higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T1400**(A)**(A7)T

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

7 Augustus 2018 (X-Vraestel)
09:00–12:00

BENODIGDHEDE: Kenmerke van water en stoom (BOE 173)
Superverhitte stoomtabelle (aanhangsel tot 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: Indien jy meer as die vereiste aantal vrae beantwoord, sal slegs die vereiste aantal vrae nagesien word. ALLE werk wat jy NIE nagesien wil hê nie, moet duidelik deurgehaal word.

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord enige VYF vrae.
2. Lees AL die vrae aandagtig deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
4. Beantwoord vrae in enige volgorde, maar MOET NIE die onderafdelings van vrae skei nie.
5. ALLE sketse en diagramme moet netjies, ten volle benoem en in potlood in die ANTWOORDBOEK geteken wees.
6. Skryf ALLE formules wat gebruik word, neer..
7. Toon ALLE tussenstappe vir berekeninge.
8. Beantwoord vrae slegs in blou of swart ink.
9. Benader alle finale antwoorde tot DRIE desimale syfers tensy anders vermeld.
10. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

'n Tweetrap, enkelwerkende heen-en-weerbewegende lugkompressor draai teen 500 r/min en pers 18 kg lug per minuut saam. Die drukverhouding vir die laedruksilindeer is 4:1 en vir die hoëdruksilinder 4,5:1. Die indeks vir uitsetting en kompressie is 1,32 vir beide trappe. Die volumetriese rendement vir die laedruksilinder is 95%. Die lengte van die slag vir die laedruksilinder is 1,25 keer die deursnee van die suier. Die aanvanklike temperatuur en druk vir die laedruksilinder is 25 °C en 102 kPa respektiewelik. Die politropiese temperatuur na kompressie in die hoëdruksilinder is 200 °C. Daar is 'n tussenkoeler tussen die trappe. Neem R vir lug as 287,6 J/kg.K en C_p as 1 kJ/kg.K.

Bereken die volgende hoeveelhede:

1.1 Die politropiese temperatuur na kompressie in die laedruksilinder (2)

1.2 Die temperatuur by die ingang na die hoëdruksilinder (2)

1.3 Die hitte wat by die tussenkoeler onttrek word in kJ/s (1)

1.4 Vir die laedruksilinder:

1.4.1 Die effektiewe slagvolume in m^3/s en in m^3/siklus (3)

1.4.2 Die slagvolume in m^3/siklus korrek tot SES desimale plekke (2)

1.4.3 Die diameter en slaglengte van die suier in mm (3)

1.4.4 Die vryvolume in m^3/siklus korrek tot SEWE desimale plekke (3)

1.5 Die krag in kW wat nodig is om die kompressor aan te dryf (4)

[20]

VRAAG 2

Die spuitstuksnelheid van 'n snelheidsaamgestelde, tweetrap, impulsturbine wat uit twee rye bewegende lemme bestaan wat deur 'n ry vaste lemme geskei word, is 640 m/s. Die spuitstukke is skuins teen 'n hoek van 19° tot die vlak van die bewegende lemme geplaas. Die gemiddelde diameter van die bewegende lemme is 955 mm en dit roteer teen 3 000 r/min. Die inlaat- en uitlaathoeke van die eerste ry bewegende lemme, is gelyk. Daar is 'n 5 % verlies aan snelheid oor alle lemme as gevolg van wrywing. Die relatiewe snelheid by die uitlaat van die eerste ry bewegende lemme is 475 m/s. Die inlaathoek van die tweede ry bewegende lemme is 30 °. GEEN aksiale druk word in die tweede trap ontwikkel nie. Die massa vloeitempo van die stoom is 50 kg/s.

2.1 Gebruik 'n skaal van 1 mm = 5 m/s en konstrueer snelheidsdiagramme vir die turbine in die ANTWOORDBOEK. Dui die lengtes van ALLE lyne aan asook van die omvang van ALLE hoeke op die diagramme aan. (10)

2.2 Bepaal vanaf die snelheidsdiagramme:

2.2.1 Die snelheid by die uitlaat van die eerste trap in m/s (1)

2.2.2 Die snelheid by die inlaat na die tweede trap in m/s (1)

2.2.3 Die inlaat- en uitlaathoeke vir die eerste ry bewegende lemme (1)

2.2.4 Die inlaathoek van die vaste lemme (1)

2.2.5 Die aksiale druk wat in die turbine ontwikkel het in kN (2)

2.2.6 Die krag wat in die turbine ontwikkel het in MW (2)

2.2.7 Die lemrendement van die turbine (2)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 3

'n Drieliter, sessilinder vierslag petrolenjin is op 'n kabelrem getoets en die volgende inligting is aangeteken:

Duur van toets	20 minute
Draaifrekwensie van die enjin	3 000 r/min
Gemiddelde diameter van die rem	1,35 m
Netto las op die kabel	41 kg
Aangeduide ontwikkelde krag	105 kW
Diameter van elke suier	95 mm
Rem termiese rendement	35%
Kaloriese waarde van brandstof	45 MJ/kg
Lug/brandstofverhouding	22:1

Gebruik swaartekragversnelling as 9,81 m/s² en bereken die volgende hoeveelhede:

3.1 Die remkrag in kW (3)

3.2 Die gemiddelde effektiewe druk van die remme in kPa (3)

3.3 Die meganiese rendement (2)

3.4 Die aangeduide effektiewe druk in kPa (2)

3.5 Die slaglengte van elke suier in mm (3)

3.6 Die massa van die brandstof wat gedurende die toets gebruik is, in kg (3)

3.7 Die aangeduide spesifieke brandstofverbruik in kg/kWh (2)

3.8 Die massa vloeitempo van die uitlaatgasse in kg/min (2)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 4

'n Nouer-en-wyerspuitstuk vermeerder lug van 'n druk van 800 kPa en 'n temperatuur van 600°C na 'n druk van 175 kPa. Die algehele rendement en die Machgetal vir die spuitstuk is 89% en 1,3 respektiewelik. Die area by die uitlaat van die spuitstuk is 745 mm². Neem gamma vir lug as 1,4 en R as 0,287 kJ/kg.K. Ignoreer die inlaatsnelheid van die lug.

Bereken die volgende hoeveelhede:

4.1 Die waarde van C_p vir die lug in kJ/kg.K korrek tot DRIE desimale plekke (3)

4.2 By die uitlaat van die spuitstuk:

4.2.1 Die absolute adiabatiese temperatuur van die lug (2)

4.2.2 Die absolute werklike temperatuur van die lug (2)

4.2.3 Die snelheid van die lug in m/s (2)

4.3 By die keel van die spuitstuk:

4.3.1 Die snelheid van die lug in m/s (1)

4.3.2 Die absolute werklike temperatuur van die lug (2)

4.3.3 Die absolute adiabatiese temperatuur van die lug (2)

4.3.4 Die druk van die lug in kPa (2)

4.4 Die spesifieke volume van die lug by die uitlaat in m³/kg (2)

4.5 Die lugvloeitempo deur die spuitstuk in kg/s (2)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 5

Die volgende data is gedurende 'n toets op 'n stoomketelinstallasie aangeteken:

Tempo van verdamping	14 400 kg/h
Druk van die opgewekte superverhitte stoom	2 000 kPa
Temperatuur van die opgewekte superverhitte stoom	
Temperatuur van die voerwater by die hitteverhaler se inlaat	59 °C
Massa van brandstof verbrand	1 650 kg/h
Kaloritiese waarde van die brandstof	34 000 MJ/kg
Hitte geabsorbeer deur die superverhitter per kg brandstof wat gebrand is	2 326 kJ/kg
Hitte weggevoer deur die droë rookgasse per kg brandstof gebrand	3 112 kJ/kg
Lug voorsien per kg brandstof gebrand	16,5 kg/kg
Temperatuur by die skoorsteenbasis	200 °C
Temperatuur in die stoomketelkamer	25 °C
Druk by die skoorsteenbasis	300 kPa
Spesifieke hitte van die rookgasse	1,05 kJ/kg.K
Spesifieke hittekapasiteit van die water	4,2 kJ/kg.K

Gebruik die inligting wat in die tabel aangebied word om die volgende hoeveelhede te bereken:

5.1 Die termiese rendement van die aanleg (3)

5.2 Die massa van die vogtigheid wat in die rookgasse gevorm het per kg brandstof verbrand (4)

5.3 Die hitte wat deur die vogtigheid in die rookgasse weggedra is per kg brandstof verbrand (3)

5.4 Die droogheidsfaktor van die stoom wat die superverhitter binnegaan (4)

5.5 Die hitte wat deur die verdamper geabsorbeer is in kJ/kg brandstof wat verbrand is as die temperatuur van die water wat die verdamper binnegaan 88°C is. (3)

5.6 Die temperatuur van die rookgasse wat die hitteverhaler ('economiser') binnegaan as die hitteverhaler 1 225 kJ/kg brandstof wat verbrand is, absorbeer. (3)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 6

'n Enkelsilinder, vierslag petrolenjin wat volgens die Ottobeginsel werk, het 'n volumetriese kompressieverhouding van 6,5:1. Die temperatuur na kompressie is 1,82 keer die aanvanklike temperatuur, terwyl die druk voor ekspansie 11,397 keer die druk na die ekspansie is. Die hitte wat gedurende 'n kompressieslag oorgedra word, is 88 J. Die temperatuurstyging gedurende kompressie is 226 K en die temperatuurval gedurende ekspansie is 791,07 K. Veronderstel R as 0,287 kJ/kg.K en C_v as 0,718 kJ/kg.K vir die gas.

Bereken die volgende hoeveelhede:

6.1 Die kompressie-indeks n_c (3)

6.2 Die ekspansie-indeks n_e (3)

6.3 Die massa van die gas in kg/siklus (3)

6.4 Die arbeid verrig in kJ/siklus (2)

6.5 Die absolute temperature by ALLE hoofpunte (7)

6.6 Die hitteverlies deur die uitlaat in kJ/s met aanname dat die draaifrekwensie van die enjin 625 r/min is. (2)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 7

Ammoniak word as 'n verkoelmiddel in 'n dampkompressie verkoelingsaanleg gebruik wat tussen die temperatuurgrense van -10 °C en 30 °C werk. Die verkoelmiddel is 'n nat damp voor kompressie en na kompressie is dit 'n droë versadigde damp. Die verkoelmiddel verlaat die kondensator as 'n versadigde vloeistof by 'n temperatuur van 22 °C. Dit word vereis dat die aanleg 1 200 kg ys elke 12 uur teen 'n temperatuur van -2 °C van water by 15 °C moet produseer. Die spesifieke hittekapasiteit vir ys by -2 °C is 1,91 kJ/kg.K terwyl die spesifieke hittekapasiteit vir die versadigde vloeistofkoelmiddel 1,6 kJ/kg.K is.

Die volgende is uittreksels van ammoniaktabelle:

Versadiginbgs-temperatuur [°C]	**Spesifieke entalpie**		**Spesifieke entropie**	
	Vloeistof (h_f)	**Damp (h_g)**	**Vloeistof (s_f)**	**Damp (s_g)**
-10	45,4	460,7	0,183	1,762
30	108,6	478,7	0,406	1,627

Bereken die volgende:

7.1 Die droogheidsfaktor by die inlaat na die kompressor (3)

7.2 Die spesifieke entalpie by die kompressor se inlaat (2)

7.3 Die spesifieke arbeid wat deur die kompressor verrig is (2)

7.4 Die spesifieke entalpie by die verdamper se ingang (3)

7.5 Die spesifieke entropie by die verdamper se ingang (3)

7.6 Die massavloeitempo van die verkoelmiddel in kg/min (4)

7.7 Die krag wat nodig is om die kompressor aan te dryf as die meganiese rendement 90% is (3)

[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

LET WEL: Hierdie formuleblad is nie noodwendig volledig nie. Enige formule wat NIE op hierdie lys voorkom nie, maar wel deur die kandidaat gebruik word moet volledig in die ANTWOORDBOEK uitgeskryf 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)

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 $= \frac{\eta_{rem.\ term.}}{LSR}$
$BP = 2\pi \frac{TN}{60}$	$T = F \times r$	$RD = 2\pi \frac{TN}{60}$
$BP = P_{brake\ mean}\ L \times A \times N \times E$		$RD = P_{rem\ gem.}\ L \times A \times N \times E$
$IP = P_{ind.\ mean}\ L \times A \times N \times E$		$ID = P_{ind.\ gem.}\ L \times A \times N \times E$
$ISFC = \frac{M_{f/h}}{IP}$		$ISBV = \frac{M_{b/h}}{ID}$
$BSFC = \frac{M_{f/h}}{BP}$		$RSBV = \frac{M_{b/h}}{RD}$
$COP = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$		$KVW = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$
$COP = \frac{RE}{Wd}$		$KVW = \frac{VE}{Av}$
$P = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$		$D = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$
$F_{ax.} = m\ .\ \Delta V_f$		$F_{aks.} = m\ .\ \Delta V_f$

LES

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