

العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

** درجة حرارة الجسم تحدد من
ولا تعتبر مقياساً لـ

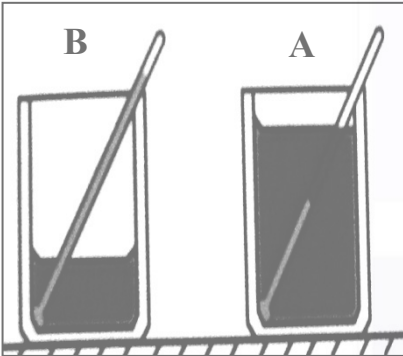
** في الغازات المثالية تتناسب درجة الحرارة مع
سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني .

وجه المقارنة	درجة الحرارة (T)	الحرارة أو الطاقة الحرارية (Q)
التعريف	كمية فيزيائية تحدد مدى سخونة الجسم أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم له درجة حرارة أقل
ارتباطها بالطاقة الحركية		
وحدات القياس		

نشاط في الشكل المقابل :

إناء (A) يحتوي علي لترين وإناء (B) يحتوي علي لتر من الماء ولهما درجة حرارة واحدة :

أ () قارن بين كمية الطاقة الحرارية لكل منهما ؟

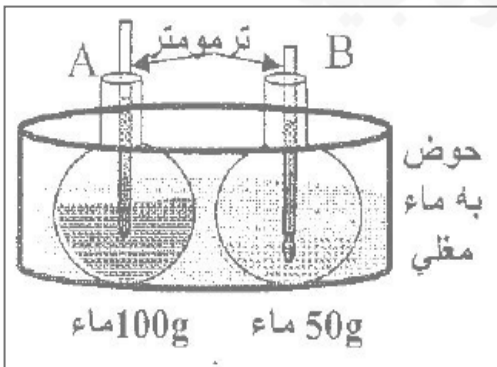


ب () قارن بين متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد لكل منهما ؟

ج () ماذا تستنتج ؟

نشاط في الشكل المقابل : الإناءين يكتسبان نفس القدر من الطاقة الحرارية .

أ () أيهما ترتفع درجة حرارته أكثر ؟



ب () بم تفسر إجابتك ؟





قياس درجة الحرارة

**** لقياس درجة الحرارة نستخدم الترمومتر ويتكون من خيط سائل من الكحول الملون أو الزئبق**

التدرجات الحرارية	تدرج سلسيوس	تدرج كلفن (مطلق)	تدرج فهرنهايت
الرمز			
عدد الأقسام			
بداية التدرج (تجمد الماء)			
نهاية التدرج (غليان الماء)			
درجة الصفر المطلق			
العلاقة المستخدمة في التحويل		$T_K = T_C + 273$	$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$
العلاقة بين التدرجات	$\frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100} = \frac{T_C - 0}{100}$		

الصفر المطلق درجة الحرارة التي تنعدم عندها الطاقة الحركية لجزيئات المادة نظرياً

علل الطاقة الحركية للأجسام تساوي صفر عند درجة حرارة الصفر المطلق .

لأن جزيئات المادة تكون في حالة سكون

**** درجة الصفر المطلق يساوي** **علي تدرج سلسيوس ويساوي** **علي تدرج فهرنهايت**

**** درجة الصفر سلسيوس يساوي** **علي تدرج كلفن ويساوي** **علي تدرج فهرنهايت**

**** التغير علي تدرج سلسيوس** **التغير علي تدرج كلفن**

**** تتساوي تدرج سلسيوس مع تدرج فهرنهايت عند درجة حرارة تساوي** **والتي تساوي بالكلفن**

**** إذا كان التغير علي تدرج سلسيوس يساوي (25 °C) فيكون التغير علي تدرج كلفن يساوي**

مثال 1 : جسم الإنسان درجة حرارته (37 °C) . أحسب :

أ) درجة حرارته علي تدرج كلفن :

ب) درجة حرارته علي تدرج فهرنهايت :

مثال 2 : جسم درجة حرارته (200 °F) . أحسب :

أ) درجة حرارته علي تدرج سلسيوس :

ب) درجة حرارته علي تدرج كلفن :

مثال 3 : جسم درجة حرارته (320 K) . أحسب :

أ) درجة حرارته علي تدرج سلسيوس :

ب) درجة حرارته علي تدرج فهرنهايت :



عند تلامس جسمين لفترة أحدهما ساخن والآخر بارد .

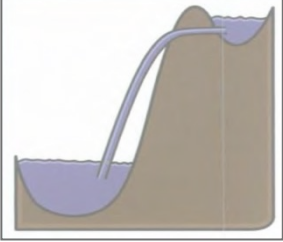
ماذا يحدث

** هناك خطأ شائع أن الأجسام تحتوي على حرارة فقط، ولكنها تحتوي على

** ينعدم انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين عند

** لا تسري الحرارة تلقائياً من جسم إلى جسم مثل الماء لا يمكنه صعود قمة التل

** يعتمد سريان الحرارة بين جسمين على وليس على



نشاط لديك مسمار حديدي درجة حرارته (200°C) وحوض سباحة يحوي ماء درجة حرارته (30°C).

أ) أيهما له طاقة حرارية أكبر ولماذا ؟

ب) ماذا يحدث لسريان الحرارة إذا تم إلقاء المسمار في حمام السباحة ؟

ج) ماذا تستنتج ؟

حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس سرعة كل جزيء

الاتزان الحراري

أو حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس درجة الحرارة

ماذا يحدث : عند أفراغ كوب ماء مغلي في وعاء يحتوي لتر من الماء درجة حرارته (212°F).

علل لما يأتي :

1- عند الإصابة بحرق خارجي طفيف ينصح بوضع موضع الحرق تحت ماء بارد أو وضع ثلج عليه .

بسبب انتقال الحرارة من الجسم الساخن إلى الماء البارد مما يخفف الشعور بالألم

2- عندما نستخدم الترمومتر لقياس درجة حرارة مادة معينة فإنه يجب الانتظار حتى تثبت قراءته .

حتى يصل الترمومتر إلى حالة اتزان حراري مع الجسم وتتساوي درجة حرارتهما

3- الترمومتر يقيس درجة حرارة نفسه .

لأن الترمومتر يصل إلى حالة اتزان حراري مع الجسم



4- يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة المراد قياس درجة حرارتها .

حتى لا تؤثر الحرارة التي يمتصها الترمومتر على درجة حرارة الجسم

5- أيا كان حجم الترمومتر الذي تقاس به درجة حرارة الهواء الجوي أو مياه البحر فإن قراءته تكون دقيقة .

لأن كمية الحرارة التي يمتصها الترمومتر لا تؤثر على درجة حرارة الهواء أو ماء البحر

6- عند استخدام ترمومتر في قياس قطرة من سائل ما فإن قراءته تكون غير دقيقة .

لأن كمية الحرارة التي يمتصها الترمومتر تؤثر على درجة حرارة قطرة السائل

7- قد تنتقل الحرارة من جسم مجموع الطاقة الحركية لجزيئاته أقل الى جسم آخر مجموع الطاقة الحركية لجزيئاته أكبر

لأن سريان الحرارة بين جسمين يعتمد على درجة الحرارة وليس على الطاقة الحرارية

نشاط

ثلاث أواني حيث الإناء الأول يحوي ماء دافئ والإناء الثاني يحوي ماء بارد والإناء الثالث يحوي ماء صنبور ضع يدك اليمنى في الماء الدافئ ويدك اليسرى في الماء البارد ثم يدك في ماء الصنبور ثم أجب :

أ) ما إحساسك في اليد اليمنى ؟ مع التفسير ؟

.....

ب) ما إحساسك في اليد اليسرى ؟ مع التفسير ؟

.....

ج) ماذا تستنتج ؟

.....

مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية للجزيئات والطاقة الحركية الداخلية للذرات و طاقة الوضع بين الجزيئات

الطاقة الداخلية

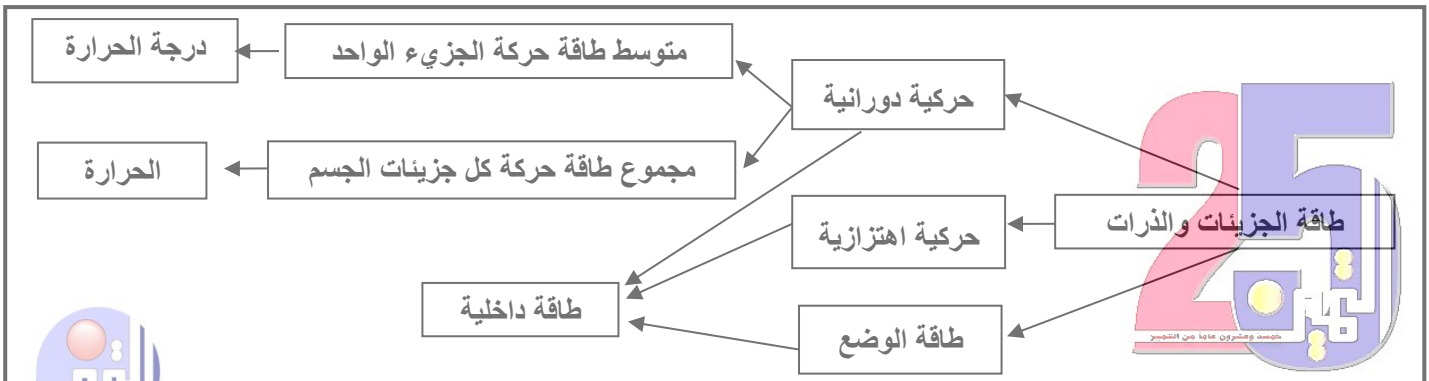
ماذا يحدث في الحالات الآتية :

1- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة ولم تتحول إلى حالة أخرى .

.....

2- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة وتحولت إلى حالة أخرى .

.....



الدرس (1-2) : القياسات الحرارية



وجه المقارنة	السعر الحراري	الكيلو سعر
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس
الرمز		
علاقة كل منهما بالجول		
العلاقة بينهما		

** لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس نحتاج جول .

** الوحدة الدولية لقياس الحرارة هي

** الوحدة التي تستخدم في تقدير المكافئ الحراري أو المردود الحراري للأغذية هي

** يتم تحديد بحرق كميات محددة من الأغذية والوقود وقياس كمية الحرارة الناتجة.

** جسم ما يكتسب طاقة حرارية (5000 J) فتكون بالسعر تساوي وبالكيلو سعر تساوي

حساب الطاقة الحرارية المكتسبة والمفقودة (Q) :

** العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحرارية :

1-

2-

3-

** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية النوعية نستخدم العلاقة

** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية نستخدم العلاقة

** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة القدرة الحرارية نستخدم العلاقة

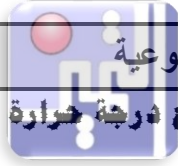
مثال 1 : عند تسخين (500 g) من الماء ترتفع درجة حرارتها من (20 °C) إلي (120 °C) .

إذا علمت أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي (4200 J/Kg.K) . أحسب :

أ) الطاقة الحرارية التي تكتسبها هذه الكمية من الماء :

ب) قدرة جهاز التسخين إذا استغرقت عملية التسخين زمن قدره (3.5 min) :





وجه المقارنة	السعة الحرارية النوعية	السعة الحرارية
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m درجة واحدة سلسيوس
القانون	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$	$C = \frac{Q}{\Delta T}$
العلاقة بينهما	$C = c \times m$	
وحدة القياس		
العوامل		

الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية لعدة مواد مختلفة	الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد مختلفة	الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وكتلة المادة عند ثبات باقي العوامل	الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وفرق درجات الحرارة عند ثبات باقي العوامل
السعة الحرارية والطاقة الحرارية عند ثبات كتلة المادة	السعة الحرارية وفرق درجات الحرارة عند ثبات كتلة المادة	السعة الحرارية وكتلة المادة لنفس المادة	فرق درجات الحرارة وكتلة المادة عند ثبات الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة
السعة الحرارية النوعية والطاقة الحرارية لنفس المادة	السعة الحرارية النوعية وفرق درجات الحرارة لنفس المادة	السعة الحرارية النوعية وكتلة المادة لنفس المادة	فرق درجات الحرارة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد

1- يمكن اعتبار أن السعة الحرارية النوعية هي قصور ذاتي حراري .

لأنها تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة حرارته

2- تستطيع إزالة غطاء الألومنيوم عن صينية الطعام بإصبعك، ولكن لا تستطيع لمس الطعام الموجود فيها .

لأن الطاقة الحرارية المخزنة في الطعام أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للطعام أكبر

3- البصل المطهو لا يمكن أكله فوراً لسخونته الشديدة في حين أن البطاطا المطهوه يمكن أكلها فور طهوها .

لأن الطاقة الحرارية المخزنة في البصل أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للبصل أكبر

4- يحتاج جرام الماء إلى سعر واحد لرفع درجة حرارته درجة سلسيوس بينما يحتاج جرام الحديد إلى $\frac{1}{8}$ هذه الكمية

أو تمتص كتلة من الماء كمية من الطاقة أكبر من التي تمتصها كتلة مساوية من الحديد لترتفع نفس درجة الحرارة

لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

5- يعتبر الماء سائلاً مثالياً للتبريد والتسخين أو يستخدم الأجداد زجاجات الماء الحارة لتدفئة أقدامهم في أيام الشتاء

لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

6- لا تعاني المدن القريبة من البحار من فرق كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار على عكس المدن الصحراوية.

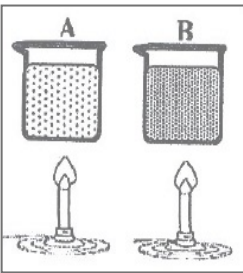
لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

7- حدوث نسيم البحر ونسيم البر.

لأن السعة الحرارية النوعية للماء عالية وبالتالي في النهار تسخن اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع

الهواء الساخن فوق اليابسة ويحل مكانه هواء بارد من البحر وفي الليل تبرد اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر

فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر ويحل مكانه هواء بارد قادم من اليابسة



نشاط مادتين لهما نفس الكتلة ونفس درجة الحرارة الابتدائية سخنتا بنفس المصدر لمدة

خمس دقائق أصبحت درجة حرارة المادة (A) (40 °C) والمادة (B) (25 °C) . أجب :

أ) أيهما أكتسب طاقة حرارية أكبر : وأيهما له أقل سعة حرارية نوعية :

ب) التفسير :

المسعر الحراري جهاز يعزل الداخل عن الوسط المحيط ويسمح بتبادل الحرارة بين مادتين أو أكثر داخله (نظام معزول)

** وظيفة المسعر الحراري هي

قانون التبادل الحراري مجموع الحرارة المتبادلة بين مكونات الخليط تساوي صفر $\sum Q = 0$

** عندما تكون درجة الحرارة الابتدائية أقل من النهائية ($T_2 > T_1$) فإن المادة حرارة . (Q موجبة)

** عندما تكون درجة الحرارة الابتدائية أكبر من النهائية ($T_2 < T_1$) فإن المادة حرارة . (Q سالبة)

مثال 1 : أكتسب (1) لتر من الماء كمية من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلى (10°C) كم يكون الارتفاع في درجة حرارة (2) لتر من الماء عندما يكتسب الكمية نفسها من الحرارة .

مثال 2 : تسخن قطعة من النحاس كتلتها (25 g) ثم توضع في مسعر حراري من النحاس كتلته (0.5 Kg) يحتوي على (75 g) من الماء ترتفع حرارة الماء من (20°C) إلى (25°C) . أحسب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر حيث السعة الحرارية النوعية للماء (4180 J/Kg.K) وللنحاس (390 J/Kg.K) .

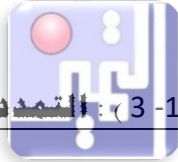
الكتلة	الماء (Q_1)	مسعر النحاس (Q_2)	قطعة النحاس (Q_3)
m (kg)			
السعة الحرارية النوعية (J / kg . K)			
التغير في درجة الحرارة (ΔT) (K)			
كمية الحرارة ($Q = m.c.\Delta T$) (J)			
الاتزان الحراري $\sum Q = 0$			

مثال 3 : سخنت قطع من الألومنيوم كتلته (500 g) إلى (80°C) ثم وضعت داخل المسعر يحتوى على (400 g) من الماء درجة حرارته (40°C) . ثم أضيف إليها قطعة من الزجاج درجة حرارتها (20°C) وكتلتها (300 g) إذا علمت أن ($C_{\text{AL}} = 900 \text{ J/Kg.K}$) ($C_{\text{W}} = 4200 \text{ J/Kg.K}$) ($C_{\text{g}} = 850 \text{ J/Kg.K}$) .
أحسب درجة الحرارة النهائية للماء (درجة حرارة الخليط)

الكتلة	الألومنيوم (Q_1)	الزجاج (Q_2)	الماء (Q_3)
m (kg)			
السعة الحرارية النوعية (J / kg . K)			
التغير في درجة الحرارة (ΔT) (K)			
كمية الحرارة ($Q = m.c.\Delta T$) (J)			
الاتزان الحراري $\sum Q = 0$			

مثال تطبيقي : وضع (250 g) من الماء عند درجة حرارة (10°C) داخل مسعر حراري ثم أضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها (50 g) ودرجة حرارتها (80°C) وقطعة من معدن كتلتها (70 g) ودرجة حرارتها (100°C) ووصل النظام كله إلى الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته (20°C) بإهمال السعة الحرارية النوعية للمسعر . فإذا كانت السعة الحرارية النوعية للماء (4180 J/Kg.K) والسعة الحرارية النوعية للنحاس (390 J/Kg.K)

$$(C_3 = 1657 \text{ J/Kg.K})$$



أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن .

الدرس (3-1) : التمدد الحراري

تغير أبعاد المادة بتغير درجة الحرارة

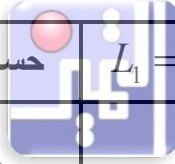
التمدد الحراري

وجه المقارنة	التمدد الطولي في الأجسام الصلبة	التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة
القانون	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$
العوامل		

وجه المقارنة	معامل التمدد الطولي (الخطي)	معامل التمدد الحجمي
التعريف	التغير في وحدة الأطوال عند تغير درجة الحرارة درجة واحدة سيلسيوس	التغير في وحدة الأحجام عند تغير درجة الحرارة درجة واحدة سيلسيوس
القانون	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$	$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$
العوامل		
وحدة القياس		
العلاقة بينهما		

معامل التمدد الطولي والطول الأصلي	معامل التمدد الطولي وفرق درجات الحرارة	مقدار التمدد الطولي وفرق درجات الحرارة	مقدار التمدد الطولي وفرق درجات الحرارة
معامل التمدد الحجمي والحجم الأصلي	معامل التمدد الحجمي وفرق درجات الحرارة	مقدار التمدد الحجمي والحجم لأصلي	مقدار التمدد الحجمي وفرق درجات الحرارة





حساب الحجم بعد التمدد أو الانكماش $V_1 = V_0 + \Delta V$

حساب الطول بعد التمدد أو الانكماش $L_1 = L_0 + \Delta L$

حساب الحجم الأصلي للكرة $V_o = \frac{4}{3} \pi . R^3$

حساب الحجم الأصلي للمكعب $V_o = (L)^3$

علل لما يأتي :

- 1- تتمدد جميع المواد سواء كانت مواد صلبة أو سائلة أو غازية عند تسخينها وتنكمش عند تبريدها .
لأن عند ارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتباعد الجزيئات عن بعضها وعند انخفاض درجة حرارة الجسم تقل الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتقارب الجزيئات عن بعضها
 - 2- محركات السيارات المصنوعة من الألومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .
للسماح بالتمدد الكبير للألومنيوم لأن معامل تمدده أكبر
 - 3- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها مثل زجاج الأفران ومرآيا التلسكوبات الكبيرة .
لأنه معامل التمدد الطولي له صغير جداً فلا يتأثر بالحرارة
 - 4- عند رصف الطرق يجب أن تترك بين أجزاء الإسفلت فواصل تملأ بمادة قابلة للانضغاط مثل القار .
حتى لا تنكسر طبقات الإسفلت نتيجة التمدد أو الانكماش الناتجين عن انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة
 - 5- أطباء الأسنان يراعون استخدام حشوه الأسنان لها نفس معامل تمدد مثل مادة مينا الأسنان عند حشو الأسنان .
حتى لا تنكسر الأسنان عند التمدد أو الانكماش عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة
 - 6- يراعي عند إنشاء الجسور الطويلة مصنوعة من الصلب يثبت أحدي طرفيها ويرتكز الطرف الآخر علي ركائز دوارة
حتى لا تنكسر الجسور وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف
 - 7- تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف .
حتى لا تنقطع الأسلاك عند التمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف
 - 8- يراعي عند إنشاء قضبان السكك الحديدية ترك فراغات بينها .
حتى لا تنكسر قضبان السكك الحديدية وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف
- مثال 1 : كرة من الحديد كتلتها (0.1 kg) وحجمها (100 cm³) ودرجة حرارتها (28 °C) وسخنت الكرة وأصبحت درجة حرارتها (88 °C) . حيث $C_w = 4180 \text{ J/Kg.K}$ - $\alpha = 1.18 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$. أحسب :
- أ) الزيادة في حجم الكرة :

- ب) ألقيت كرة الحديد في درجة (88 °C) في ماء كتلته (0.4 Kg) ودرجة حرارته (10 °C) وعند حدوث الاتزان الحراري أصبحت درجة حرارة الخليط (12 °C) . أحسب السعة الحرارية النوعية للحديد :



مثال 2 : ساق من النحاس طوله (5 m) ترتفع درجة حرارته بمقدار (20°C) علماً بأن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي ($17 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$) . أحسب :
أ) مقدار التمدد الطولي في الساق :

ب) طول الساق بعد التمدد :

مثال 3 : قضيب من الفولاذ طوله (12 m) يتمدد بمقدار (2.35 mm) عندما ترتفع درجة حرارته بمقدار (15°C) . أحسب معامل التمدد الطولي للفولاذ :

مثال 4 : يتمدد الصلب طولياً بمعدل جزء لكل (100000) جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة . كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب طوله (1.5 km) عند رفع درجة حرارته بمقدار (20°C) .

مثال 5 : استخدمت مسطرة درجت في درجة (10°C) من الألومنيوم لقياس طول ساق معدني عند درجة (90°C) فوجد إنها تساوي (120 cm) فإذا علمت أن ($\alpha = 23 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$) . أحسب الطول الحقيقي لها

مثال 6 : مكعب من الحديد حجمه (100 cm^3) ترتفع درجة حرارته من (20°C) إلى (1000°C) فتمدد حجمه بمقدار (3.3 cm^3) . أحسب :
أ) معامل التمدد الحجمي للحديد :

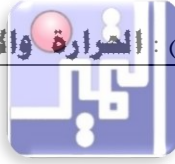
ب) معامل التمدد الطولي للحديد :

مثال 7 : كرة معدنية قطرها (0.8 m) عند درجة حرارة (85°C) فانخفضت درجة حرارتها إلى (5°C) إذا علمت أن معامل التمدد الحجمي له ($33 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$) . أحسب :

أ) مقدار الانكماش في حجم الكرة :

ب) حجم الكرة بعد الانكماش :





**** درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد**

ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

**** في الغازات المثالية تتناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد**

سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني .

وجه المقارنة	درجة الحرارة (T)	الحرارة أو الطاقة الحرارية (Q)
التعريف	كمية فيزيائية تحدد مدى سخونة الجسم أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم له درجة حرارة أقل
ارتباطها بالطاقة الحركية	متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد	مجموع الطاقة الحركية لكل الجزيئات
وحدات القياس	$(^{\circ}C)$ و $(^{\circ}F)$ و (K)	(cal) و (J)

نشاط في الشكل المقابل :

إناء (A) يحتوي علي لترين وإناء (B) يحتوي علي لتر من الماء ولهما درجة حرارة واحدة :

أ (قارن بين كمية الطاقة الحرارية لكل منهما ؟

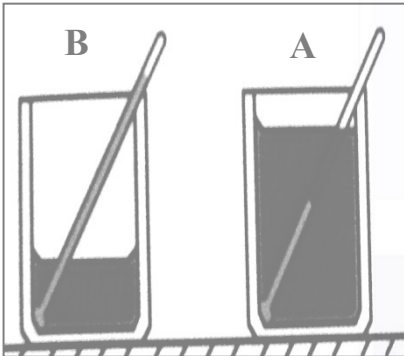
الطاقة الحرارية في الإناء (A) ضعف الطاقة الحرارية في الإناء (B)

ب) قارن بين متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد لكل منهما ؟

متساويان

ج) ماذا تستنتج ؟

درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء، وليس مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات



نشاط

في الشكل المقابل : الإناءين يكتسبان نفس القدر من الطاقة الحرارية .

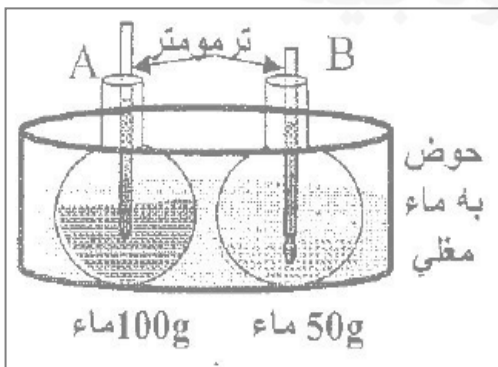
أ (أيهما ترتفع درجة حرارته أكثر ؟

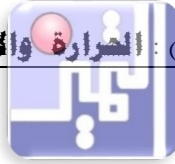
الإناء (B)

ب) بم تفسر إجابتك ؟

التغير في درجة الحرارة يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم

أو الطاقة الحرارية تتوزع علي عدد جزيئات أقل في الإناء (B)





العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

**** درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد**

ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

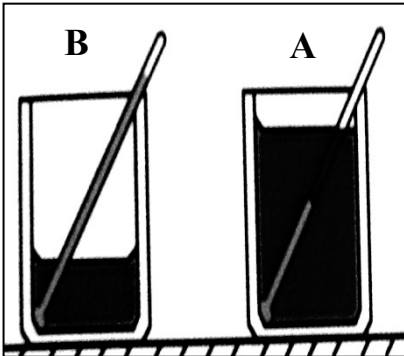
**** في الغازات المثالية تتناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد**

سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني .

وجه المقارنة	درجة الحرارة (T)	الحرارة أو الطاقة الحرارية (Q)
التعريف	كمية فيزيائية تحدد مدى سخونة الجسم أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم له درجة حرارة أقل
ارتباطها بالطاقة الحركية	متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد	مجموع الطاقة الحركية لكل الجزيئات
وحدات القياس	$(^{\circ}C)$ و $(^{\circ}F)$ و (K)	(cal) و (J)

نشاط في الشكل المقابل :

إناء (A) يحتوي علي لترين وإناء (B) يحتوي علي لتر من الماء ولهما درجة حرارة واحدة :



أ) قارن بين كمية الطاقة الحرارية لكل منهما ؟

الطاقة الحرارية في الإناء (A) ضعف الطاقة الحرارية في الإناء (B)

ب) قارن بين متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد لكل منهما ؟

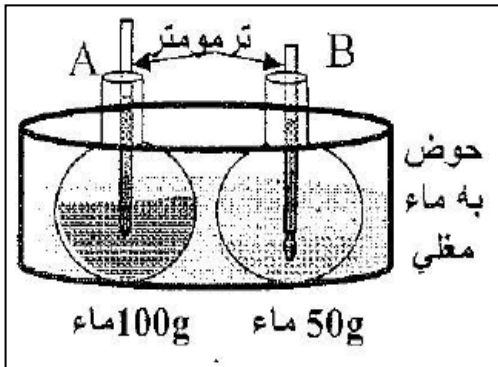
متساويان

ج) ماذا تستنتج ؟

درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء وليس مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

نشاط

في الشكل المقابل : الإناءين يكتسبان نفس القدر من الطاقة الحرارية .



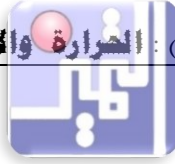
أ) أيهما ترتفع درجة حرارته أكثر ؟

الإناء (B)

ب) بم تفسر إجابتك ؟

التغير في درجة الحرارة يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم

أو الطاقة الحرارية تتوزع علي عدد جزيئات أقل في الإناء (B)



العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

**** درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد**

ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

**** في الغازات المثالية تتناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد**

سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني .

وجه المقارنة	درجة الحرارة (T)	الحرارة أو الطاقة الحرارية (Q)
التعريف	كمية فيزيائية تحدد مدى سخونة الجسم أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم له درجة حرارة أقل
ارتباطها بالطاقة الحركية	متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد	مجموع الطاقة الحركية لكل الجزيئات
وحدات القياس	$(^{\circ}C)$ و $(^{\circ}F)$ و (K)	(cal) و (J)

نشاط : في الشكل المقابل :

إناء (A) يحتوي علي لترين وإناء (B) يحتوي علي لتر من الماء ولهما درجة حرارة واحدة :

أ (قارن بين كمية الطاقة الحرارية لكل منهما ؟

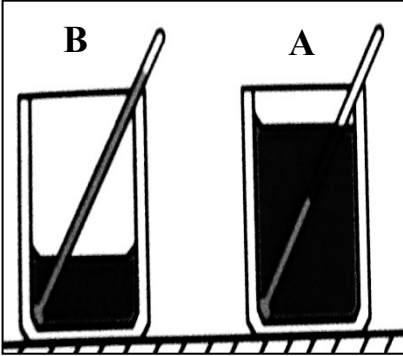
الطاقة الحرارية في الإناء (A) ضعف الطاقة الحرارية في الإناء (B)

ب) قارن بين متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد لكل منهما ؟

متساويان

ج) ماذا تستنتج ؟

درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء وليس مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات



نشاط

في الشكل المقابل : الإناءين يكتسبان نفس القدر من الطاقة الحرارية .

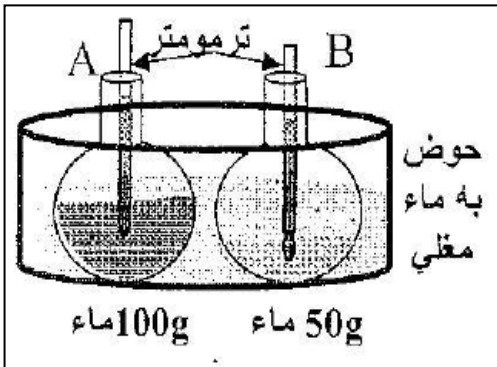
أ (أيهما ترتفع درجة حرارته أكثر ؟

الإناء (B)

ب) بم تفسر إجابتك ؟

التغير في درجة الحرارة يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم

أو الطاقة الحرارية تتوزع علي عدد جزيئات أقل في الإناء (B)



**** لقياس درجة الحرارة نستخدم الترمومتر ويتكون من خيط سائل من الكحول الملون أو الزئبق**

التدرجات الحرارية	تدرج سلسيوس	تدرج كلفن (مطلق)	تدرج فهرنهايت
الرمز	$^{\circ}\text{C}$	K	$^{\circ}\text{F}$
عدد الأقسام	100	100	180
بداية التدرج (تجمد الماء)	0	273	32
نهاية التدرج (غليان الماء)	100	373	212
درجة الصفر المطلق	$- 273^{\circ}\text{C}$	0 K	$- 459.4^{\circ}\text{F}$
العلاقة المستخدمة في التحويل		$T_K = T_C + 273$	$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$
العلاقة بين التدرجات	$\frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100} = \frac{T_C - 0}{100}$		

الصفر المطلق درجة الحرارة التي تنعدم عندها الطاقة الحركية لجزيئات المادة نظرياً

علل الطاقة الحركية للأجسام تساوي صفر عند درجة حرارة الصفر المطلق .

لأن جزيئات المادة تكون في حالة سكون

**** درجة الصفر المطلق يساوي $- 273$ - علي تدرج سلسيوس ويساوي $- 459.4$ - علي تدرج فهرنهايت**

**** درجة الصفر سلسيوس يساوي 273 علي تدرج كلفن ويساوي 32 علي تدرج فهرنهايت**

**** التغير علي تدرج سلسيوس يساوي التغير علي تدرج كلفن**

**** تتساوي تدرج سلسيوس مع تدرج فهرنهايت عند درجة حرارة تساوي 40 - والتي تساوي بالكلفن 233**

**** إذا كان التغير علي تدرج سلسيوس يساوي (25°C) فيكون التغير علي تدرج كلفن يساوي 25 K**

مثال 1 : جسم الإنسان درجة حرارته (37°C) . أحسب :

أ) درجة حرارته علي تدرج كلفن : $T_K = 310\text{ K}$

ب) درجة حرارته علي تدرج فهرنهايت : $T_F = 98.6^{\circ}\text{F}$

مثال 2 : جسم درجة حرارته (200°F) . أحسب :

أ) درجة حرارته علي تدرج سلسيوس : $T_C = 93.3^{\circ}\text{C}$

ب) درجة حرارته علي تدرج كلفن : $T_K = 366.3\text{ K}$

مثال 3 : جسم درجة حرارته (320 K) . أحسب :

أ) درجة حرارته علي تدرج سلسيوس : $T_C = 47^{\circ}\text{C}$

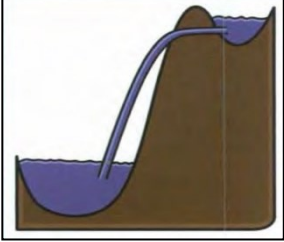
ب) درجة حرارته علي تدرج فهرنهايت : $T_F = 116.6^{\circ}\text{F}$

عند تلامس جسمين لفترة أحدهما ساخن والآخر بارد .

ماذا يحدث

تنتقل الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد

**** هناك خطأ شائع أن الأجسام تحتوي على حرارة فقط، ولكنها تحتوي على أشكال متعددة من الطاقات**



**** ينعدم انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين عند تساوي درجة الحرارة للأجسام المتلامسة**

**** لا تسري الحرارة تلقائياً من جسم بارد إلى جسم ساخن مثل الماء لا يمكنه صعود قمة التل**

**** يعتمد سريان الحرارة بين جسمين على درجة الحرارة وليس على الطاقة الحرارية**

نشاط لديك مسمار حديدي درجة حرارته (200 °C) وحوض سباحة يحوي ماء درجة حرارته (30 °C).

أ) أيهما له طاقة حرارية أكبر ولماذا ؟

الطاقة الحرارية أكبر في حمام السباحة

لأن الطاقة الحركية الكلية لجزيئات الماء في الحوض أكبر بكثير من الطاقة الحركية الكلية لجزيئات المسمار

ب) ماذا يحدث لسريان الحرارة إذا تم إلقاء المسمار في حمام السباحة ؟

تسري الحرارة من المسمار الساخن إلى الماء البارد

ج) ماذا تستنتج ؟

يعتمد سريان الحرارة بين جسمين على درجة الحرارة وليس على الطاقة الحرارية

حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس سرعة كل جزيء

الاتزان الحراري

أو حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس درجة الحرارة

ماذا يحدث : عند أفراغ كوب ماء مغلي في وعاء يحتوي لتر من الماء درجة حرارته (212 °F) .

لا تتغير درجة حرارة الوعاء لأن ماء الكوب والماء في الوعاء في حالة اتزان حراري

علل لما يأتي :

1- عند الإصابة بحرق خارجي طفيف ينصح بوضع موضع الحرق تحت ماء بارد أو وضع ثلج عليه .

بسبب انتقال الحرارة من الجسم الساخن إلى الماء البارد مما يخفف الشعور بالألم

2- عندما نستخدم الترمومتر لقياس درجة حرارة مادة معينة فإنه يجب الانتظار حتى تثبت قراءته .

حتى يصل الترمومتر إلى حالة اتزان حراري مع الجسم وتتساوي درجة حرارتهما

3- الترمومتر يقيس درجة حرارة نفسه .

لأن الترمومتر يصل إلى حالة اتزان حراري مع الجسم

4- يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة المراد قياس درجة حرارتها .

حتى لا تؤثر الحرارة التي يمتصها الترمومتر على درجة حرارة الجسم

5- أيا كان حجم الترمومتر الذي تقاس به درجة حرارة الهواء الجوي أو مياه البحر فإن قراءته تكون دقيقة .

لأن كمية الحرارة التي يمتصها الترمومتر لا تؤثر على درجة حرارة الهواء أو ماء البحر

6- عند استخدام ترمومتر في قياس قطرة من سائل ما فإن قراءته تكون غير دقيقة .

لأن كمية الحرارة التي يمتصها الترمومتر تؤثر على درجة حرارة قطرة السائل

7- قد تنتقل الحرارة من جسم مجموع الطاقة الحركية لجزيئاته أقل الى جسم آخر مجموع الطاقة الحركية لجزيئاته أكبر

لأن سريان الحرارة بين جسمين يعتمد على درجة الحرارة وليس على الطاقة الحرارية

نشاط

ثلاث أواني حيث الإناء الأول يحوي ماء دافئ والإناء الثاني يحوي ماء بارد والإناء الثالث يحوي ماء صنبور ضع يدك اليمنى في الماء الدافئ ويدك اليسرى في الماء البارد ثم يدك في ماء الصنبور ثم أجب :

أ) ما إحساسك في اليد اليمنى ؟ مع التفسير ؟

تحس اليد اليمنى بالبرودة لأنها تفقد حرارة

ب) ما إحساسك في اليد اليسرى ؟ مع التفسير ؟

تحس اليد اليسرى بالدفء لأنها تكتسب حرارة

ج) ماذا تستنتج ؟

تسري الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد

مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية للجزيئات والطاقة الحركية الداخلية للذرات و طاقة الوضع بين الجزيئات

الطاقة الداخلية

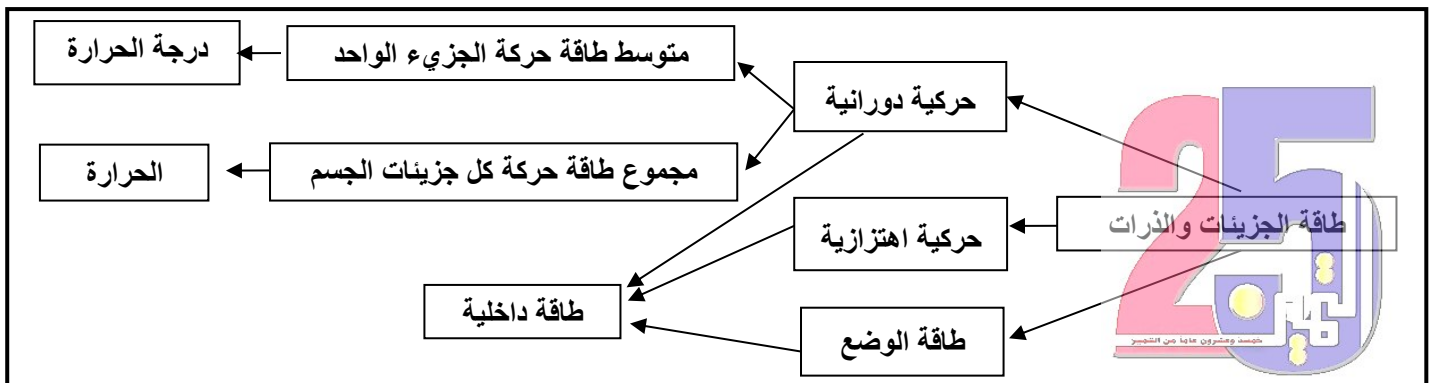
ماذا يحدث في الحالات الآتية :

1- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة ولم تتحول إلى حالة أخرى .

تزداد طاقة الحركة الاهتزازية للجزيئات وترتفع درجة حرارتها

2- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة وتحولت إلى حالة أخرى .

لا تزداد طاقة الحركة الاهتزازية للجزيئات وتستخدم الطاقة المكتسبة في تحويل المادة من حالة إلى حالة أخرى



الدرس (1-2) : القياسات الحرارية

وجه المقارنة	السعر الحراري	الكيلو سعر
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس
الرمز	cal	K cal
علاقة كل منهما بالجول	Cal = 4.184 J	K cal = 4184 J
العلاقة بينهما	K cal = 1000 cal	

**** لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس نحتاج 4.184 جول .**

**** الوحدة الدولية لقياس الحرارة هي الجول (J)**

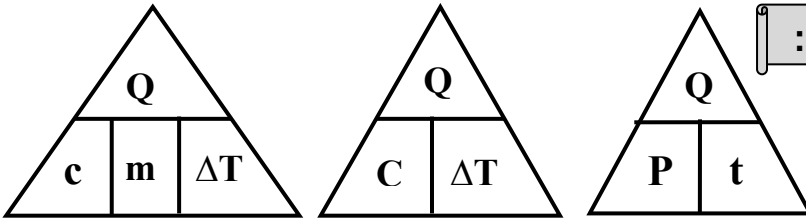
**** الوحدة التي تستخدم في تقدير المكافئ الحراري أو المردود الحراري للأغذية هي الكيلو سعر**

**** يتم تحديد المكافئ الحراري بحرق كميات محددة من الأغذية والوقود وقياس كمية الحرارة الناتجة .**

**** جسم ما يكتسب طاقة حرارية (5000 J) فتكون بالسعر تساوي 1195 وبالكيلو سعر تساوي 1.195**

حساب الطاقة الحرارية المكتسبة والمفقودة (Q) :

**** العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحرارية :**



1- نوع المادة وحالتها

2- كتلة المادة

3- فرق درجات الحرارة

**** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية النوعية نستخدم العلاقة $Q = c m \Delta T$**

**** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية نستخدم العلاقة $Q = C \Delta T$**

**** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة القدرة الحرارية نستخدم العلاقة $Q = P t$**

مثال 1 : عند تسخين (500 g) من الماء ترتفع درجة حرارتها من (20 °C) إلى (120 °C) .

إذا علمت أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي (4200 J/Kg.K) . أحسب :

أ) الطاقة الحرارية التي تكتسبها هذه الكمية من الماء .

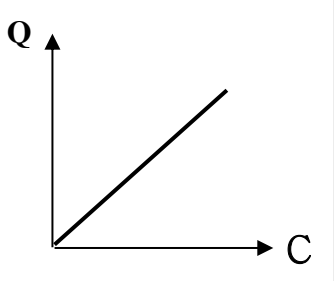
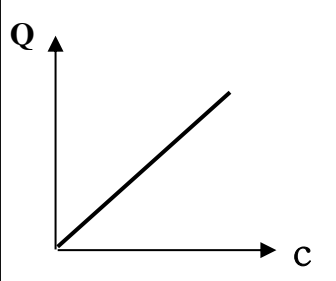
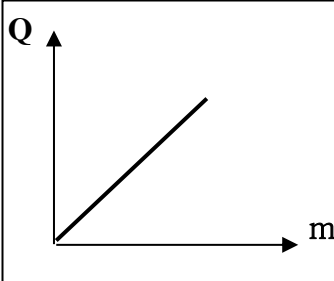
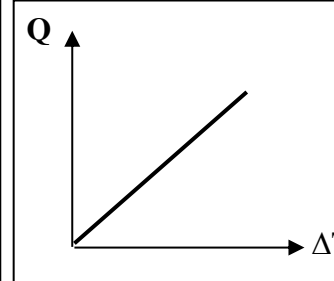
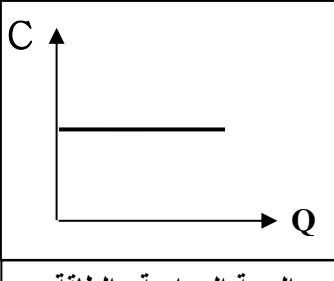
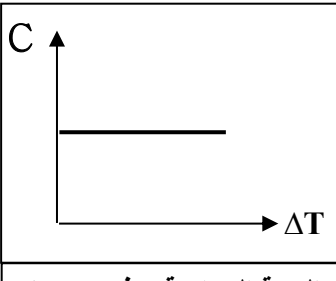
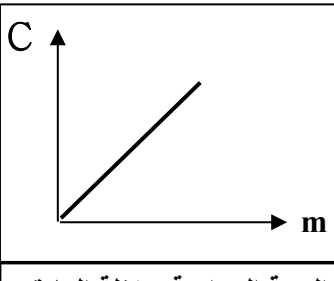
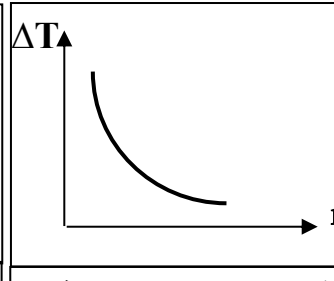
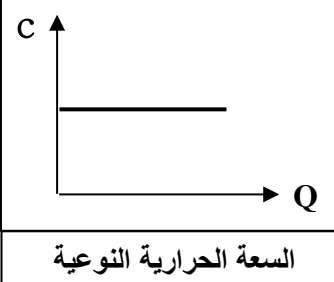
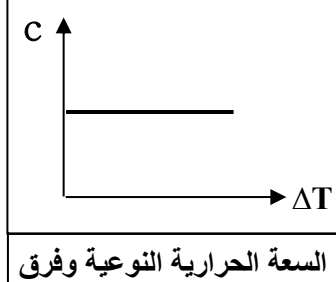
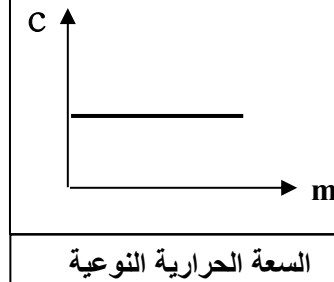
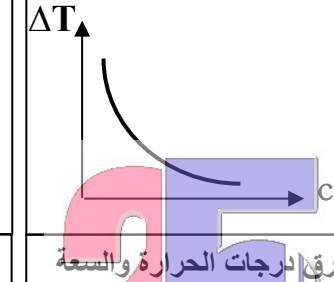
$$Q = c \times m \times \Delta T = 4200 \times 0.5 \times (120 - 20) = 210000 \text{ J}$$

ب) قدرة جهاز التسخين إذا استغرقت عملية التسخين زمن قدره (3.5 min) .

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{210000}{3.5 \times 60} = 1000 \text{ W}$$



وجه المقارنة	السعة الحرارية النوعية	السعة الحرارية
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها درجة واحدة سلسيوس
القانون	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$	$C = \frac{Q}{\Delta T}$
العلاقة بينهما	$C = c \times m$	
وحدة القياس	J/kg.K	J/K
العوامل	1- نوع المادة 2- حالة المادة	1- نوع المادة وحالتها 2- كتلة المادة

			
الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية لعدة مواد مختلفة	الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد مختلفة	الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وكتلة المادة عند ثبات باقي العوامل	الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة ودرجات الحرارة عند ثبات باقي العوامل
			
السعة الحرارية والطاقة الحرارية عند ثبات كتلة المادة	السعة الحرارية ودرجات الحرارة عند ثبات كتلة المادة	السعة الحرارية وكتلة المادة لنفس المادة	فرق درجات الحرارة وكتلة المادة عند ثبات الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة
			
السعة الحرارية النوعية والطاقة الحرارية لنفس المادة	السعة الحرارية النوعية ودرجات الحرارة لنفس المادة	السعة الحرارية النوعية وكتلة المادة لنفس المادة	فرق درجات الحرارة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد

1- يمكن اعتبار أن السعة الحرارية النوعية هي قصور ذاتي حراري .

لأنها تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة حرارته

2- تستطيع إزالة غطاء الألومنيوم عن صينية الطعام بإصبعك، ولكن لا تستطيع لمس الطعام الموجود فيها .

لأن الطاقة الحرارية المخزنة في الطعام أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للطعام أكبر

3- البصل المطهو لا يمكن أكله فوراً لسخونته الشديدة في حين أن البطاطا المطهوه يمكن أكلها فور طهوها .

لأن الطاقة الحرارية المخزنة في البصل أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للبصل أكبر

4- يحتاج جرام الماء إلى سعر واحد لرفع درجة حرارته درجة سلسيوس بينما يحتاج جرام الحديد إلى $\frac{1}{8}$ هذه الكمية

أو تمتص كتلة من الماء كمية من الطاقة أكبر من التي تمتصها كتلة مساوية من الحديد لترتفع نفس درجة الحرارة

لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

5- يعتبر الماء سائلاً مثالياً للتبريد والتسخين أو يستخدم الأجداد زجاجات الماء الحارة لتدفئة أقدامهم في أيام الشتاء

لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

6- لا تعاني المدن القريبة من البحار من فرق كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار على عكس المدن الصحراوية.

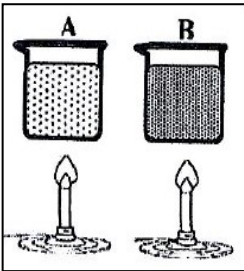
لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

7- حدوث نسيم البحر ونسيم البر.

لأن السعة الحرارية النوعية للماء عالية وبالتالي في النهار تسخن اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع

الهواء الساخن فوق اليابسة ويحل مكانه هواء بارد من البحر وفي الليل تبرد اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر

فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر ويحل مكانه هواء بارد قادم من اليابسة



نشاط مادتين لهما نفس الكتلة ونفس درجة الحرارة الابتدائية سخنتا بنفس المصدر لمدة

خمس دقائق أصبحت درجة حرارة المادة (A) (40 °C) والمادة (B) (25 °C) . أجب :

أ) أيهما أكتسب طاقة حرارية أكبر : **متساويان** وأيها له أقل سعة حرارية نوعية : **المادة A**

ب) التفسير : **المادة التي لها سعة حرارية نوعية أقل تسخن بسرعة وتبرد بسرعة**

جهاز يعزل الداخل عن الوسط المحيط ويسمح بتبادل الحرارة بين مادتين أو أكثر داخله

نظام معزول

**** وظيفة المسعر الحراري هي قياس السعة الحرارية النوعية للمادة**

مجموع الحرارة المتبادلة بين مكونات الخليط تساوي صفر $\sum Q = 0$

قانون التبادل الحراري

**** عندما تكون درجة الحرارة الابتدائية أقل من النهائية ($T_2 > T_1$) فإن المادة تكتسب حرارة . (Q موجبة)**

**** عندما تكون درجة الحرارة الابتدائية أكبر من النهائية ($T_2 < T_1$) فإن المادة تفقد حرارة . (Q سالبة)**

مثال 1 : أكتسب (1) لتر من الماء كمية من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلى (10 °C) كم يكون الارتفاع في درجة حرارة (2) لتر من الماء عندما يكتسب الكمية نفسها من الحرارة .

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{\Delta T_2}{10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta T_2 = 5^\circ \text{C}$$

مثال 2 : تسخن قطعة من النحاس كتلتها (25 g) ثم توضع في مسعر حراري من النحاس كتلته (0.5 Kg) يحتوي علي (75 g) من الماء ترتفع حرارة الماء من (20 °C) إلى (25 °C) . أحسب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر حيث السعة الحرارية النوعية للماء (4180 J/Kg.K) وللنحاس (390 J/Kg.K) .

الماء (Q ₁)	مسعر النحاس (Q ₂)	قطعة النحاس (Q ₃)	
0.075	0.5	0.025	الكتلة m (kg)
4180	390	390	السعة الحرارية النوعية C (J / kg . K)
(25 - 20)	(25 - 20)	(25 - T ₁)	التغير في درجة الحرارة ΔT (K)
Q ₁ = 1567.5	Q ₂ = 975	Q ₃ = 9.75 (25-T ₁)	كمية الحرارة Q = m.c.ΔT (J)
$Q_3 + Q_2 + Q_1 = 0$ $9.75(25 - T_1) + 975 + 1567.5 = 0$ $T_1 = 285.7^\circ \text{C}$			الاتزان الحراري $\sum Q = 0$

مثال 3 : سخنت قطع من الألومنيوم كتلته (500 g) إلى (80 °C) ثم وضعت داخل المسعر يحتوى على (400 g) من الماء درجة حرارته (40 °C) . ثم أضيف إليها قطعة من الزجاج درجة حرارتها (20 °C) وكتلتها (300 g) إذا علمت أن (C_{AL} = 900 J/Kg.K) (C_w = 4200 J/Kg.K) (C_g = 850 J/Kg.K) . أحسب درجة الحرارة النهائية للماء (درجة حرارة الخليط)

الألومنيوم (Q ₁)	الزجاج (Q ₂)	الماء (Q ₃)	
0.5	0.3	0.4	الكتلة m (kg)
900	850	4200	السعة الحرارية النوعية C (J / kg . K)
(T _F - 80)	(T _F - 20)	(T _F - 40)	التغير في درجة الحرارة ΔT (K)
450 (T _F - 80)	255 (T _F - 20)	1680 (T _F - 40)	كمية الحرارة Q = m.c.ΔT (J)
$Q_3 + Q_2 + Q_1 = 0$ $1680(T_F - 40) + 255(T_F - 20) + 450(T_F - 80) = 0$ $T_F = 45.4^\circ \text{C}$			الاتزان الحراري $\sum Q = 0$

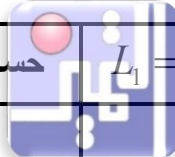
مثال تطبيقي : وضع (250 g) من الماء عند درجة حرارة (10 °C) داخل مسعر حراري ثم أضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها (50 g) ودرجة حرارتها (80 °C) وقطعة من معدن كتلتها (70 g) ودرجة حرارتها (100 °C) ووصل النظام كله إلى الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته (20 °C) بإهمال السعة الحرارية النوعية للمسعر . فإذا كانت السعة الحرارية النوعية للماء (4180 J/Kg.K) والسعة الحرارية النوعية للنحاس (390 J/Kg.K) أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن .



وجه المقارنة	التمدد الطولي في الأجسام الصلبة	التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة
القانون	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$
العوامل	1- نوع المادة 2- الطول الأصلي 3- فرق درجات الحرارة	1- نوع المادة 2- الحجم الأصلي 3- فرق درجات الحرارة

وجه المقارنة	معامل التمدد الطولي (الخطي)	معامل التمدد الحجمي
التعريف	التغير في وحدة الأطوال عند تغير درجة الحرارة درجة واحدة سيلسيوس	التغير في وحدة الأحجام عند تغير درجة الحرارة درجة واحدة سيلسيوس
القانون	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$	$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$
العوامل	نوع المادة	نوع المادة
وحدة القياس	1/°C	1/°C
العلاقة بينهما	$\alpha = \frac{\beta}{3}$	$\beta = 3\alpha$

مقدار التمدد الطولي وفرق، درجات الحرارة	مقدار التمدد الطولي والطول الأصلي	معامل التمدد الطولي وفرق درجات الحرارة	معامل التمدد الطولي والطول الأصلي
مقدار التمدد الحجمي وفرق درجات الحرارة	مقدار التمدد الحجمي والحجم لأصلي	معامل التمدد الحجمي وفرق درجات الحرارة	معامل التمدد الحجمي والحجم لأصلي



حساب الطول بعد التمدد أو الانكماش $L_1 = L_0 + \Delta L$ حساب الحجم بعد التمدد أو الانكماش $V_1 = V_0 + \Delta V$

حساب الحجم الأصلي للمكعب $V_o = (L)^3$

حساب الحجم الأصلي للكرة $V_o = \frac{4}{3} \pi . R^3$

علل لما يأتي :

- 1- تتمدد جميع المواد سواء كانت مواد صلبة أو سائلة أو غازية عند تسخينها وتنكمش عند تبريدها .
لأن عند ارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتباعد الجزيئات عن بعضها وعند انخفاض درجة حرارة الجسم تقل الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتقارب الجزيئات عن بعضها
- 2- محركات السيارات المصنوعة من الألومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .
للسماح بالتمدد الكبير للألومنيوم لأن معامل تمدده أكبر
- 3- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها مثل زجاج الأفران ومرايا التلسكوبات الكبيرة .
لأنه معامل التمدد الطولي له صغير جداً فلا يتأثر بالحرارة
- 4- عند رصف الطرق يجب أن تترك بين أجزاء الإسفلت فواصل تملأ بمادة قابلة للانضغاط مثل القار .
حتى لا تنكسر طبقات الإسفلت نتيجة التمدد أو الانكماش الناتجين عن انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة
- 5- أطباء الأسنان يراعون استخدام حشوه الأسنان لها نفس معامل تمدد مثل مادة مينا الأسنان عند حشو الأسنان .
حتى لا تنكسر الأسنان عند التمدد أو الانكماش عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة
- 6- يراعي عند إنشاء الجسور الطويلة مصنوعة من الصلب يثبت أحدي طرفيها ويرتكز الطرف الآخر علي ركائز دوارة
حتى لا تنكسر الجسور وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف
- 7- تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف .
حتى لا تنقطع الأسلاك عند التمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف
- 8- يراعي عند إنشاء قضبان السكك الحديدية ترك فراغات بينها .
حتى لا تنكسر قضبان السكك الحديدية وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف

مثال 1 : كرة من الحديد كتلتها (0.1 kg) وحجمها (100 cm³) ودرجة حرارتها (28 °C) وسخنت الكرة

وأصبحت درجة حرارتها (88 °C) . حيث $C_w = 4180 \text{ J/Kg.K}$ - $\alpha = 1.18 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$. أحسب :

أ (الزيادة في حجم الكرة : $\beta = 3\alpha = 3 \times 1.18 \times 10^{-5} = 3.54 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$)

$$\Delta V = \beta . V_o . \Delta T = (3.54 \times 10^{-5}) \times 100 \times (88 - 28) = 0.2124 \text{ cm}^3$$

ب) أقيت كرة الحديد في درجة (88 °C) في ماء كتلته (0.4 Kg) ودرجة حرارته (10 °C) وعند حدوث الاتزان الحراري أصبحت درجة حرارة الخليط (12 °C) . أحسب السعة الحرارية النوعية للحديد :

$$\sum Q = 0 \Rightarrow (cm\Delta T)_{Fe} + (cm\Delta T)_w = 0$$

$$[c \times 0.1 \times (12 - 88)] + [4180 \times 0.4 \times (12 - 10)] = 0 \Rightarrow c = 440 \text{ J/Kg.K}$$



مثال 2 : ساق من النحاس طوله (5 m) ترتفع درجة حرارته بمقدار (20 °C) علماً بأن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي (17 × 10⁻⁶ 1/°C) . أحسب :

أ) مقدار التمدد الطولي في الساق :

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 17 \times 10^{-6} \times 5 \times 20 = 1.7 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ب) طول الساق بعد التمدد :

$$L_1 = L_0 + \Delta L = 5 + 1.7 \times 10^{-3} = 5.0017 \text{ m}$$

مثال 3 : قضيب من الفولاذ طوله (12 m) يتمدد بمقدار (2.35 mm) عندما ترتفع درجة حرارته بمقدار (15 °C) . أحسب معامل التمدد الطولي للفولاذ :

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} = \frac{2.35 \times 10^{-3}}{12 \times 15} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ 1/°C}$$

مثال 4 : يتمدد الصلب طولياً بمعدل جزء لكل (100000) جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة .

كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب طوله (1.5 km) عند رفع درجة حرارته بمقدار (20 °C) .

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = \frac{1}{100000} \times 1.5 \times 20 = 3 \times 10^{-4} \text{ km} = 0.3 \text{ m}$$

مثال 5 : استخدمت مسطرة درجت في درجة (10 °C) من الألومنيوم لقياس طول ساق معدني عند درجة

(90 °C) فوجد إنها تساوي (120 cm) فإذا علمت أن (α = 23 × 10⁻⁶ /°C) . أحسب الطول الحقيقي لها

$$L_1 = L_0 + \Delta L = L_0 + (\alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T)$$

$$120 = L_0 + (23 \times 10^{-6} \times L_0 \times 80) \Rightarrow L_0 = 119.75 \text{ m}$$

مثال 6 : مكعب من الحديد حجمه (100 cm³) ترتفع درجة حرارته من (20 °C) إلي (1000 °C)

فتمدد حجمه بمقدار (3.3 cm³) . أحسب :

أ) معامل التمدد الحجمي للحديد :

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} = \frac{3.3}{100 \times 980} = 3.36 \times 10^{-5} \text{ 1/°C}$$

ب) معامل التمدد الطولي للحديد :

$$\alpha = \frac{\beta}{3} = \frac{3.3 \times 10^{-5}}{3} = 1.12 \times 10^{-5} \text{ 1/°C}$$

مثال 7 : كرة معدنية قطرها (0.8 m) عند درجة حرارة (85 °C) فانخفضت درجة حرارتها إلي (5 °C)

إذا علمت أن معامل التمدد الحجمي له (33 × 10⁻⁶ /°C) . أحسب :

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi \times 0.4^3 = 0.267 \text{ m}^3$$

أ) مقدار الانكماش في حجم الكرة :

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T = 33 \times 10^{-6} \times 0.267 \times (5 - 85) = -7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

ب) حجم الكرة بعد الانكماش :

$$V_1 = V_0 + \Delta V = 0.267 + (-7 \times 10^{-4}) = 0.266 \text{ m}^3$$