higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

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

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

12 April 2018 (X-vraestel)
09:00–12:00

VEREISTES: **Eienskappe van water en stoom (BOE 173)**
Oorverhittestoomtabelle (aanhangsel by BOE 173)

Nieprogrammeerbare sakrekenaars en tekeninstrumente mag gebruik word.

Hierdie vraestel bestaan uit 9 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

LET WEL: As jy meer as die vereiste aantal vrae beantwoord, sal slegs die vereiste aantal antwoorde nagesien word. ALLE werk wat jy nie wil laat nasien nie, moet duidelik doodgetrek word.

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord enige VYF vrae.
2. Lees AL die vrae met aandag deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik word.
4. Vrae kan in enige volgorde beantwoord word, maar die onderafdelings van vrae moet bymekaar gehou word.
5. ALLE sketse en diagramme moet netjies en ten volle benoem wees en in potlood in die ANTWOORDBOEK gemaak word.
6. Skryf ALLE formules neer wat jy gebruik.
7. Toon ALLE tussenstappe in jou berekenings.
8. Vrae mag slegs in blou of swart ink beantwoord word.
9. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

Stoom sit in 'n nouer-en-wyerspuitstuk uit tot 'n uitlaatdruk van 600 kPa met 'n isentropiese droogheidsfaktor van 0,945 wat 99,265% van die werklike droogheidsfaktor is.

By inlating tot die spuitstuk word die stoom met 'n spesifieke warmtekapasiteit van 2,76 kJ/kg teen 'n temperatuur van 276 ºC en 'n druk van 2 600 kPa oorverhit.

Die temperatuur en druk van die stoom is by die keel onderskeidelik 205 °C en 1 400 kPa. Die indeks (n) vir die oorverhitte stoom is 1,3 en die snelheid is 500 m/s.

Veronderstel dat die snelheid by inlaat tot die spuitstuk onbeduidend is.

Bereken die volgende en gebruik slegs stoomtabelle.

1.1 Die spesifieke entalpie van die stoom by die spuitstukinlaat. (3)

1.2 By die keel van die spuitstuk:

1.2.1 Die spesifieke entalpie van die stoom (3)

1.2.2 Die spesifieke warmtekapasiteit van die stoom (2)

1.2.3 Die spesifieke volume van die stoom (2)

1.3 By die uitlaat van die spuitstuk:

1.3.1 Die isentropiese, spesifieke entalpie van die stoom (3)

1.3.2 Die werklike droogheidsfaktor van die stoom (1)

1.3.3 Die werklike spesifieke entalpie van die stoom (2)

1.3.4 Die spesifieke volume van die stoom korrek tot VIER desimale (1)

1.4 Die rendement van die divergente deel van die spuitstuk (3)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 2

Die lemme ('blades') van 'n saamgestelde tweetrapsnelheid-impulsturbine het 'n gemiddelde diameter van 976 mm as dit teen 3 131 r/min draai.

Die stroomsnelheid by die inlaat tot die tweede stadium is 100 m/s en die stroomsnelheid by die inlaat tot die eerste stadium is 225 m/s.

Die uitlaathoek van die tweede ry bewegende blaaie is 28º en dié van die eerste ry bewegende blaaie is 25°.

Weens wrywing is daar 'n 4%-snelheidsverlies by ALLE blaaie.

Die gas verlaat die turbine teen 'n hoek van 80°.

2.1 Konstrueer in die ANTWOORDBOEK snelheidsdiagramme vir die turbine deur 'n skaal van 1 mm = 5 m/s te gebruik.

Dui die lengte van ALLE lyne sowel as die grootte van ALLE hoeke op die diagramme aan. (10)

2.2 Bepaal die grootheid van die volgende hoeveelhede volgens die snelheidsdiagramme:

2.2.1 Die relatiewe snelheid van die gas by die inlaat tot die eerste stadium in m/s

2.2.2 Die snelheid van die gas wat die turbine verlaat, in m/s

2.2.3 Die snelheid van die gas wat die vaste blaaie verlaat, in m/s

2.2.4 Die snelheid van die gas wat die eerste stadium verlaat, in m/s

2.2.5 Die spuitstuksnelheid in m/s

2.2.6 Die inlaathoek by die eerste ry bewegende blaaie

2.2.7 Die inlaathoek by die tweede ry bewegende blaaie

2.2.8 Die uitlaathoek vanaf die vaste blaaie

2.2.9 Die inlaathoek na die vaste blaaie.

2.2.10 Die spuitstukhoek

(10 × 1) (10)
[20]

VRAAG 3

'n Oopkring-deurlopendeverbranding-konstantedrukgasturbine ontvang lug uit die atmosfeer teen 15 ºC en pers dit in 'n draaikompressor wat 'n isentropiese rendement van 80% het, saam tot vyf keer die inlaatdruk.

Die saamgeperste lug vloei daarna deur 'n warmte-uitstraalapparaat waarin die lugtemperatuur tot 397 °C verhoog word.

Uit die warmte-uitstraalapparaat vloei die lug na 'n verbrandingskamer waarin 1 018,575 kJ/s se hitte teen konstante druk toegevoeg word.

Uit die verbrandingskamer sit die lug deur 'n gasturbine uit tot atmosferiese druk. Teen hierdie druk vloei die lug deur die warmte-uitstraalapparaat na die uitlaat waar die temperatuur 231,6 °C is.

Die isentropiese rendement van die turbine is 82% terwyl die lug teen 'n tempo van 2,5 kg/s deur die installasie vloei.

Veronderstel dat die gamma 1,4 en C_p 1,006 kJ/kg.K is. Laat die brandstofmassa buite rekening.

Bereken:

3.1	Die absolute isentropiese temperatuur ná kompressie	(2)
3.2	Die absolute werklike temperatuur ná kompressie	(2)
3.3	Die absolute temperatuur voor uitsetting	(2)
3.4	Die absolute isentropiese temperatuur ná uitsetting	(2)
3.5	Die absolute werklike temperatuur ná uitsetting	(3)
3.6	Die krag in kW wat deur die installasie ontwikkel word	(3)
3.7	Die termiese rendement van die installasie	(3)
3.8	Die rendement van die warmte-uitstraalapparaat	(3)
		[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 4

'n Drietrappige, enkelwerkende wederkerige kompressor lewer teen 'n druk van 4 116 kPa nagenoeg 900 kg/h lug aan 'n nakoeler.

Die silindervolume van die middeldruksilinder is 26 keer die vry volume daarvan.

Die temperatuur by die ingang van die laedruksilinder is 27 °C en die druk in die eerste tussenkoeler is 336 kPa.

Die kompressor draai teen 290 r/min.

Tussenkoeling is volledig en die stadiumdrukke is in geometriese progressie.

Veronderstel dat die kompressie-indeks vir alle stadia 1,331 en R vir lug 0,288 kJ/kg.K is.

Bereken:

4.1 Die drukverhouding (1)

4.2 Die druk in die tweede tussenkoeler in kPa (1)

4.3 Die druk by die inlaat van die laedruksilinder in kPa (2)

4.4 Die absolute temperatuur ná kompressie in elke silinder (2)

4.5 Die krag in kW wat verlang word om die kompressor aan te dryf (3)

4.6 Vanaf die middeldruksilinder:

4.6.1 Die effektiewe slagvolume in m^3/siklus korrek tot VIER desimale (3)

4.6.2 Die volumetriese rendement (3)

4.6.3 Die slagvolume in m^3/siklus korrek tot VIER desimale (2)

4.6.4 Die slagvolume in m^3/siklus korrek tot SES desimale (1)

4.6.5 Die silindervolume in m^3/siklus (2)

[20]

VRAAG 5

'n Enjin wat teen die ideale konstantevolumesiklus werk en lug as werkvloeier gebruik, het 'n aanvanklike temperatuur van 77 °C en 'n druk van 105 kPa.

Die netwerkoordrag tydens een siklus is 551,424 kJ/kg lug terwyl die volumetriese kompressieverhouding 7,179 : 1 is.

Veronderstel dat C_v vir lug 0,718 kJ/kg.K en gamma 1,4 is.

Bereken:

5.1 Die onbekende drukke in kPa sowel as die onbekende absolute temperature by ALLE hoofpunte van die siklus (14)

5.2 Die warmte wat in kJ/kg lug ontvang word (2)

5.3 Die warmte wat in kJ/kg lug afgestaan word (2)

5.4 Die lugstandaardrendement (2)
[20]

VRAAG 6

Die totale termiese rendement van 'n stoomketelinstallasie wat uit 'n hitteverhaler, verdamper en 'n oorverhitter bestaan, is 82,56%.

Die hitteverhaler absorbeer 8,256% van die hitte wat deur die brandstof gelewer word, terwyl die oorverhitter 2 856,02 kJ hitte per kg verbrande brandstof absorbeer.

Die installasie bring 8 170 kg stoom per uur voort teen 'n druk van 2 550 kPa en 'n temperatuur van 301 °C met 950 kg brandstof wat uurliks verbrand word.

Die spesifieke warmtekapasiteit van die oorverhitte stoom is 2,75 kJ/kg.K en die brandstof het 'n kaloriese waarde van 30 MJ/kg.

Die vog in die rookgasse voer 1 575 kJ hitte per kg brandstof deur die skoorsteen weg, en die hitte wat deur die droë rookgasse weggevoer word, kom uit op 1 905 kJ/kg brandstof.

6.1 Gebruik stoomtabelle om alleen die volgende hoeveelhede te bereken:

6.1.1 Die spesifieke entalpie van die geproduseerde stoom (5)

6.1.2 Die spesifieke entalpie van die toevoerwater wat by die hitteverhaler ingaan (2)

6.1.3 Die spesifieke entalpie van die toevoerwater wat by die verdamper ingaan (2)

6.1.4 Die droogheidsfaktor van die stoom wat die oorverhitter binnegaan (3)

6.1.5 Die hitte wat deur die verdamper in kJ/kg brandstof geabsorbeer word (3)

6.2 Teken 'n warmtebalans in kJ/kg en as 'n persentasie vir elke onderdeel van die installasie sowel as die warmteverlies deur die rookgasse om die persentasie warmteverlies te bereken wat vermis word. (5)

[20]

VRAAG 7

'n Dampkompressiekoelaanleg gebruik 0,5 kg/s ammoniak as koelmiddel.

Die aanleg werk tussen 'n drukgrens van 2 983 kPa en 6 539 kPa.

Die slaglengte van die kompressor is 1,2 keer die diameter van die suier.

Die koelmiddel is 'n droë, versadigde damp by die ingang tot die kompressor, en by die kondensorinlaat het die damp 'n temperatuur van 65 ºC.

Die versadigde vloeibare koelmiddel gaan teen 'n temperatuur van 22 ºC by die kondensator uit.

Die spesifieke warmtekapasiteit van die oorverhitte koelmiddel is 2,18 kJ/kg.K, en die spesifieke warmtekapasiteit van die vloeibare koelmiddel is 4,12 kJ/kg.K.

Die spesifieke volume van die versadigde koelmiddel by die kompressorinlaat is 0,012 m^3/kg.

Die volumetriese rendement van die kompressor is 92,1% as dit teen 240 r/min draai.

Die volgende is uittreksels uit ammoniaktabelle:

Versadigings-temperatuur (ºC)	Druk (kPa)	Spesifieke entalpie [kJ/kg]	
		Vloeistof (h_f)	Damp (h_g)
-4	2 983	74,3	320
27	6 539	172,3	269,2

Gebruik die data hier bo om die volgende hoeveelhede te bereken:

7.1 Die spesifieke entalpie van die koelmiddel ná isentropiese kompressie (3)

7.2 Die krag in kW wat verlang word om die kompressor aan te dryf (2)

7.3 Die massa van die koelmiddel in kg/siklus (1)

7.4 Die volume van die koelmiddel in m^3/siklus korrek tot VIER desimale (1)

7.5 Die slagvolume van die kompressor in m^3/siklus korrek tot SES desimale (3)

7.6 Die diameter van die suier in mm en die lengte van die slag in mm (3)

Kopiereg voorbehou

7.7 Die spesifieke entalpie van die koelmiddel by die kondensatoruitlaat (3)

7.8 Die koeleffek in kJ/s (2)

7.9 Die werklike werkverrigtingskoëffisiënt (2)
[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

LET WEL: Die formuleblad is nie noodwendig volledig nie.

As kandidate formules gebruik wat nie in die lys opgeneem is nie, moet hulle die formules volledig in die ANTWOORDBOEK uitskryf.

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

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

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

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

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

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

AFRIKAANS

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

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

Different formulae for work done (Wd)

verskillende formules vir arbeid verrig (Av)

$$= P \times \Delta V$$

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

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

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

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

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

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

Kopiereg voorbehou

ENGLISH GENERAL AFRIKAANS

Different formulae for work done (Wd)

= area of PV - diagram

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

$Wd_{nett} = Wd_t - Wd_c$

$Wd_{nett} = Q_{nett}$

Verskillende formules vir arbeid verrig (Av)

= area van PV - diagram

= arbeid verrig eerste stadium + arbeid verrig tweede stadium +...

$Av_{nett} = Av_t - Av_k$

$Av_{nett} = Q_{nett}$

Different formulae for air standard efficiencies (ASE)

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

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

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

Different volumetric efficiencies, η_{vol}

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

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

Verskilllende volumetriese rendemente, η_{vol}

$$= \frac{Volume\ lug\ ingeneem}{Slagvolume}$$

$$= \frac{Volume\ vrylug}{Slagvolume}$$

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

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