

절대일과 공업일

👤 생성자	👤 재환 김
🏷️ 태그	엔지니어링

1. 절대일 (W, Work)

절대일은 시스템이 **외부와의 상호작용 없이** 내부적으로 수행한 일을 의미합니다. 절대일은 보통 **압력-부피 일**로 표현되며, 시스템 내의 물질이 부피 변화에 의해 외부에 대해 수행하는 일을 나타냅니다.

절대일 계산

절대일은 다음과 같은 일반적인 식으로 계산됩니다:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

여기서:

- W : 절대일
- P : 압력
- V_1, V_2 : 부피 변화의 시작점과 끝점

이 식은 **부피가 변화할 때**, 시스템이 외부에 대하여 수행한 일을 나타냅니다. 예를 들어, 기체가 팽창하면서 외부로 일을 할 때는 **양의 일**이 발생하며, 압축될 때는 **음의 일**이 발생합니다.

등온과정에서의 절대일

등온과정은 온도가 일정하게 유지되는 과정입니다. 이상 기체 상태방정식 $PV = nRT$ 를 적용하여 절대일을 계산하면, 등온 과정에서의 절대일은 다음과 같이 표현됩니다:

$$W = nRT \ln(V_2/V_1)$$

여기서:

- n : 기체의 몰수
- R : 기체 상수

- T : 절대 온도
- V_1, V_2 : 부피의 변화

이 식은 이상 기체가 일정한 온도에서 팽창하거나 압축되는 동안 외부에 대해 한 일을 나타냅니다.

중요한 특징:

- 절대일은 **시스템 내부의 변화**로 인해 발생하는 일을 의미합니다.
- 주로 **압력과 부피 변화**에 의해 결정되며, 온도가 일정할 때는 이상기체 방정식을 통해 계산할 수 있습니다.

2. 공업일 (Technical Work)

공업일은 주로 **실제 산업 환경**에서 사용되는 개념으로, 시스템이 **외부에 열을 가하거나 제거** 하는 등의 상호작용을 포함하여 계산한 일을 의미합니다. 공업일은 절대일과 달리, **외부로 부터의 열 전달**과 같은 에너지 흐름을 고려하여 계산됩니다.

공업일 계산

공업일은 열역학 제1법칙을 기반으로 계산됩니다. 제1법칙은 다음과 같습니다:

$$\Delta U = Q - W_t \quad \Delta U = Q - W_t$$

여기서:

- ΔU : 내부 에너지의 변화
- Q : 시스템에 가해지거나 빠져나간 열량
- W_t : 공업일

공업일은 **시스템의 내부 에너지 변화와 외부와의 열 전달을 함께 고려**하여 계산되므로, 시스템과 외부 환경 간의 열 전달 및 에너지 흐름이 포함됩니다.

등온과정에서의 공업일

등온과정에서는 내부 에너지 변화 (ΔU)가 없으므로, 공업일은 주어진 열량과 동일하게 계산됩니다:

$$W_t = Q$$

즉, 등온과정에서는 시스템에 가한 열량이 모두 공업일로 변환됩니다. 이때, 시스템의 내부 에너지는 일정하게 유지됩니다.

중요한 특징:

- 공업일은 시스템이 외부와 상호작용하면서 발생하는 일을 포함합니다.
- 열 전달 등 외부와의 상호작용을 고려하여 계산됩니다.
- 실험적이거나 산업적 환경에서 실제로 측정되는 일의 양을 의미합니다.

3. 절대일과 공업일의 차이점

항목	절대일 (W)	공업일 (W_t)
정의	시스템 내부에서 발생하는 일	시스템이 외부와 상호작용하여 발생하는 일
계산식	$W = \int P \, dV$	$W_t = Q - \Delta U$
외부와의 상호작용	외부와의 상호작용을 포함하지 않음	외부와의 열 전달과 상호작용을 포함
적용되는 환경	주로 이론적 또는 단순화된 모델	실제 산업 환경이나 실험적 상황
등온과정에서의 특징	$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$	등온과정에서는 공업일 = 절대일

4. 예시 문제

예시 1: 절대일 계산

기체가 1 mol 이고, 온도 $T = 300 \text{ K}$, 부피가 $V_1 = 1 \text{ m}^3$ 에서 $V_2 = 2 \text{ m}^3$ 로 등온 팽창했다고 가정하면 절대일은 다음과 같이 계산됩니다.

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$W = (1)(8.314)(300) \ln \left(\frac{2}{1} \right) = 1728 \text{ J}$$

예시 2: 공업일 계산

등온과정에서 시스템이 500 J 의 열을 외부로부터 받았다고 하면, 이 열량은 모두 일을 하는데 사용되므로 공업일은 다음과 같이 계산됩니다.

$$W_t = Q = 500 \text{ J}$$

등온과정에서는 내부 에너지가 변하지 않으므로, 시스템에 전달된 열량이 그대로 공업일로 변환됩니다.

결론

- **절대일**은 주로 부피 변화에 의해 발생하는 일로, 시스템 내부에서 발생하는 일을 의미하며, 외부와의 상호작용을 고려하지 않습니다.
- **공업일**은 외부와의 상호작용을 포함하여 실제로 발생하는 일을 의미하며, 주어진 열량과 내부 에너지 변화 등을 포함하여 계산됩니다.