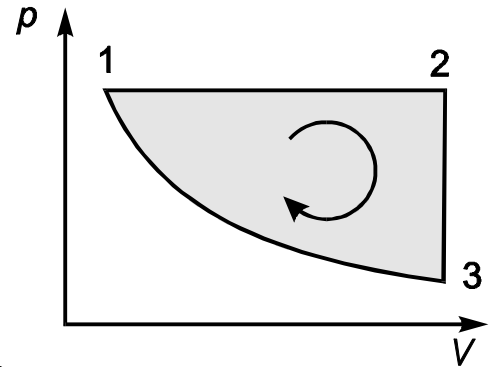


Übungsaufgaben 25 Thermodynamik, Kreisprozesse 2

3. {2*01} Mit einem idealen Gas wird ein Kreisprozeß durchgeführt, der aus einer Isobaren, einer Isochoren und einer Isothermen besteht (s. Skizze).



- a) Berechnen Sie für die drei Zustandsänderungen jeweils die mit der Umgebung ausgetauschte Wärme und die verrichtete Arbeit. Dabei sind vom System nur die Masse m , die stoffspezifische Gaskonstante R_s , der Adiabatenexponent κ sowie die Temperaturen T_1 und T_2 bekannt. Geben Sie an, ob die Wärme dem System zugeführt oder diesem entzogen wird und ob die Arbeit am System bzw. vom System verrichtet wird!
- b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine.

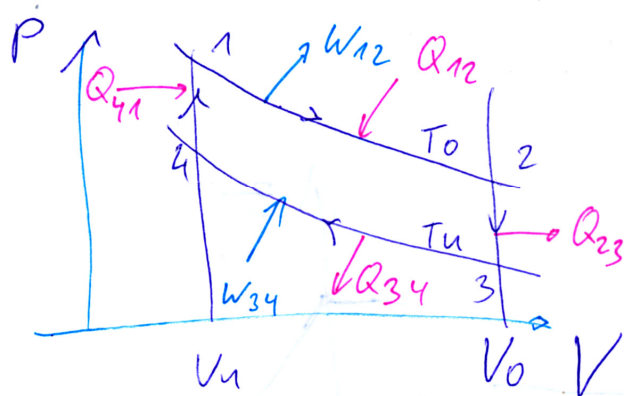
7. {2} Die Arbeitsphasen beim Ottomotor sind Ansaugen, Verdichten, Verbrennung, Ausdehnung, Ausstoßen der Abgase. Stellen Sie diese im p - V -Diagramm als Kreisprozeß für ein Ideales Gas als Arbeitsmedium dar und berechnen Sie den Wirkungsgrad, wenn Volumen des Brennraumes sowie Hubraum bekannt sind! Wie groß ist der Wirkungsgrad bei einem Volumenverhältnis Brennraum/Hubraum von 1/10?

5. {2} Eine Dampfmaschine wird aus einem Kessel mit Dampf gespeist, der einen Druck von p_0 hat. Der Arbeitszylinder füllt sich bis zu einem Volumen V_1 mit Dampf, dann schließt sich das Einströmventil und der Dampf entspannt sich adiabatisch bis zu einem Volumen V_2 , wobei weiter Arbeit geleistet wird. Darauf öffnet sich das Auströmventil, der Dampf entweicht schlagartig (evtl. mit lautem Zischen) und der Kolben bewegt sich in die Anfangsposition zurück.

- a) Geben Sie im p - V -Diagramm die Arbeitsphasen der Dampfmaschine an
- b) Bestimmen Sie eine Formel zur Berechnung des Wirkungsgrades, betrachten Sie dabei den Dampf wie ein Ideales Gas!

Hinweis: Meine Tochter Elvira hatte zur Entwicklung der Dampfmaschine einen Schülervortrag ausgearbeitet. Der Text des Vortrags sowie die PowerPoint-Präsentation finden Sie auf meiner Webseite unter Kreisprozesse in der 4. Spalte. Wenn Sie die Präsentation starten, laufen einige Animationen ab.

In der Vorlesung am Mittwoch, 13. 6. 18 hatte ich mich mit dem Carnot-Prozess etwas verzettelt, so dass die Vorlesungszeit plötzlich nicht mehr ausreichte. Damit Sie Ihre Nachschrift in Ordnung bringen können, habe ich die Ableitung des Wirkungsgrades des Stirling-Motors noch einmal aufgeschrieben, ebenso die Auswertung des Versuchs zur Wärmepumpe. Nachfolgend der Scan mit den Ausführungen hierzu.



$$W_{12} = -Q_{12} = mR^*T_0 \ln \frac{V_u}{V_o} < 0$$

$$W_{34} = -Q_{34} = mR^*T_u \ln \frac{V_o}{V_u} > 0$$

$$Q_{23} = mC_v(T_u - T_0) < 0$$

$$Q_{41} = mC_v(T_0 - T_u) > 0$$

$$\eta = \frac{|\sum W_i|}{Q_{2u}} = \frac{|mR^*(\ln \frac{V_u}{V_o} T_0 + \ln \frac{V_o}{V_u} T_u)|}{-mR^*T_0 \ln \frac{V_u}{V_o} + mC_v(T_0 - T_u)}$$

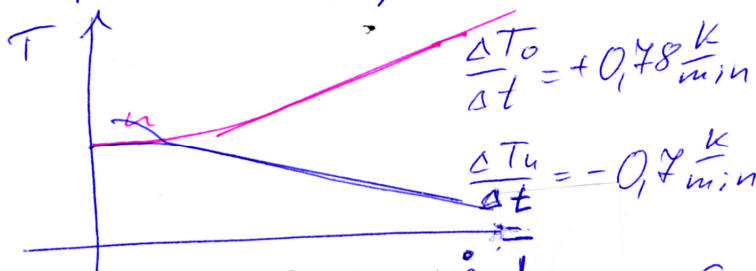
$$= \frac{|-\ln \frac{V_o}{V_u} T_0 + \ln \frac{V_o}{V_u} T_u|}{-\ln \frac{V_o}{V_u} T_0 + \frac{C_v}{R^*}(T_0 - T_u)} = \frac{T_0 - T_u}{T_0 + \frac{C_v(T_0 - T_u)}{R^* \ln V_o/V_u}}$$

$$\frac{C_v}{R^*} = \frac{C_v}{(C_p - C_v)} \cdot \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma - 1} = \frac{1}{2.5 - 1} \quad (\approx 2.5 \text{ bei Luft})$$

$$\eta = \frac{T_0 - T_u}{T_0 + \frac{(T_0 - T_u)}{(\gamma - 1) \ln V_o/V_u}} < \eta_{\text{Carnot}}$$

(Stirling)

Exp.: Wärmepumpe / Kältemaschine



$$P_{el} = 138 \text{ W}$$

$$\epsilon_{WP} = \frac{|Q_{ab}|}{W_{el}} = \frac{|Q_{ab}|}{P_{el}} = \frac{mC_v \frac{\delta T}{\delta t}}{P_{el}} = \frac{5 \text{ kg} \cdot 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0.78 \text{ K/min}}{0.138 \text{ kW}} = 1.98$$

$\epsilon_{WP} = 1.98$ also wird doppelt soviel Wärme abgegeben, als elektrische benötigt wird :-)