

[해보기] 열역학 제1법칙은  $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$  에서  $\Delta q = c_v \Delta T + p \Delta v$  로 나타낼 수 있다.

이를  $\Delta q = c_p \Delta T - v \Delta p$  로 변환해 보자.

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad (M: \text{분자량})$$

$$pv = \hat{R} T \quad (v = \frac{V}{m} : \text{비체적}, \hat{R} = \frac{R}{M} : \text{특수기체 상수})(\text{specific gas constant})$$

$$\Delta(pv) = \Delta p \cdot v + p \cdot \Delta v = \Delta(\hat{R} T) = \hat{R} \Delta T$$

$$\Delta q = c_v \Delta T + p \Delta v = c_v \Delta T + \hat{R} \Delta T - v \Delta p = (c_v + \hat{R}) \Delta T - v \Delta p$$

$$\Delta q = (c_v + \hat{R}) \Delta T - v \Delta p \quad \text{에서 정압과정} (\Delta p = 0) \text{이므로 } (c_v + \hat{R}) = c_p$$

$$\text{따라서 } \Delta q = c_p \Delta T - v \Delta p$$

----- 고전적 방법을 이용하면

$$\Delta q = c_v \Delta T + p \Delta v$$

$$pv = \hat{R} T \quad (v = \frac{V}{m} : \text{비체적}, \hat{R} = \frac{R}{M} : \text{특수기체 상수})$$

$$(p + \Delta p)(v + \Delta v) = \hat{R}(T + \Delta T)$$

$$pv \left(1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta v}{v} + \frac{\Delta p \Delta v}{pv}\right) = \hat{R} T \left(1 + \frac{\Delta T}{T}\right)$$

$$\frac{\Delta p}{p} \text{ 와 } \frac{\Delta v}{v} \text{ 를 1 보다 훨씬 작은 양으로 취급하여 } \frac{\Delta p \Delta v}{pv} \text{ 항을 무시하면}$$

$$pv = \hat{R} T \quad (v = \frac{V}{m} : \text{비체적}, \hat{R} = \frac{R}{M} : \text{특수기체 상수})$$

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta v}{v}$$

좌변에  $\hat{R} T$ , 우변에  $pv$ 를 곱하면

$$\hat{R} \Delta T = v \Delta p + p \Delta v$$

$$p \Delta v = \hat{R} \Delta T - v \Delta p$$

$$\Delta q = c_v \Delta T + p \Delta v = c_v \Delta T + \hat{R} \Delta T - v \Delta p = (c_v + \hat{R}) \Delta T - v \Delta p$$

$$c_p = \left(\frac{\Delta q}{\Delta T}\right)_p \text{ 인데, 정압 과정은 압력 변화가 0이므로 } \Delta q = (c_v + \hat{R}) \Delta T - v \Delta p \text{에서 } \Delta q = (c_v + \hat{R}) \Delta T$$

$$c_p = \left(\frac{\Delta q}{\Delta T}\right)_p = c_v + \hat{R}$$

$$c_p = (c_v + \hat{R}) \text{을 이용하여}$$

$$\Delta q = c_p \Delta T - v \Delta p$$