

تم تحميل هذا الملف من موقع ملفات الكويت التعليمية



[com.kwedufiles.www//:https](https://www.kwedufiles.com)

\*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

\* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الحادي عشر العلمي اضغط هنا

<https://kwedufiles.com/13>

\* للحصول على جميع أوراق الصف الحادي عشر العلمي في مادة فيزياء وجميع الفصول, اضغط هنا

<https://kwedufiles.com/13physics>

\* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الحادي عشر العلمي في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

<https://www.kwedufiles.com/13physics2>

\* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الحادي عشر العلمي اضغط هنا

<https://www.kwedufiles.com/grade13>

[bot\\_kwlinks/me.t//:https](https://t.me/bot_kwlinks)

للحصول على جميع روابط الصفوف على تلغرام وفيسبوك من قنوات وصفحات: اضغط هنا

الروابط التالية هي روابط الصف الحادي عشر العلمي على مواقع التواصل الاجتماعي

مجموعة الفيسبوك

صفحة الفيسبوك

مجموعة التلغرام

بوت التلغرام

قناة التلغرام

رياضيات على التلغرام

# مذكرات البلاطي في

الفيزياء - الصف الحادي عشر  
الفترة الدراسية الثانية

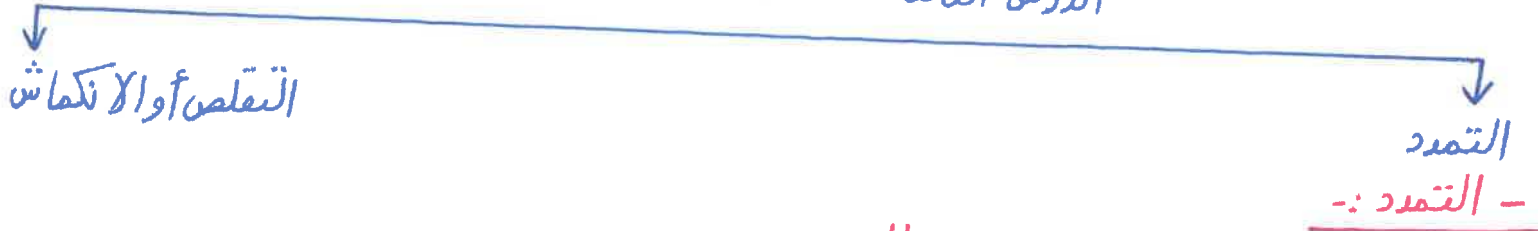
الدرس الثالث  
التمدد الحراري

إعداد: محمد البلاطي

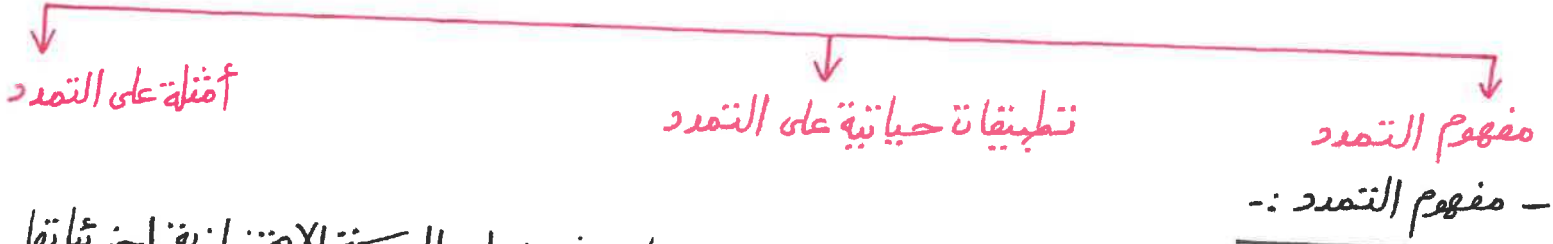
2020-2019

## - الدرس الثالث :- التمدد الحراري :-

### الدرس الثالث :- التمدد الحراري



### التمدد

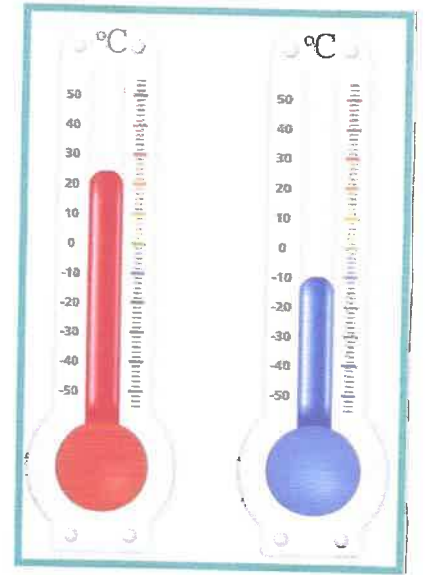
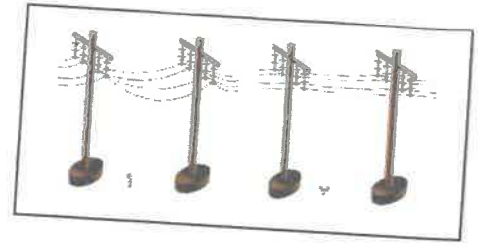
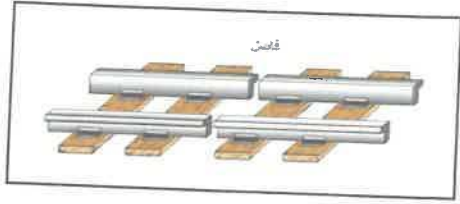


- هو الحالة الناتجة عند ارتفاع درجة حرارة مادة ما حيث تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئاتها مما يؤدي إلى تباعد الجزيئات أثناء هذا الانحياز .  
- تطبيقات حياتية على التمدد :-

- من التطبيقات الحياتية على التمدد الآتي :-

- ١- تترك أسلاك الهاتف والكهرباء مرتخية عندما تُمد في الطرق ويُفضل أن تُمد خلال فصل الشتاء وهي مرتخية ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .
- ٢- يُفضل ترك مسافات بين قضبان السكك الحديدية ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .
- ٣- تُبنى الجسور بحيث ترتكز على طرف مثبت ويُترك الطرف الآخر حر الحركة ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .
- ٤- تُوضع فواصل معدنية على جانبي الطرق ويُترك فيها مسافات ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .
- ٥- يُستخدم الرُبْق في صناعة الترمومترات لأنَّه حسَّاس في التأثر بالحرارة لذلك يتمدد ويتكسَّر بسهولة .
- ٦- يستخدم أطباء الأسنان مواد لها مقدار تمدد مادة مينا الأسنان عند حشو الأسنان لتتمدد وتتكسَّر بنفس المعدل ولا يبيق الحشو .
- ٧- محركات السيارة المصنوعة من الألمنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد للسماح بالتمدد الكبير للألمنيوم .
- ٨- يُراعى أن يكون معدل تمدد حديد التسليح المستخدم في الأسمنت المسلح مساوياً لمعدل تمدد الأسمنت للسماح بالتمدد المناسب كالآتي :-





- أقلية على التمدد :-

أقلية على التمدد

التمدد في السوائل

التمدد في الأجسام الصلبة  
- التمدد في الأجسام الصلبة :-

التمدد في الأجسام الصلبة

مفهوم التمدد في الأجسام الصلبة      تطبيقات حياتية على التمدد في الأجسام الصلبة      أنواع التمدد في الأجسام الصلبة

## - مفهوم التمدد في الأجسام الصلبة :-

- هو الحالة الناتجة عند ارتفاع درجة حرارة جسم صلب ما حيث تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئاتها مما يؤدي إلى تباعد الجزيئات أثناء هذا الاهتزاز .
- التمدد في الأجسام الصلبة أقل من التمدد في السوائل والتمدد في السوائل أقل من التمدد في الغازات .

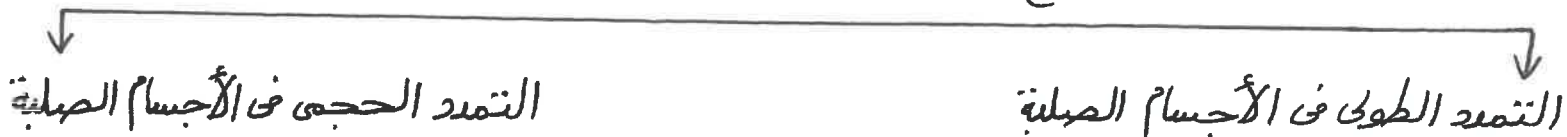
محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات معهد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

- عند رفع درجة حرارة مادة ما ينتج الآتي :-
- ١- تزداد الطاقة الحركية للجزيئات .
- ٢- يزداد معدل التصادم بين الجزيئات .
- ٣- تزداد المسافات البينية بين الجزيئات .
- ٤- يزداد طول أو حجم المادة في جميع الاتجاهات .
- تطبيقات حياتية على التمدد في الأجسام الصلبة :-

- من التطبيقات الحياتية على التمدد في الأجسام الصلبة الآتي :-
- ١- تترك فراغات وفواصل صغيرة عند بناء الجسور أو بين أخداع الجسور المعدنية وتترك فواصل بين أخداع البلاط بالأرض تملأ بمادة مطاطية حتى تسمح بتمدد أقسام الجسر وأخداع البلاط في فصل الصيف أي حتى يُدعى عمليات التمدد والانكماش عند تغير درجة الحرارة .
- ٢- يُدعى طبيب الأسنان أن يكون معاملة تمدد مينيا الأسنان مساوي لمعامل تمدد حشوا الأسنان حتى يُدعى عمليات التمدد والانكماش عند تغير درجة الحرارة .
- ٣- يُدعى المهندسون المدنيون أن يكون معاملة تمدد الحديد مساوي لمعامل تمدد الأسمنت حتى يُدعى عمليات التمدد والانكماش عند تغير درجة الحرارة .
- ٤- عند إنشاء الجسر أحد طرفيه يكون مثبت بالأرض والثاني حر على عجلان حتى يُدعى عمليات التمدد والانكماش عند تغير درجة الحرارة .
- ٥- القطر الداخلي لمحركات السيارات المصنوعة من الألمنيوم أقل من المصنوعة من الحديد لمراعاة التمدد الكبير للألمنيوم عن الحديد عند رفع درجة الحرارة .
- ٦- توجد بعض المواد الغير قابلة للتمدد عند رفع درجة حرارتها مثل زجاج الأفران وعدسات ومرايا التلسكوبات والأواني الحرارية أي البيركس الحراري .
- أنواع التمدد في الأجسام الصلبة :-

### أنواع التمدد في الأجسام الصلبة



## - التمدد الطولي في الأجسام الصلبة :-

### التمدد الطولي في الأجسام الصلبة

- مفهوم التمدد الطولي في الأجسام الصلبة
- مفهوم معامل التمدد الطولي في الأجسام الصلبة
- تطبيقات حياتية على التمدد الطولي في الأجسام الصلبة
- مفهوم التمدد الطولي في الأجسام الصلبة :-
- لا نستنتاج مفهوم التمدد الطولي في الأجسام الصلبة يمكننا إجراء الأنشطة العملية الآتية :-

نشاط عمل :-

الأدوات :-

١- ساق طولها  $(L_i)$  .

٢- مسطرة .

٣- ترمومتر .

التجربة :-

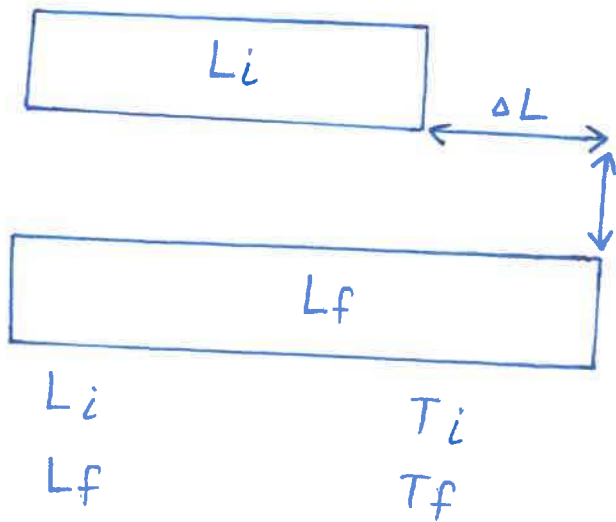
نحضر ساق طولها  $(L_i)$  عند درجة حرارة  $(T_i)$  ثم نقوم بتسخينه إلى درجة حرارة  $(T_f)$  .

الملاحظة أو المشاهدات :-

يزداد طول الساق ليصبح  $(L_f)$  .

الاستنتاج :-

زيادة درجة حرارة الجسم الصلب يزداد التمدد الطولي ويمكن حساب مقدار التغير في الطول أو الزيادة في الطول أو التمدد الطولي  $(\Delta L)$  وحساب مقدار التغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة  $(\Delta T)$  كالآتي :-



$$\Delta L = L_f - L_i$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

نشاط عمل :-

الأدوات :-

١- ساقان من الحديد رقم (١) ورقم (٢) متساويان في الطول طولهما (L) .

٢- مسطرة .

٣- ترمومتر .

التجربة :-

١- نقوم بتسخين الساق رقم (١) في درجة حرارة من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $100^{\circ}\text{C}$  .

٢- نقوم بتسخين الساق رقم (٢) في درجة حرارة من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $50^{\circ}\text{C}$  .

الملاحظة أو المشاهدة :-

نلاحظ أنّ الساق رقم (١) يتصد أكثر من الساق رقم (٢) لأنّ فرق درجات الحرارة ( $\Delta T$ ) أكبر في

حالة الساق رقم (١)

الاستنتاج :-

زيادة التغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة ( $\Delta T$ ) يزداد التمدد الطولي ( $\Delta L$ ) كالتالي :-

ساق رقم (٢)

حديد (L)

$$T_i = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 50^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 30^{\circ}\text{C}$$

ساق رقم (١)

حديد (L)

$$T_i = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta L \propto \Delta T$$

نشاط عمل :-

الأدوات :-

١- ساقان من الحديد رقم (١) ورقم (٢) مختلفين في الطول طول الساق رقم (١) (2L) وطول الساق

رقم (٢) (L) .

٢- مسطرة .

٣- ترمومتر .

التجربة :-

نسخن الساقين رقم (١) ورقم (٢) بنفس مقدار الزيادة في درجة الحرارة قتلاً من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $100^{\circ}\text{C}$  .

الملاحظة أو المشاهدة :-

نلاحظ أنّ الساق الأطول رقم (١) يتصد أكثر من الساق الأقصر رقم (٢) لأنّ الساق الأصلي أي قبل التسخين أكبر .

الاستنتاج :-

زيادة الطول الأصلي للجسم الصلب ( $L_i$ ) يزداد التمدد الطولي ( $\Delta L$ ) كالاتي :-

ساق رقم (٢)

حديد ( $L$ )

$$T_i = 20^\circ \text{C}$$

$$T_f = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta T = 80^\circ \text{C}$$

ساق رقم (١)

حديد ( $2L$ )

$$T_i = 20^\circ \text{C}$$

$$T_f = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta T = 80^\circ \text{C}$$

$$\Delta L \propto L_i$$

$$\Delta L \propto \Delta T$$

$$\Delta L \propto L_i \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

- التمدد الطولي في الأجسام الصلبة يحدث عند رفع درجة حرارة الجسم الصلب وينتج عنه تغير في الطول الأصلي للجسم ويتناسب طردياً مع الطول الأصلي للجسم والتغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة ويُرمز له بالرمز ( $\Delta L$ ) ويُقاس بوحدة المتر ( $m$ ) ويُعبر عنه رياضياً كالاتي :-

معامل التمدد

الطولي  
 $^\circ \text{C}^{-1}$

التغير في درجة الحرارة

أو فرق درجات الحرارة  
( $T_f - T_i$ )  
 $^\circ \text{C}$  or  $K$

$\text{cm} \times 10^{-2} \rightarrow m$   
 $\text{mm} \times 10^{-3} \rightarrow m$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T = L_f - L_i$$

التمدد الطولي

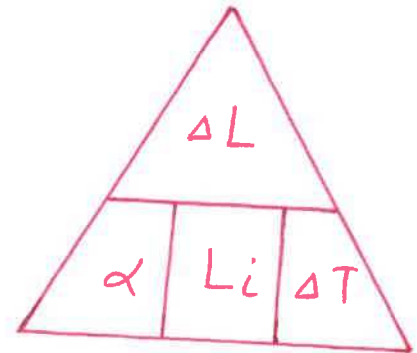
أو التغير في الطول  
أو الزيادة في الطول  
 $m$

الطول

الأصلي  
للجسم  
 $m$

الطول

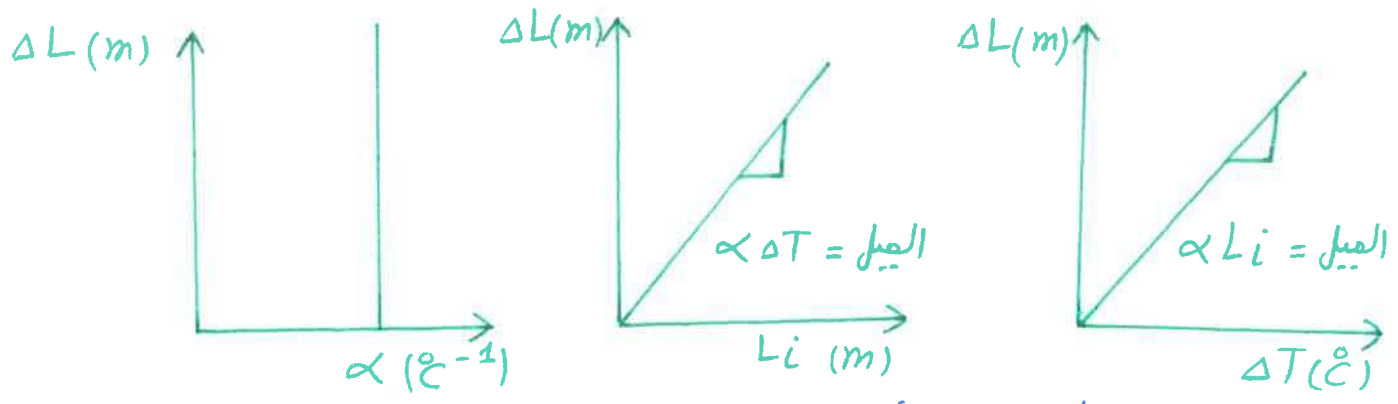
الجديد  
 $m$



- العوامل التي يتوقف عليها التمدد الطولي ( $\Delta L$ ) الآتي :-

- ١- نوع المادة .
- ٢- الطول الأصلي للجسم ( $L_i$ ) .
- ٣- التغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة ( $\Delta T$ ) .



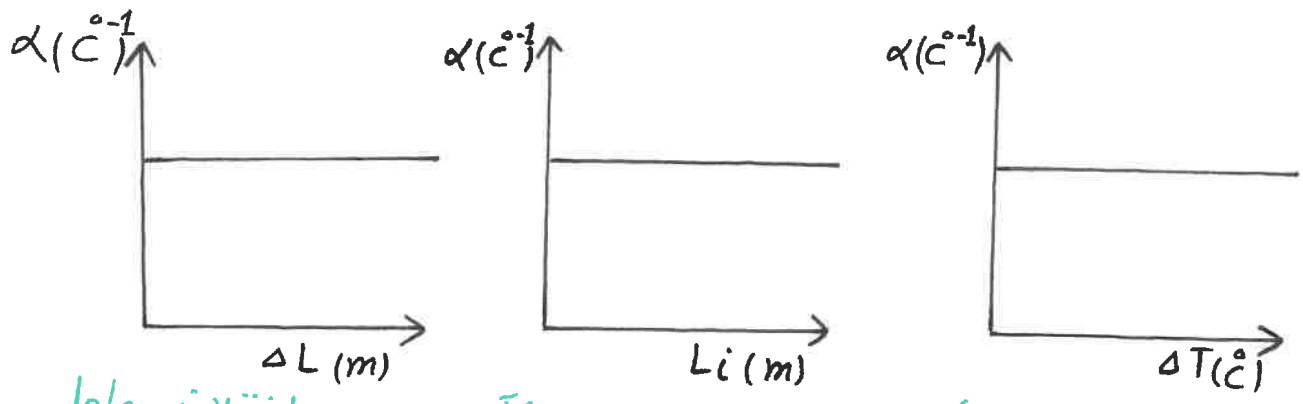


- مفهوم معامل التمدد الطولي في الأجسام الصلبة :-

- هو مقدار التغير في وحدة الطول من المادة عند رفع درجة حرارتها درجة واحدة سيليزية ويُرمز له بالرمز  $(\alpha)$  ويُقاس بوحدة سيليزيوس  $(^{\circ}\text{C}^{-1})$  ويُعبر عنه رياضياً كالآتي :-

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_i \Delta T}$$

- العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الطولي في الأجسام الصلبة  $(\alpha)$  نوع المادة فقط .



- يختلف مقدار التمدد الطولي للأجسام الصلبة من جسم لآخر بسبب اختلاف معامل التمدد الطولي أو الخطي حيث أنّ إذا كان معامل التمدد الطولي أو الخطي مقدار كبير تتمدد أكثر وتتكشف أكثر وإذا كان مقدار صغير تتمدد أقل وتتكشف أقل .  
- هناك بعض المواد مقاومة للتمدد الحراري لأنّها لها معامل تمدد طولي صغير جداً مثل زجاج التليسكوبات وزجاج الأفران .

- عند تسخين أجزاء من الزجاج بصورة أكبر من الأجزاء الأخرى يتمدد هذا الجزء بصورة أكبر وبالتالي يحدث شقوق في الزجاج وينكسر .

- المقصود بمعامل التمدد الطولى للحديد يساوى  $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  أى أنّ مقدار التغير فى وحدة الأطوال من الحديد عند رفع درجة حرارتها درجة واحدة سيليزية يساوى  $36 \times 10^{-6} \text{ m}$ .
- تطبيقات حياتية على التمدد الطولى فى الأجسام الصلبة :-

تطبيقات حياتية على التمدد الطولى فى الأجسام الصلبة

المزدوجة الحرارية

- المزدوجة الحرارية :-

المزدوجة الحرارية

- مفهوم المزدوجة الحرارية
- أمثلة على المزدوجة الحرارية
- استخدامات المزدوجة الحرارية

- مفهوم المزدوجة الحرارية :-

- هى عبارة عن شريط مكون من معدنيين مختلفين فى معامل التمدد الطولى أو الخلى.

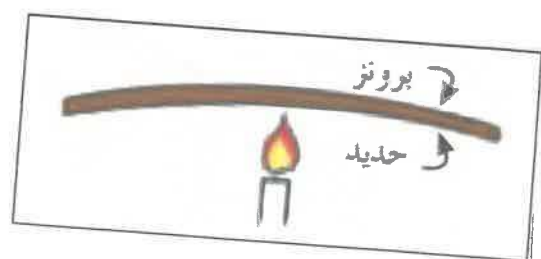
- أمثلة على المزدوجة الحرارية :-

- مثل شريط مصنوع من الحديد والبرونز حيث أنّ معامل التمدد الطولى أو الخلى للحديد  $(\alpha_{\text{حديد}})$  أقل من معامل التمدد الطولى للبرونز  $(\alpha_{\text{برونز}})$   $(\alpha_{\text{برونز}} < \alpha_{\text{حديد}})$  كالاتى :-

١- عند درجة حرارة الغرفة يكون طول البرونز مساوى للحديد كالاتى :-

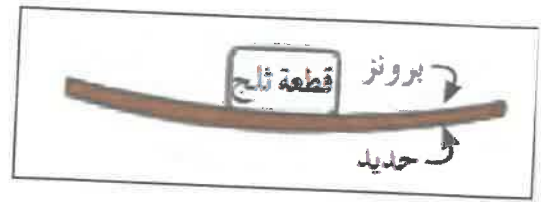


٢- عند التسخين فإنّ البرونز يتمدد أكثر من الحديد لذلك تنحني المزدوجة ناحية الحديد كالاتى :-



9

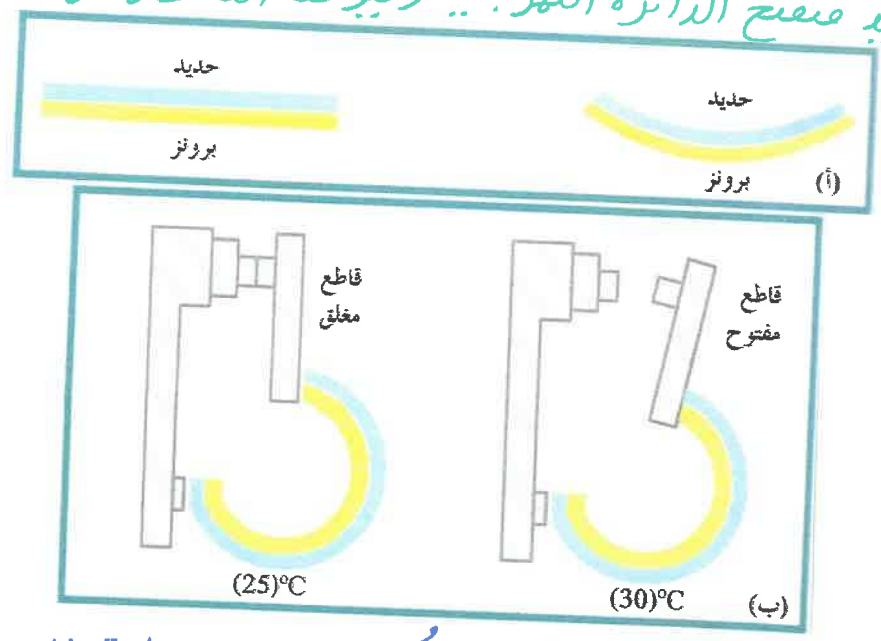
٣- عند التبريد يتكثش البرونز أكثر من الحديد لذلك تنحني المزدوجة ناحية البرونز كالآتي :-



### - استخدامات المزدوجة الحرارية :-

- من استخدامات المزدوجة الحرارية الآتي :-

- ١- تستخدم في صناعة الصمامات أو تشغيل مفتاح كهربائي .
- ٢- تستخدم في صناعة الترموستات داخل أجهزة المكيفات والثلاجات .
- ٣- تستخدم في صناعة الترموستات أو منظم الحرارة داخل سخانات المياه لأنه عندما يكون جو الغرفة شديد البرودة تنحني المزدوجة باتجاه شريط البرونز فتغلق الدائرة الكهربائية للسخان لتدفئة الغرفة وعندما تصبح درجة الحرارة مرتفعة تنحني المزدوجة في اتجاه الحديد فتفتح الدائرة الكهربائية ويتوقف السخان عن العمل كالآتي :-



### مثال :-

- ساق من الألمنيوم طوله 55cm عند 25°C رفعت درجة حرارته إلى 280°C فأحسب مقدار التغير في طول الساق إذا علمت أن معامل التمدد الطولي للألمنيوم يساوي  $24 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

### الحل :-

$$L_i = 55 \text{ cm} = 55 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$T_i = 25^\circ\text{C}$$

$$T_f = 280^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 24 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

10.

$$\Delta L = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T = \alpha L_i (T_f - T_i) = (24 \times 10^{-6}) \times (55 \times 10^{-2}) \times (280 - 25) = 3.36 \times 10^{-3} \text{ m}.$$

مثال :-

- ساق من الحديد طوله 50 cm عند درجة حرارة 20 °C رُفعت درجة حرارته إلى 100 °C فأصبح طوله 50.068 cm فأحسب الآتي :-
- 1- التغير في طول الساق أو التمدد الطولي .
  - 2- معامل التمدد الطولي لمادة الساق .

الحل :-

$$L_i = 50 \text{ cm} = 50 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_f = 50.068 \text{ cm} = 50.068 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Delta L = ?$$

$$\Delta L = L_f - L_i = (50.068 \times 10^{-2}) - (50 \times 10^{-2}) = 0.068 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\alpha = ?$$

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_i \Delta T} = \frac{\Delta L}{L_i (T_f - T_i)} = \frac{0.068 \times 10^{-2}}{(50 \times 10^{-2}) \times (100 - 20)} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}.$$

مثال :-

- سلك من الذهب طوله 10 m عند درجة حرارة 30 °C فإذا كان معامل التمدد الخطي للذهب يساوي  $14 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  أحسب درجة الحرارة اللازم تسخينه إليها ليزداد طوله بمقدار 7 mm .

الحل :-

$$L_i = 10 \text{ m}$$

$$T_i = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 14 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta L = 7 \text{ mm} = 7 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$T_f = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_i (T_f - T_i)$$

$$(7 \times 10^{-3}) = (14 \times 10^{-6}) \times (10) \times (T_f - 30)$$

$$T_f = 80^\circ \text{C}.$$

مثال :-

- سلك نحاسي طوله 20 m في درجة  $100^\circ \text{C}$  أحسب درجة الحرارة اللازمة ليزداد طول السلك بمقدار  $6 \times 10^{-2} \text{ m}$  علماً بأن معامل التمدد الخطي للنحاس يساوي  $17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

الحل :-

$$L_i = 20 \text{ m}$$

$$T_i = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta L = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_f = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_i (T_f - T_i)$$

$$(6 \times 10^{-2}) = (17 \times 10^{-6}) \times (20) \times (T_f - 100)$$

$$T_f = 276.47^\circ \text{C}.$$

مثال :-

- قضيب من النحاس طوله 100 cm عند  $22^\circ \text{C}$  فإذا كان معامل التمدد الخطي للنحاس يساوي  $17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  أحسب الطول الذي يصل إليه عندما ترتفع درجة حرارته إلى  $240^\circ \text{C}$ .

الحل :-

$$L_i = 100 \text{ cm} = 100 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$T_i = 22^\circ \text{C}$$

$$T_f = 240^\circ \text{C}$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$L_f = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

$$L_f - L_i = \alpha L_i (T_f - T_i)$$



$$L_f - (100 \times 10^{-2}) = (17 \times 10^{-6}) \times (100 \times 10^{-2}) \times (240 - 22)$$

$$L_f = 100.3706 \times 10^{-2} \text{ m.}$$

مثال :-

- يُصنع السخان الكهربائي بواسطة قضيب من النحاس طوله 5 m أحسب طول القضيب عندما ترتفع درجة حرارته 5°C علمًا بأن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي  $17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

الحل :-

$$L_i = 5 \text{ m}$$

$$\Delta T = 5^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$L_f = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

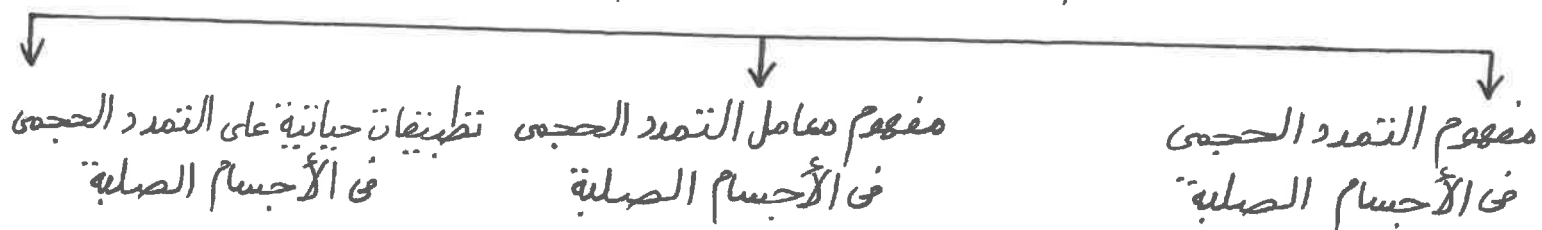
$$L_f - L_i = \alpha L_i \Delta T$$

$$L_f - (5) = (17 \times 10^{-6}) \times (5) \times (5)$$

$$L_f = 5.0004525 \text{ m.}$$

- التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة :-

التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة



- مفهوم التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة :-

- لا نستحتاج مفهوم التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة يمكننا إجراء النشاط العملي الآتي :-

نشاط عمل :-

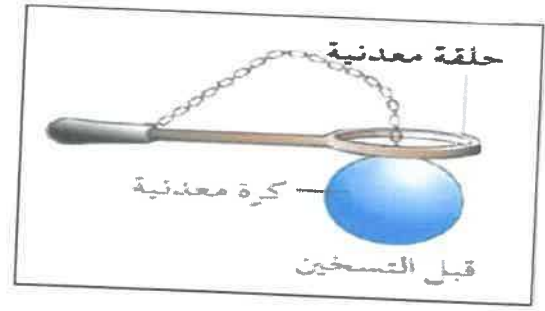
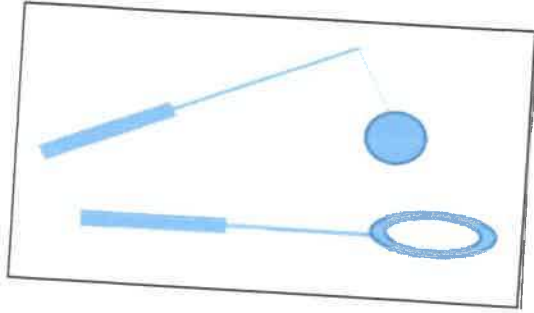
الأدوات :-

١- كرة معدنية .

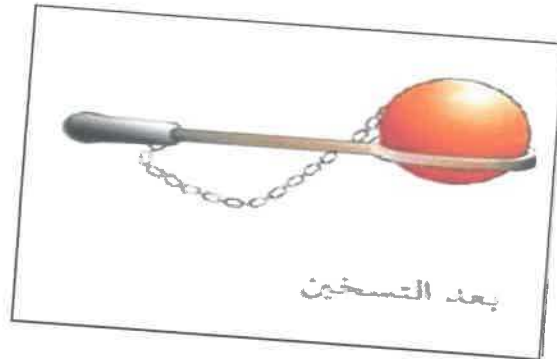
٢- حلقة معدنية .

٣- موقد لهب أو شمعة .

التجربة :-  
 نحاول إدخال الكرة في الحلقة في درجة حرارة الغرفة ثم نقوم بتسخين الكرة  
 ونحاول إدخالها في الحلقة مرة أخرى .  
 الملاحظة أو المشاهدة :-  
 ١- عند درجة حرارة الغرفة نلاحظ أنّ الكرة تدخل الحلقة بسهولة كالآتي :-



٢- عند تسخين الكرة نلاحظ أنّ الكرة لا تستطيع الدخول إلى الحلقة كالآتي :-



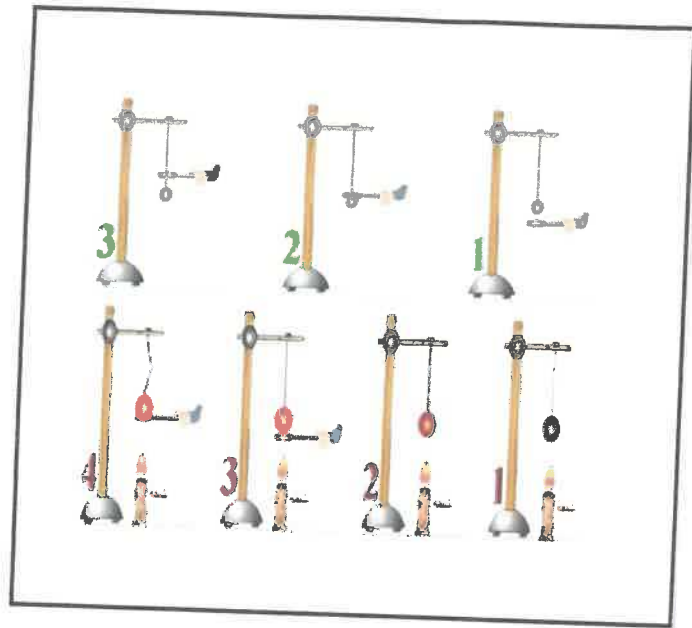
الاستنتاج :-  
 ١- حجم الكرة يزداد نتيجة التسخين .  
 ٢- بزيادة الحجم الأصلي للجسم ( $V_i$ ) يزداد التمدد الحجمي ( $\Delta V$ ) .  
 ٣- بزيادة التغير في درجة الحرارة أو فوق درجات الحرارة ( $\Delta T$ ) يزداد التمدد الحجمي ( $\Delta V$ ) كالآتي :-

$$\Delta V \propto V_i$$

$$\Delta V \propto \Delta T$$

$$\Delta V \propto V_i \Delta T$$

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T$$



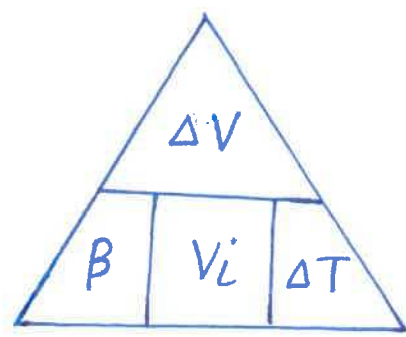
- التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة يحدث عند رفع درجة حرارة الجسم الصلب و ينتج عنه تغير في الحجم الأصلي للجسم وتناسب طردياً مع الحجم الأصلي للجسم والتغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة ويرمز له بالرمز  $(\Delta V)$  ويُقاس بوحدة المتر  $(m^3)$  أو السنتيمتر  $(cm^3)$  أو المليلتر  $(mL)$  أو اللتر  $(L)$  و يُعبر عنه رياضياً كالاتي :-

التغير في درجة الحرارة  
أو فرق درجات الحرارة  
معامل التمدد الحجمي

$\Delta V = \beta V_i \Delta T$   
↑ الحجم الأصلي للجسم  $m^3$  or  $cm^3$  or  $ml$  or  $L$   
↑ التمدد الحجمي أو التغير في الحجم أو الزيادة في الحجم  $m^3$  or  $cm^3$  or  $ml$  or  $L$

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

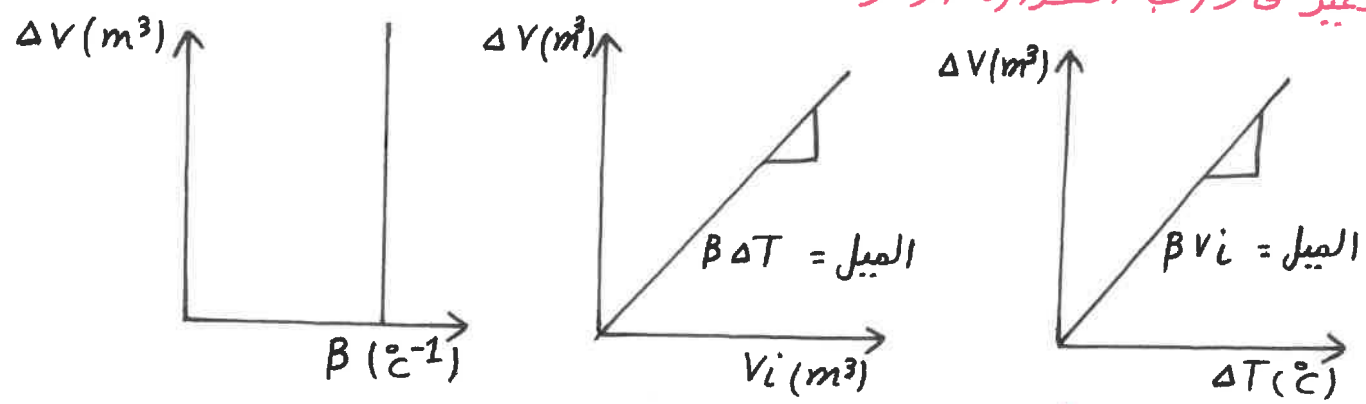
محمد البلاطي  
970523357



حجم المكعب = الطول x العرض x الارتفاع (الطول = العرض = الارتفاع)  
حجم متوازي الأضلاع = الطول x العرض x الارتفاع (الطول ≠ العرض ≠ الارتفاع)  
حجم الكرة =  $\frac{4}{3} \pi r^3$

العوامل التي يتوقف عليها التمدد الحجمي ( $\Delta V$ ) الآتي :-

- ١- نوع المادة .
- ٢- الحجم الأصلي للجسم ( $V_i$ ) .
- ٣- التغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة ( $\Delta T$ ) .

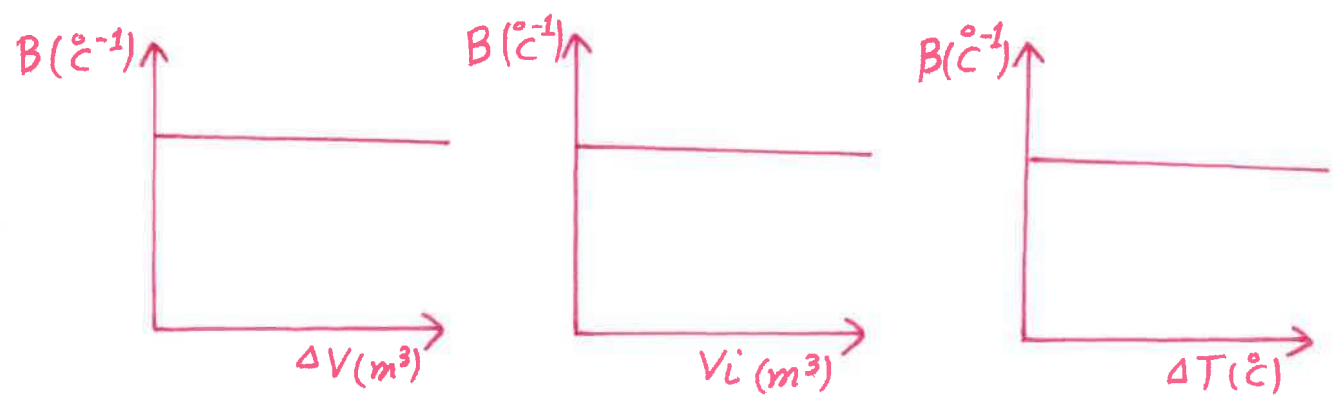


مفهوم معامل التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة :-

هو مقدار الزيادة في وحدة الحجم من المادة عند رفع درجة حرارتها درجة سيليزية واحدة ويرمز له بالرمز ( $\beta$ ) ويُقاس بوحدة سيليزيوس ( $^{\circ}C^{-1}$ ) ويُعبر عنه رياضياً كالآتي :-

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_i \Delta T} = 3\alpha$$

العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة ( $\beta$ ) نوع المادة فقط .



المقصود بمعامل التمدد الحجمي للنحاس يساوي  $29 \times 10^{-5} ^{\circ}C^{-1}$  أي أن مقدار الزيادة في وحدة الحجم من النحاس عند رفع درجة حرارتها درجة واحدة سيليزية يساوي  $29 \times 10^{-5} m^3$  ومعامل التمدد الطولي ( $\alpha$ ) ومعامل التمدد الحجمي ( $\beta$ ) يختلفان من مادة إلى أخرى وثابتان للمادة الواحدة ويمكن توضيح معامل التمدد الطولي ( $\alpha$ ) ومعامل التمدد الحجمي ( $\beta$ ) لعدد من المواد كالآتي :-

المادة	$\alpha (10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1})$	$\beta (10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1})$
الألومنيوم	23.1	69
النحاس	17	51
الزجاج	8.5	25.5
الذهب	14	42
البرونز	20	60
الحديد	11.8	33.3
الرصاص	29	87

- تطبيقات حياتية على التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة :-

- تطبيقات كثيرة في الآلات الميكانيكية في المصانع .

مثال :-

- يُسخّن مكعب من الحديد فترتفع درجة حرارته من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $1000^{\circ}\text{C}$  أحسب الآتي :-

- 1- معامل التمدد الحجمي للحديد علماً بأن حجمه يساوي  $100\text{ cm}^3$  عند درجة  $20^{\circ}\text{C}$  و  $\Delta V = 3.3\text{ cm}^3$  .
- 2- معامل التمدد الطولي للحديد .

الحل :-

$$T_i = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 1000^{\circ}\text{C}$$

$$V_i = 100\text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 3.3\text{ cm}^3$$

$$\beta = ?$$

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T$$

$$\Delta V = \beta V_i (T_f - T_i)$$

$$(3.3) = \beta \times (100) \times (1000 - 20)$$

$$\beta = 3.36 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\alpha = ?$$

$$\beta = 3\alpha$$

$$(3.36 \times 10^{-5}) = (3) \times \alpha$$

$$\alpha = 1.12 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة



IV

مثال :-

- يبلغ طول نصف قطر كرة حديدية 3 cm عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  ومعامل التمدد الحجمي للحديد يساوي  $33.3 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  أحسب الحجم النهائي للكرة عندما تصل درجة حرارتها  $15^{\circ}\text{C}$ .

الحل :-

$$r = 3 \text{ cm}$$

$$T_i = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 15^{\circ}\text{C}$$

$$\beta = 33.3 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$V_f = ?$$

$$V_i = \frac{4}{3} \pi r^3 = \left(\frac{4}{3} \pi\right) \times (3)^3 = 113.04 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T$$

$$V_f - V_i = \beta V_i (T_f - T_i)$$

$$V_f - (113.04) = (33.3 \times 10^{-6}) \times (113.04) \times (15 - 20)$$

$$V_f = 113.02 \text{ cm}^3.$$

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

مثال :-

- كرة من النحاس حجمها  $60 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$  سُخِنَتْ حتى  $75^{\circ}\text{C}$  إذا علمت أن معامل التمدد الخطي للنحاس يساوي  $17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  أحسب الآتي :-

- ١- معامل التمدد الحجمي للنحاس .
- ٢- حجم الكرة بعد تسخينها .

الحل :-

$$V_i = 60 \text{ cm}^3$$

$$T_i = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 75^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\beta = ?$$

$$\beta = 3 \alpha = (3) \times (17 \times 10^{-6}) = 51 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$V_f = ?$$

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T$$

$$V_f - V_i = \beta V_i (T_f - T_i)$$

-٢

$$V_f - (60) = (51 \times 10^{-6}) \times (60) \times (75 - 25)$$

$$V_f = 60.153 \text{ cm}^3.$$

مثال :-

- مكعب من الحديد طول ضلعه  $10 \text{ cm}$  في درجة حرارة  $27^\circ \text{C}$  إذا سُخن إلى  $137^\circ \text{C}$  ومعامل التمدد الخطي للحديد يساوي  $11.8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  أحسب الآتي :-

- ١- معامل التمدد الحجمي للحديد .
- ٢- مقدار الزيادة في حجم المكعب .

الحل :-

$$L = 10 \text{ cm}$$

$$T_i = 27^\circ \text{C}$$

$$T_f = 137^\circ \text{C}$$

$$\alpha = 11.8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta = ?$$

$$\beta = 3\alpha = (3) \times (11.8 \times 10^{-6}) = 35.4 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V = ?$$

$$V_i = L \times L \times L = (10) \times (10) \times (10) = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T = \beta V_i (T_f - T_i) = (35.4 \times 10^{-6}) \times (1000) \times (137 - 27) = 3.894 \text{ cm}^3.$$

مثال :-

- ترتفع درجة حرارة مكعب من الألمنيوم بمقدار  $20^\circ \text{C}$  فيُصبح حجمه  $1001.38 \text{ cm}^3$  أحسب الحجم الأساسي لهذا المكعب علماً بأن معامل التمدد الحجمي للألمنيوم يساوي  $69 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

الحل :-

$$\Delta T = 20^\circ \text{C}$$

$$V_f = 1001.38 \text{ cm}^3$$

$$\beta = 69 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_i = ?$$

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T$$

$$V_f - V_i = \beta V_i \Delta T$$

$$(1001.38) - V_i = (69 \times 10^{-6}) \times V_i \times (20)$$

$$V_i = 1000 \text{ cm}^3.$$

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

- رصيف جانبي للمشاة مصنوع من نوع خاص من الخرسانة وعلى شكل قطعة واحدة طولها 50 m فإذا لوحظ أنّ طولها يزداد بمقدار 0.0015 m عندما ترتفع درجة حرارتها من 8 °C إلى 40.3 °C أحسب الآتي :-

١- معامل التمدد الطولي أو الخلي للخرسانة .

٢- معامل التمدد الحجمي للخرسانة .

الحل :-

-١

$$L_i = 50 \text{ m}$$

$$\Delta L = 0.0015 \text{ m}$$

$$T_i = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 40.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_i (T_f - T_i)$$

$$(0.0015) = \alpha \times (50) \times (40.3 - 8)$$

$$\alpha = 9.2 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta = ?$$

$$\beta = 3\alpha = (3) \times (9.2 \times 10^{-7}) = 2.78 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

-٢

مثال :-

- ليّن طول ساق نحاسي عند درجة 20 °C يساوي 3 m أحسب الآتي :-

١- تغيير الطول عندما ترتفع درجة حرارته إلى 40 °C علماً بأنّ معامل التمدد الطولي لهذا الساق  $17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  .

٢- معامل التمدد الحجمي .

الحل :-

-١

$$T_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$L_i = 3 \text{ m}$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta L = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T = \alpha L_i (T_f - T_i) = (17 \times 10^{-6}) \times (3) \times (40 - 20) = 1.02 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\beta = ?$$

$$\beta = 3\alpha = (3) \times (17 \times 10^{-6}) = 51 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

مثال :-

- تتكون سكة حديد من قضبان فولاذية طول كل واحد منها 12.2 m يمتد كل قضيب بمقدار 2.379 mm عندما ترتفع درجة حرارة الفولاذ بمقدار  $15^\circ\text{C}$  أحسب الآتي :-
- 1- معامل التمدد الطولي للفولاذ .
  - 2- معامل التمدد الحجمي للفولاذ .

الحل :-

$$L_i = 12.2 \text{ m}$$

$$\Delta L = 2.379 \text{ mm} = 2.379 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta T = 15^\circ\text{C}$$

$$\alpha = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

$$(2.379 \times 10^{-3}) = \alpha \times (12.2) \times (15)$$

$$\alpha = 13 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta = ?$$

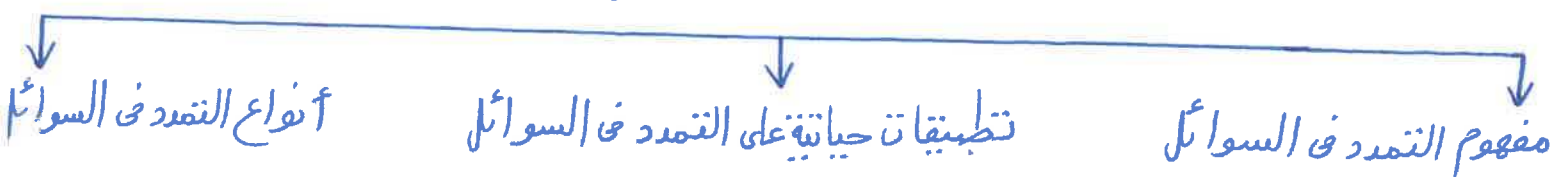
$$\beta = 3\alpha = (3) \times (13 \times 10^{-6}) = 39 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

- التمدد في السوائل :-

التمدد في السوائل



- مفهوم التمدد في السوائل :-

- هو الحالة الناتجة عند ارتفاع درجة حرارة سائل ما حيث تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئاته مما يؤدي إلى تباعد الجزيئات أثناء هذا الاهتزاز .
- يكون التمدد في السوائل أكبر بكثير من التمدد في الأجسام الصلبة يعود السبب في ذلك إلى المسافات البينية الكبيرة بين جزيئات السوائل والمسافات البينية الصغيرة بين جزيئات الأجسام الصلبة .
- معامل تمدد السوائل يتغير بتغير درجة الحرارة .

- تطبيقات حياتية على التمدد في السوائل :-

- من التطبيقات الحياتية على التمدد في السوائل تمدد جميع السوائل في الطبيعة والحياة البحرية وغيرها .

- أنواع التمدد في السوائل :-

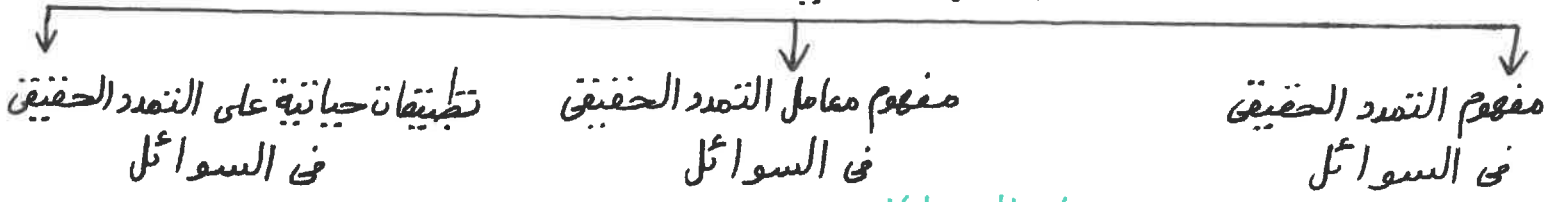
أنواع التمدد في السوائل



التمدد الحقيقي في السوائل

- التمدد الحقيقي في السوائل :-

التمدد الحقيقي في السوائل



مفهوم التمدد الحقيقي في السوائل

مفهوم معامل التمدد الحقيقي في السوائل

تطبيقات حياتية على التمدد الحقيقي في السوائل

- مفهوم التمدد الحقيقي في السوائل :-

- لاستنتاج مفهوم التمدد الحقيقي في السوائل يمكننا إجراء النشاط العملي الآتي :-

نشاط عمل :-

الأدوات :-

١- إناء عياري يحتوى على سائل .

٢- موقد لهب أو شمعة .

التجربة :-

تسخين الإناء لزمان معين .

الملاحظة أو المشاهدة :-

نلاحظ أن منسوب الماء في الإناء ينخفض قليلاً ثم يعود للارتفاع أكثر من الحالة الأولى .

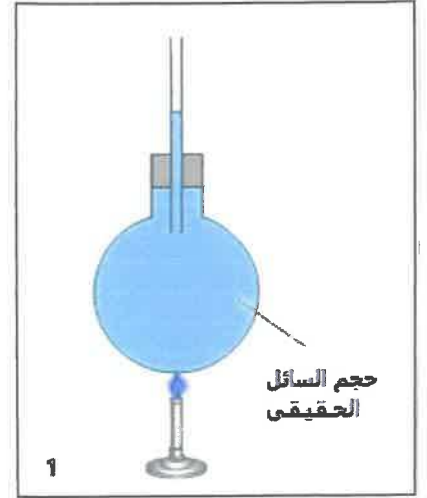
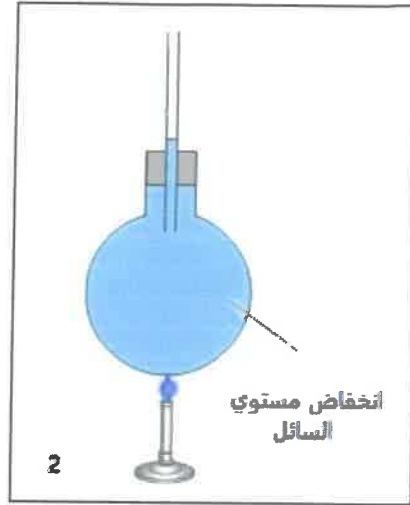
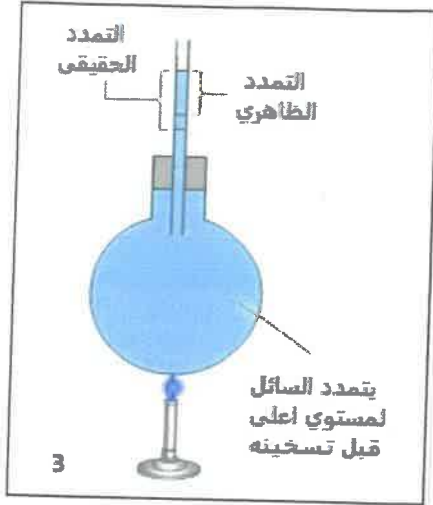
الاستنتاج :-

١- منسوب السائل في الإناء ينخفض قليلاً ثم يعود للارتفاع أكثر من الحالة الأولى يعود السبب في ذلك إلى تمدد الإناء الحاوي للسائل أولاً مما يسبب انخفاض منسوب السائل

ومع تسخين السائل يتمدد أكثر من الإناء لأن تمدد السوائل أكبر من الأجسام الصلبة فيعود منسوب السائل إلى الارتفاع .

٢- عندما يملأ السائل الإناء يكون حجم السائل مساوياً لحجم الإناء الحاوي له ويأخذ شكل الإناء الحاوي له كالاتي :-





- التمدد الحقيقي هو مجموع التمدد الظاهري لسائل وتمدد الإناء ويُرمز له بالرمز  $(\Delta V_r)$  ويُقاس بوحدة المتر<sup>3</sup> ( $m^3$ ) أو السنتيمتر<sup>3</sup> ( $cm^3$ ) أو المليلتر ( $ml$ ) أو اللتر ( $L$ ) ويُعبر عنه رياضياً حالات :-

معامل التمدد  
الحقيقي في  
السوائل  
 $^{\circ}C^{-1}$

التغير في درجة  
الحرارة أو فرق  
درجات الحرارة  
 $(T_f - T_i)$   
 $^{\circ}C$  or  $K$

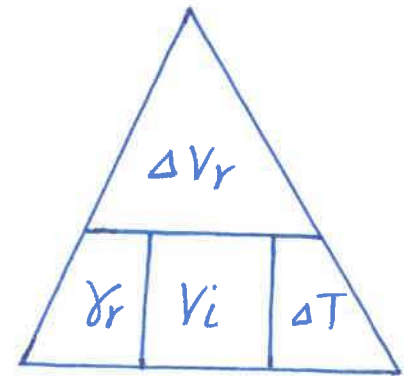
تمدد الإناء  
 $m^3$  or  $cm^3$   
or  $ml$  or  $L$

$$\Delta V_r = \gamma_r V_i \Delta T = \Delta V_a + \Delta V_c$$

التمدد الحقيقي  
في السوائل  
 $m^3$  or  $cm^3$  or  $ml$   
or  $L$

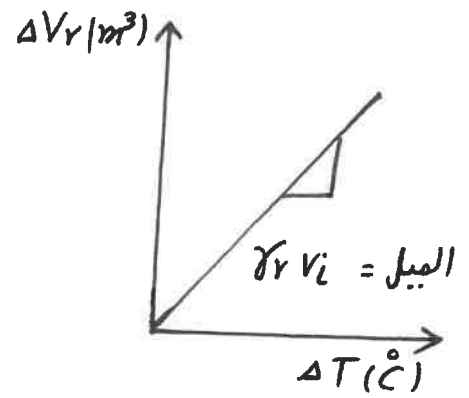
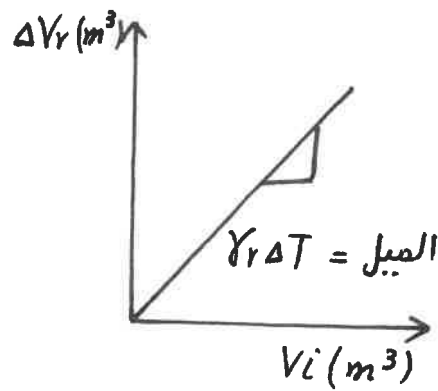
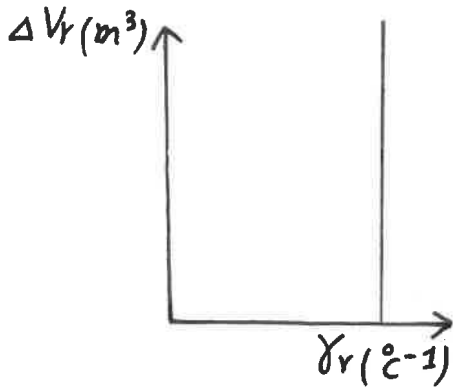
الحجم الأصلي  
للسائل  
 $m^3$  or  $cm^3$  or  $ml$   
or  $L$

التمدد الظاهري  
في السوائل  
 $m^3$  or  $cm^3$  or  $ml$   
or  $L$



- العوامل التي يتوقف عليها التمدد الحقيقي في السوائل  $(\Delta V_r)$  الآتي :-

- ١- نوع المادة .
- ٢- الحجم الأصلي للسائل  $(V_i)$  .
- ٣- التغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة  $(\Delta T)$  .
- ٤- التمدد الظاهري في السوائل  $(\Delta V_a)$  .
- ٥- تمدد الإناء  $(\Delta V_c)$  .



- مفهوم معامل التمدد الحقيقي في السوائل :-

- يُرمز له بالرمز  $(\gamma_r)$  ويُقاس بوحدة سيليزيوس<sup>-1</sup> ( $^\circ C^{-1}$ ) ويُعبر عنه رياضياً كالآتي :-  
معامل التمدد الحجمي للأناء

$$\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_i \Delta T} = \gamma_a + \beta = \gamma_a + 3\alpha$$

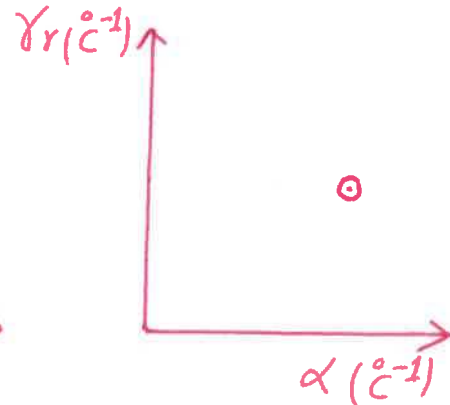
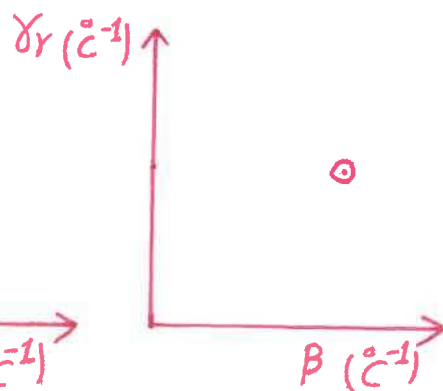
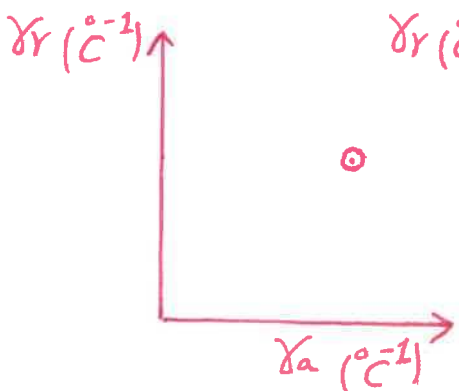
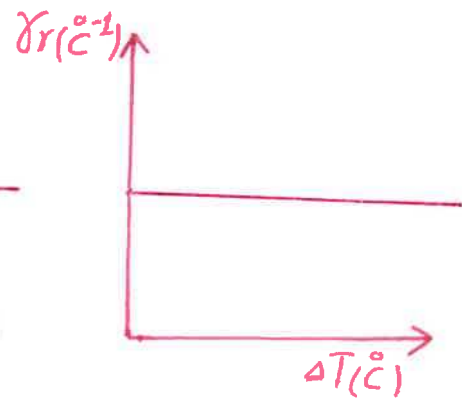
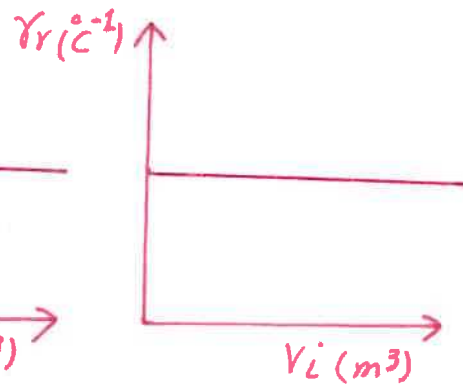
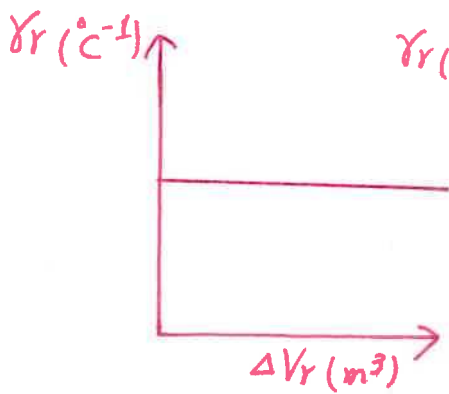
↑  
معامل التمدد الظاهري للسائل  
 $^\circ C^{-1}$

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

- العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الحقيقي في السوائل  $(\gamma_r)$  الآتي :-

- ١- نوع مادة السائل .
- ٢- نوع مادة الإناء .



١٤ - يمكن توضيح معامل التمدد الحقيقي ( $\gamma_r$ ) لعدد من السوائل كالتالي :-

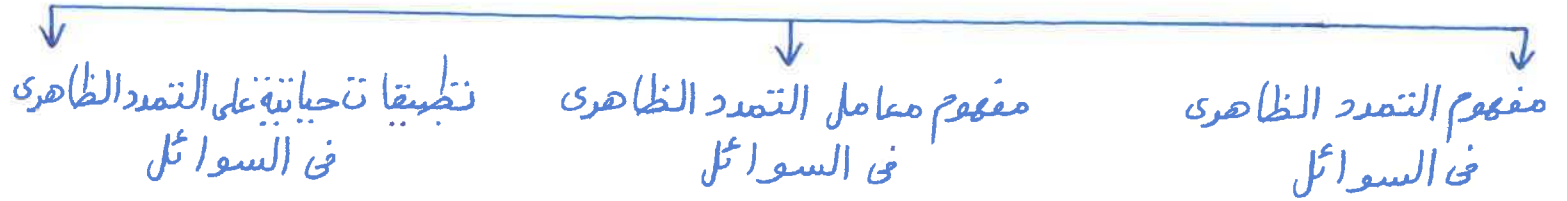
السائل	$\gamma_r (10^{-5})$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) <sup>-1</sup>
الزئبق	18.18
البنزين	121
الكحول	110
حمض الكبريت	57
الكلوروفورم	126
زيت الزيتون	70
الماء (5 - 10 $^{\circ}\text{C}$ )	5.3
الماء (20 - 40 $^{\circ}\text{C}$ )	30.2

- تطبيقات حياتية على التمدد الحقيقي في السوائل :-

- من التطبيقات الحياتية على التمدد الحقيقي في السوائل التمدد في الزجاجات السائلة .

- التمدد الظاهري :-

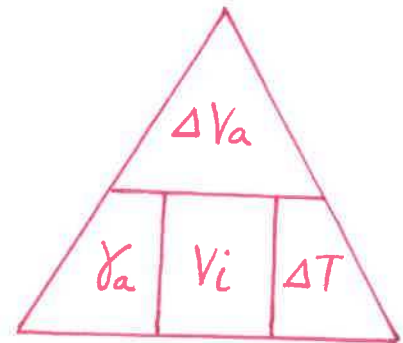
التمدد الظاهري



- مفهوم التمدد الظاهري في السوائل :-

- هو تمدد السائل عندما تعتبر أن الإِئاء لم يتمدد ويرمز له بالرمز ( $\Delta V_a$ ) ويُقاس بوحدة المتر<sup>3</sup> ( $\text{m}^3$ ) أو السنتيمتر<sup>3</sup> ( $\text{cm}^3$ ) أو المليلتر ( $\text{mL}$ ) أو اللتر ( $\text{L}$ ) ويُعبر عنه رياضياً كالتالي :-

$$\Delta V_a = \gamma_a V_i \Delta T = \Delta V_r - \Delta V_c$$

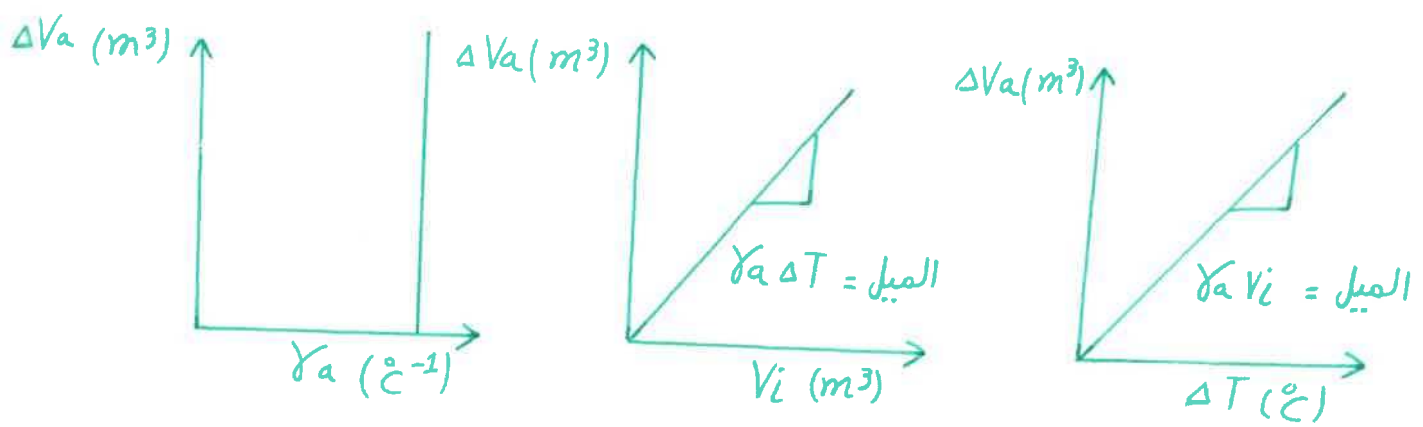


العوامل التي يتوقف عليها التمدد الظاهري في السوائل  $(\Delta V_a)$  كالاتي :-

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

- ١ - نوع المادة .
- ٢ - الحجم الأصلي للسائل  $(V_i)$  .
- ٣ - التغير في درجة الحرارة أو فرق درجات الحرارة  $(\Delta T)$  .
- ٤ - التمدد الحقيقي في السوائل  $(\Delta V_r)$  .
- ٥ - تمدد الإناء  $(\Delta V_c)$  .

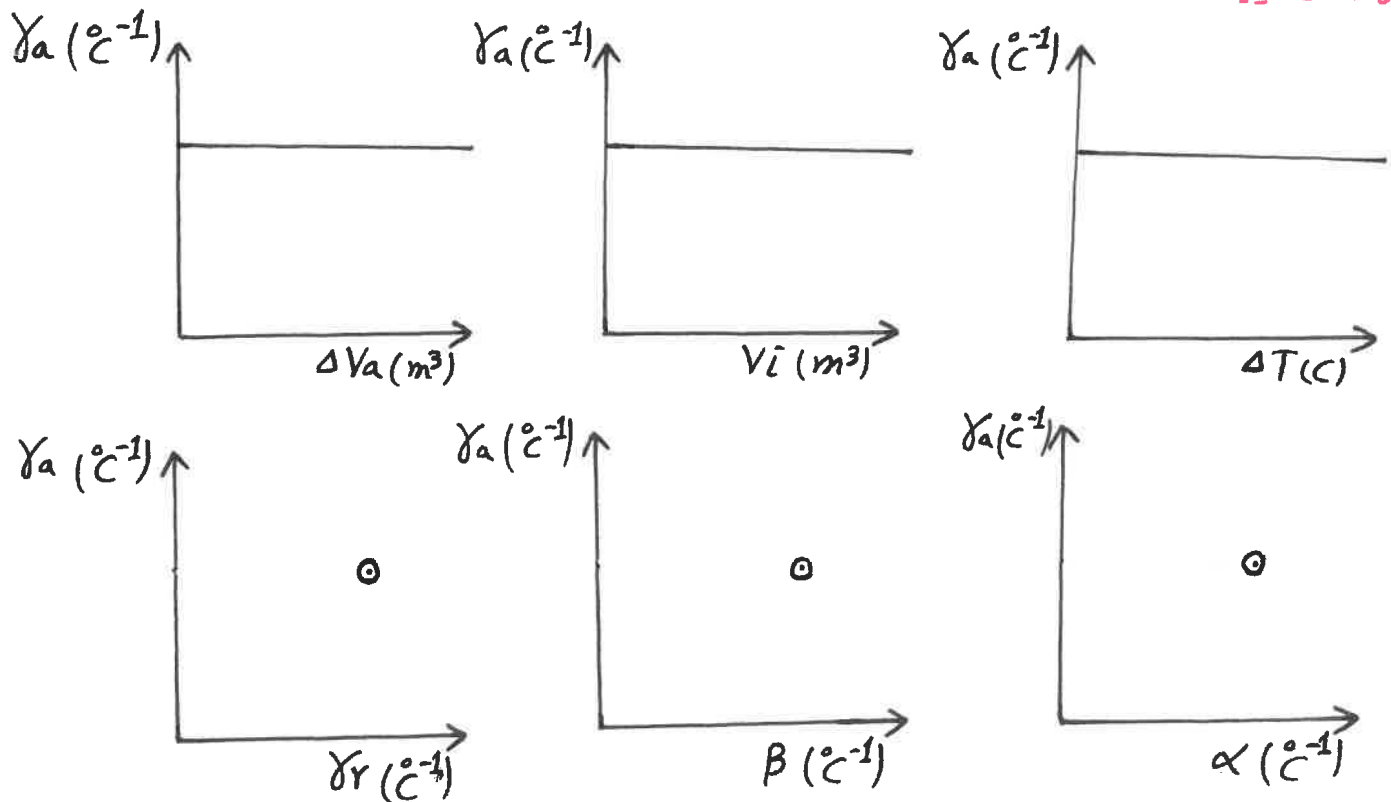


مفهوم معامل التمدد الظاهري في السوائل :-

- يُرمز له بالرمز  $(\gamma_a)$  ويُقاس بوحدة سيليزيوس  $(^\circ\text{C}^{-1})$  ويُعبر عنه رياضياً كالاتي :-

$$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_i \Delta T} = \gamma_r - \beta = \gamma_r - 3\alpha$$

العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الظاهري في السوائل  $(\gamma_a)$  نوع مادة السائل فقط .



- تطبيقات حياتية على التمدد الظاهري في السوائل :-

- من التطبيقات الحياتية على التمدد الظاهري في السوائل أيضاً التمدد في الزجاجات السائلة

مثال :-

- يتمدد الزئبق في الترمومتر داخل أنبوب شعري إذا كان حجم الزئبق الحقيقي يرتفع داخل الأنبوب من  $3 \text{ mm}^3$  إلى  $3.0017 \text{ mm}^3$  حين ترتفع درجة حرارة الترمومتر من  $36^\circ\text{C}$  إلى  $39^\circ\text{C}$  أحسب معامل التمدد الحقيقي للزئبق .

الحل :-

$$V_i = 3 \text{ mm}^3$$

$$V_f = 3.0017 \text{ mm}^3$$

$$T_i = 36^\circ\text{C}$$

$$T_f = 39^\circ\text{C}$$

$$\gamma_r = ?$$

$$\Delta V_r = \gamma_r V_i \Delta T$$

$$V_f - V_i = \gamma_r V_i (T_f - T_i)$$

$$3.0017 - 3 = \gamma_r \times (3) \times (39 - 36)$$

$$\gamma_r = 1.88 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

مذكرات محمد البلاطي  
حقوق الطبع والنشر محفوظة

محمد البلاطي  
٩٧٥٢٣٣٥٧

مثال :-

- إناء زجاجي حجمه  $100 \text{ cm}^3$  ويحتوي على  $97 \text{ cm}^3$  من الجلسرين في درجة حرارة  $20^\circ\text{C}$  عند درجة حرارة معينة يملأ الجلسرين الإناء تماماً علماً بأن معامل التمدد الحجمي الحقيقي للجلسرين  $10^{-3} \times 0.49 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ومعامل التمدد الحجمي للزجاج  $10^{-3} \times 0.024 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  أحسب الآتي :-

١- معامل التمدد الظاهري للجلسرين .

٢- درجة الحرارة التي يملأ عندها الجلسرين الإناء .

الحل :-

$$V_i = 100 \text{ cm}^3$$

$$V_f = 97 \text{ cm}^3$$

$$T_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\gamma_r = 0.93 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$



$$\beta = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_f = ?$$

$$\gamma_a = \gamma_r - \beta = 0.93 \times 10^{-3} - 25 \times 10^{-6} = 9.05 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_i \Delta T$$

$$V_f - V_i = \gamma_a V_i (T_f - T_i)$$

$$50 - 40 = (9.05 \times 10^{-4}) \times (40) \times (T_f - 5)$$

$$T_f = 101.08 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

مثال :-

- تمت تعبئة خزان من الألمنيوم سعة 10L من البنزين عند درجة 5°C ثم تم تسخين هذا الخزان حتى وصلت درجة حرارته إلى 80°C أحسب كمية البنزين التي ستفيض علماً بأن معامل التمدد الحقيقي للبنزين  $121 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ومعامل التمدد الحجمي للألمنيوم يساوي  $25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

الحل :-

$$V_i = 10 \text{ L}$$

$$T_i = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma_r = 121 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = ?$$

$$\gamma_a = \gamma_r - \beta = 121 \times 10^{-5} - 25 \times 10^{-6} = 1.14 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_i \Delta T = \gamma_a V_i (T_f - T_i) = (1.14 \times 10^{-3}) \times (10) \times (80 - 5) = 0.855 \text{ L}.$$

مثال :-

- أحسب حجم الزينة المنسكب من إناء حجمه  $200 \text{ cm}^3$  إذا ارتفعت درجة حرارة الإناء بمقدار 30°C علماً بأن معامل التمدد الطولي للزجاج ومعامل التمدد الحقيقي للزينة على الترتيب  $11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  و  $70 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

الحل :-

$$V_i = 200 \text{ cm}^3$$

$$\Delta T = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_g = 11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\gamma_r = 70 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = ?$$

$$\beta = 3\alpha = (3) \times (11 \times 10^{-6}) = 33 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\gamma_a = \gamma_r - \beta = 70 \times 10^{-5} - 33 \times 10^{-6} = 6.67 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_i \Delta T = (6.67 \times 10^{-4}) \times (200) \times (30) = 4.002 \text{ cm}^3.$$

مثال :-

- إذا كانت كثافة الزئبق عند درجة حرارة  $15^\circ\text{C}$  هي  $13.56 \text{ g/cm}^3$  أحسب حجم  $600 \text{ g}$  من الزئبق حين تكون درجة حرارته  $115^\circ\text{C}$  علماً بأن معامل التمدد الحقيقي للزئبق  $18.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

الحل :-

$$T_i = 15^\circ\text{C}$$

$$T_f = 115^\circ\text{C}$$

$$\rho = 13.56 \text{ g/cm}^3$$

$$m = 600 \text{ g}$$

$$\gamma_r = 18.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_f = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V_i}$$

$$V_i = \frac{m}{\rho} = \frac{600}{13.56} = 44.25 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_r = \gamma_r V_i \Delta T$$

$$V_f - V_i = \gamma_r V_i (T_f - T_i)$$

$$V_f - 44.25 = (18.8 \times 10^{-5}) \times (44.25) \times (115 - 15)$$

$$V_f = 45.05 \text{ cm}^3.$$

- التقلص أو الانكماش :-

التقلص أو الانكماش

↓ مفهوم التقلص أو الانكماش      ↓ تطبيقات حياتية على التقلص أو الانكماش      ↓ أمثلة على التقلص أو الانكماش

- مفهوم التقلص أو الانكماش :-

- هو الحالة الناتجة عن انخفاض درجة حرارة مادة ما حيث تقل الحركة الاهتزازية لجزيئاتها مما يؤدي إلى تقارب الجزيئات أثناء الاهتزاز .

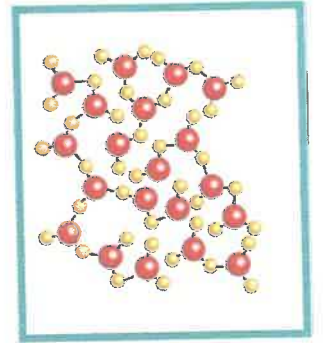
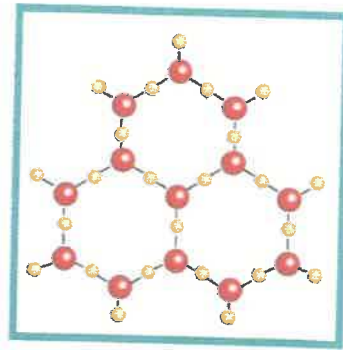
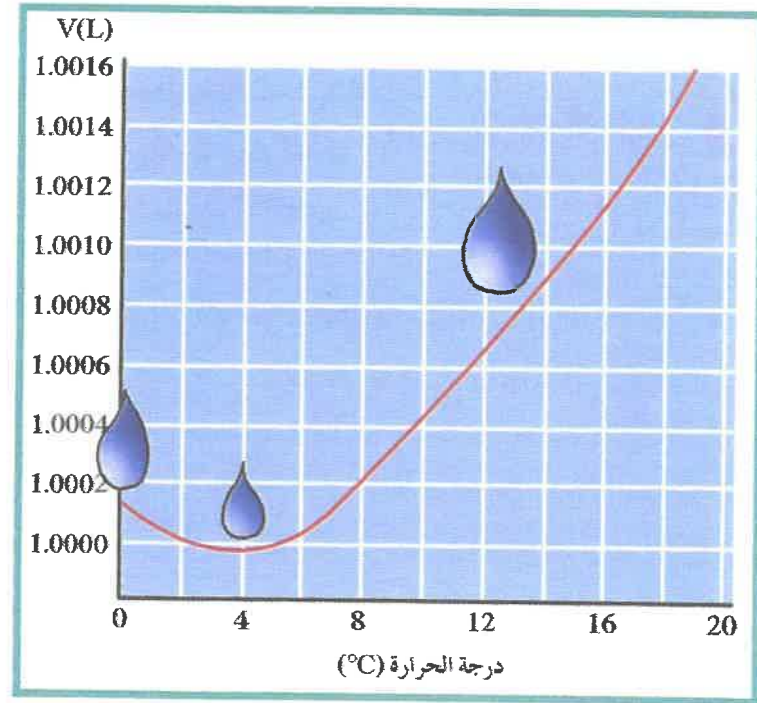
- تطبيقات حياتية على التقلص أو الانكماش :-

- التطبيقات الحياتية على التقلص أو الانكماش هي نفس التطبيقات الحياتية على التمدد علماً بأن التقلص أو الانكماش عملية عكسية للتمدد .

- أمثلة على التقلص أو الانكماش :-

- قتل الحياة البحرية تحت سطح البحر .

- جميع السوائل في الطبيعة تنكمش بالبرودة وتقل حجمها كذلك الماء ينكمش بالبرودة وتقل كتلته حتى يصل إلى درجة حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  بعدها يزداد حجمه وتقل كثافته أي تشد الماء عن بقية السوائل في التقلص أو الانكماش يرجع السبب في ذلك إلى التركيب البلوري الفريد للثلج ووجود الروابط الهيدروجينية كالاتي :-



ماء في الحالة السائلة ماء في الحالة الصلبة (ثلج)

- عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من  $4^{\circ}\text{C}$  يزداد الحجم تدريجيًا وتقل الكثافة لأن هناك علاقة عكسية بين الحجم والكثافة.

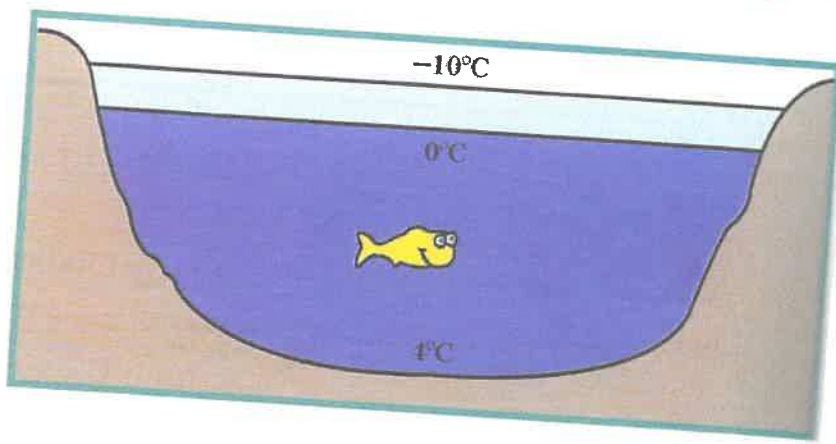
- عندما تكون درجة حرارة الماء  $4^{\circ}\text{C}$  يكون أقل حجم للماء وأكبر كثافة.

- عندما تكون درجة حرارة الماء أكبر من  $4^{\circ}\text{C}$  يزداد الحجم تدريجيًا وتقل الكثافة مرة أخرى.

- عند درجة حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  يكون لنز الماء هو أقل حجم عند تلك الدرجة في نفس اللحظة أكبر كثافة.

- عند تبريد الماء أي خفض درجة الحرارة تدريجيًا حتى تصل إلى الصفر أي  $0^{\circ}\text{C}$  يزداد الحجم بسبب التركيب البلوري المفقود لبلورات الثلج فتتباعد الجزيئات عن بعضها فيزداد الحجم وتقل الكثافة وترتفع طبقات الجليد وتستقر على سطح الماء وتثبت درجة حرارة القاع عند  $4^{\circ}\text{C}$  لذا تستطيع الكائنات البحرية العيش في المحيطات المتجمدة لأن بخفاض درجة الحرارة يزداد حجم بلورات الثلج وتقل كثافتها وترتفع على سطح الماء فتحدث ثبات حراري للطبقات السفلى.

- تحفظ الحياة البحرية تحت سطح البحر حتى عندما تنخفض درجة الحرارة في المناطق القطبية تحت الصفر لأن عند تجمد الماء فإن حجمه يزداد وتقل كثافته وبالتالي يطفو الثلج فوق سطح الماء ويعمل كغطاء عازل حيث يظل الماء في الأسفل عن الجو البارد لتحتفظ الكائنات البحرية بدرجة حرارة تمكنها من الحياة كالاتي :-



- تستطيع الكائنات البحرية العيش في المحيطات المتجمدة لأن بلورات الثلج تكون أكبر حجمًا وأقل كثافة فتطفو على سطح الماء فتسبب احتباس حراري للطبقات السفلى فتثبت درجة حرارتها.

- تكون بلورات الثلج أقل تراص أي متباعدة عن بعضها لأن حجم بلورات الثلج أكبر من حجم جزيئات الماء بسبب التركيب البلوري المفتوح لبلورات الثلج والشكل البنائي للروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء .

- س :- أكمل العبارات الآتية :-
- ١- معظم الأجسام . . . . . يزداد . . . . . حجمها بارتفاع درجة حرارتها .
  - ٢- معامل التمدد الحجمي يساوي . . . . . ثلاثة . . . . . أمثال معامل التمدد الطولي .
  - ٣- يستمر الماء بالانكماش عندما ترتفع درجة حرارته عن الصفر حتى يصل إلى درجة  $4^{\circ}\text{C}$  . . . . .

س :- اختر الإجابة الصحيحة في العبارات الآتية :-

- ١- إحدى العبارات التالية فقط تعتبر صحيحة هي
  - ( أ ) المواد الصلبة يكون مقدار تمددها بالتسخين صغيراً
  - ( ب ) المواد الصلبة يكون مقدار تمددها بالتسخين كبيراً
  - ( ج ) المواد الغازية يكون مقدار تمددها بالتسخين صغيراً
  - ( د ) تمدد السوائل يكون أقل من تمدد الأجسام الصلبة بالتسخين
- ٢- حلقة من الحديد نصف قطرها  $5\text{cm}$  عند درجة حرارة  $30^{\circ}\text{C}$  ومعامل التمدد الحجمي للحديد يساوي  $3.33 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  رُفعت درجة حرارتها بمقدار  $80^{\circ}\text{C}$  فإن مقدار الزيادة في حجمها بوحدة  $\text{cm}^3$  تساوي
 

( أ ) $1.5 \times 10^{-6}$	( ب ) $1.1$
( ج ) $15 \times 10^{-6}$	( د ) $0.150$

٣- العبارة الصحيحة من العبارات التالية هي

- ( أ ) عند مد خطوط السلك الحديدية يجب تثبيت القضبان من كلا الطرفين
  - ( ب ) يُفضل مد خطوط الكهرباء في مَصَل الصيف
  - ( ج ) عند بناء الجسور تُثبت أحد الطرفين على ركائز دوارة
  - ( د ) تُستخدم المزدوجة الحرارية في تثبيت خطوط السلك الحديدية
- س :- ضع علامة ( ✓ ) أو علامة ( X ) في العبارات الآتية :-
- ١- كلما زادت قوة التماسك بين جزيئات المادة زاد مقدار تمددها بالتسخين ( X )
  - ٢- كثافة الماء عند درجة  $4^{\circ}\text{C}$  أكبر من كثافته عند  $0^{\circ}\text{C}$  ( ✓ )
  - ٣- عند تبريد المزدوجة الحرارية تنحني باتجاه البرونز لأن معامل التمدد الخطي للبرونز أكبر ( ✓ )

أكبر

س :- أكتب المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات الآتية :-

- ١ - تغير أبعاد المادة بتغير درجة الحرارة
- ٢ - التغير في وحدة الأحجام عندما تتغير درجة حرارته درجة سيليزيوس واحدة
- ٣ - شرطين ملتصقين من مادتين متساويين في الأبعاد ومختلفين في معامل التمدد الطولي
- ٤ - تمدد السائل عندما نعتبر أن الإثناء الذي يحويه لم يتمدد
- ٥ - مجموع التمدد الظاهري وتمدد الإثناء
- س :- علل لكل من العبارات الآتية :-
- ١ - عند رصف الطرق أو انشائها يجب أن تترك بين أجزاء الأسفلت فواصل كل مسافة معينة وتتملاً هذه الفواصل بمادة قابلة للانضغاط .
- ٢ - يراعى أطباء الأسنان استخدام مواد لها مقدار تمدد (مادة مينيا الأسنان) عند حشو الأسنان .
- ٣ - محركات السيارات المصنوعة من الألمنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .
- ٤ - يفضل مد خطوط نقل الكهرباء خلال فصل الشتاء .
- ٥ - يراعى المهندسون المدنيون أن يكون معدل تمدد حديد التسليح المستخدم في الأسمنت المسلح مساوياً لمعدل تمدد الأسمنت .
- ٦ - عند إنشاء الجسور الطويلة والمصنوعة من الصلب تُثبت أحد طرفيها في حين يرتكز الطرف الآخر على ركائز دوارة وهناك فواصل متداخلة على سطحها تسمى فواصل التمدد .
- ٧ - تترك مسافات بين قضبان السكك الحديدية .
- ٨ - يتم تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف .
- ٩ - عند تبريد المزدوجة الحرارية يتكثف البرونز أكثر من الحديد .
- ١٠ - انحناء المزدوجة الحرارية عند تسخينها أو تبريدها .
- ١١ - تُصنع بعض أنواع الزجاج بحيث يكون له معامل تمدد حراري صغير جداً .
- ١٢ - تنص المزدوجة الحرارية ناحية الحديد عندما تتسخن .
- ١٣ - بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها .
- ١٤ - تتمدد السوائل بمقدار أكبر من مقدار تمدد الأجسام الصلبة عندما تتعرض لفرق درجات الحرارة نفسها .



- ١٥- أثناء تسخين الماء في دورق مدرّج فإنّ الحجم الأمّاني الناتج عن تمدد الماء لا يعبر عن التمدد الحقيقي للماء .
- ١٦- يلطفو الثلج على سطح الماء
- أو تجمد ماء البحيرات من أعلى إلى أسفل
- أو يظل الثلج مستقرّاً على سطح البحار والمحيطات بينما يبتقر الماء في القاع .
- ١٧- عند تبريد الماء أي خفض درجة الحرارة تدريجياً حتى تصل إلى الصفر أي  $0^{\circ}\text{C}$  يزداد الحجم .
- ١٨- تستطيع الكائنات البحرية العيش في المحيطات المتجمدة .
- ١٩- تحفظ الحياة البحرية تحت سطح البحر حتى عندما تنخفض درجة الحرارة في المناطق القطبية .
- ٢٠- تستطيع الكائنات البحرية العيش في المحيطات المتجمدة .
- ٢١- تكون بلورات الثلج أقل تراص أي متباعدة عن بعضها .
- ج- حتى لا تنشئ هذه الطبقات أو تنكسر نتيجة التمدد أو الانكماش الحادّين عند ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها بين الليل والنهار أو بين الصيف والشتاء .
- ٢- حتى لا تنشئ أو تنكسر هذه المادة نتيجة التمدد أو الانكماش الحادّين عند ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها بين الليل والنهار أو بين الصيف والشتاء .
- ٣- للسماح بالتمدّد الكبير للألمنيوم .
- ٤- لتفادي تولّد قوى شدّ تؤدي إلى انقطاع الأسلاك أو كسر الأبراج نتيجة لانكماش الأسلاك بسبب انخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء .
- ٥- حتى لا تتشقق أو تنكسر الخرسانة في المباني نتيجة التمدد والانكماش الحادّين عند ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة بين الليل والنهار أو بين الصيف والشتاء .
- ٦- حتى تسمح بتمدّد الصلب وانكماشه بين فصلي الصيف والشتاء .
- ٧- لتفادي تولّد اجهادات كبيرة قد تسبب انحناء القضبان وانفصالها نتيجة لتغير طولها بسبب تغير درجة الحرارة خلال فصول السنة .
- ٨- لأنّه مع انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء تنكمش الأسلاك فيقل طولها لذلك عند تركيبها يُراعى ذلك لتفادي انقطاعها نتيجة الانكماش فيتم تركيبها مرتخية في فصل الصيف .
- ٩- لأنّه عند تسخين المزدوجة البرونز يتمدّد أكثر من الحديد حيث أنّ الشريط الذي يتمدّد أكثر عند التسخين ينكمش أكثر عند التبريد .

- ١- لأن المزدوجة الحرارية تتكون من مواد مختلفة بالتالي تتعدد وتكتمش بنسب مختلفة عند تغير درجة حرارتها فيؤدي ذلك إلى انخفاؤها .
- ١١- حتى يصبح الزجاج مقاومًا للتغيرات في درجات الحرارة ولا تؤثر عليه هذه التغيرات بشكل كبير .
- ١٢- بسبب تعدد شريط البرونز بمقدار أكبر من شريط الحديد حيث أن معامل التمدد الطولي للبرونز أكبر من الحديد .
- ١٣- لأنها تُصنع بحيث يكون لها معامل تمدد حراري صغير جدًا لذلك لا يؤثر عليه التغيرات في الحرارة بشكل كبير .
- ١٤- لأن لحبيبات السائل حرية في التحرك أكبر من حرية تحرك حبيبات الأجسام الصلبة فتتباعد حبيبات السائل عن بعضها مسافات أكبر من المسافات التي تتباعد بها حبيبات المواد الصلبة .
- ١٥- لأنه لا يؤخذ بعين الاعتبار تمدد الدوقة .
- ١٦- لأن كثافة الماء عند درجة  $4^{\circ}\text{C}$  هي كثافة الثلج أقل من كثافة الماء السائل لذلك يطفو الثلج على سطح الماء وتتجمد البحيرات من أعلى إلى أسفل ويستقر الثلج على سطح البحار والمحيطات .
- ١٧- بسبب التركيب البلوري المفتوح لبلورات الثلج فتتباعد الحبيبات عن بعضها فيزداد الحجم وتقل الكثافة وترتفع طبقات الجليد وتستقر على سطح الماء وتثبت درجة حرارة القاع عند  $4^{\circ}\text{C}$  .
- ١٨- لأن بخفض درجة الحرارة يزداد حجم بلورات الثلج وتقل كثافتها وترتفع على سطح الماء فتحدث ثبات حراري للطبقات السفلى .
- ١٩- لأنه عند تجمد الماء فإن حجمه يزداد وتقل كثافته وبالتالي يطفو الثلج فوق سطح الماء ويعمل كمطاء عازل حيث يعزل الماء في الأسفل عن الجو البارد لتحتفظ الكائنات البحرية بدرجة حرارة تمكنها من الحياة .
- ٢٠- لأن بلورات الثلج تكلف أكبر حجمًا وأقل كثافة فتطفو على سطح الماء فتسبب احتباس حراري للطبقات السفلى فتثبت درجة حرارتها .
- ٢١- لأن حجم بلورات الثلج أكبر من حجم حبيبات الماء بسبب التركيب البلوري المفتوح لبلورات الثلج والشكل النبائي للدوايل الهيدروجينية بين حبيبات الماء .

## مراجعة الدرس 1-3

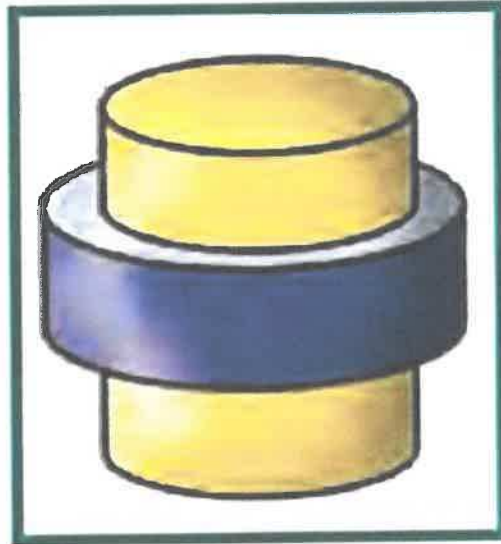
ملاحظة: استخدم الثوابت الواردة في الجدول (2) ص 34 حيث يلزم الأمر .

أولاً - ما سبب انحناء المزدوجة الحرارية عند تسخينها أو تبريدها؟

ثانياً - ما سبب تجمّد ماء البحيرات من أعلى إلى أسفل؟

ثالثاً - ما سبب تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف؟

رابعاً - عندما تُدخّل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول أسطوانة من البرونز (شكل 18) يُقال إنّها التحمت معها في موضع تثبيتها، ولا يمكن نزعها ولو بالتسخين. تُسمّى هذه الطريقة التثبيت بالتقلص Shrink Fitting. اشرح كيفية حدوث هذه العملية. ماذا تستنتج منها فيما يخص تمدّد الحديد والبرونز؟



(شكل 18)

خامساً - ساق معدنية طولها مترًا تتمدّد بمقدار  $0.5\text{ cm}$  عند تسخينها عند درجة حرارة معينة. ما مقدار تمدّد ساق أخرى من المعدن نفسه طولها  $100\text{ m}$  عند تسخينها عند درجة الحرارة نفسها؟

## مراجعة الدرس 1-3

**سادسًا -** يتمدد الصلب طولياً بمعدل جزء لكل 100 000 جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة. كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب (كوبري) طوله 1.5 km عند رفع درجة حرارته  $20^{\circ}\text{C}$ ؟

**سابعًا -** يرتفع برج إيفل في باريس إلى 300 m في يوم درجة حرارته  $22^{\circ}\text{C}$ . كم يزيد طول البرج إذا علمت أنه مصنوع من الحديد في يوم مشمس درجة حرارته  $40^{\circ}\text{C}$ ؟ يجب أن تكون إجابتك بوحدة السنتيمتر.

**ثامنًا -** يزيد طول ساق من الألومنيوم بمقدار 0.0033 m عند رفع درجة حرارتها من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $100^{\circ}\text{C}$ . ما الطول الأصلي للساق قبل تسخينها؟

**تاسعًا -** سخّن شريطين متساويين في الطول أحدهما ألومنيوم والآخر حديد إلى درجة الحرارة نفسها. أي الفلزين يتمدد أكثر؟ ما نسبة تمدد أحدهما بالمقارنة مع الآخر؟

**عاشرا -** شريطان أحدهما ألومنيوم والآخر حديد طول كل منهما 5 m عند  $20^{\circ}\text{C}$ . كم يصبح الفرق بين طولي الشريطين عند تسخينهما إلى  $200^{\circ}\text{C}$ ؟

**الحادي عشر -** تمت تعبئة خزان من الألومنيوم سعته 10 L من البنزين عند درجة حرارة  $5^{\circ}\text{C}$ . ثم تم تسخين هذا الخزان حتى وصلت درجة حرارته إلى  $80^{\circ}\text{C}$ . أحسب كمية البنزين التي ستفيض علماً أن:

معامل التمدد الحجمي الحقيقي للبنزين يساوي  $\gamma_p = (121 \times 10^{-5})^{\circ}\text{C}^{-1}$  ، ومعامل التمدد الحجمي للألومنيوم يساوي:  $\beta = (69 \times 10^{-6})^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

**أولاً -** إنّ المواد المختلفة للازدواج الحراري تتمدد بنسب مختلفة مما يؤدي إلى انحناء الازدواج الحراري.

**ثانياً -** إنّ كثافة الماء على درجة  $0^{\circ}\text{C}$  (أي كثافة الثلج) أقل من كثافة الماء السائل، لذا يطفو الثلج على سطح الماء وتتجمّد البحيرات من أعلى إلى أسفل.

**ثالثاً -** مع انخفاض درجات الحرارة، تنكمش الأسلاك فيقل طولها. لذا عند تركيب أسلاك الهاتف في الصيف، يؤخذ بالإعتبار أن انخفاض درجات الحرارة في الشتاء سيتسبب بانكماشها ممّا قد يؤدي إلى قطعها. ولتفادي هذه المشكلة، تُركّب مُرتخية في فصل الصيف.

**رابعاً -** يتمدد الحديد الصلب عند تسخينه فيُحشّر حول أسطوانة، وعندما يبرد الحديد ينكمش، فيستحيل نزع الأسطوانة. ويظل ذلك صحيحاً حتى لو حاولنا نزع الحلقة بتسخينها مجدداً. ذلك لأنّ تسخينها يترافق مع تسخين أسطوانة البرونز فتتمدد هي أيضاً بمقدار أكبر. وتظهر هذه التجربة أنّ البرونز يتمدد بمقدار أكبر من مقدار تمدد الحديد.

$$\Delta L_1 = \alpha L_0 \Delta T \quad \text{خامساً -}$$

$$\Delta L_2 = \alpha L'_0 \Delta T$$

$$\Delta L_2 = L'_0 \frac{\Delta L_1}{L_0} = \frac{100}{1} \times 5.0 \times 10^{-2} = (0.5)\text{m}$$

$$= (50)\text{cm}$$

$$\Delta L = \frac{1}{100\,000} L_0 \Delta T = \frac{1}{100\,000} \times 1500 \times 20 \text{ — سادسا —}$$

$$= (0.3)\text{m} = (30)\text{cm}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 12 \times 10^{-6} \times 300 \times (40 - 22) \text{ — سابعا —}$$

$$= (0.0648)\text{m} \approx (6.48)\text{cm}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \text{ — ثامنا —}$$

$$L_0 = \frac{\Delta L}{\alpha \Delta T} = \frac{0.0033}{23.1 \times 10^{-6} \times (100 - 20)}$$

$$= (1.786)\text{m}$$

$$\Delta L_{Fe} = \alpha_{Fe} L_{0Fe} \Delta T \text{ و } \Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_{0Al} \Delta T \text{ — تاسعا —}$$

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al} L_{0Al} \Delta T}{\alpha_{Fe} L_{0Fe} \Delta T} \text{ أي}$$

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} \text{ أي } \frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} \text{ ولكن } \alpha_{Al} > \alpha_{Fe} \text{ أي } \Delta L_{Al} > \Delta L_{Fe} \text{ وهذا يعني}$$

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} > 1 \text{ وبالتالي } \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} > 1$$

$$\alpha_{Al} > \alpha_{Fe} \text{ وبما أن } \frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}}$$

$$\text{فهذا يعني } \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} > 1 \text{ وبالتعويض}$$

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} > 1 \Rightarrow \Delta L_{Al} > \Delta L_{Fe}$$

يتمدد الألومنيوم أكثر من الحديد.

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{23.4}{11.8} = 1.98 \Rightarrow \Delta L_{Al} = 1.98 \Delta L_{Fe}$$

$$L_{fAl} - L_{fFe} = L_{iAl} + \Delta L_{Al} - L_{iFe} - \Delta L_{Fe}; L_{iAl} = L_{iFe} = L_i \text{ — عاشرا —}$$

$$\Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_i \Delta T; \Delta L_{Fe} = \alpha_{Fe} L_i \Delta T$$

$$\Rightarrow L_{fAl} - L_{fFe} = (\alpha_{Al} - \alpha_{Fe}) L_i \Delta T$$

$$= (22.2 - 12) \times 10^{-6} \times 5 \times (200 - 20)$$

$$L_{fAl} - L_{fFe} = (9180 \times 10^{-6})\text{m} = (0.918)\text{cm} \approx (9.2)\text{mm}$$

$$\Delta V_r = V_0 \gamma_r \Delta T \Rightarrow V - V_0 = V_0 \gamma \Delta T \text{ — الحادي عشر —}$$

إن حجم البنزين الحقيقي بعد تسخينه:

$$V_r = V_0 + \gamma_r V_0 \Delta T$$

$$V_c = V_0 + \gamma_c V_0 \Delta T \text{ يصبح حجم الخزّان بعد تسخينه:}$$

تقيض من الخزّان كمية من البنزين ومقدارها:

$$V = V_r - V_c = (\gamma_r - \gamma_c) V_0 \Delta T$$

$$= (121 - 6.9) \times 10^{-5} \times 10 \times 75 = (0.855)\text{L} = (855)\text{mL}$$



**الدرس (١-٣) : التمدد الحراري****السؤال الأول :- اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات التالية**

- ١ - تغير أبعاد المادة بتغير درجة الحرارة . (.....**التمدّد**.....)
- ٢ - التغير في وحدة الأحجام عندما تتغير درجة حرارته درجة سيلسيوس واحدة. (.....**معامل التمدد الحجمي**.....)
- ٣ - شريطين ملتصقين من مادتين متساويين في الأبعاد ومختلفين في معامل التمدد الطولي. (.....**المزدوجة الحرارية**.....)
- ٤ - تمدد السائل عندما نعتبر أن الإناء الذي يحويه لم يتمدد . (.....**التمدّد الظاهري**.....)
- ٥ - مجموع التمدد الظاهري وتمدّد الإناء . (.....**التمدّد الحقيقي**.....)

**السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الغير صحيحة:-**

- ١ كلما زادت قوة التماسك بين جزيئات المادة زاد مقدار تمددها بالتسخين . (.....**X**.....)
- ٢ تتحني المزدوجة الحرارية من ( الحديد - البرونز ) ناحية البرونز عند التسخين. (.....**X**.....)
- ٣ -التمدّد الطولي قاصر فقط على المواد الصلبة . (.....**✓**.....)
- ٤ -في المزدوجة الحرارية الشريط الذي يتمدد أكثر عند التسخين ينكمش أكثر عند التبريد. (.....**✓**.....)
- ٥ معامل التمدد الطولي يعادل ثلاثة أمثال معامل التمدد الحجمي . (.....**X**.....)
- ٦ كثافة الماء عند درجة  $4^{\circ}\text{C}$  اكبر من كثافته عند  $0^{\circ}\text{C}$  . (.....**✓**.....)
- ٧ كلما كبر حجم السائل كلما زاد مقدار تمدده عند التسخين . (.....**✓**.....)
- ٨-الزيادة الحقيقية في حجم الماء = الزيادة الظاهرية في حجم الماء + الزيادة في حجم الدورق . (.....**✓**.....)
- ٩-عند تبريد المزدوجة الحرارية تتحني باتجاه البرونز لان معامل التمدد الخطي للبرونز اكبر. (.....**✓**.....)

**السؤال الثالث :- أكمل كل من العبارات التالية بما يناسبها علميا :-**

- ١ معظم الأجسام .....**تبرّد**..... حجمها بارتفاع درجة حرارتها
- ٢ تتحني المزدوجة الحرارية المكونة من ( البرونز - الحديد ) باتجاه .....**الحديد**..... عندما تبرد
- ٣ معامل التمدد الحجمي = .....**ثلاثة**..... أمثال معامل التمدد الطولي
- ٤ يستمر الماء بالانكماش عندما ترتفع درجة حرارته عن الصفر حتى يصل الى درجة ..... **$4^{\circ}\text{C}$** .....

السؤال الرابع :- اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية و ظلل المربع المجاور لها :

١- إحدى العبارات التالية فقط تعتبر صحيحة هي :

☐ المواد الصلبة يكون مقدار تمددها بالتسخين صغيرا.☒ المواد الصلبة يكون مقدار تمددها بالتسخين كبيرا.☐ المواد الغازية يكون مقدار تمددها بالتسخين صغيرا.☐ تمدد السوائل يكون أقل من تمدد الأجسام الصلبة بالتسخين.

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T = \beta V_i (T_f - T_i)$$

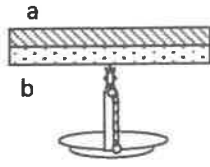
٢- مكعب من النحاس حجمه  $500 \text{ cm}^3$  عند درجة  $(20^\circ \text{C})$  سخن إلى درجة  $(220^\circ \text{C})$  فإن الزيادة في حجمه بوحدة  $\text{cm}^3$  تساوى علما بأن معامل التمدد الحجمي للنحاس :  $(\beta_{Cu} = 1.7 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1})$ ☒  $1.7 \times 10^{-6}$  ☐  $1.6 \times 10^{-4}$  ☐  $0.17$  ☒  $1.7$ ٣- مكعب من النحاس حجمه  $500 \text{ cm}^3$  عند درجة  $(20^\circ \text{C})$  سخن إلى درجة  $(220^\circ \text{C})$  فلنؤدد حجمه بمقدار  $\Delta V = \beta V_i \Delta T = \beta V_i (T_f - T_i)$  فإن معامل تمدده الحجمي بوحدة  $^{\circ}\text{C} /$  يساوي :☒  $1.7 \times 10^{-6}$  ☐  $1.7 \times 10^{-5}$  ☐  $0.17$  ☐  $1.7$ ٤- مكعب من النحاس حجمه  $500 \text{ cm}^3$  عند درجة  $(20^\circ \text{C})$  سخن إلى درجة  $(220^\circ \text{C})$  فلنؤدد حجمه بمقدار  $\Delta V = \beta V_i \Delta T = \beta V_i (T_f - T_i)$  فإن معامل تمدده الطولي بوحدة  $(^{\circ}\text{C}) /$  يساوي :☒  $5.55 \times 10^{-5}$  ☒  $5.66 \times 10^{-7}$  ☐  $0.51$  ☐  $5.1$  ☒  $\beta = 3 \alpha$ ٥- حلقة من الحديد نصف قطرها  $6 \text{ cm}$  عند درجة حرارة  $(30^\circ \text{C})$  ومعامل التمدد الحجمي للحديد يساوي  $V_i = \frac{4}{3} \pi r^3$  رفعت درجة حرارتها بمقدار  $(80^\circ \text{C})$  فإن مقدار الزيادة في حجمها بوحدة  $\text{cm}^3$  تساوى :☒  $1.5 \times 10^{-6}$  ☐  $1.1$  ☐  $15 \times 10^{-6}$  ☒  $0.150$   $\Delta V = \beta V_i \Delta T$ 

٧- العبارة الصحيحة من العبارات التالية ، هي :

☐ عند مد خطوط السكك الحديدية يجب تثبيت القضبان من كلا الطرفين☐ يفضل مد خطوط الكهرباء في فصل الصيف☒ عند بناء الجسور يثبت أحد الطرفين على ركائز دوارة☐ تستخدم المزدوجة الحرارية في تثبيت خطوط السكك الحديدية

8- عند تسخين المزوجة الحرارية الموضحة بالشكل و المكون من التحام شريط من معدن ( a ) معامل تمدده الخطي

(  $\alpha = 2 \times 10^{-5} / ^\circ C$  ) و شريط من معدن ( b ) معامل تمدده الخطي (  $\alpha = 1 \times 10^{-5} / ^\circ C$  )



فإننا نلاحظ أن الشريط ثنائي المعدن:

☐ ينحني جهة الشريط ( a ) .

☒ ينحني جهة الشريط ( b ) .

☐ يتمدد و يبقى على استقامته .

☐ لا يحدث له شيء .

٩ - ساق طولها ( 50 ) cm عند درجة حراره (  $20^\circ C$  ) وضعت في ماء يغلي فأصبح طولها ( 50.068 ) cm و بالتالي فإن معامل التمدد الطولي لمادة الساق بوحدة (  $^\circ C$  ) يساوي:

☐  $28 \times 10^4$

☐  $1.30 \times 10^{-6}$

☐  $20 \times 10^{-6}$

☐  $17 \times 10^{-6}$

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

$$L_f - L_i = \alpha L_i (T_f - T_i)$$

السؤال الخامس :- علل لما يلي تعليلا علميا صحيحا

١- تنحني المزوجة الحرارية ناحية الحديد عندما تسخن  
... لأن معامل التمدد الخطي للحديد (  $\alpha$  ) أكبر من معامل التمدد الخطي للبرونز (  $\alpha$  ) .  
... و ينحني باتجاه الحديد .

٢- يثبت احد طرفي الجسر في حين يرتكز الآخر على ركانز دوارة .  
... للسماح له بحرية التمدد و الانكماش بين فصل الشتاء و الصيف في اتجاه واحد .

٣- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها .  
... لأن معامل تمدده الحراري صغير لذلك لا تؤثر عليه التغيرات بشكل كبير .

٤- في تجربة الكرة والحلقة صعوبة مرور الكرة بعد تسخينها تسخيناً مناسباً في الحلقة .  
... زيادة حجم الكرة .  
... بزيادة قطر الحلقة .  
... بسبب تمددها .  
... في جميع الاتجاهات .  
... الجول و العرض و الارتفاع .  
... و لذلك يتحرك معها ( ارتفاعه ) و حركة الحوائط و النابج عن زيادة طاقة حركة الجزيئات في جميع الاتجاهات .

٥- تتمدد السوائل بمقدار أكبر من تمدد الأجسام الصلبة .  
... لأن جزيئات السائل لها حرية حركة أكبر منها في الصلبة لذلك تتباعد جزيئات السائل مسافات أكبر و تتمدد بمقدار أكبر .

## السؤال السادس :- حل المسائل التالية

١ - ساق من الحديد طولها 250cm ودرجة حرارتها  $15^{\circ}\text{C}$  سخنت إلى  $115^{\circ}\text{C}$  فإذا علمت أن معامل التمدد الطولي للحديد يساوي  $12 \times 10^{-6}$  . احسب : طول الساق بعد التسخين .

$$\begin{aligned} \Delta L &= \alpha \cdot L_i \cdot \Delta T \\ L_f - L_i &= \alpha \cdot L_i \cdot (T_f - T_i) \\ L_f - 2.5 &= (12 \times 10^{-6}) \cdot x \cdot (115 - 15) \\ L_f &= 2.523 \text{ m} \end{aligned}$$

٢ - يزيد طول ساق من الألمنيوم بمقدار (0.0033 m) عند رفع درجة حرارته من  $(20^{\circ}\text{C})$  إلى  $(100^{\circ}\text{C})$

احسب : الطول الأصلي للساق قبل تسخينه. إذا كان معامل التمدد الطولي للألمونيوم  $(23.1 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C})$

$$\begin{aligned} \Delta L &= \alpha \cdot L_i \cdot \Delta T \\ \Delta L &= \alpha \cdot L_i \cdot (T_f - T_i) \\ 0.0033 &= (23.1 \times 10^{-6}) \cdot x \cdot (100 - 20) \\ L_i &= 1.7857 \text{ m} \end{aligned}$$

٣ - أجريت تجربة لقياس معامل التمدد الطولي لساق معدنية ما في مختبر المدرسة، وحصلت على النتائج التالية:

الطول الأصلي للساق ( $L_0 = 0.5 \text{ m}$ )، عند درجة حرارة ( $T_1 = 0^{\circ}\text{C}$ )،  
وعندما سُخِّن الساق إلى درجة ( $T_2 = 100^{\circ}\text{C}$ ) أصبح طوله ( $L = 0.509 \text{ m}$ ).  
احسب : معامل التمدد الطولي لمادة الساق المعدنية .

$$\begin{aligned} \Delta L &= \alpha \cdot L_i \cdot \Delta T \\ L_f - L_i &= \alpha \cdot L_i \cdot (T_f - T_i) \\ 0.509 - 0.5 &= \alpha \cdot x \cdot (100 - 0) \\ \alpha &= 1.8 \times 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

٤ - ساق من الحديد طولها (50.64 cm) عند  $(12^{\circ}\text{C})$ ، عند أي درجة حرارة يصبح طولها (50.75 cm)،  
علماً بأن معامل التمدد الطولي لمادتها  $(0.000012 / ^{\circ}\text{C})$  .

$$\begin{aligned} \Delta L &= \alpha \cdot L_i \cdot \Delta T \\ L_f - L_i &= \alpha \cdot L_i \cdot (T_f - T_i) \\ 50.75 - 50.64 &= (0.000012) \cdot x \cdot (T_f - 12) \\ T_f &= 123.216^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$



وزارة التربية والتعليم الفني العام للعلوم واللجنة الفنية المشتركة للفيزياء بنك أسئلة الصف الحادي عشر العلمي - الجزء الثاني - ٢٠١٦ - ٢٠١٧ م

٥ رعاء من الحديد حجمه  $0.55 \text{ m}^3$  عند درجة  $20^\circ\text{C}$  أحسب: حجمه عند  $100^\circ\text{C}$  علما بأن معامل التمدد الطولي للحديد  $(\alpha_{Fe} = 1.1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C})$ .

$$\begin{aligned} \beta &= 3\alpha = (3) \times (1.1 \times 10^{-5}) = 3.3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ \Delta V &= \beta \cdot V_i \cdot \Delta T \\ V_f - V_i &= \beta \cdot V_i (T_f - T_i) \\ V_f - 0.55 &= (3.3 \times 10^{-5}) \times (0.55) \times (100 - 20) \\ V_f &= 0.55264 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

٦ تسخن نوري يحوي  $50 \text{ cm}^3$  من سائل من الدرجة  $10^\circ\text{C}$  إلى الدرجة  $150^\circ\text{C}$  فأصبح حجمه  $52 \text{ cm}^3$  أحسب: معامل التمدد الحقيقي لهذا السائل.

$$\begin{aligned} \Delta V_r &= \gamma_r \cdot V_i \cdot \Delta T \\ V_f - V_i &= \gamma_r \cdot V_i (T_f - T_i) \\ 52 - 50 &= \gamma_r \times (50) \times (150 - 10) \\ \gamma_r &= 2.857 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

٧ ما حجم الزئبق المنسكب من إناء حجمه  $200 \text{ cm}^3$  إذا ارتفعت درجة حرارة الإناء بمقدار  $30^\circ\text{C}$  مع العلم

بأن معامل التمدد الطولي للزجاج و معامل التمدد الحقيقي للزئبق على الترتيب هما :

$$(\alpha_g = 1.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}) - (\gamma_{Hg} = 1.82 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C})$$

$$\begin{aligned} \beta &= 3\alpha = 3 \times 1.1 \times 10^{-6} = 3.3 \times 10^{-6} \\ \gamma_a &= \gamma_r - \beta = 1.82 \times 10^{-6} - 3.3 \times 10^{-6} = 14.9 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ \Delta V_a &= \gamma_a \cdot V_i \cdot \Delta T = (14.9 \times 10^{-7}) \times (200) \times (30) = 0.0894 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

سلسلة مذكرات البلاطي

\*\*

الكيمياء-الصف العاشر

الكيمياء-الصف الحادي عشر

الكيمياء-الصف الثاني عشر

الفيزياء-الصف العاشر

الفيزياء-الصف الحادي عشر

الفيزياء-الصف الثاني عشر

إعداد: محمد البلاطي

للطلب والإستفسار ت/97523357