

المادة والخصائص الحرارية

١- التمدد الحراري



التمدد الحراري: هو زيادة حجم المادة عندما ترتفع درجة حرارتها.

كلما قرر الهواء تصبح كثافته أقل لذا يرتفع البالون الملؤم بالهواء الساخن إلى أعلى.

ف الشكل المقابل:

(أ) يستطيع القضيب الفلزي الدخول في الفجوة.

(ب) بعد التسخين يمتد القضيب الفلزي ولن يكون قادرًا على الدخول في الفجوة.

بعد التبريد ينكش القضيب الفلزي ويكون قادرًا مرة أخرى على الدخول في الفجوة.



استخدامات التمدد:

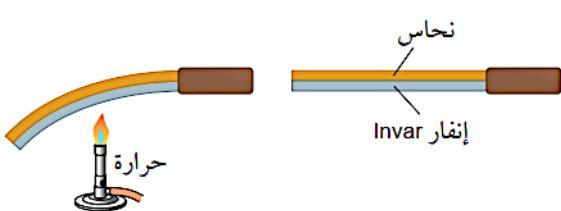
1. ربط صفيحتين فلزيتين باستخدام مسامير فلزية ساخن: عندما يبرد المسامير ينكش ويُشد الصفيحتين معاً بحكام.

2. تركيب إطار فولاذي ساخن لعجلة قاطرة سكة حديد: عندما يبرد الإطار ينكش ويصبح مشدوداً بحكام على العجلة.

3. فك غطاء معدني ملتصق بوعاء زجاجي بوضعها في ماء ساخن: يمتد المعدن أسرع من الزجاج فيسهل فك الغطاء.

4. موازين الحرارة التي تعتمد على التمدد الحراري للمادة السائلة بداخلها.

5. الشريط ثنائي الفلز: يتقوس لأن أحد الفلزتين يمتد أسرع من الآخر. يستخدم في أجهزة الإنذار من الحرائق وفي منظم درجة الحرارة (الترمستور).





الصورة ٢-٦ فاصل تمدد في جسر

يتربّ على التمدد بعض المشاكل السلبية ومنها:

١. تقوس الجسور الفلزية وخطوط السكك الحديدية في الأيام الحارة،

وتعالج كالتالي:

أ. استخدام فواصل تمدد.

ب. صنع خطوط السكك الحديدية من سبيكة فلزية لا تمدد بشكل كبير.

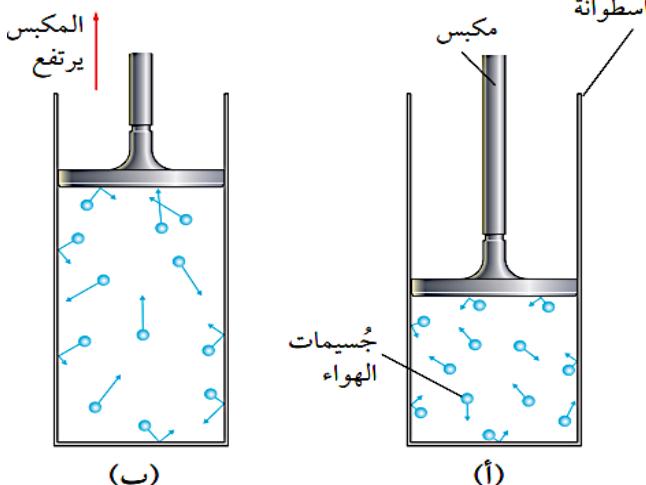
٢. تهشم العبوات الساخنة عند سكب سائل ساخن فيها:

السبب: السطح الداخلي يتمدد سريعاً قبل أن تصل الحرارة إلى السطح الخارجي، وتعالج كالتالي:

يستخدم زجاج البيركس، لأنّه يتمدد قليلاً أثناء التسخين.

أ. يستخدم الزجاج المقسى الذي يتحمل درجة حرارة عالية دون أن يتهشم.

تمدد المواد الغازية



- تمدد المواد الغازية عند تسخينها.

بسبب التسخين تتحرك جسيمات الغاز بسرعة أكبر، فتدفع الجدران بقوة أكبر.

- تنكمش المواد الغازية عند تبريدها.

بسبب التبريد تتحرك جسيمات الغاز بسرعة أقل، فتدفع الجدران بقوة أقل.

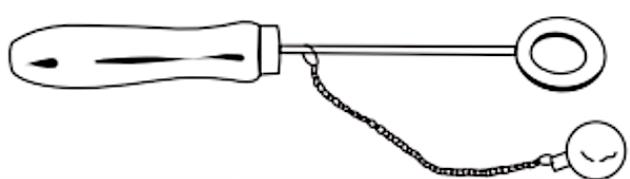
إذا لم يكن المكبس حرّاً	إذا كان المكبس حرّاً	
يظلّ كما هو	يزداد لأنّ المكبس سيتحرك إلى الأعلى	حجم الغاز
يزداد	يظلّ كما هو	ضغط الغاز
قوة الدفع ستكون أكبر من وزن المكبس	لأنّ قوة الدفع ستساوي وزن المكبس	بالتسخين
يظلّ كما هو	يقل لأنّ المكبس سيتحرك إلى الأسفل	حجم الغاز
يقل	يظلّ كما هو	
قوة الدفع ستكون أقلّ من وزن المكبس	لأنّ قوة الدفع ستساوي وزن المكبس	ضغط الغاز

- إذا تمددت مادة ما لا تصبح جسيماتها أخف، بل إنها تتحرك بشكل أسرع بسبب الطاقة المكتسبة فتشغل حيزاً أكبر.
- تمدد المواد الغازية < من تمدد المواد السائلة < تمدد المواد الصلبة.
- تمدد المواد السائلة عموماً أكبر بقليل من تمدد المواد الصلبة
- استثناءان: البارافين والبنزين يمددان بسرعة كبيرة مع أنهم سوائل وهذا يسبب تدفق البنزين خارج خزان السيارة في الأيام الحارة.
- لا تمدد المواد الصلبة كثيراً لأن جسيماتها غير قادرة على دفع الجسيمات المجاورة لها.
- بعض المواد الصلبة كزجاج البيركس وسبائك الإنفار صممت لكي تمدد بأقل قدر ممكن.
- تمدد المواد الغازية كثيراً لأن جسيماتها تتحرك بسرعة أكبر، فيسهل عليها دفع جدران وعائتها.

ملاحظات حول التمدد مع التفسير

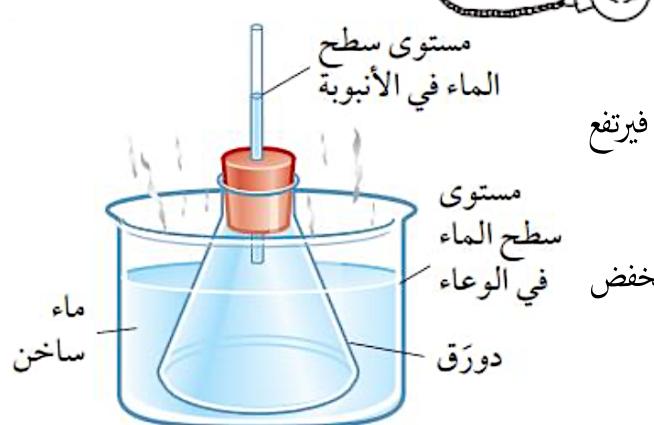
تمدد مادة صلبة:

عندما تكون الكرة ساخنة، فإنها تمدد، فلا تستطيع المرور من خلال الحلقة.



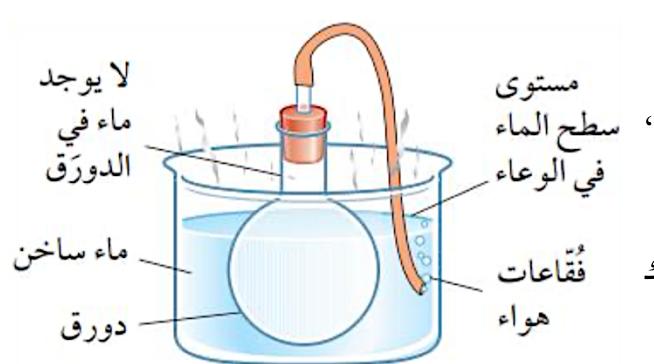
تمدد مادة سائلة:

عندما يوضع الدورق في وعاء به ماء ساخن، يتمدد الماء بداخله، فيرتفع مستوى الماء داخل الأنبوة.



تمدد مادة غازية:

عندما يوضع الدورق في وعاء به ماء ساخن، يتمدد الهواء بداخله، سطح الماء في الوعاء فيندفع إلى السائل من خلال الأنبوة وتظهر الفقاعات.

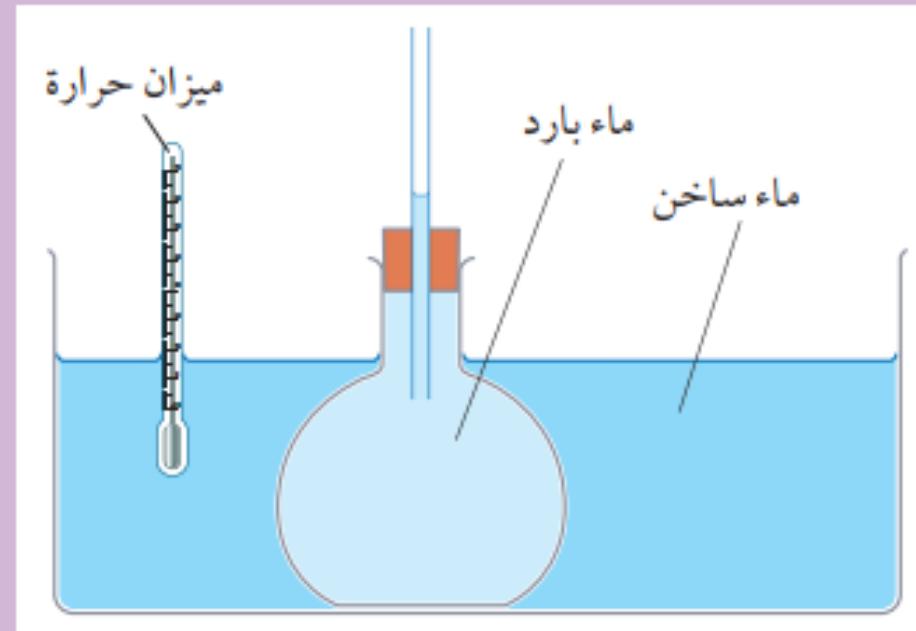


١-٦ يمثل الرسم أدناه تجربة لعرض التمدد الحراري للماء.

٢-٦ يوضح الجدول أدناه النسب المئوية لتمدد أحجام بعض المواد بارتفاع درجة حرارتها (1°C) فقط، بدءاً من درجة الحرارة (20°C).

نسبة التغيير في الحجم (%)	المادة
0.00026	زجاج
0.0033	فولاذ
0.0069	ماء
0.095	بنزين
0.34	هواء جاف

- أ. ما نسبة تمدد الماء إلى تمدد الفولاذ؟
 ب. ما نسبة تمدد الهواء الجاف إلى تمدد الزجاج؟



- أ. صُف واشرح ما سيحدث عندما يُوضع دورق الماء البارد في حوض الماء الساخن.
 ب. صُف كيف يمكن تعديل هذه التجربة كي تصلح للمقارنة بين مقدار تمدد الماء وتمدد سائل البارافين عند رفع درجة حرارة كلّ منها بِالْمُقْدَار نفسه. اذكر المُتَفَرِّقات التي يجب التحكم بها لجعل هذه المقارنة عادلة.

١-٦ أ. الماء البارد سوف يسخن ويتمدد. ومع ازدياد حجمه، سوف يندفع ويزيد مستوى ارتفاعه في الأنبوية.
ب. تُعدّ التجربة بإعداد دورقين متماثلين، أحدهما مملوء بالماء، والآخر مملوء بالبارافين. ثم يُغلق كل دورق بسدادة تفذ منها أنبوية رفيعة. ويوضع الاثنان في حوض الماء الساخن نفسه. يجب أن يكون الدورقان متماثلين والأنبوتيين أيضاً. ويجب أن يكون للسائلين نفس المستوى في الأنبوتيين قبل وضع الدورقين في حوض الماء الساخن، وأن تكون لهما درجة الحرارة الابتدائية نفسها.

سوف نجد أن البارافين يتمدد أكثر من الماء مع ارتفاع درجة الحرارة.

٢-٦ أ. إذا أخذنا نفس الحجم من الماء والفولاذ، نجد أن النسبة المئوية لتمدد الماء إلى تمدد الفولاذ عندما نرفع درجة حرارة كل منها (1°C)، هي:

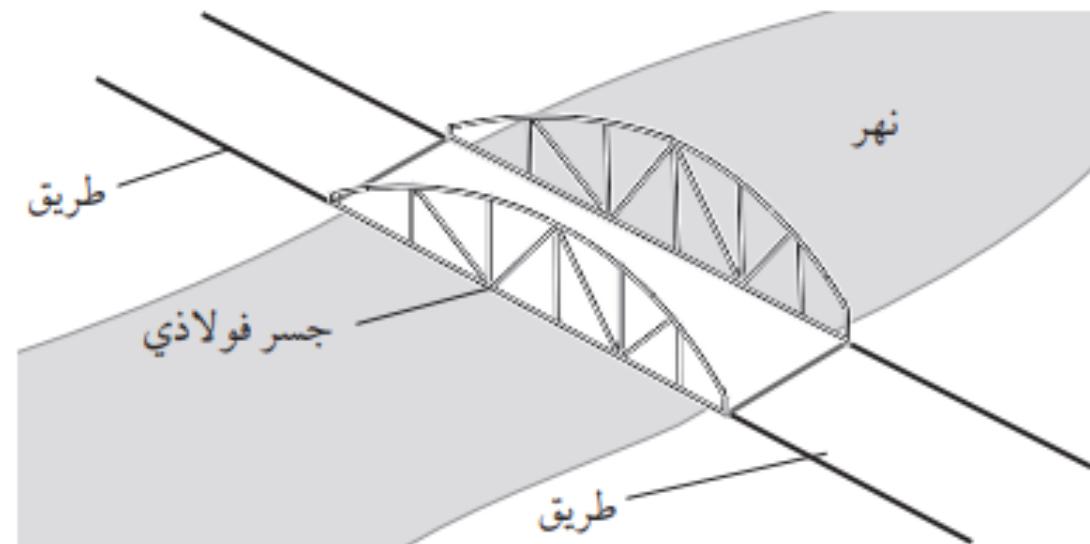
$$\frac{0.0069}{0.0033} = 2.09$$

تبلغ النسبة المئوية لتمدد الماء ضعف النسبة المئوية لتمدد الفولاذ (أو ستزداد 2:1 مرتّة).

$$\frac{0.34}{0.00026} = 1307.69$$

النسبة المئوية لتمدد الهواء الجاف سوف تزداد 1308 مرتّة تقريرياً عن النسبة المئوية لتمدد الزجاج.

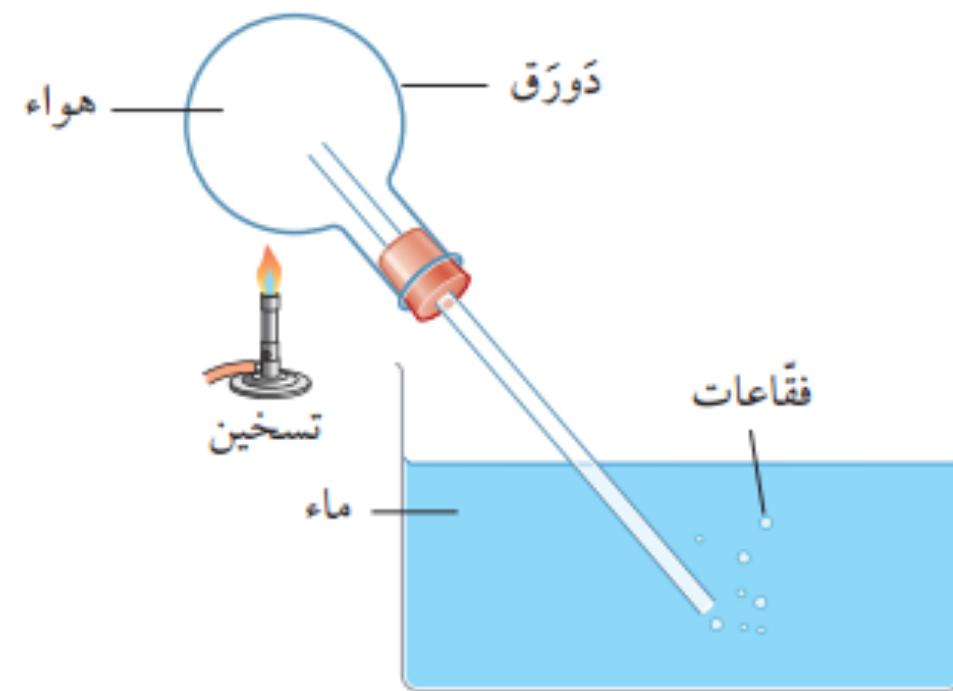
يصل جسر فولاذي بين طرفي طريق بهدف الانتقال من ضفة النهر إلى الضفة الثانية.



عندما يكون الطقس بارداً تكون هناك فجوة بين طرفي الجسر الفولاذي وطرفي الطريق. وتضيق تلك الفجوة في الطقس الحار.

- أيُّ من هذه العبارات الآتية تفسّر لماذا تضيق الفجوة؟
- ينكمش الهواء في الفجوة مع ارتفاع درجة الحرارة.
 - يتمدد الفولاذ في الجسر مع ارتفاع درجة الحرارة.
 - ينكمش كل من طرفي الطريق مع ارتفاع درجة الحرارة.
 - يتمدد الماء أسفل الجسر مع ارتفاع درجة الحرارة.

يبين الشكل أدناه تجربة للاستقصاء عن الخصائص الحرارية للمادة.



- اشرح سبب تشكُّل الفُقَاعات.
- بعد تسخين الهواء في الدورق أُخْضِع للتبريد ولم يخضع الجهاز لأي تغييرات أخرى. صُف ما يمكن أن تشاهدُه عندما يبرد الهواء في الدورق.

يبين الجدول أدناه النسبة المئوية للزيادة في حجم ثلاثة مواد (أ)، (ب)، (ج) عند تسخينها. فإذا كان الارتفاع في درجة حرارة المواد الثلاث (الصلبة، السائلة، الغازية) هو نفسه:

النسبة المئوية (%)	النوع
7.0	(أ)
0.001	(ب)
0.01	(ج)

أ. استخدم المعلومات الواردة في الجدول لتحديد أي مادة هي:

١٠ صلبة

٢٠ سائلة

٣٠ غازية

ب. فسر اختيارك للمادة التي حددت أنها غازية.

١

العبارة ب. يتَمَدَّدُ الفولاذ في الجسر مع ارتفاع درجة الحرارة.

(تمَدَّدُ المواد عند تسخينها، ولن تتأثَّر الفجوة بأي تمَدَّدٍ للماء أسفل الجسر).

٢

أ. يتَمَدَّدُ الهواء (في الدورق) عند تسخينه.

يشغل الهواء حجمًا أكبر.

لذلك، يخرج (بعض) الهواء على شكل فُقاعات من نهاية الأنبوة.

ب. تحرَّك الماء إلى الأعلى في الأنبوة.

يحدث هذا لأن الهواء داَخِل الدورق قد انكمش عند تبريدِه، وهذا ما جعل الماء يتَحرَّك ليشغِل الحجم المتَبَقِّي بعد انكماس الهواء منه.

٣

أ. ١. يكون تمَدَّدُ المواد الصلبة هو الأقل. (ب)

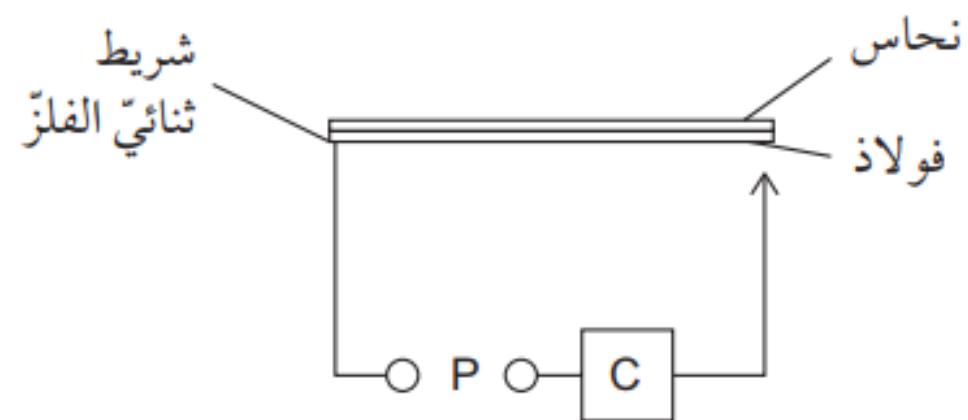
٢. يكون تمَدَّدُ المواد السائلة بمقدار وسطي قياسًا على الحالتين الآخرين. (ج)

٣. يكون تمَدَّدُ المواد الغازية هو الأكبر. (أ)

ب. تتمَدَّدُ المواد الغازية أكثر من المواد الصلبة أو السائلة (عندما ترتفع درجة حرارتها بنفس المقدار).

لا توجد قوى بين الجُسيمات (القوى بين جُسيمات المادة الغازية تكاد تكون معدومة) / الجُسيمات ليست على تماشٍ.

يُبيّن الشكل أدناه مخططاً لدائرة كهربائية تُستخدم للتحكم في وحدة تكييف الهواء (C)، والتي تبعث هواء بارداً في غرفة ما. تحتوي الدائرة على شريط ثائيّ الفلز مصنوع من شريطين فلزّيّين مختلفين ياتّصل أحدهما بالآخر. علماً أنّ الفلزّين هما النحاس والفولاذ وأنّ الدائرة الكهربائية تعمل باستخدام مصدر للطاقة (P). عندما يسخن الفلزان بارتفاع درجة الحرارة نفسها يتمدّد النحاس أكثر من الفولاذ.

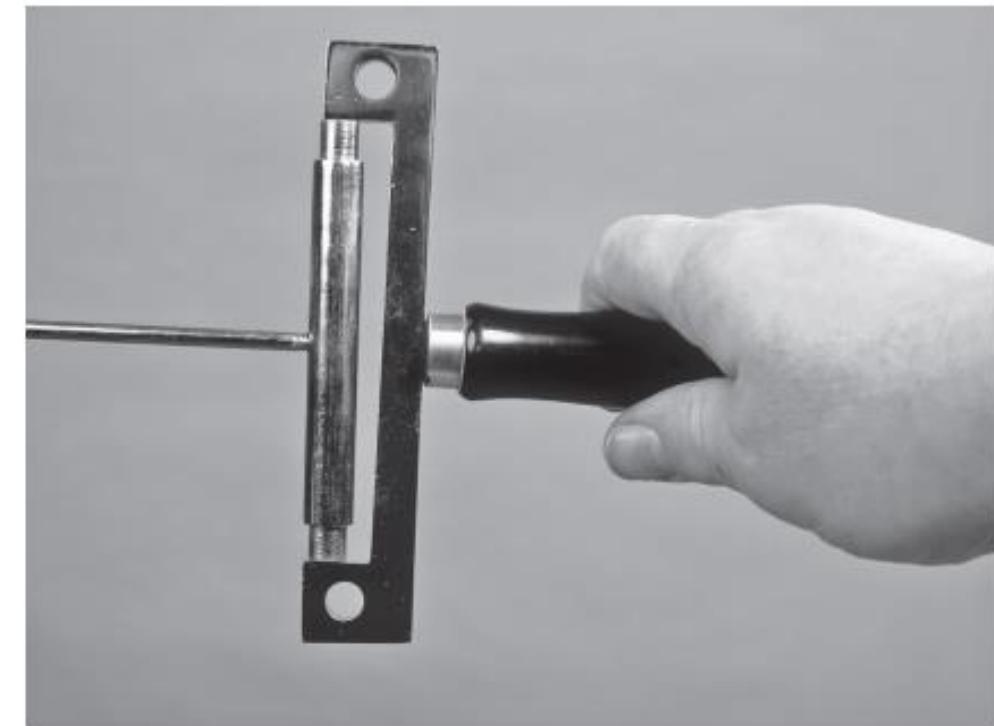
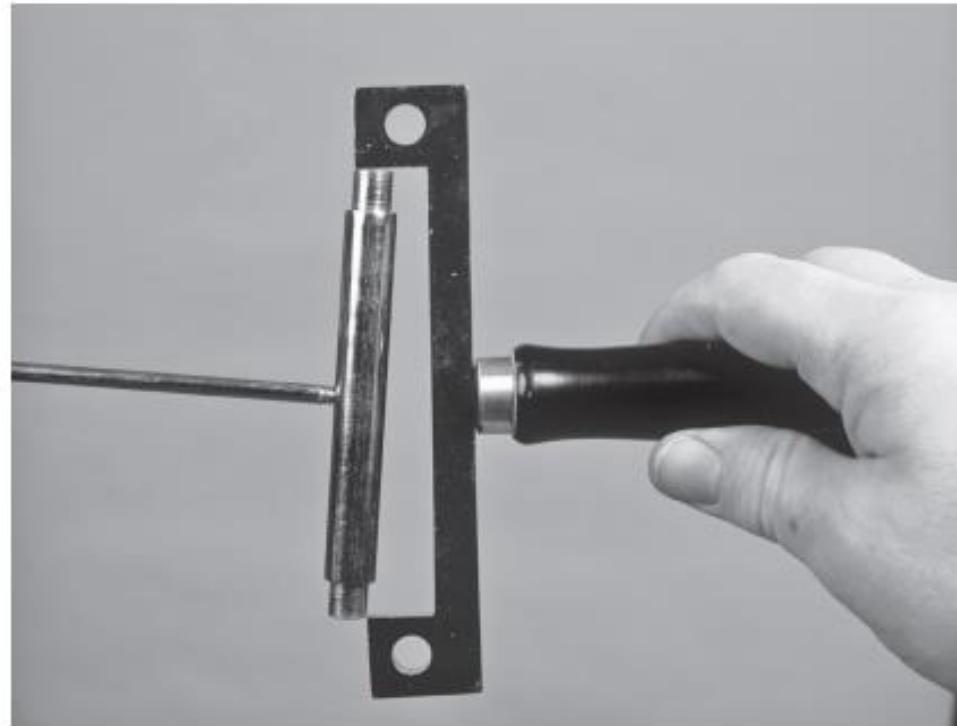


اشرح كيف يعمل الشريط الثائيّ الفلز على التحكم في وحدة تكييف الهواء تلك.

يتقوس الشريط الثنائي الفلز إلى الأسفل؛ بسبب التمدد، عندما تكون الغرفة ساخنة، عندئذ يغلق الشريط الدائرة الكهربائية، وتعمل وحدة تكييف الهواء (عندما تكون الغرفة ساخنة).
وعندما تبرد الغرفة ينكمش الشريط ويعود إلى وضعه الطبيعي، ثم تفتح الدائرة الكهربائية، وتتوقف وحدة التكييف عن العمل.

أ

غالباً ما تُستخدم تجربة «القضيب وأداة القياس» لإظهار أن الفلز يتمدد عند تسخينه.



ب

أعطِ مثلاً على مشكلة يمكن أن تنشأ عندما تمدد مادة صلبة في يوم حارٌ.

اكتب طريقة عملية تُبيّن كيف تُستخدم هذه الأدوات لإظهار التمدد الحراري عند التسخين والانكماش عند التبريد.

ج يتكون الشريط الثنائي الفلز من شريطيين أحدهما من الفولاذ والآخر من الإنفار invar (سبائك فلزية من الحديد والنيكل) مثبتين معاً. ارسم مخططاً مماثلاً لهذا الشريط الثنائي وحدد كيف يتقوس عند تسخينه. (يتمدد الفولاذ أكثر من الإنفار عند تسخينهما).

د يُبيّن الجدول ١-٦ نسبة الزيادة في حجم المادة عند ارتفاع درجة حرارتها بمقدار (١°C).

المادة	نسبة تغيير الحجم %
الهواء الجاف	0.34
الماء	0.0069
البنزين	0.095
الحديد والصلب الكربوني (الفولاذ الكربوني)	0.0033
الإنفار	0.00027
النحاس	0.0051
الخرسانة	0.0036
النحاس الأصفر	0.0056
بوليمر	0.0156

الجدول ١-٦

أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بالمُواد الواردة في الجدول ١-٦.

١. ما المادَّة الأكْثَر تمدُّدًا؟

٢. ما المادَّة الأقْلَى تمدُّدًا؟

٣. ما المادَّة السائلة الأكْثَر تمدُّدًا؟

٤. ما المادَّة الصلبة الفلزِيَّة الأقْلَى تمدُّدًا؟

٥. لم يُعدَّ صنع شريط ثَانِي من فِلزِي النحاس والنحاس الأصفر أَمْرًا غَير مُلائِم؟

٦. اقتُرِح أَفْضَل زوج فِلزِي لصُنْع شريط ثَانِي الفلزِ.

أ

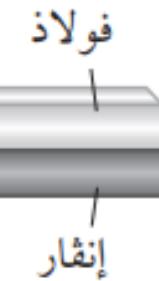
أدخل القضيب في أداة القياس. لاحظ أن القضيب يدخل في فجوة أداة القياس. سُخن القضيب. لاحظ أنه لم يعد يدخل في فجوة أداة القياس.

ب

دعه يبرد. لاحظ أن القضيب قد دخل في فجوة أداة القياس مرة أخرى عندما برد. تمدد جسر أو تمدد سكة حديد (أي إجابة صحيحة يشير إليها الطالب).

ج

يكون الفولاذ في الجهة الخارجية من الشريط؛ كي يصبح أطول من الإنثار ويسهم في التقوس عند تسخينه.



د

١. الهواء الجاف.
٢. الإنثار.
٣. البنزين.
٤. الإنثار.
٥. النحاس والنحاس الأصفر لهما نسب تمدد متقاربة، لذلك سوف يكون تقوس الشريط ضئيلاً جداً.
٦. الإنثار والنحاس؛ أو الإنثار والنحاس الأصفر.