

W9-1

Calorische werktuigen

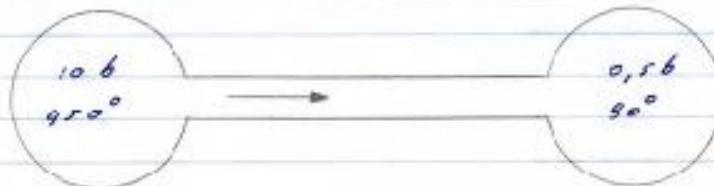
Enthalpie waarde: toestandsgroothed in de thermodynamica, ook wel aangeduid als warmtefunctie.

Enthalpie waarde (thermische energie) uitgedrukt in kJ/kg

Formule $1,41 \sqrt{ah}$

sh = warmteval $\rightarrow h - k_7$ h = hogewaarde
 $L - k_7$ L = lagewaarde.

vB



Enthalpie waarde:
1000 kJ

Enthalpie waarde:
100 kJ

$$1,41 \sqrt{ah} \approx$$

$$1,41 \sqrt{900000} = \underline{\underline{1900 \text{ m/s}}}$$

Snelheid waarmee het onspandeerd

Pompen

1 bar is ± 10m waterkolom (theoretisch)
praktisch ± 6 m.

$$P = h \cdot f \cdot g \quad P \text{ in } N/m^2$$

h in m
 f in kg/m^3
 g in N/kg

$$P = h \cdot f \cdot g \cdot 1 \quad 1 \text{ bar} = 1000 \text{ mb} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$10^5 \text{ N/m}^2 = h \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot \text{kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg}$$

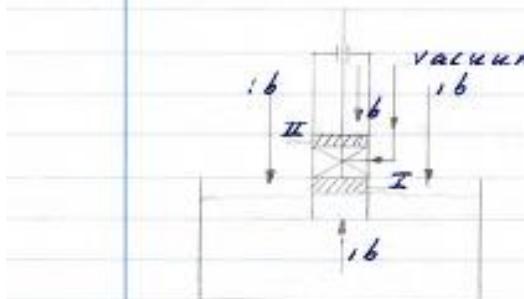
$$10^5 \text{ N/m}^2 = h \cdot 9810 \text{ N/m}^3$$

$$h = \frac{10^5 \text{ N/m}^2}{9810 \text{ N/m}^3} = \underline{\underline{10,19 \text{ m}}} \quad \begin{matrix} \text{Zie W2 aant 5} \\ \text{W3 aant 12} \end{matrix}$$

$$1 \text{ bar} = 1000 \text{ mb}$$

$$1 \text{ bar} = 1000 \text{ mb} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 75 \text{ cm Hg}$$

$$1 \text{ mb} = 100 \text{ N/m}^2 = 10^2 \text{ N/m}^2$$



Een pomp werkt
door middel van
een druk verschil.
(Zuigpomp!)

W4-2

Enkele begrippen bij pompen.

1) Druk $\rightarrow \text{N/m}^2$ / Pascal.

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

Met deze eenheid wordt
gescrewd

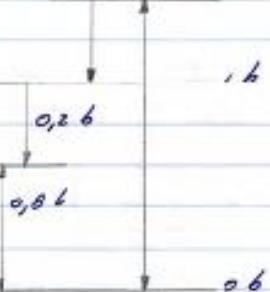
$$1 \text{ kp} = 1000 \text{ pascal}$$

$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1 \text{ bar}$
 = abd = overdruk
 = abu = overdruk (puls)

= aba : absolute druk.

Druk vld buiten lucht.

afhankelijk v/k niveau
waar we ons bevinden.

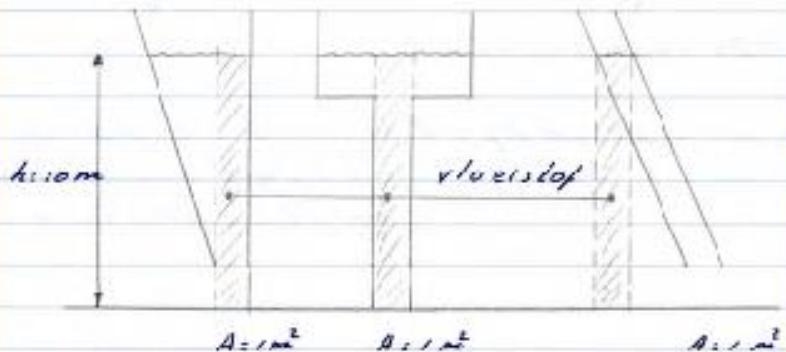


0,2 bar onderdruk is 0,2 bar absoluut
 1 bar onderdruk is 0 bar absoluut.

0,2 bar onderdruk wordt gemeten met een
vacuummeter

op bar -oedd gerekend met een absolut
manometer.

Hydrostatische druk.



$$A = 1 \text{ m}^2 \quad P \text{ is bij alle } A \text{ gelijk.}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$P = h \cdot \rho \cdot g$$

$$P = N/m^2 = \text{pascal} = 10^5 \text{ bar}$$

$$g = m/sec^2$$

$$\frac{N}{kg} \cdot \frac{kgm/sec^2}{kg} = \frac{m}{sec^2}$$

$$g = \frac{N}{kg} = \frac{m}{sec^2}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

Wk - 3

vB I

$$\text{Gegev: } \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

Gevraagd: P in A en B

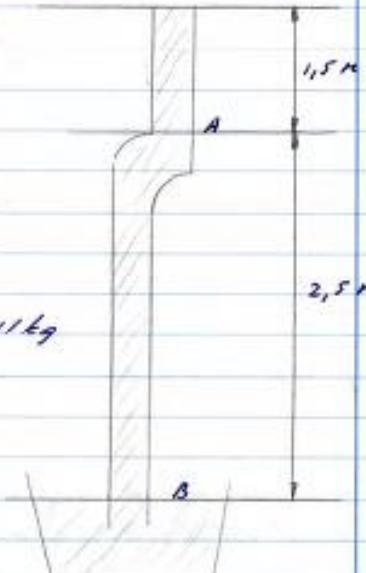
opg: P bij A

$$P = h \cdot \rho \cdot g \cdot z$$

$$P = 1,5 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg}$$

$$P = 15000 \text{ N/m}^2 =$$

$$\underline{\underline{0,15 \text{ bar}}}$$



P bij B is

$$P = h \cdot \rho \cdot g \cdot z$$

$$P = 4 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg}$$

$$P = 40000 \text{ N/m}^2 =$$

$$\underline{\underline{0,4 \text{ bar}}}$$

vD II In een reservoir bevindt zich olie met een sm van 800 kg/m^3

Boven de olie heerst een absolute druk van 0,6 bar

$$g = 10 \text{ m/sec}^2 = 10 \text{ N/kg}$$

Gevraagd welke hoogte kan de olie theoretisch tonen

Wat wijst een vacuum meter aan
indien aangesloten op A en B

opt:



$$P_A = \rho g h = 0,66 \quad 0,66 = 60000 \text{ N/m}^2$$

$$P = h \cdot \rho \cdot g$$

$$6 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 = h \cdot 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg}$$

$$6 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 = h \cdot 8000 \text{ N/m}^2$$

$$h = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}{8000 \text{ N/m}^2} = 0,75 \text{ m}$$

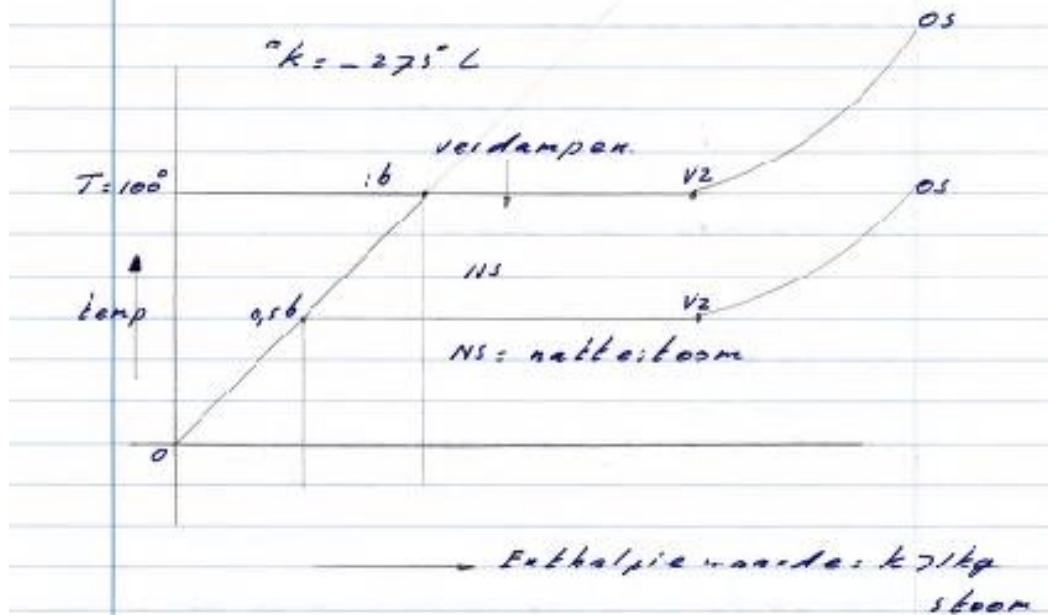
Een vacuümmeter op B aangesloten zal 0,96 aangeven, op A aangesloten zal deze 1 bar aan geven. (1 bar = 100 kPa)

Een vacuümmeter wijst altijd tussen 1 en 0 aan. Zie Wyk en steriel.

De enthalpie is de som vld inwendige energie en de uitwendige arbeid.

koken is als de dampballen de opp bereiken.

WS - 9



NS: natte stoom

V_2 : verzadigde stoom

OS: overhitte stoom

Mollier diagram (belangrijk)

Mollier diagram „belangrijk“ de lijn van de verzadigde stoom, geen vloeistof alleen stoom.

Zemmer (warmte val)

snelheid (kinetische-energie.)

Formule $1,41 \sqrt{gh}$

Waarde van

in joules

vb waarde val 900 m =
 $900.000 J$

$1,41 \sqrt{gh} =$

$$1,41 \sqrt{900.000} = 1,41 \cdot 998,7 = \underline{\underline{1337 \text{ m/sec}}}$$

Blz 257 De zuiger- of plunjerpompen en de centrifugaal pompen worden behandeld.

Druk (zie figuur blz 257, w.y. en sterill)
"zeer belangrijk"

1 bar overdruk = 2 bar absoluut.

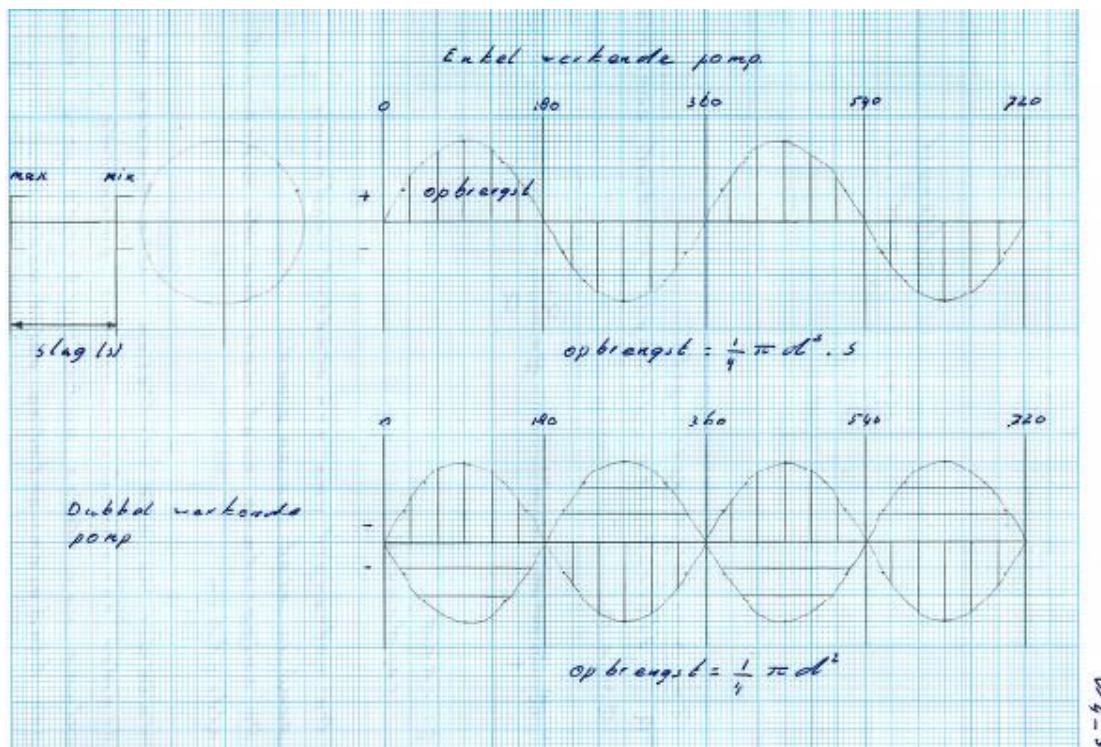
p = absolute druk

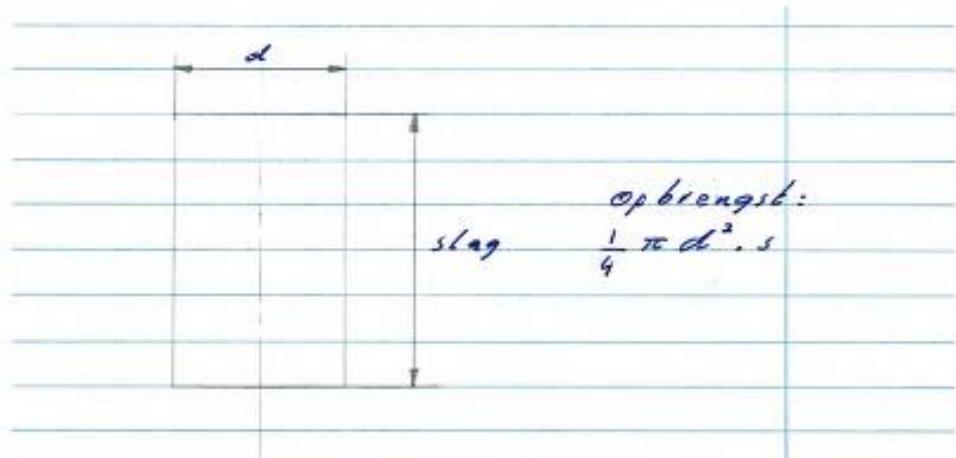
p_{amb} : omgevingsdruk (amb: ambiance)

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

p_e : effectieve druk, de druk die verhouding overblijft. (daadwerkelijke druk).

$$p = p_{amb} + p_e$$





Q_w = werkelijk opbrengst

Q : theoretische opbrengst per tyds eenheid.
 $Q_w < Q$

$$Q: \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \quad \eta = \frac{Q_w}{Q}$$

η : rendement.

De opbrengst van een dubbel werkende pomp is niet 2×20 groot.

De zuigerstang moet voor van de opbrengst aftrekken.

Wanneer we alle verliezen welke kunnen optreden verwaarlozen, is het geleverde volume van deze enkel werkende pomp (612.259) per kubuscentimeter gelijk aan:

W4-6

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s, \text{ de eenheid} = m^3$$

d : plunjerdiameter in m.

s : plunjerslag in m.

stellen we nu n dan volgt:

$$q_{uv} = \frac{1}{4} \cdot d^2 \cdot s \cdot n, \text{ de eenheid is } m^3/sol$$

De theoretische volumestroom is dan
per uur

$$qV = 3600 \text{ sol}, \text{ de eenheid} = m^3/h$$

De verhouding tussen de werkelijke volume-
stroom q_{uv} en de theoretische volume-
stroom qV noemt men het volumetrische
rendement: η_{vol} .

$$\eta_{vol} = \frac{q_{uv}}{qV} \Rightarrow q_{uv} = qV \cdot \eta_{vol}$$

Volumetrische rendementen van plunjerpompen liggen tussen 0,98 en 0,93

$$\underline{q_{uv} = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot \eta_{vol}}$$

v6 Greg: Enkel werkende planierpomp
Bla 260
 pluiner $d = 200 \text{ mm}$
 $s = 180 \text{ mm}$
 $\omega = \frac{\pi}{3} \text{ omw/sec}$
 $g_{vol} = 0,96$

Gevr: q_{uv} in m^3/sec en in m^3/h .

Opl:

$$q_{UV} = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot \omega \cdot g_{vol} =$$

$$q_{UV} = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,2^2 \text{ m} \cdot 0,38 \text{ m} \cdot \frac{\pi}{3} \text{ omw/sec} \cdot 0,96 =$$

$$q_{UV} = \underline{\underline{0,0191009 \text{ m}^3/\text{sec}}} =$$

$$0,0191009 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 3600 \text{ sec} = \underline{\underline{68,76 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Dubbel werkende pomp Bla 261.

$$V_1 = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s, \text{ de eenheid in } \text{m}^3 \quad (\text{naar links})$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \pi \cdot (d^2 - d_s^2) \cdot s, \text{ de eenheid in } \text{m}^3 \quad (\text{naar rechts})$$

De theoretische volumelevering per krukasomwenteling is dus gelijk aan:

$$V_1 + V_2 = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s + \frac{1}{4} \pi (d^2 - d_s^2) \cdot s =$$

w4-7

$$\frac{1}{9} \pi \cdot s (2d^2 - d_s^2)$$

De theoreti sche volumestroom is

$$q_{v\theta} = \frac{1}{9} \pi (2d^2 - d_s^2) \cdot s \cdot n, \text{ de eenheid: m}^3/\text{sec.}$$

De theoreti sche opbrengst per uur is

$$q_{v\theta} \cdot 3600 \text{ sec, eenheid: m}^3/\text{h.}$$

De werkelijke opbrengst is

$$q_{vw} = \frac{1}{9} \pi (2d^2 - d_s^2) \cdot s \cdot n \cdot \eta_{vol}, \text{ eenheid: m}^3/\text{sec.}$$

v6

Nr 262 Greg: dubbel werkende planjerpomp

$$\text{planjerd: } 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{planjer slag: } 180 \text{ mm} = 0,18 \text{ m}$$

$$\text{stang diameter: } 60 \text{ mm} = 0,06 \text{ m.}$$

$$n = \frac{5}{3} \text{ omw/sec}$$

$$\eta_{vol} = 0,96$$

Gevraagd: q_{vw} in m^3/sec en in $\text{m}^3/\text{h.}$

Opl:

$$q_{vw} = \frac{1}{9} \pi (2d^2 - d_s^2) \cdot s \cdot n \cdot \eta_{vol} \text{ (volumestroom)}$$

$$q_{vw} = \frac{1}{9} \pi (2 \cdot 0,2^2 \text{ m}^2 - 0,06^2 \text{ m}^2) \cdot 0,38 \text{ m} \cdot \frac{5}{3} \text{ omw/sec} \cdot 0,967$$

$$q_{UV} = \frac{1}{4} \pi (2 \cdot 0,04 - 0,0036) \cdot 0,58 \cdot \frac{5}{3} \cdot 0,96 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$q_{UV} = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,0764 \cdot 0,58 \cdot \frac{5}{3} \cdot 0,96 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$q_{UV} = \underline{0,0369827 \text{ m}^3/\text{sec}} =$$

$$0,0369827 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 3600 \text{ sec} = \underline{\underline{131,34 \text{ m}^3/\text{h.}}}$$

De Differentiaalpomp Blz 263

$$V_1 = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \quad \text{fig 3 blz 263}$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \pi (d^2 - ds^2) \cdot s \quad R \rightarrow L$$

$$V_3 = V_1 - V_2 = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot s - \frac{1}{4} \pi (d^2 - ds^2) \cdot s =$$

$$V_3 = \frac{1}{4} \pi ds^2 \cdot s$$

By de volgende planierslag, van links naar rechts, wordt in het linker cilinder gedeelte een vloeistof volume

$$V_1 = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \text{ toegevoerd}$$

Uit het rechter cilindergedeelte wordt bij deze slag een vloeistof volume

$$V_2 = \frac{1}{4} \pi (d^2 - ds^2) \cdot s \text{ weggevoerd.}$$

w4-8

$$V = V_3 + V_2 = \frac{1}{4} \pi \cdot d s^2 \cdot s + \frac{1}{4} \pi \cdot (d^2 - ds^2) \cdot s =$$

$$\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot s \text{, da eenheid in m}$$

Dit is gelijk aan die van een enkelverende plunjerpomp

De verhoudende opbrengst (q_{vr}) van een differentiaal pomp is gelijk aan:

$$q_{vr} = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot s \cdot n \cdot \eta_{vol} = \text{m}^3/\text{sec}$$

Steldt nu dat bij een differentiaal pomp als eis dat de opbrengst per slag gelijk moet zijn, dan moet

$$\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s = \frac{1}{4} \pi (d^2 - ds^2) \cdot s \Rightarrow$$

$$ds^2 = d^2 - ds^2 \Rightarrow$$

$$ds = \sqrt{\frac{d^2}{2}} = \frac{1}{2} \cdot d \cdot \sqrt{2}$$

v6

N2 269 Greg: Differentiaal pomp
plunjerd: $d = 200\text{mm} = 0,2\text{m}$
plunjerslag $s = 380\text{mm} = 0,38\text{m}$

$$n = \frac{5}{3} \text{ omr/sec}$$

$$\eta_{vol} = 0,96$$

Gevraagde pluimerslang diam als de ombrengst gelijk moet zijn

b) Qvw in m³/sec en m³/h

Opt.

$$ds = \frac{1}{2} d \sqrt{2} \pi$$

$$ds = \frac{1}{2} \cdot 200 \text{ mm} \cdot \sqrt{2} = 141,4 \text{ mm} = \underline{\underline{141,4 \text{ mm}}}$$

$$Q_{VW} = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot \eta_{vol} \approx$$

$$Q_{VW} = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,2^2 \text{ m} \cdot 0,38 \text{ m} \cdot \frac{5}{3} \text{ om/sec} \cdot 0,96 \approx$$

$$Q_{VW} = 0,0191009 \text{ m}^3/\text{sec} \approx$$

$$\underline{\underline{0,0191009 \text{ m}^3/\text{sec}}} \cdot 3600 \text{ sec} = \underline{\underline{68,76 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Bn 264

ZEER REFLANGUUR

stel: weerstand so

g: 10 m/s²

gericht 24,9° = 0

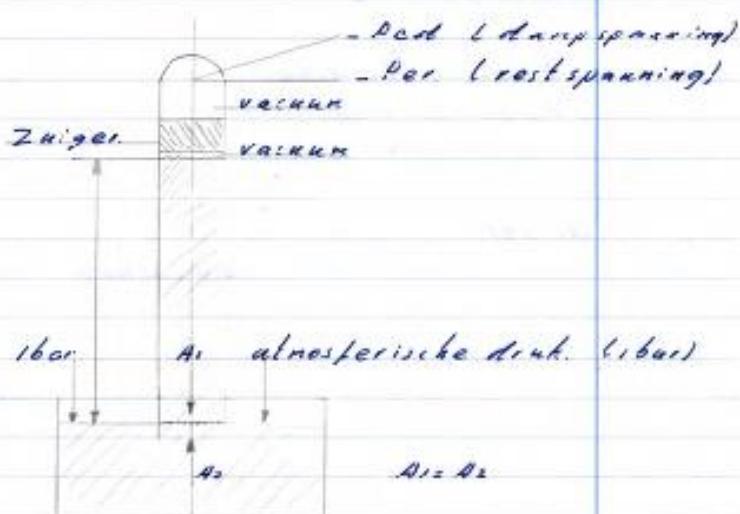
aanduiding variometer = -1
absolut = 0

Zuigslag \rightarrow Pez altijd negatief.

L12 264

De theoretische zuighoede.

W4-9



$$P = h \cdot \sigma \cdot g \cdot \gamma$$

$$10^5 \text{ N/m}^2 = h \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot \gamma$$

$$t = \frac{10^5 \text{ N/m}^2}{9810 \text{ N/m}^2} = \underline{\underline{10.19 \text{ m}}}$$

P = absolute dist.

Per: effectieve dekt b.o.v. 1 bar, vacuümmeting:
negatief (-)

$$P_{2c} = P_{amb} + P_{vac}$$

absolute
druk

zuigslag

cilinder

$0,1 + -1$

$0,1 + (-0,9)$

$P_{amb} = P_{amb} - P_{vac}$

ongevolgs
druk

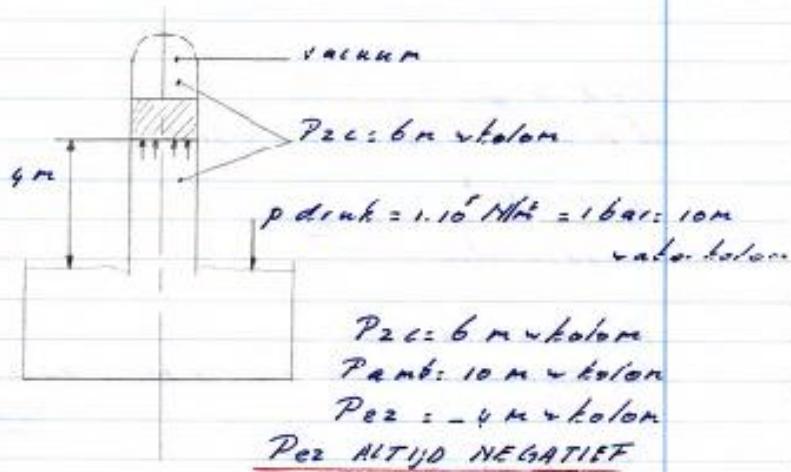
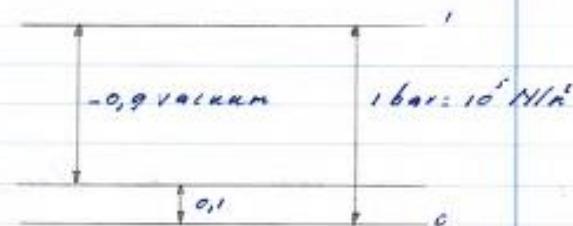
effectieve
druk (vacuum)

Lydens de zuigslag
in de cilinder

Boven olie vloeistof bevind zich een dampspanning

- Pezl → leiding
- Pezh → bop

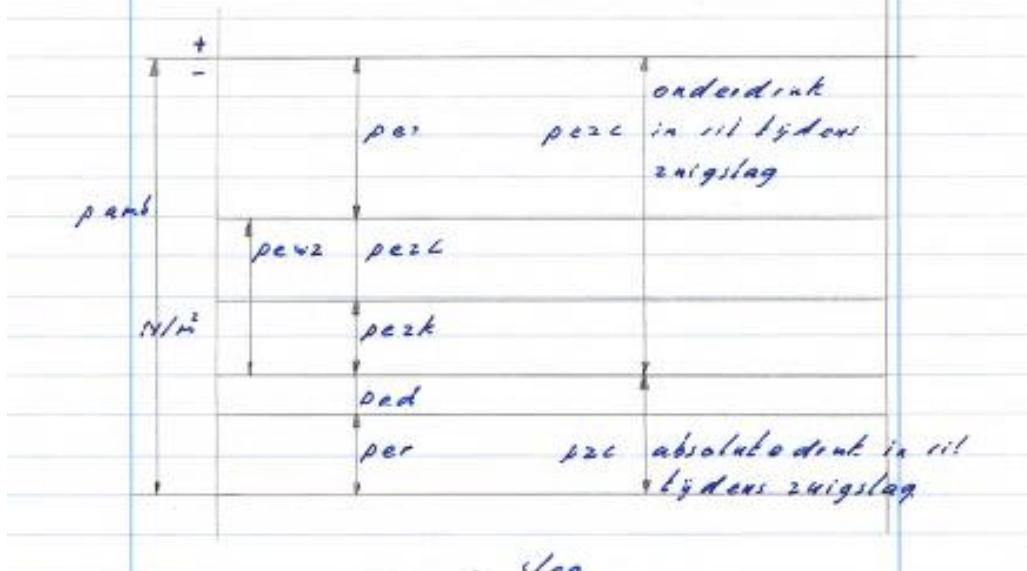
Nr. 265.



De theoretische zwaighoogte gaat uit van
geen weerstand in het systeem

v4-10

O12 271 fig 10



Toevoegingen:

absoluut: n.i.s.

windketel: wh

effectief: e

totale weerstand zuig.

omgeving: amb

gedaalte: v2

zuigslag: z

perslag: P

verzadigde dampspanning: d

reserve: r

schijnbaar: s

totale weerstand pers-

leiding-weerstand: b

gedaalte: vP

weerstandshel: h

cilinder: c

Blz 265 fig 4

Pamb: h. f. g. pamb: aangevingsdruk.

$$P_{amb} = 0,76 \text{ m. } 15600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg}$$

$$P_{amb} = 101292,8 \text{ N/m}^2 =$$

$$1,01296 = 1012,9 \text{ mb.}$$

$$\underline{\underline{P_{amb} = 1012,9 \text{ mb}}}$$

Pamb: h. f. g.

fig 5 blz 265

$$P_{amb} = 1,012 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1,012 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = h \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg.}$$

$$h = \frac{1,012 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg.}} = \underline{\underline{10,33 \text{ m}}}$$

p : absoluut.

Blz 170 Pamb: aangevingsdruk.

Ped: verzwakking dampspanning.

Per: reserve.

P_{2c} : absolute druk in de cilinder tijdens de zuigslag.

PerL: weerstand in de zuigleiding.

PerK: weerstand in de zuigklep.

PerE: effectieve opvoerdruk tijdens de zuigslag.

PerT: effectieve druk tijdens de zuigslag, nodig voor het openen vld zuigklep.

W4-11

v.d.

H2-21 Gev: Van het zuiggedeelte van een ontst. werkende planier-pomp is gegeven:
 Zuighoogte $h_2 = 4 \text{ m}$
 Leidingverstand tot zuigwindkotol niveau $P_{el} = -0,15 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
 Zuigklap verstand $P_{ekl} = -0,1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
 P_{amb} (Barometerverstand) $1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
 $\theta = 20^\circ \text{ C}$
 Afstand vloeistof niveau zuigwindkotol tot het hart vld. planier is $0,5 \text{ m}$
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ fig 11 b2-27c

Gev:

- a) De aanwijzing van de vacuümometer op de zuigwindkotol.

Voor het water in de buis van fig 11 geldt
 (abs) $P = P_{amb} + p_e$
 en $p_e = p - p_{amb} = 6 \text{ mwt} - 10 \text{ mwt} = -4 \text{ mwt}$.

$$\text{of } p_e = h \cdot f \cdot g = -4 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$p_e = -39200 \text{ N/m}^2 = -0,392 \text{ bar} = \underline{\underline{-392 \text{ mb}}}$$

Conclusie: $p_e = -4 \text{ mwt}$ waterkolom.

- a) Theoretische benodigde onderdruk op de vloeistof dat in de zuigwindkotol op te voeren.

$$P = h \cdot f \cdot g$$

$$P_z = (h_2 - 0,5m) \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg}^2$$

$$P_z = (4 - 0,5m) \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg}^2$$

$$P_z = 3,5 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg}^2$$

$$P_z = 34300 \text{ N/m}^2 = -0,343 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_{ezl} = -0,15 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \quad (\text{zuigklep half niet mee})$$

onderdruk in de zuigzijdakader is

$$-0,343 \cdot 10^5 - 0,15 \cdot 10^5 = \underline{\underline{-0,493 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

b) De onderdruk op de absolute druk in de cilinder tijdens de zuigslag.

$$P_{eca} = P_{ez} + P_{ezl} + P_{ezh}$$

$$P = h \cdot f \cdot g$$

$$P = 4m \cdot 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg}^2$$

$$P = 39200 \text{ N/m}^2 = -0,392 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_{eca} = -0,343 \cdot 10^5 - 0,15 \cdot 10^5 - 0,1 \cdot 10^5 = \underline{\underline{-0,642 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

$$P_{ec} = P_{amb} - P_{eca}$$

$$P_{ec} = 1 \cdot 10^5 + (-0,642 \cdot 10^5) = \underline{\underline{0,358 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

c) Een diagram van dit geval met ingeschreven waarden volgen fig 10 blz 271.



W4 - 12

- a) Na te gaan of de pomp in staat is water met de gegeven temperatuur te verpompen.

Volgens de tabel is de voorzadigde dampspanning van water met een ten van 20°C (tabel blz 270)

$$20^\circ\text{C} \rightarrow P_d = 2,31 \text{ kN/m}^2 = \\ 2310 \text{ N/m}^2 =$$

$$0,2310 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 < P_{20} = 0,358 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, \\ \text{zodat de pomp werkt.}$$

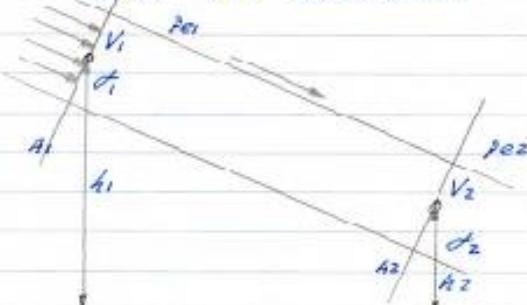
Centrifugaalpompen

(sluit 1/25)

19-11-'85

Blz 297

wet van Bernoulli



Per sec worden bij doorsnede 1 op een hoogte van h_1 m boven het nulvlak per massa met G: 1 N de volgende arbeids hoeveelheden toegevoerd.

a) Arbeidsvernogen van plant =

$$\underline{E_p} \quad G_{.h_i} = \frac{h_i \text{ Nm/sec.}}{g} \quad (\text{m} = \frac{G}{g})$$

of m.g.h_i = G.h_i = i.h_i = h_i \text{ Nm/sec.}

b) Om deze vlooiselstof een snelheid V_i moet te geven is nodig:
Arbeidsvernogen van beweging =

$$\underline{E_k} \quad \frac{1}{2} m V_i^2 \quad (m = \frac{G}{g} \text{ en } G=1)$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{g} \cdot V_i^2 = \frac{V_i^2}{2g} \text{ Nm/sec}$$

c) Omdat deze vlooiselstof bij A_1 moet worden binnengedrukt tegen een daar heersende druk P_{e1} N/m², moet om deze druk te overwinnen een extra arbeid worden geleverd.

kracht . weg. sec.
 $A_1 \cdot P_{e1} \cdot V_i$ (Nm/sec)



$G = \text{Volume } f_1$
 $I = \text{Volume } f_1 \cdot f_2 \quad V_i = \frac{I}{A_1 \cdot f_1}$

Door in te vullen

In $A_1 \cdot P_{e1} \cdot V_i$ volgt

Wk 13

$$\frac{P_{st.} \cdot h_1}{\rho \cdot g_1} + \frac{P_{st.}}{\rho \cdot g_1} = H_{man}$$

De totaal hoogte boven de vloer is gelijk aan

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_{st.}}{\rho \cdot g_1} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_{st.}}{\rho \cdot g_2}$$

h_1 = plantenhoeveel

$\frac{V_1^2}{2g}$ = dynamische drukhoeveel

$P_{st.}$ = statische drukhoeveel

Bijz. 3.6

Bijz. 3.6

Voordeelen van een centrifugaalpomp t.o.v.
een plunjerpomp

- a) Geringe massa
- b) kleinere afmetingen
- c) continue vloeistofleiding, zonder windturbels

Nadeelen

- d) Vooraf te pompen met een kleine capaciteit

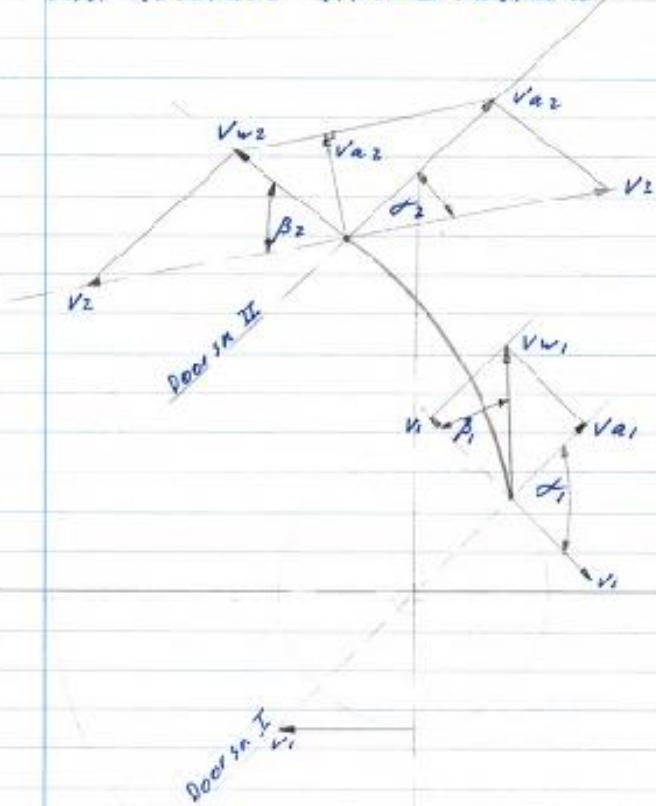
Blz 39 een lager verdarent.

V_{az} : absolute instree snelheid

V_{ar} : relatieve instree snelheid / werkings h.o.v. waaior

V_{w2} : " " uitstroom snelheid! " " " "

V_{az} : absolute uitstroom snelheid



V_2

Scheel is belangrijk.

Wk-14

f_1 : absolute snelheid (90°)
 f_2 : absolute vitessehoek
 p_1 : relatieve snelheid
 p_2 : relatieve vitessehoek.

Het is de rechte vloeistof net aan gericht van IN opgehopte vormogen bij binnenstromen is gelijk aan:

$$I \quad h_1 + \frac{V_{11}^2}{2g} + \frac{P_{11}}{\rho g} \quad \text{N/m²}$$

bij uitstromen

$$II \quad h_2 + \frac{V_{22}^2}{2g} + \frac{P_{22}}{\rho g} \quad \text{N/m²}$$

Aan de vloeistofmassa net aan gericht van IN is in de rechter dus toegevoerd

$$h_E = \left(h_2 + \frac{V_{22}^2}{2g} + \frac{P_{22}}{\rho g} \right) - \left(h_1 + \frac{V_{11}^2}{2g} + \frac{P_{11}}{\rho g} \right) \quad \text{N/m²}$$

Daar $h_1 = h_2$ en $\rho_1 = \rho_2$ wordt de formule

$$* \quad h_E = \left(\frac{V_{22}^2 - V_{11}^2}{2g} + \left(\frac{P_{22} - P_{11}}{\rho g} \right) \right) \frac{N/m²}{m} = m$$

Hieruit volgt dat de rechter theoretisch in staat is iedere massa vloeistof net aan gericht van IN te kunnen voorzien.

Nu is net nu hogere wiskunde
te benaderen dat

$$kE = \frac{P_{e2}}{g} - \frac{P_{e1}}{g} = \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{V_{w2}^2 - V_{w1}^2}{2g} \right) \Rightarrow$$

$$kE = \left(\frac{V_{az2}^2 - V_{ai2}^2}{2g} \right) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{V_{w2}^2 - V_{wi2}^2}{2g} \right) = n \text{ opvoer}$$

Door toepassing vld cos regel op de fig. v.a.12
Vindt u.e.

$$V_{w2}^2 = V_2^2 + V_{az2}^2 - 2 \cdot V_2 \cdot V_{az2} \cdot \cos \alpha$$

$$V_{wi2}^2 = V_1^2 + V_{ai2}^2 - 2 \cdot V_1 \cdot V_{ai2} \cdot \cos \alpha \quad \alpha = 90^\circ = 0$$

Bovenstaande formule kt wordt dan als volgt.

$$kE = \frac{V_{az2}^2 - V_{ai2}^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} - \left(\frac{V_2^2 + V_{az2}^2 - 2 \cdot V_2 \cdot V_{az2} \cdot \cos \alpha}{2g} \right) +$$

$$\frac{V_1^2 + V_{ai2}^2 - 2 \cdot V_1 \cdot V_{ai2} \cdot \cos \alpha}{2g} \quad \text{Dane } \alpha = 90^\circ = 0$$

$$kE = \frac{V_{az2}^2 - V_{ai2}^2 + V_2^2 - V_1^2 - V_2^2 - V_{az2}^2 + 2 \cdot V_2 \cdot V_{az2} \cdot \cos \alpha + V_1^2 + V_{ai2}^2}{2g}$$

f.g.

$$kE = \frac{V_2 \cdot V_{az2} \cdot \cos \alpha}{g} \quad \text{Belangrijk.}$$

Wk-15

$$P_e = h \cdot f \cdot g \cdot \gamma$$

$$P_e = f \cdot g \cdot V_2 \cdot V_A \cdot \cos \alpha_2 \cdot \gamma$$

 δ

$$P_e = f \cdot g \cdot V_2 \cdot V_A \cdot \cos \alpha_2 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$$

pec effectieve oppervlakte volgens Euro in m^2

Blz 279

Perslager

Blz 276 Tijdens de perslager geldt:

$$p_{\text{pec}} = p_{\text{epc}} + p_{\text{epf}} + p_{\text{eph}}$$
 (fig 14 blz 277)

p_{epc}: effectieve druk in pompcilinder

p_{epf}: effectieve druk tijdens perslager (h. o.g.)

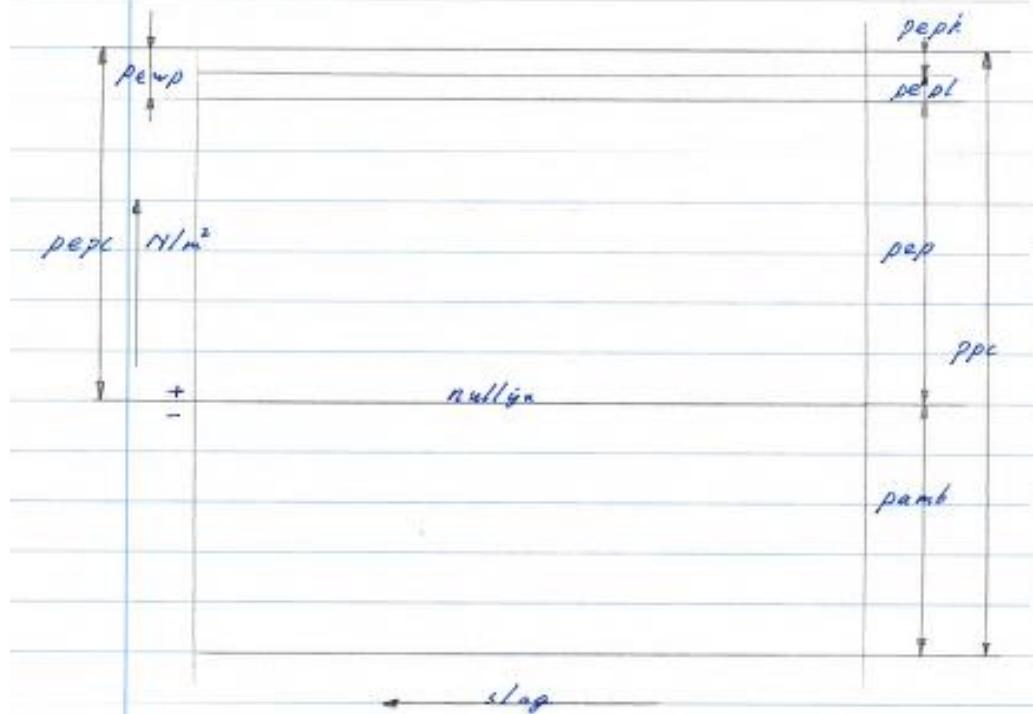
p_{eph}: druk nodig om de weerstand in de persleiding te overwinnen.

p_{eph}: druk nodig om de weerstand in de persleiding te overwinnen.

p_{epf} speelt tijdens de perslager geen rol omdat de atmosferische druk zoveel op de achterkant planter als op het vloeistofniveau aan het einde van de persleiding werkt.

Om de totale weerstand in het persgedeelte

te overwinnen is een effectieve druk
 $p_{eff} = p_{atm} + p_{atm}$ nodig fig 19 blz 277
 De absolute druk in de cilinder tijdens de
 persslag is $p_{tot} = p_{atm} + p_{amb}$ fig 19 blz 277



In bovenstaand fig zgn de genoemde druk
 waarden opgenomen in een diagram. Op de horizontale as is de planierslag afgezet en op de
 verticale as de druk in N/m^2

wk - 16

blz 278 fig 15 blz 277

vb Het ziggedeelte is berekend.

Voor het persgedeelte is gegeven.

- Pers hoogte 12 m
- $p_{eph} = 0,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
- $p_{apl} = 0,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
- afstand vloerstofniveau persindel tot hout planjer 0,5 m

Gev:

- De aanweziging van de manometer op de perswindhokel

De theoretische benodigde overdracht om de vloeistof van uit de perswindhokel op te voeren is

$$P = h \cdot g \quad h = 12 \text{ m} - 0,5 \text{ m} = 11,5 \text{ m}$$

$$P = 11,5 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 =$$

$$P = 112700 \text{ N/m}^2 = \underline{\underline{1,127 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

Overdracht in de perswindhokel (aanweziging manometer)

$$p_{ewk} = p + p_{apl} \Rightarrow$$

$$p_{ewk} = 1,127 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 + 0,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = \underline{\underline{1,327 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

b)

- De overdruk en de absolute druk in de pompcilinder tijdens de persslag.

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p = 1200 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/sec}^2 \cdot 7$$

$$p = 117600 \text{ N/m}^2 = 1,176 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

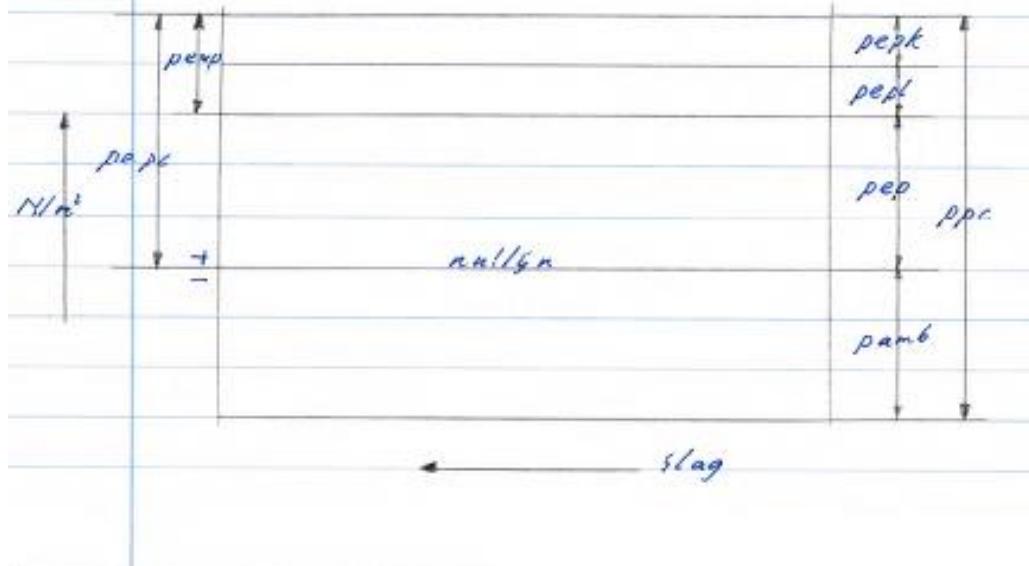
$$p_{\text{ppc}} = p_{\text{amb}} + p_{\text{el}} + p_{\text{ek}}$$

$$p_{\text{ppc}} = (1,176 + 0,2 + 0,1) \cdot 10^5 = \underline{\underline{1,576 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

$$p_{\text{pc}} = p_{\text{amb}} + p_{\text{pc}}$$

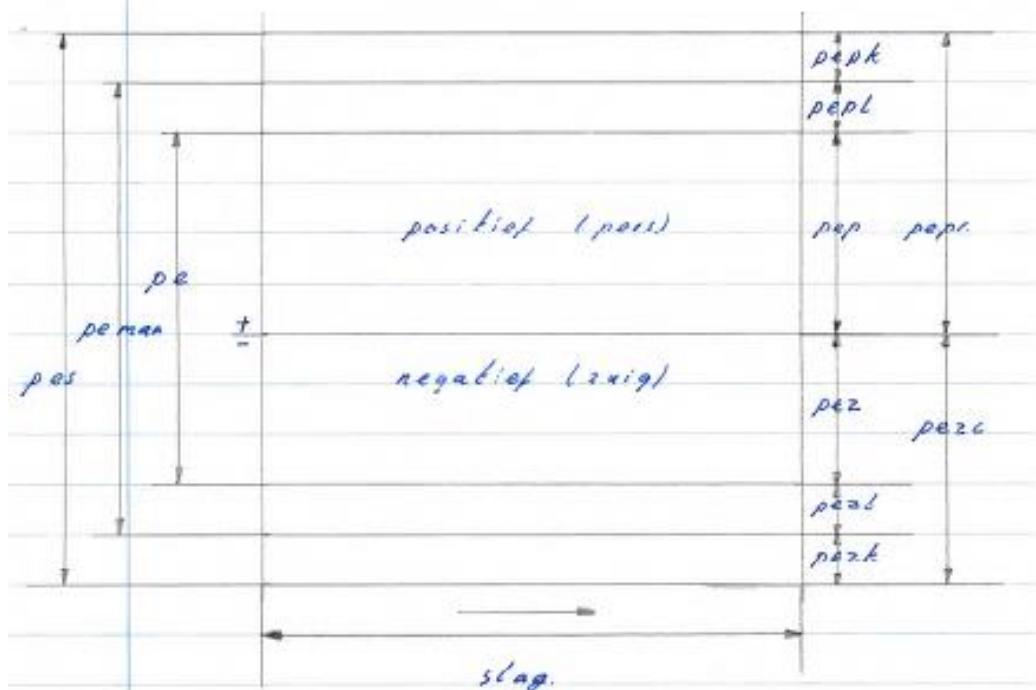
$$p_{\text{pc}} = 1 \cdot 10^5 + 1,576 \cdot 10^5 = \underline{\underline{2,576 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

- c) Een diagram met de ingescreven waarden.



W 4-17

Nr 278 Een volledig diagram van deze pomp, zowel voor de zig- als persgedeelte, geeft fig 17 blz 279.



$$p_0 = p_{0p} - p_{0z}$$

$$p_{eman} = p_{0p} + p_{0pl} - p_{0z} - p_{0al} \quad \text{af}$$

- p_{eman} : de positieve aflezing vld manometer — de negatieve aflezing vld vacuummeter + het in druk ongekende hoogte verschil tussen de niveau's

in de beide vindkabels

P_{man} : manometrische opvoerhoogte.

$P_{res} = P_{epc} - P_{ezc} = P_{ep} + P_{epl} + P_{ept} - P_{ez} - \underline{P_{ezl}} - \underline{P_{ezt}}$

$$\begin{array}{c} + \\ (n) \\ + \end{array} \quad \text{af}$$

$\rightarrow P_{man}$



plunjer

$$\begin{array}{c} V \\ (V) \\ + \end{array} \quad \text{af}$$

$p = h \cdot f \cdot g$: manometrisch

Bij 286 Voorbeeld.

Van het hier voorstaande gedetailleerd uitgewerkte voorbeeld van een enkelvoudige plunjerpomp (blz 273 en 278) is voorlopig gegeven:

$Q_{mech} = 0,86$ plunjer d: 200 mm

plunjerslag s: 380 mm en $n = \frac{5}{3}$ sec.

Het diagram is getekend in fig 17 blz 279

$f = 1000 \text{ kg/m}^2$

$g = 9,8 \text{ m/sec}^2$

Wg-18

Gev.: .

- a) In de cilinder te leveren arbeid per slag.
(zuigslag)

$$W_2 = - p_{ezc} \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \quad \text{(zie blz 273)(wg-11)}$$

$$W_2 = - (-0,642 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2) \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 0,2^2 \text{ m} \cdot 0,38 \text{ m} \quad \Rightarrow$$

$$p_{ezc} = p_{ezl} + p_{ezl} + p_{ezt}$$

$$W_2 = \underline{\underline{766,4}} \text{ Nm}$$

- b) In de cilinder te leveren arbeid per perslag

Arbeid door planjer geleverd per perslag is
gelijk aan:

$$W_p = p_{epc} \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \quad (p_{epc} = p_{ep} + p_{epl} + p_{epf})$$

Zie blz 248 (wg-16)

$$W_p = 1,576 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,2^2 \text{ m} \cdot 0,38 \text{ m} \quad \Rightarrow$$

$$W_p = \underline{\underline{1881,4}} \text{ Nm}$$

c) Het indicateur vermogen.

$$p_i = \frac{w_q + w_p \cdot n}{1000} \text{ of } p_i = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot \rho_{es} \cdot s \cdot n}{1000}$$

$$p_i = \frac{(766 + 1881) \cdot \frac{5}{3}}{1000} \Rightarrow p_i = \frac{4411,67 \text{ Nm/sec}}{1000} = \\ \underline{4,41 \text{ kw}}$$

d) Het motor vermogen

$$\rho_{es} = \frac{p_i}{\eta_{mech}} \Rightarrow \rho_{es} = \frac{4,41 \text{ kw}}{0,85} = \underline{\underline{5,13 \text{ kw}}}$$

e) $\eta_{hi} = \text{hydraulisch rendement vid installatie.}$

$$\eta_{hi} = \frac{p_e}{p_{es}}$$

bz 2.73 Aanwijzing vacuümmeter (p_{ezwh}) = $-0,493 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

bz 2.78 Aanwijzing manometer (p_{epwh}) = $1,322 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

$$p_{man} = p_{epwh} - p_{ezwh} + h \cdot f \cdot g \quad ?$$

$$p_{man} = 1,322 \cdot 10^5 - (-0,493 \cdot 10^5) + 1 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2$$

$$p_{man} = 1,82 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 + 0,098 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \quad ?$$

Wk 4 - 17

$$p_{\text{man}} = \underline{1,918 \cdot 10^5} \text{ N/m}^2$$

$$p_e = p_{\text{ep}} - p_{\text{ez}} \Rightarrow$$

$$p_e = 1,176 \cdot 10^5 - (-0,392 \cdot 10^5) \Rightarrow$$

$$p_e = \underline{1,568 \cdot 10^5} \text{ N/m}^2$$

$$p_{\text{es}} = p_{\text{ep}} - p_{\text{ezc}} \Rightarrow$$

$$p_{\text{es}} = 1,576 \cdot 10^5 - (-0,672 \cdot 10^5) \Rightarrow$$

$$p_{\text{es}} = \underline{2,218 \cdot 10^5} \text{ N/m}^2$$

$$\eta_{hl} = \frac{p_e}{p_{\text{es}}} \Rightarrow \eta_{hl} = \frac{1,568 \cdot 10^5}{2,218 \cdot 10^5} = 0,707$$

$$\eta_{hl} = \frac{p_e}{p_{\text{man}}} \Rightarrow \eta_{hl} = \frac{1,568 \cdot 10^5}{1,918 \cdot 10^5} = 0,817$$

$$\eta_{hp} = \frac{p_{\text{man}}}{p_{\text{es}}} = \eta_{hp} = \frac{1,918 \cdot 10^5}{2,218 \cdot 10^5} = 0,865$$

v6

B12.287 Genni:

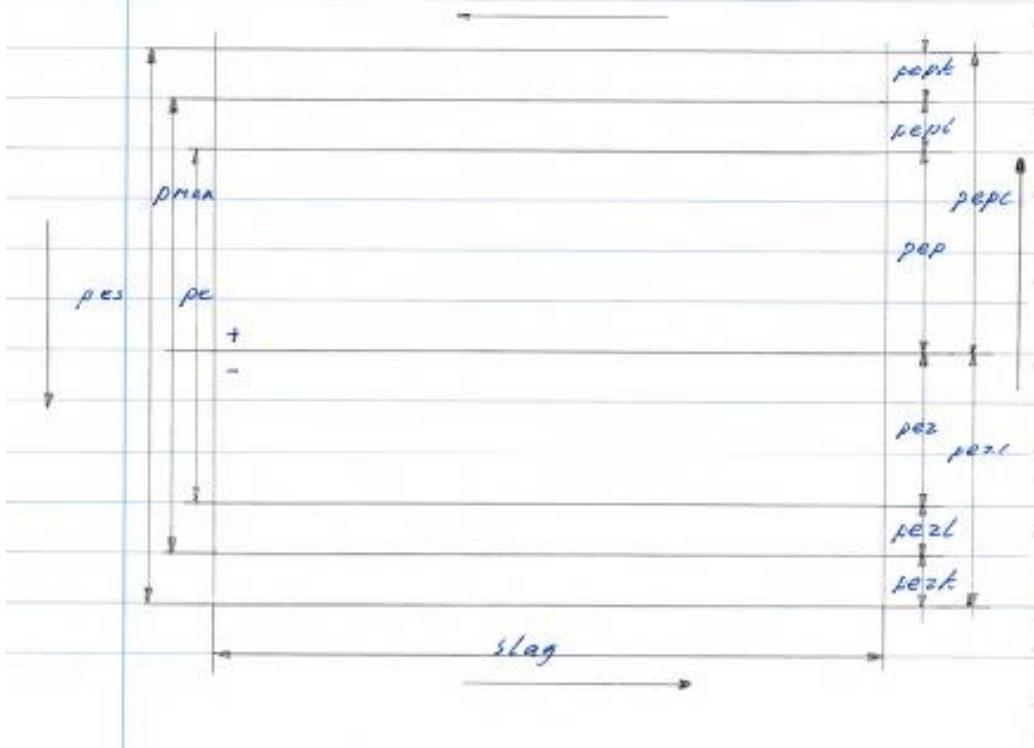
a) De verhoelste opbrengst vld pomp is in m^3 per uur.

$$q_{VW} = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot s \cdot n \cdot q_{vol} = m^3/\text{sec.} \approx$$

$$q_{VW} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,18m)^2 \cdot 0,25m \cdot 21\text{sec.} \cdot 0,98 \approx$$

$$q_{VW} = 0,0196 m^3/\text{sec.} = \underline{\underline{q_V = 0,196 m^3/\text{h}}}$$

b) Een indicatiediagram



w 4-20

c) De onderdruk in de cilinder tijdens de zuigslag.

$$p_{ezc} = p_{ez} + p_{el} + p_{ek}$$

$$p_{ez} = h \cdot f \cdot g \cdot \frac{F}{A}$$

$$p_{ez} = 7 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2$$

$$p_{ez} = 69 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$p_{ezc} = 69 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 - 0,15 \cdot 10^5 = 68 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$p_{ezc} = \underline{\underline{- 0,74 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

d) Aanwijzing vacuümometer.

$$h_2 = 5 - 0,6 = \underline{\underline{4,4 \text{ m}}}$$

$$p = h \cdot f \cdot g \cdot \frac{F}{A}$$

$$p = 4,4 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2$$

$$p = 4312 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Aanwijzing Vacuümometer is:

$$0,4312 \cdot 10^5 + p_{el} \text{ N/m}^2$$

$$0,4312 \cdot 10^5 + 0,15 \cdot 10^5 = \underline{\underline{- 0,5812 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}} \quad (\text{p}_{ezwkl})$$

of overdruk in de cilinder lydtens de passlag.

$$p_{\text{app}} = p_{\text{atm}} + p_{\text{ext}} + p_{\text{ext}}$$

$$p_{\text{atm}} = h \cdot f \cdot g$$

$$p_{\text{atm}} = 25 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2 \approx$$

$$p_{\text{atm}} = \underline{\underline{2,45 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

$$p_{\text{ext}} = (2,45 + 0,25 + 0,15) \cdot 10^5 = \underline{\underline{2,85 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

A) Aanlegging ^{mano} ~~vacuum~~ metel.

$$h_2 = 25 - 0,95 = \underline{\underline{24,05 \text{ m}}}$$

$$p = h_2 \cdot f \cdot g$$

$$p = 24,05 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2 \approx$$

$$p = 2,4059 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Aanlegging ^{mano} ~~vacuum~~ metel is

$$2,4059 \cdot 10^5 + p_{\text{ext}} \approx$$

$$2,4059 \cdot 10^5 + 0,25 \cdot 10^5 =$$

$$\underline{\underline{2,6559 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \quad (\text{pepk})}}$$

Wg - 21

g) Het indicatielast vermogen

$$p_i = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot p_{es}}{1000}$$

$$p_{es} = p_{epl} - p_{ezc}$$

$$p_{es} = 4,85 \cdot 10^5 - (-0,48 \cdot 10^5)$$

$$p_{es} = \underline{\underline{3,59 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

$$p_i = \frac{\frac{1}{4} \pi (7,18)^2 \cdot 0,25 \cdot 2/5 \cdot 3,59 \cdot 10^5}{1000} \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{p_i = 4,57 \text{ kN}}}$$

h) Het vermogen v/d aandrijfmotor.

$$p_e = \frac{p_i}{\eta_{motor}} \Rightarrow p_e = \frac{4,57 \text{ kN}}{0,9} = \underline{\underline{5 \text{ kN}}}$$

i) De normalelastische opvoerhoogte

$$p_{man} = p_{ewk} - p_{azk} + h \cdot f_g \quad h = 0,6 + 0,45 = 1,05 \text{ m}$$

$$p_{man} = 2,6559 \cdot 10^5 - (-0,5812 \cdot 10^5) =$$

$$p_{man} = 3,2371 \cdot 10^5 + 1,05 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2 \Rightarrow$$

$$p_{max} = 3,2371 \cdot 10^5 + 0,1029 \cdot 10^5 \Rightarrow$$

$$\underline{p_{max} = 3,34 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$$

ST

$$p_{man} = p_{ez} - p_{el} + p_{ep} + p_{pl}$$

$$p_{man} = (-0,99 - (-0,11) + 2,45 + 0,25) \cdot 10^5$$

$$\underline{p_{man} = 3,34 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$$

1) 2hi, 2hl, 2hp

$$2hi = \frac{pe}{pes} \quad pe = p_{ep} - p_{ez}$$

$$pe = 2,45 - (-0,99) = 2,94 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$2hi = \frac{2,94 \cdot 10^5}{3,59 \cdot 10^5} = \underline{\underline{0,82}}$$

$$2hl = \frac{pe}{p_{max}} \Rightarrow 2hl = \frac{2,94 \cdot 10^5}{3,34 \cdot 10^5} = \underline{\underline{0,88}}$$

$$2hp = \frac{p_{max}}{pes} \Rightarrow 2hp = \frac{3,34 \cdot 10^5}{3,59 \cdot 10^5} = \underline{\underline{0,93}}$$

Wg-22

k) plunjer en slang d.

zie blz 290

$$d_s = 0,141 \text{ m} = \underline{\underline{141 \text{ mm}}}$$

Cg

wet van Bernoulli "wg-12"

geen lekdant opgave.

I - II

8 cm



$$\text{Gegev: } q_{VW} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$A_1 = 100 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{water} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$A_2 = 10 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{kruik} = 1360 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/sec}^2$$

$$h_1, h_2$$

0,19 m

Gegev: V_1 en V_2

haal de h in mHg.

Opl:

De continuiteits vergelijking is

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$q_{vw} = A_1 \cdot V_1$$

$$V_1 = q_{vw} : A_1$$

$$60 \text{ m}^3/\text{h} : 0,01 \text{ m}^2 =$$

$$V_1 = \frac{60 \text{ m}^3/\text{h}}{0,01 \text{ m}^2} = 6000 \text{ m}/\text{h} : 3600 = \underline{\underline{1,7 \text{ m/sec}}}$$

$$V_2 = q_{vw} : A_2$$

$$60 \text{ m}^3/\text{h} : 0,001 \text{ m}^2 =$$

$$V_2 = \frac{60}{0,001} = 60.000 \text{ m}/\text{h} : \underline{\underline{16,7 \text{ m/sec}}}$$

b) Hoogte h is te bepalen indien P_1 en P_2 bekend zijn.

$$h_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2g} = c$$

Wg - 23

h = plaatshoogte

p_e = statische drukhoogte
 $\rho \cdot g$

$\frac{V_1}{z \cdot g}$ = dynamische drukhoogte.

$$p_{e1} - p_{e2} = \rho \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$p_{e1} - p_{e2} = \rho \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} \Rightarrow$$

$$p_{e1} - p_{e2} = 1000 \text{ kg/m}^3 \frac{(16,67^2 - 1,67^2)}{2} \Rightarrow$$

$$p_{e1} - p_{e2} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 137,55 \text{ m/sec}^2 \Rightarrow$$

$$p_{e1} - p_{e2} = 137550 \text{ kgm/sec}^2 =$$

$$\underline{\underline{137550 \text{ dyn}}}$$

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

$$P = h \cdot f \cdot g \Rightarrow$$

$$137550 \text{ Nm} = h \cdot 13600 \text{ kg/m}^2 \cdot 10 \text{ m/sec}^2 \cdot g$$

$$h = \frac{137550 \text{ kgm/sec}^2}{13600 \text{ kg/m}^2 \cdot 10 \text{ m/sec}^2} = 1,01 \text{ m}$$

Centrifugaal pompen.

B12 322

Totaal te overbruggen 10 m hoogteverschil

10 uitgezet in druk $\Rightarrow p_{zz} + p_{pp} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

$$p = h \cdot f \cdot g$$

Vanwege de in de leidingen aanwezige

weerstand moet de vaatier een vermogen

11 leveren groot genoeg om de 10 m te overbruggen.

uitgezet in druk $\Rightarrow p_{zz} + p_{pp} + p_{pl} + p_{rl} =$

$$p_{eman} = 1,1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Vanwege de in de pomp aanwezige weerstand

moet de vaatier nog een extra inspanning

W9-27

leveren op deze t overwinnen

$$\underline{12} \quad b \times 1 \text{ m wt} \Rightarrow 11 + 1 = 12 \text{ m wt.}$$

uitgezakt in druk \(\Rightarrow\)

$$p_{ezl} + p_{ep} + p_{epl} + p_{ezl} + \text{weerstand pomp} = \\ (p_{eph} + p_{ezl})$$

$$\underline{\underline{p_{es} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

Hydraulisch rendement

$$Q_{hl} = \frac{P_e}{\rho g man} = \frac{10}{11}$$

$$Q_{hp} = \frac{\rho g man}{\rho g s} = \frac{11}{12}$$

$$Q_{hi} = Q_{hl} \cdot Q_{hp} = \frac{10}{11} \cdot \frac{11}{12} = \frac{10}{12} \Rightarrow$$

$$Q_{hi} = \frac{P_e}{\rho g s} = \frac{10}{12}$$

Eulerse opvoerhoogte

$$p_e = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f$$

$$p_e = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \cdot k$$

$$p_{es} = p_e \cdot k$$

$$p_{es} = \frac{p_e}{\eta_{hi}} \Rightarrow \frac{p_e}{\eta_{hi}} = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \cdot k$$

$$p_{es} = \frac{p_{eman}}{\eta_{hp}} \Rightarrow \frac{p_{eman}}{\eta_{hp}} = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \cdot k \quad !$$

1) p_{eman} = aflezing manometer + aflezing vacuum
meter + verschil in maters tussen de
maters (h. g. f.)

2) $P_{eman} = \frac{p_{ep} + p_{ez} + p_{el} + p_{el}}{p_e}$

3) $P_{eman} = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \cdot k \cdot \eta_{hp}$
geldt voor centrifugaal pompen



Wk 25

Blz 324

$$q_{vv} = q_{vol}$$

$$q_v$$

Arbeid = inlaadheid . kracht.

$$W = V \cdot A.P$$

$$W = q_v \cdot P.e.$$

vb blz zie voorbeeld

329

Gevr:

a) De verkeerde volume stroom vld pomp.

De verkeerde pomp opbrengst is

$$q_{vv} = 0,9 \cdot \pi \cdot d_i \cdot b_i \cdot V_a \cdot q_{vol} \Rightarrow$$

$$q_{vv} = 0,9 \cdot \pi \cdot 0,27m \cdot 0,08m \cdot 3 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 0,99 \Rightarrow$$

$$q_{vv} = 0,172 \text{ m}^3/\text{sec} = \underline{\underline{620 \text{ m}^3/h}}$$

0,9 = de doorlocht.

b) De ruimtebroedsta ba

$$q_{vv} = 0,9 \cdot \pi \cdot d_u \cdot b_u \cdot V_a \cdot q_{vol}$$

$$0,172 \text{ m}^3/\text{sec} = 0,9 \cdot 0,36 \text{ m} \cdot 6 \text{ m} \cdot 3 \text{ m/sec} \cdot 0,99 \cdot \pi / 4$$

$$0,172 \text{ m}^3/\text{sec} = 6 \text{ m} \cdot 2,87 \text{ m}^2/\text{sec} \Rightarrow$$

$$6 \text{ m} = \frac{0,172 \text{ m}^3/\text{sec}}{2,87 \text{ m}^2/\text{sec}} = 0,060 \text{ m} = \underline{\underline{60 \text{ mm}}}$$

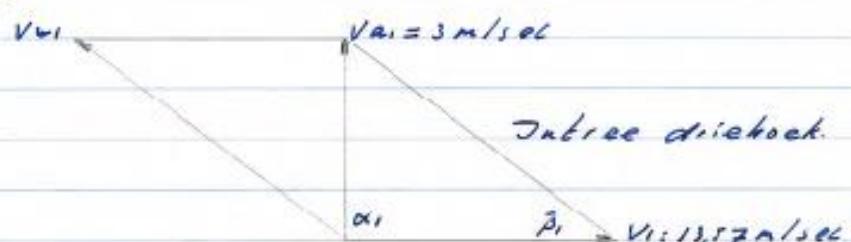
c) $V_1 - V_2 = V_{w1} - V_{w2}$ en V_{a2}

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \Rightarrow V_1 = \frac{\pi \cdot d \cdot 16 \text{ l/sec}}{60 \text{ N.V.T. (min)}} \Rightarrow$$

$$- V_1 = \pi \cdot 0,27 \text{ m} \cdot 16 \text{ l/sec} = \underline{\underline{13,57 \text{ m/sec}}}$$

$$- V_2 = \pi \cdot d \cdot n \Rightarrow V_2 = \pi \cdot 0,36 \cdot 16 \text{ l/sec} = \underline{\underline{18,09 \text{ m/sec}}}$$

- V_{w2} = relatieve introansneldheid t.o.v water
 $\beta_2 = 90^\circ$



WG - 26

$$V_{A1} = 3 \text{ m/sec}$$

$$V_1 = 13,57 \text{ m/sec}$$

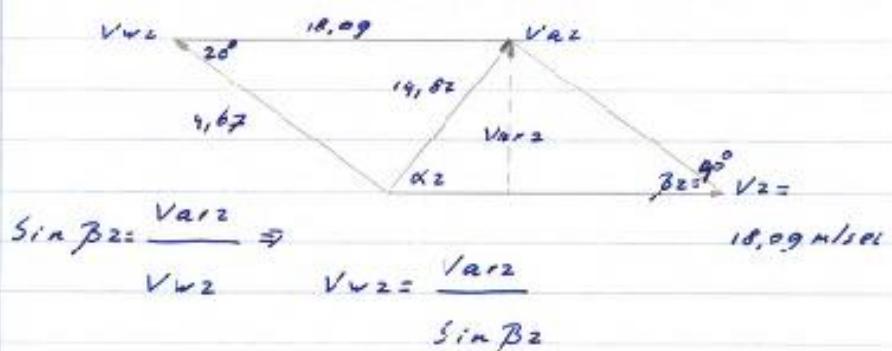
$$\beta_1 = \frac{V_{A1}}{V_1} = \frac{3}{13,57} = \tan 0,2210 = 12,47^\circ = \underline{\underline{12^\circ 28'}}$$

$$V_{W1} \Rightarrow \sin \beta_1 = \frac{V_{A1}}{V_{W1}} \Rightarrow V_{W1} = \frac{V_{A1}}{\sin \beta_1} \Rightarrow$$

$$V_{W1} = \frac{3 \text{ m/sec}}{\sin 12^\circ 28'} \Rightarrow V_{W1} = \underline{\underline{13,89 \text{ m/sec}}}$$

- V_{W2} = relatieve uitreesnelheid l.o.v waaien

uitreesnelheid driehoek.



$$V_{w2} : \frac{V_{az2}}{\sin \beta_2} \Rightarrow V_{w2} = \frac{3 \text{ m/sec}}{\sin 40^\circ} = \underline{\underline{4,67 \text{ m/sec}}}$$

- V_{az} : absolute windrichting

los regelloopassen

$$V_{az2}^2 = V_2^2 + V_{w2}^2 - 2 \cdot V_2 \cdot V_{w2} \cdot \cos \beta_2 \Rightarrow$$

$$V_{az2}^2 = 18,09^2 + 4,67^2 - 2 \cdot 18,09 \cdot 4,67 \cdot \cos 40^\circ \Rightarrow$$

$$V_{az2}^2 = 349,057 - 129,411 = 219,626 \Rightarrow$$

$$V_{az2} = \sqrt{219,626} = \underline{\underline{14,82 \text{ m/sec}}}$$

d) De aerodynamische opvoerdrift.

Rekenen: $V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \cdot k \cdot \rho_{hp}$

$$V_2 = 18,09 \text{ m/sec} \quad k = 0,8$$

$$V_{az2} = 14,82 \text{ m/sec} \quad \rho_{hp} = 0,85$$

$$f = 1000 \text{ kg/m}^3$$

W₃₋₂₇

$\alpha_2 \Rightarrow$

$$\frac{V_{w2}}{\sin \alpha} = \frac{V_{az}}{\sin \beta} \Rightarrow \frac{4,67}{\sin \alpha} = \frac{14,82}{\sin 40^\circ} \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \frac{4,67 \cdot \sin 40^\circ}{14,82} = 0,702 = 11,68^\circ = \underline{\underline{11^\circ 41'}}$$

$$P_{man} = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \cdot k \cdot \eta_{hp} \Rightarrow$$

$$P_{man} = 18,09 \text{ m/sec.} 14,82 \text{ m/sec.} \cos 11,68^\circ \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{P_{man} = 1,785 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}}$$

$$\begin{aligned} \text{zie } W_3-27 \\ \text{zij } Pe: \frac{P_{man}}{1,785 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2} &= \rho_{man} \cdot \eta_{hp} \cdot h \\ &\Rightarrow P_{man} = Pe \cdot \eta_{hp} \cdot h \\ &\quad Pe = V_2 \cdot V_{az} \cdot \cos \alpha_2 \cdot f \end{aligned}$$

$$P_{man} = h_{man} \cdot f \cdot g \Rightarrow$$

$$1,785 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = h_{man} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2$$

$$h_{man} = \frac{1,785 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/sec}^2} = \underline{\underline{18,2 \text{ m wh.}}}$$

a) Het motorvermogen.

$$P_E = \frac{q_{vv} \cdot \rho_{eman}}{1000 \cdot \eta_{tot}}$$

$$\eta_{tot} = \eta_{ach} \cdot \eta_{vol} \cdot \eta_{hp} =$$

$$\eta_{tot} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 0,85 = \underline{\underline{0,7191}}$$

$$P_E = \frac{620 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,785 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}{0,7191 \cdot 1000} = \frac{153900}{3600} =$$

$$\underline{\underline{42,75 \text{ kW}}}$$

Verbrandings motoren 6215

wa kunnen 3 soorten verbrandingen.

a) diffuse-verbranding = langdurige terughaaksing vb kaarsvlam

b) simultane verbranding = gelijktijdige verbranding (de één begon voor de andere)

W4-28

c) progressieve verbranding = trapsgewijze loerende verbranding.

Op de verbrandingsnotoren is c de belangrijkste.

Katalisator en verbrandingsmotor

Meng. ol motor

(aangepaste motor)

- lood = giftig (direct)
- + lood = lood maakt de benzine klapvast,
verhoogt de zelfontbrandingst. ten.
(vaardoor hogere compressie)
(hoger rendement)
(meer vermogen)
- + lood = smerende werking.
- lood = "zure regen" chemische reactie waarin
bepaalde zuren voorkomen.

Hillende gassen bevatten o.a.

CO (koolmonoxide)

HC (koolwaterstof)

NOx (stikstofoxyde)

(x kunnen verschillende stoffen
zijn)

Amerikaans systeem (1972)

- 1) arm mengsel
- 2) uitlaatgassen opnieuw vermengen met inlaatluft.
- 3) leedvrije benzine
- 4) 3-regtkatalysator (optimale mengselverhouding en een constante temperatuur zijn hierbij noodzakelijk)

Een 3-regtkatalysator zet het HC-CO-NOX gebied daags om.

10-15% rendementsverhoging.

De lean burn motor (leedvrij) (nieuwe motor)

Dit motor is in staat "arme" mengsels te comprimeren. (speciale voor vld verbrandingsruimte)

Nadeel: grote uitlaat NOx.

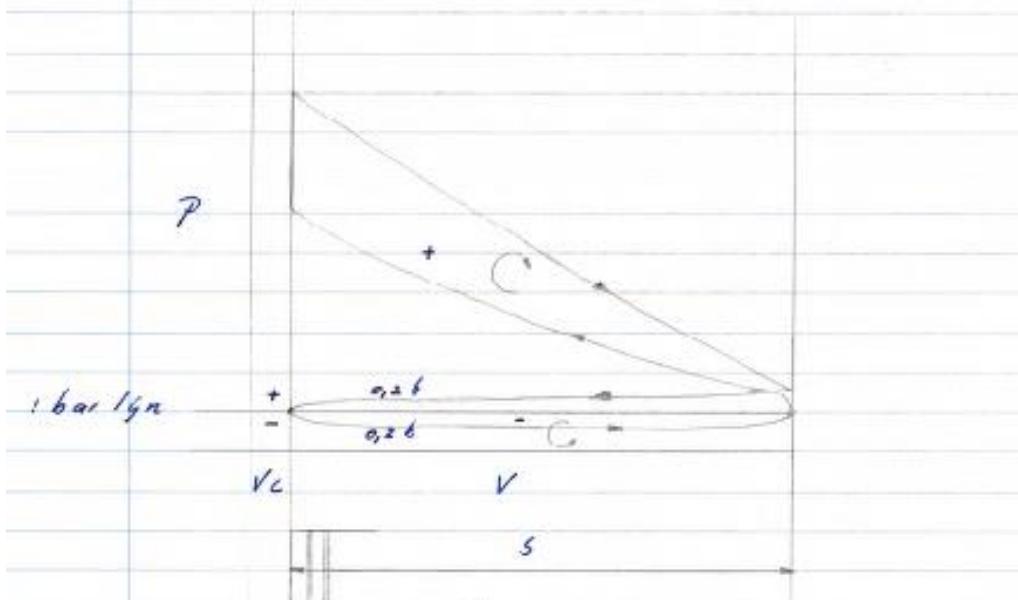
Dit is niet een 1-reg katalysator om te zetten.

15-25% rendementsverhoging

W4 - 29

Afz 21) Indicatorkravemogen

De verhouding $\frac{\text{verbrandingsruimte} + \text{slagvolume}}{\text{verbrandingsruimte}}$
noemt men het compressieverhoud.



→ positieve arbeid

→ negatieve arbeid.

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s$$

Het indicatielijvermogen is (pl)

$$\text{pi} = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot p_{\text{geen}} \cdot s \cdot n}{2 \cdot 1000}$$

Z = aantal cilinders

$z = 4$ slag = slagen arbeid.

$1000 =$ voor kr

$n = \text{omsl} / \text{sec.}$ arb delen door 60

v6 b2

24 Greg: 4 cil vierstag motor

cil d = 100 mm

s = 100 mm

$p_{\text{geen}} = 66 = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

$n = 4000 / \text{min}$

Gere: Het indicatielijvermogen.

opl:

$$\text{pi} = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot p_{\text{geen}} \cdot s \cdot n}{2 \cdot 1000} \Rightarrow$$

$$\text{pi} = 4 \cdot \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 100 \text{ mm} \cdot 4000 / \text{min}}{2 \cdot 1000 \cdot 60} \Rightarrow$$

$$\text{pi} = \underline{\underline{h_2, 0 \text{ kN}}} = \underline{\underline{85 \text{ pk}}}$$

W4-30

P_e : effectief vermogen.

De verhouding is $\frac{P_e}{P_i}$ en is het mech rendement

$$\eta_{mech} = \frac{P_e}{P_i}$$

$$stel \eta_{mech} = 0,9 \Rightarrow$$

$$\eta_{mech} = \frac{P_e}{P_i} \Rightarrow 0,9 = \frac{P_e}{62,8 \text{ kN}} \Rightarrow$$

$$P_e = 0,9 \cdot 62,8 \text{ kN} = \underline{\underline{56,52 \text{ kN}}}$$

(Handwritten note: A large curved arrow points from the calculated value back up towards the original question or problem statement.)

Nokken diagram.

Tal open 20° voor O.D.P.

Tal sluit 60° na O.D.P.

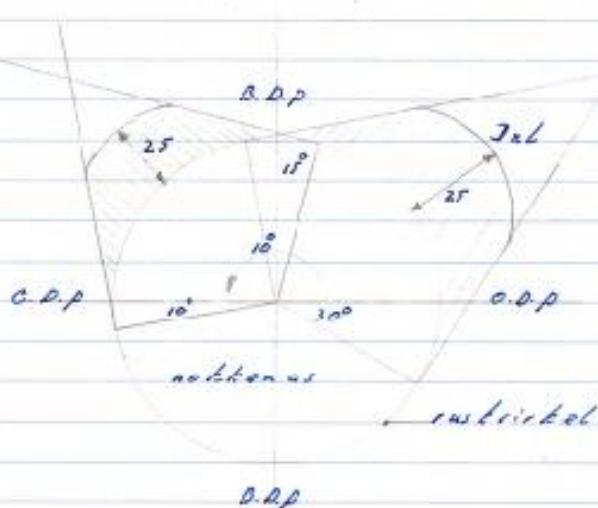
kruias graden

Uit open 20° voor O.D.P.

Uit sluit 30° na O.D.P.

nokhoogte asmen

nok constructie.



De gegeven graden zijn altijd kruias graden.

bij links omdraaiende nokkenas zit de inlaat
nok rechts

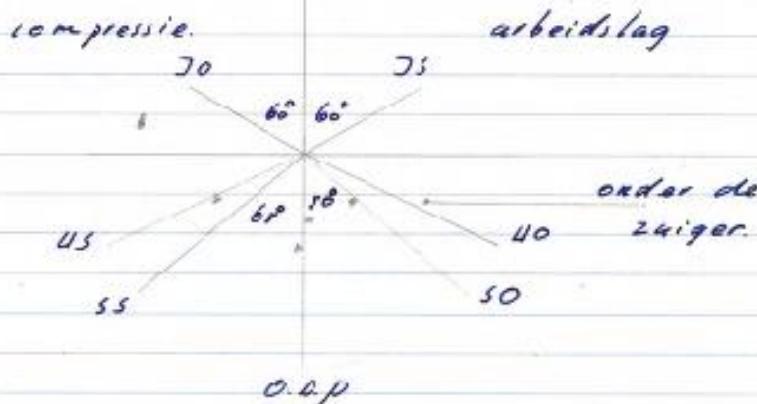
W4 = 31

Kenteken diagram tweeslagmotor

Draairichting rechts om.

B.D.P

boven de zuiger



$$\rho_i = \frac{2 \cdot \frac{1}{9} \cdot \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot p_{geen}}{66 \cdot 1000 \cdot 2} \quad (\text{vier slag})$$

$$\rho_i = \frac{2 \cdot \frac{1}{9} \cdot \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot p_{geen}}{66 \cdot 1000} \quad (\text{twee slag})$$

De peis zijn verschillend bij de twee en vier slag.

Het rendement is dus niet 2x zo veel bij een 2 slag t.o.v. een vier slag.

Het bedragt ongeveer 1,2 : 1 = 4 slag.

1,2 : 2 slag.

De verliezen ontstaan o.a door

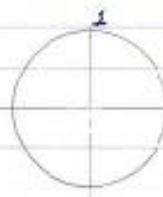
- 1) korte sluitverlies (spoelpoort en uitlaatpoort open)
- 2) afvoer verlies (spoelpoort dicht uitlaatpoort open)
- 3) arbeidsvermindering i.v.m. compressie functie.
- 4) de vulling is slapper.

van de twee slag motoren heeft de tweeslag diesal het hoogste rendement 1,8:1

Arbeids processen

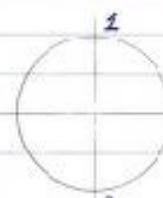
bij 58

	0	180	360	540	720
1	A	U	J	C	
2	onts volgorde 2				



2 cil motor (4 slag)

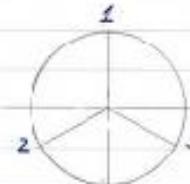
	0	180	360	540	720
1	A	U	J	C	
2	J	C	A	U	



Wg-3.2

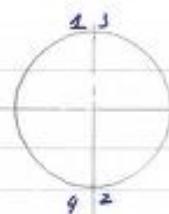
3 cil motor (4 slag)

	0	180	360	540	720
1	A	U	J	C	
2	U	J	C	A	U
3	J	C	A	U	J
ontsl volgorde 1-3-2					

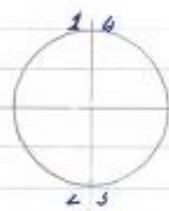


4 cil motor (4 slag)

	0	180	360	540	720
1	A	U	J	C	
2	U	J	C	A	
3	J	C	A	U	
4	C	A	U	J	
ontsl volgorde 1-4-3-2					



	0	180	360	540	720
1	A	U	J	C	
2	C	A	U	J	
3	U	J	C	A	
4	J	C	A	U	
ontsl volgorde 2-2-4-3					

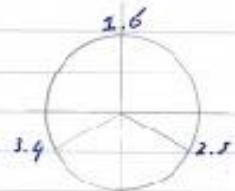


	0	180	360	540	720
1	A	U	J	C	
2	U	J	C	A	
3	C	A	U	J	
4	J	C	A	U	
ontsl volg 2-3-1-4					

ontsl volg 2-3-1-4

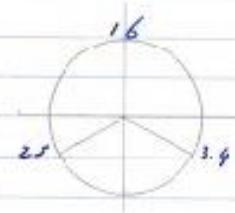
6 cil motor 4 slag

	0	180	360	540	720
1	A	C	J	C	
2	J	C	A	C	J
3	C	J	C	A	C
4	C	A	C	J	C
5	A	C	J	C	A
6	J	C	A	C	



volgorde 1-4-2-6-3-5

	0	180	360	540	720
1	A	C	J	C	
2	C	J	C	A	C
3	J	C	A	C	J
4	A	C	J	C	A
5	C	A	C	J	C
6	J	C	A	C	



volgorde 1-5-3-6-2-4

Ds een 6 cil begint elke $\frac{720}{6} = 120^\circ$ daer

arbeids slag.

Elke arbeids slag blijft 180° duren en dus
een overlap van $180 - 120 = 60^\circ$

Wat moet gegeven zijn:

1^e 2/3 slag

2^e hoe is de krukas opstelling

Wg- 33

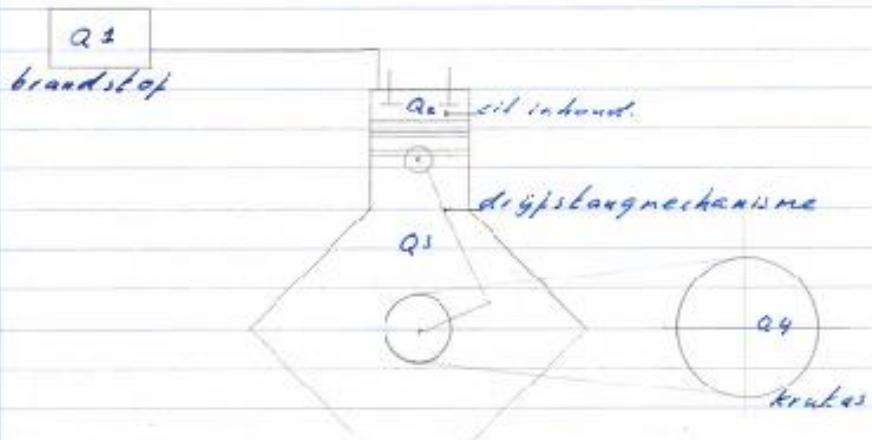
Sneling van motoren

b12 66

Viscositeits index ↑ kleine veranderingen
 lange index
 ↓ grote veranderingen
 kleine index

Rendementen, vermogens en brandstof
verbruik.

b12 A1 Arbeid levert arbeid. Ligt bij het brandstofverbruik.



Q_1 = De calorische waarde in de brandstof
aanwezig in kJ

Q_2 = Energie welke uit de brandstof wordt gehaald

Q_3 = Energie welke in arbeid op het trukdrijet-

slang mechanisme wordt omgezet.

Q_4 : arbeid aan de krukas afgegeven.

$$\frac{Q_4}{Q_1} = \eta_{tot}$$

$\frac{Q_2}{Q_1} + \frac{Q_3}{Q_1} = \text{thermisch rendement}$
verbrandings
rendement.

- Doorvoerde verbrandingswaarde (proefstand opstelling; waardes) (wordt nooit meegenomen)

- Ondante verbrandingswaarde
Normaal brandstof (Wa) 61282

$$\eta_{mech} = \frac{P_e}{P_i}$$

$$b_e = \frac{B}{D} \quad D: \text{kg brandstof (Normaal in kg)}$$

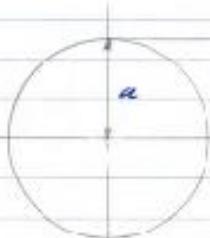
P_e (kWh) p_e : wachtelijk vermogen
(krukas vermogen)

$$p_e = \frac{B}{b_e} \quad b_i = \frac{B}{P_i}$$

$$\eta_{mech} = \frac{b_i/b_e}{D/b_e} = \frac{B}{b_e} \cdot \frac{b_i}{D} = \frac{b_i}{b_e}$$

wg-39

- Vermogen = kracht, snelheid



$$\text{Snelheid: } V = \pi \cdot d \cdot n \\ V = \pi \cdot 2 \cdot a \cdot n$$

$$\text{Kracht: } F$$

$$\text{Vermogen: } F \cdot V = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

$$P_e = \pi \cdot d \cdot n \cdot F \cdot a \quad ? \quad M_w = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} \\ D_a = \pi \cdot d \cdot n \cdot M_w \quad \underline{\underline{60}}$$

waarschijnligh.

Is pe in watt \Rightarrow Mw in Nm

Is pe in kw \Rightarrow Mw in kNm

$$M_w \text{ in } \frac{N \cdot m}{s} \quad M_w \text{ in } \frac{kg \cdot m^2}{s} \quad D: 92. \frac{40.200}{42.200} \text{ (per kg)}$$

6e 21 De opeenvolgende verbrandingswaarde van benzine is
gemiddeld $n: 42.700 \text{ kJ/kg}$
u diesel olie: 41.800 kJ/kg

$$\text{blz 82} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \eta_{bi} / \text{thermisch rendement}$$

$$\frac{Q_4}{Q_3} = \eta_{mech} / \text{mechanisch rendement}$$

$$\frac{Q_1}{Q_i} = \eta_{tot} / \text{totale rendement}$$

$1 \text{ kwh} = 1 \text{ kWh/sec} = 1 \text{ kN.m/sec}$
 wordt gedurende een uur 1 kwh geleverd, d.w.z.
 3600 sec iedere sec 1 kN.m dan zegt men
 dat 1 kilowattuur kwh is geleverd.

$$1 \text{ kwh} = 3600 \text{ kJ}$$

De onderste verbrandingswaarde van normaal
 brandstof is 42.000 kJ/kg.

blz 85 Zie opgave blz 86

v6

Gev:

-a) P_e P_e : effectief vermogen.

$$P_e = 2.70.114,2$$

$$P_e = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot \rho g e n \cdot s \cdot n}{2 \cdot 1000} = \text{kW}$$

Wg - 35

$$Z_{mech} = \frac{P_e}{\rho_i}$$

$P_e = 2.70.1100.12$

$$P_e = 2.70.6 \text{ kNm} \cdot 51.000 = \underline{\underline{188,5 \text{ kN}}}$$

$$188,5 \text{ kNm/sec} = \underline{\underline{188,5 \text{ kN}}}$$

-b) ρ_i

$$Z_{mech} = \frac{P_e}{\rho_i} \Rightarrow 0,85 = \frac{188,5}{\rho_i} \Rightarrow \rho_i = \frac{188,5}{0,85} =$$

$$\underline{\underline{221,8 \text{ kg}}}$$

-c) Normaal brandstof verbruik be

$$be = \frac{\beta}{P_e}$$

$\beta = \text{kg brandstof/normality}$

$$be = \frac{42 \cdot \frac{40.200 \text{ kJ/kg}}{42.000 \text{ kJ/kg}}}{188,5 \text{ kN}} \Rightarrow be = \frac{40,2 \text{ kg}}{188,5 \text{ kN}} =$$

$$\underline{\underline{0,213 \text{ kg/kN}}}$$

-a) Normaal brandstof verbruik b_i

$$b_i = \frac{B}{\rho_i} \Rightarrow b_i = \frac{40.200 \text{ kJ/kg}}{42 \text{ kg} \cdot \frac{40.200 \text{ kJ/kg}}{42.000 \text{ kJ/kg}}} \Rightarrow b_i = 221,8 \text{ kwh}$$

$$b_i = \frac{40,2 \text{ kJ}}{221,8 \text{ kwh}} = \underline{\underline{0,181 \text{ kJ/kwh}}}$$

-c) Het thermisch rendement.

$$\eta_{th} = \frac{D_i \cdot 3600}{P_e \cdot \text{de. un}} \Rightarrow \eta_{th} = \frac{221,8 \text{ kwh} \cdot 3600 \text{ sec}}{180,5 \text{ kwh} \cdot 0,213 \text{ kg/kwh} \cdot 42.000 \text{ kJ/kg}}$$

$$\eta_{th} = \frac{798480}{1686321} = \underline{\underline{0,474}}$$

-f) Het totale rendement.

$$\eta_{tot} = \frac{P_e \cdot 3600}{P_e \cdot \text{de. un}} \Rightarrow \eta_{tot} = \frac{3600}{\text{de. un}} \Rightarrow$$

$$\eta_{tot} = \frac{3600 \text{ sec}}{0,213 \text{ kg/kwh} \cdot 42.000 \text{ kJ/kg}} = \underline{\underline{0,402}}$$

wy - 36

Opmerking:

$$\eta_{ti} \cdot \eta_{mech} = \eta_{tot}$$

$$0,473 \cdot 0,85 = \underline{\underline{0,402}}$$

-g) De cilinderdiameter en de slag.

Cilinderdiam = slag.

$$\rho_i = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot \text{pegen}}{2 \cdot 1000} \Rightarrow$$

$$\rho_i = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot d \cdot n \cdot \text{pegen}}{2 \cdot 1000} \Rightarrow$$

$$\rho_i = \frac{\frac{1}{4} \pi \cdot d^3 \cdot n \cdot \text{pegen}}{2 \cdot 1000} \Rightarrow$$

$$221,8 \text{ kw} = 9 \cdot \frac{\frac{1}{4} \pi \cdot d^3 \cdot s/\text{sec} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}{2 \cdot 1000} \Rightarrow$$

$$221,8 \text{ kw} \cdot 2 \cdot 1000 = 9 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d^3 \cdot s/\text{sec} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 \Rightarrow$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{493600}{15707963}} = 0,309 \text{ m} =$$

$$d : s = \underline{\underline{0,309 \text{ m}}}$$