الفيزياء

- الدرس الثانى :- القياسات الحرارية :-

الدرس الثانى :- القياسات الحرارية

الحرارة — السعة الحرارية النوعية — السعرات الحرارية — قانون التبادل الحرارى

- الحرارة :-

الحرارة

مفهوم الحرارة — قياس الحرارة — حساب مقدار الحرارة

- مفهوم الحرارة :-

- هى سريان الطاقة الحرارية تلقائياً من الجسم الساخن إلى الجسم البارد أى من الجسم الأعلى درجة حرارة إلى الجسم الأقل درجة حرارة ويُرمز لها بالرمز (Q) وتُقاس بوحدة الجول (J) أو وحدة السعر الحرارى (cal) أو وحدة الكيلو سعر الحرارى (Kcal).

- قياس الحرارة :-

- تقيس الحرارة بوحدة الجول (J) أو وحدة السعر الحرارى (cal) أو وحدة الكيلو سعر الحرارى (Kcal).
- السعر الحرارى هو كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع جرام واحد (1g) من الماء درجة سيليزية واحدة ($1^{\circ}C$) ويُرمز له بالرمز (cal).
- الكيلو سعر الحرارى هو كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع كيلوجرام واحد (1Kg) من الماء درجة سيليزية واحدة ($1^{\circ}C$) ويُرمز له بالرمز (Kcal) ويمكن التحويل من وحدة الجول (J) إلى وحدة السعر الحرارى (cal) أو وحدة الكيلو سعر الحرارى (Kcal) والعكس كالآتى :-

$J \times 4.18 \longrightarrow cal$

$cal \div 4.18 \longrightarrow J$

$Kcal \times 1000 \longrightarrow cal$

$cal \div 1000 \longrightarrow Kcal$

$J \times 4.18 \times 10^{-3} \longrightarrow Kcal$

$Kcal \div 4.18 \times 10^{-3} \longrightarrow J$

- مثال :-

- إذا كانت الحرارة بوحدة الجول المتساوى 200 J أحسب الحرارة بوحدة السعر الحرارى (cal) وبوحدة الكيلو سعر الحرارى (Kcal).

- الحل :-

$Q_{(J)} = 200\ J$

$Q_{(cal)} = ?$

$Q_{(Kcal)} = ?$

Scanned by CamScanner

$Q_{(cal)} = Q_{(J)} \times 4.18 = 200 \times 4.18 = 836\ cal$

$Q_{(kcal)} = Q_{(cal)} \div 1000 = 836 \div 1000 = 0.836\ kcal$

or $Q_{(kcal)} = Q_{(J)} \times 4.18 \times 10^{-3} = 200 \times 4.18 \times 10^{-3} = 0.836\ kcal$.

- حساب مقدار الحرارة :-

- نشاط عمل :-

- التجربة :-

- تسخين كوبين من الماء كوب رقم (١) يحتوى على كمية أكبر من الماء عن (الكوب رقم ٢) ثم نقيس درجة الحرارة باستخدام الترمومتر .

- الملاحظة أو المشاهدة :-

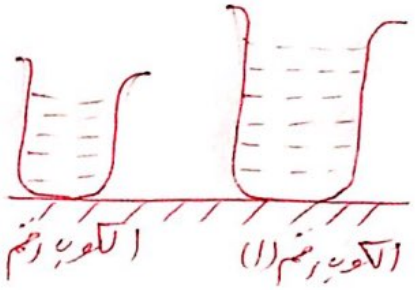
- يحتاج الكوب رقم (١) كمية حرارة أكبر من الكوب رقم (٢) .

- الاستنتاج :-

- زيادة كتلة المادة تزداد كمية الحرارة اللازمة لتسخين المادة أى أن الحرارة تتناسب طرديًا مع كتلة المادة حالاتان :-

$Q \propto m$

الحرارة J — كتلة المادة kg



- نشاط عمل :-

- التجربة :-

- تسخين كوبين من الماء كوب رقم (١) وكوب رقم (٢) بهما كمية من الماء نفسها ولهما نفس درجة الحرارة نقوم بتسخين الكوب رقم (١) من $10^{\circ}c$ إلى $20^{\circ}c$ والكوب رقم (٢) من $10^{\circ}c$ إلى $100^{\circ}c$.

- الملاحظة أو المشاهدة :-

- نلاحظ أن الكوب رقم (٢) يحتاج فترة زمنية أكبر لرفع درجة حرارته عن الكوب رقم (١) لأن مقدار درجات الحرارة للكوب رقم (٢) أكبر من الكوب رقم (١) حالاتان :-

$\Delta T = T_f - T_i$

$\Delta T_1 = 20 - 10 = 10^{\circ}c$

$\Delta T_2 = 100 - 10 = 90^{\circ}c$

$\Delta T_1 < \Delta T_2$

- الاستنتاج :-

- زيادة مقدار درجات الحرارة تزداد كمية الحرارة اللازمة لتسخين المادة أى أن الحرارة

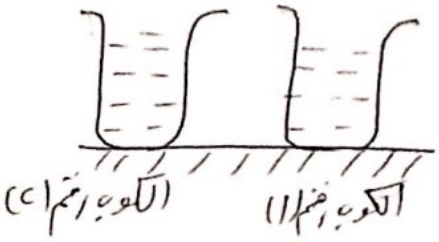
Scanned by CamScanner

تتناسب طردياً مع التغير في درجة الحرارة كالآتي :-

$Q \propto \Delta T$

Q : الحرارة J

ΔT : التغير في درجات الحرارة $^{\circ}C$ or K



$Q \propto m$

$Q \propto \Delta T$

$Q \propto m \Delta T$

$9 \times 10^{3} \rightarrow kg$

$\frac{9}{1000} \rightarrow kg$

$Q = C\, m\, \Delta T$

Q : الحرارة أو كمية الحرارة أو مقدار (كمية) الحرارية المفقودة أو المكتسبة — J

C : السعة الحرارية النوعية — $J/kg \cdot K$

m : كتلة المادة kg

ΔT : التغير في درجة الحرارة $^{\circ}C$ or K

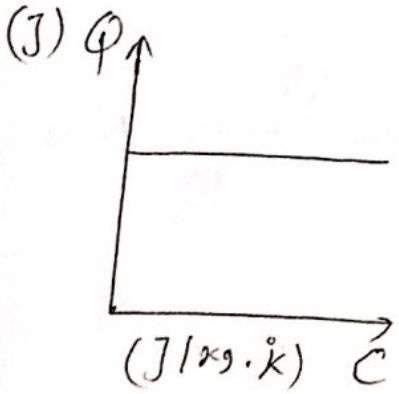
$(T_f - T_i)$

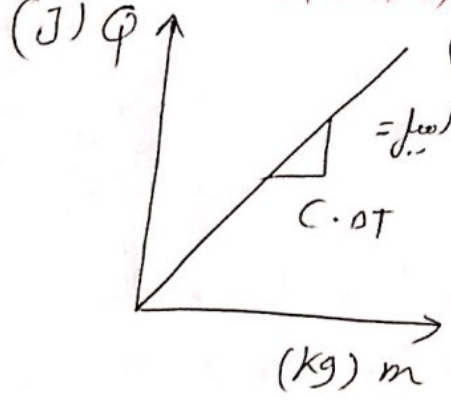
- العوامل التي تتوقف عليها الحرارة (Q) الآتي :-

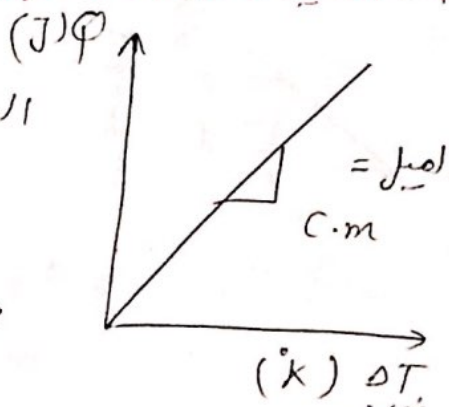
١- نوع المادة .

٢- كتلة المادة (m) .

٣- التغير في درجات الحرارة (ΔT) .







- مثال :-

- كرة من الحديد كتلتها 500g ودرجة حرارتها $63^{\circ}C$ أحسب الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارتها إلى $950^{\circ}C$ علماً بأن السعة الحرارية النوعية للحديد $448\ J/kg \cdot K$.

- الحل :-

$m = \frac{500g}{1000} = 0.5\ kg$

$T_i = 63\ ^{\circ}C$

$T_f = 950\ ^{\circ}C$

Scanned by CamScanner

٤

$C = 448\ J/kg \cdot K$

$Q = ?$

$Q = C\ m\ \Delta T$

$\Delta T = Tf - Ti = 950 - 63 = 887\ ^\circ C$

$Q = C\ m\ \Delta T = (448) \times (0.5) \times (887) = 198688\ J$.

- مثال :-

- ترتفع درجة حرارة 250g من الماء من 20°C إلى 100°C علماً بأن السعة الحرارية النوعية للماء $C = 4180\ J/kg \cdot K$ أحسب الطاقة التي نحتاجها لإجراء هذا التسخين.

- الحل :-

$m = \frac{250g}{1000} = 0.25\ kg$

$Ti = 20\ ^\circ C$

$Tf = 100\ ^\circ C$

$c = 4180\ J/kg \cdot K$

$Q = ?$

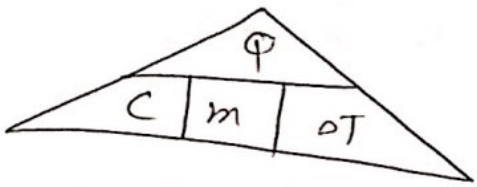
$Q = c\ m\ \Delta T = Cm(Tf - Ti) = (4180) \times (0.25) \times (100 - 20) = 83600\ J.$

- السعة الحرارية النوعية :-

- هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد (1kg) من المادة درجة سليزية واحدة ($1^\circ C$) ويُرمز لها بالرمز (c) وتُقاس بوحدة الجول / كيلوجرام . كلفن ($J/kg \cdot K$) ويُعبر عنها رياضياً كالآتي :-

$$c = \frac{Q \leftarrow \text{الحرارة (J)}}{m\ \Delta T}$$

السعة الحرارية النوعية $J/kg \cdot K$ ← كتلة المادة kg ← التغير في درجات الحرارة $(Tf - Ti)\ ^\circ C$ or K



- العوامل التي تتوقف عليها السعة الحرارية النوعية (c) للمادة الواحدة نوع المادة فقط.

- العوامل التي تتوقف عليها السعة الحرارية النوعية (c) لمادة معينة هي :-

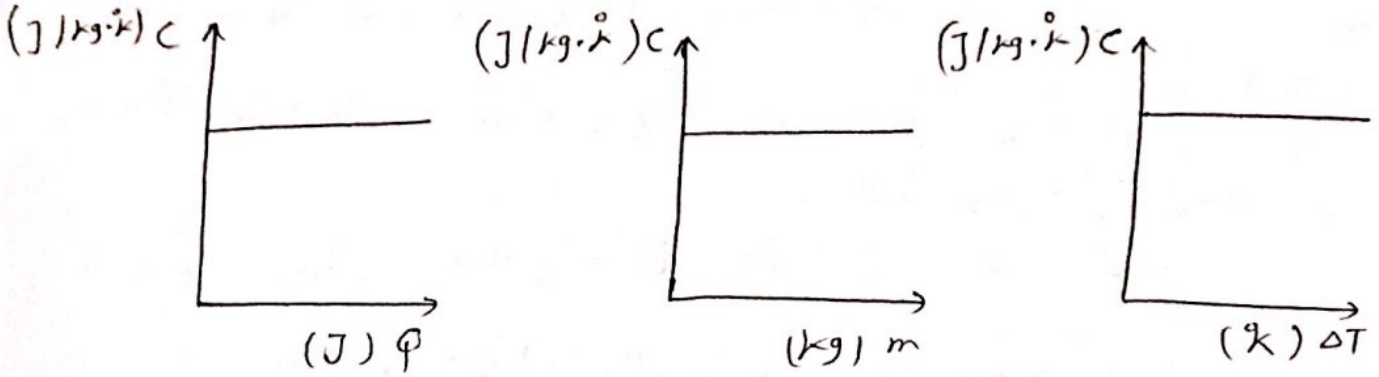
١- نوع المادة .

٢- الحرارة (Q) .

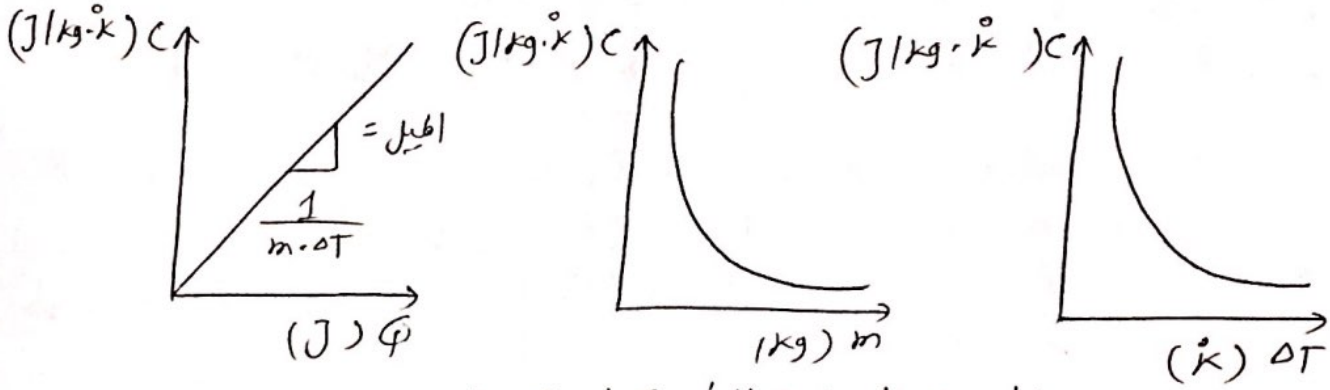
٣- كتلة المادة (m) .

٤- التغير في درجات الحرارة (ΔT) .

Scanned by CamScanner



السعة الحرارية النوعية للمادة الواحدة



السعة الحرارية النوعية لعدة مواد

- بزيادة كتلة المادة أو مقدار درجات الحرارة فإن السعة الحرارية النوعية للمادة ثابتة ولا تتغير.
- تعتبر السعة الحرارية النوعية صفة مميزة لنوع المادة.
- س :- علل :- تعتبر السعة الحرارية النوعية قصور ذاتي حراري للمادة.
ج :- لأن بزيادة السعة الحرارية النوعية للمادة معناها حدوث تغيرات بسيطة أو بطيئة في درجة الحرارة للمادة مع المسخنين.
- إذا كان مقدار السعة الحرارية النوعية كبير للمادة فالمادة تسخن ببطء وتبرد ببطء وتختزن حرارة أكبر.
- إذا كان مقدار السعة الحرارية النوعية صغير للمادة فالمادة تسخن بسرعة وتبرد بسرعة وتختزن حرارة أقل.
- س :- ما المقصود بأن :
- السعة الحرارية النوعية للألمنيوم $880\ J/kg\cdot k^\circ$.
ج :- أي أن كمية الحرارة اللازمة لرفع كيلوجرام واحد (1kg) من الألمنيوم درجة سيليزية واحدة (1°) تساوي 880 J.
- تعتبر الماء أكبر مادة لها سعة حرارية نوعية حيث تبلغ قيمة السعة الحرارية النوعية للماء $4180\ J/kg\cdot k^\circ$.
- تطبيقات على السعة الحرارية النوعية كالآتي :-
١- س :- علل :- يمكن أكل الطماطم المشوية بسرعة بعد خروجها من الفرن ولا يمكن أكل البصل المشوي.
ج :- لأن السعة الحرارية النوعية للطماطم أقل من البصل المشوي وبالتالي فهي تختزن طاقة حرارية أقل من البصل المشوي.

Scanned by CamScanner

٢- س :- علل :- يمكن نزع غطاء الألمنيوم المحيط بالطعام فور خروجه من الفرن ولكن لا يمكن لمس الطعام نفسه.

ج :- لأن السعة الحرارية النوعية للألمنيوم أقل من الطعام وبالتالي فغطاء الألمنيوم يختزن طاقة حرارية أقل من الطعام.

٣- س :- علل :- يمكن تناول فطيرة التفاح وكن حشو الفطيرة لا يمكن تناوله سريعاً فور خروجه من الفرن.

ج :- لأن السعة الحرارية النوعية لفطيرة التفاح أقل من حشو الفطيرة وبالتالي فطيرة التفاح تختزن طاقة حرارية أقل من حشو الفطيرة.

٤- س :- علل :- يحتاج الحديد $\frac{1}{8}$ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء لنفس المقدار.

ج :- لأن السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من الحديد بمقدار 8 مرات وبالتالي فكمية الحرارة تستهلك في الحديد لزيادة طاقة حركة جزيئاتها وبالتالي ترتفع درجة حرارتها أما في الماء تستهلك الحرارة في زيادة طاقة الحركة الدورانية للجزيئات واستطالة الروابط ثم زيادة طاقة الحركة للجزيئات وبالتالي ترتفع قطعة الحديد أولاً.

٥- س :- علل :- المدن الساحلية تكون درجة حرارتها دائماً معتدلة أي لا يحدث تغير كبير في درجة حرارتها.

ج :- لأن السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية لرمال الشاطئ وبالتالي نهاراً ترتفع درجة حرارة الرمال أسرع من الماء وتنشأ رياح باردة من ناحية الماء في اتجاه اليابسة وليلاً تختزن المياه طاقة حرارية أكبر من اليابسة وبالتالي تنشأ رياح باردة من ناحية اليابسة في اتجاه الماء ويسمى ذلك نسيم البر والبحر.

٦- س :- علل :- يعتبر الماء سائلاً مثالياً للتبريد والتسخين.

ج :- لأن للماء سعة حرارية نوعية عالية جداً تعتبر أكبر السعات الحرارية النوعية حيث يجعل الماء قادراً على اختزان الحرارة والحفاظ عليها لفترة طويلة مع درجة حرارة الماء تتغير ببطء أي تسخن ببطء وتبرد ببطء فمثلاً في المحركات يستخدم الماء للتبريد لأنه يمتص كمية كبيرة من الحرارة قبل أن ترتفع درجة حرارته على عكس غيره من المواد أو السوائل.

- مثال :-

- لتسخين 200g من الماء بحيث ترتفع درجة حرارتها من 40°C إلى 80°C نلزمها طاقة حرارية قدرها 2500 J أحسب السعة الحرارية النوعية.

- الحل :-

$m = \frac{200g}{1000} = 0.2\,kg$

$T_i = 40°C$

$T_f = 80°C$

$Q = 2500\,J$

Scanned by CamScanner

٧

$C = ?$

$$C = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{(2500)}{(0.2)\times(80-40)} = 312.5 \ J/kg\cdot K^\circ .$$

- السعة الحرارية :-

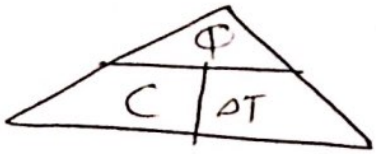
- هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة واحدة سيليزية ($1^\circ C$) ويرمز لها بالرمز (C) وتقاس بوحدة الجول / كلفن (J/K) ويعبر عنها رياضياً كالآتي :-

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Q ← الحرارة (J)

C ← السعة الحرارية (J/K°)

ΔT ← التغير في درجات الحرارة $(T_f - T_i)^\circ$ C or K



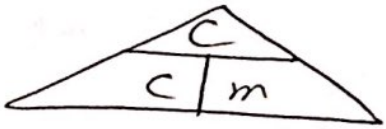
or

$$C = c\,m$$

C ← السعة الحرارية (J/K°)

c ← السعة الحرارية النوعية ($J/kg\cdot K^\circ$)

m ← كتلة المادة (kg)



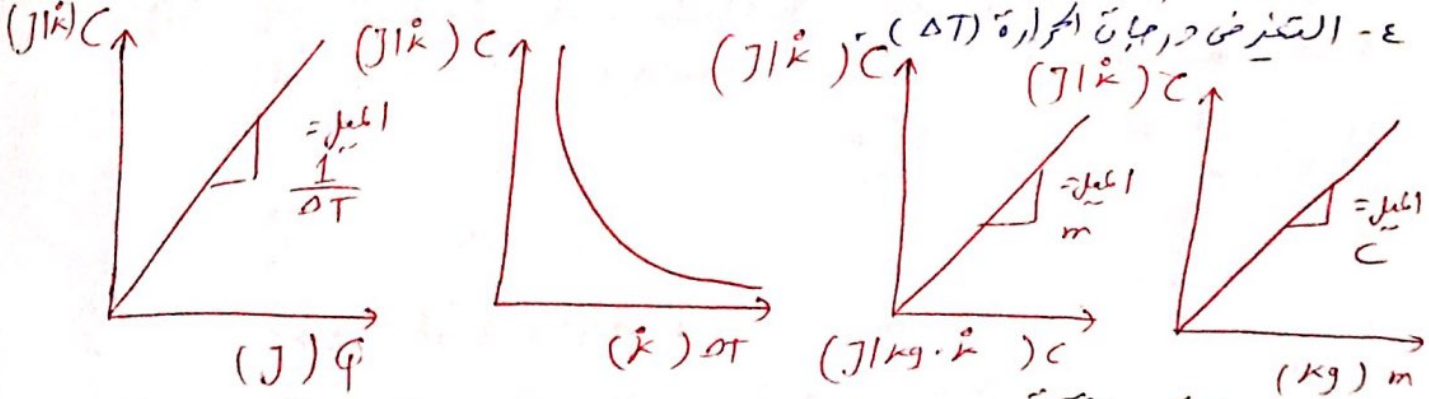
- العوامل التي تتوقف عليها السعة الحرارية (C) الآتي :-

١- نوع المادة .

٢- كتلة المادة (m) .

٣- الحرارة (Q) .

٤- التغير في درجات الحرارة (ΔT)



- س :- ما المقصود بالآتي :

- السعة الحرارية لجسم كتلته 5kg من الألمنيوم تساوي $4400 \ J/K^\circ$.

- ج :- أي أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 5kg من الألمنيوم درجة واحدة سيليزية ($1^\circ C$) تساوي $4400 \ J$.

- مثال :-

- لتسخين (300g) من مادة بحيث ترتفع درجة حرارتها من $50^\circ C$ إلى $80^\circ C$ تلزمها كمية حرارة قدرها (3000 J) احسب السعة الحرارية .

Scanned by CamScanner

- الحل :-

$m = \frac{300\ g}{1000} = 0.3\ kg$

$T_i = 50\ ^\circ C$

$T_f = 80\ ^\circ C$

$Q = 3000\ J$

$C = ?$

$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{Q}{T_f - T_i} = \frac{(3000)}{(80-50)} = 100\ J/K$

or $C = c\,m$

$c = \frac{Q}{m\,\Delta T} = \frac{(3000)}{(0.3)\times(80-50)} = 333.333\ J/kg.K$

$C = cm = 333.333 \times 0.3 = 100\ J/K$.

- المسعرات الحرارية :-

- المسعر الحرارى هو جهاز يعزل الداخل عن المحيط ويسمح بتبادل الحرارة وانتقالها بين مادتين أو أكثر داخله من دون تأثير من المحيط أى إنه يشكل نظام معزول ويستخدم فى حساب السعة الحرارية النوعية للمواد.

- قانون التبادل الحرارى :-

- يحدث التبادل الحرارى عندما نمزج مادتين أو أكثر ذات درجات حرارة مختلفة تشكل نظاماً معزولاً تدخل الحرارة فى داخله من مادة لأخرى حتى يصل النظام إلى الاتزان الحرارى أى أن كمية الحرارة المفقودة تساوى كمية الحرارة المكتسبة ($Q_{مكتسبة} = Q_{مفقودة}$) كالآتى :-

$$\sum Q = 0$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = 0$$

$$m_1 c_1 \Delta T + m_2 c_2 \Delta T + m_3 c_3 \Delta T + \cdots = 0$$

$$T_f = \frac{\sum mc\,T_i}{\sum mc}$$

- مثال :-

يُغمر 2kg من البرونز الذى درجة حرارته 90°c فى 1kg فى مسعر يحتوى على ماء درجة حرارته 20°c فإذا كانت الدرجة النهائية للخليط هى 32°c فأحسب السعة الحرارية النوعية لمادة البرونز إذا علمت أن $c_{ماء} = 4180\ J/kg.K$.

Scanned by CamScanner

- الحل :-

$m_{(\text{البرونز})} = 2\,kg$, $m_{(\text{الماء})} = 1\,kg$

$Ti_{(\text{البرونز})} = 90^{\circ}C$, $Ti_{(\text{الماء})} = 20^{\circ}C$

$C_{(\text{البرونز})} = ?$, $C_{(\text{الماء})} = 4180\ J/kg\cdot K$

$Tf_{(\text{الخليط})} = 32^{\circ}C$

$$Q_{(\text{البرونز})} + Q_{(\text{الماء})} = 0$$

$$(mC\Delta T)_{\text{البرونز}} + (mC\Delta T)_{\text{الماء}} = 0$$

$$(2) \times C_{(\text{البرونز})} \times (32-90) + (1)\times(4180)\times(32-20) = 0$$

$$-116\, C_{(\text{البرونز})} + 50160 = 0$$

$$\frac{116\,C}{116} = \frac{50160}{116} = 432.41\ J/kg\cdot K$$

$$C_{(\text{البرونز})} = 432.41\ J/kg\cdot K .$$

- مثال :-

- مسعر يحتوى على قطعة من النحاس كتلتها 0.47 kg وماء كتلته 0.5kg قيست درجة حرارة الماء والنحاس فكانت 15 °C ثم ألقى بالماء قطع صغيرة من الألمنيوم كتلة 0.3kg درجة حرارته 95 °C وعند حدوث الاتزان وجد أن الدرجة النهائية للخليط هى 19 °C فاحسب السعة الحرارية النوعية للألمنيوم إذا علمت أن $C_{(\text{الماء})} = 4180\ J/kg\cdot K$ و $C_{(\text{النحاس})} = 387\ J/kg\cdot K$

- الحل :-

$m_{(\text{النحاس})} = 0.47\,kg$, $m_{(\text{الماء})} = 0.5\,kg$, $m_{(\text{الألمنيوم})} = 0.3\,kg$

$Ti_{(\text{النحاس})} = 15^{\circ}C$, $Ti_{(\text{الماء})} = 15^{\circ}C$, $Ti_{(\text{الألمنيوم})} = 95^{\circ}C$

$C_{(\text{النحاس})} = 387\ J/kg\cdot K$, $C_{(\text{الماء})} = 4180\ J/kg\cdot K$, $C_{(\text{الألمنيوم})} = ?$

$Tf_{(\text{الخليط})} = 19^{\circ}C$

$$Q_{(\text{النحاس})} + Q_{(\text{الماء})} + Q_{(\text{الألمنيوم})} = 0$$

Scanned by CamScanner

$$(m\,c\,\Delta T)_{\text{النحاس}} + (m\,c\,\Delta T)_{\text{الماء}} + (m\,c\,\Delta T)_{\text{الألمنيوم}} = 0$$

$$(0.47)\times(387)\times(19-15) + (0.5)\times(4180)\times(19-15) + (0.3)\times c_{(\text{الألمنيوم})}\times(19-95) = 0$$

$$727.56 + 8360 - 22.8\,c_{(\text{الألمنيوم})} = 0$$

$$22.8\,c_{(\text{الألمنيوم})} = 727.56 + 8360 = 9087.56$$

$$\frac{22.8}{22.8}\,c_{(\text{الألمنيوم})} = \frac{9087.56}{22.8} = 398.5\ J/kg.k$$

$$c_{(\text{الألمنيوم})} = 398.5\ J/kg.k.$$

- مثال :-

- نضع 250 g من الماء درجة حرارته 10 °c في مسعر حراري ثم نضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها 50 g ودرجة حرارتها 80 °c وقطعة من معدن غير معروف كتلتها 70 g ودرجة حرارتها 100 °c يصل النظام كل إلى الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته 20 °c أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن غير المعروف وأهمل السعة الحرارية النوعية للمسعر إذا كانت السعة الحرارية النوعية للماء تساوي 4180 J/kg·k وأن السعة الحرارية النوعية للنحاس تساوي 386 J/kg·k .

- الحل :-

$$m_{(\text{الماء})} = \frac{250\,g}{1000} = 0.25\,kg \qquad m_{(\text{النحاس})} = \frac{50\,g}{1000} = 0.05\,kg \qquad m_{(\text{المعدن})} = \frac{70\,g}{1000} = 0.07\,kg$$

$$Ti_{(\text{الماء})} = 10\,^{\circ}c \qquad Ti_{(\text{النحاس})} = 80\,^{\circ}c \qquad Ti_{(\text{المعدن})} = 100\,^{\circ}c$$

$$c_{(\text{الماء})} = 4180\ J/kg.k \qquad c_{(\text{النحاس})} = 386\ J/kg.k \qquad c_{(\text{المعدن})} = ?$$

$$Tf_{(\text{الخليط})} = 20\,^{\circ}c$$

$$Q_{(\text{الماء})} + Q_{(\text{النحاس})} + Q_{(\text{المعدن})} = 0$$

$$(m\,c\,\Delta T)_{\text{الماء}} + (m\,c\,\Delta T)_{\text{النحاس}} + (m\,c\,\Delta T)_{\text{المعدن}} = 0$$

$$(0.25)\times(4180)\times(20-10) + (0.05)\times(386)\times(20-80) + (0.07)\times c_{(\text{المعدن})}\times(20-100) = 0$$

$$10450 - 1158 - 5.6\,c_{\text{المعدن}} = 0$$

$$5.6\,c_{\text{المعدن}} = 10450 - 1158 = 9292$$

$$\frac{5.6}{5.6}\,c_{\text{المعدن}} = \frac{9292}{5.6} = 1659.2\ J/kg.k$$

$$c_{(\text{المعدن})} = 1659.2\ J/kg.k.$$

Scanned by CamScanner

- مثال :-

- مسعر يحتوي على ماء كتلته 0.7 kg قيست درجة حرارة الماء فكانت 27 °C ثم ألقي بالماء قطع صغيرة من نحاس كتلته 0.1 kg درجة حرارته 35 °C ثم ألقي بقطعة من الذهب كتلتها 0.125 kg درجة حرارته 100 °C وعند حدوث الاتزان وجد أن الدرجة النهائية للخليط هي 27.5 °C احسب السعة الحرارية النوعية للذهب إذا علمت أن $C_{(الماء)} = 4180\ J/kg\cdot K$ و $C_{(النحاس)} = 387\ J/kg\cdot K$.

- الحل :-

$m_{(الماء)} = 0.7\ kg$ | $m_{(النحاس)} = 0.1\ kg$ | $m_{(الذهب)} = 0.125\ kg$

$Ti_{(الماء)} = 27\ °C$ | $Ti_{(النحاس)} = 35\ °C$ | $Ti_{(الذهب)} = 100\ °C$

$C_{(الماء)} = 4180\ J/kg\cdot K$ | $C_{(النحاس)} = 387\ J/kg\cdot K$ | $C_{(الذهب)} = ?$

$Tf_{(الخليط)} = 27.5\ °C$

$$Q_{(الماء)} + Q_{(النحاس)} + Q_{(الذهب)} = 0$$

$$(mC\Delta T)_{الماء} + (mC\Delta T)_{النحاس} + (mC\Delta T)_{الذهب} = 0$$

$$(0.7)\times(4180)\times(27.5-27) + (0.1)\times(387)\times(27.5-35) + (0.125)\times C_{الذهب}\times(27.5-100) = 0$$

$$1463 - 290.25 - 9.06\ C_{الذهب} = 0$$

$$9.06\ C_{الذهب} = 1463 - 290.25 = 1172.75$$

$$\frac{9.06\ C_{الذهب}}{9.06} = \frac{1172.75}{9.06} = 129.44\ J/kg\cdot K$$

$$C_{(الذهب)} = 129.44\ J/kg\cdot K .$$

- مثال :-

- نضع 400 g من الماء عند درجة حرارة 40 °C داخل مسعر ونضيف على هذه الكمية قطعة من الرصاص درجة حرارتها 25 °C وكتلتها 300 g ثم نضيف 500 g من الألمنيوم درجة حرارته 37 °C أحسب درجة حرارة الماء عندما يصل النظام (ماء + رصاص + ألمنيوم) إلى الاتزان الحراري علماً بأن $C_{(الماء)} = 4190\ J/kg\cdot K$ و $C_{(الرصاص)} = 837\ J/kg\cdot K$ و $C_{(الألمنيوم)} = 900\ J/kg\cdot K$.

- الحل :-

$m_{(الماء)} = \frac{400\ g}{1000} = 0.4\ kg$ | $m_{(الرصاص)} = \frac{300}{1000} = 0.3\ kg$ | $m_{(الألمنيوم)} = \frac{500}{1000} = 0.5\ kg$

$Ti_{(الماء)} = 40\ °C$ | $Ti_{(الرصاص)} = 25\ °C$ | $Ti_{(الألمنيوم)} = 37\ °C$

$C_{(الماء)} = 4190\ J/kg\cdot K$ | $C_{(الرصاص)} = 837\ J/kg\cdot K$ | $C_{(الألمنيوم)} = 900\ J/kg\cdot K$

$Tf_{(السطح)} = ?$

Scanned by CamScanner

١٢

$$Q_{(\text{ماء})} + Q_{(\text{زجاج})} + Q_{(\text{ألمنيوم})} = 0$$

$$(m\,c\,\Delta T)_{\text{ماء}} + (m\,c\,\Delta T)_{\text{زجاج}} + (m\,c\,\Delta T)_{\text{ألمنيوم}} = 0$$

$$\left[m\,c\,(Tf - Ti)\right]_{\text{ماء}} + \left[m\,c\,(Tf - Ti)\right]_{\text{زجاج}} + \left[m\,c\,(Tf - Ti)\right]_{\text{ألمنيوم}} = 0$$

$$[(0.4)\times(4190)\times(Tf - 40)] + [(0.3)\times(837)\times(Tf - 25)] + [(0.5)\times(900)\times(Tf - 37)] = 0$$

$$[1676\,(Tf - 40)] + [251.1\,(Tf - 25)] + [450\,(Tf - 37)] = 0$$

$$167.6\,Tf - 67040 + 251.1\,Tf - 6277.5 + 450\,Tf - 16650 = 0$$

$$2377.1\,Tf - 89967.5 = 0$$

$$\frac{2377.1\,Tf}{2377.1} = \frac{89967.5}{2377.1} = 37.8\ ^\circ C$$

or

$$Tf = \frac{\sum mcTi}{\sum mc} = \frac{(mcTi)_{\text{ماء}} + (mcTi)_{\text{زجاج}} + (mcTi)_{\text{ألمنيوم}}}{(mc)_{\text{ماء}} + (mc)_{\text{زجاج}} + (mc)_{\text{ألمنيوم}}}$$

$$= \frac{[(0.4)\times(4190)\times(40)] + [(0.3)\times(837)\times(25)] + [(0.5)\times(900)\times(37)]}{[(0.4)\times(4190)] + [(0.3)\times(837)] + [(0.5)\times(900)]}$$

$$= \frac{67040 + 6277.5 + 16650}{1676 + 251.1 + 450} = \frac{89967.5}{2377.1} = 37.8\ ^\circ C.$$

Scanned by CamScanner