higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

22 April 2021 (X-vraestel)
09:00–12:00

BENODIGDHEDE: Eienskappe van water en stoom (BOE 173)
Oorverhittestoom-tabelle (bylaag tot BOE 173)

Nieprogrammeerbare sakrekenaars en tekeninstrumente mag gebruik word.

Hierdie vraestel bestaan uit 6 bladsye en 'n formuleblad van 5 bladsye.

304Q1A2122

Kopiereg voorbehou

DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
KRAGMASJIENE N6
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. Vrae mag in enige volgorde beantwoord word, maar hou onderafdelings van vrae bymekaar.
5. Alle sketse en diagramme moet netjies wees met volledige byskrifte, en moet in potlood in die ANTWOORDBOEK geteken word.
6. Skryf alle formules wat gebruik word neer.
7. Toon alle tussenstappe vir berekeninge.
8. Rond finale antwoorde korrek tot DRIE desimale af, tensy anders versoek.
9. Gebruik slegs ’n swart of blou pen.
10. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

'n Metielchloried-koelinstallasie werk tussen temperatuurgrense van -8 °C en 26 °C. Die koelmiddel vloei as 'n nat damp by die kompressor in en ná kompressie het dit 'n temperatuur van 55 °C. Die kondensor onderverkoel die koelmiddel tot 'n versadigde vloeistof met 'n temperatuur van 22 °C. Die spesifieke warmtekapasiteit van die oorverhitte koelmiddel is 2,6 kJ/kg.K en dié van die versadigde vloeibare koelmiddel 5,4 kJ/kg.K.

Die volgende is uittreksels van metielchloried-tabelle:

Versadigingstemperatuur [°C]	**Spesifieke entalpie [kJ/kg]**		**Spesifieke entropie [kJ/kg.K]**	
	Vloeistof (h_f)	Damp (h_g)	Vloeistof (s_f)	Damp (s_g)
-8	74,3	320	0,286	1,2
26	178,4	263,8	0,638	0,922

Bereken:

1.1 Die spesifieke entropie van die koelmiddel ná kompressie (3)

1.2 Die droogheidsfaktor van die koelmiddel ná die verdamper (2)

1.3 Die spesifieke entalpie van die koelmiddel by die kompressor-inloop (3)

1.4 Die spesifieke entalpie van die koelmiddel ná kompressie (3)

1.5 Die spesifieke entalpie van die koelmiddel voor wurging ("throttling") (2)

1.6 Die verkoelingseffek in kJ/kg (2)

1.7 Die arbeid verrig in kJ/kg (2)

1.8 Die werklike koëffisiënt van die verrigting (1)

1.9 Die drywing benodig om die kompressor aan te dryf in kW as die meganiese rendement 85% en die koelmiddel-vloeitempo 17 kg/min is (2)

[20]

VRAAG 2

'n Ketelinstallasie wat brandstof met 'n kaloriese waarde van 32 MJ/kg verbrand, genereer oorverhitte stoom teen 'n druk van 3,8 MPa en 'n temperatuur van 298 °C. By die inlaat van die oorverhitter is die stoom 98,6% droog. Die temperatuur van die toevoerwater is 29 °C en by die uitlaat van die bespaarder ("economiser") het die toevoerwater 'n temperatuur van 86 °C. Die bespaarder absorbeer 2 188 kJ/kg van die gelewerde hitte. Die spesifieke warmtekapasiteit van die oorverhitte stoom is 3,2 kJ/kg.K. Die temperature by die inlaat en uitlaat van die lugvoorverhitter is onderskeidelik 26 °C en 137 °C. Die lug–brandstof-verhouding is 18:1. Die temperatuur van die gas by die skoorsteenvoet is 177 °C. Die spesifieke warmtekapasiteit van die lug is 1,005 kJ/kg.K. Die spesifieke warmtekapasiteit van die rookgas is 1,045 kJ/kg.K.

Bereken die volgende deur slegs stoomtabelle te gebruik:



2.1 Die massa van die stoom gegenereer in kg/kg brandstof (2)

2.2 Die spesifieke entalpie van die stoom gegenereer (3)

2.3 Die persentasie van die gelewerde hitte deur die verdamper geabsorbeer (3)

2.4 Die termiese rendement van die installasie (3)

2.5 Die persentasie van die gelewerde hitte deur die lugvoorverhitter geabsorbeer (3)

2.6 Die persentasie van die gelewerde hitte deur die rookgasse weggevoer (3)



2.7 Die termiese rendement van die installasie as die oorverhitter onklaar raak en verwyder word (3)

[20]

VRAAG 3

'n Eensilinder-enjin wat volgens die dubbelsiklus-beginsel werk, het 'n silindervolume van 0,004 8 m³. Brandstofonderbreking vind teen 10% van die slagvolume ("swept volume") ná die boonste dooiepunt ("TDC") plaas. Die temperatuur ná kompressie is 2,75 keer dié van die aanvanklike temperatuur. Die hitte tydens konstante volumeverbranding ontvang, is 314,96 kJ/kg gas. Die volumetriese kompressieverhouding is 18:1. Die temperatuur van die uitlaatgas is 1 551 °C. Die uitsettingsindeks (n_e) is 1,32. Die druk ná uitsetting is 6,25 keer die aanvanklike druk. Aanvaar C_v vir lug as 0,72 kJ/kg.°C en C_p as 1,008 kJ/kg.°C.

Bereken:

3.1 Die kompressie-indeks n_c korrek tot TWEE desimale (4)

3.2 Die onbekende absolute temperature en volumes in cm³ by alle hoofpunte (16)
[20]

VRAAG 4

Die twee rye bewegende lemme van 'n snelheidsaamgestelde tweefase-impulsstoomturbine roteer met 'n gemiddelde snelheid van 105 m/s. Die stoom word aksiaal met 'n snelheid van 60 m/s afgevoer. Die stoom gaan teen 'n hoek van 25° by die eerste ry bewegende lemme in en teen 'n hoek van 30° by die tweede ry bewegende lemme. Die stoom gaan teen 'n hoek van 36° by die vaste lemme in. Daar is 'n 8%-snelheidsverlies oor alle lemme weens wrywing. Die stoom vloei teen 50 kg/s.

4.1 Gebruik 'n skaal van 1 mm = 3 m/s en stel snelheidsdiagramme vir die turbine saam. Toon die lengtes van alle lyne in mm asook die grootheid van alle hoeke op die diagramme aan. (10)

4.2 Bepaal die volgende uit die diagramme:

4.2.1 Die spuitstukhoek (1)

4.2.2 Die aksiale druk in die turbine ontwikkel in N (3)

4.2.3 Die lem-rendement (3)

4.2.4 Die drywing in die turbine ontwikkel (3)
[20]

VRAAG 5

'n Gas sit in 'n nouer-en-wyer-spuitstuk ("convergent-divergent nozzle") van 'n druk van 3 200 kPa tot 'n druk van 500 kPa uit. Die temperatuur by die spuitstukinlaat is 483 °C. Die snelheid van die gas by die keel is 504 m/s. Die temperatuurdaling in die nouer deel van die spuitstuk is 126 °C. Die Machgetal is 1,54. Aanvaar dat alle verlies ná die keel plaasvind.

Ignoreer die gassnelheid by die inlaat van die spuitstuk en bereken:

5.1 Die absolute gastemperatuur by die keel (1)

5.2 Die waarde van gamma vir die gas (2)

5.3 Die druk in kPa by die keel (2)

5.4 C_p (2)

5.5 C_v (2)

5.6 R (2)

5.7 Die spesifieke volume van die gas by die keel (2)

5.8 By die spuitstukuitlaat:

5.8.1 Die absolute adiabatiese gastemperatuur (2)

5.8.2 Die gassnelheid in m/s (1)

5.8.3 Die absolute werklike gastemperatuur (2)

5.9 Die rendement van die wyer deel van die spuitstuk (2)

[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

Hierdie formuleblad is nie noodwendig volledig nie. Enige formule wat nie op hierdie lys verskyn nie, moet volledig in die ANTWOORDBOEK uitgeskryf word.

$$P_a V_a = mRT_a$$

$$R = C_p - C_v$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$$PV = c$$

$$PV^n = c$$

$$PV^\gamma = c$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{(n-1)} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)}$$

$$\Delta U = m.C_v.\Delta T$$

$$Q = \Delta U + Wd$$

$$\Delta s = m\left[C_v \,.\, \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) + C_p \,.\, \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)\right]$$

$$\Delta s = m \,.\, C_v \,.\, \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

$$\Delta s = m.C_p.\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Delta s = m \,.\, R \,.\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

$$Q = m \,.\, C_p \,.\, \Delta T$$

$$Q = m \,.\, C_v \,.\, \Delta T$$

$$S_{su} = S_g + C_p.\ln\left(\frac{T_{su}}{T_s}\right)$$

$$S_{fg} = S_g - S_f$$

$$S = S_f + x \,.\, S_{fg}$$

$$h_{su} = h_g + C_p \,.\left(t_{su} - t_s\right)$$

$$T_a\left(s_a - s_b\right) = h_a - h_b$$

Kopiereg voorbehou

$$h_{ws} = h_f + x h_{fg}$$

$$V_{ws} = x V_g$$

$$V_{su} = \frac{\frac{n-1}{n}(h_{su} - 1\,941)}{P_{su}}$$

$$r = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times L$$

$$P_2 = \sqrt{P_1 \times P_3}$$

$$r_{ps} = \sqrt[x]{\frac{P_{x+1}}{P_1}}$$

Different formulae for work done (Wd)

$$= P \times \Delta V$$

$$= P_1 V_1 . \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1}$$

$$= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}$$

$$= m . C_p \ . \Delta T$$

$$= \frac{xn}{n-1} \times P_1 V_e \left[\left(\frac{P_{x+1}}{P_1} \right)^{\left(\frac{n-1}{xn}\right)} - 1 \right]$$

$$= \frac{xn}{n-1} \times mRT_1 \left[\left(r_{ps} \right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)} - 1 \right]$$

Kopiereg voorbehou

Different formulae for
work done (Wd)

= area of PV - diagram

= work done first stage
+ work done second
stage + ...

$$Wd_{nett} = Wd_t - Wd_c$$
$$Wd_{nett} = Q_{nett}$$

Different formulae for
air standard efficiencies (ASE)

$$= 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{(\gamma-1)}$$

$$= 1 - \frac{r_p \cdot (r_c)^{(\gamma-1)}}{r_v^{(\gamma-1)}\left[(r_p - 1) + \gamma^{r_p}(r_c - 1)\right]}$$

$$= \frac{heat\ added - heat\ rejected}{heat\ added} \qquad = 1 - \frac{\beta^{\gamma} - 1}{r^{(\gamma-1)} \times \gamma(\beta - 1)} \qquad = \frac{warmt}{}$$

Different volumetric
efficiencies, η_{vol}

$$= \frac{Volume\ of\ air\ taken\ in}{Swept\ volume}$$

$$= \frac{Volume\ of\ free\ air}{Swept\ volume}$$

$$= 1 - \left(\frac{V_c}{V_s}\right)\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{1}{n}\right)} - 1\right]$$

Kopiereg voorbehou

Different thermal efficiencies, $\eta_{therm.}$

$$= \frac{\text{Wd}}{\text{heat supplied}}$$

$$\eta_{brake\ therm.} = \frac{BP}{m_{f/s} \times CV}$$

$$\eta_{ind.\ therm.} = \frac{IP}{m_{f/s} \times CV}$$

$$\eta_{therm.} = \frac{m_s (h_s - h_w)}{m_f \times CV}$$

$$\eta_c = \frac{T_2' - T_1}{T_2 - T_1} \qquad \eta_t = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_4'}$$

$$\eta_{mech.} = \frac{BP}{IP}$$

Indicated efficiency ratio

$$= \frac{\eta_{ind.\ therm.}}{ASE}$$

Brake efficiency ratio

$$= \frac{\eta_{brake\ therm.}}{ASE}$$

$$BP = 2\pi \frac{TN}{60} \qquad T = F \times r$$

$$BP = P_{brake\ mean}\ L \times A \times N \times E$$

$$IP = P_{ind.\ mean}\ L \times A \times N \times E$$

$$ISFC = \frac{M_{f/h}}{IP}$$

$$BSFC = \frac{M_{f/h}}{BP}$$

$$COP = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

$$COP = \frac{RE}{Wd}$$

$$P = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$$

$$F_{ex.} = m\ .\ \Delta V_f$$

Kopiereg voorbehou

$$\eta_{diu.} = \frac{2 \,.\, U \,.\, \Delta V_w}{(V_1)^2}$$

$$P_c = P_1 \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)}$$

$$T_c = T_1 \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)$$

$$Ma = \frac{C_2}{C_c}$$

$$C_c = \sqrt{2 \times 10^3 \left(h_1 - h_c \right) + (C_1)^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2 \times 10^3 \left(h_1 - h_2 \right) + (C_1)^2}$$

$$C_c = \sqrt{2 \times 10^3 \times C_p \left(T_1 - T_c \right) + (C_1)^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2 \times 10^3 \times C_p \left(T_1 - T_2 \right) + (C_1)^2}$$

$$A_c = \frac{m \,.\, V_c}{C_c} \qquad A_2 = \frac{m \,.\, V_2}{C_2}$$

$$\eta = \frac{h_1 - h_c}{h_1 - h_c'} \qquad \eta = \frac{T_1 - T_c}{T_1 - T_c'}$$

$$\eta = \frac{h_c - h_2}{h_c - h_2'} \qquad \eta = \frac{T_c - T_2}{T_c - T_2'}$$

$$\eta = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_2'} \qquad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_2'}$$

$$EE = \frac{m_s \left(h_s - h_w \right)}{m_f \times 2\ 257}$$

$$\eta_{iso.} = \frac{Wd_{iso.}}{Wd_{poly.}}$$

$$\eta_{rank.} = \frac{Wd}{Q}$$

$$\eta_{carn.} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$h = u + pV$$

$$gZ_1 + U_1 + P_1V_1 + \frac{(C_1)^2}{2} + Q = \qquad g.$$

$$gZ_2 + U_2 + P_2V_2 + \frac{(C_2)^2}{2} + Wd \qquad g$$

Kopiereg voorbehou