

# Tampereen Yliopisto, Kemian ja Biotekniikan Laboratorio

## KEB – 40000 Energiatekniikan perusteet

Kurssin vastuhenkilö: Henrik Tolvanen

Tentti            2.4.2019                            17:00 – 20:00                            TB103

Teoriaosaan vastataan ilman mitään materiaalia, aikaa teoriaosan kirjoittamiseen maksimissaan 1 tunti. Teoriaosan saa vaihtaa laskentaosaan 30 min jälkeen. Laskentaosassa saa olla oma materiaali mukana. Laskentaosassa saa käyttää graafista laskinta. Mikäli opiskelijalla on oikeus lisäaikaan, saa hän päättää itse kummassa osiossa sen käyttää.

### OSA I            Teoria

1. a)            Johda ideaalikaasun tilanyhtälöstä lauseke kaasun tiheydelle. (5)
- b)            Johda Carnot -lämpövoimakoneen hyötysuhteen yhtälö ja osoita miten sovellat termodynamiikan ensimmäistä ja toista pääsääntöä sen johtamisessa. (5)
- c)            Selosta termisen aurinkovoimalan toimintaperiaate. (5)
  
2. a)            Piirrä Brayton-prosessi Ts-tasossa ja prosessikaaviona. Osoita edelleen TS-tasossa mitä tarkoitetaan Ericsson-prosessilla. (5)
- b)            Mitä tarkoittaa adiabaattinen palamislämpötila? (5)
- c)            Selosta NO<sub>x</sub>-päästöjen tärkeimmät muodostumismekanismit. (5)
  
3.            Selosta metsäbiomassasta ja maataloudesta saatavien biomassojen jatkojalostusmahdollisuuksia. (10)

# Tampereen Yliopisto, Kemian ja Biotekniikan Laboratorio

## KEB – 40000 Energiatekniikan perusteet

Kurssin vastuhenkilö: Henrik Tolvanen

Tentti 2.4.2019

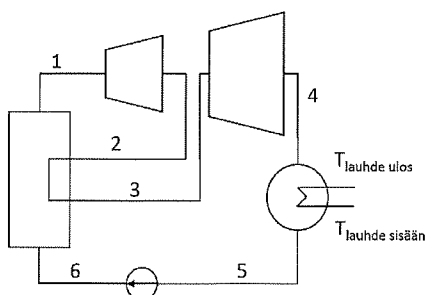
17:00 – 20:00

TB103

Teoriaosaan vastataan ilman mitään materiaalia, aikaa teoriaosan kirjoittamiseen maksimissaan 1 tunti. Teoriaosan saa vaihtaa laskentaosaan 30 min jälkeen. Laskentaosassa saa olla oma materiaali mukana. Laskentaosassa saa käyttää graafista laskinta. Mikäli opiskelijalla on oikeus lisääikaan, saa hän päättää itse kummassa osiossa sen käyttää.

### OSA II Laskenta

1. Savukaasukanavassa virtaa  $43 \text{ m}^3/\text{s}$  savukaasua, jonka keskilämpötila piipussa on  $379 \text{ K}$  ja nopeus  $5 \text{ m/s}$ . Ulkoilman lämpötila on  $271 \text{ K}$  ja paine  $0.99 \text{ bar}$ . Lake piipun halkaisija ja tehollinen korkeus, kun tuulen nopeus on keskimäärin  $5 \text{ m/s}$  ja piipun todellinen korkeus on  $64 \text{ m}$ . (20)
2. Kirjoita metaanin ( $\text{CH}_4$ ) palamisreaktio ilmassa ilmakertoimen ollessa  $3,5$ . Laske lisäksi vaadittava jäähdytysteho, kun palamisen savukaasut jäähdytetään lämpötilavälillä  $560 - 350^\circ\text{C}$ . Metaania palaa  $2,5 \text{ moolia/s}$ . (20)
3. Laske oheisen kuvan mukaisen laitoksen prosessihyötysuhde. Tuorehöyryn tila on  $183 \text{ bar}$  ja  $530^\circ\text{C}$ . Välitulistus tapahtuu  $41 \text{ bar}$  paineessa lämpötilaan  $425^\circ\text{C}$ . Lauhduksen asteisuus on  $4^\circ\text{C}$ . Lauhdeveden tulolämpötila on  $7^\circ\text{C}$  ja poistumislämpötila  $22^\circ\text{C}$ . Korkeapaineturbiinin isentrooppihyötysuhde on  $0,88$ , matalapaineturbiinin  $0,83$  ja pumpun  $0,74$ .



(20)

Lisämateriaali laskentaosaan: hs-piirros ja taulukko, kaasujen entalpioita ja ominaislämpökapasiteetteja, kuivan ilman aineominaisuudet