higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

KOELERVAKTEORIE N3

(11041583)

28 November 2024 (X-vraestel)
09:00–12:00

Nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word.

Hierdie vraestel bestaan uit 5 bladsye en 'n formuleblad van 8 bladsye.

154Q1E2428

Kopiereg voorbehou

DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
KOELERVAKTEORIE N3
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. Gebruik slegs 'n swart of 'n blou pen.
5. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

1.1 Verduidelik elk van die volgende begrippe kortliks:

1.1.1 Versadigde damp

1.1.2 Oorverhitte damp

1.1.3 Soortlike warmtekapasiteit van 'n stof

(3 × 2) (6)

1.2 Verduidelik die begrip, *diverse warmtelas* ('*miscellaneous heat load*') wat op verkoeling van toepassing is en gee ten minste DRIE voorbeelde in die verduideliking. (5)

1.3 Noem VYF faktore waarvan die warmteoordragpotensiaal van 'n kondenseerder afhang. (5)

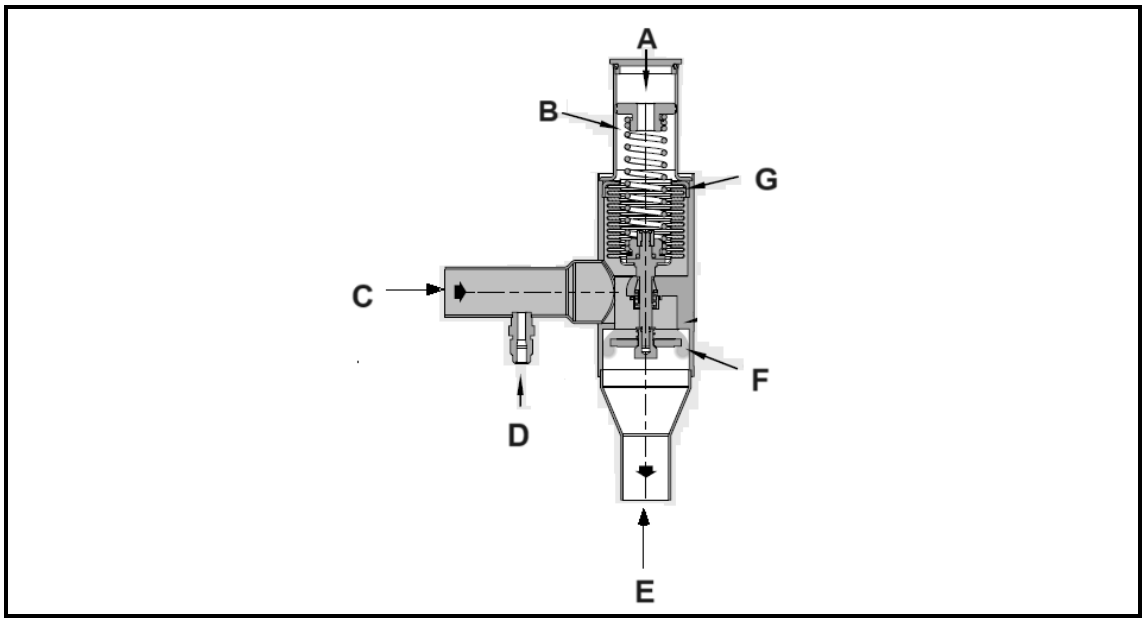
1.4 Wat word die proses genoem wanneer 'n stof direk vanaf die vaste of bevrore stadium, sonder enige tussenstadium, verdamp. (1)

1.5 Noem DRIE faktore wat die kapasiteit van 'n verdamperkondensor bepaal. (3)

[20]

VRAAG 2

2.1



FIGUUR 1

2.1.1 Benoem die tipe beheertoestel wat in FIGUUR 1 getoon is. (1)

2.1.2 Benoem die komponente van die toestel deur slegs die antwoord langs die letter (A–G) in die ANTWOORDBOEK te skryf. (7 × 1) (7)

2.1.3 Tussen watter TWEE komponente word die beheerstelsel geïnstalleer? (2)

2.2 Verduidelik elk van die volgende begrippe wat op beheer van toepassing is:

2.2.1 Sensor (3)

2.2.2 Aandrywer (2)

2.3 'n Kompressor met agt silinders draai teen 10 revolusies per sekonde en beskik oor 'n boor van 70 mm en 'n slag van 80 mm. 'n Toets dui daarop dat die kompressor koelmiddel teen 'n tempo van 0,0225 m^3/s lewer.

Bereken die volumetriese rendement van die kompressor. (5)

[20]

VRAAG 3

3.1 Tabelleer die VYF belangrikste verskille tussen 'n kompressiestelsel en 'n absorpsiestelsels in verkoeling. (5)

3.2 Verduidelik die term, *flitsgas*, in verkoeling. (3)

3.3 Verduidelik die belangrikste doel van vibrasieabsorbeerders en dui aan waar dit in verkoelingstelsels geïnstalleer word. (2 × 2) (4)

3.4 Wat gebeur wanneer 'n haarbuis in 'n verkoelingstelsel te kort is? (3)

3.5 Die koelmiddel-entalpiewins in 'n verdamper is 140 kJ/kg. Die werkverrigtingskoëffisiënt van 'n verkoelingsaanleg is 4,8 en die koelingskapasiteit is 55 kW.

Bereken:

3.5.1 Die massvloeitempo van die koelmiddel in kg/s

3.5.2 Die arbeid wat in die kompressor verrig word in kJ/kg

(2 × 2) (4)

3.6 Namate die koelmiddel deur die stelsel sirkuleer, ondergaan dit 'n paar veranderinge.

Watter EEN van die volgende dui op verkeerde sirkulasie?

A Verdamper: Verdamping teen konstante druk
B Kompressor: Konstante druk en temperatuur
C Kondenseerder: Kondensering teen konstante druk en temperatuur
D Uitsitklep: Druk en temperatuur neem af (1)

[20]

VRAAG 4

4.1 Bewegende dele in 'n meganiese verkoelingstelsels moet met olie gesmeer word om 'n lang lewensduur en doeltreffende prestasie te verseker.

Kies 'n beskrywing uit KOLOM B wat by 'n item in KOLOM A pas. Skryf slegs die letter (A–G) langs die vraagnommer (4.1.1–4.1.7) in die ANTWOORDBOEK.

KOLOM A		KOLOM B	
4.1.1	Lae viskositeit	A	vog dra by tot die vorming van slyk en sure, koperneerslag op laers
4.1.2	Goeie chemiese stabiliteit	B	behoort nie harde koolstofneerslae by warm kolle in die kompressor te vorm nie
4.1.3	Goeie termiese stabiliteit	C	meting van weerstand tot vloei van elektriese stroom
4.1.4	Lae wasinhoud	D	olie se vermoë om goeie smeringseienskappe te behou
4.1.5	Lae vloeipunt	E	geen of min chemiese reaksie met die koelmiddel of materiale in die stelsel
4.1.6	Droogheid	F	help voorkom dat smeermiddels in koue temperature verdik
4.1.7	Diëlektriese sterkte	G	olie se vermoë om in 'n vloeistoftoestand te bly

(7 × 1) (7)

4.2 Noem die VIER basiese funksies van verkoelingsolies. (4)

4.3 Gee die DRIE moontlike oorsake van die volgende toestand en gee die regstelmaatreëls wat getref moet word:

'n Kompressor sluit aan, maar skakel nie 'n aansitwikkeling af nie. (3 × 2) (6)

4.4 Benoem elk van die volgende komponente wat in verkoelingstelsels gebruik word:

4.4.1



4.4.2



4.4.3



(3 × 1) (3)

[20]

VRAAG 5

5.1 Noem DRIE tipes verdampers wat in 'n verkoelingsaanleg gebruik word. (3)

5.2 Verduidelik die bedryfsbeginsel van 'n stroomverdamper. (6)

5.3 Beskryf 'n skroefkompressor kortliks. (3)

5.4 Noem VYF belangrike punte wat by die installasie van verkoelingsbepyping in ag geneem moet word. (5)

5.5 Die lugsirkulasie in 'n koelkamer word oor 'n spoel versprei.

Verduidelik hierdie stelling. (2)

5.6 Noem EEN vertrek in 'n aanleg ('plant locker'). (1)

[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

1. Density = $\frac{mass}{volume} \therefore \rho = \frac{m}{v}$ kg/m^3

   also $\rho = \frac{1}{\upsilon}$ kg/m^3 (υ = specific volume)

2. Specific volume $(\upsilon) = \frac{1}{density} = \frac{1}{\rho}$ m^3/kg

3. Greek symbols: η = Efficiency (eta)
   ρ = Density (rho)

4. Mass flow rate $\left(\overset{\circ}{m}\right)$:

   $\overset{\circ}{m} = \overset{\circ}{V} \times \rho$ kg/s OF $\overset{\circ}{m} = \overset{\circ}{V} \times \frac{1}{\upsilon} \therefore \overset{\circ}{m} = \frac{\overset{\circ}{V}}{\upsilon}$ kg/s

5. Quantity of heat (Q):

   (for a change in temperature):
   $Q = m\,C\Delta\,T$ kJ

   (For a change of phase)
   Q = m.hfg
   (hfg = latent heat required)

   When the heat transfer rate is required, the formula changes to:
   $\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{m}.hfg$ kJ/s or kW

6. Specific enthalpy (h):

   To calculate the total energy transfer:
   $\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{m}\Delta h$ kJ/s or kW

7. Boyle's law:

   $P_1V_1 = P_2V_2$ (at constant temperature)

8. Charles' law:

   $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (at constant pressure)

Kopiereg voorbehou

9. Ideal gas law:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

10. Gas constant (R):

$$R = \frac{P\upsilon}{T} \text{ J/kg.K}$$

11. Compressor efficiency = $\frac{Actual\ displacement\ (V)}{Theoretical\ displacement\ (Vp)}$

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

12. Theoretical displacement:

$$Vp = \frac{\pi \times D^2 \times L \times n \times N}{4} \text{ m}^3\text{/min} \qquad OR = \frac{\pi \times D^2 \times s \times N \times R}{4} \text{ m}^3\text{/min}$$

NOTE: (π = 3,142)

13. Evaporator capacity:

(a) Quantity of sensible heat transferred in watts (evaporator sensible capacity) $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$:

$$\overset{\circ}{Q} = U \,.\, A \,.\, \Delta t \text{ watts}$$

(b) Overall heat transfer coefficient (U-factor):

$$U = \frac{1}{R} \text{ W/m}^2\text{.°C}$$

(c) Resistance of surface to heat flow (R):

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{ho} + \frac{x}{k} + \left(\frac{Ao}{A_1} \times \frac{1}{h_1}\right) \text{ m}^2\text{.°C/W}$$

(d) Log mean temperature difference (LMTD):

$$\text{LMTD} = \frac{(te - tr) - (t\ell - tr)}{Log\ n\left(\frac{te - tr}{t\ell - tr}\right)} \text{ °C}$$

Kopiereg voorbehou

14. Condenser load:

(a) Total heat rejection of condenser in kW (THR):

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

Also THR = refrigeration capacity × heat rejection factor

(b) Condenser capacity $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$:

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

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

15. The pressure enthalpy diagram:

(a) Refrigerating effect (Re):

Re = $h_1 - h_4$ kJ/kg

(b) Heat of compression (WD):

WD = $h_2 - h_1$ kJ/kg

(c) Heat rejection (THR):

THR = $h_2 - h_3$ kJ/kg

(d) Coefficient of performance (COP):

COP = $\dfrac{\text{Re}}{\text{WD}}$ (cooling)

COP = $\dfrac{\text{THR}}{\text{WD}}$ (heat pump)

(e) Refrigerant mass flow $\left(\overset{\circ}{m}\right)$:

$\overset{\circ}{m} = \dfrac{Load}{\text{Re}}$ kg/s

Kopiereg voorbehou

(f) Plant capacity = $\dot{m} \times \text{Re}$ kW

(g) Theoretical power = $\dot{m} \times WD$ kW

(h) Actual power = $\frac{\dot{m} \times WD}{\eta}$ kW

(i) Total heat rejection in kW (THR):

THR in kW = $\dot{m}$ × THR in kJ/kg kW

(j) Efficiency of a compressor:

$$\% = \frac{\text{Theoretical power input}}{\text{Actual power input}} \times 100$$

OF

$$\% = \frac{h_2 - h_1}{h_2^1 - h_1} \times 100$$

16. Cooling load calculations:

(a) Basic heat transfer formula:

$\dot{Q} = U \,.\, A \,.\, \Delta T$ watts (J/s)

(b) To calculate total resistance against heat flow:

$Rt = \frac{1}{h_o} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} ... + \frac{1}{h_i}$ m^2.°C/W

(c) Heat transfer coefficient (U):

U = $\frac{1}{R_t}$ W/m^2.°C

(d) Resistance against heat flow (R):

R = $\frac{d}{k}$ m^2.°C/W

(e) Total air change in a cold room $\left(\dot{V}\right)$:

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

(f) Total air change load $\left(\overset{\circ}{Q}\right)$:

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

or when using the table for the number of air changes:

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

The above formula is the combination of the two formulae given in (e) and (f)(i).

(g) Product load:

(i) Sensible heat:

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

(ii) Latent heat:

$$\overset{\circ}{Q} = \frac{\overset{\circ}{m}\, \Delta h}{86{,}4} \text{ watts}$$

(iii) Heat respiration:

$$\overset{\circ}{Q} = \overset{\circ}{m}\, \Delta h \quad \text{watts}$$

(h) Miscellaneous loads:

(i) $Equipment\ load = \dfrac{Equipment\ output \times hours\ of\ operation}{24}\ watts$

NB: Load and output must be given in watts.

(ii) $Lighting\ load = \dfrac{Wattage\ of\ lighting \times hours\ of\ operation}{24}\ watts$

NB: When lighting is by means of fluorescent lights, add 25% to the lighting load.

(iii) Occupancy load:

$$\overset{o}{Q} = \frac{Heat\ equivalent\ per\ person \times number\ of\ persons \times hours}{24}\ watts$$

Kopiereg voorbehou

17. Ventilation and air conditioning:

(a) Removal of latent heat:

$$\dot{Q} = \dot{m} \times \Delta g \times hfg \text{ kW}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{\upsilon} \text{ kg/s}$$

$$\therefore \dot{Q} = \frac{\dot{V} \times \Delta g \times hfg}{\upsilon} \text{ kW}$$

(b) Room sensible heat factor (RSHF):

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

(c) Efficiency of an evaporative cooler:

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

(d) Cooling and dehumidification:

$$\dot{Q} = \dot{m} \left[\Delta h - hfg\left(\Delta g\right)\right] \text{ kW}$$

(e) $\dot{V}$ of the return air:

$$\dot{V}ra = \dot{V}ra - \dot{V}fa \ m^3/s$$

(f) Air temperature of mixture in front of coil:

$$T = \frac{\left(\dot{v}fa \times tdbfa\right) + \left(\dot{v}ra \times tdbra\right)}{\dot{V}sa} \text{ °C}$$

(g) Quantity of air:

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

Kopiereg voorbehou

(h) Amount of air forced through an opening by wind:

$$\dot{V} = E \times A \times \upsilon \text{ m}^3/\text{s}$$

(i) Volume flow due to temperature difference:

$$\dot{V} = kA\sqrt{h\,(\Delta t)} \text{ m}^3/\text{s}$$

(j) Air changes per hour (f):

$$\text{f} = \frac{\dot{V} \times 3\,600}{V} \text{ changes/hour}$$

(k) Volume airflow per m^2 opening:

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

(l) Free area of an opening (A):

$$\text{A} = \text{total area} \times \eta \text{ m}^2$$

(m) Louvre size for given air speed:

$$= \frac{\dot{V} \times 100}{Number\ of\ \ inlets \times inlet\ speed \times \%A} \text{ m}^2$$

18. Fans:

(a) Fan total pressure (Pt)

$$\text{Pt} = \text{Ps} + \text{Pv kPa}$$

(b) Theoretical power of the fan:

$$\dot{V} \times Pt \quad \text{kW}$$

(c) True power of the fan:

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

Kopiereg voorbehou

(d) Air power (Ap):

$$\text{Ap} = \frac{\overset{\circ}{Q} \times Pt}{N} \text{ kW}$$

(e) Brake power (Bp):

$$Bp = \frac{\overset{\circ}{Q} \times Pt}{\eta t} = \frac{\overset{\circ}{Q} \times Ps}{\eta s}$$

$$\therefore Bp = \frac{Pt}{\eta t} = \frac{Ps}{\eta s} \text{ (for the same volume)}$$

19. Fan laws:

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

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

Kopiereg voorbehou