

|  |
| --- |
| **Kursus:** M4TRM1 |
| **Eksamensdato:** 05.01.2023 – 09:30 – 13:30 (forlænget prøvetid 14:30) - rettes |
|
| **Eksamenstermin:**  Efterår 2022 |
| **Underviser:** Per Lyngs Hansen |
| **Praktiske informationer**  **Der udleveres:**  Sæt med 3 opgaver og 5 bilag til brug for besvarelsen  **Digital eksamen:**  Opgaven tilgås og afleveres gennem den digitale eksamensportal.  Håndskrevne dele af opgavebesvarelsen skal digitaliseres og afleveres i den digitale eksamensportal. **Opgavebesvarelsen skal afleveres i PDF-format.**  Husk at uploade og aflevere i Digital eksamen til tiden. Du vil modtage en elektronisk afleveringskvittering, straks du har afleveret.  Husk at aflevere til tiden, da der ellers skal indsendes dispensationsansøgning  **Husk angivelse af navn og studienr. på alle sider, samt i dokumenttitel / filnavn**  Alle hjælpemidler må benyttes, herunder internettet som opslagsværktøj, men det er **IKKE** tilladt at kommunikere med andre digitalt.  **Særlige bemærkninger:** Det er kun muligt at aflevere elektronisk via Digital Eksamen portalen  **Bilag 1: Figur 1**  **Bilag 2: Figur 2**  **Bilag 3: log *p,h*-diagram for R 717.**  **Bilag 4: Figur 3**  **Bilag 5: h,x-diagram for fugtig luft** |

**Opgave 1**



Figur 2: Principskitse for havkøleanlæg

Figur 2 viser systemdiagram for et udsnit af et havkøleanlæg, som benyttes til vand-køling. Anlægget, som udnytter ammoniak (R717) som kølemiddel, består af en *fordamper* (pladevarmeveksler), en *stempelkompressor* koblet til en elmotor via en aksel, en *kondensator* (pladevarmeveksler) samt en *ekspansionsventil*, som er styret af en niveauregulering, så der er mætningstilstand ved afgang fra fordamperen.

Kompressoren køles med vand fra havvandskøleren.

Der kan regnes med følgende belastning:

* vandstrøm af kølevand til huset 60m3/h
* temperaturer på kølevand til huset, *t*f/ *t*r 10/16 °C

Driftsforhold for køleanlægget:

* fordampningstemperatur 7,5 *°C*
* kondenseringstemperatur 33,0 °C
* underkøling i kondensatoren 5 K
* trykrørstemperatur ved udstrømning fra kompressor 85 °C
* Tilført el-effekt til kompressoren 75 kW

**Følgende ønskes bestemt:**

1. Optegn køleprocessen i log *p,h*-diagram for R 717
2. den nødvendige massestrøm af kølemiddel
3. varmefluxen, som skal bortledes fra kompressoren
4. kompressorens isentrope virkningsgrad, idet elmotorens virkningsgrad er 90 %
5. anlæggets effektfaktor

**Opgave 2**



Figur 1: Systemdiagram for airconditionanlæg til varevogn

Figur 1 viser systemdiagram for et forslået airconditionanlæg til varevogne. Kabineluften i vognen er atmosfærisk luft, som suges ind i anlægget med tilstand 1, afkøles i varmeveksleren VV1 og blæses igen ind i kabinen med tilstand 4. Den kolde luft frembringes af et luftkøleanlæg bestående af *kompressor* K, *varmeveksler* VV1, *turbine* T og drives af en aksel koblet til motorens drivaksel.

Kompressoren, som kan regnes ukølet, har isentropisk virkningsgrad 0,65.

Følgende data er givet:

* Tilstand 1: temperatur 20 °C tryk 1 bar
* Tilstand 2: tryk 1,5 bar
* Tilstand 3: temperatur 35 °C tryk 1,5 bar
* Tilstand 4: temperatur 10 °C tryk 1 bar

Der kan regnes med en massestrøm af luft til kompressoren (tilstand 1); *qm*L = 0,1 kg/s.

**Følgende ønskes bestemt:**

1. Bestem de manglende tilstandsstørrelser *t (temperatur)* og *h (entalpi)* i de fire tilstande 1 – 4. Vælg passende referencer (nulpunkt) for *h* ved0 °C.
2. Energibalancen på kabinen og anlæggets kuldeydelse
3. Energibalancen på kompressoren og dens tilførte effekt fra turbinen
4. Energibalancen på turbinen og dens tilførte effekt fra drivakslen, *P*a
5. Energibalancen på varmeveksler VV1 og dens overførte varmestrøm til omgivelserne
6. Skitsér køleprocessen (fra 1 til 4) i et *T,s*-diagram.

**Opgave 3**

Figur 3: Systemdiagram for luftbehandlingsanlæg

Et luftbehandlingsanlæg til et varmekammer er opbygget som vist på Figur 3. Fugtig atmosfærisk luft tilføres anlægget med tilstand 1. Mellem tilstand 1 og 2 afkøles luften over en køleflade (Kø) med en overfladetemperatur på 8 °C. Efter tilstand 2 passerer luften et blandekammer, hvor den blandes med en massestrøm af fugtig luft der indsuges i tilstand 3. Herefter har luften tilstand 4. Efter tilstand 4 strømmer luften gennem en varmeflade (Va), hvor luften opvarmes til tilstand 5. Til slut transporterer ventilatoren luften tilbage til varmekammeret. Der ses bort fra tilstandsændring af luften gennem ventilatoren.

Luften har følgende data i de enkelte tilstande:

**Tilstand 1:**

Massestrøm af fugtig luft 500 kg/h

Lufttemperatur 30 °C

Relativ fugtighed 60 %

**Tilstand 2:**

Temperatur 15 °C

**Tilstand 3:**

Massestrøm af fugtig luft 900 kg/h

Temperatur 19 °C

Relativ fugtighed 40 %

**Tilstand 5:**

Temperatur 25 °C

**Følgende ønskes bestemt:**

1. Beregn massestrømmen af tør luft i tilstand 1
2. Indtegn processerne i et *h,x-*diagram, se bilag 5
3. Undersøg om der kondenseres vand på kølefladen (Kø) og begrund dit svar.

Bestem i givet fald den kondenserede massestrøm af vand i kg/h

1. Kølefladens ydelse i kW
2. Den relative fugtighed og det absolutte vandindhold i tilstand 5