العملية ليكون مساعداً لتطوير مهاراتهم المختلفة، وهو يربط ارتباطاً مباشراً بالكتاب المدرسي ، ومكملاً له؛ ولا يمكن العمل بأحدهما بمعزل عن الآخر ، وقد حبذنا أن يكون مستقلاً عن الكتاب المدرسي وذلك ليتفاعل الطالب معه، حتى نعطي له وللمعلم دوراً أكبر في تنفيذ ما ورد فيه مستعيناً بالمعمل المدرسي والبيئة المحلية التي ارتبطت بمناهجنا ارتباطاً كبيراً . ونقصد بذلك خامات البيئة المحلية والتفاعل معها .

وما نرجوه من المعلم والمتعلم على حد سواء الاهتمام بما جاء فيه وتنفيذه بشكل جيد، والهدف من هذا ربط ما يدرسه الطالب نظرياً بتطبيقه عملياً .

أملنا كبير أن تصلنا من زملائنا المعلمين والموجهين الآراء الجيدة حول محتويات هذا الكراس والهادفة لتطويره حتى نطوره مستفيدين من خبراتهم الكبيرة والتي لا غنى لنا عنها .

والله ولي الهداية والتوفيق ،

المؤلفون

el-online.net

المحتويات

الموضـــــوع	الصفحة

١- **التجربة الأولى :** قانون هـوك ٦

٢- **التجربة الثانية:** قاعدة أرشميدس ٨

٤- **التجربة الثالثة :** قانون أوم ١٠

٥- **التجربة الرابعة :** المقاومة الداخلية لعمود كهربائي ١٤

٦- **التجربة الخامسة :** ١٦

المقاومة المكافئة لعدة مقاومات كهربائية متصلة معاً على التوالي

٧- **التجربة السادسة :** تعيين الحرارة النوعية للحديد ١٨

٨- **التجربة السابعة:** تعيين معامل التوصيل الحراري لساق من النحاس (م‌ت‌ح) ٢١

٩- **التجربة الثامنة :** إيجاد معامل التمدد الطولي ٢٣

١٠- **التجربة التاسعة :** تحقيق قانون بويل عملياً ٢٥

١١- **التجربة العاشرة :** تحقيق قانون شارل ٢٨

١٢- **التجربة الحادية عشرة :** تحقيق قانون الضغط عملياً ٣٠

el-online.net

الهدف من التجربة : تحقيق قانون هوك عملياً .

نظرية التجربة

عندما تؤثر قوة شد مقدارها (ق) نيوتن على زنبرك أو سلك فإنها تحدث تغيراً في طوله مقداره(Δ ل) متر، وذلك بسبب زيادة المسافة بين الجزئيات .

وقد درس العالم هوك العلاقة بين تغير مقدار استطالة السلك (أو الزنبرك) ومقدار القوة المؤثرة عليه . حيث توصل من التجارب التي أجراها في سبيل ذلك إلى القانون الذي سمي باسمه قانون هوك والذي ينص على أن :

« يتناسب مقدار الاستطالة في طول سلك أو زنبرك تناسباً طردياً مع مقدار قوة الشد المؤثرة عليه » .

أي أن : ق = هـ × Δ ل

حيث هـ مقدار ثابت يسمى ثابت هوك، Δ ل مقدار الاستطالة الناتجة في السلك، ق مقدار القوة المؤثرة على السلك .

ولتحقيق ذلك يمكن إجراء التجربة الآتية :

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

زنبرك معدني مرن – كفة ميزان – أثقال – حامل رأسي – مسطرة مترية – ورق رسم بياني .

خطوات إجراء التجربة

١– علق الزنبرك رأسياً في الحامل ثم قس مقدار طول الزنبرك قبل تعليق أي ثقل فيه وليكن (ل.) متراً كما في الشكل (٦) .

٢– علق ثقلاً كتلته ٥٠جم مثلاً في كفة الأثقال أسفل الزنبرك ثم قس طول الزنبرك بعد وضع الأثقال وليكن (ل) متر .

شكل (٦) جهاز قانون هوك

el-online.net

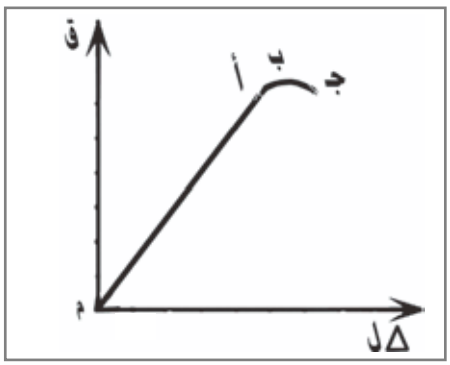
٣- ضاعف مقدار الأثقال في الكفة إلى (١٠٠جم) .

٤- قس الطول الجديد للزنبرك .

٥- كرر التجربة لعدة مرات وفي كل مرة سجل مقدار القوة المؤثرة (ك × ء) ومقدار الاستطالة في طول السلك Δ ل = (ل - ل٠) .

٦- ارسم العلاقة البيانية بين تغير (Δ ل)، وتغير (ق) لتحصل على العلاقة المبينة في الشكل أدناه .

الكتلة جم	٥٠	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠
الوزن ك × ء					
الطول الجديد					
الاستطالة Δل					



شكل (٧)
العلاقة بين ق وَ Δ ل

الاستنتاج

el-online.net

الهدف من التجربة : تحقيق قاعدة أرشميدس عملياً .

نظرية التجربة

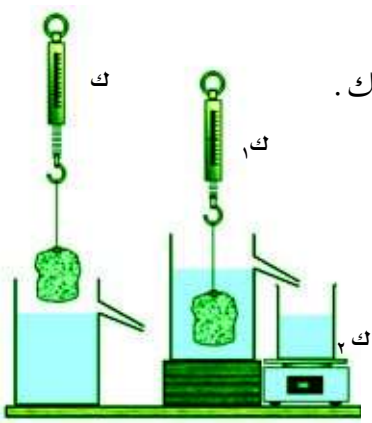
عندما نلقي جسماً في سائل فإن الجسم يتأثر بقوة وزنه إلى أسفل وهي تساوي و= ك × ﺟ . حيث « ك » كتلة الجسم، « ﺟ » عجلة الجاذبية الأرضية، « و » وزن الجسم، كما يؤثر على الجسم قوة دفع السائل من أسفل إلى أعلى لتوازن مع قوة وزن الجسم عند حالة الاستقرار .

فكم يكون مقدار قوة دافع السائل من أسفل إلى أعلى الجسم؟

قام العالم أرشميدس بإجراء تجربة عملية لحساب مقدار قوة دفع السائل على جسم مغمور فيه ومعرفة العوامل التي يتوقف عليها مقدار هذه القوة والتي توصل منها إلى قاعدته التي سميت باسمه (قاعدة أرشميدس) وتنص على :

(إذا غمر جسماً في سائل فإنه يلقى دفعاً من أسفل إلى أعلى مساوياً لوزن السائل المزاح بواسطة الجزء المغمور من السائل .)

ويمكن إجراء التجربة الآتية للتحقق من صحة ذلك .



شكل (٨) جهاز تحقيق قاعدة ارشميدس

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

إناء زجاجي كبير به فتحة جانبية – إناء زجاجي صغير – ميزان زنبركي – خطاف – سائل – جسم صلب .

خطوات إجراء التجربة

١– اربط الجسم بواسطة الخطاف وعلقه أسفل الميزان الزنبركي ولاحظ قراءة الميزان قبل أن تغمر الجسم في السائل ولتكن ك ثم احسب وزن الجسم، كما في الشكل (٨) .

٢– ضع السائل في الإناء الكبير بحيث يمتلئ حتى بداية الفتحة الجانبية وضع الإناء الصغير تحت الفتحة الجانبية .

el-online.net

٣- اغمر الجسم في السائل برفق مع استقبال الماء المزاح في الإناء الصغير.

٤- لاحظ قراءة الميزان أثناء انغمار الجسم في السائل وليكن (ك١) ومنها احسب وزن الجسم في السائل كجم ثم احسب التغير في وزن الجسم والذي يساوي قوة دفع السائل للجسم من أسفل إلى أعلى.

٥- احسب كتلة الماء المزاح بواسطة الجسم المغمور ولتكن (ك٢) كجم، ثم احسب وزن السائل المزاح، قارن بين كل من قوة دفع السائل ووزن السائل المزاح.

- ماذا تلاحظ؟

٨- كرر نفس الخطوات من (١-٧) لعدة أجسام مختلفة في الكثافة، وكذلك باستخدام أنواع مختلفة من السوائل.

- سجل ملاحظاتك واستنتاجتك.

الاستنتاج

el-online.net

الهدف من التجربة : استنتاج قانون أوم عملياً .

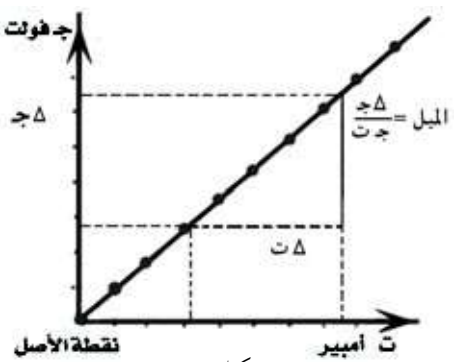
نظرية التجربة

أجرى العالم سيمون أوم عدة تجارب لدراسة العلاقة بين شدة التيار الكهربائي المار في موصل، وفرق الجهد الكهربائي (جـ) بين طرفيه عند ثبوت درجة حرارة الموصل، وقد أثبت من خلال تجاربه أن شدة التيار الكهربائي (ت) المار في الموصل المعدني تتناسب تناسباً طردياً مع فرق الجهد (جـ) بين طرفيه عند ثبوت درجة الحرارة، أي أن : جـ ∝ ت ومنها جـ = مقدار ثابت X ت حيث المقدار الثابت يتوقف على نوع مادة الموصل وطوله ومساحة مقطعه ودرجة الحرارة وهذا المقدار الثابت سماه « المقاومة الكهربائية للموصل (م) والعلاقة السابقة تصبح على الصورة الأتية : جـ = م X ت حيث يقاس فرق الجهد بوحدة الفولت وشدة التيار بوحدة الأمبير، والمقاومة تقاس بوحدة تسمى « الأوم » .

والعلاقة السابقة ينطبق صحتها على الموصلات المعدنية فقط، وأطلق على العلاقة السابقة « قانون أوم »، والعلاقة البيانية التي توصل إليها بين (جـ ، ت) هي خط مستقيم يمر بنقطة الأصل كما يبينه الشكل (٢) :

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

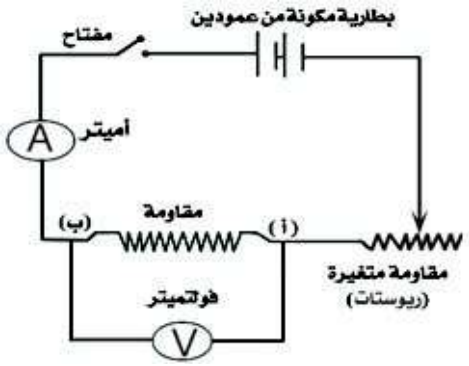
ريوستات – عمودان كهربائيان القوة الدافعة لكل منهما ١,٥ فولت – جهاز أميتر، جهاز فولتميتر، أسلاك نحاسية مفتاح كهربائي، لفة من سلك رفيع معزول (مغطى بطبقة من البلاستيك) ؛ أي أن السلك غير مكشوف .



شكل (٢)

el-online.net

خطوات إجراء التجربة



شكل (٣)

١- وصل الأدوات والأجهزة السابقة في دائرة كهربائية كما يبينه الشكل المقابل بحيث يكون طرفا الموصل (أ ، ب) مقاومة أومية وتوصل الطرفين (أ،ب) مع جهاز الفولتميتر على التوازي.

٢- وصل جهاز الأميتر بعد المفتاح كما في الشكل على التوالي، ثم صل القطب السالب للبطارية بأحد طرفي الريوستات.

٣- أغلق الدائرة بالمفتاح الكهربائي لفترة قصيرة، ثم عين قراءة جهاز الأميتر، والفولتميتر. ولتكن قراءة الأميتر (ت١)، وقراءة الفولتميتر (جـ١).

٤- غيِّر قيمة مقدار المقاومة الكلية للدائرة باستخدام المقاومة المتغيرة (الريوستات)، وفي هذه الحالة تتغير قيم قراءتي كل من الأميتر والفولتميتر، ولتكن ((ت٢)،(جـ٢)).

٥- كرر الخطوة رقم (٤) السابقة عدة مرات ولتكن على سبيل المثال أربع مرات، سجل في كل حالة القراءة التي يشير إليها الأميتر والفولتميتر ولتكن، (ت٣، جـ٣)، (ت٤، جـ٤)، (ت٥، جـ٥). إلخ، بحسب عدد القراءات التي أجريتها.

ملحوظة: حاول بقدر الإمكان أن تكون درجة الحرارة ثابتة في الدائرة وخاصة الموصل، وذلك من خلال أخذ القراءات بسرعة قبل أن يسخن السلك.

٦- رتب القراءات التي حصلت عليها في كل خطوة في جدول (١) التالي :

فرق الجهد (فولت)	ناتج قسمة $\frac{\text{جـ}}{\text{ت}}$

el-online.net

بعد الانتهاء من تدوين القراءات في الجدول (١) قم بما يلي :

أ – اقسم قيمة المقدار (جـ١) التي حصلت عليها في الخطوة الأولى على القيمة المناظرة لها (ت١) .

ب– كرر القسمة كما سبق لكل الخطوات التي أجريتها .

- ماذا تستنتج من ناتج قسمة قيمة المقدار $\frac{جـ}{ت}$ في كل خطوة، كما يبينه الجدول السابق؟
- هل تتغير قيمة قسمة $\frac{جـ}{ت}$ في كل خطوة؟ بمَ تفسر ذلك؟
- يمكنك الإجابة عن التساؤلات السابقة عند اطلاعك على المقدمة النظرية لقانون أوم .

جـ – ارسم علاقة بيانية بين قيم (جـ)،وقيم (ت)، بحيث تمثل قيم (ت) على المحور الأفقي (السيني)، وقيم (جـ) على المحور الرأسي (الصادي)– على ورقة رسم بياني .

د – صل النقاط بواسطة مسطرة وقلم رصاص .

ما شكل الخط الذي حصلت عليه؟ بماذا تفسره؟

هـ– أوجد ميل الخط المستقيم وقارن النتيجة مع المتوسط الحسابي للقراءات، ماذا تلاحظ؟

و – ما نوع التناسب بين كل من فرق الجهد جـ، وشدة التيار المار في الموصل؟

جدول (١) النتائج العملية للعلاقة بين فرق الجهد (جـ) مقابل شدة التيار (ت) .

رقم الخطوة	قراءة الأميتر A (ت) أمبير	قراءة الفولتميتر V (جـ) فولت	م = $\frac{جـ}{ت}$
١	ت١ =		
٢	ت٢ =		
٣	ت٣ =		
٤	ت٤ =		
قيمة المتوسط الحسابي لقراءات ناتج قسمة مجموع فرق الجهد على شدة التيار .			$\frac{\text{مجموع القراءات}}{\text{عددها}}$

el-online.net

٧- عند الانتهاء من قسمة $\frac{ج}{ت}$ لتعيين قيمة (م) في كل خطوة، احسب متوسط قيم ناتج قسمة فرق الجهد على شدة التيار في العمود الأخير من الجانب الأيسر.

- هل القيمتين متقاربتين في القيمة في الحالتين؟
- ماذا تستنتج من ذلك؟

سجل ملاحظاتك.

الاستنتاج

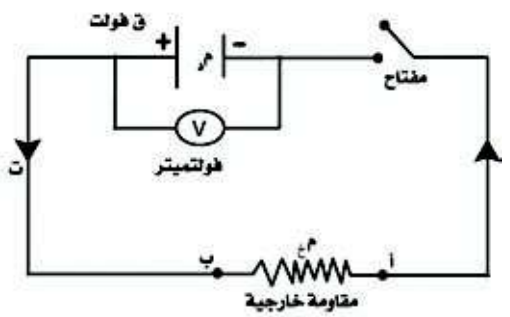
مما سبق نستنتج :

el-online.net

الهدف من التجربة : تعيين مقدار المقاومة الداخلية لعمود كهربائي .

نظرية التجربة

لاحظ الدائرة المبينة في الشكل(٤)، إذا وصلت طرفي قطبي العمود الكهربائي بالفولتميتر والدائرة مفتوحة، فإن قراءة الفولتميتر تساوي قيمة مقدار القوة الدافعة الكهربائية (ق) . وإذا أغلقت الدائرة بالمفتاح، سيكون فرق الجهد بين النقطتين (أ،ب) كما يأتي :



شكل (٤) دائرة كهربائية كاملة لتعيين قيمة (م د) لعمود كهربائي

$$جـ_{أب} = ت \times م_{خ} \quad (١)$$

وشدة التيار المار به من العلاقة (١) تحسب كما يلي :

$$ت = \frac{جـ_{أب}}{م_{خ}} \quad \ldots\ldots\ldots (٢)$$

ومن هذه العلاقة (٢) نعين شدة التيار المار في الدائرة السابقة .

عرفنا من معادلة الدائرة الكاملة أن قيمة(ت)= $\frac{\text{مجموع القوى (ق)}}{\text{مجموع المقاومات}}$ أمبير .

$$\text{ومنها ت} = \frac{ق}{م_{د} + م_{خ}} \quad \ldots\ldots (٣)$$

ومن العلاقتين (٢ ، ٣) نحصل على العلاقة الآتية :

$$\frac{جـ_{أب}}{م_{خ}} = \frac{ق}{م_{د} + م_{خ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٤)$$

ومن معرفة قيمة (ق) للعمود من الفولتميتر، وقيمة المقاومة الخارجية (م خ) فإنه يمكن معرفة قيمة (م د) المقاومة الداخلية لأي مصدر آخر .

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

عمود كهربائي جاف ١,٥ فولت، مقاومة معلومة، أسلاك توصيل – فولتميتر، مفتاح .

el-online.net

خطوات إجراء التجربة

١- ركب الأدوات كما في الشكل (٤) .

٢- وصل طرفي الفولتميتر بين طرفي العمود الكهربائي بعد أن تكون الدائرة مفتوحة بواسطة المفتاح، وسجل قيمة(ق) للعمود الكهربائي من قراءة الفولتميتر.

٣- اقفل الدائرة بالمفتاح، ثم عين قراءة الفولتميتر، وتكون القراءة هي قيمة فرق الجهد (جـ أب) بين طرفي المقاومة الخارجية (أ،ب)، وبالتعويض عن قيم (ق)، م خ، جـ ب في العلاقة (٤) السابقة يمكن تعيين قيمة المقاومة الداخلية للعمود (م د) .

- هل يمكنك حساب المقاومة الداخلية لعمود بسيط؟ وضح بالرسم، مع ذكر خطوات التجربة.
- لماذا القوة الدافعة الكهربائية لعمود كهربائي تقل عن قيمتها عندما تكون الدائرة الكهربائية مغلقة؟
- في أية حالة تكون قيمة القوة الدافعة لعمود كهربائي (ق) مساوية لفرق الجهد (جـ)؟

الاستنتاج

مما سبق نستنتج :

el-online.net

الهدف من التجربة: حساب قيمة المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي في دائرة كهربائية عملياً.

نظرية التجربة

عرفت المقاومة الكهربائية وعرفت ما تعني المقاومة. بالإضافة إلى ما سبق أدركت أن المقاومات توصل بالدوائر الكهربائية بطريقتين مختلفتين هما طريقة التوالي وطريقة التوازي، وأن المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي تساوي مجموع المقاومات أي أن: $م_{ك} = م_{١} + م_{٢} + م_{٣}$.

أما المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوازي تساوي مقلوب مجموعها أي أن:

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}} + \cdots\cdots$$

هذا إذا افترضنا أننا وصلنا ثلاث مقاومات معاً بالدائرة الكهربائية بالطريقتين السابقتين، ولاستنتاج قانون المقاومة المكافئة لعدد من المقاومات المتصلة معاً على التوالي في دائرة كهربائية بطريقة تجريبية وعملية في مختبر المدرسة يمكنك إجراء هذه التجربة للتحقق من قانون المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات متصلة معاً على التوالي كما يلي:

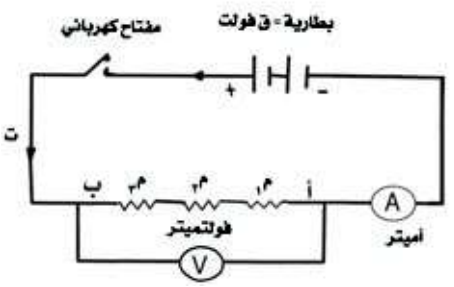
الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

ثلاث مقاومات ($م_{١}$، $م_{٢}$، $م_{٣}$) مختلفة القيم، بطارية مكونة من عمودين، جهاز أميتر، وفولتميتر، أسلاك توصيل، ومفتاح.

خطوات إجراء التجربة

وصل الدائرة كما في الشكل (٥) عدا المقاومات.

١- وصل المقاومة الأولى ($م_{١}$) فقط بين النقطتين (أ ، ب) كما في الشكل ثم أغلق المفتاح وسجل قراءتي



شكل (٥)
تعيين المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات متصلة على التوالي

el-online.net

الاميتر والفولتميتر (ت١ ، جـ١) ثم احسب قيمة المقاومة (م١) باستخدام قانون أوم، م١ = $\frac{\text{جـ}_1}{\text{ت}_1}$

٢- افتح الدائرة وضع المقاومة الثانية (م٢) مكان المقاومة (م١) ثم اغلق الدائرة وسجل قراءتي الاميتر والفولتميتر (ت٢ ، جـ٢) ثم احسب قيمة المقاومة (م٢) .

٣- كرر الخطوة رقم (٢) مع المقاومة الثالثة (م٣) .

٤- اجمع قيمة المقاومات الثلاث التي حسبتها سابقاً (م١ + م٢ + م٣) .

٥- وصل المقاومات الثلاث معاً على التوالي كما بالشكل وسجل قراءتي الاميتر والفولتميتر (ت ، جـ) ثم احسب قيمة المقاومة (مك) .

- قارن بين قيمة المقاومة التي حصلت عليها في الخطوة رقم (٤) والقيمة التي حصل عليها في الخطوة رقم (٥)، ماذا تلاحظ؟ ماذا تستنتج ؟

الاستنتاج

el-online.net

تعيين الحرارة النوعية للحديد
Determination the spacific Heat of Iron

الهدف من التجربة:

- تعين الحرارة النوعية لمادة الحديد عملياً.

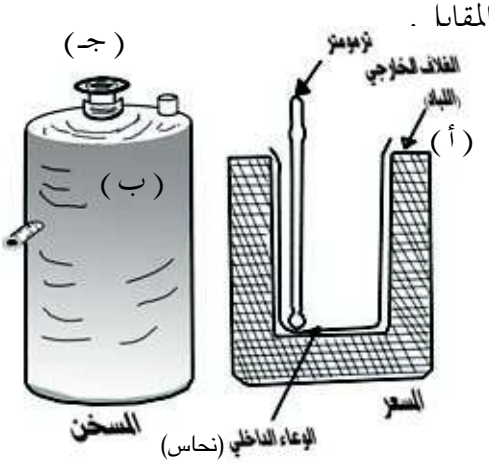
الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

مسعر، مسخن، قطعة حديد صغيرة، ميزان حساس، ترمومتر مئوي، موقد لهب بنزن، كمية من الماء، خلاط (مُقلِّب).

قبل البدء بتنفيذ التجربة، تفحص كل من: المسعر والمسخن وتعرف عليهما.

المسعر: Calorimeter: وعاء اسطواني من النحاس، يغلف من الخارج بمادة عازلة للحرارة مثل اللباد، ويعد جهازاً عازلاً للحرارة، يستخدم في تعيين كمية الحرارة، والحرارة النوعية للمواد الصلبة والسائلة انظر الشكل (٩– أ).

المسخن Heater: عبارة عن غلاية معدنية (ب) ينفذ من الجزء الرأسي منها أنبوبة أخرى (جـ) قابلة للحركة إلى أعلى وظيفتها منع سقوط الجسم الصلب من الأنبوبة (أ)، ويستخدم المسخن لرفع درجة حرارة الجسم الصلب المراد تعيين الحرارة النوعية لمادته، انظر الشكل المقابل .



شكل (٩) جهاز تعيين الحرارة النوعية

خطوات إجراء التجربة

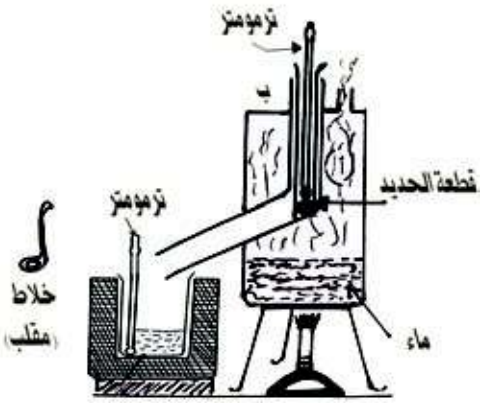
١– عيّن كتلة المسعر بواسطة الميزان ولتكن (ك١).

٢– ضع في المسعر إلى حوالي ثلث سعته (حجمه) ماء وعيّن كتلة الماء الذي في المسعر ولتكن ك٢ وذلك من خلال تعيين كتلة المسعر بما فيه من ماء فتكون كتلة الماء في المسعر ك٢ = كتلة المسعر بما فيه من ماء – كتلة المسعر ولتكن (ك١).

el-online.net

٣- عيّن كتلة قطعة الحديد ولتكن ك٣ .

٤- ضع في المسخن كمية من الماء إلى حوالي ثلث سعته (حجمه) وضع قطعة الحديد في الأنبوبة (ب) انظر المقابل، ثم سخن المسخن وانتظر حتى تبلغ درجة الحرارة داخل المسخن درجة غليان الماء في مكان التجربة ولتكن T_1.



شكل (١٠)

٥- عيّن درجة حرارة الماء في المسعر ولتكن T_2 .

٦- اسقط قطعة الحديد في الماء الموجود داخل المسعر، وذلك برفع الأنبوبة (ب) إلى أعلى كما في الشكل (١٠) ثم قلب الماء بواسطة الخلاط (المقلب) وانتظر فترة زمنية مناسبة، سجل أعلى درجة حرارة يصل إليها الخليط في المسعر (المسعر قطعة الحديد، الماء) ولتكن T_3 .

اعتبر أن الحرارة النوعية لمادة المسعر(النحاس)حن١ وهي تساوي ٠,٩٥ سعر/ جم.م ، والحرارة النوعية للماء حن٢=١ سعر/ جم.م والحرارة النوعية للحديد حن٣ .

٧- دون البيانات (القراءات) التي حصلت عليها من التجربة في الجدول .

حساب الحرارة النوعية للحديد :

كمية الحرارة التي تفقدها قطعة الحديد = ك٣ح ن٣ ($T_1 - T_3$)

كميةالحرارة التي يكتسبها الماء في المسعر = ك٢ح ن٢ ($T_2 - T_3$)

كمية الحرارة التي يكتسبها المسعر= ك١ح ن١ ($T_2 - T_3$)

كمية الحرارة التي تفقدها قطعة الحديد = كمية الحرارة التي يكتسبها كل من الماء والمسعر.

el-online.net

الكمية	الرمز	المقدار (القيمة)
كتلة المسعر	ك١	.... جم
كتلة الماء في المسعر	ك٢	....جم
كتلة قطعة الحديد	ك٣	.... جم
درجة الحرارة داخل المسخن	T_1	....°م
درجة الماء في المسعر	T_2	....°م
درجة حرارة الخليط الماء المسعر	T_3	....°م
الحرارة النوعية لمادة المسعر النحاس	ح ن١	٠,٩٥ سعر/جم.°م
الحرارة النوعية للماء	ح ن٢	١ سعر/جم.°م
الحرارة النوعية للحديد	حن٣	سعر/جم.°م

∴ ك٣حن٣ ($T_1 - T_3$) = ك٢حن٢ ($T_2 - T_3$) + ك١حن١ ($T_2 - T_3$)

∴ ك٣حن٣ ($T_1 - T_3$) = ($T_2 - T_3$) (ك٢ ح ن٢ + ك١حن١)

ومنها نحصل على أن :

$$ح_{ن٣} = \frac{(ك_٢ ح_{ن٢} + ك_١ ح_{ن١})(T_2 - T_3)}{ك_٣ (T_1 - T_3)}$$

حيث حن٣ هي الحرارة النوعية للحديد .

نشاط تقويمي

متبعاً الخطوات السابقة نفسها عيّن عمليا الحرارة النوعية للألومنيوم .

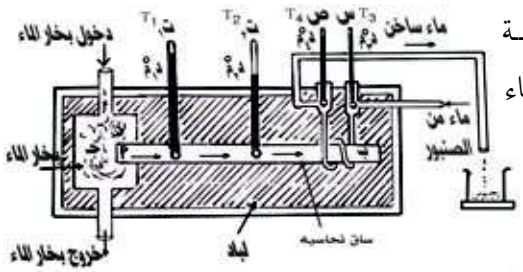
الاستنتاج

el-online.net

الهدف من التجربة: تعين معامل التوصيل الحراري لساق من النحاس عملياً.

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

ساق من النحاس طولها في حدود ٢٥سم، مصدر بخار ماء، علبة معدنية مفتوحة الطرفين (كغرفة حمام بخار الماء) انظر الشكل التالي، مادة عازلة مثل (اللباد)، أربعة ترمومترات مئوية، أنبوبة معدنية حلزونية (لولبية)، ماء صنبور، ساعة ايقاف Stop Watch ، كأس لتجميع الماء الساخن، ميزان حساس، مسطرة، ميكروميتر (ورنية).



الشكل (١١) جهاز تعيين معامل التوصيل الحراري

خطوات إجراء التجربة

١- ركب الجهاز كما في الشكل(١١) أعلاه، ثم مرر بخار الماء حول الطرف (أ) للساق النحاسي، ومرر تيار بطيء منتظم من ماء الصنبور في الأنبوبة الحلزونية الملفوفة حول الطرف (ب) للساق النحاسية – ثم انتظر فترة زمنية كافية حتى تصل الساق إلى حالة الاتزان الحراري Thermal equilibrium أي عندما تثبت قراءات الترمومترات الأربعة.. في هذه الحالة سجل T_1، T_2، T_3، T_4.

٢- عيّن الزمن الذي استغرقه تجمع الماء الساخن في الكأس..وليكن (ز) ثانية.

٣- عيّن كتلة الماء المتجمع في الكأس ولتكن (ك) جرام.

٤- احسب كمية الحرارة التي اكتسبها الماء ولتكن (حر)

∴ حر = ك × ح ن للماء ($T_3 - T_4$). وحيث أن (ح ن للماء) = ١ سعر/جم.مْ.

∴ حر = ك ($T_3 - T_4$) سعراً.

el-online.net

٥- قس المسافة بين T_1، و T_2 ولتكن (ف) سم، وعيّن منحدر درجة الحرارة على الساق في هذه الحالة بالتعويض في العلاقة الآتية :

$$\text{منحدر درجة الحرارة} = \frac{T_2 - T_1}{\text{ف}}$$

٦- قس نصف قطر مقطع الساق النحاسية بواسطة الميكروميتر (الورنية) Micrometer Caliper وليكن (نق) سم . (١سم = ١٠ملليمتر) . . ثم أوجد مساحة مقطع الساق النحاسية وذلك من خلال العلاقة الآتية : س= π نق^2 (حيث مقطع الساق دائرية) ، $\pi = \frac{٢٢}{٧}$

٧- ارسم جدولاً كالمبين أدناه وسجل فيه قيم الكميات التي تحصلت عليها من التجربة، ثم عوِّض عن هذه القيم في العلاقة الآتية :

$$\frac{\text{حر}}{\text{ز}} = \text{م}_{\text{تح}} \times \text{س} \times \frac{T_2 - T_1}{\text{ف}} \quad \text{ومنها} \quad \text{م}_{\text{تح}} = \frac{\text{حر}}{\text{س} \times \text{منحدر درجة الحرارة} \times \text{ز}}$$

الكمية	القيمة	الكمية	القيمة
T_1	....مْ	ف	.... سم
T_2	....مْ	قطر مقطع الساق	....سم
T_3	....مْ	نصف قطر مقطع الساق (نق)	.... سم
T_4	....مْ	مساحة مقطع الساق (س)	....سم٢
زمن تجمع الماء في الكأس	....ثانية	$\frac{\text{حر}}{\text{ز}}$	....سعر/ث
كتلة الماء في الكأس	....جرام .	منحدر درجة الحرارة	....مْ/سم
كمية الحرارة (حر)	.... سعر	م تح	سعر/ث.متر.مْ

حيث (م$_{\text{تح}}$) معامل التوصيل الحراري Thermal Conductivity Coefficient

الاستنتاج

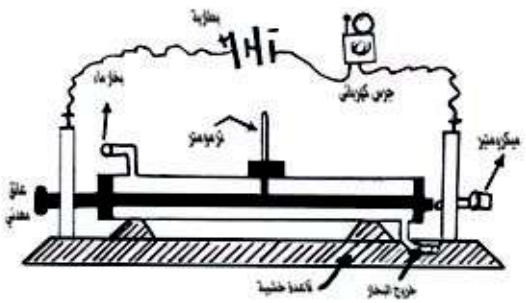
el-online.net

إيجاد معامل التمدد الطولي
Coefficient of linear expansion

الهدف من التجربة: تعين معامل التمدد الطولي لساق من الألومنيوم عملياً.

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

- جهاز تمدد الأجسام الصلبة جهاز جنتر بكامل تجهيزاته والموضح في الشكل(١٢).
- بطارية ١,٥ فولت (1.5 Volt)
- جرس كهربائي
- أسلاك توصيل – ميكروميتر
- مصدر لإنتاج بخار الماء – ساق من الالومنيوم – مسطرة.



شكل (١٢) جهاز تعيين معامل التمدد الطولي.

الكمية	الرمز	القيمة
درجة الحرارة الإبتدائية لساق الألومنيوم	T_1	.... مْ
درجة الحرارة النهائية لساق الألومنيوم	T_2	.... مْ
القراءة الأولى للميكروميتر	....	.... سم
القراءة الثانية للميكروميتر	....	.... سم
طول ساق الألومنيوم قبل التسخين	ل١	.... سم
طول ساق الألومنيوم بعد التسخين	ل٢	.... سم
الارتفاع في درجة الحرارة (فرق درجات الحرارة $T_1 - T_2$	ΔT	.... مْ
الزيادة في طول ساق الألومنيوم (الفرق بين قراءتي الميكروميتر) (ل٢ – ل١)	Δ ل	.... سم

el-online.net

خطوات إجراء التجربة

١- تفحص الجهاز كما في الشكل السابق، - سجل ملاحظاتك.

٢- قس طول ساق الألومنيوم، وعيّن كذلك درجة حرارته الإبتدائية ولتكن T_1، ثم أدخله في الجهاز وثبته بأحد الطرفين، لاحظ أن الطرف الآخر للساق يكون حراً ليتمدد.

٣- أكمل ربط الدائرة الكهربائية للجرس.

٤- أدر الميكروميتر (الورنية) حتى يلامس طرف ساق الألومنيوم، كيف تستدل على ذلك؟ ثم سجل قراءة الميكروميتر.

٥- أدر الميكروميتر في الإتجاه المعاكس حتى يبتعد طرفه عن طرف ساق الألومنيوم.

٦- اسمح للبخار بالدخول إلى داخل الجهاز إلى أن تثبت قراءة الترمومتر سجل قراءة الترمومتر وتكون هي درجة الحرارة النهائية للساق T_2 ثم أحسب $T\Delta$.

٧- صمم جدولاً ودون قيم الكميات فيه.

٨- عوض عن قيم الكميات التي تحصلت عليها من التجربة في العلاقة الآتية:

$$\text{معامل التمدد الطولي } (م_{ط}) \text{ لساق الألومنيوم} = \frac{\Delta ل}{T\Delta \times ل_1}$$

الاستنتاج

نشاط تقويمي

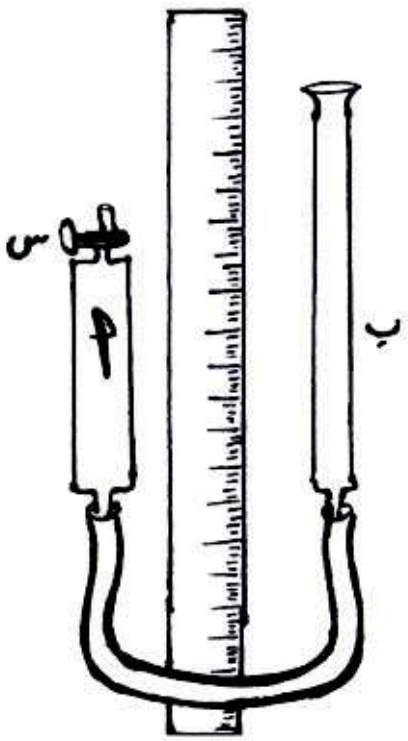
استبدل ساق الألومنيوم بساق من الحديد أوالنحاس، وعيّن معامل التمدد الطولي لها.

el-online.net

الهدف من التجربة : تحقق من قانون بويل عملياً .

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

جهاز تحقيق قانون بويل والموضح في الشكل (١٣)، والذي يتركب من أنبوبتين زجاجيتين (أ) و(ب) متصلين من أسفل بواسطة أنبوبة مطاطية، وتكون إحدى هاتين الأنبوبتين قصيرة وتنتهي بمحبس (صنبور (س)، والأخرى طويلة ومفتوحة من أعلى، والأنبوبتان مثبتتان على جانبي مسطرة طويلة مثبتة على قائم خشبي رأسي، بارومتر.



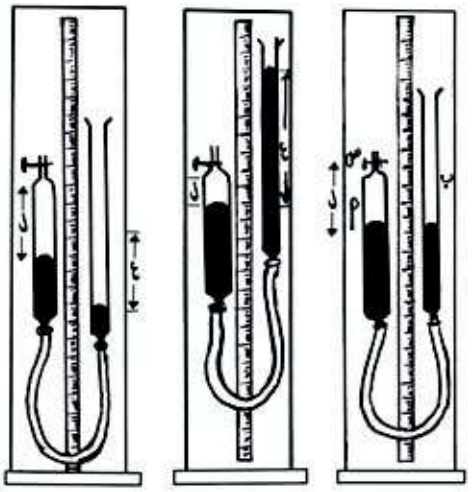
شكل (١٣) جهاز بويل

خطوات إجراء التجربة

١- افتح الصنبور (س) وصب كمية من الزئبق في الأنبوبة (أ) ولاحظ أن سطحي الزئبق في الأنبوبتين (أ)، (ب) في مستوى واحد انظر إلى الشكل (١٤-أ)

٢- اقفل الصنبور، فتحبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة (ا)، ويكون ضغطه في هذه الحالة مساوياً للضغط الجوي الذي يمكن تعينه باستخدام البارومتر وليكن (ض١)، عيّن حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (ا) باستخدام تدريج المسطرة وليكن (ح١) .

el-online.net



شكل (١٤)

٣- حرك الأنبوبة (ب) إلى أعلى وثبتها في وضع معين . . لاحظ أن سطح الزئبق فيها أصبح أعلى من سطحه في الأنبوبة (أ) انظر الشكل (١٤- ب) .

- ماذا تلاحظ؟
- سجل ملاحظتك .

أي أن : $\boxed{ض_{٢} = ض_{ج} + ع}$

ثم عيّن حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (أ) وليكن ($ح_{٢}$) .

٤- حرك الأنبوبة (ب) إلى أسفل تلاحظ أن سطح الزئبق فيها قد انخفض عن سطحه في الأنبوبة (أ)،

- ماذا تلاحظ؟ - سجل ملاحظتك .

أي أن : $\boxed{ض_{٣} = ض_{ج} - ع}$

ثم عيّن حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (أ) وليكن ($ح_{٣}$) .

٥- كرر الخطوتين السابقتين عدة مرات، وفي كل مرة عيّن حجم الهواء المحبوس (ح) وضغطه (ض) .

٦- ارسم جدولاً كالمبين أدناه وسجل عليه قيم (ح) و(ض) ثم احسب حاصل قسمة ($\frac{١}{ح}$) وحاصل ضرب (ض × ح) في كل مرة .

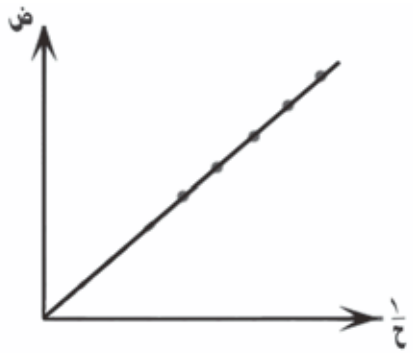
ض سم. زئبق	ح سم٣	$\frac{١}{ح}$ $\frac{١}{سم^{٣}}$	ض×ح	النتيجة (المقدار الثابت)
$ض_{١}$	$ح_{١}$	$\frac{١}{ح_{١}}$	$ض_{١} \times ح_{١}$	....
$ض_{٢}$	$ح_{٢}$	$\frac{١}{ح_{٢}}$	$ض_{٢} \times ح_{٢}$	....
$ض_{٣}$	$ح_{٣}$	$\frac{١}{ح_{٣}}$	$ض_{٣} \times ح_{٣}$	....

el-online.net

٧- ارسم رسماً بيانياً تبين فيه ضغط الغاز (ض) على المحور الصادي، و($\frac{١}{ح}$) على المحور السيني شكل (١٥) .

- ماذا تلاحظ؟
- سجل ملاحظتك .

العلاقة التي ستحصل عليها تحقق قانون بويل الذي ينص على أن: « حجم كتلة معينة من غاز يتناسب عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته » .



شكل (١٥) العلاقة بين الضغط ومقلوب الحجم.

الاستنتاج

حل المسألة الآتية:

جُمع غاز في اسطوانه ذات مكبس محكم قابل للحركة فكان حجمه ٥٫٤١ لتراً، عندما كان الضغط الجوي ٧٥٫٨سم . زئبق، أوجد حجم الغاز بداخل الاسطوانة عندما تنقل الأسطوانة بما فيها من غاز إلى مكان مرتفع، الضغط الجوي فيه ٦٨٫٧سم زئبق، عند ثبوت درجة حرارة الغاز.

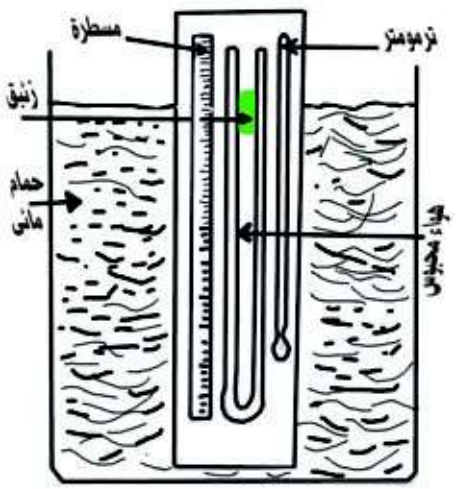
el-online.net

الهدف من التجربة : تحقيق قانون شارل عملياً .

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

يستخدم لتحقيق قانون شارل الجهاز المبين في الشكل (١٦) والذي يتكون من أنبوبة شعرية من الزجاج قناتها الداخلية منتظمة المقطع ومسدود أحد طرفيها وبداخلها خيط من الزئبق يحبس كمية من الهواء وتكون الأنبوبة مثبتة بجانبي مسطرة مدرجة – ترمومتر زئبقي – مقلب (خلاط)، وحيث أن الأنبوبة منتظمة المقطع فإن طول عمود الهواء المحبوس بداخلها يكون متناسباً مع حجم هذا الهواء، وعلى ذلك فإنه يمكن أن يتخذ طول عمود الهواء مقياساً لحجمه .

خطوات إجراء التجربة



الشكل (١٦) جهاز شارل .

١– ضع الأنبوبة رأسياً في حوض عميق به ماء بارد بحيث تكون فوهتها خارج الماء . . انظر إلى الشكل المقابل، ثم انتظر حتى يثبت خيط الزئبق وتثبت قراءة الترمومتر .

٢– عيّن درجة حرارة الماء، فتكون هي درجة حرارة الهواء المحبوس T_1

عيّن طول عمود الهواء وليكن (ل١)، واعتبر طول عمود الهواء (ل١) هو حجم الهواء المحبوس (ح١) .

٣– صب في الحوض ماءً بارداً وقلبه،

– ماذا تلاحظ .

– سجل ملاحظتك .

el-online.net

٤- عيّن درجة الحرارة T_2 في هذه الحالة، - عيّن أيضاً طول عمود الهواء المحبوس الذي يتخذ مقياساً لحجمه (ح٢) في هذا الحالة.

٥- احسب درجة الحرارة المطلقة K° من العلاقة : $K^{\circ} = C^{\circ} + ٢٧٣$

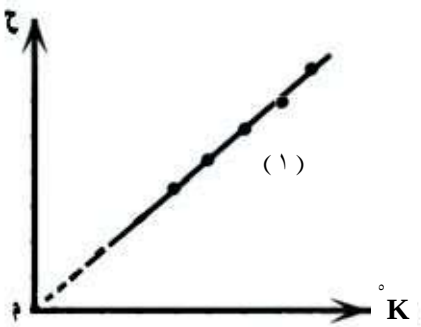
٦- ارسم جدولاً كالذي أمامك وسجل القيم التي حصلت عليها من التجربة في الجدول. ثم اقسم

$\frac{ح_1}{ح_2}$ و $\frac{K^{\circ}_1}{K^{\circ}_2}$ وقارن حاصل القسمة.

درجة الحرارة T	درجة الحرارة K°	الحجم ح

٧- ارسم رسماً بيانياً يبين حجم الهواء (ح) على المحور الصادي ودرجة الحرارة المطلقة للهواء المحبوس K° فتحصل على مستقيم يمر امتداده بنقطة الأصل (م)، كما بالشكل (١٧).

- ماذا تلاحظ؟



الشكل (١٧) العلاقة التباينية للحجم مقابل درجة الحرارة.

قانون شارل ينص على أن: « حجم كتلة معينة من غاز يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارته عند ثبوت ضغطه ».

حل المسألة الآتية:

أنبوبة زجاجية شعرية مسدودة من أحد طرفيها، أدخل بها خيطاً من الزئبق فحَبس عموداً من الهواء طوله (١٠سم) عندما كانت درجة الحرارة ٢٧م فإذا لوحظ أن خيط الزئبق يحجز عموداً من الهواء طوله (١٢سم) عندما وضعت هذه الأنبوبة في حوض به ماء ساخن، فكم تكون درجة حرارة الماء؟

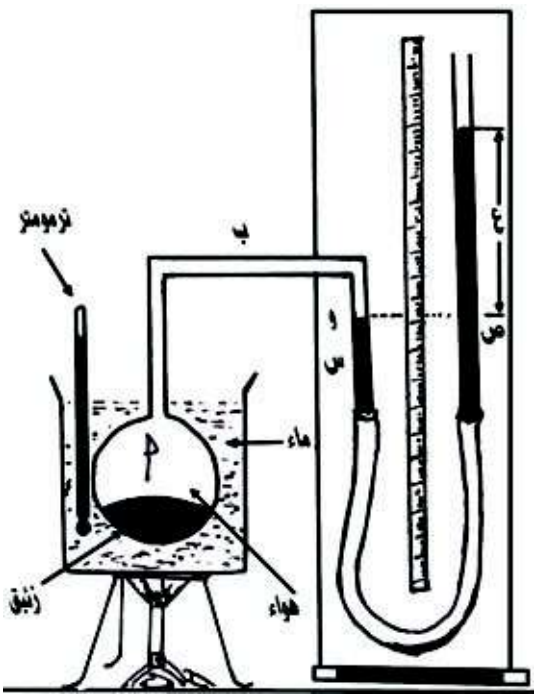
el-online.net

الهدف من التجربة : تحقق من قانون الضغط عملياً .(قانـون جاي لوساك)

الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة

تستخـدم لتحقيق قانـون جاي لوساك عملياً الجهـاز الموضـح بالشكل (١٨) .

– وعـاء زجاجي عـميق به مـاء مـوضـوع على حـامل – ترمـومـتـر زئبقي– لهب بنزن – جهـاز جولي وهو يتكون من انتفاخ زجاجي (أ) انظر إلى الشكل (١٨) يحـتـوي على هواء ويتصل عن طريق الأنبوبة (ب) بمانومتر زئبقي لقياس ضغط الهواء الموجود في الانتفاخ (أ) عند ثبوت حجمه ويتكون المانومتر من أنبوبتين زجاجتين س، ص مثبتتين على حـامل وتتـصـلان من أسـفل بواسطة أنبوبة من المطاط حتى يمكن تحـريك الأنبـوبة (ص) إلى أعلى وإلى أسفل بمحاذاة مسطرة مدرجة وتحتوي أنبوبة المطاط والأنبوبتان (س)،(ص) على زئبق، كـمـا يوجد في الانتفـاخ (أ) زئبق حـجـمه $\frac{١}{٧}$ حـجم الانتـفـاخ لمعـادلة تمدد زجـاجه، وذلك لأن مـعـامل التـمـدد الحـجـمي للزئبق يساوي ٧ أمـثـال مـعـامل تمدد الزجاج. وبذلك يصبح حجم الحيز الذي يشغله الهواء في الانتفاخ ثابتاً في جـمـيع درجات الحرارة.



الشكل (١٨) جهاز تحقيق قانون جاي لوساك.

el-online.net

خطوات إجراء التجربة

١- اغمر الانتفاخ (أ) في ماء بارد، ثم حرك الأنبوبة (ص) إلى أعلى أو إلى أسفل حتى يصبح سطح الزئبق في الأنبوبة (س) عند علامة ثابتة (و)، وعيّن البعد الرأسي بين سطحي الزئبق في الأنبوبتين س،ص وليكن (ع)سم.

٢- عيّن درجة حرارة الماء المحيط بالانتفاخ، فتكون هي درجة حرارة الهواء المحبوس في الانتفاخ ولتكن **T**.

٣- احسب ضغط الهواء المحبوس من العلاقة:

ض = الضغط الجوي + ع إذا كان سطح الزئبق في الأنبوبة (ص) أعلى من سطحه في الأنبوبة (س)، أما إذا كان سطح الزئبق في الأنبوبة (ص) منخفضاً عن سطحه في الأنبوبة (س) فإن ضغط الهواء المحبوس يكون

ض= الضغط الجوي – ع

ويمكنك تعيين الضغط الجوي في المعمل بواسطة بارومتر زئبقي

٤- سخن الماء المحيط بالانتفاخ حتى يغلي ثم أبعد اللهب، وعيّن درجة حرارة الماء، فتكون هي درجة حرارة الهواء المحبوس.

٥- حرك الأنبوبة(ص) إلى أعلى حتى يعود سطح الزئبق في الأنبوبة (س) إلى العلامة الثابتة (و)، وعيّن البعد الرأسي (ع) ثم عيّن ضغط الهواء المحبوس في هذه الحالة.

٦- اترك الانتفاخ يبرد تدريجياً، وعيّن ضغط الهواء المحبوس في (ص) عند درجات حرارة مختلفة مع مراعاة ثبوت حجم الهواء في كل حالة (مرة).

٧- احسب درجة الحرارة المطلقة للهواء K° في كل حالة باستخدام العلاقة

$$K^{\circ} = C^{\circ} + ٢٧٣$$

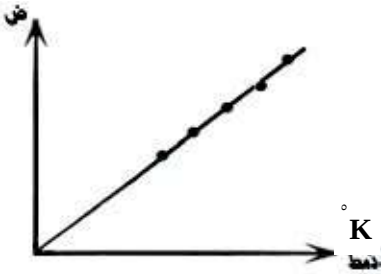
٨- ارسم جدولاً كالذي أمامك ودون فيه القيم التي تحصلت عليها.

ض	T	K
ض١=	T_1 =	K°_1 =
ض٢=	T_2 =	K°_2 =
ض٣=	T_3 =	K°_3 =

el-online.net

٩- ارسم رسماً بيانياً يبين ضغط الهواء المحبوس (ض) على المحور الصادي ودرجة الحرارة المطلقة (K°) على المحور السيني .

- ماذا تلاحظ؟



الشكل (١٨) العلاق البيانية بين الضغط مقابل درجة الحرارة

الاستنتاج

حل المسألة الآتية :

وضع انتفاخ جهاز جولي في ثلج منصهر درجة حرارته صفر°م ، فلوحظ أن سطح الزئبق في الأنبوبة المفتوحة ينخفض عن سطحه في الأنبوبة الأخرى بمقدار (٧,٥سم) فإذا كان الضغط الجوي في مكان التجربة ٧٢سم زئبق، أوجد درجة حرارة الانتفاخ عندما يكون سطح الزئبق في الأنبوبة المفتوحة أعلى من سطحه في الأنبوبة الأخرى بمقدار (٣٥,٤سم) .

تم بحمد الله

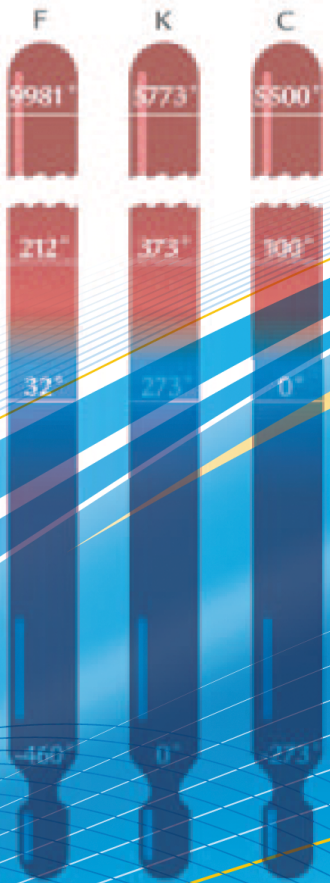
el-online.net

الإدارة العامة للتعليم الإلكتروني

el-online.net

el-online.net

وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون
(الأنبياء)


F
K
C
9981°
5773°
5500°
212°
373°
100°
32°
273°
0°
-460°
0°
-273°