العلاقة بين السعات الحرارية Cp و Cv ودرجة الحرارة

هناك حالتين للسعة الحرارية Cp و Cv

1- اذا كانت السعة الحرارية غير معتمدة على درجة الحرارة تستخدم العلاقات التالية

$$\Delta H = Cp * \Delta T$$

$$\Delta U = Cv * \Delta T$$

2- اذا كانت السعة الحرارية معتمدة على درجة الحرارة

أ. السعة الحرارية بثبوت الضغط Cp

$$Cp = \alpha + \beta T + \gamma T^2$$

حيث α و β و γ ثوابت

$$dH = nCp \cdot dT$$

بالتعويض عن قيم Cp بما يساويها

$$dH = n((\alpha + \beta T + \gamma T^2)) * dT$$

وبأجراء التكامل للمعادلة اعلاه نحصل على

$$\int_{H_1}^{H_2} dH = n \int_{T_1}^{T_2} [\alpha dT + \beta T dT + \gamma T^2 dT]$$

$$H_2 - H_1 = n[\alpha(T_2 - T_1) + \frac{\beta}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{\gamma}{3}(T_2^3 - T_1^3)]$$

$$\Delta H = n(\alpha(T_2 - T_1) + \beta/2 * (T_2^2 - T_1^2) + \gamma/3 * (T_2^3 - T_1^3))$$

ب- السعة الحرارية بثبوت الحجم Cv

$$C_V = \alpha + \beta T + \gamma T^2$$

$$dU = nC_V . dT$$

بالتعويض عن قيم Cv

$$dU = n((\alpha + \beta T + \gamma T^2)) * dT$$

$$dU = n[\alpha dT + \beta T dT + \gamma T^2 dT]$$

$$\int_{U_1}^{U_2} dU = n \int_{T_1}^{T_2} [\alpha dT + \beta T dT + \gamma T^2 dT]$$

$$U_2 - U_1 = n[\alpha(T_2 - T_1) + \frac{\beta}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{\gamma}{3}(T_2^3 - T_1^3)]$$

$$\Delta U = n(\alpha(T_2 - T_1) + \beta/2 * (T_2^2 - T_1^2) + \gamma/3 * (T_2^3 - T_1^3))$$

س/ احسب التغير في الطاقة الداخلية والتغير في المحتوى الحراري عند تسخين مول واحد من الهيليوم من درجة الصفر المئوي الى درجة 100 مئوي في اناء مغلق على فرض أن الغاز المثالي.

$$\Delta U = n.Cv(T2-T1)$$

Cv = 3/2R

$$\Delta U = \mathbf{3/2 \times 0.0083(373-273) = 1.245kJ/mol}$$

$$\Delta H = n.\ Cp(T2-T1)$$

Cp =5/2R

$$\Delta H = \mathbf{5/2\ x0.0083\ x(373-273)}$$

$$\Delta H = \mathbf{2.075kJ/mol}$$

ما مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مول واحد من غاز الاوكسجين من 27 مئوية الى 127 مئوية تحت ضغط 1 جو ؟

$$C_P = 6.0954 + 3.2533 \times 10^{-2}T - 1.017 \times 10^{-6}T^2 \text{Cal } K^{-1}mol^{-1}$$

$$T1 = 273+27= 300\ K$$

$$T2= 273+127= 400K$$

$$\Delta H=H2 -H1= \int_{T1}^{T2} Cp.dT$$

$$H_{400} - H_{300} \int_{300}^{400} (6.0954 + 3.2533X10^{-2}\ T - 1.017 \times 10^{-6} T^2)\, dt$$

$$\Delta H = 6.0954(400-300)+1/2x3.2533 \times 10^{-2}$$

$$x(400^2-300^2)- 1/3 \times 1.017 \times 10^{-6}$$

$$x(400^3 - 300^3)$$

$$\Delta H = 710\ Cal/mol$$

يستخرج النحاس من كبريتيد النحاس CuS بتحميص المعدن الخام عند 1000K . ماهي كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة مول واحد من CuS من 300K الى 1000K عند ضغط ثابت؟ علماً ان السعة الحرارية لـ CuS تعطى بالعلاقة :

$$Cp = 44.35+0.0111\ T$$

يمكن حساب الحرارة عند ضغط ثابت

$$qp = \Delta H = \int_{T1}^{T2} Cp.dT$$

$$q_p = \int_{300}^{1000} (44.35 + 0.0111T)dt$$

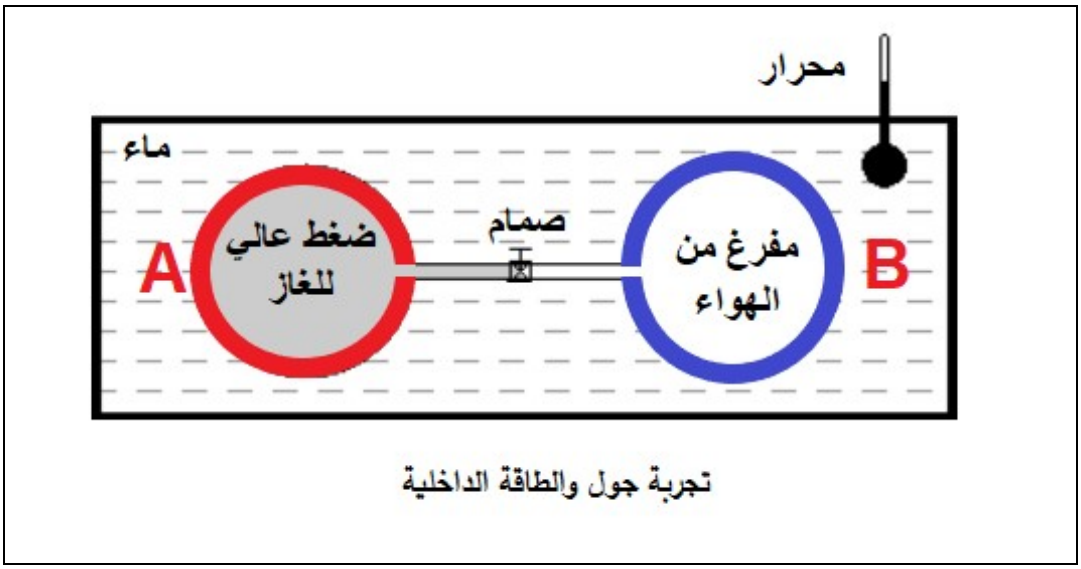
$$q_p = \int_{300}^{1000} (44.35\ xdt + 0.0111Tdt)$$

$$q_p = (44.35(1000 -300) + 1/2 \times 0.0111(1000^2 - 300^2)$$

$$q_p = 36095.5J = 36.096kJ$$

تجربة جول :

قام العالم جول بتجربة عام 1843 بهدف الحصــول على درجات الحرارة المنخفضــة اللازمة لأسالة الهواء والغازات الاخرى ولتحقيق ذلك أخذ وعائين A وB متساويين بالحجم متصلين مع بعضــهما بواســطة صــمام ومغمورين في الماء في درجة حرارة معينة ومن ثم قام بعزل النظام بحيث لايمكن تبادل الحرارة مع المحيط ثم ملأ الوعاء A بغاز مضغوط وفرغ الوعاء B من الهواء تماما وعند فتح الصــمام يتمدد الغاز لكي يشــغل الحجم كله A و B وقد لاحظ أن درجة الحرارة T بعد التمدد لا تتغير أي ان dt= صــفر وهذا دليل على عدم حصــول تبادل حراري أي ان dq تســاوي صــفرا . وبما ان التمدد حصــل في الفراغ لذلك فأن dw = صــفر واســتنادا الى القانون الأول للثرموديناميك فأن du تســاوي صــفرا في درجة الحرارة الثابتة. والشكل التالي يوضح التجربة.



تجربة جول والطاقة الداخلية

س::: ما النتيجة التي كان يتوقعها العالم جول من اجراء تجربته؟

الجواب::::

توقع عند فتح الصمام بين الوعائين انتقال الغاز من الوعاء الموجود فيه الى الوعاء المفرغ من الهواء وبالتالي:

1- تغير في حجم الغاز 2- انجاز شغل نتيجة تمدد الغاز

3- صرف طاقة نتيجة انجاز شغل يستمدها من المحيط والذي يتمثل بحوض الماء مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الماء الموجود في الحوض.

س::::: ما النتائج التي حصل عليها جول وهل أدت النتائج الى نجاح التجربة او فشلها

الجواب::::

1- عدم حدوث تغير في درجة الحرارة حيث T_1قبل التمدد تساوي T_2 بعد التمدد وبذلك فأن ΔT = صفر وذلك يعني عدم امتصاص وانبعاث طاقة أي أن $q=0$

2-تغير في حجم الغاز بسبب تمدد الغاز الى الوعاء الثاني

3-ان عدم امتصاص أو انبعاث طاقة يعني عدم انجاز شغل ($W=0$) وذلك لان الوعاء الثاني مفرغ من الهواء($P=0$) وعندما يتمدد الغاز لا يلاقي أية مقاومة:

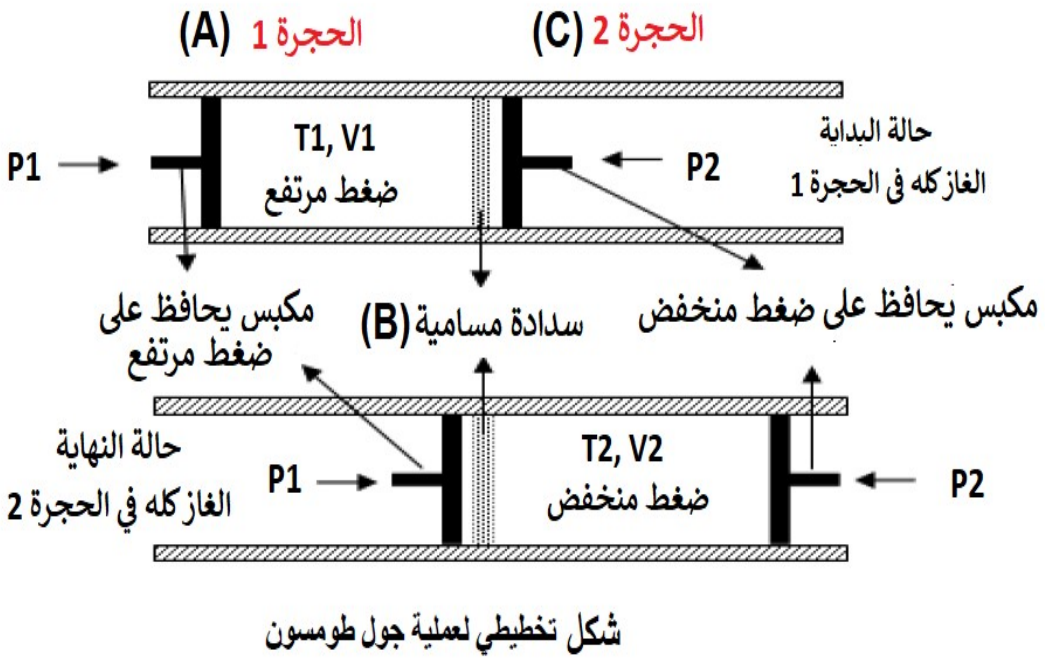
$$w = P\Delta V = 0 * \Delta V = 0$$

$$\Delta U = q + w \rightarrow \Delta U = 0 + 0 \rightarrow \Delta U = 0$$

أي أن مقدار التغير في الطاقة الداخلية يساوي صفرا عند ثبوت درجة الحرارة بالرغم من تغير الحجم وهذه النتيجة أدت الى فشل تجربة جول (عدم حدوث انخفاض في درجة الحرارة).

تجربة جول – ثومسون:

أجرى جول وثومسون سلسلة من التجارب يسمح فيها لغاز عند ضغط مرتفع (P1) كي يتمدد خلال صمام أو سدادة مسامية الى منطقة ذات ضغط منخفض (P2) وتوضح التجربة بالمخطط التالي



شكل تخطيطي لعملية جول طومسون

س/ ماهي مكونات جهاز تجربة جول – ثومسون؟

تكون جهاز جول – ثومسون من اسطوانة تم عزلها حراريا وتحتوي على مكبسين وفي الوسط تم تثبيت سدادة مسامية (B) تسمح بعبور الغاز من الحجرة أو الجزء A عند انضغاطه بالمكبس وتحت الظروف (V_1, T_1,P_1) الى الجزء C و ينجز شغل مقداره W1 و يعاني تمدد ويكون تحت الظروف (V_2, T_2,P_2) و ينجز شغل مقداره W2 . (لاحظ الشكل التخطيطي في الصفحة السابقة).