higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

KOELERVAKTEORIE N3

(11041583)

23 November 2022 (X-vraestel)
09:00–12:00

Nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word.

Hierdie vraestel bestaan uit 5 bladsye en 'n formuleblad van 7 bladsye.

178Q1E2223

Kopiereg voorbehou

DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
KOELERVAKTEORIE N3
TYD: 3 UUR
PUNTE: 100

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord al die vrae.
2. Lees al die vrae aandagtig deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
4. Begin elke vraag op 'n nuwe bladsy.
5. Gebruik slegs 'n blou of 'n swart pen.
6. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

1.1 Dui aan of die volgende stellings WAAR of ONWAAR is deur slegs 'Waar' of 'Onwaar' langs die vraagnommer (1.1.1–1.1.10) in die ANTWOORDBOEK te skryf.

1.1.1 Die WVK ('COP') van 'n huishoudelike yskas is minder as 1.

1.1.2 Kritieke temperatuur is die temperatuur waarbo gas onmiddellik in 'n vloeistof verander.

1.1.3 Die teenwoordigheid van vog in 'n koelmiddel beïnvloed die werking van die uitsitklep.

1.1.4 'n Termostatiese klep word in 'n huishoudelike yskas wat met 'n dampkompressiesiklus werk as 'n uitsettingtoestel gebruik.

1.1.5 Die bank buise aan die agterkant van 'n huishoudelike yskas is kondensatorbuise.

1.1.6 Kondenseringstemperatuur in 'n yskas is die temperatuur waarteen 'n koelmiddel 'n gas word.

1.1.7 In 'n stroomverdampingsyskas ('flooded evaporator refrigerator') word 'n akkumulator aan die suiging van die kompressor gebruik om damp te oorverhit.

1.1.8 Die latente hitte van koelmiddelverdamping verhoog teen laer temperature en drukking.

1.1.9 'n Koelmiddel behoort 'n goeie elektriese geleier te wees.

1.1.10 In 'n verkoelingsiklus word die vloei van koelmiddel deur 'n uitsitklep beheer.

(10 × 1) (10)

1.2 Verduidelik die volgende twee verkoelingstelsels:

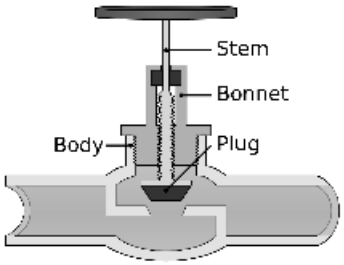
1.2.1 Gekoppelde ('compound') (4)

1.2.2 Kaskade (6)

[20]

VRAAG 2

2.1 Noem die TWEE tipes kleppe (A en B) wat in die FIGUUR hier onder getoon is. Skryf slegs die antwoord langs die letter (A–B) in die ANTWOORDBOEK.



A



B (2)

2.2 Gee die funksie van die volgende komponente/bykomstighede aan 'n waterpyplyn:

2.2.1 Klep (2)

2.2.2 Sif (2)

2.2.3 Ontlugter (2)

2.2.4 Uitsettenk (2)

2.3 Maak 'n netjiese skets van skeletdrukentalpie ('skeleton-pressure enthalpy') of 'n P-H diagram met die verkoelingsiklus, wat die volgende aandui:

- Spesifieke entalpie (kJ/kg)
- Vloeistof- en dampmengsel
- Onderverkoelde vloeistof
- Absolute druk
- Kritieke punt
- Oorverhitte damp
- Versadigde damplyn
- Versadigde vloeistoflyn
- Damp-tot-vloeistoflyn
- Vloeistof-tot-damplyn (10)

[20]

VRAAG 3

3.1 Verduidelik VIER metodes van kapasiteitbeheer aan kompressors. (8)

3.2 Verduidelik DRIE voordele van hermeties verseëlde kompressors. (3)

3.3 'n Kompressor met agt silinders wat teen 14 r/s roteer beskik oor 'n boormiddellyn van 80 mm en 'n slaglengte van 90 mm. Dit lewer koelmiddeldamp teen 'n tempo van 0,0225 m^3/s teen hierdie spesifikasies.

Bereken die volumetriese rendement van die kompressor. (5)

3.4 Tabuleer die TWEE belangrikste verskille tussen 'n *kompressiestelsel* en 'n *absorpsiestelsel*. (4)

3.5 Noem TWEE metodes van kompressorsmering. (2)

3.6 Wat word met die frase '*to crack a service valve*' bedoel? (2)
[24]

VRAAG 4

4.1 Noem VIER basiese funksies van koelmiddel-olie. (4)

4.2 Gee EEN voordeel daarvan om 'n stroomverdamper ('flooded evaporator') te gebruik. (2)

4.3 Noem EEN belangrike funksie van 'n uitsitklep. (2)

4.4 Beskryf die bedryfsbeginsel van die verdamperkondensator. (8)
[16]

VRAAG 5

5.1 Definieer die term, *werkverrigtingskoëffisiënt* ('COP'). (2)

5.2 Die koelingskapasiteit van 'n verkoelingsaanleg is 45 kW Die werkverrigtingskoëffisiënt van die aanleg is 5,4. Die koelmiddel-entalpiewins in die verdamper is 149 kJ/kg.

Bereken die volgende:

5.2.1 Die massavloeitempo van die koelmiddel (2)

5.2.2 Die drukwerking ('work of compression') (2)

5.2.3 Die krag wat deur die kompressormotor vereis word indien die rendement 85% is (2)

5.3 Noem die TWAALF stappe, in volgorde, om die rendement van 'n ooptipe verkoelerkompressor te bepaal. (12)
[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

KOELERVAKTEORIE N3

FORMULEBLAD

1. *Digtheid* = $\frac{mass}{volume} \therefore \rho = \frac{m}{v}$ *kg/m3*

   ook $\rho = \frac{1}{\upsilon}$ *kg/m3* (υ *= spesifieke volume)*

2. *Spesifieke volume* $(\upsilon) = \frac{1}{digtheid} = \frac{1}{\rho}$ *m³/kg*

3. *Griekse simbole:* η *= Rendement (neta)*
   ρ *= Digtheid (rho)*

4. *Massavloeitempo:* $\left(\dot{m}\right)$

   $\dot{m} = \dot{V} \times \rho$ *kg/s*

   OF $\dot{m} = \dot{V} \times \frac{1}{\upsilon} \therefore \dot{m} = \frac{\dot{V}}{\upsilon}$ *kg/s*

5. *Hoeveelheid warmte (Q) (vir 'n verandering in temperatuur)*

   $Q = m\, C\Delta\, T$ *kJ*

   (Vir 'n verandering van fase)

   Q = m.hfg

   (hfg = latente hitte benodig)

   Wanneer die hitteoordragtempo benodig word, verander die formule na:

   $\dot{Q} = \dot{m}.hfg$ *kJ/s of kW*

6. *Spesifieke entalpie (h)*

   Om die totale energie-oordrag te bereken

   $\dot{Q} = \dot{m}\Delta h$ *kJ/s of kW*

7. *Boyle se wet:*

   $P_1V_1 = P_2V_2$ *(teen konstante temperatuur)*

Kopiereg voorbehou

8. *Charles se wet:*

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ *(teen konstante temperatuur)*

9. *Idealegaswet:*

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

10. *Die gaskonstante (R)*

$R = \frac{P\upsilon}{T}$ *J/kg.K*

11. *Kompressorrendement* = $\frac{\text{Werklike verplasing } (V)}{\text{Teoretiese verplasing } (Vp)}$

$$\eta = \frac{V}{Vp} \times \frac{100}{1} = \%$$

12. *Teoretiese verplasing:*

$Vp = \frac{\pi \times D^2 \times L \times n \times N}{4}$ *m³/min*

$OR = \frac{\pi \times D^2 \times s \times N \times R}{4}$ *m³/min*

OPMERKING: (π = 3,142)

13. *Verdamperkapasiteit:*

(a) Die hoeveelheid waarneembare hitte in watt oorgedra

(waarneembare verdamperkapasiteit) $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$

$\overset{\circ}{Q} = U \,.\, A \,.\, \Delta t$ *watt*

(b) Algehele hitteoordragkoëffisiënt ('U'-faktor)

$U = \frac{1}{R}$ *W/m².°C*

(c) Weerstand van oppervlak tot vloei van warmte (R)

$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{ho} + \frac{x}{k} + \left(\frac{Ao}{A_1} \times \frac{1}{h_1}\right)$ *m².°C/W*

(d) Logaritmiese gemiddelde temperatuurverskil (LMTD):

$LMTD = \frac{(te - tr) - (t\ell - tr)}{Log\ n\left(\frac{te - tr}{t\ell - tr}\right)}$ *°C*

14. Kondensatorlas:

(a) Totale hitteverwerping van kondensator in kW (THR)

$THR = \overset{\circ}{Qe} + \overset{\circ}{Qi}\ kW$

Ook THR = verkoelingskapasiteit × hitteverwerpingskapasiteit

(b) Kondensatorkapasiteit $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$

$\overset{\circ}{Q} = U\ .\ A\ .\ \Delta t\ \ kW$

(c) LMTD = $\dfrac{(tr - t\ell) - (tr - te)}{Log\ n\left(\dfrac{tr - t\ell}{tr - te}\right)}$

15. Die drukentalpiediagram:

(a) Verkoelingseffek (Re)

$Re = h_1 - h_4\ kJ/kg$

(b) Warmte van kompressie (WD)

$WD = h_2 - h_1\ kJ/kg$

(c) Hitteverwerping (THR)

$THR = h_2 - h_3\ kJ/kg$

(d) Werkverrigtingskoëffisiënt (COP):

COP = $\dfrac{\text{Re}}{\text{WD}}$ *(verkoeling)*

COP = $\dfrac{\text{THR}}{\text{WD}}$ *(hittepomp)*

(e) Massavloei van koelmiddel: $\left(\overset{\circ}{m}\right)$

$\overset{\circ}{m} = \frac{Las}{Re}\ kg/s$

(f) Aanlegkapasiteit $= \overset{\circ}{m} \times \text{Re}\ \ kW$

(g) Teoretiese vermoë $= \overset{\circ}{m} \times WD\ \ kW$

Kopiereg voorbehou

(h) Werklike vermoë $= \dfrac{\dot{m} \times WD}{\eta}$ *kW*

(i) Totale hitteverwerping in kW (THR):

THR in kW = $\dot{m}$ *× THR in kJ/kg kW*

Die rendement van 'n kompressor:

$$\% = \frac{\text{Teoretiese vermoë-inset}}{\text{Werklike vermoë-inset}} \times 100$$

OF

$$\% = \frac{h_2 - h_1}{h_2^1 - h_1} \times 100$$

16. Verkoelingslasberekeninge:

(a) Basiese hitteoordragformule

$\dot{Q} = U \,.\, A \,.\, \Delta T$ *watt (J/s)*

(b) Om totale weerstand teen hittevloei te bereken

$$Rt = \frac{1}{h_o} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} \ldots + \frac{1}{h_i} \; m^2.°C/W$$

(c) Hitte-oordragkoëffisiënt (U)

$$U = \frac{1}{R_t} \; W/m^2.°C$$

(d) Weerstand teen hittevloei (R)

$$R = \frac{d}{k} \; m^2.°C/W$$

(e) Totale verandering van lug in 'n koelkamer $\left(\dot{V}\right)$

$$\dot{V} = \frac{V \times f}{86\,400} \; m^3/s$$

(f) Totale lugveranderingslas $\left(\dot{Q}\right)$

(i) $\dot{Q} = \dot{V} \times \rho \times (h_2 - h_1) \times 1\,000$ *watt*

of wanneer die tabel vir die aantal lugveranderinge gebruik word:

(ii) $\dot{Q} = \dfrac{V \times f \times \rho \times \Delta h}{86{,}4}$ *watt*

Die bostaande formule is die kombinasie van die 2 formules wat in (e) en (f)(i) verskaf is.

(g) Die produk-las:

(i) Waarneembare hitte:

$\dot{Q} = \dfrac{\dot{m} \,.\, C \,.\, \Delta t}{86{,}4}$ *watt*

(ii) Latente hitte:

$\dot{Q} = \dfrac{\dot{m}\, \Delta h}{86{,}4}$ *watt*

(iii) Hitterespirasie:

$\dot{Q} = \dot{m}\, \Delta h$ *watt*

(h) Diverse laste:

(i) Toerustinglas $= \dfrac{Toerustinglewering \times bedryfs-ure}{24}$ *watt*

NB: Las en lewering moet in watt gegee word.

(ii) $Verligtingslas = \dfrac{Wattvermoë\ van\ verligting \times bedryfs-ure}{24}$ *watt*

NB: Wanneer verligting deur middel van fluoresseerligte is, tel 25% by die verligtingslas.

(iii) Besettingslas:

$\dot{Q} = \dfrac{Hitte-ekwivalent\ per\ persoon \times aantal\ persone \times uur}{24}$ *watt*

17. Ventilasie en lugversorging:

(a) Verwydering van latente hitte:

$\dot{Q} = \dot{m} \times \Delta g \times hfg$ *kW*

$\dot{m} = \dfrac{\dot{V}}{\upsilon}$ *kg/s*

$\therefore \dot{Q} = \dfrac{\dot{V} \times \Delta g \times hfg}{\upsilon}$ *kW*

(b) Waarneembare hittefaktor in vertrek (RSHF):

$$RSHF = \frac{RSH}{RSH + RLH} = \frac{RSH}{RTH}$$

(c) Rendement van 'n verdampingskoeler:

$$\eta = \frac{ta - tc}{ta - tb}$$

(d) Koeling en ontvogtiging:

$$\dot{Q} = \dot{m}\left[\Delta h - hfg\left(\Delta g\right)\right] kW$$

(e) $\dot{V}$ van die terugkeerlug

$$\dot{V}ra = \dot{V}ra - \dot{V}fa \ m^3/s$$

(f) Lugtemperatuur van mengsel voor die spoel

$$T = \frac{\left(\dot{v}fa \times tdbfa\right) + \left(\dot{v}ra \times tdbra\right)}{\dot{V}sa} °C$$

(g) Hoeveelheid lug:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{C \times \rho \times \Delta t} \ m^3/s$$

(h) Hoeveelheid lug wat wind deur 'n opening dwing:

$$\dot{V} = E \times A \times \upsilon \ m^3/s$$

(i) Volumevloei weens temperatuurverskil:

$$\dot{V} = kA\sqrt{h\left(\Delta t\right)} \ m^3/s$$

(j) Lugverandering per uur (f):

$$f = \frac{\dot{V} \times 3\,600}{V} \ veranderinge/uur$$

(k) Volume lugvloei per m^2-opening:

$$\dot{V} = \frac{\dot{V}}{A} \ m^3/s/m^2$$

(l) Vrygebied van 'n opening (A):

A = totale oppervlakte × η m2

Kopiereg voorbehou

(m) Louvre-grootte vir gegewe lugspoed:

$$= \frac{\dot{V} \times 100}{Aantal\ inlate \times inlaatspoed \times \%A}\ m^2$$

18. Waaiers:

(a) Totale waaierdruk (Pt)

$Pt = Ps + Pv\ \ kPa$

(b) Teoretiese waaierdruk:

$= \dot{V} \times Pt \quad kW$

(c) Ware waaierdruk:

$$= \frac{\dot{V} \times Pt}{\eta}\ kW$$

(d) Lugvermoë (Ap)

$$Ap = \frac{\dot{Q} \times Pt}{N}\ kW$$

(e) Remvermoë (Bp)

$$Bp = \frac{\dot{Q} \times Pt}{\eta t} = \frac{\dot{Q} \times Ps}{\eta s}$$

$$\therefore Bp = \frac{Pt}{\eta t} = \frac{Ps}{\eta s}\ \textit{(vir dieselfde volume)}$$

19. Waaierwette:

(a) $$\frac{VOL_1}{VOL_2} = \frac{N_1}{N_2} \times \frac{(DIA_1)^3}{(DIA_2)^3}$$

(b) $$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(N_1)^2}{(N_2)^2} \times \frac{(DIA_1)^2}{(DIA_2)^2} \times \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

(c) $$\frac{kW_1}{kW_2} = \frac{(N_1)^3}{(N_2)^3} \times \frac{(DIA_1)^5}{(DIA_2)^5} \times \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\frac{(DIA_1)}{(DIA_2)} = \frac{N_2}{N_1}$$

Kopiereg voorbehou