كلية : التربية للعلوم الصرفة

القسم : علوم الفيزياء

المرحلة: الثانية

أستاذ المادة : د. سندس عبد الرزاق طارش

اسم المادة بالغة العربية : الثرموديناميكس

اسم المادة باللغة الإنكليزية : Thermodynamics

اسم المحاضرة السادسة باللغة العربية : السعة الحرارية

اسم المحاضرة الاولى السادسة الإنكليزية : Heat Capacity

السعة الحرارية :

تعرف السعة الحرارية (C) لاي نظام بانها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة النظام درجة حرارية واحدة .

$$C = \frac{\text{كمية الحرارة التي يمتصها النظام}}{\text{مقدار الارتفاع في درجة حرارة النظام}}$$

وبما ان السعة الحرارية تتغير مع درجة الحرارة وخاصة عند درجات الحرارة العالية فيمكن التعبير عن السعة الحرارية بالعلاقة الرياضية التالية :

$$C= \lim = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{dQ}{dT}$$

حيث ان :

dQ يمثل كمية صغيرة من الحرارة الداخلة للنظام .

dT تمثل مقدار التغير في T عند دخول الحرارة للنظام .

السعة الحرارية لنظام يحتوي على مول واحد تسمى بالسعة الحرارية النوعية المولية ويرمز لها بالحرف الصغير c .

حيث يمكن التعبير عنها بالعلاقة الرياضية الاتية :

$$C = n\, c$$

كما يمكن التعبير عن السعة الحرارية لنظام كتلتة m كيلو غرام بالعلاقة الرياضية الاتية :

$$C = mc$$

السعة الحرارية لنظام واقع تحت ضغط خارجي ثابت تسمى بالسعة الحرارية تحت ضغط ثابت ويرمز لها بالرمز C_p ويعبر عنها بالعلاقة الرياضية الاتية :

$$C_p = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_p$$

وتسمى السعة الحرارية لنظام عندما يكون حجمه ثابت اثناء تزويده بالحرارة بالسعة الحرارية تحت حجم ثابت ويرمز لها بالرمز C_v ويعبر عنها بالعلاقة الرياضية الاتية :

$$Cv = \left(\frac{dQ}{dT} \right)v$$

ان قيمة C_p تختلف عن قيمة Cv هذا يعني ان قيمة السعة الحرارية تعتمد على شروط اثناء تزويده بالحرارة .

الفرق بين C_p وCv لغاز مثالي :

معادلة الحالة للغاز المثالي هي :

$$P\,V = n\,RT$$

وبتفاضل المعادلة اعلاه ينتج :

$$PdV + Vdp = nRdT$$

$$PdV = nRdT - VdP \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1$$

وحيث ان القانون الاول للثرموديناميكس هو :

$$dQ = dU + PdV$$

$$dQ = Cv\,dT + nRdT - VdP$$

وحيث ان :

$$dQ = (\,Cv\,dT + nRdT) - VdP$$

$$dU = Cv\,dT$$

نعوض عن قيمة dU وقيمة PdV في القانون الاول للثرموديناميكس وكالاتي :

$$dQ = (\,Cv + nR)\,dT - VdP \quad (VdP = 0)$$

$$dQ = (\,Cv + nR)\,dT$$

وبالقسمة على $\frac{dQ}{dT}$ ينتج :

$$\frac{dQ}{dT} = Cv + nR$$

وحيث ان :

$C_p = \frac{dQ}{dT}$ نعوضها في المعادلة اعلاه وكالاتي :

$$C_p = Cv + nR$$

$$C_p - Cv = nR$$

.

انتهى

الشغل المبذول خلال العملية الايزوثرمية :

$P_1 V_1 = P_2 V_2$, $P = \frac{C}{V}$, $C = P V$

$W = \int P dV$

$W = \int \frac{C}{V} dV$

$W = C \int \frac{dV}{V}$

$W = C \ln V \Big|_{V_2}^{V_1}$

$W = C \ln \frac{V_2}{V_1}$

$W = P V \ln \frac{V_2}{V_1}$ وحيث ان: $P V = R T$ نعوضها في المعادلة الاتية:

$W = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$

ويمكن كتابة المعادلة التالية بدلالة لوغاريتم الضغط وذلك لانه:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$W = P V \ln \frac{P_1}{P_2}$

انتهى

الشغل المبذول خلال العملية الاديباتيكية :

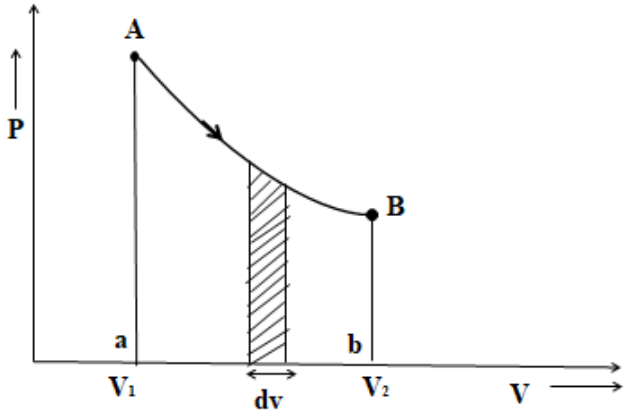
خلال العملية الاديباتيكية يتمدد حجم الغاز من الحجم V_1 الى V_2 كما في الشكل الاتي : حيث سنقوم بالتعويض في المعادلة العامة للشغل بمعادلة الحالة للغاز المثالي في عملية اديباتيكية . وان : $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

$P V^{\gamma} = C,$

$P = \frac{C}{V^{\gamma}}$

الشغل المنجز عندما يزداد الحجم بمقدار dV هو PdV :

بالتعويض عن قيمة P



$W = \int P\, dV$

$W = \int \frac{C}{V^{\gamma}}\, dV$

$W = C \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^{\gamma}}$

$W = C \int_{V_1}^{V_2} V^{-\gamma}\, dV$

V

$W = C \left[\frac{V^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right]_{V_1}^{V_2}$

$W = C \left[\frac{V2^{1-\gamma} - V1^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right]$

$W = \frac{C\ V2^{1-\gamma} - C\ V1^{1-\gamma}}{1-\gamma}$

وبما ان النقاط A و B تقع على نفس المنحني الاديباتيكي لذلك فان :

$P_1 V_1^{-\gamma} = P_2 V_2^{-\gamma} = C$

$= \frac{P2\, V_2^{\gamma}\ V2^{1-\gamma} - P1\, V_1^{\gamma}\ V1^{1-\gamma}}{1-\gamma}$

$W = \frac{P_2\ V_2 - P_1 V_1}{1-\gamma}$

انتهى