higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T1400**(A)**(A12)T

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

12 April 2019 (X-Vraestel)
09:00–12:00

BENODIGDHEDE: **Eienskappe van water en stoom (BOE 173)**
Oorverhittestoomtabelle (Appendix to BOE 173)

Tekeninstrumente en nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word.

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

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, groot en volledig benoem word. Teken dit met 'n potlood in die ANTWOORDBOEK.
6. Skryf ALLE formules neer wat jy gebruik.
7. Toon ALLE tussenstappe in bekereninge.
8. Rond finale antwoorde af tot DRIE desimale tensy anders gevra is.
9. Gebruik slegs BLOU of SWART ink.
10. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

'n Stoomaanleg bestaan uit 'n bespaarder ('economiser'), 'n verdamper ('evaporator') en 'n oorverhitter ('superheater'). Die aanleg lewer 9,5 kg stoom per kg brandstof wat teen 'n druk van 2 Mpa verbrand word.

Die volgende data is op die stoomaanleg aangeteken:

Kaloriese waarde ('calorific value') van die brandstof	31 MJ/kg
Termiese rendement ('thermal efficiency') van die aanleg	82%
Temperatuur van die rookgasse ('flue gases') by die skoorsteenbasis	200 °C
Lug-brandstofverhouding ('air-fuel ratio')	18:1
Soortlike warmtekapasiteit ('specific heat capacity') van die oorverhitte stoom ('superheated stoom')	2,6 kJ/kg.K
Temperatuur van die toevoerwater ('feed water') wat die verdamper binnegaan	107,1 °C
Temperatuur van die rookgasse wat die verdamper verlaat	465 °C
Temperatuur van die rookgasse wat die oorverhitter verlaat	300 °C
Soortlike warmtekapasiteit van die rookgasse	1,05 kJ/kg.K
Temperatuur van die ketelkamer ('boiler room')	24 °C

Bereken die volgende hoeveelhede deur slegs van stoomtabelle gebruik te maak:

1.1 Hitte geabsorbeer deur die bespaarder in kJ/kg brandstof (2)

1.2 Hitte geabsorbeer deur die oorverhitter in kJ/kg brandstof (2)

1.3 Hitte geabsorbeer deur die verdamper in kJ/kg brandstof (3)

1.4 Droogheidsgraad ('dryness fraction') van die stoom wat die oorverhitter binnegaan (4)

1.5 Temperatuur van die oorverhitte stoom wat die oorverhitter verlaat (4)

1.6 Persentasie hitte wat deur die skoorsteen verlore gaan en persentasie hitte wat onverklaarbaar verlore gaan (5)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 2

Die silindervolume van 'n enkelsilinderenjin wat volgens die dubbelsiklusbeginsel ('dual-cycle principle') werk, is 0,045 m^3.

Die aanvanklike temperatuur van druk is 31 °C.

Die adiabaties-volumetriese kompressieverhouding ('adiabatic volumetric compression ratio') is 9:1.

Die konstante volume hittebyvoeging-drukverhouding ('constant volume heat addition pressure ratio') is 1,5:1 en die konstante druk hittebyvoeging-volumetirese verhouding ('constant pressure hitte addition volumetric ratio') is 2,4:1.

Veronderstel C_p vir lug is 1,008 kJ/kg.K en C_v vir lug is 0,72 kJ/kg.K.

Bereken die volgende hoeveelhede:

2.1 Ontbrekende volumes by die belangrikste punt ('principal points') in m^3 (4)

2.2 Adiabaties-volumetriese uitsettingsverhouding ('expansion ratio') (2)

2.3 Waarde van gamma (2)

2.4 Ontbrekende absolute temperature by die belangrikste punte (8)

2.5 Hitte ontvang in kJ/kg (4)

[20]

VRAAG 3

'n Snelheid-saamgestelde ('snelheid-compounded') impulsgasturbine wat gas teen 'n massavloeitempo ('mass flow rate') van 20 kg/s ontvang bestaan uit twee rye bewegende blaaie ('blades') wat deur 'n ry vaste blaaie geskei word.

Die gemiddelde spoed van die bewegende blaaie is 170 m/s.

Die spuitsnelheid is 750 m/s en die spuithoek is 20°.

Die inlaathoek en uitlaathoek van die eerste ry bewegende blaaie is gelyk.

Die inlaathoek en uitlaathoek van die tweede ry bewegende blaaie is gelyk.

Die uitgangshoek van die vaste blaaie is 17°.

Daar is 'n 5% verlies aan snelheid oor ALLE blaaie as gevolg van wrywing.

3.1 Gebruik 'n skaal van 1 mm = 5 m/s en konstrueer snelheidsdiagramme vir die turbine in die ANTWOORDBOEK. Dui die lengte van AL die lyne en die grootte van AL die hoeke op die diagramme aan. (10)

Kopiereg voorbehou

3.2 Bepaal die volgende uit die snelheidsdiagramme:

3.2.1 Inlaathoek en uitlaathoek van die eerste ry bewegende blaaie (1)

3.2.2 Inlaathoek en uitlaathoek van die tweede ry bewegende blaaie (1)

3.2.3 Inlaathoek van die vaste blaaie (1)

3.2.4 Hoek waarteen die gas die turbine verlaat (1)

3.2.5 Snelheid van die gas wat die eerste stadium verlaat in m/s (1)

3.2.6 Snelheid van die gas wat die vaste blaaie verlaat in m/s (1)

3.2.7 Aksiale druk ('axial thrust') wat in die N in die turbine ontwikkel (4)

[20]

VRAAG 4

Oorverhitte stoom teen 'n druk van 2 MPa en 'n temperatuur van 250 °C gaan 'n konvergerend-divergerende spuitstuk ('nozzle') binne en word teen 'n druk van 700 kPa uitgelaat.

By die keel het die stoom 'n druk van 1,15 kPa, 'n temperatuur van 188 °C en 'n soortlike warmtekapasiteit van 2,3 kJ/kg.K.

Die indeks (n) vir die oorverhitte stoom by die keel is 1,35.

Die stoom vloei teen 'n tempo van 510 kg/min.

Daar is 'n entalpieval ('enthalpy drop') van 200 kJ/kg deur die spuitstuk.

Ignoreer die snelheid van die stoom by die inlaat en bereken die volgende hoeveelhede deur slegs van stoomtabelle gebruik te maak:

4.1 By die keel van die spuitstuk:

4.1.1 Soortlike entalpie ('specific enthalpy') van die stoom

4.1.2 Snelheid van die stoom in m/s

4.1.3 Soortlike volume ('specific volume') van die stoom

4.1.4 Oppervlakte in mm²

(4 × 3) (12)

4.2 By die uitgang van die spuitstuk:

4.2.1 Soortlike entalpie van die stoom (2)

4.2.2 Droogheidsfaktor van die stoom (3)

4.2.3 Soortlike volume van die stoom (3)

[20]

VRAAG 5

'n Tweetrap- enkelwerkende suierkompressor ('two-stage single-acting reciprocating compressor') neem 54 000 cm³ lug per siklus in teen 'n druk van 100 kPa en 'n temperatuur van 26 °C terwyl dit teen 300 r/min draai.

Die lug in die laedruksilinder is saamgepers ('compressed') tot 400 kPa terwyl die volumetriese rendement van die laedruksilinder 89% is.

Die laedruksilinder se slaglengte ('stroke length') is 1,2 keer die deursnee van die suier ('piston').

Beide silinders se indeks vir kompressie is 1,3 en die tussenkoeler ('intercooler') onttrek 26 kJ hitte per sekonde.

Neem R vir lug as 0,288 kJ/kg.K en C_p vir lug as 1,008 kJ/kg.K.

Bereken die volgende hoeveelhede:

5.1 Massa van die lug wat deur die kompressor gelewer word in kg/min (3)

5.2 Absolute temperatuur van die lug na kompressie in die laedruksilinder (3)

5.3 Absolute temperatuur van die lug by die inlaat na die hoëdruksilinder (3)

5.4 Vir die laedruksilinder:

5.4.1 Slagvolume ('swept volume') in m³/slag (3)

5.4.2 Deursnee van die suier in mm en die slaglengte in mm (5)

5.5 Volume lug wat deur die hoëdruksilinder ingeneem word in m³/slag (3)

[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

LET WEL: Hierdie formuleblad is nie noodwendig volledig nie.

Enige formule wat nie op hierdie lys verskyn nie, moet volledig in die ANTWOORDBOEK neergeskryf word.

ENGLISH GENERAL AFRIKAANS

$$P_a V_a = mRT_a$$

$$R = C_p - C_v$$

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

$PV = c$ $PV = k$

$PV^n = c$ $PV^n = k$

$PV^\gamma = c$ $PV^\gamma = k$

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

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

$Q = \Delta U + Wd$ $Q = \Delta U + Av$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Kopiereg voorbehou

ENGLISH

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

$$V_{ws} = x.V_g$$

GENERAL

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

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

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

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

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

AFRIKAANS

$$h_{ns} = h_f + x.h_{fg}$$

$$V_{ns} = x.V_g$$

Different formulae for work done (Wd)

$$= P \times \Delta V$$

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

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

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

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

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

$$= \frac{xn}{n-1} \times mRtT_1 \left[\left(r_{ps}\right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)} - 1\right]$$

Verskillende formules vir lugstandaardrendemente (LSR)

Kopiereg voorbehou

ENGLISH	GENERAL	AFRIKAANS
Different formulae for work done (Wd)		Verskillende formules vir arbeid verrig (Av)
= area of PV - diagram		= area van PV - diagram
= work done first stage + work done second stage + ...		= arbeid verrig eerste stadium + arbeid verrig tweede stadium +...
$Wd_{nett} = Wd_t - Wd_c$ $Wd_{nett} = Q_{nett}$		$Av_{nett} = Av_t - Av_k$ $Av_{nett} = Q_{nett}$
Different formulae for air standard efficiencies (ASE)		Verskillende formules vir lugstandaardrendemente (LSR)
	$= 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{(\gamma-1)}$ $= 1 - \frac{r_p \cdot (r_c)^{(\gamma-1)}}{r_v^{(\gamma-1)}\left[(r_p - 1) + \gamma^{r_p}(r_c - 1)\right]}$	
$= \frac{heat\ added - heat\ rejected}{heat\ added}$	$= 1 - \frac{\beta^{\gamma} - 1}{r^{(\gamma-1)} \times \gamma(\beta - 1)}$	$= \frac{warmte\ toegevoeg - warmte\ afgestaan}{warmte\ toegevoeg}$
Different volumetric efficiencies, η_{vol}		Verskilllende volumetriese rendemente, η_{vol}
$= \frac{Volume\ of\ air\ taken\ in}{Swept\ volume}$		$= \frac{Volume\ lug\ ingeneem}{Slagvolume}$
$= \frac{Volume\ of\ free\ air}{Swept\ volume}$		$= \frac{Volume\ vrylug}{Slagvolume}$
	$= 1 - \left(\frac{V_c}{V_s}\right)\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{1}{n}\right)} - 1\right]$	

Kopiereg voorbehou

ENGLISH	GENERAL	AFRIKAANS
Different thermal efficiencies, $\eta_{therm.}$ $= \frac{\text{Wd}}{\text{heat supplied}}$		Verskillende termiese rendemente, $\eta_{therm.}$ $= \frac{\text{Av}}{\text{warmte toegevoeg}}$
$\eta_{brake\ therm.} = \frac{BP}{m_{f/s} \times CV}$		$\eta_{rem\ term.} = \frac{RD}{m_{b/s} \times WW}$
$\eta_{ind.\ therm.} = \frac{IP}{m_{f/s} \times CV}$		$\eta_{ind.\ term.} = \frac{ID}{m_{b/s} \times WW}$
$\eta_{therm.} = \frac{m_s(h_s - h_w)}{m_f \times CV}$		$\eta_{term.} = \frac{m_s(h_s - h_w)}{m_b \times WW}$
$\eta_c = \frac{T_2' - T_1}{T_2 - T_1}$	$\eta_t = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_4'}$	$\eta_k = \frac{T_2' - T_1}{T_2 - T_1}$
$\eta_{mech.} = \frac{BP}{IP}$		$\eta_{meg.} = \frac{RD}{ID}$
Indicated efficiency ratio $= \frac{\eta_{ind.\ therm.}}{ASE}$		Indikateurrendementverhouding $= \frac{\eta_{ind.\ term.}}{LSR}$
Brake efficiency ratio $= \frac{\eta_{brake\ therm.}}{ASE}$		Remrendementverhouding $= \frac{\eta_{rem.\ term.}}{LSR}$
$BP = 2\pi \frac{TN}{60}$	$T = F \times r$	$RD = 2\pi \frac{TN}{60}$
$BP = P_{brake\ mean}\ L \times A \times N \times E$		$RD = P_{rem\ gem.}\ L \times A \times N \times E$
$IP = P_{ind.\ mean}\ L \times A \times N \times E$		$ID = P_{ind.\ gem.}\ L \times A \times N \times E$
$ISFC = \frac{M_{f/h}}{IP}$		$ISBV = \frac{M_{b/h}}{ID}$
$BSFC = \frac{M_{f/h}}{BP}$		$RSBV = \frac{M_{b/h}}{RD}$
$COP = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$		$KVW = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$
$COP = \frac{RE}{Wd}$		$KVW = \frac{VE}{Av}$
$P = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$		$D = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$
$F_{ax.} = m\ .\ \Delta V_f$		$F_{aks.} = m\ .\ \Delta V_f$

Kopiereg voorbehou

ENGLISH GENERAL AFRIKAANS

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

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

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

$$C_c = \sqrt{2\times10^3\left(h_1-h_c\right)+(C_1)^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2\times10^3\left(h_1-h_2\right)+(C_1)^2}$$

$$C_c = \sqrt{2\times10^3\times C_p\left(T_1-T_c\right)+(C_1)^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2\times10^3\times C_p\left(T_1-T_2\right)+(C_1)^2}$$

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

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

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

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

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

$$\eta_{iso.} = \frac{Wd_{iso.}}{Wd_{poly.}} \qquad \eta_{iso.} = \frac{Av_{iso.}}{Av_{poli.}}$$

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

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

$$h = u + pV$$

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

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

Kopiereg voorbehou