كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الاولى

المادة : كيمياء عامة٢

المحاضرة : الثانية/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنلوجيا المعلومات والاتصالات

4

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

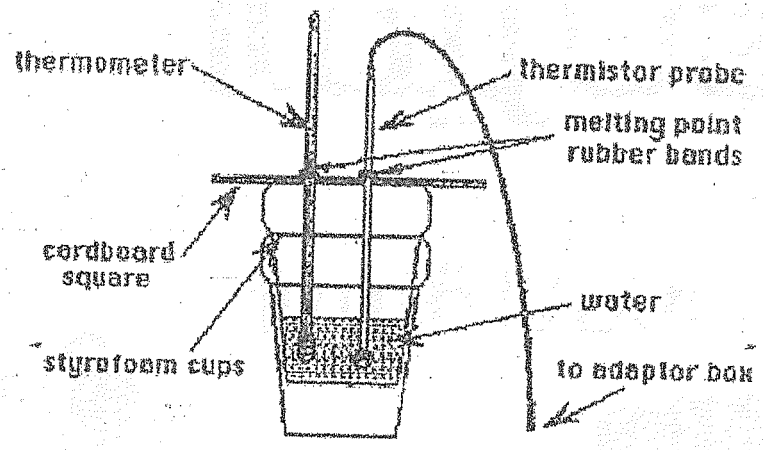
التجربة الأولى

السعة الحرارية للمسعر Heat capacity of colorimeter

هدف التجربة: تحديد السعة الحرارية لجملة المسعر بالطريقة الحرارية

مقدمة:

تدخل قيم السعة الحرارية التي تشارك في المفعول الحراري لتحول كيميائي ما في معظم الحسابات في الكيمياء الفيزيائية، والتي يمكن تحديدها تجريبياً باستخدام الطرائق المسعرية. يتألف المسعر بشكل عام من وعاء زجاجي مضاعف الجدران فرغ الهواء بينهما، ويطلى الوعاء بالفضة لتخفيف التسرب الحراري بالإشعاع، يوضح الشكل (1-2) نموذجاً جيداً للمسعر الحراري. يستهلك قسم من الحرارة المنتشرة لتحول كيميائي يجري ضمن المسعر في تسخين جدرانه، لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار هذه الحرارة.



الشكل (1-2): المسعر وأدواته.

تعرف السعة الحرارية لمسعر ما بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المسعر نفسه درجة مئوية واحدة. ولقياس هذه السعة الحرارية نتبع ما يلي:

(١)- نعتبر أن التغير الحاصل ضمن المسعر تغير كظوم، وتتشكل النواتج عند درجة حرارة آخرى:

$$A(T_o) + B(T_o) + S(T_o) = C(T_1) + D(T_1) + S(T_1) \qquad (2\text{-}1)$$

تمثل S أجزاء المسعر (جدرانه، الخلاّط، ميزان الحرارة...). (B,A) المواد المتفاعلة، و (C,D) المواد الناتجة.

(٢)- نقوم بإعادة درجة الحرارة للمواد الناتجة في المرحلة (1)، إلى درجة الحرارة البدائية (T_o) وذلك إما بإضافة الحرارة إلى الجملة أو اكتسابها منها:

$$C(T_1) + D(T_1) + S(T_1) = C(T_o) + D(T_o) + S(T_o) \qquad (2\text{-}2)$$

يجب إجراء هذه المرحلة بدقة كبيرة، لأن التغيرات المتعلقة بالطاقة أو الإنتالبية مرتبطة بالفرق في درجات الحرارة. نجمع العلاقتين (1-2) و (2-2) فنحصل على التفاعل الكيميائي الجاري في المسعر على النحو الآتي:

$$A(T_o) + B(T_o) = C(T_o) + D(T_o) \qquad (2\text{-}3)$$

وبما أن التفاعل كظوم، تساوي كمية الحرارة الممتصة أو المنتشرة q في المرحلة (1) الصفر، أما كمية الحرارة q في المرحلة (2)، فيمكن قياسها بصورة مباشرة وذلك من خلال إضافة كمية محددة من الحرارة أو طاقة كهربائية عن طريق التسخين بوساطة وشيعة، أو يمكن حسابها من الفرق في درجة الحرارة $T_1 - T_o$ الناتج من المرحلة (1)، وذلك بمعرفة السعة الحرارية للجملة المتفاعلة. عندئذ يمكن أن نكتب:

$$\Delta H_1 = q_p = o \qquad p = const$$
$$\Delta E_1 = q_v = o \qquad v = const$$

وإذا تمت الخطوتان (1) و (2) بثبات الضغط أو الحجم، فيمكن أن نكتب:

$$\Delta H = \Delta H_2$$
$$\Delta E = \Delta E_2 \qquad (2\text{-}4)$$

حيث ΔH ، ΔE تغير الانتالبية وتغير الطاقة على الترتيب.

يمكن أن نكتب من أجل المرحلة (2)، أن:

$$-\Delta H_2 = \int_{T_1}^{T_0} C_p ...(C+D+S)\, dT$$

$$\int_{T_1}^{T_0} \rightarrow \Delta E = \int_{t_1}^{t_0} C_v ...(C+D+S)\, dT$$

وبالتالي:

$$q = \Delta H = - C_P\,(C+D+S)\,(T-T_o) \qquad (2\text{-}5)$$

حيث C_p السعة الحرارية لجملة المسعر.

يمكن تحديد ΔH، إذا علمنا قيمة السعة الحرارية لجملة المسعر، والفرق في درجات الحرارة.

الطريقة الحرارية المستخدمة في قياس السعة الحرارية للمسعر:

تعتمد هذه الطريقة على التسخين الخارجي لكمية محددة من الماء، ومن ثم يسكب الماء الساخن في المسعر الذي يحتوي على كمية من الماء البارد مسبقاً، ويتم تحديد تغير درجات الحرارة للماء الساخن قبل وبعده سكبه في المسعر.

يتم حساب السعة الحرارية لجميع أجزاء المسعر بوزنها بصورة منفصلة، ومن ثم يضرب كل منها بالحرارة النوعية للمادة المصنوعة منها. يساوي المكافئ الحراري للمسعر C مجموع المكافئات الحرارية لأجزائه:

$$C = \sum_i m_i c_i = m_1 c_1 + m_2 c_2 + \cdots \qquad (2\text{-}6)$$

حيث m_i كتلة المادة بالغرام، و c_i السعة الحرارية النوعية للمادة i

تقاس السعة الحرارية للمسعر بالواحدة cal/deg، وإذا رمزنا إلى درجة حرارة الماء البارد بالرمز T_c، وإلى درجة حرارة الماء الساخن بالرمز T_h، وإلى درجة الحرارة عند لحظة المزج بالرمز T_m، واستناداً إلى قانون انخفاض الطاقة يمكن أن نكتب الآتي:

$$Q_h = Q + Q_c \qquad (2\text{-}7)$$

حيث Q_h كمية الحرارة التي يخسرها الماء الساخن، Q_c كمية الحرارة التي يكتسبها الماء البارد، وQ كمية الحرارة التي تكتسبها جملة المسعر. يعبر عن كمية الحرارة الممتصة أو المنتشرة بالعلاقة الآتية:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \qquad (2\text{-}8)$$

عندئذ تكتب العلاقة (2-7) بالشكل التالي:

$$m_h C_h (T_h - T_m) = C (T_m - T_c) + m_c C_c (T_m - T_c) \qquad (2\text{-}9)$$

حيث C_h, C_c السعة الحرارية النوعية للماء البارد والساخن، على الترتيب m_h, m_c كتلة الماء البارد والساخن.

بما أن $C_c = C_h = 0.999$ cal/deg.g أي تقريباً تساوي الواحد، وبفرض أن $m_h = m_c = m$، تصبح العلاقة (2-9) كما يلي:

$$C = \frac{m(T_h - T_m)}{T_m - T_c} - m \qquad (2\text{-}10)$$

تسمح هذه العلاقة بتحديد السعة الحرارية لجملة المسعر بعد معرفة درجات الحرارة للماء البارد والساخن وكذلك درجة حرارة المزيج عند لحظة المزج.

الأدوات والمواد اللازمة:

- مسعر مؤلف من وعاء سعته 500 ml أو من بيشر معزول حرارياً،
- غطاء مع خلاط يدوي،
- ميزان حرارة، وجهاز تسخين،
- بيشر سعته 250 ml،
- أسطوانة مدرجة 500 ml،
- ماء مقطر، وزجاجة ساعة.

طريقة العمل:

استخدم مسعراً نظيفاً وجافاً مجهزاً بغطاء وخلاط، ثم اسكب في المسعر 100gr من الماء المقطر وضع الغطاء وحرك بلطف. في نفس الوقت اسكب 100gr من الماء المقطر في بيشر، وغطّه بزجاجة ساعة وسخنه تسخيناً لطيفاً، ثم أوقف التسخين عندما تصبح درجة حرارة الماء أعلى من درجة حرارة الغرفة حوالي C^o 20 – 15.

المرحلة الأولى:

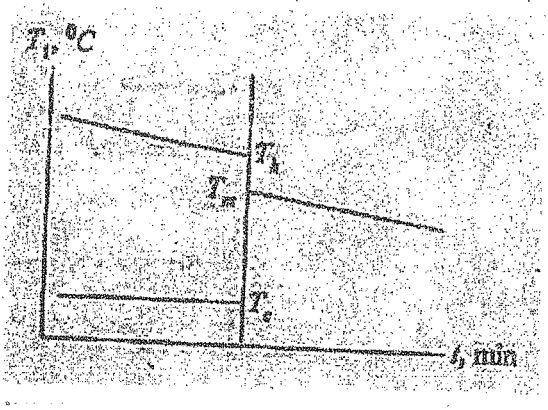
سجل درجة الحرارة للماء البارد والساخن كل 30 ثانية بصورة متتالية (أي النصف دقيقة الأول سجل درجة حرارة الماء البارد، ونصف الدقيقة الثاني للماء الساخن).

المرحلة الثانية:

(تبدأ بعد المرحلة الأولى) اسكب بسرعة محتوى البيشر (الماء الساخن) في المسعر مع ملاحظة الزمن عند اللحظة التي تكون قد أفرغت عندها نصف كمية الماء الساخن إلى المسعر. اعتبر هذه اللحظة هي لحظة المزج.

المرحلة الثالثة:

تبدأ بعد لحظة المزج. حرّك المسعر بلطف، وسجل درجة حرارته كل 30 ثانية لمدة 5 دقائق. ثم سجل تغيرات درجات الحرارة في هذه المرحلة بدلالة الزمن. نلاحظ بأن المراحل الثلاث تستغرق فقط 10 دقائق. يمكن توضيح المراحل الثلاث كما في الشكل (2-2) والجدول (2-1) الممثل للنتائج التجريبية.



الشكل (2-2): مخطط تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن.

الجدول (1-2): النتائج التجريبية.

الزمن بالدقائق	قراءات درجات الحرارة		
	الماء البارد	الماء الساخن	المزيج
0.5 1 . 5			
5.5			لحظة المزج
6 6.5 7 .			. . . .

الحسابات والنتائج:

- ارسم خطاً بيانياً لتغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن وفقاً للنتائج التجريبية التي حصلت عليها من خلال المراحل الثلاث.
- حدد درجة حرارة الماء الساخن T_h، والماء البارد T_c عند لحظة المزج، وكذلك درجة حرارة المزيج T_m عند تلك اللحظة، كما هو مبين على الشكل (lab-2).
- كرر التجربة ثلاث مرات
- احسب السعة الحرارية لجملة المسعر باستخدام العلاقة (X).
- قدر الخطأ في درجات الحرارة، واحسب الخطأ في القيمة النهائية.

مكتبة A to Z