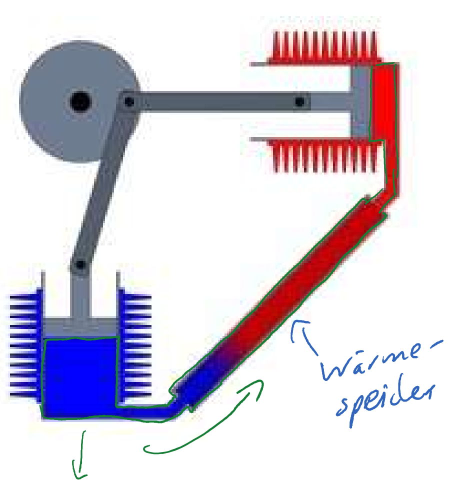
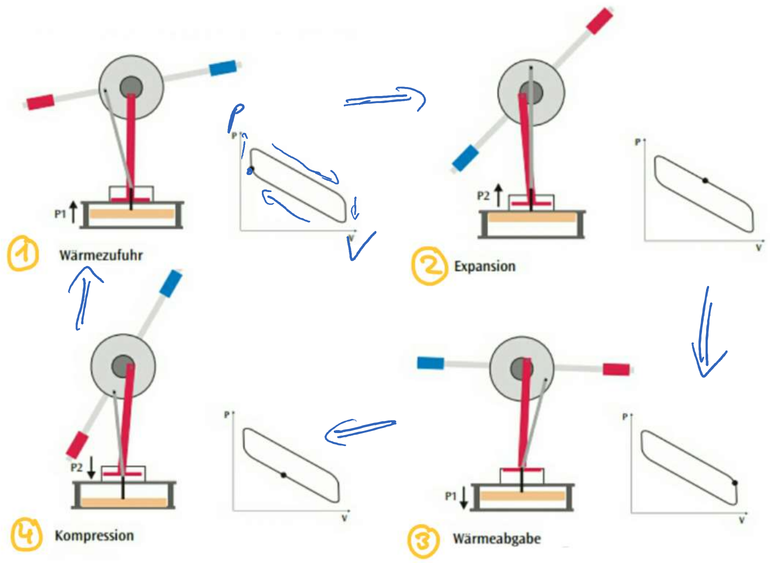
Versuch: Stirlingmotor





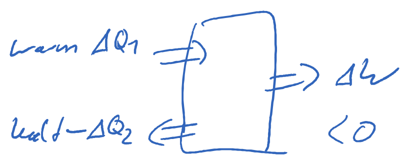
→ Motor mit Luft als Arbeitsgas

Wärmekraftmaschine

Kältemaschine

Wirkungsgrad

Wie effizient ist unsere Maschine?



$$\boxed{\eta = \frac{-\Delta W}{\Delta Q_1} = \frac{\text{geleistete Arbeit}}{\text{zugeführte Wärme}}}$$

eta

$(0 \leq \eta \leq 1)$

Für Carnot-Prozeß

$$\eta = \frac{\Delta W}{-\Delta Q_1} = \frac{\cancel{-nR}(T_1 - T_2)\cancel{\ln\left(\frac{V_a}{V_b}\right)}}{\cancel{-nR}\,T_1\,\cancel{\ln\left(\frac{V_a}{V_b}\right)}} = \boxed{1 - \frac{T_2}{T_1} = \eta_{carnot}}$$

6.7.2. ZWEITER HAUPTSATZ DER THERMODYNAMIK

Vier Formulierungen

① Es gibt keine periodische Wärmekraftmaschine mit einem Wirkungsgrad $\eta > \eta_{Carnot}$

② "Perpetuum mobile" aus Abkühlung eines Wärmebades ist unmöglich

$\hat{=}$ $\Delta W = -\Delta Q_1$ ist unmöglich weil $T_2 > 0$

Mechanische Arbeit (geordneter Prozeß) kann nicht direkt (zu 100%) aus Wärme (ungeordneter Prozeß) erzeugt werden.

③ Im abgeschlossenen System kann die Entropie S ($\hat{=}$ Maß der Unordnung) nicht abnehmen.

$$\boxed{\sum \Delta S \geq 0}$$

④ Wärme fließt stets vom wärmeren zum kälteren Körper

6.7.3 ENTROPIE

In abgeschlossenen System

statistisch Maß für Unordnung

thermodynamisch Maß für die Energie die keine Arbeit verrichten kann

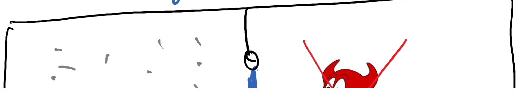
Def: $\boxed{\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}}$ ← Wärmezufuhr / Abfuhr

Entropieänderung Temp.

(adiabatischer Prozeß: $\Delta Q = 0$ $\Rightarrow \Delta S = 0$)

unmöglich: Maxwell'scher Dämon

läßt Atome nur von ...



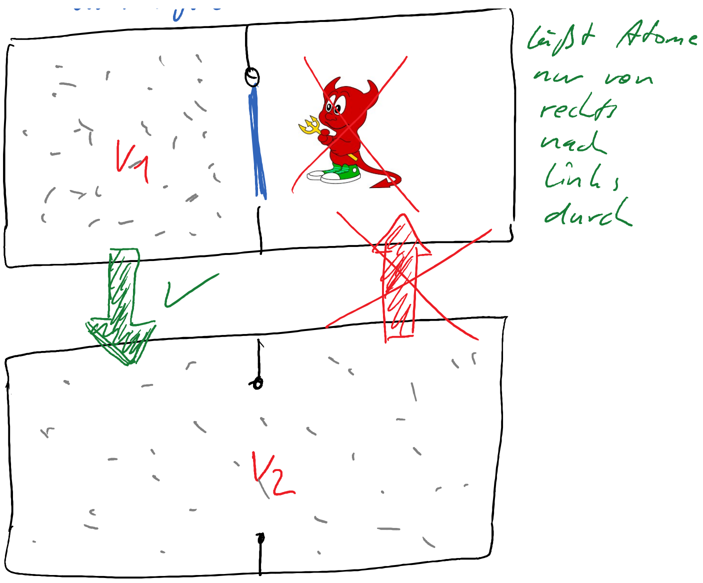
Isotherme Expansion

Entropie:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{1}{\cancel{T}} nR\cancel{T} \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) > 0$$

Unordnung wird erhöht

↳ Prozeß ist irreversibel



Carnot-Prozeß

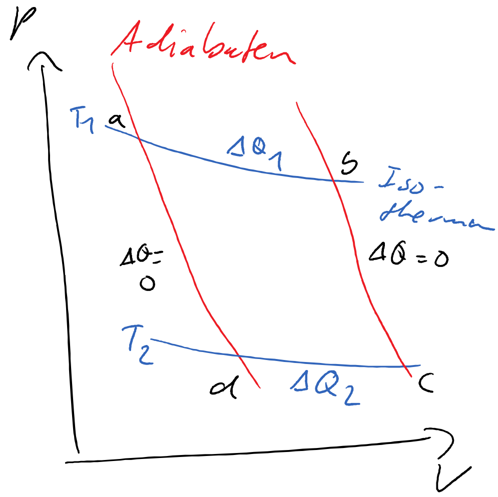
Entropie:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q_1}{T_1} + \frac{\Delta Q_2}{T_2} =$$

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{V_d}{V_c}$$

$$= nR \ln\left(\frac{V_a}{V_b}\right) + nR\ln\left(\frac{V_c}{V_d}\right) =$$

$$= nR \ln \frac{V_a}{V_b} - nR\ln\left(\frac{V_a}{V_b}\right) = 0\,!$$



↳ Prozeß ist reversibel.
(nutzbare Energie bleibt erhalten)