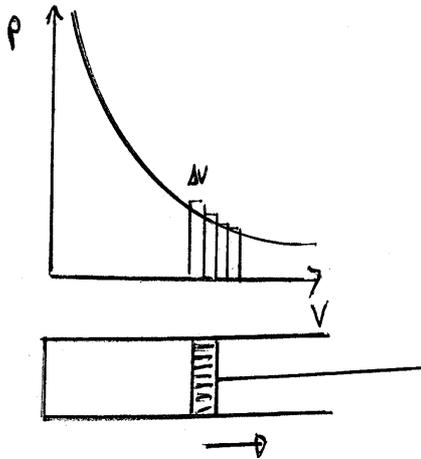


Arbeit und Wirkungsgrad beim Stirlingmotor



Arbeit beim Koben unten:

$$W = F \cdot \Delta s \text{ mit } p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$$

Damit Wird: $F \cdot A \cdot \Delta s = p \cdot \Delta V$

Im Diagramm oben gilt in jedem kleinen Rechteck:

$$W = p \cdot \Delta V$$

Wenn man dieses über die ganze Fläche macht erhält man die Arbeit:
die Fläche unter dem pV-Diagramm ergibt die bei der
Volumenveränderung verrichtete Arbeit

In jedem kleinen Rechteck gilt:

$$\Delta W = -p \cdot \Delta V$$

$$p = \frac{nRT}{V}$$

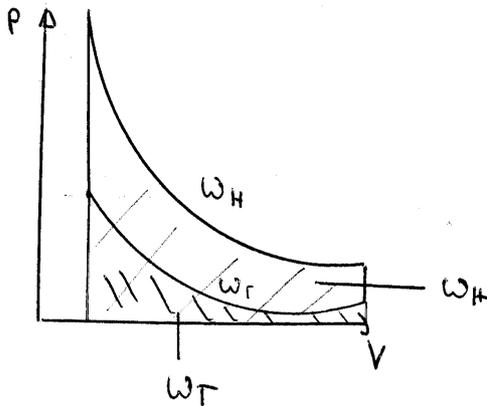
$$\Delta W = nRT \frac{\Delta V}{V}$$

Man addiert alle ΔW auf, um die Gesamtarbeit zu erhalten: für isotherme
Vorgänge

(V_1 ist klein; V_2 groß)

$$W = -nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{\Delta V}{V} = -nRT \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Beim Stirlingmotor



W_h wird vom Arbeitskolben verrichtet, W_t wird vom Schwungrad zurück an den Arbeitskolben gegeben: diese Arbeit muß abgezogen werden.

$$W_H = -nRT_H \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W_T = -nRT_T \cdot \ln \frac{V_1}{V_2} = nRT \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W = W_H - W_T$$

$$|W| = nRT_H \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} - nRT_T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$|W| = nR(T_H - T_T) \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Damit ist die Arbeit vom bei einem gegebene Motor (Festes Volumen) nur vom Temperaturunterschied abhängig.

$\Delta U = \Delta W + \Delta Q = 0$ bei isothermen Vorgängen, da $T = \text{const.}$

$W = Q$; bzw $-W_h = -Q_h$

und $W_t = -Q_t$

Wirkungsgrad:

$W_h \text{ prop } T_h$

$W_t \text{ prop. } T_t$

Also: $\frac{W_h}{W_t} = \frac{T_h}{T_t}$

Wirkungsgrad = $\frac{\text{aufgewendete Energie}}{\text{Nutzenergie}}$

$$\eta = \frac{W_h - W_t}{W_h} = 1 - \frac{W_t}{W_h} = 1 - \frac{T_t}{T_h}$$

Damit liegt die Obergrenze des Motors von vornherein fest und ist nicht zu überschreiten. (periodisch arbeitende Maschine, die fortlaufend Arbeit verrichten soll)

Perpetuum Mobile 2. Art 2.ter Hauptsatz der Thermodynamik: Richtung von Vorgängen

Zweck aller Wärme-Energie Maschinen ist es, Energie als Wärme einem heißen Körper zu entnehmen und sie als mechanische Arbeit abzugeben.

Eine Maschine, die periodisch zwischen zwei Reservoirs mit den Temperaturen T_k und T_w arbeitet, kann keinen höheren Wirkungsgrad als

$$\eta = 1 - \frac{T_k}{T_w}$$

erreichen. Dabei ist es unerheblich, wie die Maschine gebaut ist und welche Arbeitssubstanz benutzt wird.

2-ter Hauptsatz:

Es ist unmöglich eine periodisch arbeitende Maschine zu bauen, die nichts weiter bewirkt, als die Hebung einer Last und die Kühlung eines Körpers. Der

Wirkungsgrad einer Wärme-Energie Maschine muß kleiner als 1 sein.

Die von einer heißen E-quelle gelieferte Energie kann nie vollständig in Arbeit umgewandelt werden, ein Teil wird immer verschenkt.

Vorgänge, die in eine Richtung ablaufen, nennt man irreversibel. Den spontanen Übergang von einem warmen zu einem kälteren Körper nennt man irreversibel.