اعداد

م.م. احمد محمد خضر م.م. عبير ابراهيم اعشوي

المحاضرة التاسعة

الفيزياء العامة

الطاقة الحرارية والسعة الحرارية النوعية (Heat Energy and Specific Heat Capacity)

الطاقة الحرارية (Heat Energy)

تعرّف الطاقة الحرارية بكونها (**الطاقة المرتبطة بالحركة العشوائية للجسيمات (ألكترونات ، أيونات ، ذرات ، جزيئات) المكوّنة لنظام ما ، وتقاس الطاقة الحرارية بوحدة الجول (Joule) وتوجد وحدات أخرى وهي السعرة (Caloric) وتساوي (1cal = 4.184 J)** .).

السعة الحرارية النوعية (Specific Heat Capacity)

يمكن تعريف السعة الحرارية النوعية لمادة بأنها (**كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة وحدة الكتلة من المادة بمقدار درجة واحدة ويرمز للسعة الحرارية النوعية بالرمز (c)**)، ويمكن كتابة تعريفه في صورة معادلة ، حيث عندما تنساب كمية من الحرارة (ΔQ) إلى كتلة من المادة قدرها (m) فإن درجة حرارتها سوف تزداد بمقدار (ΔT) :

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \; J/kg.K \left(J/kg.^{\circ}C\right) ...(9-6)$$

تستخدم أيضا الوحدة ($cal/g.^{\circ}C$) حيث ($1cal/g.^{\circ}C = 4184J/kg.^{\circ}C$) ، علما أن لكل مادة قيمة مميزة للحرارة النوعية تختلف قليلا بإختلاف درجة الحرارة ، بالنسبة للماء ($1cal/g.^{\circ}C = 4184J/kg.^{\circ}C$) .

مثال : ما مقدار الحرارة التي يفقدها ($25g$) من الألمنيوم أثناء تبريده من ($100^{\circ}C$) إلى ($20^{\circ}C$) ، علما أن السعة الحرارية النوعية للألمنيوم هي ($880J/kg.^{\circ}C$) ؟

الحل : -

من المعادلة (6 – 9) :

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \; J/kg.K \left(J/kg.^{\circ}C\right) ...(9-6)$$

$$\Delta Q = cm\Delta T = (880)(0.025kg)(20-100)$$

$$\boxed{\Delta Q = -1760J}$$

قانون الغاز العام (General Gas Law)

الغاز المثالي هو غاز إفتراضي جزيئاته أحادية الذرة وحجم ذراته قليل جدا والروابط فيما بين جزيئاته معدومة ، وللغاز المثالي خصائص وهي :

1- الضغط (P) Pressure .

2- درجة الحرارة المطلقة (T) Absolute Temperature .

3- الحجم (V) Volume .

وعند دراسة العلاقة بين هذه الخصائص الاساسية للغاز وجد أن :

$$\boxed{PV = nRT ...(10-6)}$$

حيث أن :

P : ضغط الغاز .

V : حجم الغاز .

n : عدد مولات الغاز (المول) ، حيث إذا كان الحجم يحتوي على (m) كيلوغرامات من غاز وزنه الجزيئي (M) ، فإن ($n = \frac{m}{M}$) .

R : ثابت الغاز العام ($R = 8314J/kmole.K$) .

T : درجة الحرارة المطلقة .

في الحالة التي تتضمن تغيّر الظروف من (P_1,V_1,T_1) إلى (P_2,V_2,T_2) عند ثبوت (n) تكتب قانون الغاز بالصيغة الآتية :

$$\boxed{\frac{P_1V_1}{T_I} = \frac{P_2V_2}{T_2} ...(11-6)}$$

وفي حالات خاصة لقانون الغاز عند دراسة خاصيتين مع بعضهما البعض مع تثبيت الخاصية الثالثة نحصل على ثلاث قوانين .

الحالات الخاصة لقانون الغاز العام (Special Cases for General Gas Law)

1- قانون شارل (Charles Law) :

وذلك عند دراسة حجم الغاز المحصور وعلاقته بدرجة الحرارة المطلقة عند ثبوت ضغطه نحصل على :

$$\frac{V}{T} = cons\tan t ...(12-6)$$

أي أن قانون شارل ينص على أنه (**يتناسب حجم الغاز المحصور تناسبا طرديا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت ضغطه**) .

2- قانون غاي – لوساك (Gay – Lussacs Law) :

وذلك عند دراسة ضغط الغاز المحصور وعلاقته بدرجة الحرارة المطلقة عند ثبوت حجمه نحصل على :

$$\frac{P}{T} = cons\tan t ...(13-6)$$

أي أن قانون غاي - لوساك ينص على أنه (**يتناسب ضغط الغاز المحصور تناسبا طرديا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت حجمه**) .

3- قانون بويل (Boyles Law) :

وذلك عند دراسة ضغط الغاز المحصور وعلاقته بحجمه عند ثبوت درجة حرارته المطلقة نحصل على :

$$PV = cons\tan t ...(14-6)$$

أي أن قانون بويل ينص على أنه (**يتناسب ضغط الغاز المحصور تناسبا عكسيا مع حجمه عند ثبوت درجة حرارته المطلقة**) .

ملاحظة : الظروف القياسية لدرجة الحرارة والضغط Standard Conditions for Temperature and Pressure

$(S.T.P)$ تعرف بأنها :

$$P = 1.013x10^5\, Pa = 1atm = 760mmHg\ ,\quad T = 273K = 0^\circ C$$

مثال : إحسب الحجم الذي تشغله كتلة من غاز الأوكسجين مقدارها ($4g$) ، عند درجة حرارة وضغط قياسيين (S.T.P) ، إذا علمت أن الوزن الجزيئي للأوكسجين يساوي ($32kg/kmole$) ، وثابت الغاز العام يساوي ($R=8314J/kmole.K$) ؟

الحل : -

من المعادلة (6 – 10) :

$$PV = nRT ...(10-6)$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow V = \frac{mRT}{PM}$$

$$V = \frac{(4x10^{-3}kg)(8314)(273)}{(1.013x10^{5})(32)}$$

$$\boxed{V = 2.8x10^{-3}m^3}$$

مثال : غاز محصور حجمه ($40cm^3$) عند ($23^\circ C$) ، إحسب حجمه عند ($-73^\circ C$) وتحت نفس الضغط ؟

الحل : - قبل حل المثال يجب تحويل وحدات درجة الحرارة إلى النظام المطلق ، ووحدات الحجم إلى المتر المكعب :

$$V_1 = 40cm^3 = 40x10^{-6}m^3, V_2 = ?$$

$$T_1 = 23^\circ C = 296K, T_2 = -73^\circ C = 200K$$

من المعادلة (6 – 12) :

$$\frac{V}{T} = cons\tan t ...(12-6)$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{(40x10^{-6})}{(296)} = \frac{V_2}{(200)} \Rightarrow V_2 = \frac{(40x10^{-6})(200)}{(296)}$$

$$\boxed{V_2 = 27x10^{-6}m^3}$$

مثال : إرتفعت درجة حرارة مكبس يحوي غاز محصور من ($-78^{\circ}F$) إلى ($127^{\circ}C$) ، فأصبح ضغطه ($30atm$) ، إحسب ضغطه الأولي عند نفس الحجم ؟

الحل :

قبل حل المثال يجب تحويل وحدات درجة الحرارة إلى النظام المطلق .

$$P_1 = ?$$

$$P_2 = 30Pa$$

$$T_1 = -78^{\circ}F = 212^{\circ}K$$

$$T_2 = 127^{\circ}C = 400K$$

من المعادلة (6 – 13) :

$$\frac{P}{T} = cons\tan t...(13-6)$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{(212)} = \frac{(30)}{(400)}$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{(30)(212)}{(400)} \boxed{\therefore P_1 = 15.9atm}$$

مثال : كتلة معينة من غاز مثالي تشغل حجما مقداره ($4m^3$) عند ($758mmHg$) . إحسب حجمها عند ($635mmHg$) إذا ظلت درجة الحرارة ثابتة ؟

الحل : من المعادلة (6 – 14) :

$$PV = cons\tan t...(14-6)$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$(758)(4) = (635).V_2$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{(758).(4)}{(635)} \boxed{\therefore V_2 = 4.77m^3}$$