

Abschlussklausur im Fach „Technische Thermodynamik“ am 03. 08. 2010

Name:

Vorname:

Matrikelnummer:

Aufgabe	1	2	3	Summe
Mögliche Punkte	13,5	19,5	24	57
Erreichte Punkte				

Aufgabe 1

Bitte beantworten Sie die Fragen. Falsche Antworten werden mit einem halben Punkt Abzug bewertet (die Summe aller Punkte für diese Aufgabe bleibt jedoch immer ≥ 0).

- Welche Vorteile hat ein Schnellkoptopf gegenüber gewöhnlichen Töpfen und warum?
- Wie ändert sich der thermische Wirkungsgrad des Clausius-Rankine-Prozesses mit dem steigenden Druckniveau im Kondensator?
- Ist die folgende Aussage richtig, falsch oder ist keine Aussage möglich? Die Entropie des Kältemittels bei einem realen linksläufigen Kreisprozess wird grundsätzlich kleiner.
- Ist die folgende Aussage richtig, falsch oder ist keine Aussage möglich? Wenn eine Zustandsänderung isentrop und reibungsfrei verläuft, so ist sie auch adiabat und reversibel.
- Bestimmen Sie die Änderung der Entropie ΔS für eine isotherme Expansion von Sauerstoff mit der Masse $m = 10$ g und einem Volumen von $V_1 = 25$ Liter auf ein Volumen von $V_2 = 100$ Liter.
- Für welchen Vergleichsprozess hat Myron Seiliger den nach ihm benannten Kreisprozess als besseren Vergleichsprozess vorgeschlagen? Skizzieren Sie diesen in einem p, V - und T, s - Diagramm.
- Skizzieren Sie einen Kaltdampfprozess (Kühlschrankprozess) im T, s - Diagramm!
- Ist die folgende Aufgabe falsch oder richtig oder keine Aussage möglich. Bei der isentropen Zustandsänderung des idealen Gases ist die Wärme $Q_{12}=0$.
- Wie ändert sich der thermische Wirkungsgrad des Joule-Prozesses mit steigendem Druckverhältnis?

Aufgabe 2

Im Strahltriebwerk eines Flugzeuges, das mit einer Reisegeschwindigkeit von 1080 km/h relativ zu seiner Umgebung U ($p_U = 0,5 \text{ bar}$, $\vartheta_U = -13 \text{ }^\circ\text{C}$) fliegt, unterliegt die Luft den folgenden Zustandsänderungen:

Im Einlauf des Strahltriebwerks wird die Luft polytrop ($n_E = 1,6$) soweit vorverdichtet, dass die kinetische Energie der Luft beim Eintritt in den nachfolgenden Turboverdichter vernachlässigt werden kann. Dieser Verdichter komprimiert die Luft polytrop ($n_V = 1,5$) auf $p_{VA} = 4 \cdot p_{VE}$. Anschließend wird die Luft in der Brennkammer isobar auf $727 \text{ }^\circ\text{C}$ aufgeheizt und danach polytrop in der nachfolgenden Turbine und der darauf folgenden Düse entspannt ($n_T = n_D = 1,3$), wobei sich im Düsenquerschnitt ein Druck von $p = p_U$ einstellt. Die Turbine dient ausschließlich zum Antrieb des Verdichters. Die kinetische Energie der Luft soll beim Brennkammereintritt und -austritt und beim Turbineneintritt und -austritt vernachlässigt werden. Das Strahltriebwerk sei gegenüber der Umgebung adiabat. Der Luft soll als ideales Gas mit konstanten spezifischen Wärmekapazitäten angesehen werden. ($R = 0,278 \text{ kJ/kgK}$, $c_p = 1 \text{ kJ/kgK}$)

- Skizzieren Sie den Prozess in h , s - und p , V - Diagramm.
- Bestimmen Sie die Verdichtereintritts-, die Brennkammereintritts-, die Turbinenaustritts- und die Düsenaustrittstemperatur.
- Berechnen Sie die spezifische Turbinenarbeit.
- Wie groß ist der Turbinenaustrittsdruck?
- Berechnen Sie die spezifische Wärmemenge, die der Luft in der Brennkammer zugeführt wird.
- Mit welcher Geschwindigkeit verlässt die Luft die Austrittsdüse?

Aufgabe 3

Eine Dampfturbinenanlage (s. Abbildung) gibt eine Leistung von $\dot{W}_i = -365 \text{ MW}$ ab. Sie arbeitet mit einem Frischdampfzustand von $p_1 = 160 \text{ bar}$ und $\vartheta_1 = 525 \text{ }^\circ\text{C}$ und mit einer einfachen Zwischenüberhitzung auf $\vartheta_3 = 525 \text{ }^\circ\text{C}$ bei einem Zwischendruck von 40 bar . Der isentrope Turbinenwirkungsgrad ist in beiden Stufen $\eta_{T, is} = 0,8$. Der Kondensatordruck beträgt $0,05 \text{ bar}$. Der Dampf wird im Kondensator vollständig kondensiert. In der adiabaten und reibungsfreien Speisepumpe wird das Speisewasser wieder auf den Druck p_1 gebracht.

Hinweise:

- Der Kondensator und die Wärmeübertrager sind isobar.
- Wasser ist inkompressibel ($c_w = 4,19 \text{ kJ/kgK}$).
- Äußere Energien sind zu vernachlässigen.
- Der isentrope Turbinenwirkungsgrad ist definiert als das Verhältnis der Enthalpiedifferenz bei polytroper bzw. isentroper Zustandsänderung bei gleichem Druckverhältnis Δp .
- Verwenden Sie zur Lösung der Aufgabe ein h , s -Diagramm für Wasser.

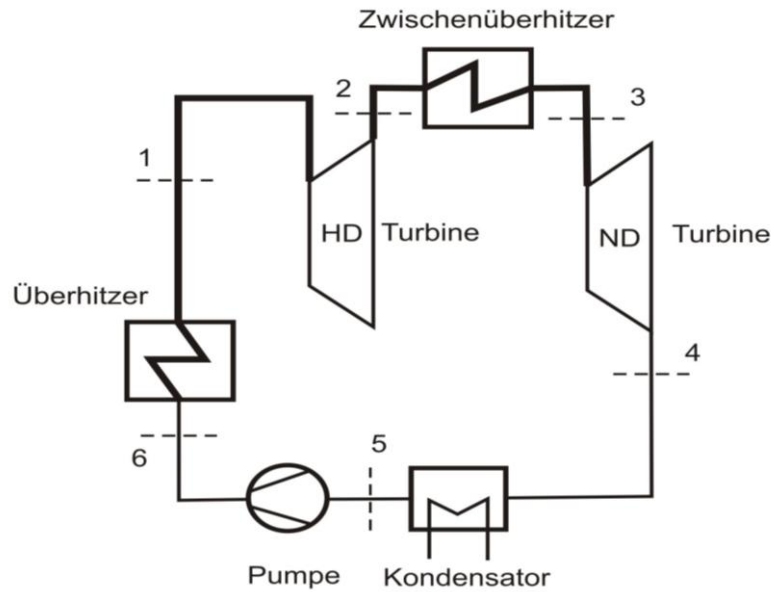


Abbildung: Dampfturbinenanlage

- Stellen Sie den Kreisprozess schematisch im h, s -Diagramm dar.
- Berechnen Sie die spezifische Arbeit der Speisewasserpumpe.
- Welche Arbeit kann je kg Dampf gewonnen werden?
- Wie groß ist der Dampfgehalt am Ende der Entspannung?
- Wie groß ist der Dampfmassenstrom der Anlage (in t/h) und der spezifische Dampfverbrauch D (in $kg/(kWh)$)?
- Wie viel Wärme wird einem kg Arbeitsmittel bei dem Kreisprozess insgesamt von außen zugeführt?
- Wie viel Kühlwasser wird im Kondensator bei einer Kühlwassererwärmung um $\Delta T = 20 K$ gebraucht?
- Wie groß ist der thermische Wirkungsgrad des Kreisprozesses?