Part Four القسم الرابع

Heat الحرارة

20- الحرارة النوعية لمادة صلبة

The specific heat of solids

21- الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

Latent heat of Ice

22- قانون بويل لقياس الضغط الجوي

Boyle's Law determining the pressure of atmosphere

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (20) تجربة رقم (20)

اسم التجربة : الحرارة النوعية لمادة صلبة

Experiment Name: The specific heat of solids

(20.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

عند تسخين جسم أو تبريده فإن كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة تتناسب تناسباً طردياً مع كتلة الجسم (m) والفرق في درجات حرارته الابتدائية والنهائية (ΔT).

فإذا فرضنا أن كمية الحرارة هي (ΔQ) فإن :

$$\Delta Q \propto m\,\Delta T$$

$$\Delta Q = c.m.\Delta T \qquad \ldots\ldots (1)$$

حيث (c) تسمى بالحرارة النوعية للجسم. ولكل جسم حرارته النوعية الخاصة به تبعاً للمادة المصنوع منها، وباستخدام المعادلة (1) يمكننا أن نعبر رياضياً عن الحرارة النوعية:

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \qquad \frac{Cal}{gm.^{\circ}C} \qquad \ldots\ldots (2)$$

تعريف الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 جرام من المادة درجة مئوية واحدة.

obeikandl.com

فإذا كان لدينا جسم صلب وأردنا تعيين حرارته النوعية، نعمل على جعله جزءاً من نظامٍ معزول بحيث يسهل انتقال الحرارة من وإلى الجسم ذي النظام المعزول حسب درجة حرارته، وبذلك فإن:

كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن = كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم البارد

ولقياس الحرارة النوعية للجسم الصلب :

نستخدم مسعراً كتلته (m_1) وحرارته النوعية معروفة (c_1) ويشترط أن يكون المسعر معزولاً تماماً حتى لا يكون هناك انتقال للحرارة إلى الوسط المحيط به. نضع في هذا المسعر كمية من الماء كتلته (m_2) ودرجة حرارته مع المسعر (T_1) وحرارته النوعية (c_1)، ونلقي الجسم الصلب المراد قياس حرارته النوعية في المسعر الذي كتلته (m_3) ودرجة حرارته (T_2) فيحدث الاتزان الحراري عند درجة الحرارة (T_3) وذلك بعد زمن بسيط.

وبتطبيق المعادلة :

كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن = كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم البارد

نحصل على :

$$m_3\, c_3 (\, T_2 - T_3\,) = m_1\, c_1 (\, T_3 - T_1\,) + m_2\, c_2 (\, T_3 - T_1\,)$$

1- كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن $m_3\, c_3 (\, T_2 - T_3\,)$

2- كمية الحرارة التي يكتسبها المسعر $m_1\, c_1 (\, T_3 - T_1\,)$

3- كمية الحرارة التي يكتسبها الماء $m_2\, c_2 (\, T_3 - T_1\,)$

obeikandl.com

* الحرارة النوعية للجسم الصلب الساخن

$$c_3 = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_3 - T_1)}{m_3(T_2 - T_3)}$$

(20.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب.

Determining the specific heat capacity of solid by the method of mixtures.

(20.3) الأدوات المستخدمة *Apparatus*

مسعر بمحرك ومعزول *calorimeter*، مقياس درجة حرارة *Thermometer*، ميزان *Balance*، فرن حراري *Oven*، ماسك *Holder*.

(20.4) طريقة العمل *Procedure*

1- جفف المسعر والمحرك جيداً ثم عين كتلتهما مع الثرمومتر ولتكن (m_1).

2- املأ المسعر إلى ثلثه ماءً وعين كتلة الماء ولتكن (m_2).

3- قس درجة حرارة المسعر والماء (T_1).

4- عين كتلة الجسم الصلب (m_3).

5- سخن الجسم الصلب لدرجة حرارة مرتفعة حوالي ($90\ C^o$) وذلك بوضعه في فرن حراري لمدة عشرين دقيقة (T_2=$90\ C^o$).

obeikandl.com

6- أنقل الجسم الصلب بسرعة بواسطة ماسك وضعه داخل المسعر وحرك حتـــى تثبت درجة الحرارة ولتكن (T_3).

7- احسب الحرارة النوعية للجسم الصلب من العلاقة :

$$c_3 = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_3 - T_1)}{m_3(T_2 - T_3)}$$

حيث :

c_1 الحرارة النوعية للمسعر $\quad c_1 = 0.093 \frac{Cal}{qm.C^\circ}$

c_2 الحرارة النوعية للماء $\quad c_2 = 1 \frac{Cal}{gm.C^\circ}$

الكمية *Quantity*	الرمز *Symbol*	القيمة *Value*
كتلة المسعر بغطائه	m_1	( ) gm
كتلة الماء	m_2	( ) gm
درجة حرارة المسعر والماء	T_1	( ) ^oC
كتلة الجسم الصلب	m_3	( ) gm
درجة حرارة الجسم الصلب	T_2	( ) ^oC
درجة حرارة الخليط	T_3	( ) ^oC

obeikandl.com

1- عرِّف الحرارة النوعية، ثم اشتق وحدة قياسها.

2- جسم صلب كتلته ($150\ g$) ودرجة حرارته الابتدائية ($25^{o}C$) تم تسخينه إلى درجة الحرارة ($60^{o}\ C$) حيث اكتسب كمية من الحرارة مقدارها ($1000\ cal$). أوجد الحرارة النوعية لهذا الجسم، كم تتوقع أن يكون مقدار الطاقة الحرارية التي سوف يفقدها هذا الجسم إذا نزلت درجة حرارته إلى ($25^{o}C$).

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (21)　　تجربة رقم (21)

اسم التجربة : الحرارة الكامنة لإنصهار الجليد

Experiment Name: Latent heat of ice

(21.1) نظرية التجربة　　*Experiment Theory*

إن التغير في حالة المادة يحدث عند التغير في درجة حرارتها ولكن هذا التغير (*Transformation*) يظل ثابتاً عند ثبات درجة الحرارة، فحين تتحول مادة صلبة إلى سائلة مثلاً تظل درجة الحرارة ثابتة أثناء الانصهار، إن هذه العملية تحتاج إلى كمية من الطاقة الحرارية، فكمية الحرارة الممتصة لا تؤدي إلى رفع درجة حرارة المادة وإنما فقط لإتمام هذا التحول. وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل جرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة دون تغيّر في درجة حرارتها بالحرارة الكامنة لانصهار المادة، على أن تكون عملية الانصهار بمعزل عن الهواء وتكون الحرارة الكامنة لانصهار مادة ما مساوية للطاقة الحرارية الكامنة لتجمد المادة نفسها.

لتعيين الطاقة الحرارية الكامنة لانصهار الجليد نستخدم مسعراً كتلته (m_1) ونضع فيه كمية من الماء كتلته (m_2) جرام ونقيس درجة حرارته (T_1) ثم نرفع درجة حرارته إلى (T_2) درجة مئوية ثم نذيب في الماء مقداراً من الجليد كتلته

(m_3) جرام حتى تصبح درجة الحرارة (T_3) درجة مئوية، وبتطبيق قانون الطاقة الحرارية المعروف:

كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

$$[\, m_1 c_1 + m_2 c_2 \,] \, (T_2 - T_3) = m_3 T_3 + m_3 L$$

$$\boxed{L = \frac{[m_1 c_1 + m_2 c_2](T_2 - T_3) - m_3 T_3}{m_3}}$$

حيث الحرارة النوعية للمسعر : $c_1 = 0.093 \frac{cal}{gm.c^\circ}$

والحرارة النوعية للماء : $c_2 = 1 \ \frac{cal}{gm.c^\circ}$

(21.2) الغرض من التجربة : ***Experiment Goal***

تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

Determination of Latent heat

(21.3) الأجهزة المستخدمة : ***Apparatus***

مسعر بملف تسخين (*Calorimeter*)، مقياس درجة حرارة (*Thermometer*)، ميزان (*Balance*)، قطع من الجليد (*Ice*)، مصدر تسخين (*Heater*).

obeikandl.com

(21.3) طريقة العمل *Procedure*

1- عين كتلة المسعر فارغاً بغطائه والترمومتر gm (m_1).

2- ضع كمية من الماء إلى الثلث في المسعر ثم أوجد كتلة المسعر مع الماء.

3- عين كتلة الماء gm (m_2) بعد أن عرفت كتلة المسعر فارغاً، ثم بمعرفتها مع كتلة المسعر.

4- قس درجة حرارة الماء والمسعر ولتكن $(T_1\ ^oC)$.

5- ارفع درجة حرارة المسعر إلى $(T_2\ ^oC)$ ولتكن $(T_1 + 10)\ ^oC$.

6- ضع قطعاً من الجليد المجروش في المسعر مع التحريك حتى تصبح درجة الحرارة $(T_3\ ^oC)$ ولتكن $(T_1 - 10)\ ^oC$.

7- عين كتلة الجليد ولتكن (m_3) وهي الزيادة التي حصلت على كتلة المسعر مع الماء.

8- سجل قراءاتك في الجدول (21.1) ثم احسب درجة الحرارة الكامنة لانصهار الجليد *(Latent heat)* (L) من العلاقة الآتية :

$$L = \frac{[m_1 c_1 + m_2 c_2](T_2 - T_3) - m_3 T_3}{m_3}$$

obeikandl.com

The Value القيمـــة	The Symbol الرمـــز	The Quantity الكمـــية
	m_1	كتلة المسعر بغطائه
	m	كتلة الماء والمسعر
	m_2	كتلة الماء
	T_1	درجة حرارة المسعر والماء
	T_2	درجة حرارة المسعر والماء بعـــد التسخين
	T_3	درجة حرارة المسعر والماء بعـــد إضافة الجليـــد
	m_3	كتلة الجليـــد

(جدول 21.1)

obeikandl.com

1- عَرف الحرارة الكامنة للانصهار. ما هي وحدتها في النظام الدولـي ؟ وضـح ذلك.

2- هل توجد علاقة بين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد والحرارة الكامنة لتجمـد الماء ؟ بين ذلك.

3- هل يمكن أن نسمي الحرارة الكامنة لانصهار الجليد (*Latent heat*) بحـرارة التحول (*Transformation heat*) ؟ ولماذا ؟

4- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلـت عليـها فـي هـذه التجربة، وذلك بعد أن تتعرف على مصادر الخطا المتوقعة وتحددها.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (22) تجربة رقم (22)

اسم التجربة : قانون بويل لقياس الضغط الجوي

Experiment Name: Boyle's Law - Determining the pressure of atmosphere

Experiment Theory (22.1) نظرية التجربة

إن أي كمية من الغازات تقع تحت تأثير ثلاثة متغيرات رئيسية وهي الضغط *Pressure* (P) ودرجة الحرارة *Temperature* (T) والحجم (V) *Volume*.

إن القانون الذي يربط هذه المتغيرات هو :

$$P.V = Cons\tan t \times T$$

وهو ما يسمى بقانون الغاز المثالي. وقد وجد أن قيمة الثابت $(Const)$ يساوي (nR) حيث (n) عدد الجزيئات في وحدة الحجوم (R) يسمى بالثابت العام للغازات ويساوي عددياً:

$$R = 8.314 \ \ Joule / mol\,(k) = 8314\, Joule / kg\, mol\,(k)$$

ويمكن التعويض عن الثابت بالمقدار (nR) في المعادلة السابقة:

$$\boxed{P.V = nRT}$$

ويجب أن يعبر عن درجة الحرارة (T) بالكالفن $(Kelvin)$.

نص قانون بويل : عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم كمية مـــن الغـــاز تتناســـب تناسباً عكسياً مع ضغطها، أي أن:

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$PV = Cons\tan t$$

ولحالتين مختلفتين: $P_1 . V_1 = P_2 . V_2$

(22.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تحقيق قانون بويل للغازات من خلال قياس الضغط الجوي.

Confirming Boyle's Law by measuring the pressure of the atmosphere.

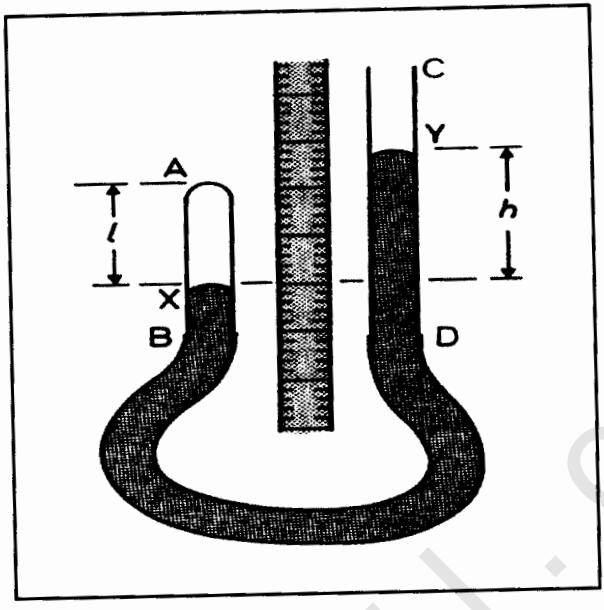
(22.3) الأدوات المستخدمة *Apparatus*

جهاز بويل يتكون من أنبوبتين (*Two glass tubes*) متصلين بأنبوب مـــن المطاط (*Rubber tube*) إحداهما مقفلة (*Closed end*) بواسطة حابس والأخـرى مفتوحة (*Open end*) وذات قطر أكبر ومتحركة على حامل ويمكن تثبيتها عند أي موضع حسب الحاجة.

كمية من الزئبق (*mercury*)، مسطرة مدرجة (*meter stick*).

انظر الشكل (22.1)

obeikandl.com



(شكل 22.1)

(22.4) طريقة العمل *Procedure*

1- نُخفض الأنبوبة (الطرف الأيسر) ذات الحابس إلى أسفل ونفتح الحابس ليدخل جزء من الهواء.

2- نسكب الزئبق في الأنبوبة الأخرى المفتوحة الطرف الأيمن حتى يتساوى مستوى الزئبق في الأنبوبتين ثم نقفل الحابس في الأنبوبة الأخرى حتى نهاية التجربة . وبذلك يكون ضغط الهواء في الأنبوبة المقفلة (اليسرى) هو الضغط الجوي (P).

3- قس طول عمود الهواء في الأنبوبة المقفلة وليكن (ℓ) حيث :

$$\ell = (A - X)$$

obeikandl.com

4- ارفع الأنبوبة المفتوحة اليمنى نلاحظ ارتفاع الزئبق فيها عن مستوى الزئبق في الأنبوبة المقفلة اليسرى وبالطبع يقل حجم الهواء المحبوس.

5- خذ الفرق بين سطحي الزئبق في الأنبوبتين وليكن (h) حيث $(h = Y - X)$ وهو عبارة عن زيادة ضغط الغاز عن الضغط الجوي (P).

$$\boxed{P' = h + P}$$ حيث (P') ضغط الغاز

6- قس طول عمود الهواء في الأنبوبة المقفلة اليسرى مرة أخرى $(A\text{-}X)$.

7- نزيد من ارتفاع الأنبوبة المفتوحة اليمنى وفي كل مرة نسجل الفرق في ارتفاع الزئبق في الأنبوبتين ونقيس طول العمود الهوائي في الأنبوبة المقفلة.

8- نكرر الخطوة (7) عدة مرات وندون النتائج في الجدول (22.1).

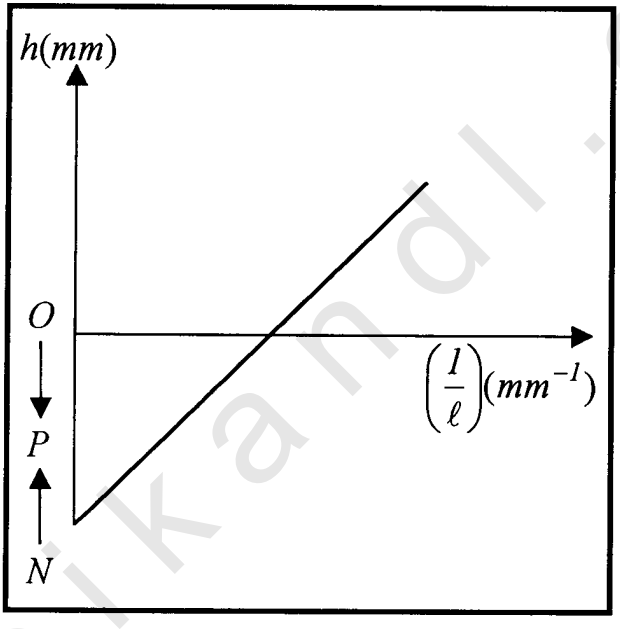
القراءات على المسطرة $(m\,m)$			$(A - X) = \ell(mm)$	$Y - X = h(m) = (\ )\,mm$	$\frac{1}{\ell} mm^{-1}$
A	X	r			

(جدول 22.1)

obeikandl.com

9- ارسم خطاً بيانياً بين $(1/\ell)$ على المحور السيني مقاساً mm^{-1} و (h) على المحور الصادي مقاساً mm لنحصل على خط مستقيم يحقق قانون بويل، انظر الشكل (22.2).

10- أوجد الجزء المقطوع من المحور الصادي (ON) فيكون هو الضغط الجوي (P).



(شكل 22.2)

1- عرِّف الضغط الجوي، ثم اذكر وحدة قياسه في النظام الدولي (*SI*).

2- ما هو الفرق بين الضغط الجوي، والضغط القياسي ؟ وضِّح ذلك.

3- اذكر نص قانون بويل.

4- غالباً ما نقول في حديثنا أو نكتب واحد ضغط الجوي، ماذا نعني بهذا ؟ وضِّح ذلك.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com