

Abschlussklausur im Fach „Technische Thermodynamik“ WS, 09.02.2010

Name:

Vorname:

Matrikelnummer:

Aufgabe	1	2	3	4	5	Summe
Mögliche Punkte	15	9,5	5	9	5,5	44
Erreichte Punkte						

Aufgabe 1

Bitte beantworten Sie die Fragen und kreuzen Sie richtige Antworten auf jede Frage an. Mehrere Antworten sind möglich. Falsche Antworten werden mit einem halben Punkt Abzug bewertet (die Summe aller Punkte für diese Aufgabe bleibt jedoch immer ≥ 0).

- a) Wenn eine Zustandsänderung isentrop und reibungsfrei verläuft, so ist sie auch
- adiabatisch
 - reversibel
 - isobar
 - keine Aussage möglich.
- b) Leiten Sie für eine polytrope Zustandsänderung eines idealen Gases folgende Beziehung her:
- $$s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1}$$
- c) Bei welcher Temperatur liegt Wasser im Zwei-Phasen-Gebiet vor? Betrachten Sie dies bei einem Umgebungsdruck von 1 bar.
- 273,15 K
 - 4,17 °C
 - 100 °C
- d) Wenn ein Prozess isentrop und adiabatisch verläuft, handelt es sich dann um einen reversiblen Prozess?
- e) Skizzieren Sie einen rechtsläufigen Carnot-Prozess in einem P,v und T,s – Diagramm.
- f) Bei gleichem Aufwand liefert eine irreversible Maschine im Vergleich zur reversiblen einen
- höheren
 - geringeren Nutzen.

- g) Kann es eine periodisch arbeitende Maschine geben, die einen höheren Wirkungsgrad als den des Carnot-Prozesses aufweist?
- h) Welche der drei Phasen (fest, flüssig oder gasförmig) enthält bei konstantem Druck den höchsten Betrag an innerer Energie? Betrachten Sie 1 kg eines Stoffes.
- i) In den Niagara-Fällen fällt das Wasser mit einem Volumenstrom von $\dot{V}_w = 5400 \text{ m}^3/\text{s}$ ca. 100m tief. Wie viele Auto-Motoren mit einer Leistung von jeweils $\dot{W}_{t,mot} = 100 \text{ kW}$ würden benötigt, um das Wasser in einem stationären Prozess verlustfrei wieder auf die ursprüngliche Höhe zu pumpen?
- j) Skizzieren Sie einen Clausius-Rankine-Prozess (Wasserdampfkreisprozess) mit isentroper Entspannung im überhitzten Dampfgebiet und isentroper Verdichtung in der unterkühlten Flüssigkeitsphase in einen T,s- und eine h,s-Diagramm!
- k) Wenn man einem System Wärme entzieht, so sinkt die Systemtemperatur.
- Richtig
 - Falsch
 - Keine Aussage möglich.

Aufgabe 2

Einer zähen und inkompressiblen Flüssigkeit ($c_V = 2,19 \text{ kJ/kgK}$, $m = 50 \text{ kg}$) im offenen Behälter mit einem Volumen $V = 4 \text{ m}^3$ und einer Temperatur $\vartheta = 20^\circ\text{C}$ wird mit einem Rührwerk ($n = 60 \text{ U/min}$, $M = 100 \text{ Nm}$) über einem Zeitraum von 1 h Arbeit zugeführt. Das Volumen der Flüssigkeit nimmt dabei um 2% zu. Der Umgebungsdruck ist $p_U = 1 \text{ bar}$.

- a) Gesucht sind die Reibarbeit W_{R12} und die Volumenarbeit W_{V12} , die über Systemgrenze abgeführt wird!
- b) Wie groß sind die Entropieänderung ΔS der Flüssigkeit und die irreversible Entropie S_{irr} bei diesem Vorgang?

Aufgabe 3

Eine Turbine wird von Wasser mit dem Massenstrom von 10000 kg/s durchströmt. Die Wasseroberfläche im Speicherbecken liegt 120 m über dem Turbinenaustritt und bleibt während des Betriebes der Turbine in ihrer Lage unverändert. Sowohl auf die Wasseroberfläche im Speicherbecken als auch auf den Turbinenaustritt wirkt der konstante Umgebungsdruck p_U . Während die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers im Speicherbecken vernachlässigbar klein ist, beträgt sie am Turbinenaustritt $c_2 = 5 \text{ m/s}$. Die Temperatur des aus der Turbine austretenden Wassers ist um $\Delta T = 0,1 \text{ K}$ höher als die Temperatur des Wassers im Speicherbecken. Die mittlere spezifische Wärmekapazität des Wassers beträgt $c_{p,W} = 4,17 \text{ kJ/(kgK)}$.

- Wie groß ist die Leistung der Turbine, wenn die Wärmeverluste an die Umgebung vernachlässigt werden können?
- Welche Turbinenleistung ergibt sich, wenn die Temperaturänderung des Wassers nicht beachtet wird?

Aufgabe 4

In einem wärmeisolierten und geschlossenen Behälter, der in zwei Teile mit einer beweglichen Wand geteilt ist, befindet sich Wasser. Das Wasser im Teil A hat eine Temperatur von $\vartheta_A = 90^\circ \text{C}$ und im Teil B eine Temperatur von $\vartheta_B = 10^\circ \text{C}$ (Masse $m_A = 1000 \text{ kg}$, $m_B = 2000 \text{ kg}$, $c_{vW} = 4,19 \text{ kJ/kgK}$).

- Gesucht wird die Wärme Q_{AB} !
- Wie groß sind die Entropieänderungen der Teile A, B und des Gesamtsystems (ΔS_{ges})?

Aufgabe 5

Ein Ventilator mit einer Antriebsleistung von $\dot{W}_{i12} = 1,6 \text{ kW}$ fördert einen Luftstrom $\dot{V} = 1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ ($R = 287 \text{ J/kgK}$) aus einem Raum mit einem Druck von 990 mbar und einer Temperatur von 25°C . Der Ablaufkanal hat einen Querschnitt $A = 0,175 \text{ m}^2$. Der Druck im Ablaufkanal ist um $8,5 \text{ mbar}$ höher als im Raum. Wegen des geringen Druckunterschiedes kann die Luft als inkompressibles Medium angenommen werden. Gesucht wird die vom Ventilator dissipierte Leistung \dot{W}_{R12} .

