higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

7 Desember 2023
09:00–12:00

BENODIGDHEDE: **Eienskappe van water en stoom (BOE 173)**
Oorverhitte-stoomtabelle (aanhangsel tot BOE 173)

Tekeninstrumente en nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word

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

308Q1G2307

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 enige VYF vrae.
2. Lees al die vrae aandagtig deur voordat jy poog om die vrae te beantwoord.
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 swart of 'n blou pen.
6. Skryf netjies en leesbaar.
7. Gee finale numeriese antwoorde korrek tot drie desimale plekke.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

Lug met 'n gaskonstante van 0,296 kJ/kg.K word in 'n drie-trap, enkelwerkende wederkerige kompressor vanaf 'n druk van 0,1 MPa en 'n temperatuur van 290 Kelvin saamgedruk. Die kompressor loop aanhoudend vir 'n skof van agt uur met ideale tussenkoeling vir maksimum rendement en lewer lug teen 1,6 MPa. Die laedruktrap ontvang 19,025 kilogram lug per minuut in 'n silinder waarvan die vry volume 0,0546 van die slagvolume is. Die wet van druk en uitsetting is $pv^{1,288} = c$.

Bereken die volgende en gee alle antwoorde korrek tot drie desimale plekke:

1.1 Die kompressordrukverhouding en die druk in elke tussenkoeler (5)

1.2 Die volumetriese rendement in die laedruksilinder en die geïnduseerde volume in kubieke meter per skof (6)

1.3 Die aangewese vermoë van die kompressor in kilowatt (4)

1.4 Skets 'n benoemde druk-volumediagram vir die kompressor wat ten minste DRIE drukwaardes aandui. (5)

[20]

VRAAG 2

Droë, versadigde stoom gaan 'n konvergent-divergente spuitstuk teen 1 100 kPa en 'n tempo van 0,75 kilogram per sekonde binne. By die keel en uitgang is stoomdruk onderskeidelik 640 kPa en 270 kPa. Weens die daling in entalpie, is die stoom 2,18% nat by die keel en 6,27% nat by die uitgang.

Deur stoomtabelle te gebruik, bereken die volgende en gee alle antwoorde korrek tot DRIE desimale plekke:

2.1 Die spesifieke entalpie by die keel en uitgang van die spuitstuk (5)

2.2 Die stoomsnelheid by die keel en uitgang van die spuitstuk in m/s (5)

2.3 Die soortlike volume van stoom by die keel en uitgang van die spuitstuk (5)

2.4 Die oppervlakte in vierkante millimeter by die keel en uitgang (5)

[20]

VRAAG 3

3.1 Dui aan of die volgende stelling WAAR of ONWAAR is deur slegs 'Waar' of 'Onwaar' langs die vraagnommer (3.1) in die ANTWOORDBOEK te skryf.

'n Windturbine is nie sterk genoem of 'n generator vir die opwekking van elektrisiteit aan te dryf nie. (2)

3.2 In 'n twee-trap, snelheidgekompenseerde impulsturbine is die relatiewe inlaathoek in albei stadia van die bewegende lemme 25°. Stoom gaan die stilstaande lemme teen 'n hoek van 36° binne en verlaat die turbine aksiaal teen 'n snelheid van 216 kilometer per uur. Oor al die lemme is die snelheidskoëffisiënt 0,9182. Die turbine-as met 'n gemiddelde radius van 605 mm loop teen 'n snelheid van 1 650 revolusies per minuut.

Deur 'n skaal van 1 mm = 3 m/s te gebruik; konstrueer die snelheiddiagramme en dui al die lengtes in mm en hoeke in grade aan. (11)

Deur die diagramme by Vraag 3.2 te gebruik, bepaal:

3.2.1 Die spuitstukhoek en die spesifieke werkopbrengs van die turbine (4)

3.2.2 Die diagramrendement van die turbine (3)

[20]

VRAAG 4

4.1 Wat word die eienskap van stoom genoem wat tydens 'n omkeerbare adiabatiese proses onveranderd bly? (2)

4.2 Die volgende data is in 'n steenkoolgestookte kragaanleg aangeteken:

Inlaat- en uitgangtemperatuur van die hitteverhaler	81,4 °C en 149,5 °C
Inlaat- en uitgangtemperatuur van lugvoorverhitter	12,67 °C en 129,13 °C
Branstof-hitte-inhoud	36,3 MJ/kg
Uitgangtemperatuur van oorverhitter	300 °C
Droogheidsgraad van uitgangstoom uit verdamper	0,867
Spesifieke warmtekapasiteit van lug	1,02 kJ/kg.K
Lugbrandstofverhouding	18,95:1
Stoomdruk en die opwekkingstempo	3 MPa en 11,37 kg/kg van brandstof

Gebruik stoomtabelle en bepaal:

4.2.1 Die warmteoordrag in die voorverhitter per kilogram brandstof as 'n persentasie van die toevoerenergie van die aanleg uitgedruk (4)

4.2.2 Die warmte-oordrag in die hitteverhaler per kilogram brandstof as persentasie van die toevoerenergie van die aanleg uitgedruk (4)

4.2.3 Die ekwivalente verdamping van die verdamper teen 100 °C per kilogram brandstof (6)

4.2.4 Die termiese rendement van die aanleg (4)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 5

5.1 Verduidelik die verskil tussen *aangewese vermoë* en *remvermoë* in binnebrandenjins. (3)

5.2 'n Sessilinder tweeslag-binnebrandenjin wat teen 375,08 revolusie per minuut loop beskik oor 'n vry volume van 410 cm^3 en 'n aangewese gemiddelde effektiewe druk van 0,755 MPa. Na uitsetting is die druk 0,39 MPa en die verbranding staak 21,6 mm weg van boonste dooie punt. Die kompressie-indeks en uitsetting is 1,33 terwyl die suierdeursnee en slaglengte onderskeidelik 178,43 mm en 257,01 mm is.

As jy aanvaar dat die enjin volgens die dieselsiklusbeginsel werk, bepaal:

5.2.1 Die slagvolume en silindervolume in elke silinder in cm^- (5)

5.2.2 Die aangewese vermoë van die enjin in kilowatt (3)

5.2.3 Die druk aan die begin en einde van kompressie in kilopascal (9)

[20]

VRAAG 6

'n Koelmiddel vloei teen 4,36 kilogram per minuut deur 'n aanleg wat tussen 235 kPa en 940 kPa bedryf word. Die koelmiddel met oorverhitte warmtekapasiteit van 4,211 kJ/kg.K gaan die kompressor 97,6% droog binne en gaan die kondensator teen 'n temperatuur van 56,96 °C binne. Die koelmiddel verlaat die kondensator as 'n versadigde vloeistof sonder oorafkoeling ('undercooling') maar word gesmoor ('throttled') voordat dit die verdamper binnegaan. Die tabel hier onder toon ander eienskappe van die koelmiddel:

Druk (kPa)	Versadigings-temperatuur (°C)	Entalpie (kJ/kg)		Entropie (kJ/kg.K)	
		h_f	h_g	s_f	s_g
235	-16	113	1426	0,46	5,5
940	24	285	1470	-	-

Beantwoord die volgende vrae op grond van die bostaande data.

6.1 Skets 'n benoemde druk-entalpiediagram en dui enige TWEE entalpiewaardes aan. (5)

6.2 Bereken die spesifieke entalpie by die kompressorinlaat en -uitgang. (5)

6.3 Bepaal die spesifieke entalpie, droogheidsgraad en spesifieke entropie by die verdamperinlaat. (6)

6.4 Bereken die arbeid wat deur die kompressor verrig word in kilowatt. (4)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 7

7.1 In verhouding tot die termodinamiese siklusse, verduidelik die verskil tussen *bruto warmtetoevoeging* ('*gross heat addition*') en *netto warmtetoevoeging* ('*nett heat addition*'). (3)

7.2 'n Tweeledige verbrandingsiklus beskik oor minimum en maksimum temperature van 17 °C en 2 000 °C. Die minimum en maksimum druk in die siklus is 100 kPa en 7 000 kPa. Die kompressieverhouding is 18:1. Die lug wat teen 'n tempo van 2 kg/s in die siklus vloei beskik oor 'n konstante-volume warmtekapasiteit van 0,718 kJ/kg.K. Die adiabatiese indeks is 1,4.

Bereken elk van die volgende:

7.2.1 Die temperatuur en druk aan die einde van adiabatiese kompressie (4)

7.2.2 Die temperatuur by die begin van die konstantedruk warmtebyvoeging ('constant-pressure heat addition') (3)

7.2.3 Die temperatuur aan die einde van die uitsetting (5)

7.2.4 Die konstante-volume warmtetoevoeging en hitteverwerping in kJ/s (5)
[20]

TOTAAL: 100

KRAGMASJIENE N6

FORMULEBLAD

Let wel: Die formuleblad is nie noodwendig volledig nie.

Enige formule wat nie op die formuleblad verskyn nie en deur kandidate gebruik word, moet volledig in die ANTWOORDBOEK geskryf word.

$$P_a V_a = mRT_a$$

$$R = Cp - Cv$$

$$\gamma = \frac{Cp}{Cv}$$

$$\mathrm{PV} = \mathrm{c}$$

$$\mathrm{PV}^{\mathrm{n}} = \mathrm{c}$$

$$\mathrm{PV}^{\gamma} = \mathrm{c}$$

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

$$\Delta U = m \,.\, Cv \,.\, \Delta T$$

$$Q = \Delta U + Wd$$

$$\Delta s = m\left(Cv \,.\, \ln\frac{P_2}{P_1} + Cp \,.\, \ln\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Delta s = m \,.\, Cv \,.\, \ln\frac{P_2}{P_1}$$

$$\Delta s = m \,.\, Cp \,.\, \ln\frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta s = m \,.\, R \,.\, \ln\frac{P_1}{P_2}$$

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

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

$$S_{su} = S_g + Cp \,.\, \ln\frac{T_{su}}{T_s}$$

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

$$S = S_f + xS_{fg}$$

$$h_{su} = h_g + Cp\ (t_{su} - t_s)$$

Kopiereg voorbehou

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

$$V_{ws} = xV_g$$

$$V_{su} = \frac{\frac{n-1}{n}(h_{su} - 1941)}{P_{su}}$$

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

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

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

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

Verskillende formules vir arbeid verrig (Wd)

$$= P \times \Delta V$$

$$= P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

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

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

$$= m \,.\, Cp \,.\, \Delta T$$

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

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

Kopiereg voorbehou

Verskillende formules vir arbeid verrig (Wd)

= oppervlakte van PV-diagram

= arbeid verrig eerste trap + arbeid verrig tweede trap + ...

...

$Wd_{nett} = Wd_t - Wd_c$

$Wd_{nett} = Q_{nett}$

Verskillende formules vir lugstandaardverskille (ASE)

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

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

$$= \frac{heat\ added - heat\ rejected}{heat\ added} = 1 - \frac{\beta^{\gamma} - 1}{r^{\gamma - 1} \times \gamma\ (\beta - 1)} = \frac{warmte\ toegevoeg - warmte\ afgestaan}{warmte\ toegevoeg}$$

Verskillende volumetriese rendement, vol0

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

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

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

Kopiereg voorbehou

Verskillende termiese rendement, term.0

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

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

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

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

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

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

Indicated efficiency ratio

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

Brake efficiency ratio

$$= \frac{\eta_{braketherm.}}{ASE}$$

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

$$BP = P_{brakemean}\ LANE$$

$$IP = P_{ind.mean}\ LANE$$

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

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

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

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

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

$$F_{ax} = m\,.\,\Delta V_f$$

Kopiereg voorbehou

$$\eta_{dia.} = \frac{2 \,.\, U \,.\, \Delta Vw}{V_1^2}$$

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

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

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

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

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

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

$$A_c = \frac{mV_c}{C_c} \qquad A_2 = \frac{mV_2}{C_2}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$h = u + pV$$

Kopiereg voorbehou

$$gZ_1 + U_1 + P_1V_1 + \frac{C_1^2}{2} + Q =$$

$$gZ_2 + U_2 + P_2V_2 + \frac{C_2^2}{2} + Wd$$

Kopiereg voorbehou