higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T1560**(A)**(A5)T

# NASIONALE SERTIFIKAAT

# KOELERVAKTEORIE N3

(11041583)

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

**Hierdie eksamenvraestel bestaan uit 6 bladsye en 'n formuleblad van 6 bladsye.**

Kopiereg voorbehou

# DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
# REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
KOELERVAKTEORIE
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.

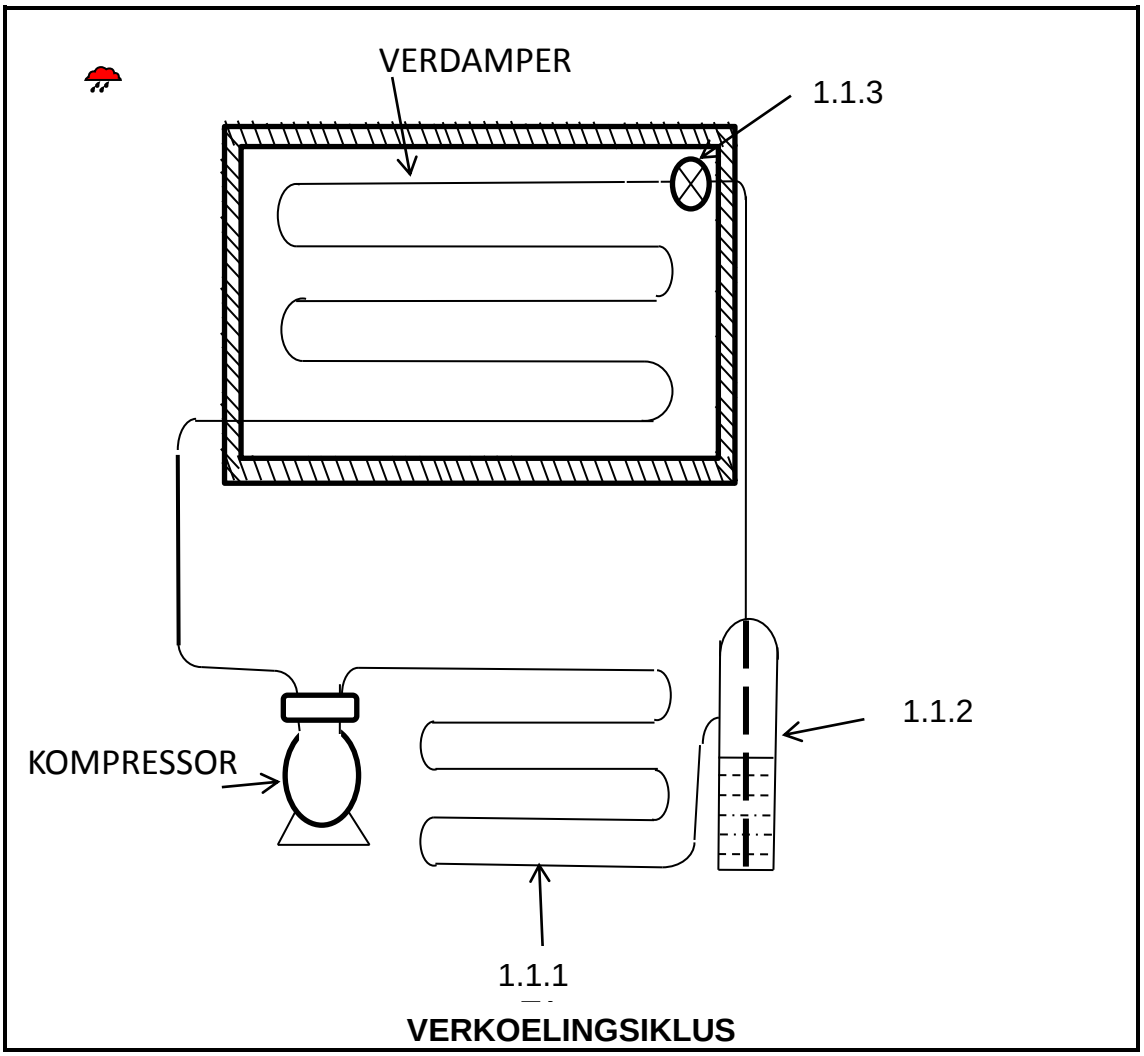
4. Skryf netjies en leesbaar.

---

Kopiereg voorbehou 

**VRAAG 1**

1.1 FIGUUR 1 toon 'n eenvoudige meganiese verkoelingsiklus. Benoem die komponente wat deur die pyle in die skets aangedui word en die doel van elke komponent. Skryf die antwoord langs die vraagnommer (1.1.1–1.1.3) in die ANTWOORDBOEK neer.




**FIGUUR 1** (3 × 3) (9)

1.2 Verduidelik kortliks die volgende terme met betrekking tot die verkoeling-siklus in FIGUUR 1:

1.2.1 Verdamping

1.2.2 Kompressie

(2 × 3) (6)

1.3 Noem VYF elektriese of meganiese veiligheidstoestelle wat in verkoeling-stelsels gebruik word. (5)

**[20]**

## VRAAG 2

2.1 Noem TWEE basiese termiese wette van verkoeling. (2 × 2) (4)

2.2 Wat sal die nuwe volume wees as 160 $l$ gas wat 'n drukking van 170 kPa uitoefen soos aangedui op 'n gewone drukmeter saamgedruk is tot 470 kPa? (3)

2.3 'n Gas met 'n volume van 0,45 $l$ teen 30 $^{o}$C het 'n drukking van 34 kPa. Die temperatuur word verhoog tot 35 $^{o}$C en die volume vergroot tot 0,46 $l$.

Wat is die nuwe drukking wat die gas uitoefen? (3)

2.4 Verduidelik die *warmgasontvriesstelsel* soos in 'n huishoudelike verkoeler gebruik word. (4)

2.5 Maak 'n netjiese, benoemde bedradingsdiagram van 'n bevrore voedselkabinet. Toon die stroomtipebeginrelê, kompressormotor, termostaatsein, deksellig en skakelaar. (6)
**[20]**

## VRAAG 3

3.1 Maak 'n netjiese, benoemde skets van 'n vaste konsertinasoort seël. (6)

3.2 Die verkoelingskapasiteit van 'n verkoelingsaanleg is 40 kW. Die koëffisiënt van verrigting van die aanleg is 4,9. Die entalpiewins in die verdamper is 135 kJ/kg.

Bereken:

3.2.1 Die verkoeler se massavloeitempo

3.2.2 Die werking van kompressie

3.2.3 Die krag wat die kompressormotor nodig het as die rendement 90% is

3.2.4 Die totale hoeveelheid hitte wat die kondenseerder afstaan.

(4 × 2) (8)

3.3 Verduidelik die volgende terme kortliks:

3.3.1 Bedryfskontroles

3.3.2 Veiligheidskontroles

3.3.3 Beheerstelsels

(3 × 2) (6)
**[20]**

## VRAAG 4

4.1 Noem DRIE verskillende soorte kondenseerders wat in kommersiële verkoeling gebruik word. (3)

4.2 Teken 'n netjiese, benoemde skets van die dop-en-buiskondenseerder. (6)

4.3 Noem VYF metodes wat gebruik word om die kapasiteit van 'n kompressor te beheer. (5)

4.4 Verduidelik kortliks die werking van 'n motortemperatuursensor wat gewoonlik in die meeste hermetiese soort kompressors gebruik word. (4)

4.5 Noem EEN voordeel van druksmering. (2)

**[20]**

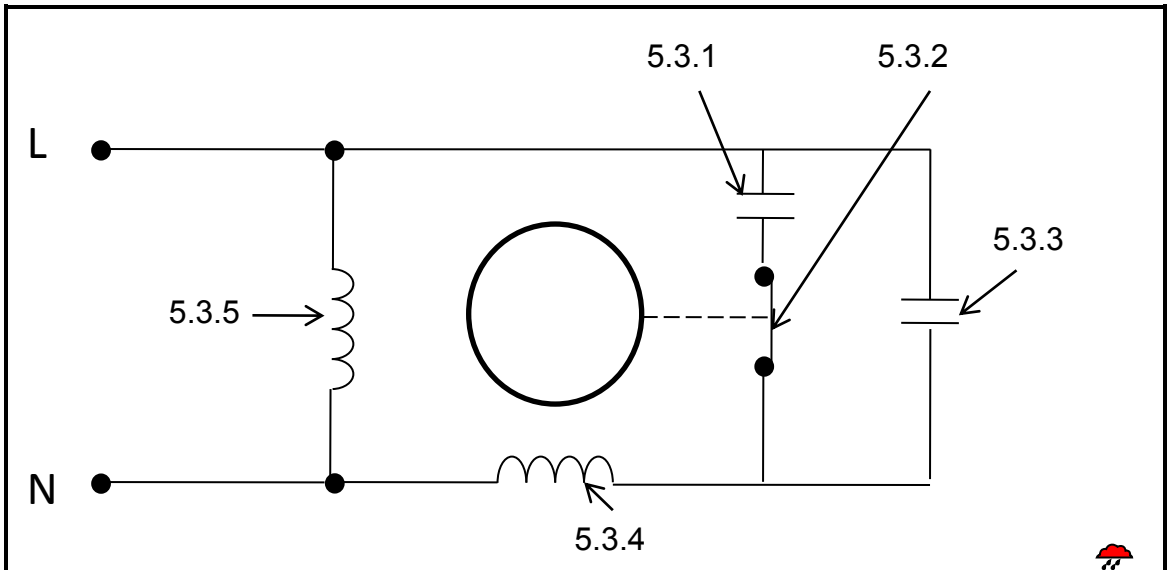
## VRAAG 5

5.1 Noem VIER soorte meganiese foute wat in 'n verkoelingsaanleg kan opduik. (4)

5.2 Teken 'n netjiese, benoemde kringdiagram van 'n stroomtipe beginrelê. Dui die volgende duidelik op die kringdiagram aan:

- Lyn
- Oorladingsbeskermer
- Kompressormotor
- Stroomrelê
- Beginkapasitor
- Neutraal (6)

5.3 FIGUUR 2 toon 'n kapasitorbegin-kapasitor-loop ('capacitor-start capacitor-run') motor. Noem die komponente wat deur die pyle aangedui word en skryf slegs die antwoord langs die VRAAGNOMMER (5.3.1–5.3.5) in die ANTWOORDBOEK neer.




**KAPASITOR-BEGIN, KAPASITOR-LOOP MOTOR**

**FIGUUR 2** (5)

5.4 Watter kapasitor wat in VRAAG 5.3 genoem word, het die laagste waarde? (1)

5.5 Wat is die doel van die sentrifugale skakelaar in enkelfasemotors? (2)

5.6 Verduidelik kortliks hoe die rigting van rotasie van 'n permanente-splitkapasitormotor omgekeer kan word. (2)

**[20]**

**TOTAAL: 100**

Kopiereg voorbehou

## FORMULES

## KOELERVAKTEORIE N3

1. $Digtheid = \frac{massa}{volume} \qquad \therefore \rho = \frac{m}{v}\ kg/m^3$

   ook $\rho = \frac{1}{v}\ kg/m^3 \quad (v = spesifieke\ volume)$

2. $Spesifieke\ volume\ (v) = \frac{1}{digtheid} = \frac{1}{\rho}\ m^3/kg$

3. Griekse simbole: $\eta = doeltreffendheid\ (neta)$
   $\rho = digtheid\ (rho)$

4. $Massavloeitempo: \left(\dot{m}\right)$

   $\dot{m} = \dot{V} \times \rho \ \ kg/s$

   $OF \ \dot{m} = \dot{V} \times \frac{1}{v} \quad \therefore \ \dot{m} = \frac{\dot{V}}{v} \ \ kg/s$

5. $(Hoeveelheid\ hitte\ (Q) vir\ 'nverandering\ in\ temperatuur)$

   $Q = mC\Delta T \ \ kJ$
   $Vir\ 'nverandering\ van\ fase)$

   $Q = m.hfg$
   $(hfg = latente\ hitte\ benodig)$
   $wanneer\ die\ tempo\ van\ die\ hiteoordrag\ vereis\ word,\ verander\ die\ formule\ na:$
   $\dot{Q} = \dot{m}\ .\ hfg\ kJ/s\ or\ kW$

6. $Spesifieke\ entalpie\ (h)$

   *Om die totale energie-oordrag te bereken*
   $\dot{Q} = \dot{Q}.\Delta h \ \ kJ/s\ or\ kW$

7. $Boyle\ se\ wet:$

   $P_1V_1 = P_2V_2\ (teen\ konstante\ temperatuur)$

8. $Charles\ se\ wet:$
   $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

9. $Ideale\ gaswet:$
   $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

Kopiereg voorbehou 

10. *Die gaskonstant* $(R)$

$$R = \frac{Pv}{T} \quad J/kg.K$$

11. $Kompressordoeltreffendheid = \frac{Werklike\ verplasing\ (V)}{Termiese\ verplasing\ (V\rho)}$

$$\eta = \frac{V}{V\rho} \times \frac{100}{1} = \%$$

12. *Teoretiese verplasing*:

$$V\rho = \frac{\pi \times D^2 \times L \times n \times N}{4}\ m^3/min$$

$$OF\ = \frac{\pi \times D^2 \times s \times N \times R}{4}\ m^3/min$$

$NOTA$: $(\pi = 3{,}142)$

13. *Verdamperkapsiteit*:

(a) *Die hoeveelheid waarneembare hitte in watt oorgedra (verdamper waarneembare kapasiteit)* $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$

$$\overset{\circ}{Q} = U\ .A\ .\Delta t\ watt$$

(b) *Oorkoepelende hitteoordragkoëffisiënt* $('U' - faktor)$

$$U = \frac{1}{R}\ W/m^2.℃$$

(c) *weerstand van oppervlakte tot hittevloei* $(R)$

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{h_0} + \frac{x}{k} + \left(\frac{Ao}{A_1} + \frac{1}{h_1}\right) \quad m^2.℃/W$$

(d) *Log gemiddelde temperatuurverskil* $(LMTD)$

$$LMTD = \frac{(te - tr) - (t\ell - tr)}{\log n\left(\frac{te - tr}{t\ell - tr}\right)}\ ℃$$

14. *kondenseerderlading*:

(a) *Totale hitteverwerping van kindenseerder in kW* $(THR)$

$$THR = \overset{\circ}{Qe}\ +\ \overset{\circ}{Q}\ i\ \text{kW}$$

$Ook\ THR = verkoelingskapasiteit \times hitteverwerpingsfaktor$

(b) *Kondenseerderkapasiteit* $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$

$$\overset{\circ}{Q} = U\ .A\ .\Delta t \quad kW$$

(c) $LMTD = \frac{(tr - t\ell) - (tr - te)}{log\ n\left(\frac{tr - t\ell}{tr - te}\right)}$

Kopiereg voorbehou 

15. *Die drukkingsentalpiediagram*:

(a) *Verkoelingseffek (Re)*
$Re = h_1 - h_4 \quad kJ/kg$

(b) *Kompressiehitte (WD)*
$WD = h_2 - h_1 \quad kJ/kg$

(c) *Hitteverwerping (THR)*
$THR = h_2 - h_3 \quad kJ/kg$

(d) *Koëffisiënt van prestasie (COP)*:
$$COP = \frac{Re}{WD} \ (afkoeling)$$

$$COP = \frac{THR}{WD} \ \textit{(hittepomp)}$$

(e) *Koelermassavloei* $\left(\dot{m}\right)$
$$\dot{m} = \frac{Lading}{Re} \ kg/s$$

(f) $Aanlegkapasiteit = \dot{m} \times Re \quad kW$

(g) $Teoretiese\ krag = \dot{m} \times WD \quad kW$

(h) $Werklike\ krag = \frac{\dot{m} \times WD}{\eta} \quad kW$

(i) *Totale hitteverwerping in kW (THR)*
$THR\ in\ kW = \dot{m} \times THR\ in\ kJ/kg\ kW$

(j) *Die doeltreffendheid van 'nkompressor*:
$$\% = \frac{Teoretiese\ kraguitset}{Werklike\ kraginset} \times 100$$
*OR*
$$\% = \frac{h_2 - h_1}{h_{1_2} - h_1} \times 100$$

16. *Verkoelings ladingsberekeninge*:

(a) *Basiese hitte − oordragformula*
$Q = U\ .A\ .\Delta T\ watts\ (J/S)$

(b) *Om totale weerstand teen hittevloei te bereken*
$$Rt = \frac{1}{h_0} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} \cdots + \frac{1}{h_1} \ m^2.°C/W$$

Kopiereg voorbehou 

$(c)$ *Hitte – oordragskoëffisiënt* $(U)$

$$U = \frac{1}{R_1} \quad W/m^2.℃$$

$(d)$ *Weerstand teen hittevloei* $(R)$

$$\mathrm{R} = \frac{d}{k} \quad m^2.℃/W$$

$(e)$ *Totale lugverandering in koue kamer* $\left(\overset{\circ}{V}\right)$

$$\overset{\circ}{V} = \frac{V \times f}{86\,400} \quad m^3/s$$

$(f)$ *Totale lugvernaderingslading* $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$

$(i)$ $\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{V} \times \rho \times (h_2 - h_1) \times 1\,000$ *watts*

*of wanneer die tabel gebruik word vir die aantal lugveranderinge*:

$(ii)$ $\overset{\circ}{Q} = \frac{V \times f \times \rho \times \Delta h}{86{,}4}$ *watts*

*Bogenoemde formule is die kombinasie van die 2 formule gegee in* $(e)$ *en* $(f)(i)$.

$(g)$ *The product load*:

$(i)$ *Waarneembare hitte*:

$$\overset{\circ}{Q} = \frac{\overset{\circ}{m} \,.\, C \,.\Delta\, t}{86{,}4} \quad watt$$

$(ii)$ *Latente hitte*:

$$\overset{\circ}{Q} = \frac{\overset{\circ}{m}\ \Delta h}{86{,}4} \quad watt$$

$(iii)$ *Hitterespirasie*:

$$\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{m} \,.\, \Delta\, h \ watt$$

$(h)$ *Allerlei ladings*:

$(i)$ $Toerustinglading = \frac{Toerustinguitset \times werkure}{24}$ *watt*

*NB: Lading en uitset moet in watt aangedui word*

$(ii)$ $Beligtingslading = \frac{Watt\ van\ beligting \times werksure}{24}$ *watt*

NB: Wanneer beligting by wyse van fluoresentlig is, voeg 25% by die beligtingslading.

Kopiereg voorbehou 

$(iii)$ $Besettydlading$:

$$\overset{\circ}{Q} = \frac{Hitte\ ekwivalent\ per\ persoon \times aantal\ persone \times ure}{24} \quad watt$$

17. $Ventilasie\ en\ lugreëling$:

$(a)$ $Verwydering\ van\ latente\ hitte$:

$$\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{Q} \times \Delta g \times hfg \quad kW$$

$$\overset{\circ}{m} = \frac{\overset{\circ}{V}}{v} \quad kg/s$$

$$\therefore \overset{\circ}{Q} = \frac{\overset{\circ}{V} \times \Delta g \times hfg}{v}$$

$(b)$ $Kamerwaarneembarehittefaktor\ (RSHF)$ :

$$RSHF = \frac{RSH}{RSH+RLH} = \frac{RSH}{RTH}$$

$(c)$ $Doeltreffendheid\ van\ verdampingskoeler$:

$$\eta = \frac{ta-tc}{ta-tb}$$

$(d)$ $Afkoel\ en\ dehumidifisasie$:

$$\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{m}\ [\Delta h - hfg(\Delta g)]\ kW$$

$(e)$ $\overset{\circ}{V}$ $van\ die\ terugkerende\ lug$

$$\overset{\circ}{Vra} = \overset{\circ}{Vra} - \overset{\circ}{V}fa\ m^3/s$$

$(f)$ $Lugtemperatuur\ van\ mengsel\ in\ die\ voorste\ spoel$

$$T = \frac{\left(\overset{\circ}{V}fa \times tdbfa\right) + \left(\overset{\circ}{V}ra \times tdbra\right)}{\overset{\circ}{Vsa}} \quad ℃$$

$(g)$ $Hoeveelheid\ lug$:

$$\overset{\circ}{V} = \frac{\overset{\circ}{Q}}{C \times \rho \times \Delta t}\ m^3/s$$

$(h)$ $Hoeveelheid\ lug\ wat\ deur\ wind\ deur\ opening\ forseer\ word$:

$$\overset{\circ}{V} = E \times A \times v \quad m^3/s$$

$(i)$ $Volume\ vloei\ weens\ temperatuurverskil$:

$$\overset{\circ}{V} = kA\sqrt{h(\Delta t)}\ m^3/s$$

$(j)$ $Lugveranderinge\ per\ uur\ (f)$:

$$f = \frac{\overset{\circ}{V} \times 3\,600}{V}\ veranderinge/uur$$

$(k)$ *Volume lugvloei per* $m^2$ *opening*:

$$\dot{V} = \frac{\dot{V}}{A} \quad m^3/s/m^2$$

$(l)$ *Vry area vir 'n opening* $(A)$:

$$A = totale\ area \times \eta\ m^2$$

$(m)$ *Louvregrootte vir gegewe lugspoed*:

$$= \frac{\dot{V} \times 100}{aantal\ inlate \times inlaatspoed \times \%\ A}\ m^2$$

18. *Waaiers*:

$(a)$ *Waaier se totale drukking* $(Pt)$

$$Pt = Ps + Pv \ \ kPa$$

$(b)$ *Teoretiese krag van die waaier*:

$$= \dot{V} \times Pt \ \ kW$$

*(c) Ware krag van die waaier:*

$$= \frac{\dot{V} \times Pt}{\eta}\ kW$$

$(d)$ *Lugkrag* $(Ap)$

$$Ap = \frac{\dot{Q} \times Pt}{N}\ \ kW$$

$(e)$ *Remkrag* $(Bp)$

$$Bp = \frac{\dot{Q} \times pt}{\eta\, t} = \frac{\dot{Q} \times ps}{\eta\, t}$$

$$\therefore Bp = \frac{Pt}{\eta\, t} = \frac{Ps}{\eta\, s} \quad (vir\ dieselfde\ volume)$$

19. *Waaierwette:*

$(a)$ $$\frac{VOL_1}{VOL_2} = \frac{N_1}{N_2} \times \frac{(DIA_1)^3}{(DIA_2)^3}$$

$(b)$ $$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(N_1)^2}{(N_2)^2} \times \frac{(DIA_1)^2}{(DIA_2)^2} \times \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$(c)$ $$\frac{kW_1}{kW_2} = \frac{(N_1)^3}{(N_2)^3} \times \frac{(DIA_1)^5}{(DIA_2)^5} \times \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\frac{DIA_1}{DIA_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Kopiereg voorbehou