

1 Inledning

1.1 Inre energi

Summan av alla energi i systemet - U .

Alla partiklars kinetiska och potentiella energier, i fasta kroppar: vibrationer kring jämviktsläge. Potentiella energin från växelverkan mellan partiklar.

1.2 Värme

Energin som strömmar till ett system p.g.a. temperaturskillnad till omgivningen. Konvention att värmen, Q är positiv när den tillförs systemet.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

1.3 Arbete

Energi som tillförs systemet (förutom värme!). T.ex. mekanisk arbete eller elektrisk energi. Betecknas W , arbetet räknas positivt då det *tillförs systemet*.

När en kolv med arean A flyttas sträckan dx och en gas med trycket P påverkas, då blir arbetet:

$$dW = -P \cdot A \cdot dx = -P \cdot dV \quad (2)$$

Om volymen ökar är arbetet **negativt**.

Om trycket inte är konstant under processen:

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

1.4 Process

Lagen om energins oförstörbarhet ger:

$$\Delta U = Q + W \quad (3)$$

Skillnaden i **Inre energi** är lika med **värmen** och **arbetet**.

Storheter som värme och arbete kan enbart vara definierad på en process - de är **processtorheter**. Den Inre energin kallas istället för en **tillståndstorhet**.

2 Ideal gas

Kan bortse från **växelverkan** mellan atomer i gasen. Eftersom att all energi i gasen kommer från kinetisk energi kan vi skriva den **inre energin** som:

$$U = \frac{f}{2}PV. \quad (4)$$

$$U = \frac{f}{2}NkT. \quad (5)$$

$f = 3$ för enatomiga gaser och $f = 5$ för tvåatomiga gaser. Den kinetiska energin för masscentrum för varje molekyl är:

$$E_{kin} = \frac{3}{2}kT. \quad (6)$$

3 Värmekapacitet och entalpi

Den **inre energin** hänger ihop med temperaturen - förhållandet bestäms genom att man tillför värme och mäta temperaturökningen. Vid konstant volym får man:

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T}$$

Q värme och ΔT temperaturökning.

3.1 Konstant volym

Då utförs **inget arbete** $\rightarrow W = 0$. Enligt första huvudsatsen, ekvation 4, blir $\Delta U = Q$ och:

$$C_V = \left(\frac{Q}{\Delta T} \right)_V = \left(\frac{\Delta U}{\Delta T} \right)_V = \left(\frac{\delta U}{\delta T} \right)_V \quad (7)$$

Parentesen nedsänkt till V innebär att volymen är konstant.

3.2 Konstant tryck

Med ekvation 4 och 2 får vi:

$$C_P = \left(\frac{Q}{\Delta T} \right)_P = \left(\frac{\Delta U + P\Delta V}{\Delta T} \right)_P = \left(\frac{\delta U}{\delta T} \right)_P + P \left(\frac{\delta V}{\delta T} \right)_P \quad (8)$$

Sista termen beskriver värmen som används för att utföra arbete på omgivningen.

3.3 För en ideal gas

Inre energin ges av $U = \frac{f}{2}nRT$. Vid konstant volym blir det:

$$C_V = \left(\frac{\delta}{\delta T} U \right)_V = \frac{f}{2}nR$$

Vi konstant tryck fås:

$$C_P = \frac{f}{2}nR + nR$$

Då värmekapaciteten är proportionell mot substansmängd kan man skriva om den till **specifik värmekapacitet**:

$$c_V = \frac{C_V}{m}$$
$$c_P = \frac{C_P}{m}$$

($m = \text{massa}$)

3.4 Entalpi

Ett sätt att förenkla sambandet mellan tryck- och volymarbetet genom att införa $H = U + PV$. Användbart inom kemiska beräkningar då volymen ofta varierar.

3.5 Jämvikt

Naturen strävar efter att utjämna temperaturdifferenser - när jämvikt råder har vi inga temperaturskillnader.

3.6 Fasomvandlingar

Fasomvandlingsentalpin L = den mängd värme som krävs att överföra 1 kg av ett ämne till en annan fas.

$$L = \frac{Q}{M} \tag{9}$$

3.7 Relativ fuktighet

Om man har ett kärl med vätska i, så kommer en viss mängd av vätskan att förångas och blandas med luften. Då man tittar på gaserna som ideala så kommer trycket på vattenånga vara densamma som om där bara fanns vattenånga i kärlet. Gasens tryck blir summan av gasernas tryck, alltså har varje gas ett partialtryck. Den relativa fuktigheten definieras som kvoten mellan partialtrycket för vattenånga delat med det totala gastrycket.

4 Expansion och kompression av ideal gas

4.1 Isoterm process

En **isoterm process** sker under konstant temperatur. För en ideal gas så beror, enligt ekvation 5, den **inre energin** endast på temperaturen. När denna är konstant så måste $\Delta U = 0$. Det ger oss att $Q = -W$. Med ekvation 2 och Ideala gaslagen (5) får vi:

$$W = - \int_{V_i}^{V_f} \frac{NkT}{V} dV = NkT \cdot \ln \left(\frac{V_i}{V_f} \right) \quad (10)$$

4.2 Adiabatisk process

Här sker **inget värmeutbyte med omgivningen** vilket innebär att $Q = 0$ och därigenom är $\Delta U = W$.

Tillsammans med ideala gaslagen får man då:

$$\begin{cases} dU = dW \\ \frac{f}{2} Nk dT = -PdV \\ PV = NkT \end{cases} \rightarrow \frac{f}{2} Nk dT = -\frac{NkT}{V} dV \leftrightarrow \frac{f}{2} \frac{dT}{T} = -\frac{dV}{V} \quad (11)$$

Med omskrivning fås sambandet mellan **tryck och volym**:

$$V^\gamma P = \text{konstant} \quad (12)$$

$$\gamma = \frac{f+2}{f} \quad (13)$$

$$\text{eller} \quad (14)$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} \quad (15)$$

γ kallas för den **adiabatiska exponenten**.