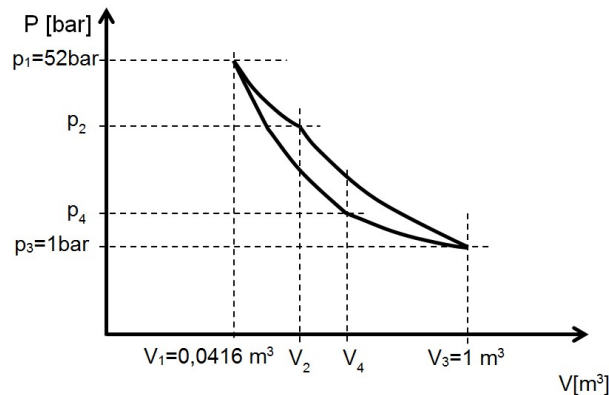


Schriftliche Prüfung aus VO Kraftwerke am 24.04.2018

Name/Vorname: _____ / _____ Matr.-Nr./KHz.: _____ / _____

1. Carnot-Prozess (25 Punkte)

Die Masse m des idealen Gases Luft durchläuft einen Carnot-Kreisprozess. Die untere Temperatur beträgt $T_3 = 25^\circ\text{C}$. Das pV -Diagramm des Carnot-Kreisprozesses ist in der unteren Abbildung mit den Werten zu den wichtigsten Punkten gegeben:



Für Luft gilt weiteres: $c_p = 1,015 \text{ kJ}/(\text{kg K})$; $\kappa_{\text{Luft}} = 1,4$; $R = 0,287 \text{ kJ}/(\text{kg K})$.

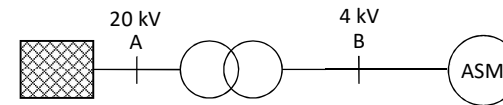
- a. (3) Wie groß ist die **Masse m** die den Prozess durchläuft?
- b. (8) Bestimmen Sie **alle fehlenden thermodynamischen Zustandsgrößen** des Carnot Prozesses (**Temperatur, Druck und Volumen**).

Hinweis: Rechnen Sie nun mit $p_2=14,9\text{bar}$, $V_2=0,145\text{m}^3$ und $p_4=3,5\text{bar}$ und $V_4=0,286\text{m}^3$

- c. (3) Wie groß ist die **Wärmeabfuhr Q_{34}** ?
- d. (3) Wie groß ist die **Verdichtungsarbeit W_{41}** ?
- e. (3) Wie groß ist die **zugeführte Wärme Q_{12}** ?
- f. (3) Wie groß ist die **abgegebene Nutzarbeit**?
- g. (2) Wie groß ist der **thermische Wirkungsgrad** (Carnot Faktor)?

2. Eigenbedarfsnetz eines Kraftwerkes (25 Punkte)

Ein Asynchronmotor wird durch das Eigenbedarfsnetz eines Wärmekraftwerks für den Antrieb einer Speisewasserpumpe versorgt.

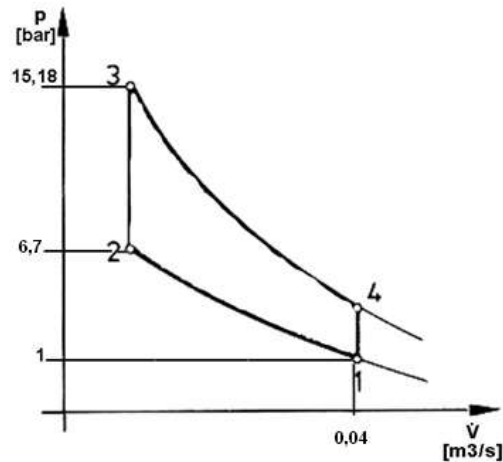


Eigenbedarfsnetz-Netz $S''_k = 150 \text{ MVA}$ $R_N = 0 \Omega$ $c = 1,1$	Transformator $u_k = 15 \%$ $\frac{R}{X} = 0$ $S_N = 5,5 \text{ MVA}$	Asynchronmotor $S_N = 1,4 \text{ MVA}$ $\cos \varphi_N = 0,85 \text{ ind.}$ $\frac{I_a}{I_N} = 5$; $\cos \varphi_A = 0$ $\frac{R_M}{X_M} = 0,1$
---	--	--

- a. (3) Wie groß ist die **mechanische Leistung** der **Speisewasserpumpe** bei einem elektrischen Wirkungsgrad des Motors von 98%?
- b. (4) Wie groß ist der **Gesamtkurzschlussstrom** für einen **dreipoligen Kurzschluss** an der Sammelschiene B?
- c. (6) Wie groß ist der **Spannungseinbruch** an der Sammelschiene B beim Anlauf des Motors?
- d. (6) Wie groß darf die **bezogene Kurzschlussspannung** des **Transformators** höchstens sein, damit beim Anlauf des Motors der Spannungseinbruch an der Sammelschiene B unter 15% bleibt?
- e. (6) Es soll beim Anlauf des Motors automatisch eine Kondensatorbatterie an der Sammelschiene B zugeschaltet werden. Wie groß muss der **Kapazitätswert** ausgelegt werden, damit der Spannungseinbruch 10% nicht überschreitet?

3. Stirlingmotor (25 Punkte)

Ein Stirlingmotor soll zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Als thermische Quelle wird ein Holzofen verwendet, in den der obere Zylinderteil hineinragt. Der untere Druck ist $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$. Der Massestrom, der im Motor bewegt wird beträgt $0,04 \text{ kg/s}$.



Das im Motor befindliche Arbeitsmedium Luft soll durch seine spezielle Gaskonstante $R = 287,2 \text{ J/(kg K)}$ bei 0°C und 1 bar dargestellt werden.

- (3) Wie groß ist die erforderliche **untere Temperatur**?
- (6) Wie groß sind der erforderliche **Volumenstrom in Punkt 3** und die erforderliche **obere Temperatur**?
- (3) Wie groß ist der **thermische Wirkungsgrad**?
- (3) Wie groß ist das **Arbeitsverhältnis**?
- (3) Wie groß ist die **Wellenleistung**?
- (3) Wie groß ist die **Heizleistung des Kühlwasserkreislaufs (P_{ab})**?
- (4) Wie **viele Pole** soll der verwendete Generator aufweisen, wenn das Volumen vor der Verdichtung 2 l beträgt?

4. GuD Kraftwerk (25 Punkte)

Die Abnahmetests an einem Gas- und Dampfkraftwerk (GuD) mit Fernwärmeauskopplung ergaben folgende spezifische Energiemengen:

Gasturbine GT		Dampfturbine DT	
Spez. Verdichterarbeit	325 kJ/kg	Spez. Turbinenarbeit	688 kJ/kg
Spez. Turbinenarbeit	745 kJ/kg	Spez. Kompressionsarbeit -Speisewasserpumpe	18 kJ/kg
Spez. Wärmezufuhr	1035 kJ/kg	Spez. Wärmeauskopplung Fernwärme	410 kJ/kg
Spez. Wärmeabgabe	615 kJ/kg	Wärmezufuhr der DT = 70% Wärmeabgabe der GT	

Massen- und Stoffänderungen in der Brennkammer sollen vernachlässigt werden. Die Massenverhältnisse des Gasturbinenprozesses mit dem Dampfturbinenprozess sind im Verhältnis $4:1$. Der elektrische Wirkungsgrad des Generators ist 97% .

Heizwert-Erdgas: $H_V = 35\,800 \text{ kJ/m}^3$

- (4) Zeichnen Sie das **Ersatzschaltbild** des kombinierten Gas- und Dampfprozesses und **beschriften** Sie die Symbole.
- (3) Bestimmen Sie den **elektrischen Wirkungsgrad** der **Gasturbine**.
- (5) Bestimmen Sie den **Wirkungsgrad der Dampfturbine mit und ohne Fernwärmeauskopplung**.
- (5) Bestimmen Sie den **Wirkungsgrad der gesamten GuD-Anlage mit und ohne Fernwärmeauskopplung**.
- (4) Welche **Brennstoffmenge (m^3/h)** ist für eine elektrische **Gesamtleistung (GuD) von 200 MW** nötig?
- (4) Welche **Brennstoffmenge (m^3/h)** muss bei der Gasturbine erfolgen, um eine **effektive Fernwärmeauskopplung von 65 MW** zu erzielen?