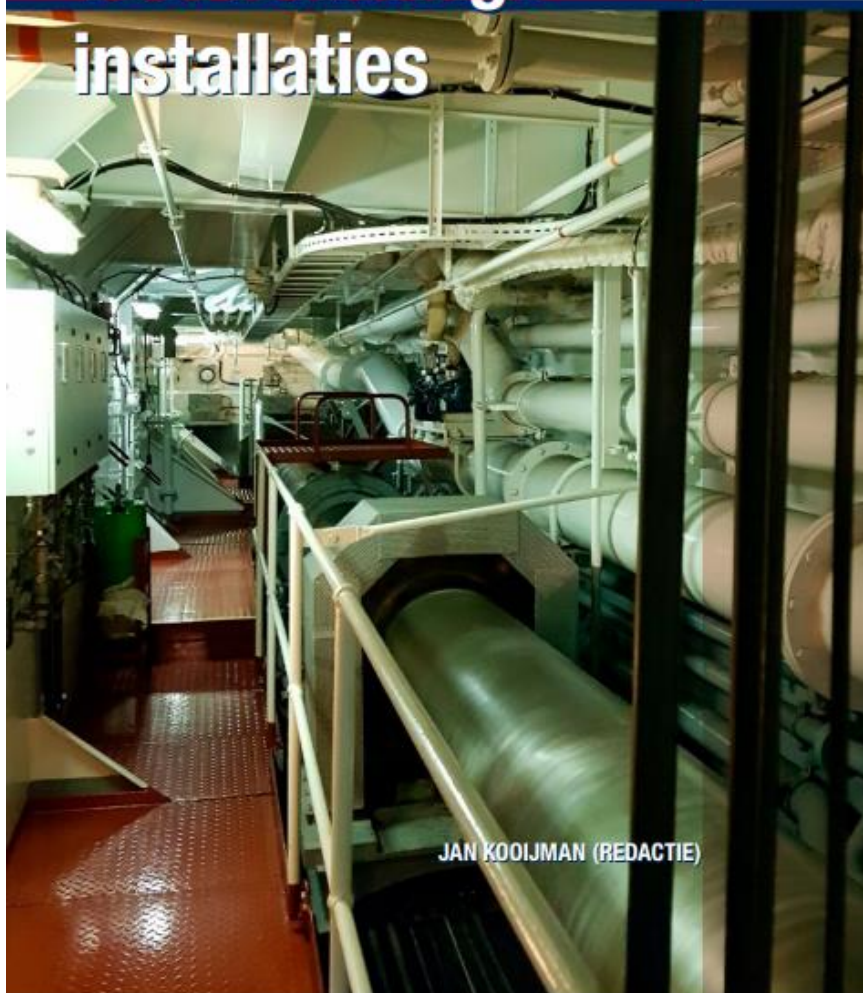


# Voortstuwings- installaties



JAN KOIJMAN (REDACTIE)

## Vragen bij *Voortstuwingsinstallaties*

Albert Strating

 **POLESTAR  
PUBLISHING**

Redactie en opmaak: ampersand & ampersand producties, Landsmeer  
©2023, Polestar Publishing

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/ of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De inhoud van deze uitgave is met de grootste zorg samengesteld. We hebben geprobeerd rechthebbenden te achterhalen en in te lichten. Als u denkt dat een bepaalde vermelding van eigenaar en copyright onjuist of onvolledig is, kunt u contact opnemen met Polestar Publishing.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint or any other means without written permission from the publisher. The content of this book has been composed with utmost care and effort.

We have attempted to contact and inform each and all titleholders. If you feel that a specific notification of ownership and/or copyright is incorrect or incomplete, please inform us and contact Polestar Publishing.

# Voorwoord

Bij het boek *Voortstuwingsinstallaties* (onder redactie van Jan Kooijman) heeft coauteur Albert Strating, docent aan de Scheepvaartopleiding van ROC Vonk, deze set vragen en bijbehorende antwoorden samengesteld. Het is een verbeterde en geheel herziene versie van een eerdere uitgave. Als dit voor een hoofdstuk van toepassing is, zijn er rekenopgaven opgenomen. Tevens heeft de auteur een Excel-sheets ontwikkeld waarmee rekenopgaven getoetst kunnen worden. Deze zijn te vinden op de site van de uitgever.

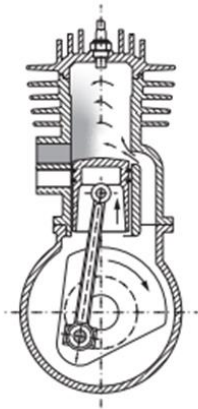
Voor meer informatie: [www.polestar-publishing.com](http://www.polestar-publishing.com)

## ***Inhoud***

Hoofdstuk 1 Werking van de motor.....	5
Hoofdstuk 2 Inrichting dieselmotor, basisbegrippen en definities. ....	7
Hoofdstuk 3 Werkingsprincipe van een 2- en 4-slagdieselmotor .....	11
Hoofdstuk 4 Indeling en inrichting van dieselmotoren .....	16
Hoofdstuk 5 Klepbeweging, luchtvoorziening en brandstofinspuiting .....	20
Hoofdstuk 6 Brandstof .....	26
Hoofdstuk 7 Brandstofsysteem .....	31
Hoofdstuk 8 Smering en smeersysteem .....	33
Hoofdstuk 9 Motorkoeling en koelsystemen .....	37
Hoofdstuk 10 Startsystemen.....	40
Hoofdstuk 11 Motoren, opbouw en onderdelen.....	47
Hoofdstuk 12 Krukwegdiagrammen 2-slag- en 4-slagmotoren.....	53
Hoofdstuk 13 Onderdelen schroefas.....	59
Hoofdstuk 14 Voortstuwing.....	62
Hoofdstuk 15 Lagers.....	64
Hoofdstuk 16 Bijzondere reparaties .....	66
Hoofdstuk 17 Drukvvulling .....	67
Hoofdstuk 18 Verstuivers .....	70
Hoofdstuk 19 Brandstofpompen .....	74
Hoofdstuk 20 Ontsteking en verbranding.....	79
Hoofdstuk 21 Indicateurdiagrammen .....	82
Hoofdstuk 22 Berekenen vermogensformules, warmtebalans en rendement ....	86
Hoofdstuk 23 Motorveiligheid.....	91
Hoofdstuk 24 Structurele delen, uitlijning en bevestiging.....	93
Hoofdstuk 25 Motordrijfwerk.....	97
Hoofdstuk 26 Mechanica van het motordrijfwerk .....	107
Hoofdstuk 27 Belasting van de voortstuwingmotor .....	110
Hoofdstuk 28 Overbrengingen.....	119
Hoofdstuk 29 Scheepsschroeven .....	122
Hoofdstuk 30 Bunkeren.....	125
Hoofdstuk 31 Milieu .....	130
Hoofdstuk 32 Procedures, Veiligheid, Marine and Environment .....	134

## *Hoofdstuk 1 Werking van de motor*

1. Geef een definitie van een verbrandingsmotor.
2. Wat zijn de meest voorkomende soort motoren aan boord van schepen en waarvoor worden ze gebruikt?
3. Waardoor wordt het schip werkelijk voortgestuwd?
4. Wat is een roerpropeller en wat is het grote voordeel van deze constructie?
5. Waarmee kan je een waterjet vergelijken? Noem een bekende toepassing van de waterjet.
6. Noem een aantal toepassingen van dieselmotoren (niet alleen in de scheepvaart).
7. Noem vijf warmtewerktuigen en geef bij alle vijf aan waarvoor ze gebruikt worden in de scheepvaart.
8. Welke indeling naar brandstof ken je bij verbrandingsmotoren?
9. Welke twee inwendige processen ken je bij verbrandingsmotoren?
10. Hoeveel omwentelingen van de krukas duurt het 2-slagproces? Wat betekent ODP en BDP?
11. Wat voor een motor zie je hier?

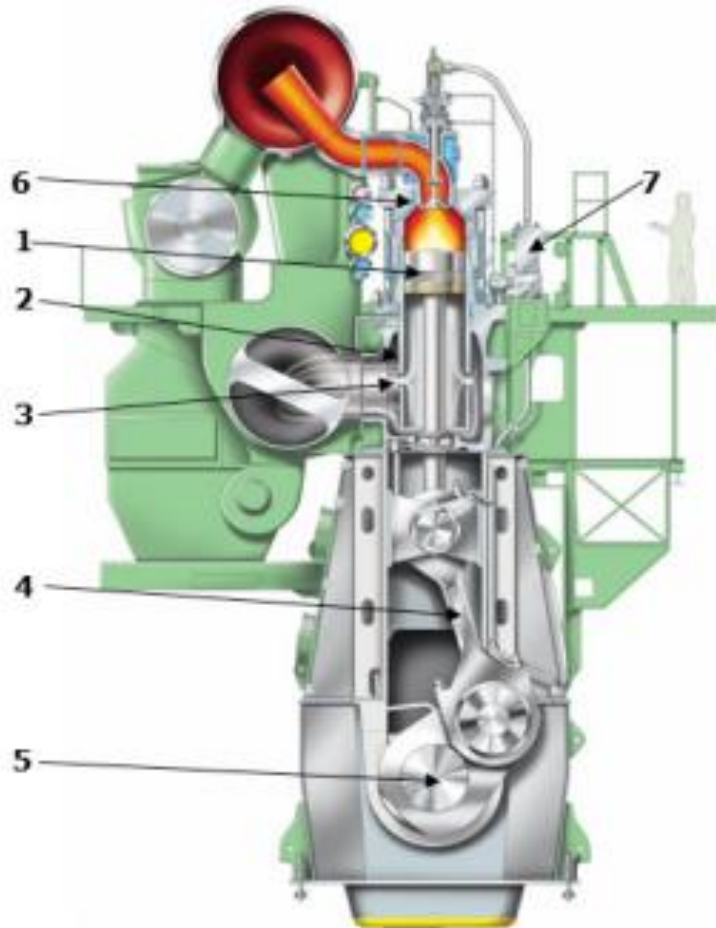


12. Een benzinemotor (Ottomotor) is een mengselmotor. Wat wordt hiermee bedoeld?
13. Wat is de functie van de carburateur bij een benzinemotor?
14. Wat is de functie van de bougie bij een benzinemotor?
15. Hoe noemt men de openingen in de cilinder van een 2-slagmotor en welke verschillende zijn er? Welk onderdeel regelt het openen en sluiten van deze openingen?

16. Noem de twee slagen waaruit het 2-slagproces bestaat. Noem ook de bijbehorende fasen.
17. Beschrijf wat er gebeurt nadat de zuiger door het ODP omhoog gaat tot deze het BDP heeft bereikt.
18. Waardoor wordt de zuiger 'met kracht' naar beneden geduwd? Beschrijf wat er vervolgens gebeurt.
19. Waarin vindt de vermenging van lucht en benzine plaats? In welk deel van dit apparaat wordt de lucht met de benzine gemengd?
20. Waarvoor dienen de zuigerveren?
21. Een dieselmotor werkt volgens een heel ander principe dan een benzine-motor. Noem twee belangrijke verschillen tussen een dieselmotor en een benzinemotor.
22. Verklaar waarom een dieselmotor geen bougie nodig heeft.
23. Een dieselmotor heeft geen carburateur. Op welke manier komt bij een dieselmotor de brandstof dan in de cilinder?
24. Leg uit waarom de zuigerveren van een dieselmotor sterker moeten zijn dan die van benzinemotoren.
25. Noem drie kenmerken van een benzinemotor.
26. Noem twee kenmerken van een dieselmotor.
27. Noem de slagen van 4-slagbenzinemotor.
28. Beschrijf wat er gebeurt tijdens de inlaatslag.
29. Beschrijf wat er gebeurt tijdens de compressieslag.
30. Beschrijf wat er gebeurt tijdens de arbeidsslag.
31. Beschrijf wat er gebeurt tijdens de uitlaatslag.
32. Wat verstaat men onder de klepoverlap?
33. Waarom draait bij een 4-slagmotor de nokkenas met de helft van het aantal omwentelingen van de krukas?
34. Wat verstaat men onder de arbeidsloze slagen?
35. Beschrijf de verschillen in het proces bij een benzinemotor en een dieselmotor.

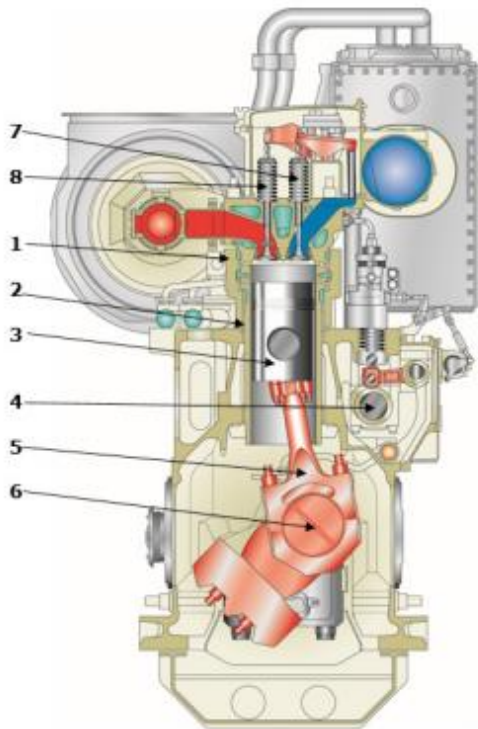
## *Hoofdstuk 2 Inrichting dieselmotor, basisbegrippen en definities.*

1. Wat voor een motor zie je hieronder? Geef de naam van onderdelen 1 t/m 6.



2. Hoe en waar komt de verse verbrandingslucht de cilinder binnen?
3. Welke twee onderdelen bevinden zich in het cilinderdeksel?
4. Hoe wordt de uitlaatklep geopend?
5. Wat bedoelt men met: de nokkenas wordt indirect via tandwielen door de krukas aangedreven?
6. Hoe kan je aan de buitenzijde van een motor zien of je te maken hebt met een 2-slag- of met een 4-slagmotor?

7. Wat voor een motor zie je hierna? Geef de naam van onderdelen 1 t/m 8.



8. Wat verstaat men onder een Ottomotor of mengselmotor?

9. Wat verstaat men onder een dieselmotor?

10. Geef de verschillen aan tussen een 2-slag- en een 4-slagmotor.

11. Verklaar de termen 'atmosferische motor' en 'motor met een turbo'.

12. Wat betekenen de afkortingen BDP en ODP? Waarvan zegt dit iets?

13. Wat verstaat men onder de slaglengte van de zuiger?

14. Wat gebeurt er zowel in het BDP als in het ODP?

15. Waarheen wijst de bijbehorende kruk wanneer de zuiger van een verticaal geplaatste motor in de laagste stand staat? Waarheen wijst de bijbehorende kruk wanneer de zuiger in de hoogste stand staat?

16. Wat verstaat men onder de cilinderdiameter of boring van een motor?

17. Wat verstaat men onder de kruk lengte 'r' van de kruk?

18. Leid het verband af tussen de zuigerslag en de kruk cirkel.

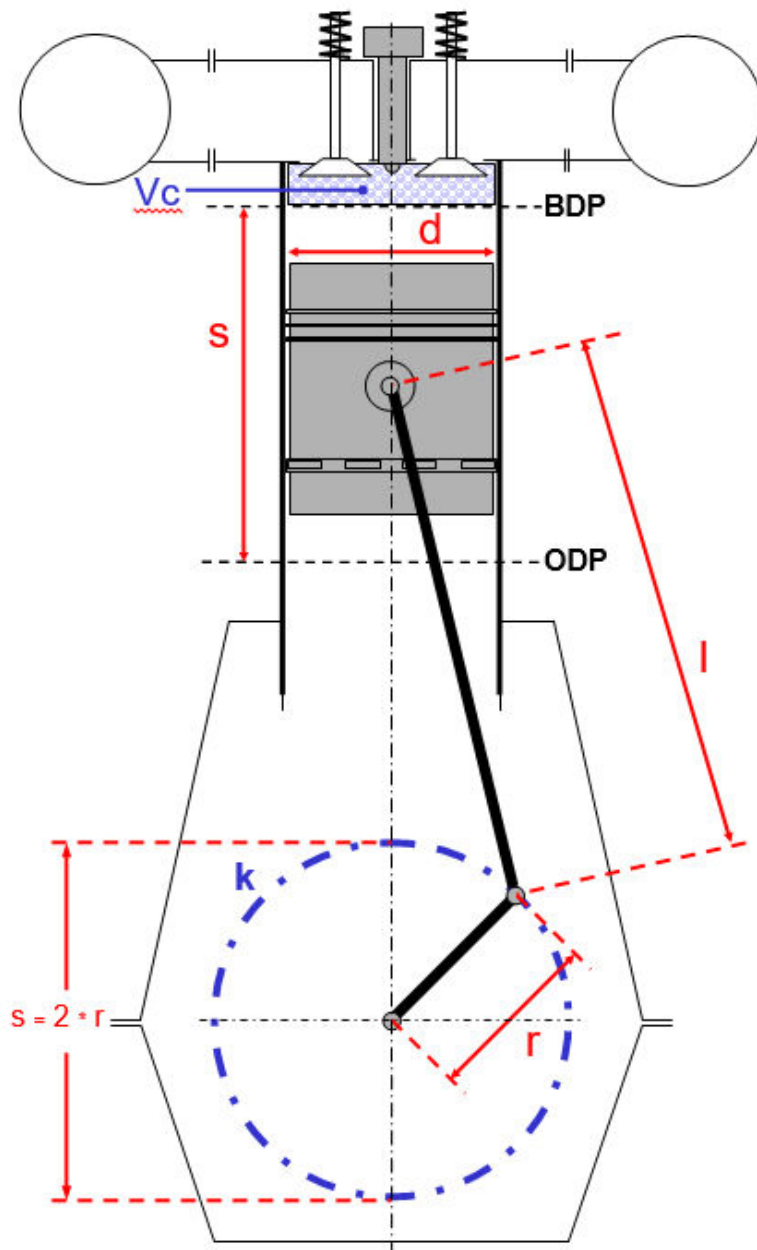
19. Wat verstaat men onder het slagvolume  $V_s$  van de zuiger en wat onder het gehele slagvolume?

20. Wat verstaat men onder het spoelen van een motor?



21. Van een John Deere 6-cilinder dieselmotor is de boring 106,5 mm en de slag 110 mm. Bereken het slagvolume per cilinder in  $\text{cm}^3$  en het totale slagvolume in liters.
22. Hoe noemt men, als de zuiger in het BDP staat, de ruimte die overblijft tussen de bovenkant van de zuiger en de onderkant van het cilinderdeksel? Waarop is de grootte van deze ruimte van invloed?
23. Beschrijf wat men onder de compressieverhouding verstaat.
24. Waarom noemt men dit de theoretische compressieverhouding?
25. Geeft de getoonde formule de werkelijke compressieverhouding of de theoretische compressieverhouding?  

$$\epsilon = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$
26. Wat is de formule voor de effectieve compressieverhouding?
27. Hoe hoog moet van een dieselmotor de eindcompressietemperatuur tijdens bedrijf zijn, om de ingespoten brandstof te laten ontsteken? Welke compressieverhouding is daar minimaal voor nodig?
28. Waarom kan bij een benzinemotor de compressieverhouding niet hoger worden dan 12 op 1?
29. Als van een motor de compressieverhouding en het totale slagvolume is gegeven, hoe kan je dan de compressieruimte uitrekenen?
30. Van een benzinemotor is het volgende bekend. Bereken de grootte van de compressieruimte.
- |                      |            |
|----------------------|------------|
| Totale slagvolume    | = 2,24 Ltr |
| Aantal cilinders     | = 4        |
| Compressieverhouding | = 9 : 1    |
31. In figuur 2.1 zie je een doorsnede van een dieselmotor. Wat is de slag-/diameterverhouding van deze motor?
32. Wat valt je op als je de diameter van de krukcijskel (k) vergelijkt met de slaglengte (s)?
33. Wat is de verhouding tussen de slaglengte (s) en de kruklenkte (r)?

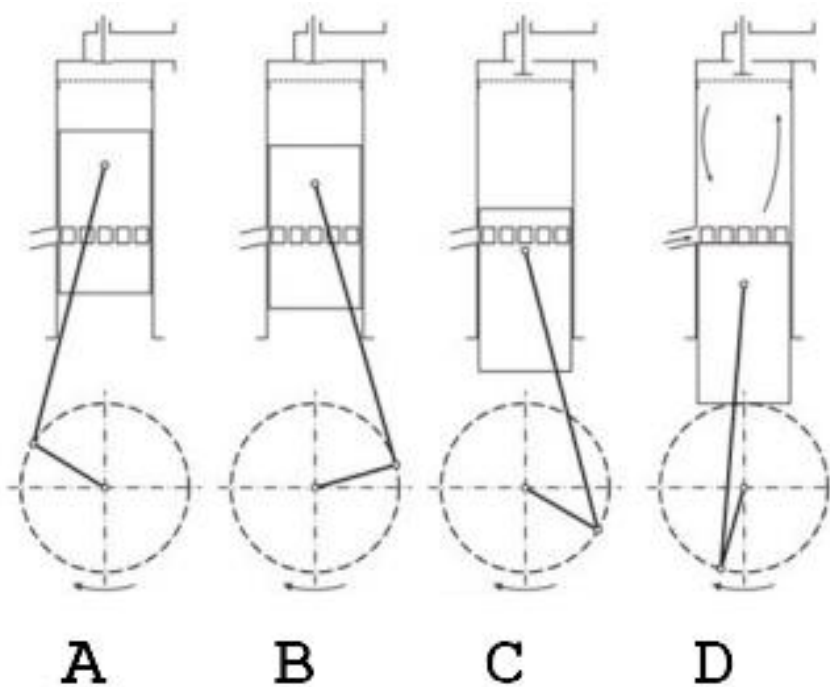


Figuur 2.1

34. Bereken het werkelijk slagvolume ( $V_s$ ) van deze motor in liters (kubieke decimeters), als gegeven is dat de diameter in werkelijkheid 30 cm is.
35. Bereken het compressievolumen (compressieruimte) in liters.
36. Bereken het (theoretische) compressievoud ( $\epsilon_{th}$ ) van deze motor. (Dit kan op twee manieren.)
37. Als deze motor een toerental heeft van 800 RPM (zie hoofdstuk 4.3), wat is dan de gemiddelde zuigersnelheid van deze motor?
38. Wat is de gemiddelde zuigersnelheid?

### *Hoofdstuk 3 Werkingsprincipe van een 2- en 4-slagdieselmotor*

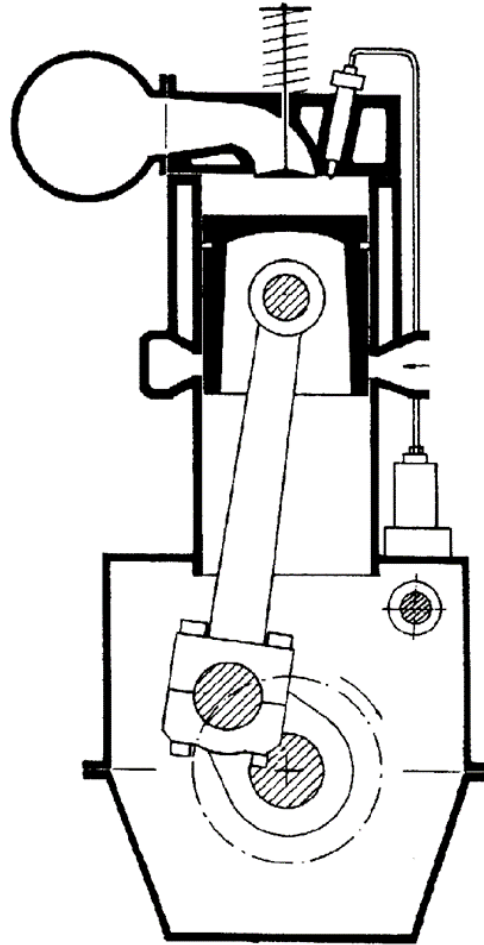
1. Hoeveel omwentelingen van de krukas duurt het volledige arbeidsproces bij een 2-slagdieselmotor?
2. Beschrijf wat er gebeurt tijdens de compressieslag bij een 2-slagdieselmotor.
3. Wat gebeurt er in de cilinder tijdens de arbeidsslag bij een 2-slagdieselmotor?
4. Wanneer begint het spoelen van de cilinder en wanneer eindigt dit?
5. Geef aan wat er gebeurt van A t/m D in figuur 3.1.



Figuur 3.1

6. Geef in de figuur 3.2 duidelijk met lijntjes en het cijfer aan waar onderstaande onderdelen zitten:

- 1 – uitlaatklep
- 2 – hoge-drukbrandstofpomp
- 3 – verstuiver
- 4 – zuiger
- 5 – drijfstang
- 6 – uitlaatgassenleiding
- 7 – nokkenas
- 8 – toevoer verbrandingslucht



7. Onderstaande gebeurtenissen hebben betrekking op de compressieslag. Zet ze in de goede volgorde vanaf het ODP.

- A: uitlaatklep sluit
- B: brandstof wordt ingespoten
- C: spoelpoorten worden afgesloten
- D: druk en temperatuur lopen op
- E: zuiger gaat omhoog

8. Hoe hoog kan de eindcompressiedruk worden bij 4-slagmotoren met drukvulling?

9. Wat is ongeveer de waarde van de eindcompressietemperatuur bij een 4-slagmotor met drukvulling?

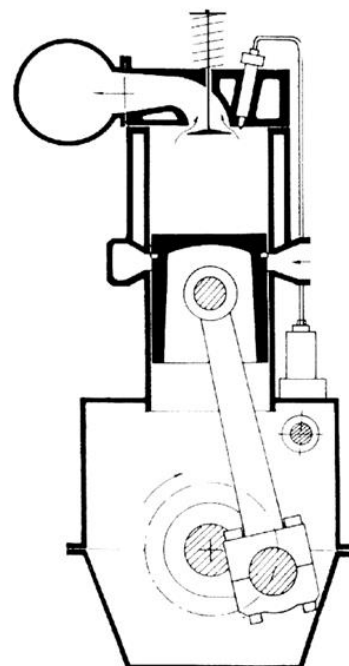
10. Zijn de compressiedruk en temperatuur bij een motor zonder drukvulling gelijk aan die van een motor met drukvulling? Verklaar je antwoord.

11. Wanneer wordt de brandstof in de cilinder gespoten?

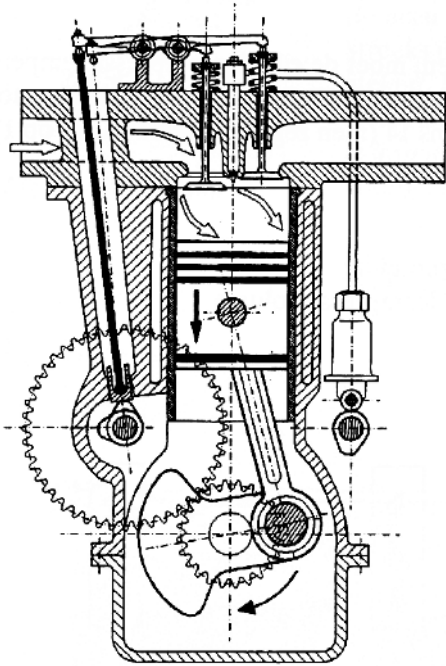
12. Hoe noem je de maximale druk in de cilinder tijdens de verbranding?

13. Hoe hoog wordt deze druk ongeveer?
14. Hoe noemen we het proces waarbij zowel de uitlaatklep als de spoelpoorten tegelijk open staan?
15. Geef drie redenen waarom bovenstaand proces belangrijk is.
16. Geef in de juiste volgorde de vier slagen van het 4-slagproces van een dieselmotor.
17. Beschrijf van een 4-slagdieselmotor de inlaatslag.
18. Beschrijf van een 4-slagdieselmotor de compressieslag.
19. Beschrijf van een 4-slagdieselmotor de arbeidsslag.
20. Beschrijf van een 4-slagdieselmotor de uitlaatslag.
21. Waarvoor wordt de energie gebruikt die in het vliegwiel is opgeslagen?
22. Onder welke hoek staan de krukken van een 4-cilindervierslagmotor?
23. Onder welke hoek staan de krukken van een 6-cilindervierslagmotor?
24. Levert een 4-slagmotor tweemaal zoveel arbeid als een 2-slagmotor, bij gelijk toerental en cilinderinhoud?
25. Verklaar je antwoord op vraag 24.
26. Als de brandstof wordt ingespoten en de zuiger komt in het BDP begint de arbeidsslag. Zet onderstaande gebeurtenissen in de goede volgorde vanaf het BDP.

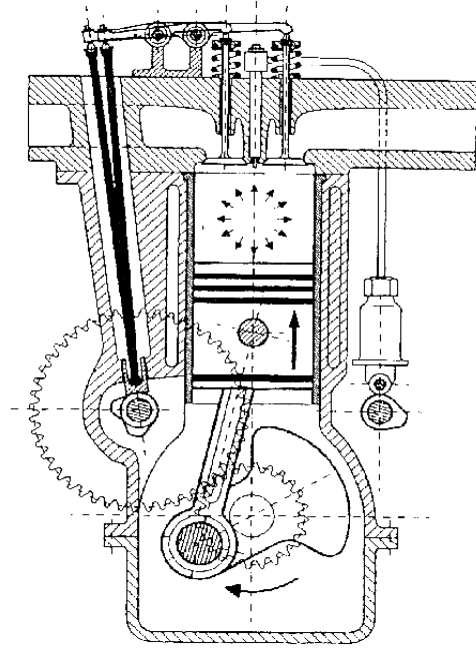
- A: uitlaatklep opent
- B: gassen expanderen
- C: spoelpoorten komen vrij
- D: druk en temperatuur lopen snel op
- E: zuiger wordt met grote kracht naar beneden gedrukt



27. Zijn onderstaande afbeeldingen van een 2-slag of een 4-slag-motor? Het zijn twee eenvoudige doorsneden van dezelfde motor, getekend op verschillende momenten in het arbeidsproces.



Afbeelding A



Afbeelding B

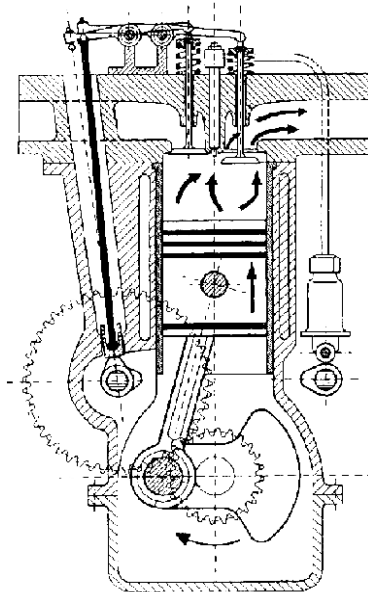
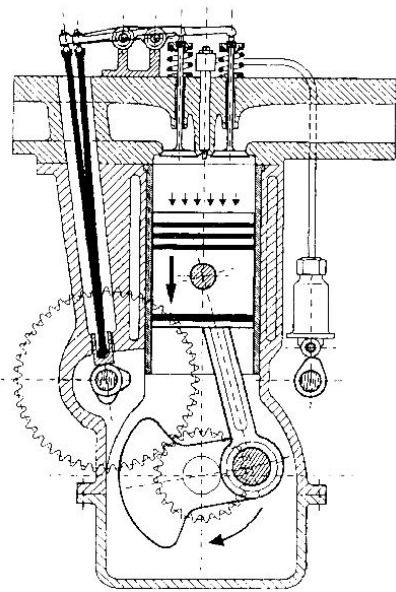
28. Welke slag is afgebeeld in afbeelding A?

29. Welke slag is afgebeeld in afbeelding B?

30. Welke slag is afgebeeld in afbeelding C hierna?

De twee afbeeldingen (C en D op de volgende pagina) zijn van dezelfde motor.

31. Welke slag is afgebeeld in afbeelding D?



Afbeelding C

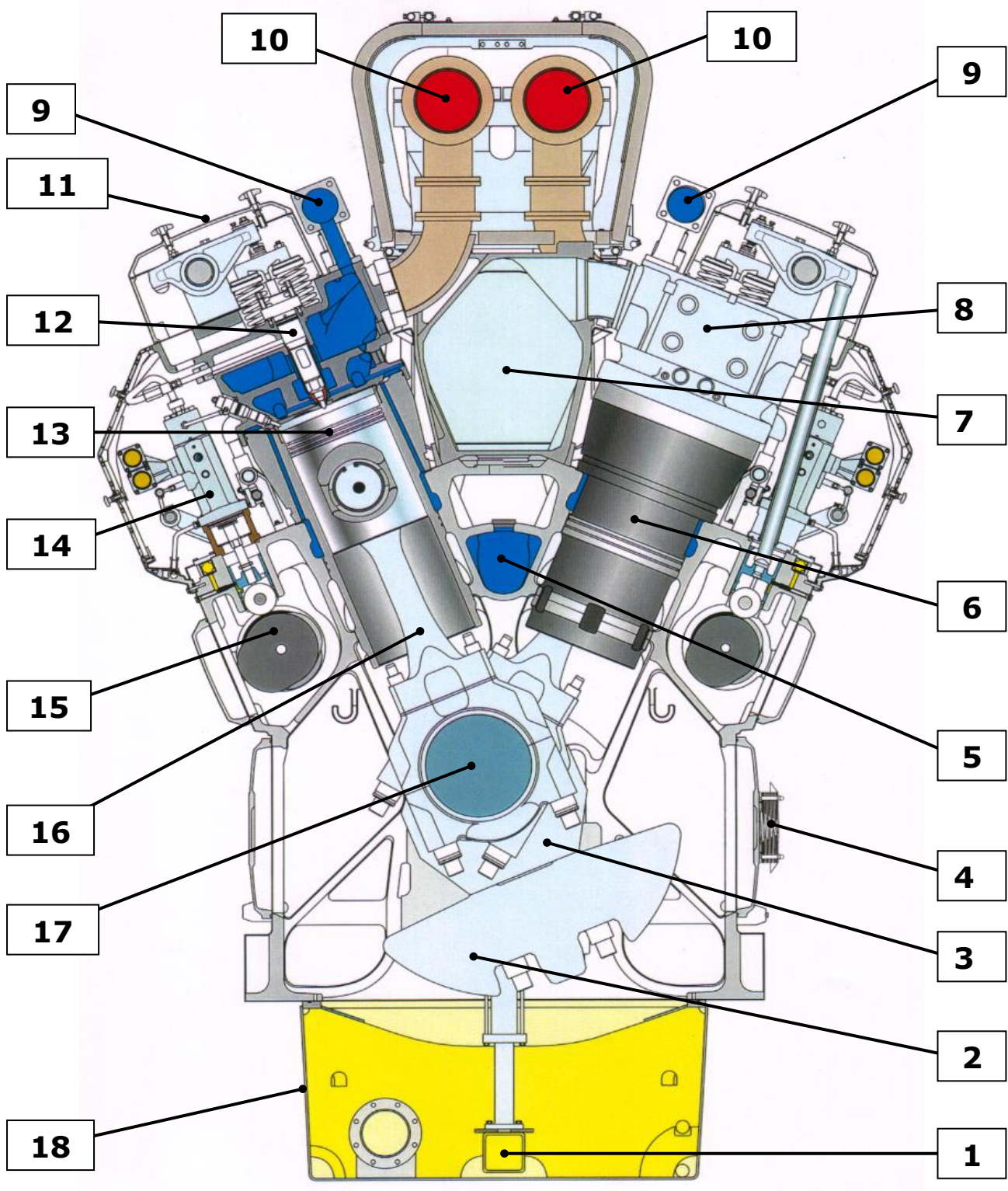
Afbeelding D

32. Wat is de functie van de tandwielen?
33. Waarom zijn deze tandwielen niet even groot?
34. Beschrijf in het kort wat het verschil is tussen het 4-slag- en het 2-slagproces. Gebruik in je beschrijving de volgende woorden: zuigerslagen, krukas.
35. Twee motoren met dezelfde afmetingen staan naast elkaar, de ene werkt volgens het 4-slagprincipe en de ander volgens het 2-slagprincipe. Als ze beide hetzelfde vermogen leveren, welke motor heeft dan het hoogste toerental en zo ja, waarom?

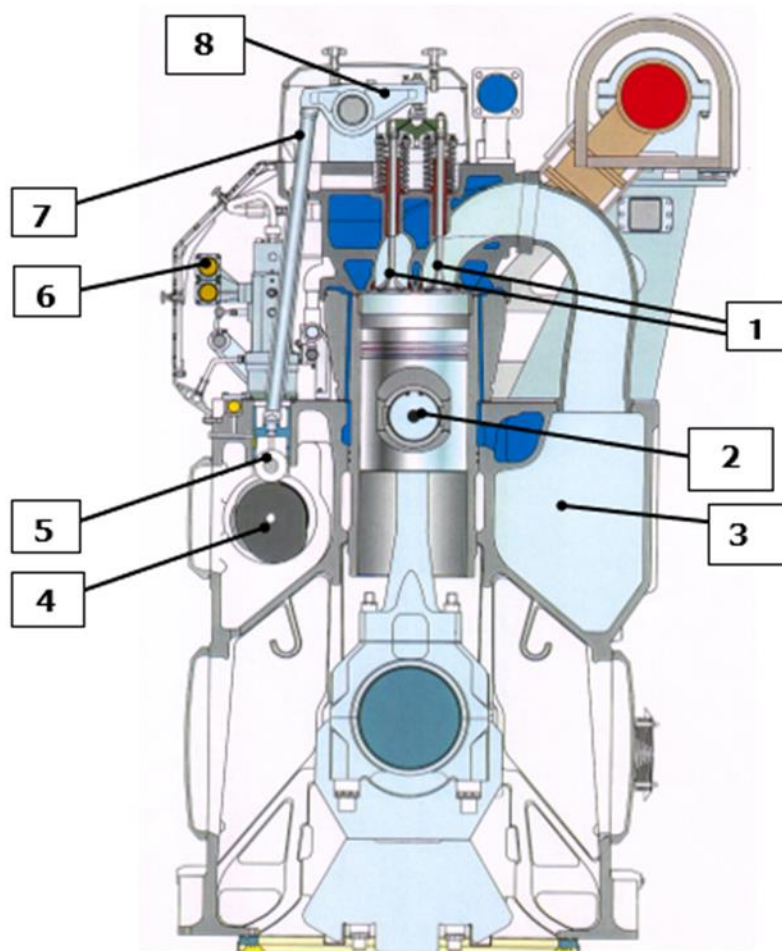
## *Hoofdstuk 4 Indeling en inrichting van dieselmotoren*

1. Hoe kunnen dieselmotoren worden ingedeeld?
2. Welke indeling wordt er gemaakt als men alleen naar het toerental kijkt?
3. Waarom leent een 2-slagmotor zich niet voor een hoog toerental? Hoe is dit bij een 4-slagmotor?
4. Hoe is de indeling naar constructie?
5. Beschrijf het constructieve verschil tussen een V-motor en een lijnmotor.
6. Wat is het voordeel van een V-motor ten opzichte van een lijnmotor?
7. Welke indeling kan je maken bij lijnmotoren?
8. Beschrijf in het kort het constructieve verschil tussen een trunkzuiger- en een kruishoofdmotor.
9. Welke indeling kunnen we maken naar werkwijze of principe?
10. Waartoe dient een vliegwiel op een motor?
11. Is dat nog steeds zo?
12. Welke indeling van motoren kan er gemaakt worden als je naar de toepassing kijkt?
13. Geef in het kort enkele verschillen aan tussen langzaam lopende 2-slagkruishoofdmotoren en 4-slagtrunkzuigermotoren.
14. Op het typeplaatje van een scheepsdieselmotor staat:  $n = 720$  RPM. Wat betekent dit?
15. Bereken de rotatiefrequentie van deze motor.
16. Geef een verklaring waarom de motor uit vraag 15 een 'middelsnelloper' wordt genoemd.
17. In welk geval spreken we van een 'langzaamlopende' motor?
18. In welk geval spreken we van een 'snelloper'?
19. Wat verstaan we onder een lijnmotor?
20. Wat verstaan we onder een V-motor?
21. Hieronder staat een doorsnede van een motor. Benoem de onderdelen 1 tot en met 18.





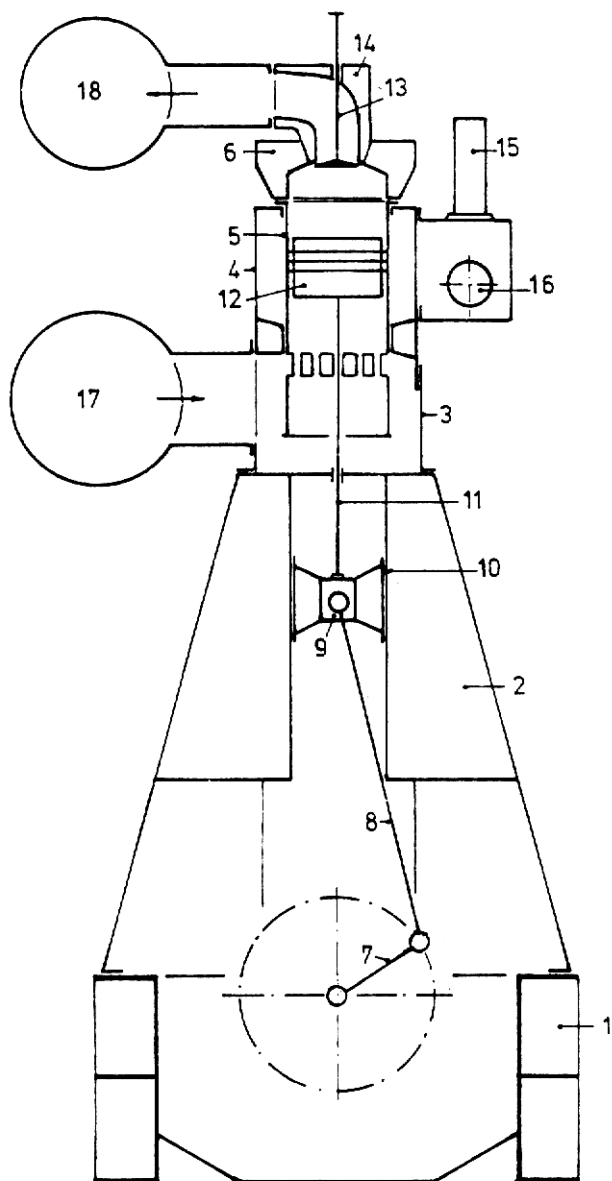
22. Dit is een doorsnede van een dieselmotor. Verklaar waarom dit een trunkzuigermotor is.



23. Benoem de onderdelen 1 t/m 8.

24. Noem drie type schepen waar bovenstaande motor als voortstuwingsmotor wordt gebruikt.

25. Hieronder staat een doorsnede van een scheepsdieselmotor zoals die veel op grote containerschepen staat. Waar kun je aan zien dat dit een 2-slagmotor is?



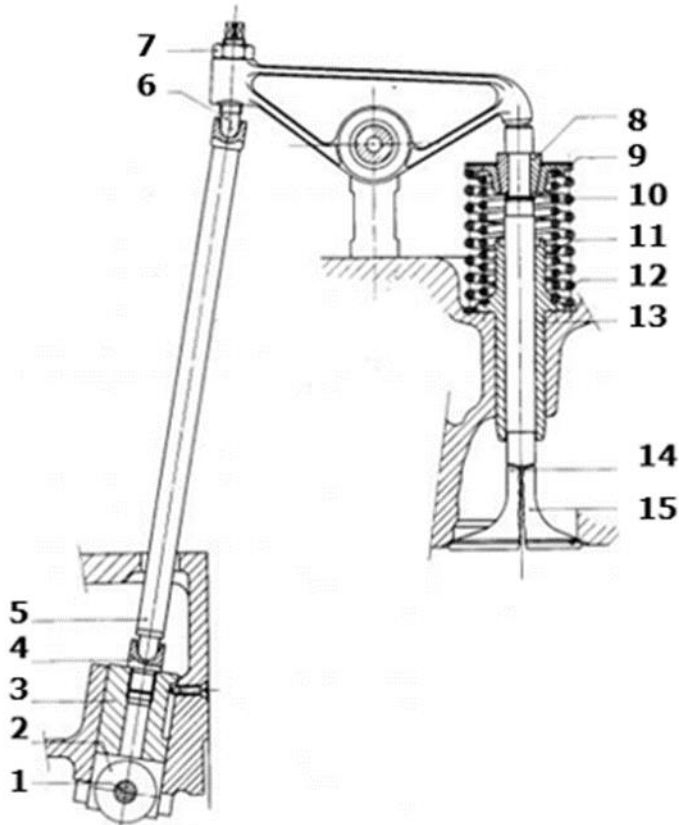
26. Benoem de onderdelen 1 t/m 18.

27. Wat is de functie van onderdeel 10?

28. Noem twee verschillen tussen de zuiger van een kruishoofdmotor en de zuiger van een trunkzuigermotor.

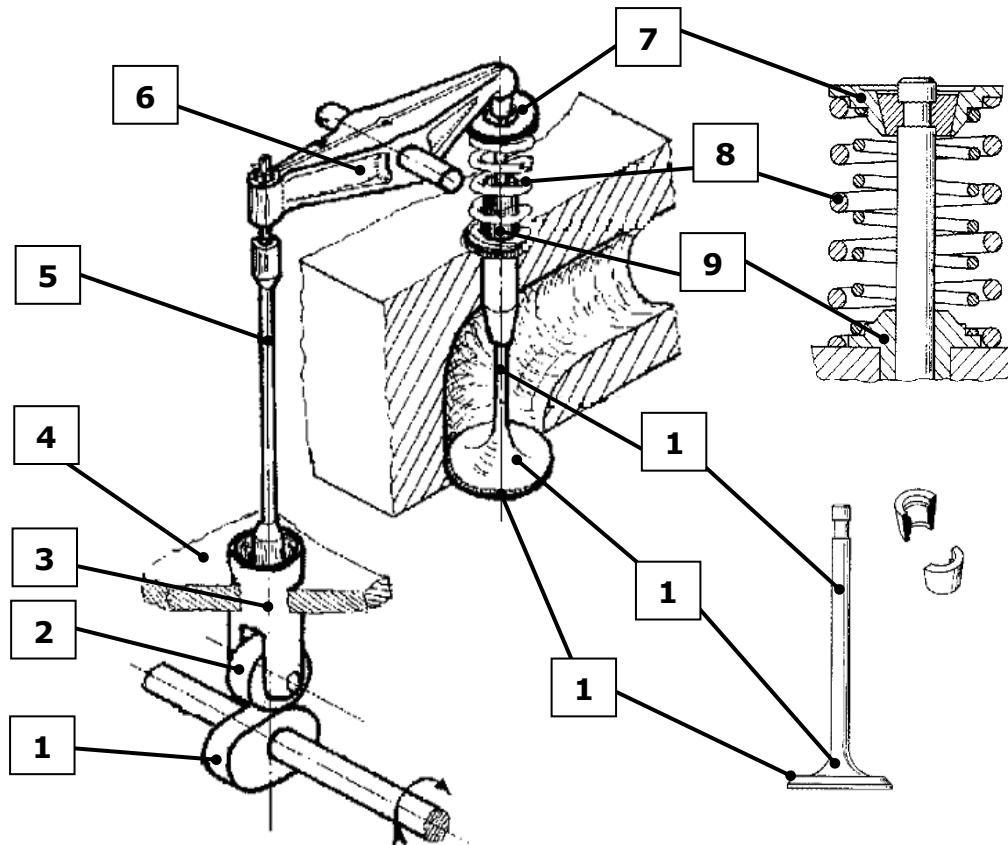
## Hoofdstuk 5 Klepbeweging, luchtvoorziening en brandstofinspuiting

1. Hoe worden de in- en uitlaatkleppen bij 4-slagmotoren geopend?
2. Wat is een nok? Waar bestaat deze uit?
3. Wat verstaat men onder het klepbewegingsmechanisme en hoe werkt het? Benoem de onderdelen in figuur 5.1.



Figuur 5.1

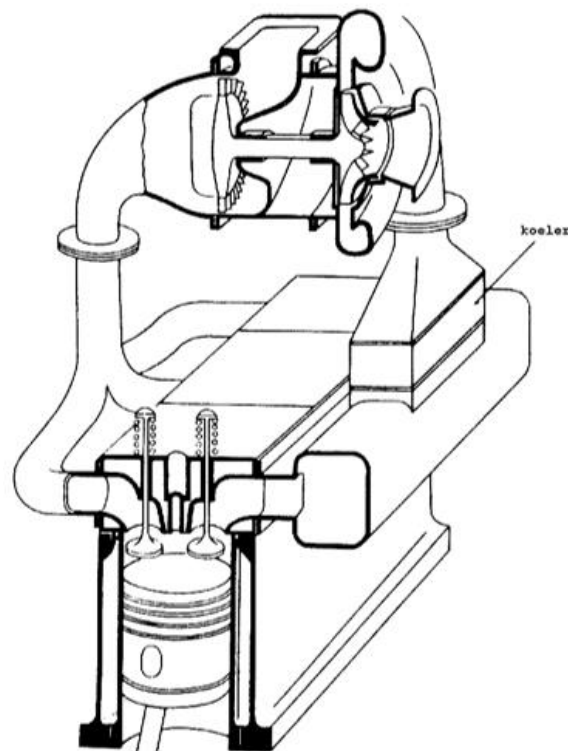
4. Waar dient de klepveer voor?
5. Wat kan men doen om het breken van een klepveer te voorkomen?
6. Wat zijn de benamingen van onderdeel 1 t/m 12 in figuur 5.2?



Figuur 5.2

7. Geef een beschrijving van de manier waarop de klep opent. Gebruik hierbij in ieder geval onderdelen 1, 6 en 10.
8. Hoe worden bij grote 2-slagmotoren de uitkleppen geopend en gesloten? Beschrijf de werking.
9. Hoe gaat het openen en sluiten van de uitlaatkleppen bij grote 2-slagmotoren die voorzien zijn van een common-railsysteem?
10. Op welke manieren kan de nokkenas worden aangedreven?
11. Hoe groot is de overbrengingsverhouding tussen de krukas en de nokkenas bij een 4-slagmotor? Hoe groot is deze bij een 2-slagmotor? Verklaar je antwoord.
12. Welke methode kan worden toegepast om een motor meer vermogen te laten leveren? Waarom kan dit niet onbeperkt worden gedaan?
13. Waarom is een hoog compressievoud noodzakelijk om een dieselmotor te starten?

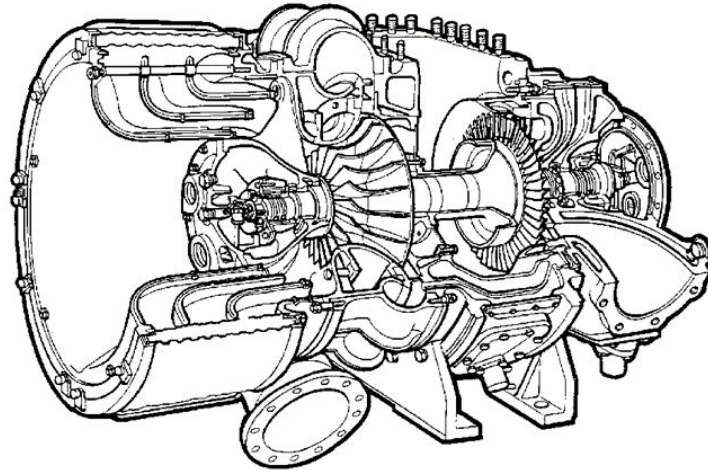
14. Wat gebruiken we voor de drukvulling, het comprimeren van de verbrandingslucht? Hoe wordt de drukvulgroep aangedreven? Hoe noemen we een centrifugaalpomp voor lucht?
15. Wat is drukvulling?
16. Waarom wordt drukvulling toegepast?
17. Wat is een drukvulgroep?
18. Geef in de figuur 5.3 met pijlen de loop van de verbrandingslucht aan.



Figuur 5.3

19. Geef in figuur 5.3 de loop van de uitlaatgassen aan.
20. Noem twee redenen waarom de verbrandingslucht gekoeld wordt, voordat die de motor ingaat.
21. In figuur 5.4 staat een opengewerkte drukvulgroep.
  - a. Kleur het compressorwiel blauw.
  - b. Kleur het turbinewiel rood.
  - c. Geef met rode pijlen aan waar de uitlaatgassen in- en uitgaan.
  - d. Geef met blauwe pijlen aan waar de verbrandingslucht inkomt en uitgaat.

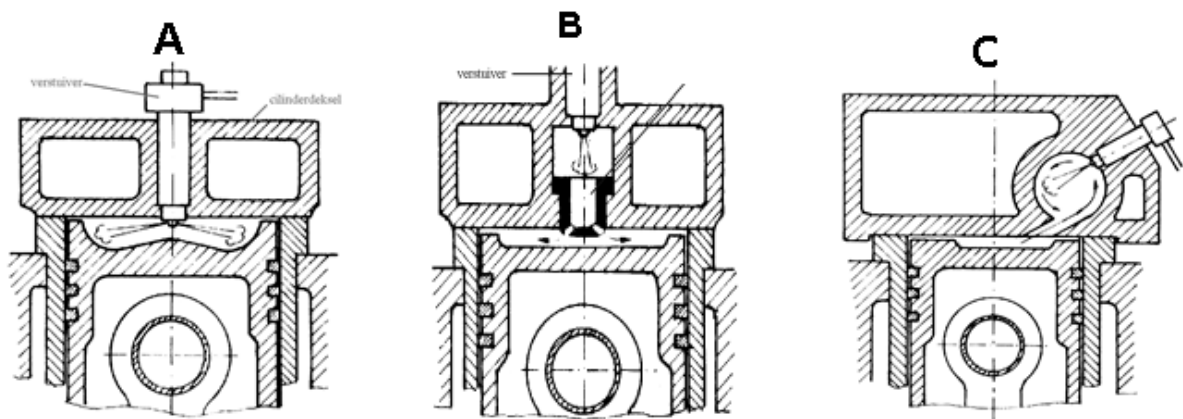




Figuur 5.4

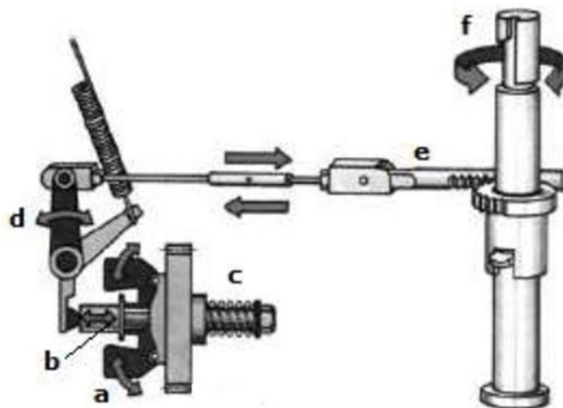
22. Waarom is het koelen van de verbrandingslucht noodzakelijk? Noem twee redenen.
23. Wat is de taak van de HD-brandstofpomp en hoe wordt de hoeveelheid brandstof bepaald?
24. Hoe wordt de pomplunjer omhoog bewogen en op welke manier omlaag?
25. Hoe komt de brandstof boven de plunjer en hoe wordt de brandstof naar de HD-pomp toegevoerd?
26. Waarom voldoen deze pompen niet meer voor motoren met een toerental van 3000 omw/min en meer? Welke pomp werd ontwikkeld om toch met hogere torentallen te kunnen draaien?
27. Wat is het algemene doel van een verstuiver?
28. Noem twee voorwaarden waaraan de brandstof die in de cilinder wordt ingespoten, moet voldoen?
29. Welk gedeelte van de verstuiver fungeert als een veerbelaste klep? Hoe wordt de druk op deze 'veerbelaste klep' ingesteld?
30. Waarvan is het begin van de inspuiting afhankelijk en wanneer begint de inspuiting? Waarom moet de inspuiting zo vroeg beginnen?
31. Wat verstaan we onder ontstekingsvertraging?
32. Noem twee soorten inspuiting en beschrijf de methodes.
33. Welke soorten verstuivers ken je?
34. Wanneer gebruikt men een gatverstuiver met één of meerdere gaten? Hoe zijn de verstuivergaatjes dan aangebracht?

35. Wanneer gebruikt men een tapverstuiver en waarom? Waarom is de openingsdruk van een tapverstuiver lager dan bij een gatverstuiver?
36. Hoe kan je bereiken dat er bij een tapverstuiver eerst weinig brandstof en later veel brandstof wordt ingespoten? Waarom is dit zo?
37. Hoe noemen we de manier van inspuiten van afbeelding 5.5 A?
38. Hoe noemen we de manier van inspuiten van afbeelding 5.5 B en C?
39. Noem een voordeel en een nadeel van de manier van inspuiten bij afbeelding 5.5 C.



Figuur 5.5

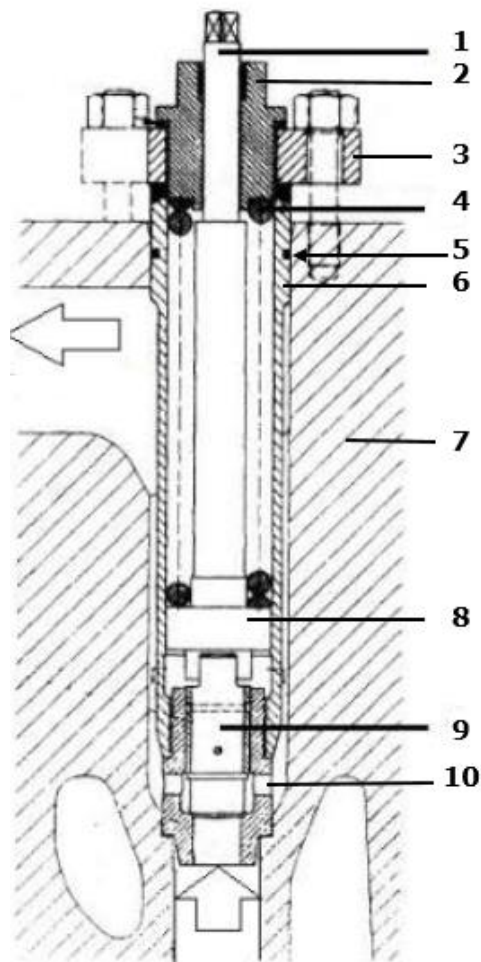
40. Teken de loop van een eenvoudig brandstofsysteem voor GO/DO. Benoem de verschillende onderdelen van dit systeem.
41. Beschrijf een andere manier van brandstofinspuiting. Hoe wordt hier het inspuiten van de brandstof geregeld? Waardoor wordt het openen en sluiten van de verstuiver geregeld?
42. Waarvoor dient een reguleur bij een dieselmotor?
43. Beschrijf de werking van een reguleur aan de hand van figuur 5.6.



Figuur 5.6



44. Waarom is er bij een dieselmotor een reguleur nodig? Welke verliezen spelen hierbij een rol?
45. Wat voor soort reguleurs worden gebruikt bij grotere motoren en waarom?
46. Wat maakt een elektronisch gestuurde reguleur nog meer mogelijk?
47. Bij een common-railbrandstofsysteem krijgt de reguleur niet alleen het werkelijke aantal omwentelingen binnen. Welke waarde moet er ook worden ingegeven?
48. Waartoe dient een ontlastklep?
49. Door welke oorzaken kan de druk in de cilinder (te) hoog oplopen?
50. Wat kan de reden zijn dat een ontlastklep opent?
51. Verklaar aan de hand van afbeelding 5.26 de werking van een ontlastklep.



Afbeelding 5.26 Ontlastklep

## *Hoofdstuk 6 Brandstof*

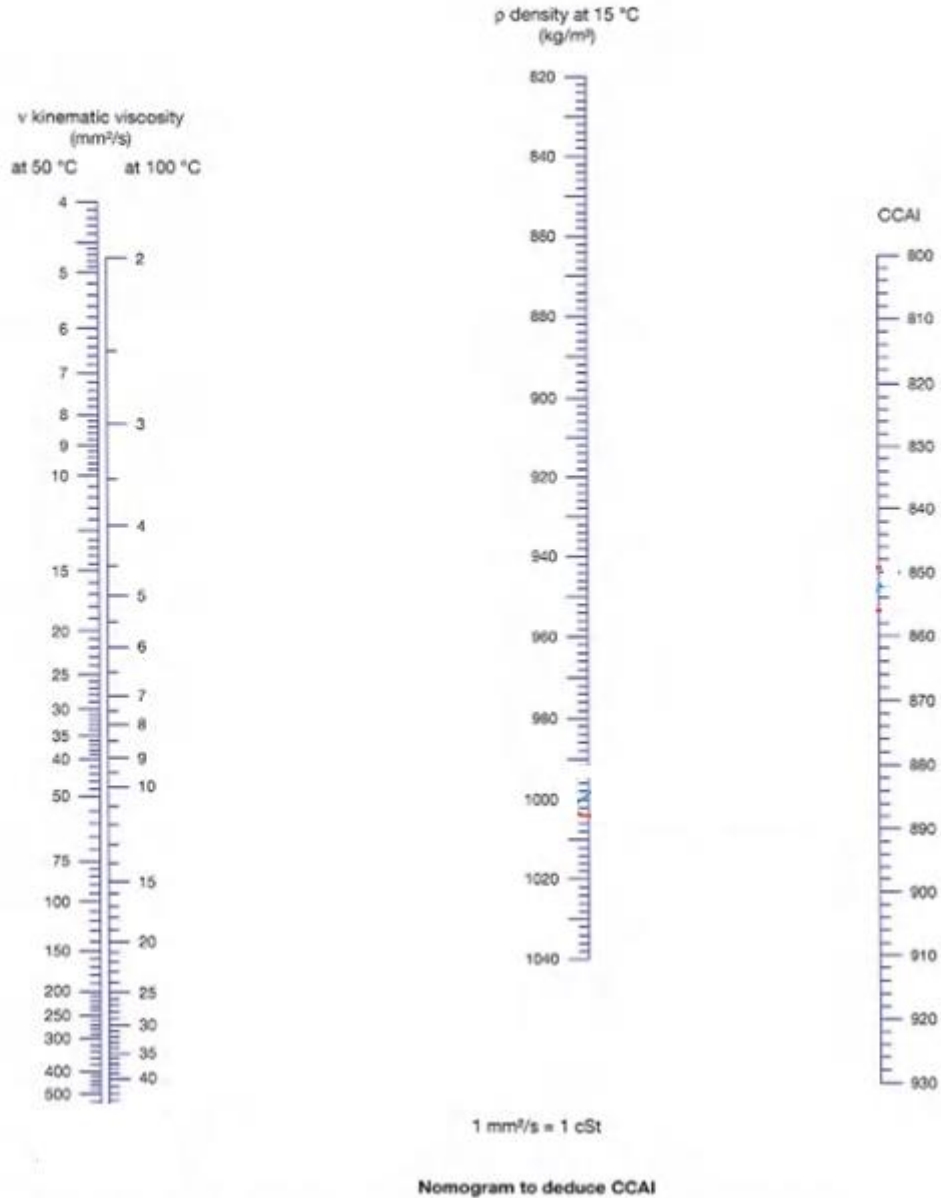
1. Waarin wordt op een raffinaderij de ruwe aardolie verwerkt tot brandstoffen?
2. Hoe noemt men de horizontale schotten in de destillatiekolom?
3. Zet de volgende producten in de juiste volgorde, van licht naar zwaar, zoals ze uit een destillatietoren komen:
  - Kerosine
  - Benzine
  - Naphta
  - Gas
  - Gasolie
4. Wat is de functie van de zogenaamde Heckmann-schotels?
5. Hoe noemt men het vloeibare restant dat overblijft en naar beneden loopt in de destillatietoren? Wat doet men er verder mee?
6. Noem één van de gasvormige bestanddelen die bovenin de destillatiekolom ontwijkt.
7. Hoe noemt men het proces van het verder behandelen van het residu?
8. Waar bestaat dieselolie uit?
9. Is GTL beter voor het milieu dan gewone diesel? Waarom?
10. Hoe noemt men de fijne katalysatordeeltjes die uiteindelijk in de zware olie achterblijven?
11. Hoe hoog is de maximale zwavellimiet buiten de SECA-gebieden als er geen scrubber aan boord is? En binnen de SECA-gebieden?
12. Welke brandstoffen mogen niet in grote hoeveelheden in de MK worden opgeslagen?
13. Wat zijn de bijkomende voordelen van GTL als brandstof?
14. Wat betekent de afkorting LNG?
15. LNG wordt uit aardgas geproduceerd, maar waarom is dit toch niet zo duurzaam als aardgas?
16. Kan LNG direct worden gebruikt? Wat is daar een nadeel van?
17. Wat is methaanslip en is het slecht voor het milieu?
18. Noem van de vijf biobrandstoffen er drie en beschrijf in het kort uit welke grondstoffen ze gewonnen worden.

19. Wat is het nut van brandstofsspecificaties?
20. Wat verstaat men onder een residuale brandstof?
21. Welke problemen kunnen er ontstaan bij het mengen van residuale brandstof met (restanten) zware olie van andere herkomst of met (zee)water? Hoe noemt men de instabiliteit die kan ontstaan bij het mengen van verschillende soorten zware brandstof?
22. Residuale brandstof heeft een veel hogere viscositeit dan dieselolie, welke problemen ontstaan daardoor?
23. Welke systemen zijn er ontwikkeld om de problemen bij het gebruik van residuale brandstof op te lossen?
24. Wat verstaat men onder de dichtheid van een brandstof? Waarom is de dichtheid belangrijk?
25. Waarom is een dichtheid van  $990 \text{ kg/m}^3$  een grenswaarde voor residuale brandstof?
26. Bij brandstoffen wordt vaak de viscositeit vermeld. Wat geeft dit aan?
27. Waarom moet er bij de viscositeit ook een temperatuur worden vermeld?
28. Voor viscositeit gebruiken we de eenheid cSt, waar staat deze afkorting voor?
29. Wat verstaat men onder het vlampunt?
30. Waarom is het watergehalte zo belangrijk?
31. Welke stof is verantwoordelijk voor het troebel worden en stollen van smeerolie of lichte brandstoffen? Wat is uiteindelijk het gevolg? Wat verschijnt er eerst: het stolpunt of het troebelpunt? Wanneer ontstaat het vloeipunt?
32. Wat verstaat men onder het filterpunt? Waarom is dat zo belangrijk?
33. Hoe hoog houdt men in het algemeen de opslagtemperatuur van de brandstof in de bunkertanks? Wat verstaat men onder de grens van de verpompbaarheid en waarin wordt deze uitgedrukt? Hoe hoog is die waarde meestal?
34. Wat verstaat men onder het Conradsongetal? Waarvoor is dit belangrijk?
35. Waarom is het zwavelpercentage zo belangrijk?
36. Uit welke oxiden bestaat het anorganisch materiaal dat het asgehalte bepaalt?

37. Waar komen de aluminium- en siliciumdeeltjes vandaan die in zware brandstof voorkomen? Hoe noemen we deze deeltjes en waarom zijn ze schadelijk?
38. Wat verstaat men onder de specifieke energie? Welk onderscheid wordt gemaakt?
39. Wanneer noemt men een brandstof stabiel?
40. Welke problemen kunnen er aan boord ontstaan door het verwerken van instabiele brandstoffen?
41. Welk gevaar is er altijd aanwezig bij het blenden van brandstoffen en bij het overschakelen van de ene voorraad zware olie op de andere?
42. Wanneer is een brandstof compatibel?
43. Wat wordt bepaald door de ontstekingskwaliteit van een brandstof?
44. Wat gebeurt er wanneer de brandstof te snel ontsteekt en wat als de brandstof te langzaam ontsteekt?
45. Welke normen zijn er voor de bepaling van de ontstekingskwaliteit?
46. Waar staat het cetaangetal voor? Hoe kan dat worden bepaald?
47. Hoe wordt de ontstekingskwaliteit van zware olie aangegeven?
48. Wat is het CCAI-getal van brandstof met een viscositeit van  $150 \text{ mm}^2/\text{s}$  bij  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  en een dichtheid van  $950 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Gebruik figuur 6.1.

$$CCAI = \rho - 81 - 141 \log_{10} [\log_{10} (v + 0,85)] - 483 \log_{10} \left( \frac{T + 273}{323} \right)$$

$\rho$  = density at 15 °C (kg/m<sup>3</sup>)  
 $v$  = kinematic viscosity (mm<sup>2</sup>/s) at T temperature  
 $T$  = temperature corresponding to the viscosity measurement (°C)



Figuur 6.1

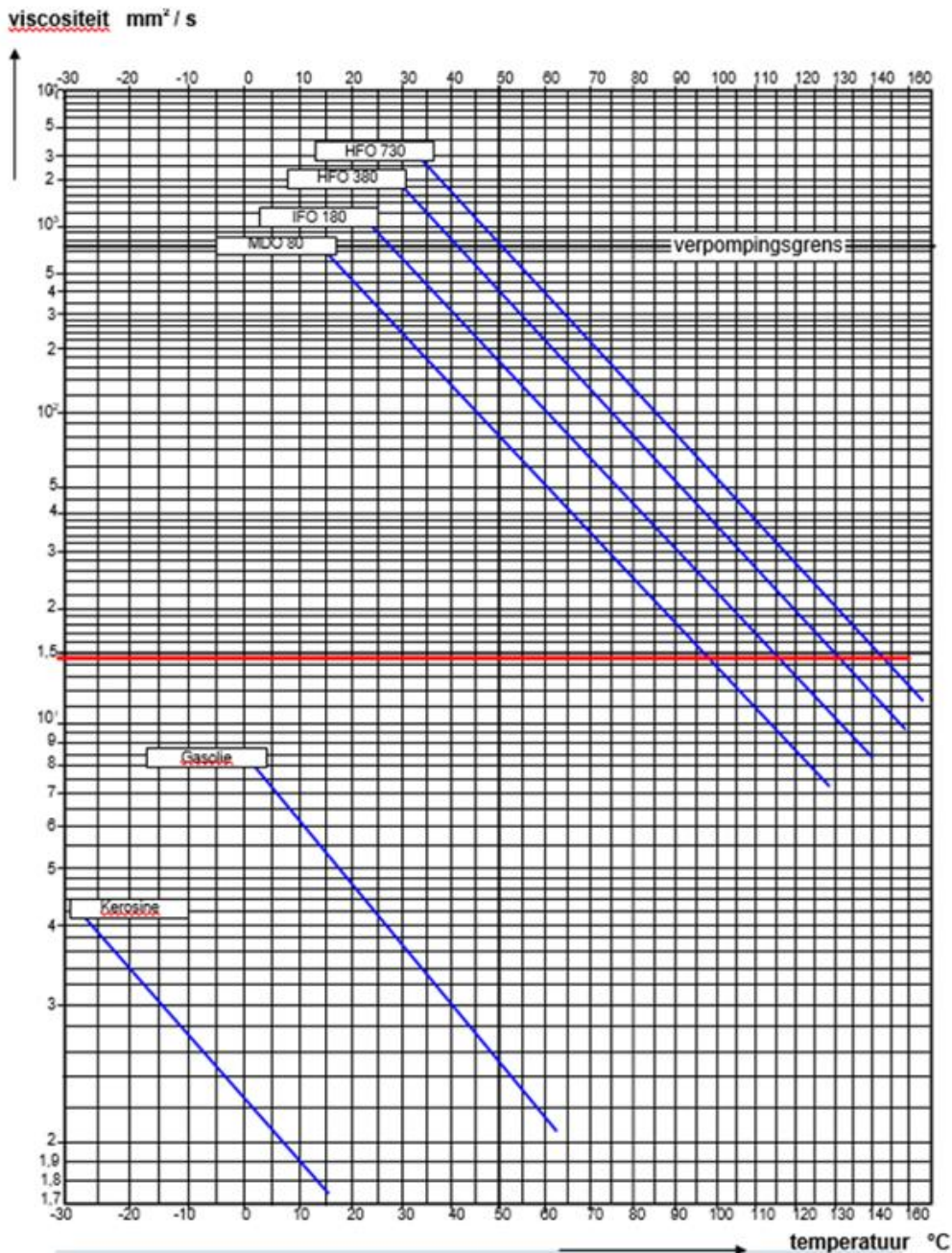
49. De viscositeit van de brandstof moet 15 cSt (rode lijn) zijn voordat het de motor ingaat. Bepaal uit figuur 6.2 tot welke temperatuur de brandstof dan verwarmd moet worden (bij HFO380).

50. Zie figuur 6.2. Hoe warm moet HFO 380 zijn om te kunnen verpompen?

51. Waarom is de temperatuur lijn van 50 °C dikker?

52. Verklaar waarom een residuale (zware) brandstof verwarmd moet worden aan boord.

53. In welke brandstofklasse valt de brandstof uit vraag 48?



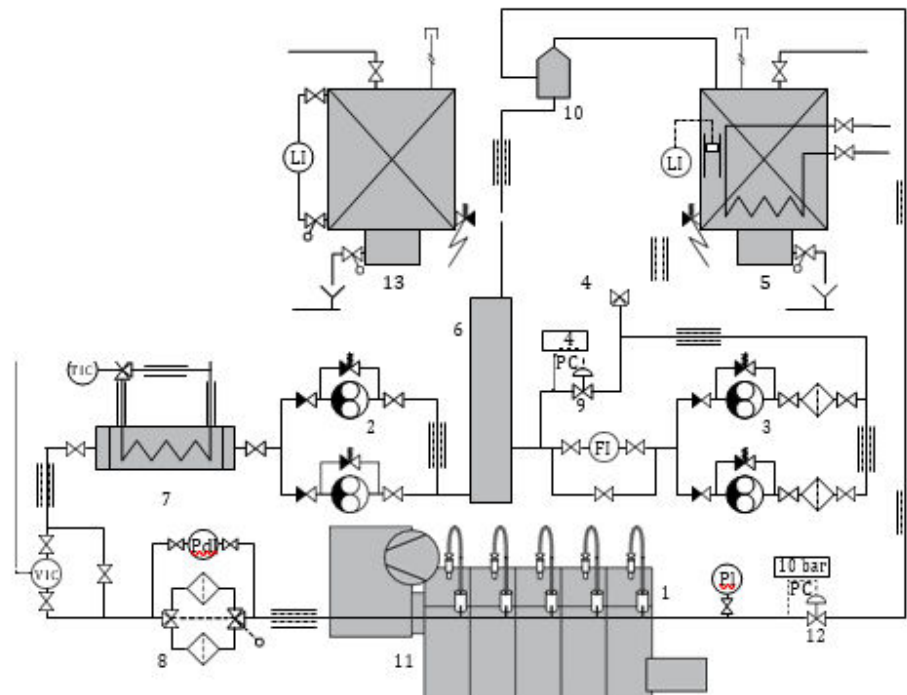
Figuur 6.2

54. Wat betekent SECA-gebied?

55. Hoeveel zwavel mag je maximaal uitstoten in een SECA-gebied en hoeveel daarbuiten?

## Hoofdstuk 7 Brandstofsysteemen

1. Geef de normale volgorde van tanken aan, voordat de brandstof de motor in gaat.
2. Waarom zijn er bijna altijd twee settlingtanks?
3. Teken schematisch een leidingsysteem van een motor die destillaatbrandstof (gasolie of dieselolie) gebruikt en geef een korte beschrijving van de loop van de brandstof door het systeem.
4. Met welke onderdelen moet het leidingschema voor destillaatbrandstof worden uitgebreid om het geschikt te maken voor brandstof met een matige viscositeit tot 80 cST/50° C? Bijvoorbeeld Marine Diesel Fuel (MDO) of Intermediate Fuel Oil (IFO)?
5. In de figuur is een brandstofcirculatiesysteem afgebeeld.
  - a) Voor welke brandstoffen is dit systeem geschikt?
  - b) Verklaar de nummers 1 t/m 13.
  - c) Leg uit hoe dit systeem werkt.



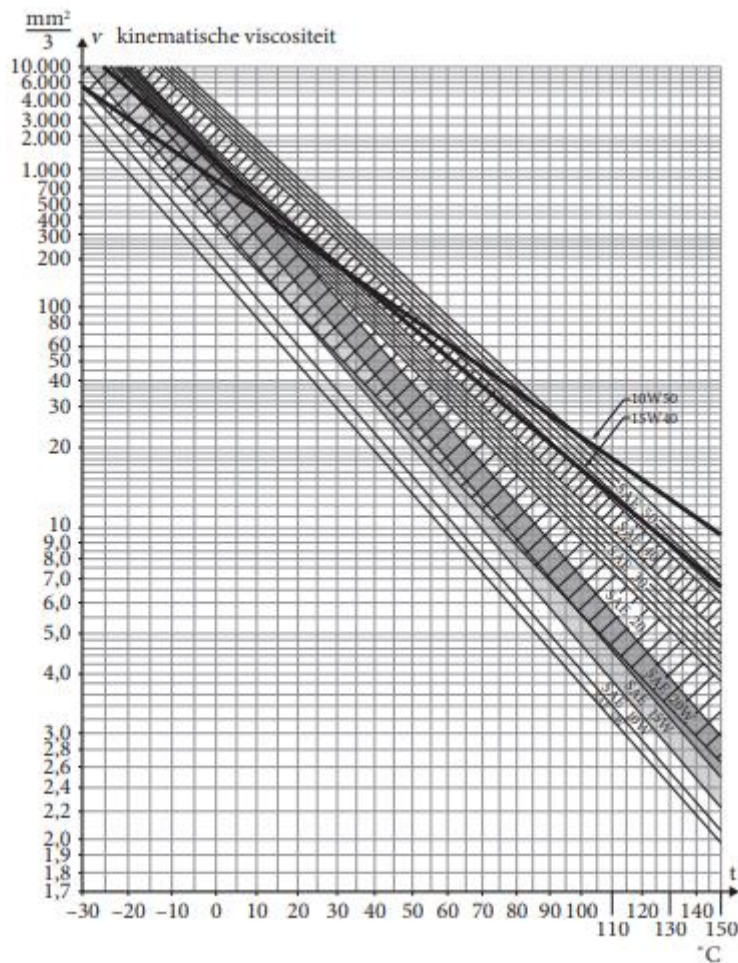
6. Waarom wordt bij motoren met een HFO-systeem voor hoge viscositeit de brandstof niet naar de dagtank teruggestuurd? Waar gaat de brandstof wel heen?
7. Noem naast de viscositeit nog een andere belangrijke eigenschap van brandstof die invloed heeft op het gebruik. Wat geeft deze eigenschap aan en in welke eenheid?

8. Waarvan is de stookwaarde afhankelijk?
9. Waarom is vanadium, na verbranding, in combinatie met natrium een ongewenst bestanddeel in de brandstof?
10. Waardoor wordt het natriumgehalte bepaald?
11. Op welke stoffen ligt de focus bij het terugdringen van de uitstoot van schadelijke stoffen in de zeescheepvaart?
12. Geef een definitie van verbranding.



## *Hoofdstuk 8 Smering en smeersysteem*

1. Wat verstaan we onder smering? Waar kan het smeermiddel uit bestaan en wat is het gebruikelijke smeermiddel bij dieselmotoren?
2. Waar kan de smeerolie nog meer voor gebruikt worden?
3. Noem drie belangrijke taken van smeerolie.
4. Bespreek de drie taken van de smeerolie die je bij vraag 3 genoemd hebt.
5. Waar is vloeibare brandstof uit afkomstig? En smeerolie?
6. Aan welke eisen moet cilindersmeerolie voldoen en wat is een belangrijke eigenschap van cilindersmeerolie?
7. Wat is een nadeel van vrijwel alle natuurlijke oliesoorten?
8. Hoe waardeer je de smerende eigenschappen van minerale olie? Wat doet men om ze te verbeteren?
9. Wat verstaat men onder een additief?
10. Als je naar de samenstelling kijkt, waar wordt smeeroliën dan in onderscheiden?
11. Noem enkele belangrijke eigenschappen die smeerolie moet bezitten.
12. Wat verstaat men onder de viscositeit van een smeerolie?
13. Op welke manier kan de viscositeit worden uitgedrukt?
14. Wat zijn de gevolgen als de viscositeit te hoog is. En als deze te laag is?
15. Wat betekent SAE 40?
16. Wat betekent SAE 5W10?
17. Wat geven de balken aan in afbeelding 8.1?



Figuur 8.1

18. Wat verstaat men onder de viscositeitsindex?
19. Waarom loopt de lijn van SAE15 veel steiler dan de lijn van SAE15W40?
20. Wat wordt bedoeld met het stolpunt?
21. Bij de verbranding van de huidige brandstoffen kunnen zure producten ontstaan die in de smeeroil terecht komen en motoronderdelen ernstig kunnen aantasten. Wat wordt er aan de smeeroil toegevoegd om deze zure producten te neutraliseren?
22. Wat betekent neutralisatiegetal of TBN?
23. Hoe hoog zijn de waarden van TBN voor een motor die draait op DO en voor een motor op HFO?
24. Hoe wordt TBN nu ook wel genoemd? Wat gebeurt er met de calciumhydroxide (KOH) in de smeeroil?
25. Wat is het doel van smeeroiladditieven?

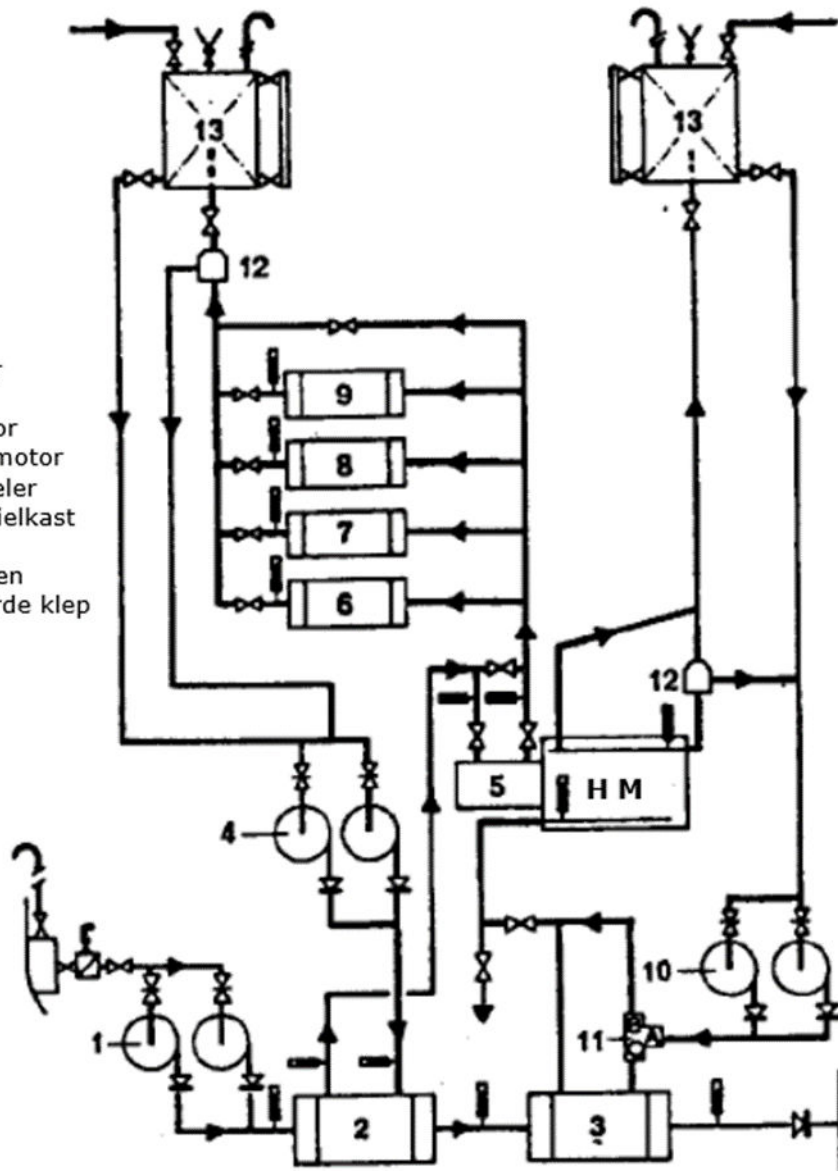
- 26.Noem drie dopes die aan smeerolie toegevoegd kunnen worden.
- 27.Bespreek de werking van de dopes die je in vraag 26 hebt genoemd.
- 28.Waardoor wordt het verloop van de smeerolie-eigenschappen in de tijd in sterke mate bepaald? Noem vier oorzaken die de kwaliteit van de olie in de tijd beïnvloeden.
- 29.Hoe groot is de minimale filmdikte bij volle filmsmering? Hoe worden die kleine vuildeeltjes uit de smeerolie verwijderd ?
- 30.Hoe kan het verloop van de bepalende eigenschappen van de olie nauwlettend in het oog worden gehouden?
- 31.Hoe kan in de haven, als de hoofdmotor gestopt is, de conditie van de smeerolie aanmerkelijk verbeterd worden?
- 32.Welke smeerolietesten kunnen aan boord gedaan worden? Welke test kan je aan boord nooit uitvoeren?
- 33.Waardoor wordt het tijdstip van de analyse bepaald? Aan welke voorwaarden moet het smeeroliemonster voldoen?
- 34.Op welke eigenschappen wordt de smeerolie in het laboratorium onderzocht?
- 35.Noem een aantal punten die in de aanbeveling van het laboratorium kunnen staan.
- 36.Wat doe je met de gegevens uit het analyserapport?
- 37.Welke vormen van smering worden doorlopen, voordat volle filmsmering is bereikt?
- 38.Wanneer treedt er droge wrijving op?
- 39.Wat gebeurt er bij grenssmering?
- 40.Wat gebeurt er wanneer de smeeroliefilm dikker wordt?
- 41.Op welke wijze kan volle filmsmering worden bereikt?
- 42.Wat is het verschil tussen hydrodynamische smering en hydrostatische smering?
- 43.Wanneer ontstaat grenssmering?
- 44.Welke smeersystemen onderscheiden we bij dieselmotoren?
- 45.Beschrijf hoe de smeerolie vanuit de hoofdsmeerolieleiding uiteindelijk in de holle ruimte van de zuigerkroon terechtkomt bij een 4-slagmotor.

46. Hoe wordt de olie afgevoerd naar het carter van de motor? Hoe kan je de druk in een smeeroliesysteem handhaven als er een open afvoer is?
47. Hoe noemen we de ruimte waarin de krukas ronddraait? Hoe hoog mag de olie daar staan? Waarom mag de krukas niet door de olie draaien?
48. Hoe hoog staat de olie bij grote motoren onder de krukas?
49. Waarom passen we zuigerkoeling toe?
50. Wat is bij kruishoofdmotoren het voordeel van koelen met olie boven koelen met water?
51. Wat is het nadeel van het gebruik van smeerolie als koelmiddel?
52. Geef een beschrijving van een smeeroliesysteem van een kleine dieselmotor.
53. Waarom is het bij kruishoofdmotoren nodig om cilindersmering toe te passen?
54. Waarvoor dient een olieschraapveer en waar op de zuiger zit deze meestal?
55. Op welke wijze worden de cilinders van een (grote) motor gesmeerd als spatsmering alleen niet voldoende is?

## *Hoofdstuk 9 Motorkoeling en koelsystemen*

1. Hoe hoog kan de temperatuur in de verbrandingsruimte van een dieselmotor oplopen en welke delen moeten daarom worden gekoeld?
2. Hoe wordt de warmte aan deze delen overgedragen en waarom moeten ze worden gekoeld?
3. Noem minimaal vijf motoronderdelen die moeten worden gekoeld.
4. Welke koelmiddelen zijn je bekend?
5. Geef van de belangrijkste koelmiddelen een voordeel en een nadeel en geef een voorbeeld waarvoor dit koelmiddel gebruikt wordt aan boord.
6. Uit welke onderdelen bestaat een zoetkoelwatersysteem? Waarom is het een gesloten systeem?
7. Waarom wordt zeewater niet gebruikt voor de directe koeling van motoronderdelen?
8. Hoe kan lucht als koelmiddel worden gebruikt?
9. Noem de twee belangrijkste functies van smeeroilie.
10. Wanneer wordt zeewater wel gebruikt als koelmiddel?
11. Wat is het voordeel van het koelen van de zuigers met smeeroilie?
12. Wat zijn de nadelen van smeeroilie als koelmiddel?
13. Welke vorm van luchtkoeling wordt bij motoren met drukvulling gebruikt?
14. Beschrijf aan de hand van figuur 9.1 de loop van het zeewater door het zoetkoelwatersysteem.

1. zeekoelwaterpompen
2. centrale koeler
3. cilinderkoelwaterkoeler
4. zoetkoelwaterpompen
5. luchtkoelers hoofdmotor
6. smeeroliekoeler hoofdmotor
7. verstuiverkoelwaterkoeler
8. smeeroliekoeler tandwielkast
9. hulpkoeler
10. cilinderkoelwaterpompen
11. thermostatisch gestuurde klep
12. ontluchter
13. expansietank



figuur 9.1  
Zoetkoelwater systeem

15. Beschrijf de loop van het zoetkoelwater in schema 9.1 door de diverse koelers. Geef de volgorde van de koelers aan.
16. Beschrijf de loop van het zoetkoelwater door de hoofdmotor in figuur 9.1.
17. Waarom komt het koelwater aan de onderzijde van de cilindervoeringen de koelruimte binnen?
18. Wat is de functie van de expansietank?
19. Waar wordt deze tank nog meer voor gebruikt?
20. Wanneer spreken we van indirecte- of directe koeling?
21. Waarin kan het zoetkoelwatersysteem bij grote motoren worden verdeeld?

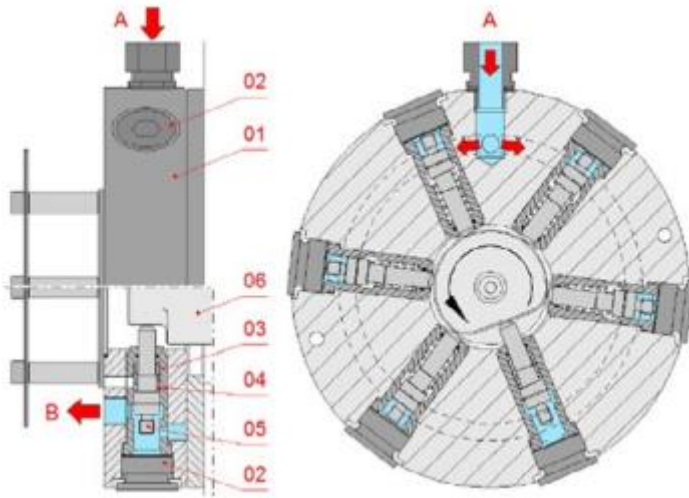
22. Wat wordt bedoeld met de hete delen van de hoofd- en hulpmotoren?
23. Welke vernieuwingen doen zich voor bij de benutting van restwarmte van koelwatersystemen, bij zowel de langzaamlopende 2-slagmotoren als bij de middelsnellopende 4-slagmotoren?
24. Welke mogelijkheden bieden deze ontwikkelingen voor het hulpbedrijf?
25. Teken een eenvoudig zoutkoelwatersysteem.
26. Wat is een cross-overleiding?
27. Waarvan zijn de zeeinlaatkasten aan de inlaatzijde voorzien om vuil tegen te houden? Van welk materiaal zijn ze gemaakt? Hoe lopen de spijlen en waarom?
28. Wat weet je van de overboordafsluiter?
29. Welke maatregel kan je nemen om bij een lage zeewatertemperatuur binnenboord de temperatuur van het zeekoelwater op 20 °C te houden?
30. Waarom heeft de cross-overleiding een hoge- en een lage zuig?
31. Wat voor speciale voorziening heeft één van de zeekoelwaterpompen?
32. Waarom moet het koelwater regelmatig gecontroleerd worden en wat kunnen de verontreinigingen in het koelwater in de koelwaterruimten veroorzaken?
33. Wat zijn belangrijkste waarden van de kwaliteit van het koelwater?
34. Waarvan is de pH afhankelijk en wat gebeurt er als de pH toeneemt?
35. Wat is een normale pH-waarde van het koelwater om er zeker van te zijn dat het water in de motor tijdens bedrijf niet zuur wordt? Waartoe leidt zuur water?
36. Welke eigenschap hebben magnesium- en calciumverbindingen en wat is daar het gevolg van?
37. Welke stoffen die in koelwater aanwezig zijn kunnen ijzer aantasten?
38. Wat voegt men aan het koelwater toe om corrosie te voorkomen?
39. Hoe kunnen bacteriën in het koelwater komen?

## *Hoofdstuk 10 Startsystemen*

1. Waarom moet een verbrandingsmotor met een aparte startinrichting gestart worden?
2. Welke weerstanden moeten overwonnen worden en waar zijn deze afhankelijk van?
3. Noem een aantal manieren waarop een verbrandingsmotor kan worden gestart.
4. Welke motoren kunnen meestal nog met de hand worden gestart? Wat weet je van de eindcompressiedruk van deze motoren?
5. Wat past men toe om de druk in de cilinder niet te hoog laten oplopen tijdens het aanslingeren van een dieselmotor?
6. Hoe drijft een elektrische startmotor de motor aan die gestart moet worden?
7. Wanneer gebruikt men een hydraulisch startinrichting?
8. Wanneer gebruikt men een veerstartmotor?
9. Waarvoor is een koudstartvoorziening bedoeld?
10. Aan welke voorwaarden moet worden voldaan om een dieselmotor onder alle omstandigheden te kunnen starten?
11. Welke motoren zijn er voorzien van een gloeibougie?
12. Op welke manieren kan een motor met samengeperste lucht worden gestart?
13. Van welke aandrijving maakt men gebruik bij een luchtstartmotor?
14. Wanneer zijn luchtstartmotoren voorgeschreven?
15. Leg uit waarom grote scheepsdieselmotoren gestart worden met lucht en niet met elektriciteit.
16. Op welke wijze wordt een motor met samengeperste lucht gestart?
17. Hoe hoog is de druk van de aanzet in het algemeen? Bij welke druk in het aanzetluchtvat kunnen motoren nog gestart worden?



18. Beschrijf de werking van een startluchtverdeler.

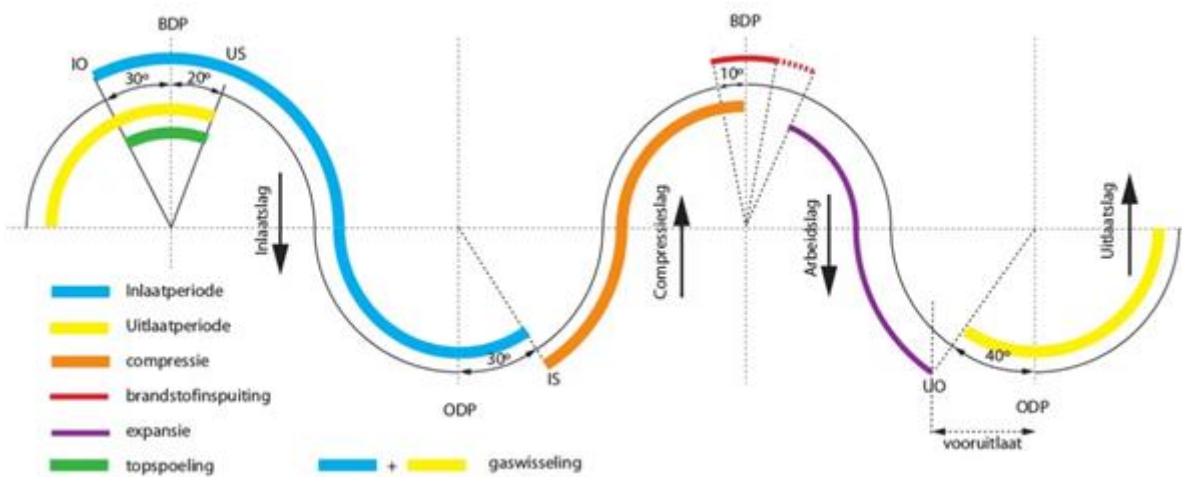


Figuur 10.1

19. Wat schrijft het schepenbesluit voor met betrekking tot luchtboten?

20. Wat zijn de regels voor luchtcompressoren?

21. Wat verstaat men onder de aanzetboog?



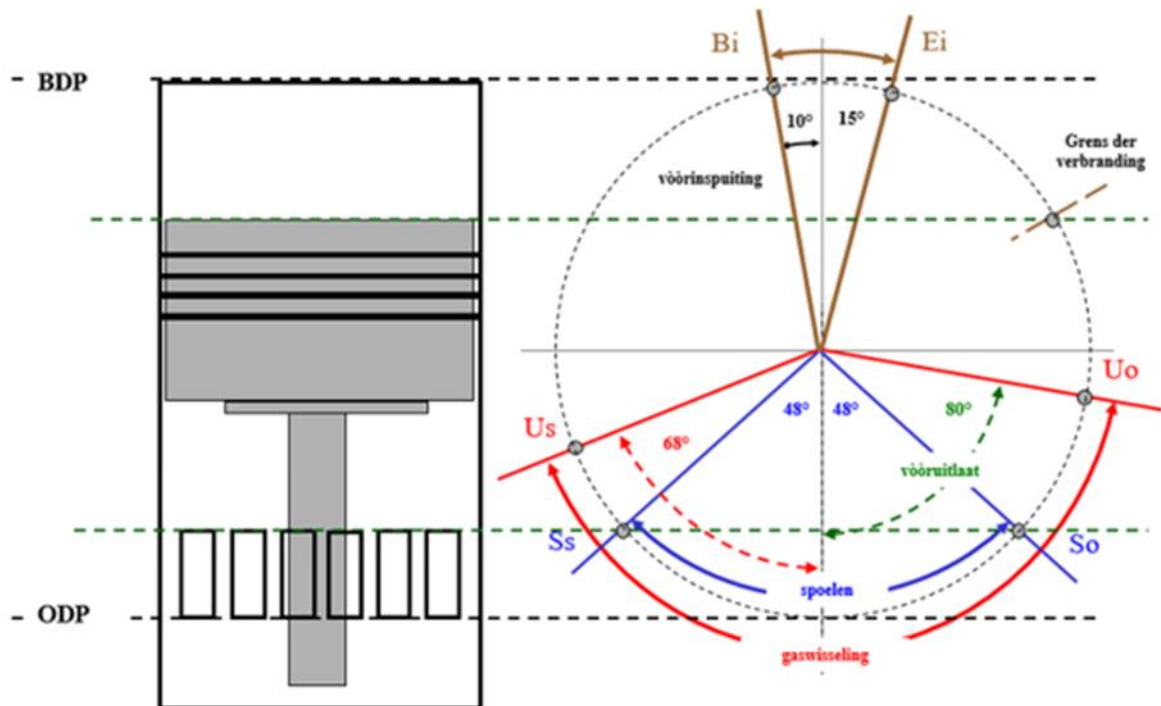
Figuur 10.2 Doorlopen krukwegdiagram van een 4-slagdieselmotor.

22. Als je naar het doorlopen krukwegdiagram van figuur 10.1 kijkt, hoe groot zou de aanzetboog dan kunnen zijn?

23. Waarom moeten de aanzetbogen elkaar overlappen?

24. Hoe worden bij een 6-cilinder 4-slagdieselmotor met een verbrandingsvolgorde 1-5-3-6-2-4 de aanzetluchtkleppen geopend?

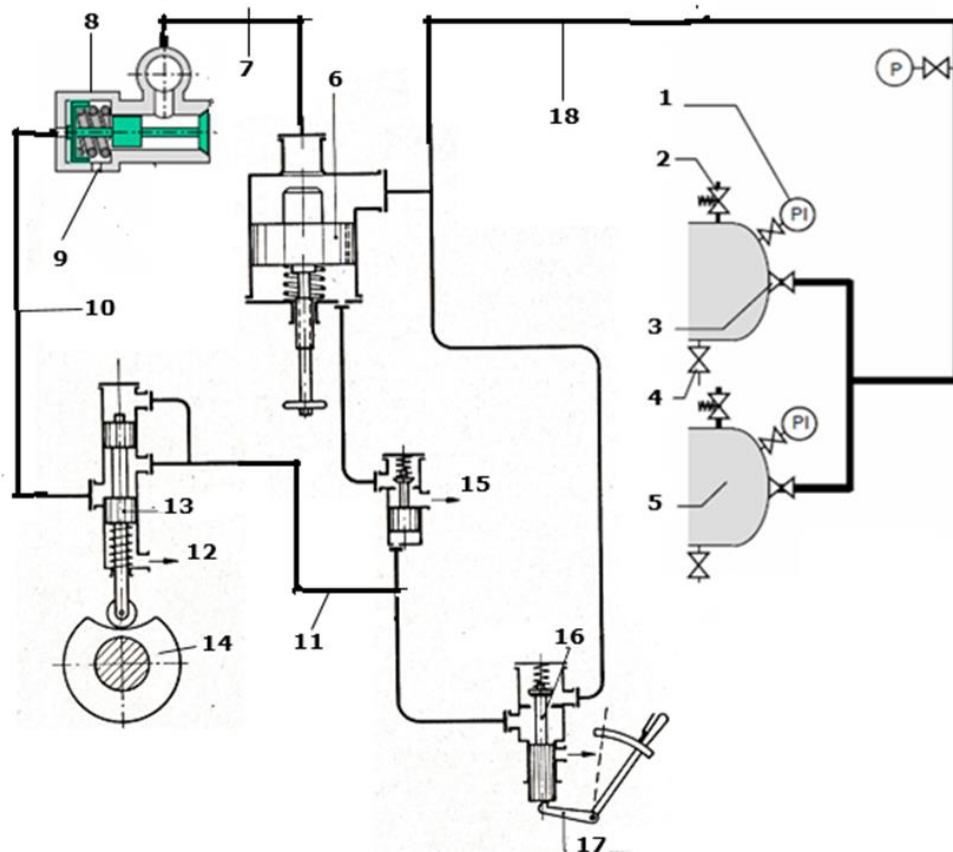
25. Waarom is de aanzetboog bij een 2-slagmotor korter dan de aanzetboog bij een 4-slagmotor? En hoe groot is deze in figuur 10.3?



Figuur 10.3 Doorlopen krukwegdiagram van een 2-slagdieselmotor

26. Hoe groot moet de som van de aanzetbogen zijn bij een 4-slagmotor?
27. Hoe groot moet de som van de aanzetbogen zijn bij een 2-slagmotor?
28. Hoeveel cilinders moet een 4-slagmotor met een aanzetboog van  $125^\circ$  minimaal hebben om in alle standen aanzetbaar te zijn?
29. Hoeveel cilinders moet een 2-slagmotor met een aanzetboog van  $85^\circ$  minimaal hebben om in alle standen aanzetbaar te zijn?
30. Hoe moet een motor die niet het vereiste aantal cilinders heeft om in elke stand aanzetbaar te zijn, worden gestart?
31. Bespreek aan de hand van het aanzetluchtschema in figuur 10.4 de loop van de **stuur**lucht door het schema.
32. Bespreek aan de hand van figuur 10.4 nu de loop van de **aanzet**lucht.

- |                                      |                                                             |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1. manometer op aanzetluchtvat       | 10. stuurlicht naar de aanzetklep                           |
| 2. veiligheid op aanzetluchtvat      | 11. stuurlicht naar de stuurschuiven                        |
| 3. afsluiter aanzetluchtvat          | 12. ontluchting van de stuurschuif                          |
| 4. aftap                             | 13. stuurschuif                                             |
| 5. luchtvat                          | 14. negatieve nok                                           |
| 6. aanzetlucht automaat              | 15. ontluchtings schuif                                     |
| 7. aanzetlucht naar de aanzetkleppen | 16. hoofdluchtklep                                          |
| 8. aanzetklep                        | 17. aanzethandel                                            |
| 9. ontluchting van aanzetklep        | 18. Aanzetlucht naar aanzetlucht automaat en hoofdluchtklep |

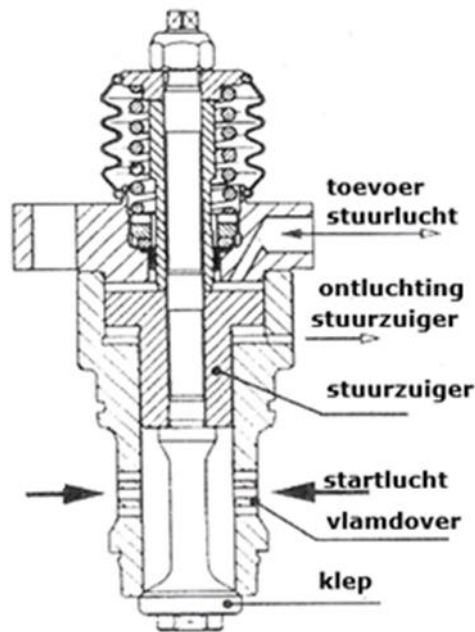


Figuur 10.4 Aanzetluchtschema

33. Hoe hoog is de druk van de stuurlicht in het aanzetluchtschema?

34. Teken het aanzetluchtschema met brugbediening en verklaar de werking van het systeem.

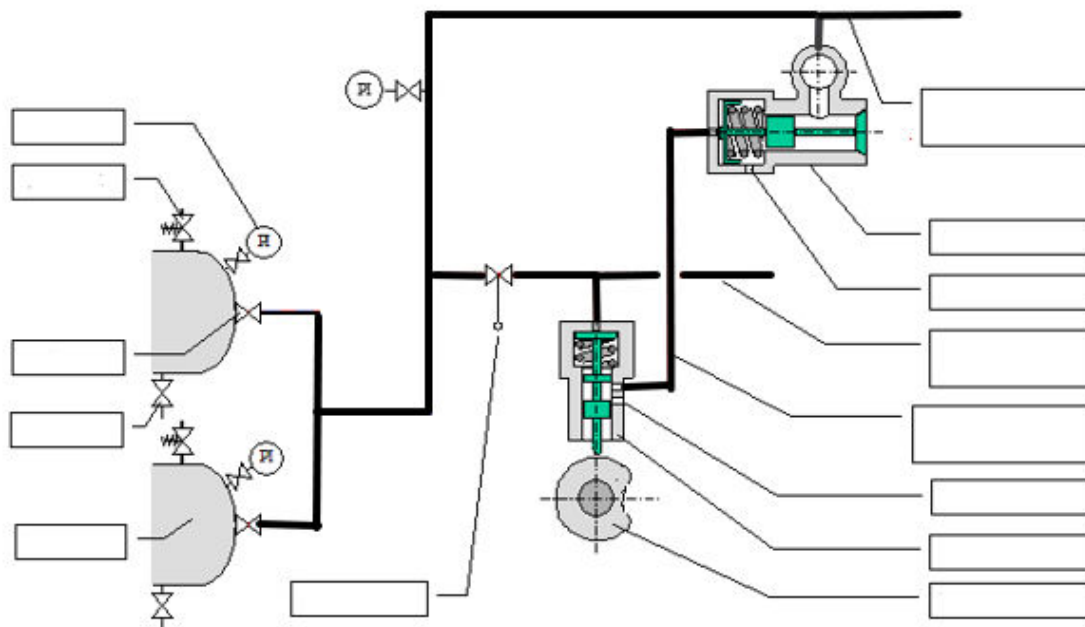
35. Hoe wordt de aanzetlucht klep in figuur 10.5 geopend?



Figuur 10.5 Aanzetluchtklep

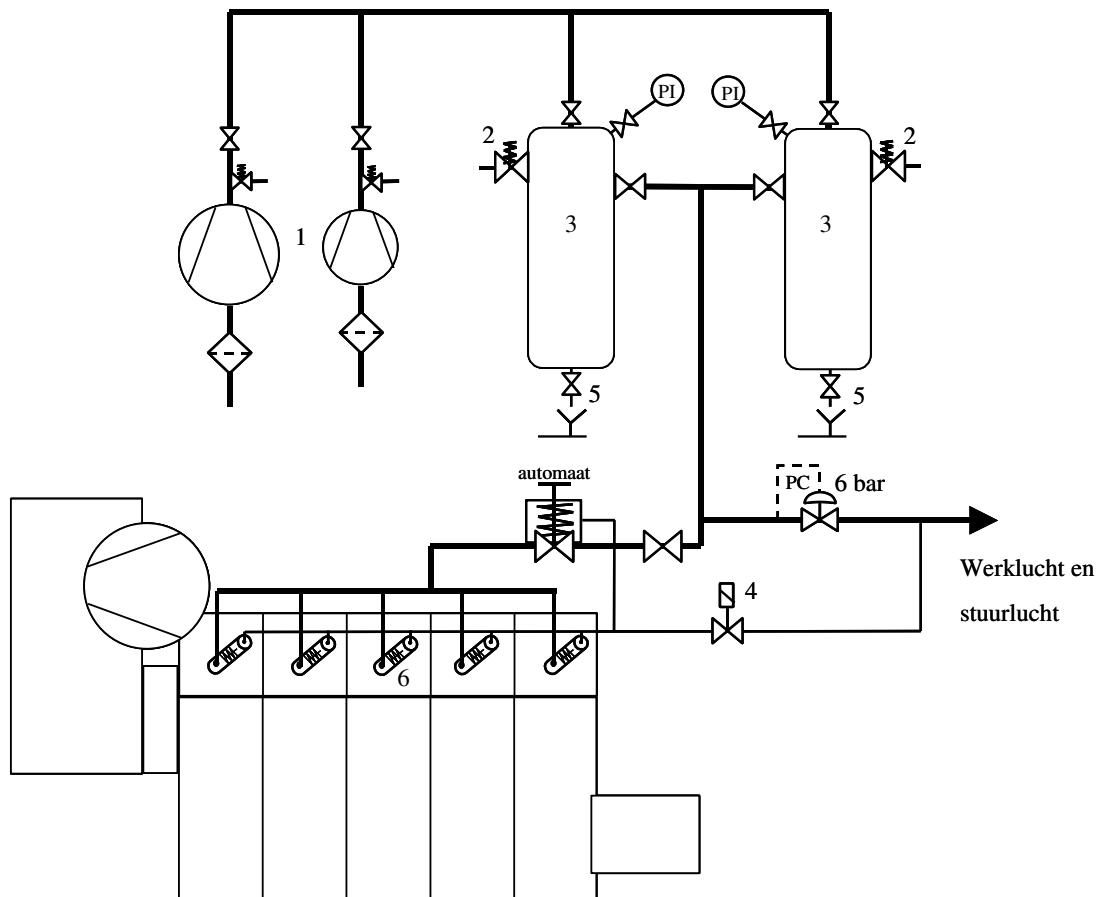
36. Waarvoor is de vlamdover bedoeld?
37. Waardoor wordt de zuiger van de motor naar beneden bewogen?
38. Waar is het ontluchtingsgaatje van de stuurzuiger in een aanzetluchtklep voor bedoeld?
39. Welke werkzaamheden moeten er gedaan worden, voordat een motor gestart kan worden?
40. Waarom wordt er bij grote motoren eerst een 'een klapje lucht' gegeven?
41. Wat weten we van een motor die 'stand-by' staat?
42. Wat is het voordeel van manoeuvreren bij aankomst in een haven?
43. Wat gebeurt er bij het stoppen van de motor?
44. Waarom moeten motoren die aan een vaste schroef zijn gekoppeld in twee richtingen kunnen draaien?
45. Hoe moet de besturing van de direct omkeerbare motoren zijn uitgevoerd?
46. Hoe is de nokkenas uitgevoerd die de stuurschuiven van de aanzetkleppen bedient bij direct omkeerbare motoren?
47. Hoeveel nokken zijn er beschikbaar bij direct omkeerbare 4-slagmotoren voor de aandrijving van de brandstofpompen en de in- en uitlaatkleppen?
48. Wat is er bijzonder aan sommige direct omkeerbare 4-slagmotoren?

49. Komen omkeerinrichtingen bij 4-slagmotoren veel voor? Hoe gebeurt het omkeren van de draairichting dan?
50. Hoe gebeurt het omkeren van de draairichting bij motoren die voorzien zijn van een common-railbrandstofinspuitsysteem?
51. Teken een eenvoudige doorsnede van een aanzetklep **met potlood en liniaal**.
52. Verklaar aan de hand van je tekening de werking van de startklep.
53. Hieronder staat een gedeelte van een eenvoudig aanzetluchtsysteem. Zet in elk tekstvak de juiste benaming.



54. Geef met de letter A in de tekening aan waar de startlucht de cilinder in gaat.
55. Leg uit waarom we over een indirect werkende aanzetklep spreken.
56. Wat is de functie van de negatieve nok? Leg dit uit.
57. Geef met de letter B aan wat we moeten bedienen, zodat er aanzetlucht in de cilinder komt.
58. Geef in het schema met rood aan hoe de loop van de stuur lucht is.
59. Geef met blauw aan hoe de loop van de startlucht is.
60. Hoe hoog is de druk van de stuur lucht in dit schema ?

61. Hieronder staat een schema van een startluchtsysteem van een schip. Benoem de onderdelen 1 tot en met 6.



62. Geef een beschrijving van de inrichting van bovenstaand systeem.

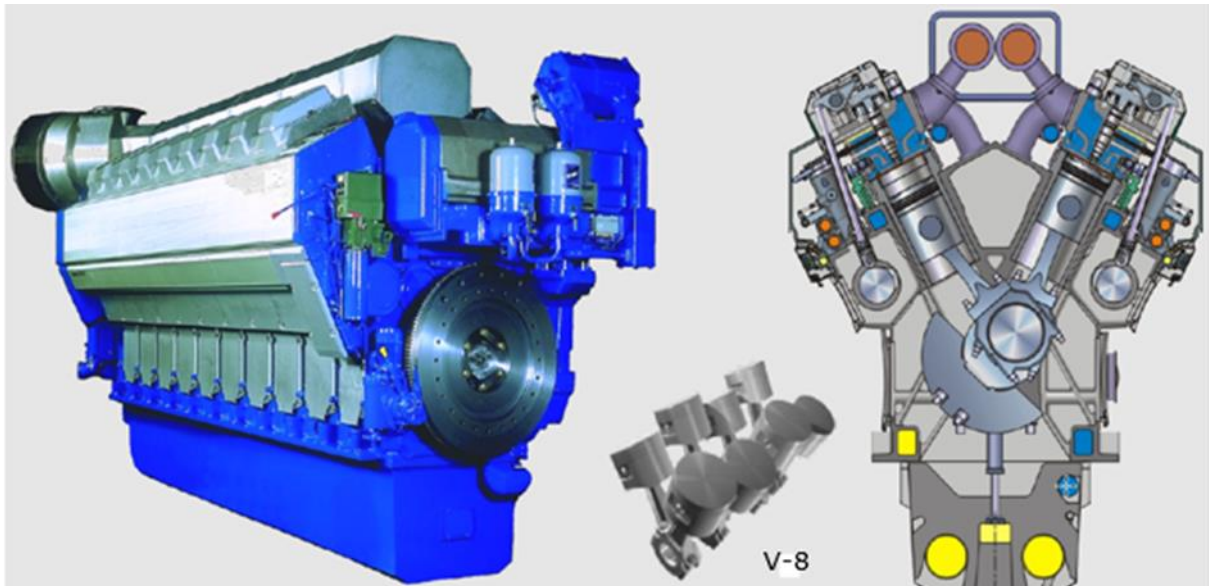
63. Geef een beschrijving wat er gebeurt als de motor gestart wordt.

## *Hoofdstuk 11 Motoren, opbouw en onderdelen*

1. In welke categorieën kunnen dieselmotoren worden onderverdeeld?
2. Welke twee werkingsprincipes zijn er?
3. Welke processen doorloopt een 4-slagmotor (in juiste volgorde) en hoeveel omwentelingen duurt dit?
4. Welke processen doorloopt een 2-slagmotor (in juiste volgorde) en hoeveel omwentelingen duurt dit?
5. Wat is de indeling volgens het toerental van de motor?
6. Wat is de indeling volgens het brandstofinspuitsysteem?
7. Wat is de aandrijfzijde van een motor?
8. Wat verstaat men onder de A-bank en onder de B-bank bij een V-motor?
9. Waar begint de nummering van de cilinders en waar die van de bearings?
10. Wat verstaan we onder surveyable?
11. Welke standaard is er door klassebureaus en de transportautoriteiten van een aantal landen in de afgelopen jaren aangenomen om motoronderdelen die surveyable zijn te nummeren?
12. Wat verstaan de klassebureaus onder een onafhankelijk surveyable item?
13. Wat is het voordeel van deze indeling?
14. Zijn er ook nadelen aan verbonden?
15. Hoe is deze indeling geregeld bij hulpmotoren?
16. Wat is de functie van een explosiedeksel op het carter?
17. Waarom zijn er in een krukas kanalen geboord?
18. Wat is de functie van een antipolishingring?
19. Wat is de functie van de drijfstang?
20. Waarom is het drijfstanglager breder dan de voet van de drijfstang?
21. Wat betekent zuigerkoeling via het 'cocktail shaker effect'?
22. Waarvoor dient een kleprotator?

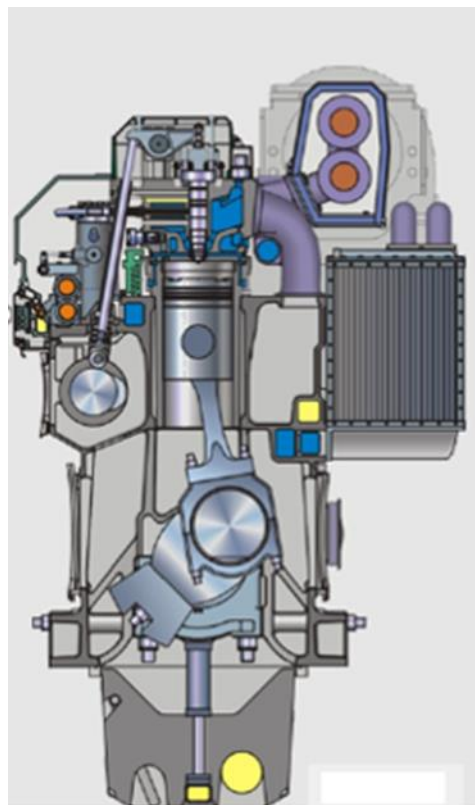


23. Wat kun je over de motor in figuur 11.1 vertellen? Denk aan aantal cilinders, wel of geen drukvulling, plaatsing cilinders, soort zuigers, aandrijving HD brandstofpompen, 2- of 4-slagmotor, enz.



Figuur 11.1

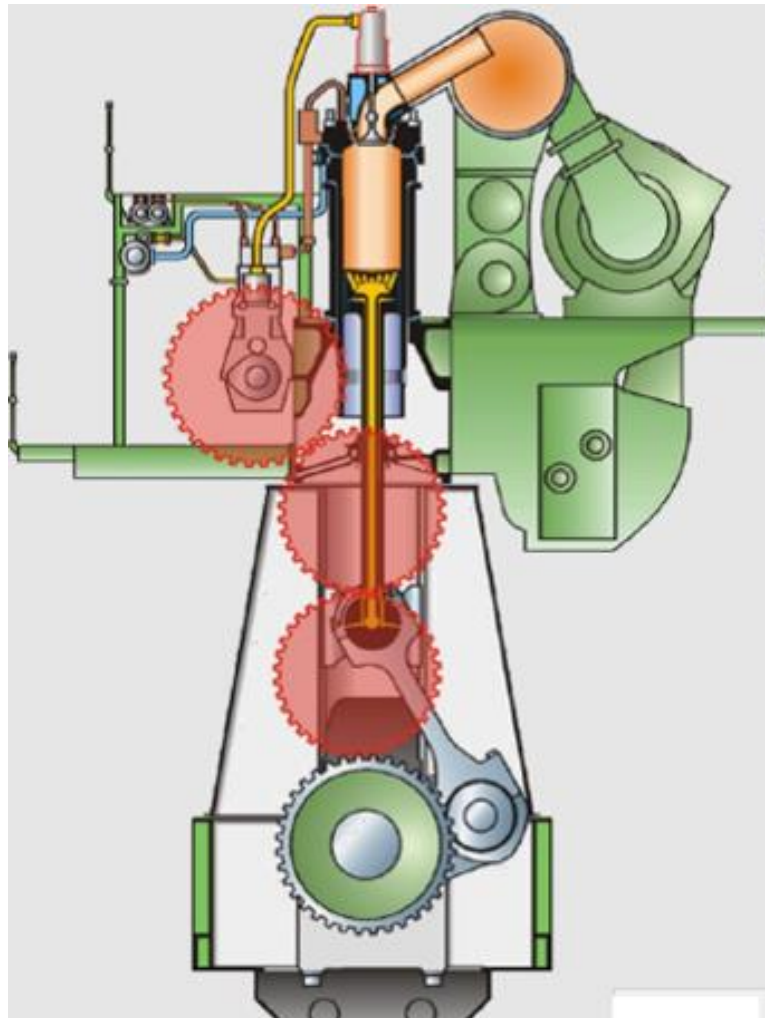
24. Wat kun je over de motor in figuur 11.2 vertellen? Denk aan plaatsing cilinders, soort zuigers, aandrijving HD brandstofpompen, 2 of 4-slagmotor, enz.



Figuur 11.2



25. Wat kun je over de motor in figuur 11.3 vertellen? Denk aan wel of geen drukvulling, plaatsing cilinders, soort zuigers, aandrijving HD brandstofpompen, 2- of 4-slagmotor, enz.



Figuur 11.3

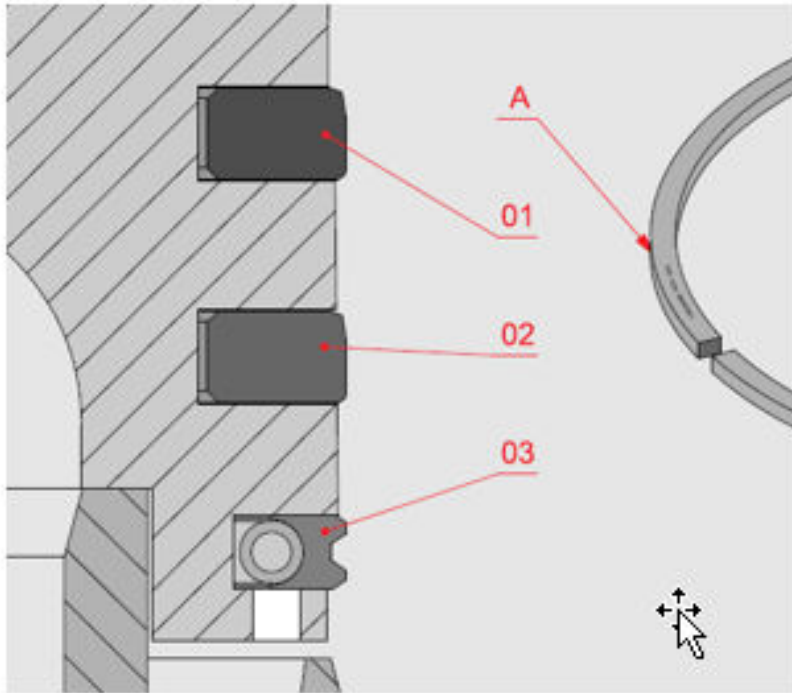
26. Welk onderdeel zie je in figuur 11.4 en hoe zit dit onderdeel in de motor?



Figuur 11.4

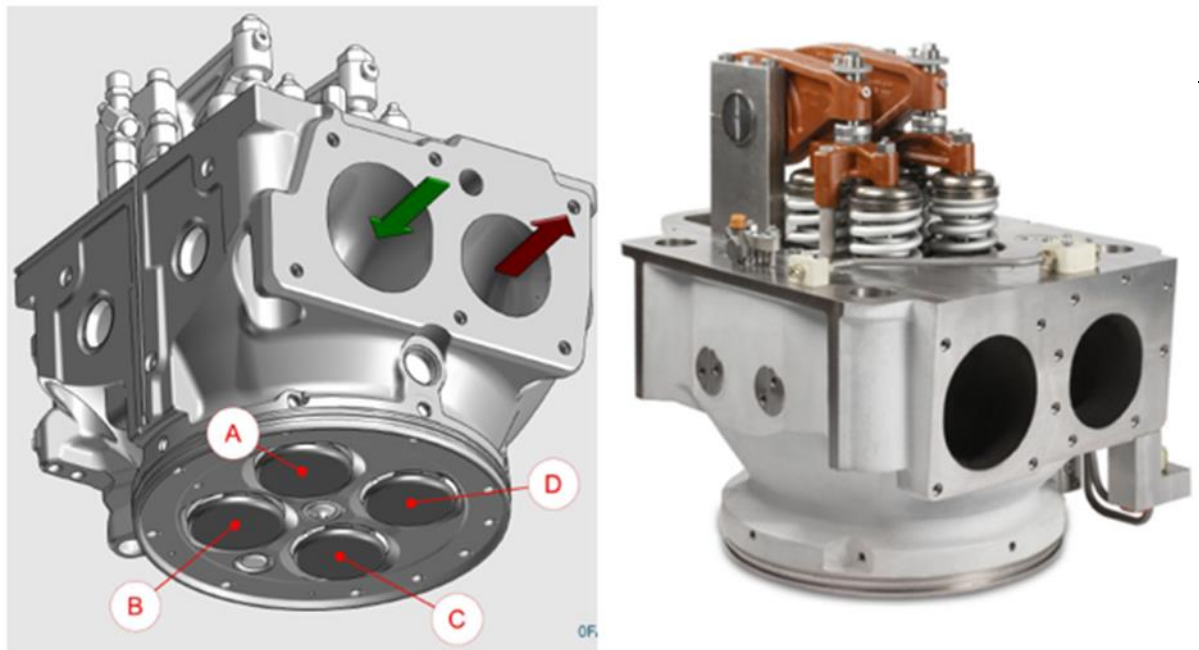
27. Wat is de naam en het doel van onderdeel 3, in figuur 11.5?

©Polestar Publishing bv, 2023



Figuur 11.5

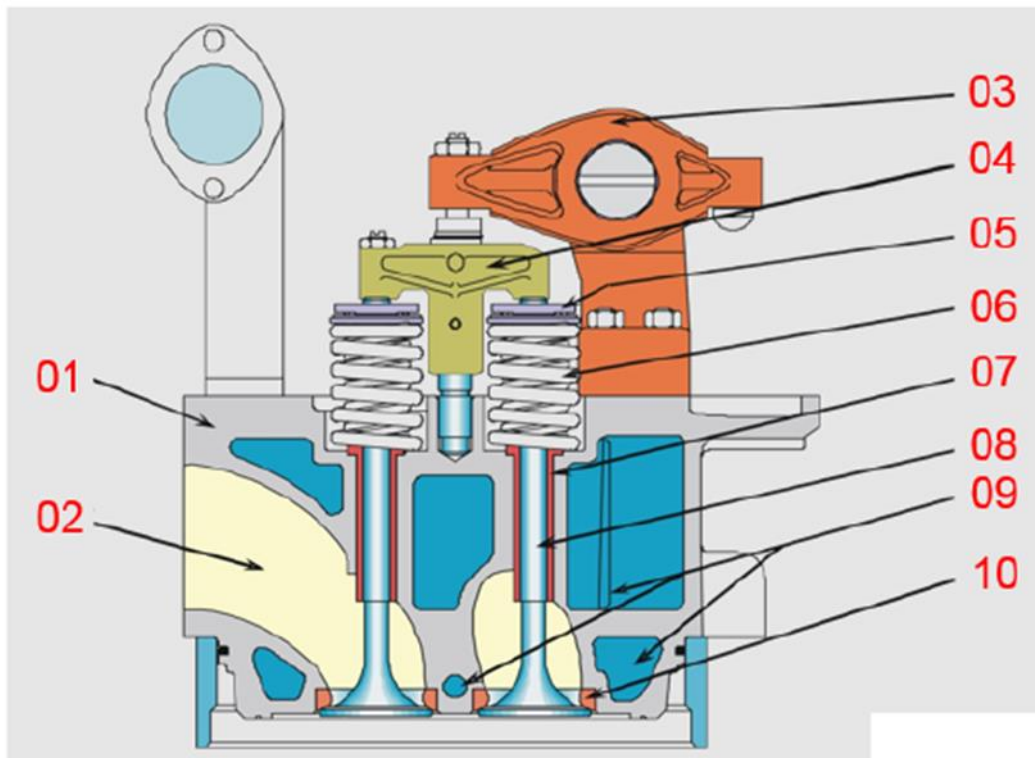
28. Wat is de naam van het onderdeel in figuur 11.6? Is dit een onderdeel van een 2- of 4-slagmotor?



Figuur 11.6

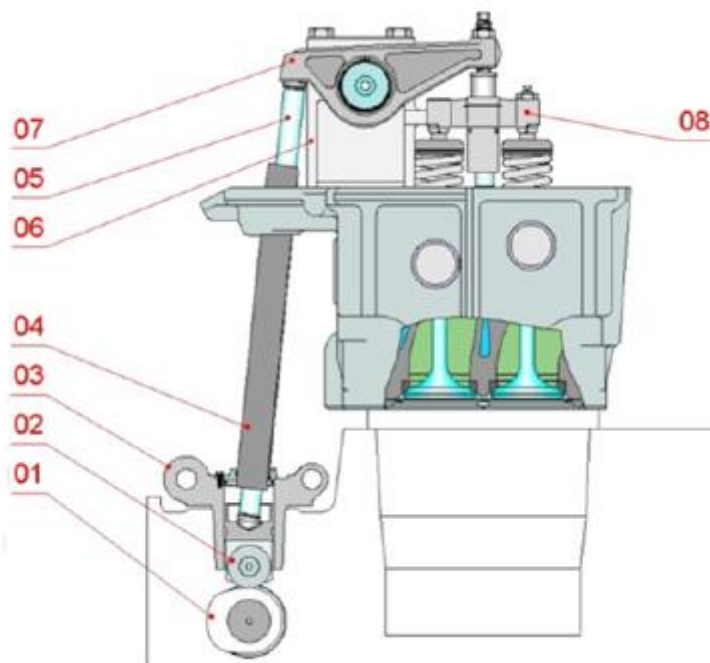
29. Wat zijn de inlaatkleppen en wat zijn de uitlaatkleppen. Waarom zijn er meer dan twee kleppen?

30. Benoem de onderdelen van 1 t/m 10 in figuur 11.7.



Figuur 11.7

31. Benoem de onderdelen 1 t/m 8 in figuur 11.8.



Figuur 11.8

32. Waar zit een hotbox op een motor en wat is het doel ervan?

33. Hoe noemen we het onderdeel dat boven de klepveer zit en wat het is doel van dit onderdeel?

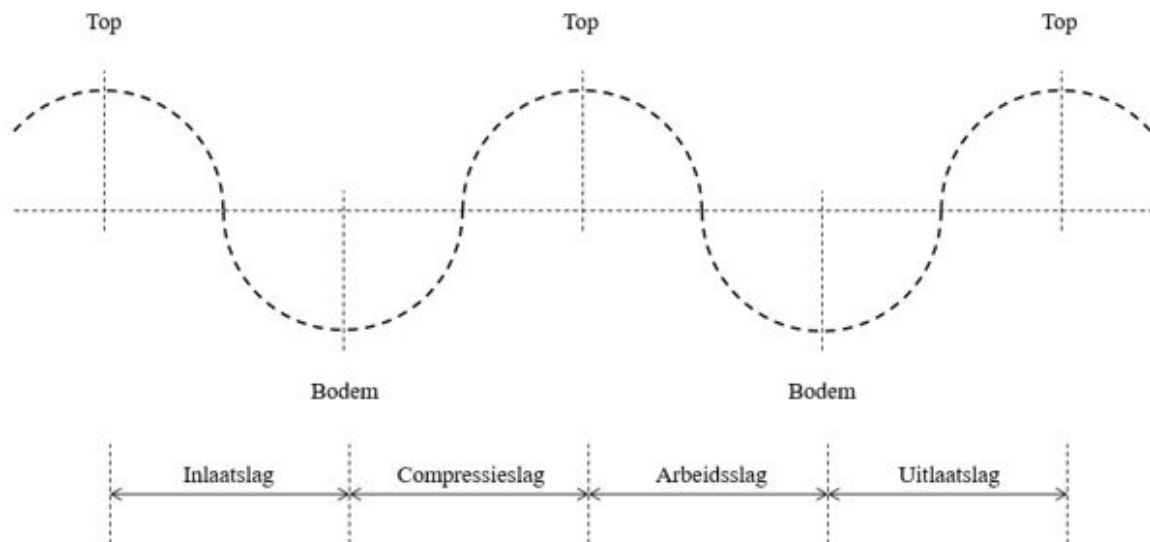


34. Waar gaat de lekkage van de hogedrukbrandstofpompen en de hogedrukbrandstofleidingen heen?

35. Wat gebeurt er als er een grote lekkage is in de hogedrukbrandstofleiding?

## Hoofdstuk 12 Krukwegdiagrammen 2-slag- en 4-slagmotoren

1. Hoe noemen we de momenten waarop de kleppen openen en sluiten?
2. Wat is een krukwegdiagram?
3. Waar gebruiken we een doorlopend krukwegdiagram voor?
4. Waar staat de golvende lijn voor in onderstaande afbeelding?

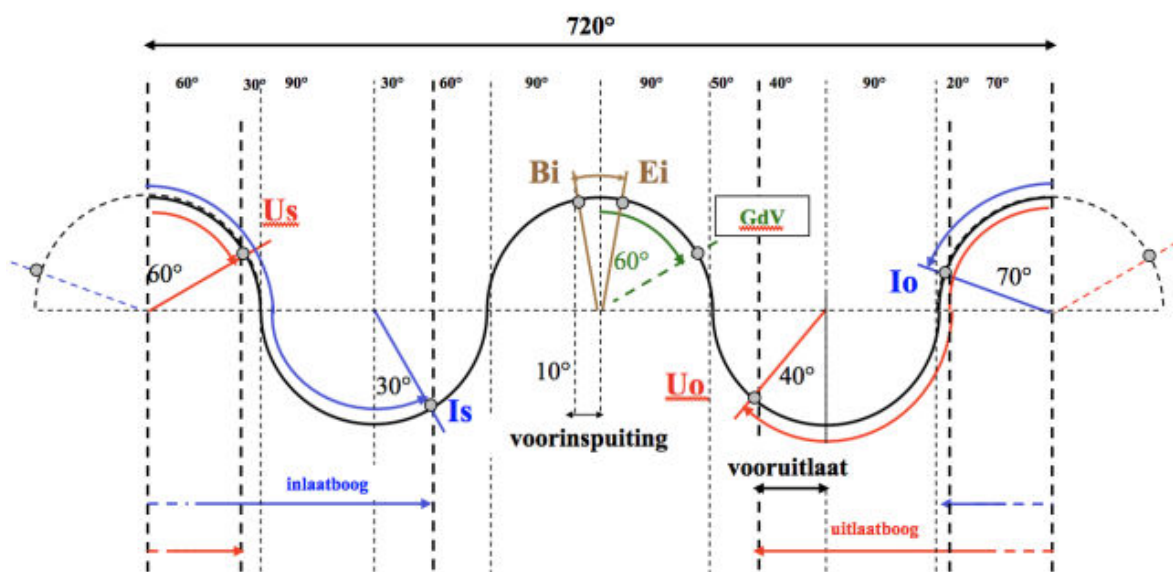


5. Hoe worden de krukhoeken aangegeven?
6. Construeer een krukwegdiagram zoals eerder besproken en plaats de kleptijden erin volgens onderstaande lijst.

Inlaatklep opent I.O.	70° V.T. (VBDP)	Uitlaatklep opent U.O.	40° V.B. (VODP)
Inlaatklep sluit I.S.	30° N.B. (NODP)	Uitlaatklep sluit I.S.	60° N.T. (NBDP)
Begin inspuiting B.I.	10° V.T. (VBDP)	Einde inspuiting E.I.	10° N.T. (NBDP)

7. Verklaar de begrippen: gaswisseling, de vóóruitlaat en de voorinspuiting en bepaal het aantal krukgraden van de begrippen. Hoe groot zijn deze bij het voorbeeld van vraag 6?
8. Construeer een **cirkelvormig** doorlopen krukwegdiagram met de kleptijden uit vraag 6.
9. Op welke manier kunnen we een doorlopen krukwegdiagram tekenen voor een 2-slagmotor?
10. Zie de tekening bij je antwoord op vraag 9. Wat voor soort spoeling wordt er toegepast bij de 2-slagmotor van dit doorlopen krukwegdiagram?
11. Wat betekent 'de grens der verbranding'?
12. Waarom is naverbranding ongewenst?

13. Waarvan is het tijdstip van inspuiten van de brandstof, bij de meeste motoren, afhankelijk?
14. Waarom is dat zo?
15. Wat verstaat men onder gaswisseling?
16. Wanneer begint de gaswisseling bij een 4-slagmotor?
17. Wanneer bij een 2-slagmotor?
18. Wat verstaan we onder de spoelperiode? Hoe groot is de spoelperiode in het doorlopen krukwegdiagram van figuur 12.1?



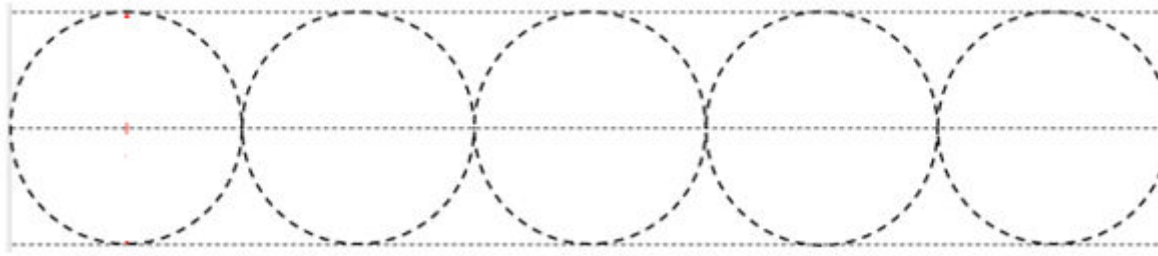
Figuur 12.1

*Bij de volgende opdrachten hoort bijlage 1 die aan het einde van dit hoofdstuk staat. Hier staat een tabel met de gegevens van een aantal motoren van het merk 'INDUSTRIE'. De linkerhelft van de tabel bevat gegevens van motoren zonder drukvulling en rechts staan de gegevens van dezelfde motoren met drukvulling.*

19. Maak nu voor de motor D8 zonder drukvulling een doorlopend krukwegdiagram. De hulpcircels zijn hieronder reeds aangegeven. Schrijf hieronder eerst de relevante gegevens op van deze motor:

Begin brandstofinspuiting		
Einde brandstofinspuiting		
Inlaat open		
Inlaat sluit		
Uitlaat open		
Uitlaat sluit		





20. Schrijf hierboven in het diagram de benamingen van de vier processlagen.

21. Wat verstaan we onder de inlaatboog?

22. Hoeveel krukgraden bedraagt de inlaatboog van de D8-motor zonder drukvulling?

23. Wat verstaan we onder de uitlaatboog?

24. Hoeveel krukgraden bedraagt de uitlaatboog van de D8-motor zonder drukvulling?

25. Wat verstaan we onder de vooruitlaat?

26. Hoeveel krukgraden bedraagt de vooruitlaat van de D8-motor zonder drukvulling?

27. Wat verstaan we onder de inspuitboog?

28. Hoeveel krukgraden bedraagt de inspuitboog van de D8-motor zonder drukvulling?

29. Wat verstaan we onder de klepoverlap?

30. Hoe wordt de klepoverlap ook wel genoemd?

31. Hoeveel krukgraden bedraagt de klepoverlap van de D8-motor zonder drukvulling?

32. Wat bedoelen we met de gaswisseling?

33. Hoeveel krukgraden bedraagt de gaswisseling van de D8-motor zonder drukvulling?

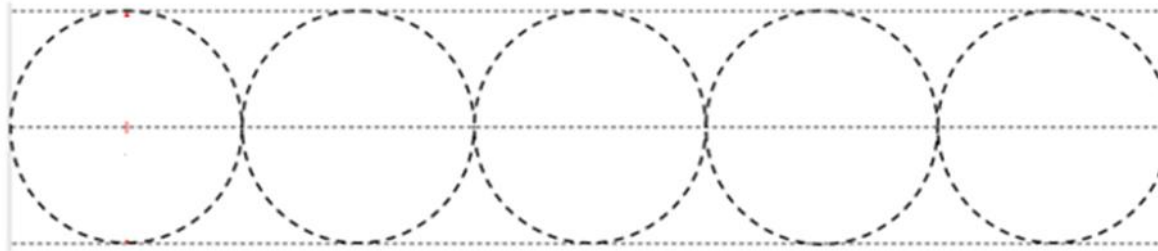
34. Wat bedoelen we met de grens van de verbranding?

35. Geef dit punt aan in het doorlopende krukwegdiagram van de D8-motor.

36. Maak nu voor de motor D8 **met** drukvulling een doorlopend krukwegdiagram. De hulpcirkels zijn hieronder reeds aangegeven.

Schrijf hieronder eerst de relevante gegevens op van deze motor:

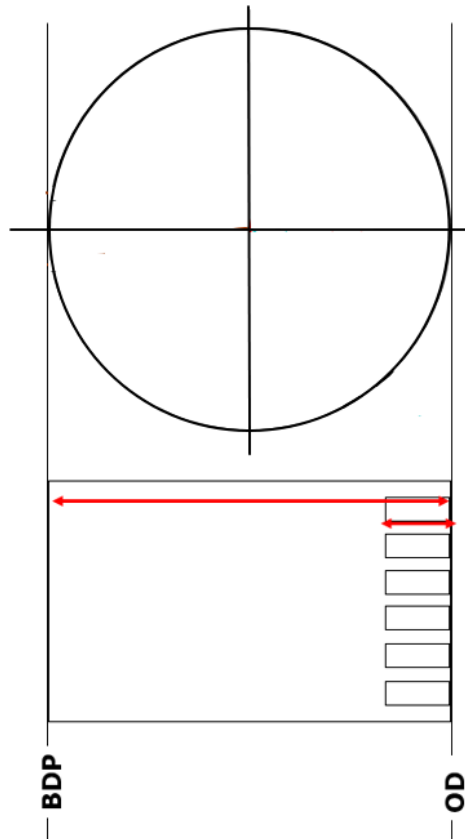
Begin brandstofinspuiting		
Einde brandstofinspuiting		
Inlaat open		
Inlaat sluit		
Uitlaat open		
Uitlaat sluit		



37. Hoeveel krukgraden bedraagt de klepoverlap van deze motor?
38. Vergelijk deze waarde met die van de D8-motor zonder drukvulling. Geef een verklaring waarom de klepoverlap bij drukvulling zoveel groter is.
39. De meeste motoren hebben een inspuitregeling waarmee het moment van inspuiten bepaald kan worden. Als een motor vollast draait dan begint de brandstofinspuiting veel eerder. Waarom is dit?
40. Hieronder is schematisch een cilindervoering weergegeven van een 2-slagmotor met daarnaast de krukcirkel. Teken van deze motor een rondgaand krukwegdiagram aan de hand van onderstaande gegevens:

Begin brandstofinspuiting	10° VBDP
Tijdsduur inspuiting	25°
Uitlaatklep open	78° VODP
Uitlaatklep dicht	60° NODP





41. Bepaal zelf uit het diagram door constructie bij hoeveel krukgraden de zuiger de spoelpoorten zal vrijmaken (afroonden op hele krukgraden).
42. Hoeveel krukgraden duurt de gaswisseling?
43. Vergelijk deze waarde met die van een 4-slagmotor D8 met drukvulling. Wat valt je op?
44. Meet de hoogte op van de spoelpoorten.
45. Meet de slaglengte op.
46. Hoe groot zijn de spoelpoorten (in procenten) ten opzichte van de slaglengte?
47. Wat gebeurt er als de doortocht van de spoelpoorten door vervuiling steeds kleiner wordt?

Bijlage 1: gegevens motorenfabrikant INDUSTRIE

**Technische gegevens INDUSTRIE motor.**

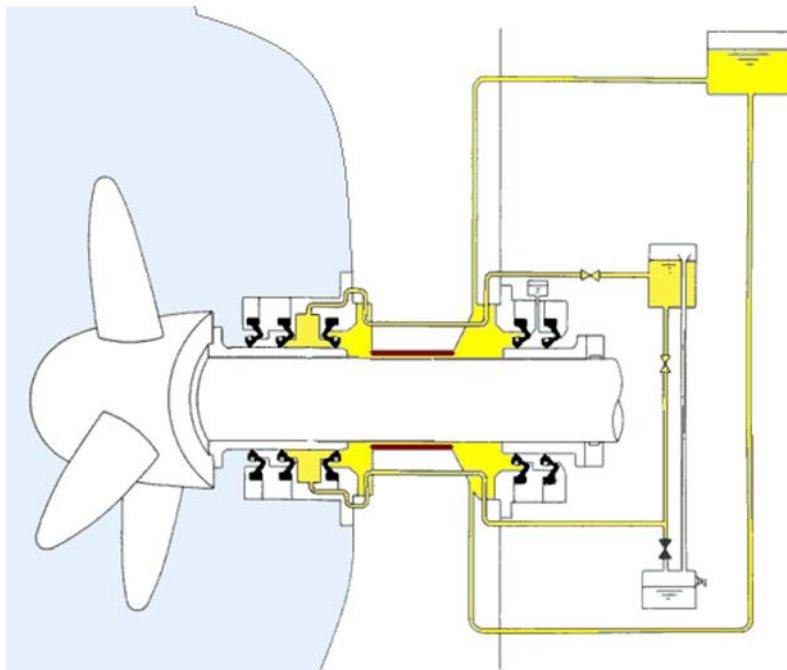
	Zonder drukvulling				Met drukvulling			
<u>Motortype</u>	D 41	D 6	D 7	D 8	D 41	D 6	D7	D 8
Boring (mm)	200	250	305	400	200	250	305	400
Slag (mm)	270	350	460	600	270	350	460	600
Inlaat opent (VBDP)	23°	23°	12°	21°		76°	77°	76°
Inlaat sluit (NODP)		37°	42°	31°		41°	42°	41°
Uitlaat opent (VODP)	52°	47°	48°	44°		45°	48°	47°
Uitlaat sluit (NBDP)	24°	24°	21°	20°		61°	57°	61°
Inspuiting Brandstof	10° V.T tot 10° N.T.	10° V.T tot 10° N.T.	10° V.T tot 10° N.T.	10° V.T tot 10° N.T.		10° V.T tot 10° N.T.	10° V.T tot 10° N.T.	10° V.T tot 10° N.T.

## *Hoofdstuk 13 Onderdelen schroefas*

1. Waar dient de schroefas voor?
2. Kunnen snellopende- en middelsnellopende motoren een schroef direct aandrijven? Leg uit hoe de aandrijving van een schroef bij snellopende- en middelsnellopende motoren werkt.
3. Hoe kan de afstand tussen de schroef en de motor worden overbrugd?
4. Hoe worden de tussenassen ondersteund?
5. Naast stalen assen worden er ook wel carbon assen toegepast; wat zijn de verschillen met een stalen as?
6. Waarom moet een schroefas altijd voorzien zijn van een stroomafnemer? Leg uit.
7. Wat kunnen de opgewekte elektrische stromen veroorzaken?
8. Op welke manieren kunnen de lagering en smering van een schroefaskoker zijn uitgevoerd?
9. Welk gedeelte van de asleiding is de schroefas?
10. Is de reder vrij om een diameter van de schroefas te kiezen?
11. Wat is het voordeel van een losse flens op de schroefas?
12. Waarom wordt er een dopmoer gebruikt om de schroef op de schroefas vast te zetten?
13. Leg uit wat de functie van een schroefasafdichting is.
14. Wat weet je van het vet dat wordt gebruikt in een schroefaskoker?
15. Wat voor soort schroefaskoker voldoet aan de milieuwetgeving?
16. Geef een beschrijving van een watergesmeerd, open uithoudersysteem.
17. Hoe wordt de toestroom van water in het buitenlager van een watergesmeerde uithouder gemakkelijker gemaakt?
18. Wat heeft men gedaan om inlopen van de schroefas ter plaatse van de lagers te voorkomen?
19. Geef een beschrijving van een watergesmeerd open-schroefaskoker systeem.
20. Hoe kan je het binnendringen van buitenwoordwater bij deze open schroefaskoker tijdens een inspectie of vernieuwen van de binnenafdichting, voorkomen?

21. Geef een beschrijving van een watergesmeerd, gesloten schroefaskoker-systeem.
22. Wanneer wordt een watergesmeerd, gesloten schroefaskokersysteem toegepast?
23. Waarom is bij schroefaskokers het achterste lager altijd langer dan het voorste lager?
24. In welke uitvoering kunnen rubber lagers voorkomen?
25. Wat hebben watergesmeerde en oliegesmeerde schroefaskokers gemeen?
26. Wat voor afdichtingsringen worden er bij oliegesmeerde schroefaskokers gebruikt? Van welk materiaal zijn ze gemaakt?
27. Bespreek de constructie van de achterste afdichting van een oliegesmeerde schroefaskoker.
28. Hoe wordt lekkage door slijtage van de afdichting voorkomen?
29. Wat is de functie van de verklikkertank bij de voorste afdichting van een oliegesmeerde schroefaskoker?
30. Wat is de functie van de druktank bij de voorste afdichting van een oliegesmeerde schroefaskoker?
31. Waarom worden watergesmeerde schroefaskokers weer meer toegepast?
32. Op welke wijze kunnen de temperatuur en de kwaliteit van de smeerolie van een oliegesmeerde schroefaskoker van Lagersmit worden bewaakt?
33. Welke oplossing is er gevonden om de temperatuur van manchets nr. 5 van een oliegesmeerde schroefaskoker van Lagersmit te verlagen?
34. Bespreek de werking van oliegesmeerde schroefasafdichting van het Wärtsilä Airguard-systeem.
35. Bespreek aan de hand van een eenvoudige tekening de werking van de blokjes of nierstukjes van een Mitchell-stuwblok.
36. Wat is de functie van een Mitchell-stuwblok?
37. Zijn nierstukjes altijd van een pen voorzien om te kunnen kantelen?

38. Zet de juiste nummers van de gegeven onderdelen in de tekening 13.1.



1. Schroef
2. Schroefas
3. Lager
4. Verklikkertank
5. Druktank
6. Aftaptank
7. Circulatietankje
8. Lip manchet
9. Loopbus
10. Huis
- A. Afdichting met lipmanchetten
- B. Afdichting met lipmanchetten

Figuur 13.1

39. Hoe weet je bij een lekkage welk lipmanchet er lekt?

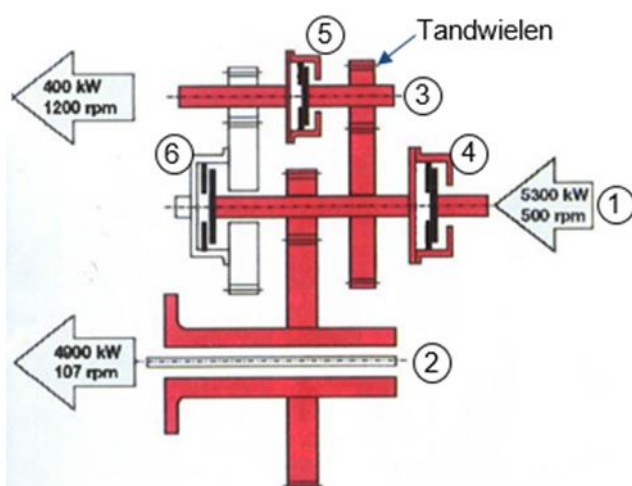
40. Hoe heet de asdoorvoering waar de schroefas doorheen loopt naar de schroef?

41. Wat is de functie van het stuwblok?

42. Bij een aandrijving met een tandwielreductie is het schroeftoerental lager dan het motortoerental. Waarom wordt dit gedaan?

## Hoofdstuk 14 Voortstuwing

1. Wat is het verschil tussen een hoofdmotor en een hulpmotor?
2. Wat verstaan we onder een bootmotor?
3. Welke bijzondere eis geldt voor een sloepmotor?
4. Welke eisen stelt het SOLAS-verdrag aan de constructie, uitrusting en bemanning van reddingsloepen? Hoeveel mogelijkheden laat het SOLAS-verdrag toe om een sloepmotor te starten? Noem er minimaal drie.
5. Hoe kan het totale rendement van een voortstuwingsinstallatie worden verbeterd bij grote 2-slagmotoren en het gebruik van 4-slagmotoren voor de voortstuwing?
6. Wat zijn belangrijke punten bij het zoeken naar andere voortstuwingsinstallaties?
7. Wat is een roer- of azimuthpropeller? Wat is het grote voordeel van deze aandrijving?
8. Wat verstaan we onder een hybride aandrijving?
9. Noem een voorbeeld van hybride aandrijving. Wat voor voordelen kan een hybride aandrijving hebben?
10. Wat betekent PTO? Licht toe.
11. Wat betekent PTI? Licht toe.
12. Beschrijf zeebedrijf met ingeschakelde PTO, zoals te zien in figuur 14.1



Figuur 14.1

13. Beschrijf hoe de PTI geschakeld is bij extra vermogen tijdens de vaart. Gebruik figuur 14.1 voor de beschrijving.

14. Beschrijf een patrouillevaart (zonder hoofdmotor) met een ingeschakelde PTI. Gebruik figuur 14.1 voor de beschrijving.
15. Wat is een holle-aselektromotor en wat is het grote voordeel van deze elektromotor?
16. Wat is een genset en waarvoor wordt deze gebruikt?
17. Wat is het doel van de omkasting om een generatorset?
18. Waar wordt een straalbuis voor gebruikt en wat zijn de voordelen?
19. Wat is het verschil tussen een roer- of azimuthpropeller en een L- of Z- drive thruster?
20. Wat zijn contraroterende schroeven en wat is het voordeel van deze constructie?
21. Wat is een Voith-Schneiderpropeller?
22. Wat is het voordeel van een Voith-Schneiderpropeller?
23. Noem enkele voorbeelden van zeilen als hulpvoortstuwning.
24. Wat gebeurt er met een waterstraal als de doortocht van de straalbuis kleiner wordt?
25. Verklaar de werking van een waterjet.
26. Hoe wordt bij een waterjet de reactiekracht van de waterstraal overgedragen op het schip?
27. Hoe wordt een schip met een waterjetaandrijving naar bakboord of stuurboord bewogen?
28. Hoe kan een schip met een waterjetaandrijving achteruitvaren?
29. Waarmee heeft de naam 'jet' te maken? Noem nog een voorbeeld van dit soort voortstuwning.

## *Hoofdstuk 15 Lagers*

1. Wat is het doel van een lager?
2. Hoe kunnen draaiende assen ondersteund worden?
3. Noem twee groepen lagers.
4. Hoe wordt ervoor gezorgd dat de wrijving bij glijlagers zo laag mogelijk is?
5. Wat zijn de voordelen van een wentellager ten opzichte van een glijlager?
6. Wat zijn de voordelen van een glijlager ten opzichte van een wentellager?
7. Waarvan is de wrijvingscoëfficiënt tussen de as en het lager afhankelijk?
8. Wat verstaan we onder hydrostatische smering?
9. Wat verstaan we onder hydrodynamische smering?
10. Welke soort smering wordt het meest toegepast?
11. Hoe kan men de wrijving op een andere manier verminderen?
12. Waarom is het belangrijk dat niet de as slijt, maar het lager?
13. Wat zijn de functies van een smeermiddel? In het boek worden er zeven genoemd.
14. Welke soorten smering onderscheiden we? Noem er twee.
15. Aan welke eisen moeten lagermaterialen voor motoren voldoen? Noem er minimaal drie.
16. Waarom geeft men de voorkeur, als de asbelasting dit toelaat, aan het gebruik van relatief zacht lagermateriaal?
17. Noem drie soorten lagermaterialen.
18. Hoe wordt loodbrons toegepast?
19. Waarom worden krukassen oppervlakte-gehard?
20. Wat is sinteren en waarbij wordt het toegepast?
21. Welke lagermaterialen past men toe wanneer er rekening moet worden gehouden met het optreden van grenssmering?
22. Noem de voor- en nadelen van witmetaal op loodbasis ten opzichte van witmetaal op tinbasis.



23. Noem in het kort de invloed van de volgende legeringsbestanddelen op de legering:
- de invloed van antimoon;
  - de invloed van koper;
  - de invloed van cadmium;
  - de invloed van arseen en nikkel.
24. Aan welke voorwaarden moeten de hoog belaste krukas- en nokkenaslagers van de moderne motoren voldoen met betrekking tot de bedrijfszekerheid en de bedrijfsduur?
25. Aan welk soort slijtage staat het loopvlak van een lagerschaal bloot en wat is daar het gevolg van?
26. Waardoor wordt de bedrijfsduur van een lager bepaald?
27. Noem een aantal voorwaarden voor een zo lang mogelijke ongestoorde bedrijfsvoering.
28. Waarom worden er trimetaallagers toegepast in plaats van witmetaallagers als het kan?
29. Noem vier onderdelen waar - in dieselmotoren - lagers worden gebruikt.

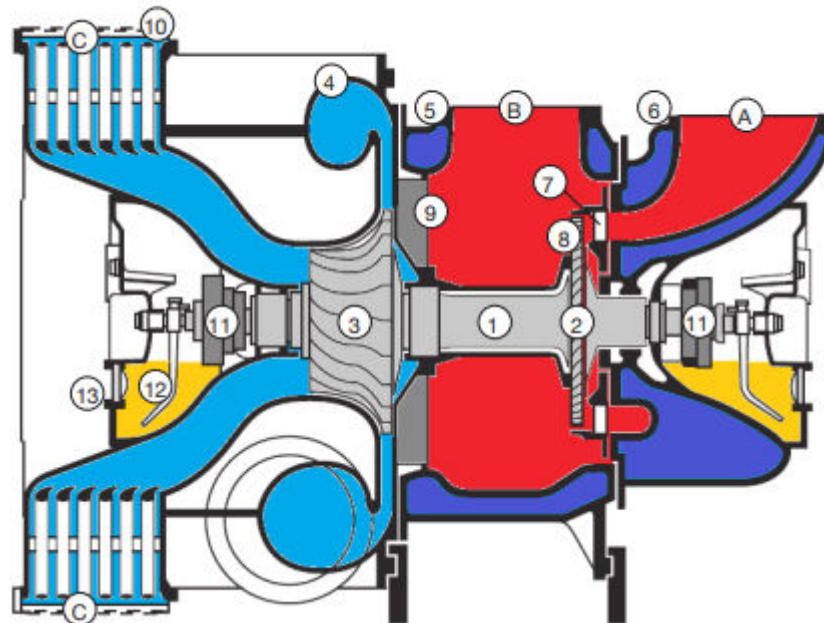
## *Hoofdstuk 16 Bijzondere reparaties*

1. Wat is het verschil tussen een noodreparatie en een gewone reparatie?
2. Noem enkele problemen die met een noodoplossing tijdelijk verholpen kunnen worden.
3. Onder welke voorwaarde kun je een noodreparatie uitvoeren?
4. Wat wordt er in een 'condition of class' bepaald? Wat gebeurt er wanneer er aan de voorwaarden niet wordt voldaan?
5. Wat is belangrijk in echte noodgevallen?
6. Welke stappen moeten er ondernomen worden in een noodgeval?
7. Hoe kan de reparatie van een lekke leiding worden uitgevoerd?
8. Hoe kan een gedeelte van een leiding worden afgesloten, als dat niet met een afsluiter kan?
9. Hoe groot moet de diameter van de steekflens zijn?
10. Waarom mag je nooit alle bouten tegelijk verwijderen?
11. Hoe kan het huis van een afsluiter waar een gat in is gevallen, worden gerepareerd?
12. Wat kan je doen bij een lekke pijp van een koeler?
13. Waarom mag de prop niet te vast in de lekke pijp worden geslagen?
14. Hoe kan inwendige schroefdraad die beschadigd of versleten is, worden gerepareerd?
15. Hoe kan scheurvorming in een plaat worden gestopt?
16. Wat is bijzonder aan een overboordafsluiter?
17. Wat is het gevaar van overboordafsluiters?
18. Hoe kan een afsluiter lekken?
19. Welk materiaal is handig om aan boord te hebben voor het geval een gietijzeren afsluiter lek raakt?
20. In het gietijzer carter van de hoofdmotor wordt een scheurtje ontdekt. Wat kun je hieraan doen?
21. Wat wordt er bedoeld met het afproppen van een koelerpijpje?

## *Hoofdstuk 17 Drukvulling*

1. Hoe groot is de hoeveelheid arbeid die, bij gelijkblijvend rendement, per cilinder kan worden geleverd?
2. Wat moet er gebeuren om meer brandstof per cilinder te kunnen verbranden?
3. Hoe kunnen we dat mogelijk maken?
4. Hoe noemen we deze methode van het aanvoeren van verbrandingslucht?
5. Hoe kan drukvulling worden verzorgd?
6. Wat is het voordeel van de laatste methode?
7. Wat is het nadeel van een turboblower? En van een mechanische gedreven spoelpomp?
8. Hoe hoog kan de druk na de turboblower oplopen?
9. Waarvan is het rendement van een motor sterk afhankelijk en waarom?
10. Welke motor heeft, bij gelijke afmetingen, een groter vermogen: een motor met drukvulling of zonder drukvulling?
11. Welke energie zit er nog in de uitlaatgassen van een dieselmotor?
12. Hoe groot is het verlies uit de ontwikkelde energie uit de brandstof die verloren gaat met de uitlaatgassen?
13. Wat gebeurt er wanneer de uitlaatgassen bij de turbine aankomen?
14. Door het comprimeren van de lucht door de compressor van de turbo neemt naast de druk ook de temperatuur toe. Wat zijn de gevolgen hiervan? Hoe kunnen deze gevolgen worden voorkomen?
15. Wat kan er gebeuren als er een groter gewicht dan eerder aan lucht in de cilinder wordt gebracht?
16. Hoe hoog is de luchttemperatuur na de blower? En na de luchtkoeler?
17. Waarvoor wordt de klepoverlap gebruikt? Is dat belangrijk bij drukvulling?
18. Welke systemen onderscheiden we bij drukvulling?
19. Bespreek het gelijke-druksysteem.
20. Bespreek het drukvulsysteem volgens het stoot- of Büchisysteem.

21. Waarom moet de onderlinge afstand in krukgraden tussen de opeenvolgende ontstekingen bij het stoot- of Büchisysteem minimaal 180° krukgraden bedragen?
22. Wat is het bijzondere van het zogenaamde Pulse Convertorsysteem?
23. Voor welke motoren is het Pulse Convertorsysteem uitermate geschikt? Wat is het doel van dit systeem?
24. Beschrijf de werking van het Pulse Convertorsysteem.
25. Wat weet je van het SPEX-systeem?
26. Hoe komt het dat de huidige generatie drukvulgroepen meer lucht leveren dan nodig is voor een optimale verbranding? Hoe wordt de hogere vuldruk verkregen?
27. Geef de naam van de onderdelen 1 t/m 13 in figuur 17.1:



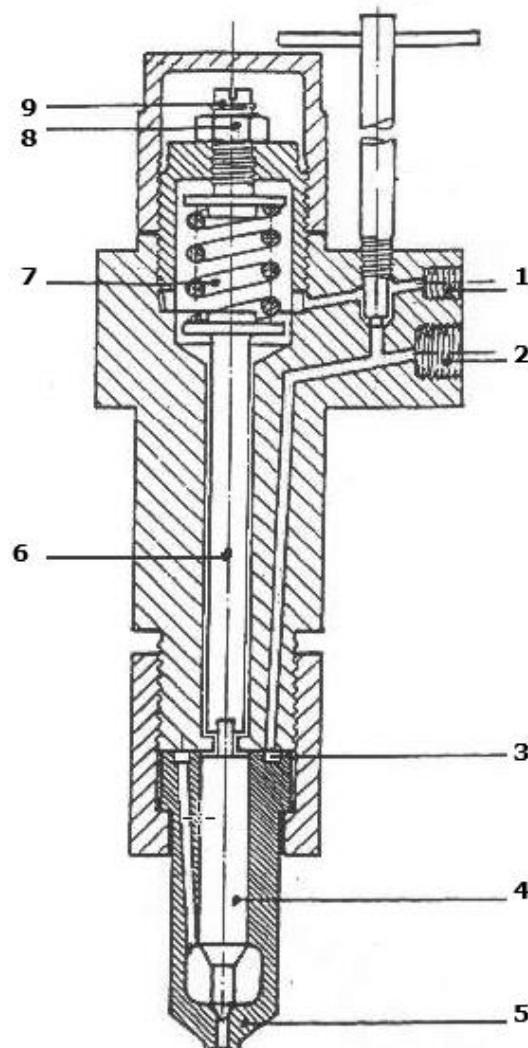
Figuur 17.1

28. Waardoor volstaat bij de huidige motoren de luchtvoorziening bij deellast niet?
29. Welke mogelijkheden zijn er om, als een motor niet op vollast draait, de turbo op de juiste wijze af te stemmen op de motor?
30. Bespreek de werking van een waste-gate.
31. Wat is de functie van een bypass in een drukvulstelsel?
32. Wanneer wordt een vermogensgasturbine toegepast?

33. Welke mogelijkheid bestaat er om, bij langdurend met verminderd vermogen varen, de energie van de turbo's te regelen?
34. Wat is het voordeel van een verstelbare leischoppen- of straalbuisring? Beschrijf de werking.
35. Wat voor onderhoud moet er aan de drukvulgroep worden verricht?
36. Hoe kan een spoelluchtbrand ontstaan? Hoe kan deze worden voorkomen?
37. Hoe kan je een spoelluchtbrand herkennen?
38. Wat is belangrijk bij de eerste indicatie van een spoelluchtbrand?
39. Welke brandblusmiddelen kunnen worden toegepast bij een grote brand?
40. Hoe ontstaat het 'blaffen' van een turbo?
41. Wat is de oorzaak van blaffen?
42. Wanneer kan het vóórkomen?
43. Welke maatregelen moet men nemen bij schade aan de turbo?
44. Wat moet je doen als het niet mogelijk is om direct tot reparatie of vervanging van de turbo over te gaan?
45. Wat kun je doen als er meerdere turbo's zijn?
46. Waarom laat men bij 4-slagmotoren de in- en uitlaatkleppen minstens 90° gelijktijdig openstaan?
47. Waarom is het belangrijk het spoelluchtkanaal regelmatig te inspecteren?
48. Waar is een spoelluchtbrand een combinatie van?

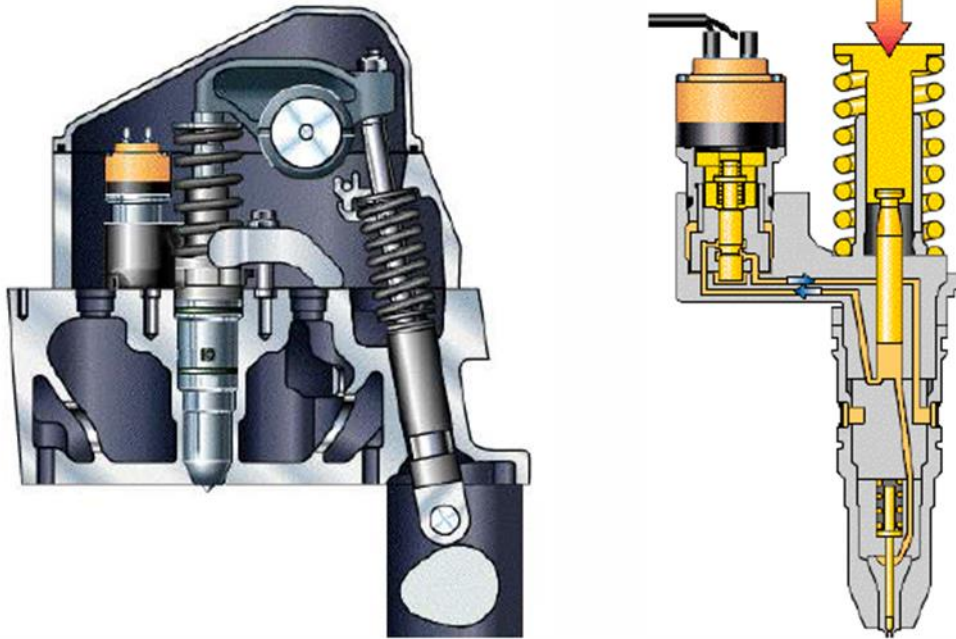
## Hoofdstuk 18 Verstuivers

1. Hoe wordt de brandstof in de cilinder gebracht?
2. Waarom moet de brandstof fijn verneveld worden in de cilinder?
3. Wordt de brandstofklep altijd in het midden van het cilinderdeksel geplaatst?
4. Waarom mogen de brandstofdruppels de cilinderwand niet raken?
5. Wat schrijven de klassebureaus voor ten aanzien van hogedruk-brandstofleidingen?
6. Wat is de functie van de verstuivernaald?
7. Waarom moet er een minimale hoeveelheid brandstof langs de verstuivernaald kunnen lekken?
8. Benoem de nummers 1 t/m 9 van de afbeelding 18.1



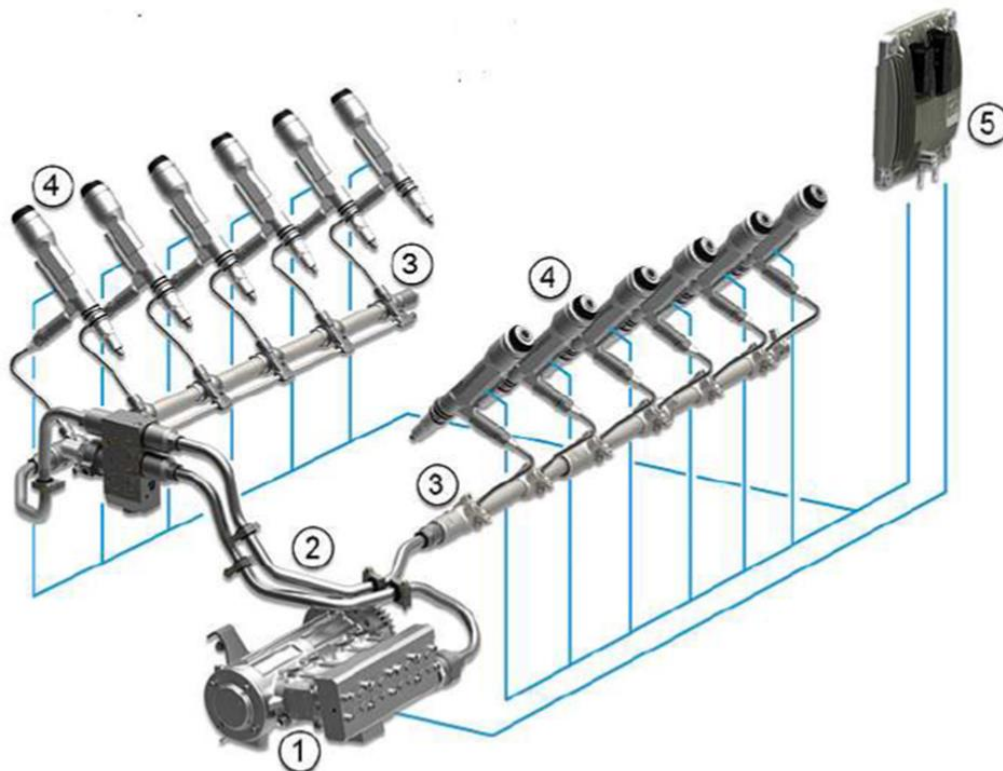
Figuur 18.1

9. Waarvoor dient de afvoerleiding nr.1?
10. Beschrijf stap voor stap hoe je bij dit type verstuiver de openingsdruk kan verhogen.
11. Waarom mag de lekolie-afvoer van een verstuiver nooit geblokkeerd worden?
12. Wat is het gevolg van een te kleine lichthoogte van de verstuivernaald?
13. En van een te grote lichthoogte?
14. Hoe ontstaat de smalle afdichtingsrand tussen de verstuivernaald en de zitting. Waarom is de rand zo smal?
15. Leid uit de volgende gegevens af dat de sluitdruk van een verstuiver lager is dan openingsdruk.  
 $p_o$  = brandstofdruk op moment van openen van de naald;  
 $p_s$  = brandstofdruk op moment van sluiten van de naald;  
 $F_v$  = kracht door veer uitgeoefend op de naald;  
 $D$  = grootste diameter van de naald;  
 $d$  = kleinste diameter van de naald.
16. Verklaar waarom gedurende het bedrijf de naald bij opening aanzienlijk kan afwijken van de testdruk?
17. Waardoor wordt de lengte van de brandstofstraal bepaald?
18. Waarom mag de brandstofstraal de cilinderwand niet raken?
19. Waarom is de koeling van de verstuivertip met daarin de verstuivergaatjes zo belangrijk?
20. Welke koelmiddelen kunnen worden gebruikt voor het koelen van brandstofkleppen voor zware brandstof? Kan men van koeling spreken?
21. Aan welke voorwaarden moet de brandstofinspuiting voldoen om een zo hoog mogelijk thermisch rendement te behalen?
22. Aan welke kenmerken moet de moderne inspuitapparatuur voldoen?
23. Wat is het kenmerk van een pompverstuiver?
24. Welke types pompverstuivers zijn er en waardoor wordt het verschil bepaald?
25. Bespreek aan de hand van de afbeelding 18.2 in het kort de werking van een pompverstuiver.



Figuur 18.2

26. Bespreek een common-rail brandstofinspuitsysteem (figuur 18.3). Wat zijn de voordelen van een common-railsysteem?



Figuur 18.3

27. Wat verstaat men onder een dualfuel-brandstofsysteem?

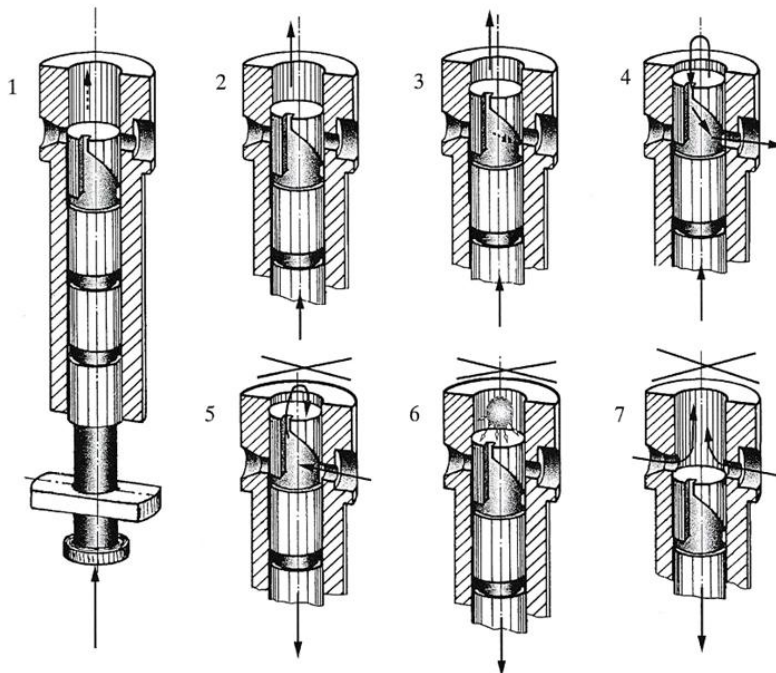
28. Wat is een belangrijke reden voor reders om over te gaan op dualfuel-motoren?



29. Om welke reden worden verstuivers aan boord verwisseld?
30. Waar komt dat in de praktijk op neer bij bijvoorbeeld een hulpmotor? Zijn er uitzonderingen?
31. Waaruit bestaat aan boord het mogelijke onderhoud aan brandstofkleppen?
32. Wat voor certificaat moet voor elke dieselmotor aan boord aanwezig zijn? Leg uit wat het certificaat inhoudt.
33. Welke afwijkingen kunnen tijdens de vaart aan brandstofkleppen worden geconstateerd?
34. Wat zijn de voornaamste storingen die bij een brandstofklep kunnen voorkomen?
35. Hoe ontstaat bloemkoolvorming en wat zijn de gevolgen?
36. Wat is de reden dat een verstuivernaald kan blijven hangen?
37. Hoe ontstaat nadruppelen van de verstuivernaald en wat kunnen de oorzaken zijn?
38. Wat kan de oorzaak zijn van lekkage van brandstof naar het gedeelte met verstuiverkoelwater?
39. Wat kunnen de oorzaken zijn van te grote lekkage langs de brandstofnaald?
40. Hoe komt het dat een slechtwerkende verstuiver in een grote 2-slagmotor lastiger te vinden is dan in een middelsnellopende 4-slagmotor?
41. Hoe kan je bij een grote 2-slagmotor vinden welke verstuiver van een cilinder het niet meer doet?

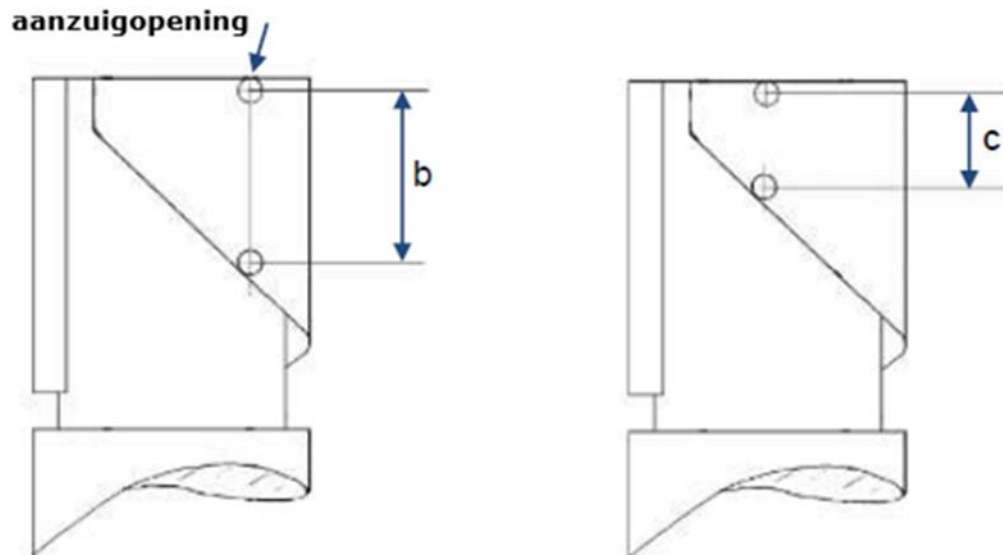
## Hoofdstuk 19 Brandstofpompen

1. Waaruit bestaat een conventionele hogedrukbrandstofsysteem?
2. Wat is de taak van de brandstofpomp?
3. Wat is er nodig voor een goede verstuing van de brandstof?
4. Waardoor kan de inspuitedruk onnodig worden verhoogd?
5. Waarmee hangt de constructie van de brandstofpomp nauw samen?
6. Hoe noemt men de manier waarop de hoeveelheid brandstof naar de verstuiver wordt opgebracht?
7. Noem drie systemen van opbrengstregeling.
8. Wat verstaat men onder beginregeling?
9. Wat verstaat men onder eindregeling?
10. Wat verstaat men onder begin- en eindregeling?
11. Waarvan is de regeling van de hoeveelheid brandstof van de brandstofpomp afhankelijk? Welke twee soorten zijn er?
12. Hoe werkt de opbrengstregeling bij een plunjerregelende pomp?
13. Verklaar aan de hand van afbeelding 19.1 de werking van een plunjerregelende pomp.



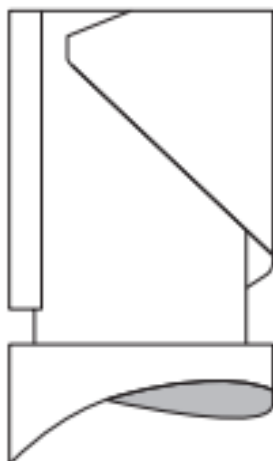
Figuur 19.1

14. Hoe noemt men het moment dat de aanzuigopeningen worden afgesloten tot het moment dat ze weer vrij komen?
15. Staat de effectieve persslag in verband met de opbrengst van de pomp?
16. Verklaar aan de hand van de tekeningen in figuur 19.2 het begrip effectieve persslag



Figuur 19.2

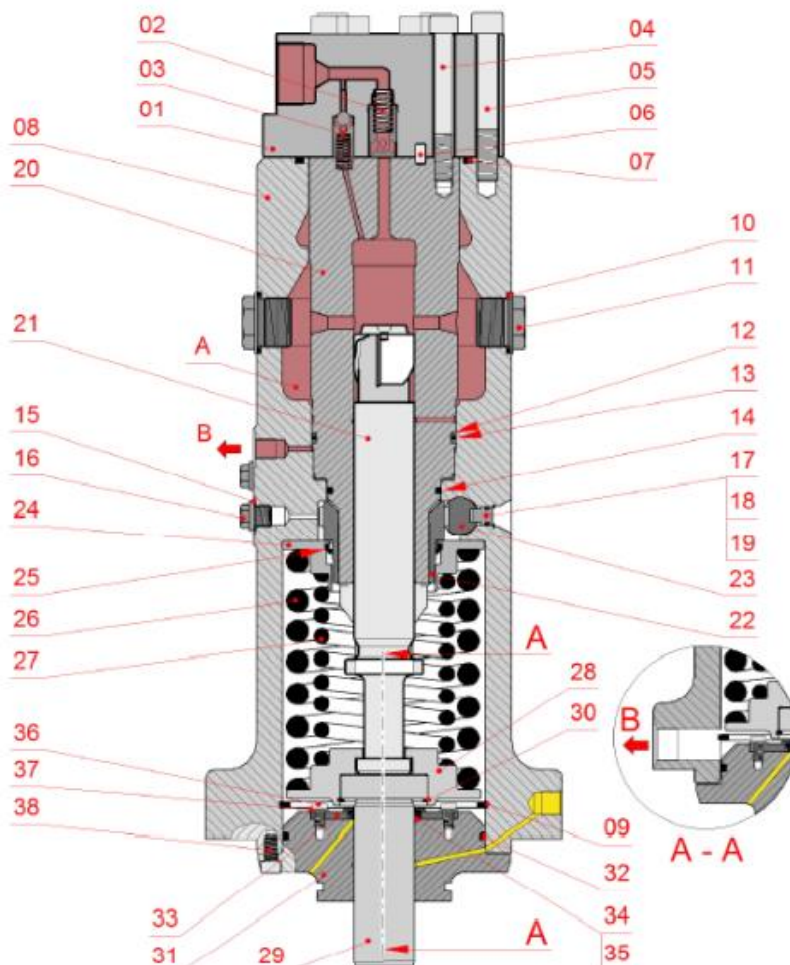
17. Hoe kan een plunjerregelende pomp worden uitgevoerd met een eindregeling en een beginregeling?
18. Geef in de figuur 19.3 de effectieve persslag aan als de motor met een zeer laag vermogen draait.



Figuur 19.3

19. Welke voorziening is bij hogedrukbrandstofpompen getroffen om vervorming van de bovenzijde van de pompcilinder bij zeer hoge persdrukken te voorkomen?

20. Waarmee zijn vrijwel alle kleinere en enkele grotere plunjerregelende brandstofpompen uitgerust?
21. Wat is het doel van een restdrukklep?
22. Verklaar de werking van de restdrukklep.
23. Wat voor soort restdrukkleppen onderscheidt men bij een indeling naar werkwijze?
24. Verklaar de werking van een restdrukklep met volume-ontlasting.
25. Wat weet je van de grootte van de drukdaling bij een restdrukklep met volume-ontlasting?
26. Wat is het nadeel van deze restdrukklep?
27. Verklaar de werking van een restdrukklep met drukontlasting.
28. Waar wordt de restdrukklep met drukontlasting veel toegepast?
29. Hoe heet onderdeel 11 in afbeelding 19.4? Wat is het doel ervan?



Figuur 19.4

30. Wat verstaan we onder MCR?

31. Door welke mogelijke oorzaken moet een voortstuwingsmotor het volledige MCR leveren en welke conclusies kunnen hieraan verbonden worden?

32. Wat kun je bij bovenstaande vraag zeggen over het toerental van de motor en wat voor gevolgen kan dit hebben voor de motor?

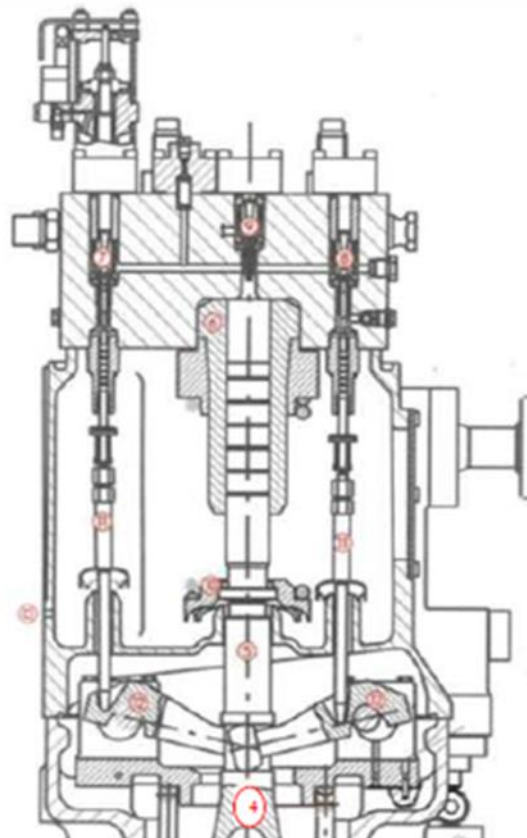
33. Wat weet je van Variable Injection Timing (VIT)?

34. Wat is nodig om bij het verminderen van het vermogen, en dus een dalende eindcompressiedruk, de maximale verbrandingsdruk gelijk te houden?

35. Wat wordt er aangepast als een brandstofpomp is uitgevoerd met een FQS-regeling?

36. Verklaar aan de hand van tekening 19.5 de werking van een klepregelende brandstofpomp.

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 4. rolgeleider  | 8. overstroomklep |
| 5. pomplunjer   | 9. persklep       |
| 6. pompcilinder | 10. lekschotel    |
| 7. zuigklep     | 11. klepstang     |
|                 | 12. regelhefboom  |



Figuur 19.5

37. Is een klepgeregelde brandstofpomp uitgevoerd als begin- óf eindregeling, of als begin- én eindregeling?
38. Wat moet bij een klepregelende brandstofpomp gebeuren om de motor te laten stoppen?
39. Waarom zijn de motorenfabrikanten op grote schaal common-railbrandstofsysteemen gaan gebruiken?
40. Geef in een eenvoudige schets de opbouw van een common-railbrandstofsysteem weer. Benoem de componenten en geef een korte beschrijving van de werking.
41. Wat zijn de voordelen van een common-railsysteem met betrekking tot het inspuiten van de brandstof?
42. Noem minstens drie andere voordelen van een common-railbrandstof-inspuitsysteem.

## *Hoofdstuk 20 Ontsteking en verbranding*

1. Aan welke voorwaarden moet het mengsel dat in de cilinder ontstaat voldoen om een snelle ontsteking te realiseren?
2. Hoe hoog moet de temperatuur van de verbrandingslucht in de cilinder voor diesel of zware olie zijn om het mengsel zichzelf te laten ontsteken? Hoe wordt deze temperatuur bereikt?
3. Hoe kan het bewegen van de verbrandingslucht in de cilinder worden versterkt bij langzaamlopende 2-slagmotoren en bij 4-slagmotoren?
4. Wat moet er gebeuren om zo snel mogelijk een goed te ontsteken brandstofluchtmengsel te vormen?
5. Wat zijn asfaltenen?
6. Waarom is een zeer fijne verstuiving van de brandstof zo belangrijk?
7. Waarom mogen de brandstofdeeltjes bij voorkeur niet groter zijn dan 80  $\mu\text{m}$ ? Wat zijn de gevolgen als ze groter zijn?
8. Waarom is een inspuitdruk van minimaal 800 bar nodig?
9. Als bij lage belasting van de motor de eindcompressiedruk daalt, wat daalt er dan nog meer? Waar heeft dit een ongunstige invloed op?
10. Hoe noemt men de vertragsperiode die tussen het moment dat de pomp zijn effectieve persslag begint en het moment van inspuiten ligt? Waar is deze vertragsperiode afhankelijk van?
11. Noem vier fasen van het chemisch proces van ontsteken en verbranden, nadat de eerste brandstofdeeltjes in de cilinder zijn gebracht.
12. Waarom ligt het begin van de ontsteking een paar graden voor de top?
13. Hoe kan het drukverloop in de motorcilinder tijdens de fasen van het chemisch proces van ontsteken en verbranden in beeld worden gebracht?
14. Teken een druk-tijddiagram en verklaar de diverse punten.
15. Wat verstaan we onder de ontstekingsvertraging?
16. Waarvan is de duur van de ontstekingsvertraging afhankelijk?
17. Hoe kan de ontstekingsvertraging worden verkleind?
18. Is er verschil met betrekking tot de ontstekingsvertraging van zware brandstof en destillaatbrandstof?

19. Bij welke motoren zal de duur van de ontstekingsvertraging uitgedrukt in doorlopen krukgraden de grootste waarde opleveren?
20. Wat is het gevolg van de onbeheerste verbranding?
21. Waardoor wordt in het traject van de gedeeltelijk beheerste verbranding een snelverlopende verbranding bevorderd?
22. Wat is het nadeel als de periode van naverbranding gedurende het laatste gedeelte van de arbeidsslag te lang duurt?
23. Hoeveel lucht is voor de verbranding van 1 kg dieselbrandstof theoretisch nodig en hoeveel wordt er ongeveer toegevoerd? Hoe noemt men dat?
24. Waardoor kan de duur van de naverbranding toenemen?
25. Waardoor kan roetvorming ontstaan? Wat betekent dit voor de motor?
26. Waardoor is de 'de rookgrens' bij motoren die met drukvulling werken veel minder duidelijk afgetekend dan bij motoren zonder drukvulling?
27. Waarvan is de ontstekingsvertraging afhankelijk?
28. Wat is belangrijk voor het thermische rendement van een motor?
29. Wat betekent het dat de ontstekingsvertraging het meest verband houdt met de koolstofaromaticiteit?
30. Wat leidde tot het combineren van de verbanden tussen koolstofaromaticiteit en de grootheden viscositeit en dichtheid? Hoe noemen we dit?
31. Hoe kan de ontstekingsvertraging van een moeilijk te ontsteken brandstof worden verkleind?
32. Welke invloed heeft een afnemende belasting van de motor op de ontstekingsvertraging?
33. Wat is voor de eindcompressietemperatuur vooral van belang? Welke gevolgen heeft de eindcompressietemperatuur voor de ontstekingsvertraging?
34. Wat is de invloed van de soort drukvulling die wordt toegepast bij middel-snellopende 4-slagmotoren op de grootte van de ontstekingsvertraging bij deellast en de daaruit voortkomende drukgradiënt tijdens de ontsteking?
35. Waardoor wordt na de sterke drukstijging als gevolg van de ontstekingsvertraging, de verbranding en daarmee het drukverloop in de cilinder bepaald?
36. Waardoor zal de verbranding in de cilinder steeds trager gaan verlopen?
37. Wat zijn de gevolgen van toenemende naverbranding ten gevolge van een kleiner wordende luchtfactor?

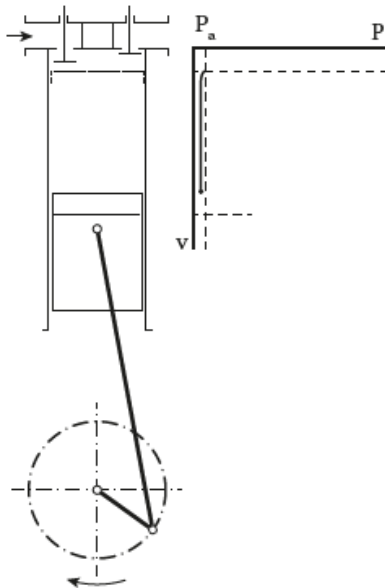


38. Waardoor worden de ontstekingsvertraging en de kwaliteit van de verbranding ook bepaald?
39. Wat is daar het gevolg van voor de motor?
40. Wat kan men doen bij motoren die langdurig met verminderd vermogen varen om vervuiling van het uitlaatsysteem tegen te gaan?
41. Wat verstaat men onder de verbrandingswaarde van dieselolie en zware olie?
42. Wanneer spreekt men van de stookwaarde van een brandstof? Geef een gemiddelde voor destillaatbrandstof (dieselolie) en residuale brandstof (zware olie).
43. Wat verstaat men onder de verbrandingsluchtfactor  $\lambda$  ( $\lambda$  labda)?
44. Wat verstaat men onder de spoelovermaat? Wat is het effect van de spoelovermaat? Waarvan is de grootte van de spoelovermaat afhankelijk?
45. Wat verstaat men onder de luchtfactor? Hoe groot is deze voor langzaamlopende 2-slagmotoren en voor 4slagmotoren bij vollast?
46. Wat verstaat men onder het specifieke luchtverbruik?

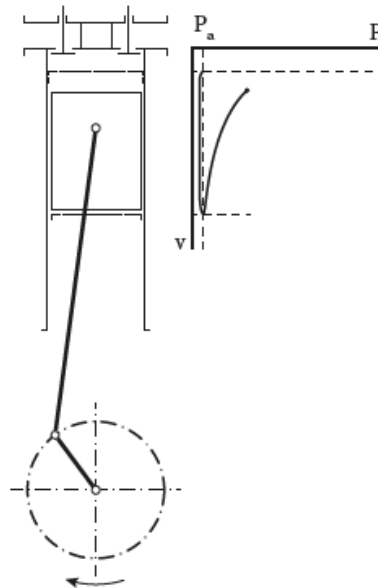
## Hoofdstuk 21 Indicateurdiagrammen

1. Op welke manier kan men inzicht krijgen in het inwendige proces van een verbrandingsmotor? Hoe worden de gegevens verkregen?
2. Noem drie soorten indicateurdiagrammen.
3. Geef een verklaring voor het ontstaan van de getrokken lijn en de stippellijn in het p-V diagram, afb. 21-1 van het 4-slagproces gedurende de inlaatslag.

21-1 inlaatslag

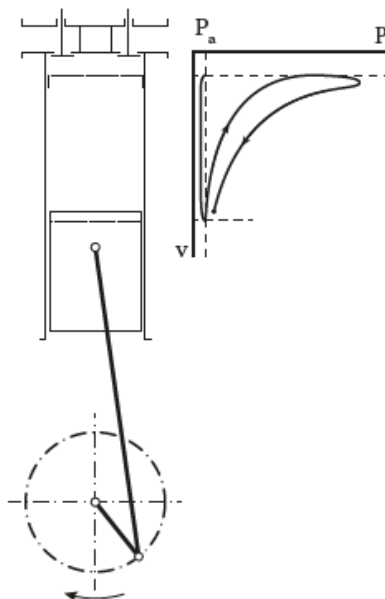


21-2 compressieslag

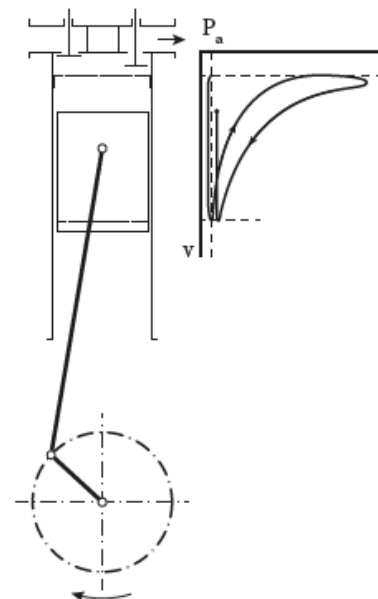


4. Waarom buigt de getrokken lijn in het diagram, tijdens de compressieslag (afb. 21-2) naar rechts af?

21-3 arbeidslag

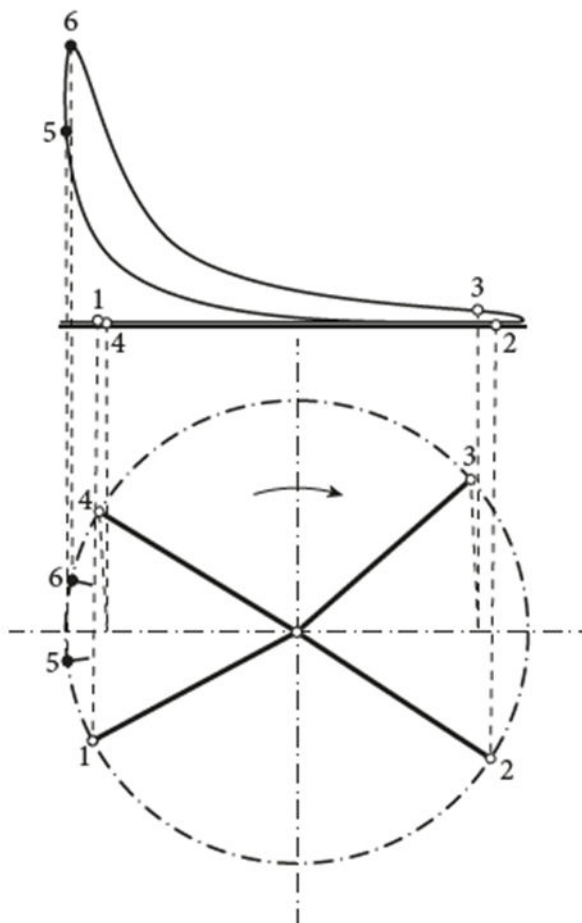


21-4 uitlaatslag

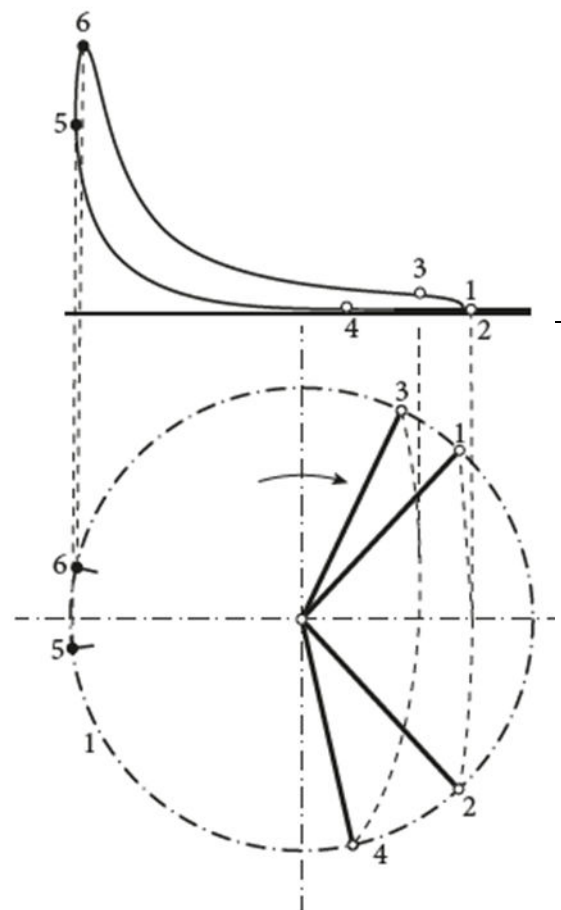


5. Waarom buigt de getrokken lijn (afb21-3) ineens zo sterk naar rechts en wat geeft het uiterste punt aan? Wat geven de twee pijlen in het diagram aan?

6. Geef een verklaring voor de verdere loop van de lijnen( afb21-4) in het diagram.
7. Verklaar waarom er tijdens de vier doorlopen slagen zowel positieve als negatieve arbeid is verricht aan de boven- en onderzijde van de zuiger.
8. In afbeelding 21-12 is een p-V-diagram van een 2-slagmotor met langsspoeling gecombineerd met een krukcrank. Het moment dat de inlaatpoort wordt geopend is in de cirkel aangegeven met 1. Benoem de andere punten die in de krukcrank zijn aangegeven.
9. In afbeelding 21-11 is een p-V-diagram van een 4-slagmotor gecombineerd met een krukcrank. Het moment dat de inlaatklep wordt geopend is in de cirkel aangegeven met 1. Benoem de andere punten die in de krukcrank zijn aangegeven.



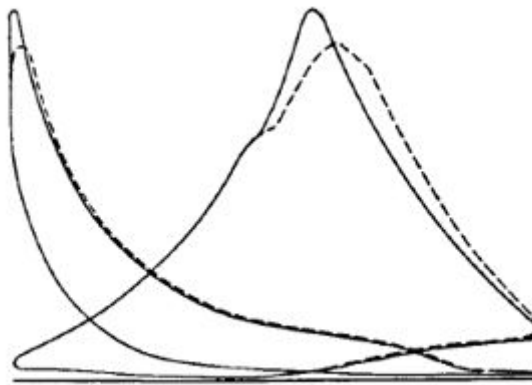
21-11



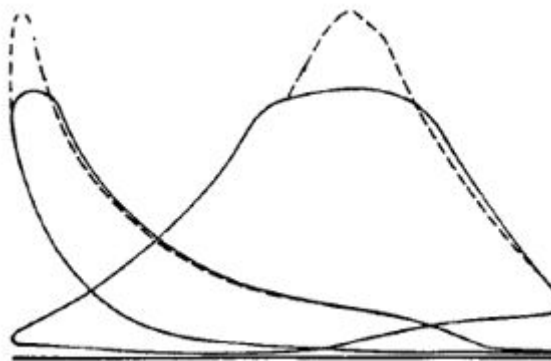
21-12

10. Welke twee essentiële waarden kunnen worden bepaald uit een gewoon indicateurdiagram?
11. Teken een indicateurdiagram van een 4-slagmotor zonder drukvulling en geef daarin aan hoe het vermogen berekend wordt.

12. Geef de maximale verbrandingsdruk  $p$ , en de atmosferische lijn aan in het diagram.
13. Welke waarden kunnen we aflezen in een verschoven diagram?
14. Wat kunnen we bepalen aan de hand van de paaltjes?
15. Noem twee methodes om een indicateurdiagram te nemen.
16. Welke extra informatie kunnen we registreren en meten met een elektronisch indicateurtoestel ten opzicht van een mechanisch indicateurtoestel? Noem minimaal vier punten.
17. Hoe kan op eenvoudige wijze de indicateurdiagrammen onderling worden vergeleken, nadat ze van alle cilinders zijn genomen?
18. Welke afwijking in het verbrandingsproces is te zien in onderstaand gecombineerd diagram?

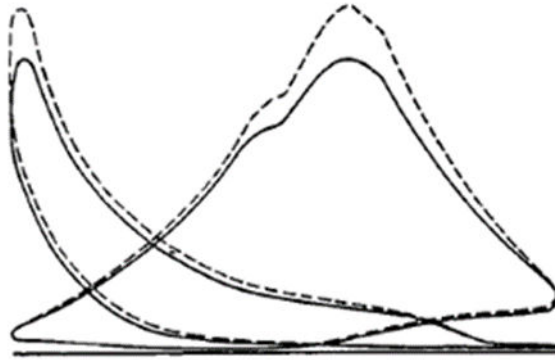


19. Welke afwijking in het verbrandingsproces is te zien in onderstaand gecombineerd diagram?



20. Hoe kan men zowel te vroege als te late brandstofinspuiting corrigeren?

21. Welke afwijking in het verbrandingsproces is te zien in onderstaand gecombineerd diagram?



22. Welke maatregelen kan men nemen om toch de maximale verbrandingsdruk te bereiken wanneer de compressiedruk lager is dan normaal?

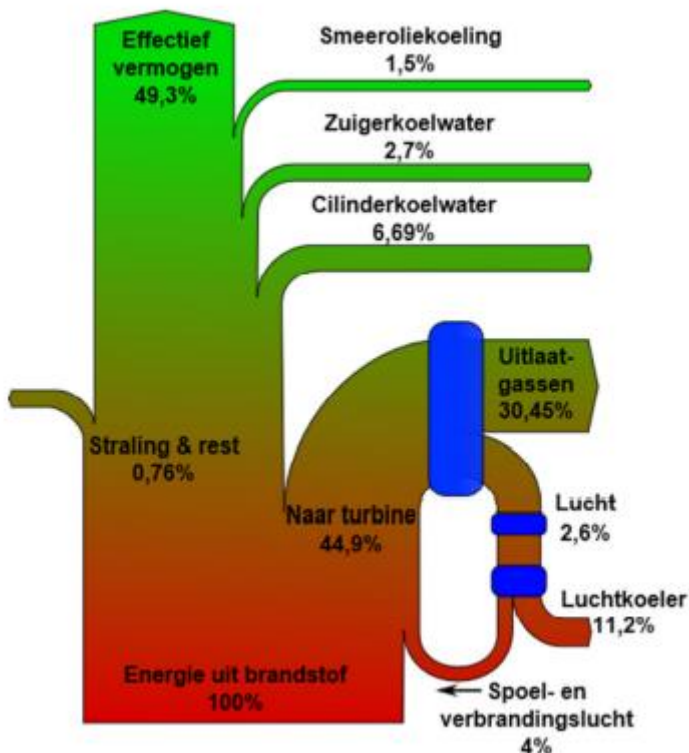
23. Wat verstaat men bij het nemen van een indicatorgram onder het orgelpijpeffect?

24. Kan zo'n diagram nog wel gebruikt worden?

## *Hoofdstuk 22 Berekenen vermogensformules, warmtebalans en rendement*

1. Wat is het doel van een Sankey-diagram?
2. Wat is het verschil tussen de verbrandingswaarde en de stookwaarde van een brandstof?
3. Geef aan wat de stookwaarde van dieselolie is. Is de stookwaarde van zware olie lager of hoger dan de waarde van dieselolie?
4. Wat verstaan we onder het specifiek brandstofverbruik?
5. Wat is de formule voor het specifiek brandstofverbruik?
6. Wat is het nadeel van het werken met specifiek brandstofverbruik en wat doen motorfabrikanten om hun motor een goed rendement te laten aangeven?
7. Aan boord wordt het brandstofgebruik vaak gemeten door een flowmeter, wat moet je dan nog meer weten als je het gebruik in kilogrammen wilt weten?
8. Hoe wordt het vermogen aangeduid dat met de brandstof aan de motor wordt toegevoerd?
9. Wat is de formule van het vermogen, met de brandstof toegevoerd aan de motor?
10. Wat wordt er bedoeld met specifiek luchtverbruik?
11. Wat is de formule voor het specifiek luchtgebruik?
12. Wat noemen we het vermogen als we de thermische verliezen van het beginvermogen heb afgehaald?
13. Noem minimaal drie thermische verliezen.
14. Welke arbeid kan men bepalen met behulp van een indicateurdiagram?
15. Wat is de relatie tussen vermogen en arbeid?
16. Als de geïndiceerde druk bekend is, wat moeten we verder dan nog weten om het geïndiceerde vermogen te bepalen?
17. Geef de formule voor het berekenen van het geïndiceerde vermogen.
18. Wat is het thermisch rendement van een middelsnellopende 4-slagmotor ongeveer?

19. Als je naar het Sankey-diagram kijkt, hoe worden de thermische verliezen beperkt?



20. Wordt alle energie die je terug kan winnen ook effectief gebruikt? Verklaar je antwoord.

21. Noem twee manieren waarop je de energie die verloren gaat toch nog kunt gebruiken.

22. Wat wordt er bedoeld met de gemiddelde effectieve druk?

23. Wat is het verschil tussen de gemiddelde effectieve druk en het gemiddeld geïndiceerd vermogen?

24. Hoe wordt het vermogen aangeduid dat de motor aan de as afgeeft?

25. Hoe noemen we de verhouding tussen het vermogen dat met de brandstof aan de motor wordt toegevoerd en het vermogen dat aan de as wordt afgegeven?

26. Het totale rendement is op te splitsen in het product van twee rendementen. Welke twee zijn dat?

27. Als gegeven is dat het thermisch rendement 52% is en het mechanische rendement 90%, wat is dan het totale rendement?

28. Noem drie verliezen die worden aangegeven in het mechanische rendement.

29. Als je het koppel van een motor weet, wat kun je dan berekenen als je nog één gegeven extra hebt? Welk gegeven heb je nog nodig?

30. Een motor levert 17.724 kW het specifiek brandstof gebruik is 175g/kWh en de stookwaarde van de brandstof is 41,5 MJ/kg.

- Wat is het brandstofgebruik van deze motor per uur?
- Wat is het rendement van deze motor?

31. Van een 2-slagdieselmotor is gegeven:

- aantal cilinders	$z$	=	12	
- cilinderdiameter	$d$	=	900	mm;
- zuigerslag	$s$	=	2500	mm;
- toerental	$n$	=	114	omw/min
- geïndiceerde gemiddelde druk	$p_i$	=	19,0	bar

Bereken:

- Het geïndiceerde motorvermogen in kW.
- De gemiddelde zuigersnelheid.

32. Van een 4-slagdieselmotor is gegeven:

- aantal cilinders	$z$	=	9	
- cilinderdiameter	$d$	=	0,410	m;
- zuigerslag	$s$	=	0,470	m;
- toerental	$n$	=	700	omw/min
- geïndiceerde gemiddelde druk	$P_i$	=	1,6	MPa

Bereken:

- Het geïndiceerde motorvermogen in kW
- De gemiddelde zuigersnelheid.

88

33. Van een langzaamlopende 2-slagdieselmotor is gegeven:

- aantal cilinders	$z$	=	9	
- cilinderdiameter	$d$	=	0,9	m
- gemiddelde zuigersnelheid	$c_m$	=	8	m/s
- toerental	$n$	=	1,3	$s^{-1}$
- mechanische rendement	$\eta_m$	=	91	%
- gemiddelde geïndiceerde druk	$P_i$	=	1,9	MPa

Bereken:

- De zuigerslag in meters.
- De gemiddelde effectieve druk in Mpa.
- Het effectieve motorvermogen in MW.

34. Een coaster heeft een brandstofverbruik van 570 l/h. Aan de as wordt een vermogen gemeten van 3000 kW.

- Dichtheid gasolie 880 kg/m<sup>3</sup>
- Mechanisch rendement is 0,85
- Ho = 42000 kJ/kg

Gevraagd:

- Het met brandstof toegevoerde vermogen ( $P_{toe}$ ).
- Totale rendement van de motor ( $\dot{\eta}_t$ ).
- Thermisch rendement ( $\dot{\eta}_i$ ).
- Warmteverliezen.
- Geïndiceerde vermogen  $P_i$ .
- Specifieke brandstofverbruik in g/MJ en g/kWh



35. Van een 4-slagscheepsdieselmotor is het onderstaande gegeven:

Cilinderdiameter	320 mm
Slaglengte	460 mm
Gemiddelde effectieve druk	14 bar
Aantal cilinders	6
Nominaal toerental (vollast)	720 RPM
Mechanisch rendement	80%
Geïndiceerd thermisch rendement	58%

Gevraagd:

- Het totale rendement van de motor.
- Het effectieve vermogen ( $P_e$ ) in kW.
- Het toegevoerde vermogen ( $P_{toe}$ ) in kW.
- Het geïndiceerde thermische vermogen ( $P_i$ ) in kW.
- De thermische (warmte) verliezen in kW.
- De mechanische verliezen in kW.

36. Van een Sulzer 5RT58T is het volgende bekend:

2-slag motor	
Effectieve druk	18,3 bar
Specifiek brandstof gebruik	166.9 g/kW/h
Toerental	105 omw/min
Slag/diameter verhouding	4 op 1
Stookwaarde	41,5MJ/kg

Bij Sulzer 5RT58T staat 5 voor het aantal cilinders, en 58 voor de cilinder diameter is centimeters.

Bereken:

- De slag.
- Effectief vermogen per cilinder.
- Rendement.

89

37. Van een 4-slagdieselmotor is gegeven:

aantal cilinders	$z = 8$
cilinderdiameter	$d = 0,410 \text{ m}$
zuigerslag	$S = 0,470 \text{ m}$
toerental	$n = 720 \text{ RPM}$
geïndiceerde (gemiddelde) druk	$P_i = 16,0 \text{ bar}$

Bereken het geïndiceerde motorvermogen van deze motor in MW.

38. Van een 2-slagdieselmotor is gegeven

aantal cilinders	$z = 6;$
cilinderdiameter	$d = 0,670 \text{ m};$
zuigerslag	$s = 1,700 \text{ m};$
rotatiesnelheid	$n = 120 \text{ omw/min}$
geïndiceerde gemiddelde druk	$P_i = 18,0 \text{ bar.}$

Bereken van deze motor:

- Het geïndiceerde motorvermogen in kW.
- De gemiddelde zuigersnelheid in m/s.

39. Een dieselmotor gebruikt per seconde 0,85 kg brandstof en levert daarbij een asvermogen van 16.500 kW. De specifieke energie (stookwaarde) van de gebruikte brandstof bedraagt 40,5 MJ/kg. Bereken het totale rendement van de motor

40. Van een dieselmotor is gegeven:

effectieve motorvermogen

$$P_e = 17000 \text{ kW}$$

totale rendement

$$\eta_t = 48,0\%$$

mechanisch rendement

$$\eta_m = 91,0\%$$

specifieke energie (stookwaarde) brandstof

$$H_0 = 40,6 \text{ MJ/kg.}$$

Bereken:

- het geïndiceerde thermische rendement van de motor.
- Het specifieke brandstofverbruik in g/MJ en in g/(kWh).
- Het brandstofverbruik van de motor in tonnen (1000 kg) per etmaal.
- De mechanische verliezen in kW.

## *Hoofdstuk 23 Motorveiligheid*

1. Wat moet er gebeuren voordat een motor gestart kan en mag worden?
2. Wat is tornen, en wat is het doel ervan?
3. Wat moet er gebeuren voordat een motor gestopt kan worden?
4. Welke zaken dienen tijdens bedrijf dagelijks gecontroleerd en eventueel genoteerd te worden in het machinekamerjournaal?
5. Op welke basis wordt het meeste onderhoud van een motorinstallatie uitgevoerd?
6. Op welke basis kan onderhoud nog meer worden uitgevoerd, behalve op draaiuren?
7. Noem een aantal parameters die worden gebruikt in een systeem voor monitoring en controle van een voortstuwingsmotor.
8. Onder welke condities is het motorstartstelsel geblokkeerd?
9. Welke stopprocedures zijn voor scheepsmotoren standaard in een controlesysteem ingevoerd?
10. Noem minimaal vier systemen die gemonitord worden door het controlesysteem.
11. Noem vier bijzondere punten die gemonitord worden.
12. Noem enkele soorten reguleurs.
13. Wat zijn de gevaren wanneer een motor in overspeed raakt?
14. Door welke oorzaken kan een motor in overspeed raken?
15. Wat gebeurt er wanneer de beveiliging overspeed detecteert?
16. Waarom is een voortstuwingsmotor voorzien van een noodmanoeuvresysteem?
17. Wat verstaan we onder blow-by?
18. Wat kunnen de gevolgen zijn van blow-by?
19. Hoe kan blow-by gedetecteerd worden?
20. Welke maatregel is verplicht om het gevaar van een carterexplosie te verminderen?

21. Waar komen bij langzaamlopende 2-slagmotoren de blow-bygassen terecht? Wat kunnen ze daar veroorzaken?
22. Noem twee systemen om blow-bygassen af te voeren.
23. Welke veiligheidsmaatregelen zijn verplicht bij aanzetluchtventen?
24. Door welke oorzaken kan er brand ontstaan in een aanzetluchtleiding?
25. Hoe kan schade door brand aan een aanzetluchtleiding worden voorkomen?
26. Waarop berust de werking van een vlamdover?
27. Noem enkele oorzaken van een spoelluchtbrand.
28. Wat zijn de voortekenen van een spoelluchtbrand?
29. Wat kan men doen ter bestrijding van een spoelluchtbrand?
30. Welk nadeel heeft CO<sub>2</sub> als blusmiddel bij een spoelluchtbrand?
31. Welk nadeel heeft stoom als blusmiddel bij een spoelluchtbrand?
32. Hoe ontstaat een waterstofbrand? Is blussen van een waterstofbrand mogelijk?
33. Welke stappen moet men ondernemen na het blussen van een spoelluchtbrand?
34. Door welke oorzaak kan een roetbrand ontstaan in de uitlaatgassenketel?
35. Wanneer doet een roetbrand zich meestal voor en waarom?
36. Kan een roetbrand zich ook op volle zee voordoen?
37. Hoe is een roetbrand in de uitlaatgassenketel te bestrijden?
38. Welke maatregelen moeten er genomen worden bij een roetbrand in de uitlaatgassenketel in een thermische oliesysteem?

## *Hoofdstuk 24 Structurele delen, uitlijning en bevestiging*

1. Noem drie structurele delen van een middelsnellopende (mediumspeed) dieselmotor.
2. Beschrijf welke constructie wordt gebruikt voor de krukaslagering van een middelsnellopende motor.
3. Wat is het voordeel van de constructie die wordt gebruikt voor de krukaslagering van een middelsnellopende motor?
4. Noem vijf onderdelen die op het motorblok van een middelsnellopende motor gemonteerd worden.
5. Hoe, en uit welk materiaal wordt het motorblok van een middelsnellopende motor gemaakt?
6. Noem twee redenen voor het opnemen van de kanalen voor smeerolie, koelwater en spoellucht in het motorblok van een middelsnellopende motor.
7. Wat is de plaats en functie van het carter van een middelsnellopende motor?
8. Hoe, en uit welk materiaal wordt een cilindervoering van een middelsnellopende motor gemaakt?
9. Noem drie eigenschappen van het materiaal van een cilindervoering.
10. Beschrijf hoe de cilindervoeringen in het motorblok van een middelsnellopende motor geplaatst zijn.
11. Beschrijf welke constructie wordt bedoeld met bore koeling van cilindervoeringen.
12. Beschrijf het doel van bore koeling van cilindervoeringen.
13. Beschrijf het constructieve doel van de kraag van een cilindervoering.
14. Hoe, en uit welk materiaal wordt een cilinderkop van een middelsnellopende motor gemaakt?
15. Noem drie eigenschappen van het materiaal van een cilinderkop.
16. Noem drie onderdelen die in de cilinderkop zijn aangebracht.
17. Beschrijf hoe de inlaat- en uitlaatkleppen en verstuiver(s) in de cilinderkop van een middelsnellopende motor geplaatst zijn.
18. Waarom heeft elke cilinderkop een overdrukklep?
19. Noem een situatie waarbij de overdrukklep opent.

20. Noem twee situaties wanneer je de indicatorkraan opent.
21. Beschrijf hoe de cilinderkop gemonteerd wordt.
22. Beschrijf de afdichting tussen cilindervoering en cilinderkop.
23. Noem drie structurele delen van een langzaamlopende motor.
24. Beschrijf de twee constructies om de structurele delen van een langzaamlopende motor met elkaar te verbinden.
25. Beschrijf de constructie van de motorfundatie van een langzaamlopende motor.
26. Waar worden de kolommen van het A-frame geplaatst?
27. Hoe kunnen we bij een langzaamlopende motor in de krukkast komen voor inspectie?
28. Wat is het doel van de kokers in de kolommen van het A-frame?
29. Beschrijf de constructie waarmee de trekankers beveiligd worden tegen breken.
30. Welke dragende functie heeft het A-frame?
31. Beschrijf de constructie van de cilinderbalk van een langzaamlopende motor
32. Hoe en uit welk materiaal wordt een cilindervoering van een langzaamlopende motor gemaakt?
33. Beschrijf welke plaatsing de cilindervoeringen van een langzaamlopende motor hebben.
34. Beschrijf waarom de cilindervoering van een langzaamlopende motor over een gedeelte geïsoleerd is. Welk deel is dat?
35. Hoe en uit welk materiaal wordt het cilinderdeksel van een langzaamlopende motor gemaakt?
36. Wat is het mechanische voordeel van dit gebruikte materiaal boven gietstaal?
37. Waarom spreken we bij langzaamlopende motoren van een cilinderdeksel en niet van een cilinderkop?
38. Noem drie onderdelen die in de cilinderdeksel zijn aangebracht.
39. Beschrijf hoe de uitlaatklep en verstuivers in de cilinderdeksel van een langzaamlopende motor geplaatst zijn.
40. Beschrijf het voordeel van de constructie met de uitlaatklep in het cilinderdeksel bij een langzaamlopende motor.

41. Noem twee situaties waarbij de overdrukklep opent.
42. Beschrijf hoe de cilinderdeksel gemonteerd wordt.
43. Noem twee mogelijkheden om een cilindervoering te inspecteren.
44. Beschrijf hoe de slijtage van een cilindervoering wordt gemeten.
45. Wat is het belang van de cilindertemperatuur bij het meten van een cilindervoering?
46. Wat is de meest voorkomende slijtvorm van een cilindervoering van een 2-slagdieselmotor?
47. Noem drie mogelijke schadebeelden bij cilindervoeringen.
48. Beschrijf hoe wrijvingslijtage wordt veroorzaakt.
49. Noem drie oorzaken van wrijvingslijtage.
50. Beschrijf hoe een cilindervoering verglaast.
51. Beschrijf wat er wordt bedoeld met een verglaasde cilindervoering.
52. Motiveer waarom je een dieselmotor met een verglaasde cilindervoering niet kunt draaien.
53. Beschrijf hoe je een verglaasde cilindervoering weer geschikt maakt voor bedrijf.
54. Beschrijf hoe je een verglaasde cilindervoering kunt voorkomen.
55. Beschrijf hoe een cilindervoering verticale groeven krijgt ten gevolge van cat fines.
56. Welke element in de smeerolieanalyse van een trunkzuigermotor kan duiden op beginnende motorslijtage ten gevolge van cat fines?
57. Met welk werktuig kunnen we de cat fines optimaal uit de brandstof halen?
58. Noem twee vormen van corrosie in de cilindervoering bij HFO.
59. Beschrijf het doel van uitlijnen van een motor.
60. Noem twee veel gebruikte meetmiddelen om werktuigen aan boord van een schip uit te lijnen.
61. Beschrijf hoe je twee werktuigen aan boord van een schip op elkaar uitlijnt.
62. Beschrijf de werkvolgorde van het uitlijnen van twee werktuigen.
63. Wat wordt bedoeld bij toleranties bij uitlijnen?

64. Noem twee toepassingen van een tolerantie.
65. Wat wordt bedoeld met uitvullen na het uitlijnen?
66. Noem twee materialen waarmee een voortstuwingsmotor uitgevuld mag worden na uitlijnen.
67. Beschrijf hoe een voortstuwingsmotor op de scheepsfundatie bevestigd wordt.
68. Beschrijf waarom de studs voldoende elastisch moeten zijn.
69. Noem twee constructieve aanpassingen waarmee de studs meer elastisch zijn gemaakt.
70. Wat is het doel van stoppers op de scheepsfundatie?
71. Beschrijf de toepassing van top bracings.
72. Beschrijf het doel van de top bracings.
73. Beschrijf drie constructiekenmerken van de top bracings.



## *Hoofdstuk 25 Motordrijfwerk*

1. Noem twee doelen van het motordrijfwerk.
2. Noem vijf onderdelen van het motordrijfwerk.
3. Benoem de onderdelen van een krukas, en beschrijf in welke volgorde deze met elkaar verbonden zijn.
4. Hoe en uit welk materiaal wordt de krukas van een middelsnellopende motor gemaakt?
5. Hoe wordt de krukpen afgewerkt?
6. Noem twee redenen om de krukas zo kort mogelijk te maken.
7. Beschrijf hoe de smeerolie naar de krukpenlagers gepompt wordt.
8. Wat is het doel van de contragewichten op de krukas?
9. Beschrijf hoe de contragewichten gemonteerd zijn.
10. Geef in het plaatje de hoofdaslager en de krukpenlagers aan.



11. Hoeveel hoofdaslagers zul je minimaal bij een 6-cilinderlijnmotor hebben?
12. Waarvoor dienen de gaten die je in de krukas ziet?
13. Hoe komt de olie bij deze gaten en waar gaat de olie heen?
14. Wat valt je op bij onderstaande krukas?



15. Hoe en uit welk materiaal wordt de krukas van een langzaamlopende motor gemaakt?
16. Beschrijf de opbouw van de krukas van een langzaamlopende motor met twaalf cilinders.
17. Noem een reden waarom klassebureaus veel aandacht schenken aan de conditie van de krukas en de uitlijning.
18. Noem drie mogelijke schadebeelden bij krukassen.
19. Beschrijf hoe groeven in een lager worden veroorzaakt.
20. Noem drie mogelijke harde vuildeeltjes in smeerolie.
21. Noem een risico van groeven in een krukpen.
22. Beschrijf hoe groeven in een ashals gerepareerd kunnen worden.
23. Beschrijf hoe hardheidverandering in een ashals optreedt.
24. Beschrijf hoe een warmloper in een ashals gerepareerd kan worden.
25. Beschrijf hoe een krukpen onrond kan worden.
26. Beschrijf hoe een krukpen die onrond is, gerepareerd kan worden.
27. Bij welke soort krukassen en motoren kan krukverdraaiing optreden?
28. Hoe kun je krukverdraaiing goed zien?
29. Noem twee omstandigheden waarbij krukverdraaiing kan optreden.
30. Noem twee redenen waarom tri-metaal lagers worden toegepast.
31. Beschrijf hoe een tri-metaal lager is opgebouwd.
32. Wat is de functie van het loodbrons in een tri-metaal lager?
33. Beschrijf de legering die veel wordt gebruikt voor de looplaag van een tri-metaal lager?
34. Wat is ongeveer de dikte van de looplaag van een nieuw tri-metaal lager?
35. Noem drie omstandigheden wanneer krukaslagers worden geïnspecteerd.
36. Beschrijf hoe de dikte van een tri-metaal lager wordt gemeten.
37. Er worden scheuren in de looplaag gevonden. Waar kan dit op duiden?
38. Noem drie omstandigheden wanneer krukasdeflectie wordt gemeten.

39. Wat zijn de risico's als de krukasdeflectie buiten de toleranties valt?
40. Hoe kun je vrij makkelijk de conditie van de hoofdaslager controleren?
41. Hoe kun je de conditie van de krukpenlager controleren?
42. Wat heb je nodig om een deflectiemeting te kunnen doen? Hoe doe je dit?
43. Beschrijf wat er gemeten wordt bij de krukasdeflectiemeting
44. Noem een meetapparaat dat gebruikt wordt bij de krukasdeflectiemeting
45. Bepaal in onderstaande tabel waar de waarde voor de krukasdeflectie overschreden wordt.

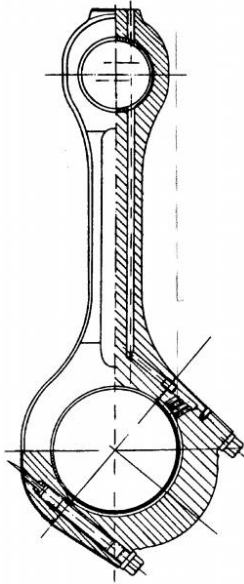
Kruk positie		Cilinder 1	Cilinder 2	Cilinder 3	Cilinder 4
Bakboord bodem	A	0	0	0	0
Bakboord	B	-0,02	+0,01	+0,01	-0,01
Bovenste dode punt	C	-0,04	+0,02	+0,03	-0,02
Stuurboord	D	-0,01	+0,01	+0,02	-0,01
Stuurboord bodem	E	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemiddeld bodem		0,00	0,00	0,00	0,00

De waarden van de krukasdeflectie metingen moeten aan de volgende voorschriften van de fabrikant voldoen:

- Op dezelfde kruk mogen de waarden van de van de 2 tegenover elkaar liggende meetpunten niet meer dan 0,06mm van elkaar afwijken.
- Ten opzichte van de naastliggende kruk(en) mogen de waarden van de overeenkomende meetpunten niet meer dan 0,04mm van elkaar afwijken.
- De waarden van kruk 1 moeten negatief zijn als gevolg van het vliegwiel wat aan de krukas hangt. De maximale waarden zijn -0,04mm voor een koppeling met pasbouten en -0,06mm voor een flexibele koppeling.

46. Bepaal de werkzaamheden na constateren van de overschrijding bij bovenstaande vraag.
47. Beschrijf de functie van de drijfstang bij middelsnellopende motoren.
48. Hoe en uit welk materiaal wordt de drijfstang van een middelsnellopende motor gemaakt?
49. Beschrijf hoe een drijfstang van een middelsnellopende motor is opgebouwd.
50. Beschrijf waarom de drijfstangvoet van een moderne middelsnellopende motor niet meer horizontaal gedeeld kan worden.
51. Noem twee constructies om de drijfstang(voet) te delen.

52. Waarom is de drijfstangvoet schuin gedeeld?



53. Beschrijf hoe de smeerolie naar het zuigerpenlager wordt gevoerd.

54. Beschrijf de functie van de drijfstang bij langzaamlopende motoren.

55. Hoe en uit welk materiaal wordt de drijfstang van een langzaamlopende motor gemaakt?

56. Beschrijf hoe een drijfstang van een middelsnellopende motor is opgebouwd.

57. Beschrijf hoe een defecte drijfstang van een langzaamlopende motor uit de krukast verwijderd wordt.

58. Welke onderdelen heeft een kruishoofd motor wel, die een trunkzuigermotor niet heeft?

59. Verklaar waarom langzaamlopende motoren **in principe** kruishoofd motoren zijn.

60. Beschrijf de opbouw en constructie van het kruishoofd bij een langzaamlopende motor.

61. Beschrijf de functie van het kruishoofd bij een langzaamlopende motor.

62. Leg uit waarom het onderlager van de kruishoofdpen moeilijk te smeren is.

63. Beschrijf drie constructiekenmerken om de smering van het onderlager van de kruishoofdpen te verbeteren.

64. Beschrijf de twee functies van de zuiger bij middelsnellopende motoren.

65. Wat is speciaal aan een trunkzuiger?

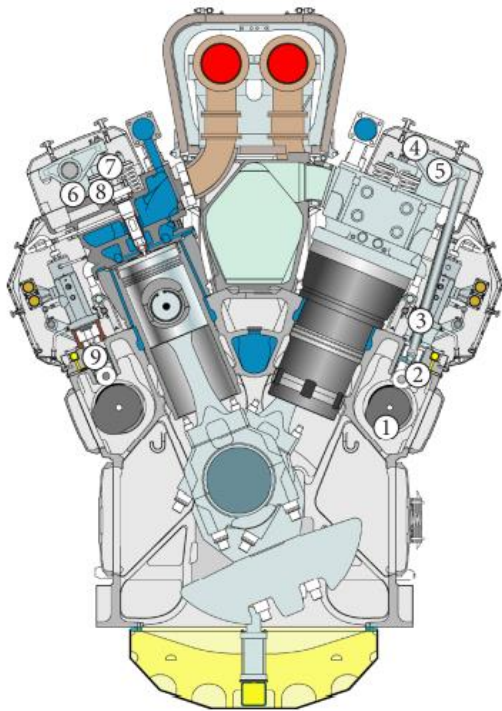
66. Door welk constructiekenmerk kunnen de zijdelingse krachten van een middelsnellopende motor verminderd worden?

67. Hoe en uit welk materiaal wordt de zuigerkroon van een middelsnellopende motor gemaakt?
68. Hoe en uit welk materiaal wordt het zuigerhemd van een middelsnellopende motor gemaakt?
69. Beschrijf hoe de zuiger van een middelsnellopende motor zo licht mogelijk wordt gemaakt.
70. Beschrijf hoe de zuigerkroon gekoeld wordt met smeerolie.
71. Beschrijf wat er gebeurt als de zuigerkroon onvoldoende gekoeld wordt met smeerolie.
72. Beschrijf hoe de zuigerpen in de zuiger gemonteerd zit.
73. Beschrijf de functie van de zuiger bij langzaamlopende motoren.
74. Beschrijf de functie van het korte zuigerhemd bij de zuiger bij langzaamlopende motoren.
75. Worden zuigerkronen van langzaamlopende motoren en middelsnellopende motoren van hetzelfde materiaal gemaakt? Zo niet, van welk materiaal dan wel?
76. Beschrijf hoe de zuiger van een kruishoofdmotor gekoeld wordt met smeerolie.
77. Beschrijf de functie en constructie van de zuigerstang bij langzaamlopende motoren.
78. Beschrijf de functie van de pakkingbus van de zuigerstang bij langzaamlopende motoren.
79. Leg uit waarom de smeerolie van een kruishoofdmotor niet vervuild wordt met verbrandingsresten.
80. Beschrijf hoe een gedeelte van de vervuilde smeerolie van de pakkingbus hergebruikt kan worden.
81. Waarom bestaat de pakkingbus uit twee verticale helften?
82. Waarom kan de pakkingbus niet op de zuigerstang geschoven worden?
83. Noem twee functies van zuigerveren.
84. Van welk materiaal zijn zuigerveren gemaakt?
85. Waarom worden zuigerveren van gietijzer gemaakt?
86. Beschrijf de functie en materiaalkeuze van een zuigerverenpakket.

87. Beschrijf de functie van het veerslot van zuigerveren.
88. Beschrijf de drie mechanismen van afdichten van zuigerveren.
89. Waarom is de olieschraapveer voorzien van een steuning?
90. Noem de drie functies van smeerolie bij de zuigerveren.
91. Beschrijf de werking en functie van de antipolijstring.
92. Uit welke twee onderdelen (zuigerpen en zuigerveren tellen niet mee), bestaat een zuiger meestal?
93. Noem vijf mogelijke schadebeelden en slijtage bij zuigers en zuigerveren.
94. Beschrijf hoe inbranden van de zuigerkroon wordt veroorzaakt.
95. Beschrijf hoe, en wanneer er op inbranden van de zuigerkroon gecontroleerd wordt.
96. Beschrijf hoe en wanneer er op scheuren van de zuigerkroon gecontroleerd wordt.
97. Beschrijf hoe een afgekeurde zuiger(kroon) gereconditioneerd wordt.
98. Waarom kan het interessant zijn om een afgekeurde zuiger te laten reconditioneren?
99. Beschrijf hoe het uitslaan van de veersponningen in de zuigerkroon wordt veroorzaakt.
100. Beschrijf hoe en wanneer er op uitslaan van de veersponningen gecontroleerd wordt.
101. Beschrijf hoe het vastzitten van de topveer in de zuigerkroon wordt veroorzaakt.
102. Beschrijf wat er gebeurt met het zuigerverenpakket als de topveer vastzit.
103. Hoe kun je bij een 2-slagmotor de slijtage van de zuigerveren controleren zonder de zuiger te trekken?
104. Beschrijf wat er gebeurt met een blow-by van het zuigerverenpakket van een middelsnellopende motor.
105. Beschrijf wat er gebeurt met een blow-by van het zuigerverenpakket van een langzaamlopende kruishoofdmotor.
106. Beschrijf de functie van de nokkenas.

107. Beschrijf de aandrijving van de nokkenas voor een middelsnellopende 4-slagmotor.
108. Hoe en uit welk materiaal wordt de nokkenas van een middelsnellopende motor gemaakt?
109. Benoem de drie nokken die er op elk nokkenasdeel van een middelsnellopende motor zitten en beschrijf hun functie.
110. Verklaar waarom de brandstofnok de breedste nok is.
111. Beschrijf hoe de nokkenasdelen aan elkaar worden gezet.
112. Waar zitten de nokkenaslagers?
113. Welk materiaal wordt meestal toegepast voor de nokkenaslagers?
114. Beschrijf de twee mogelijke aandrijvingen van de nokkenas voor een langzaamlopende motor.
115. Noem een voordeel van de tandwieloverbrenging.
116. Noem een voordeel van de kettingoverbrenging.
117. Beschrijf hoe de nokken op de nokkenas voor een langzaamlopende motor worden gemonteerd.
118. Noem drie eigenschappen van de klep die bepaald worden door de nokvorm.
119. Noem twee taken van de klepveren.

120. Benoem de 9 onderdelen in de klepaandrijving van de Wärtsilä V46-motor.

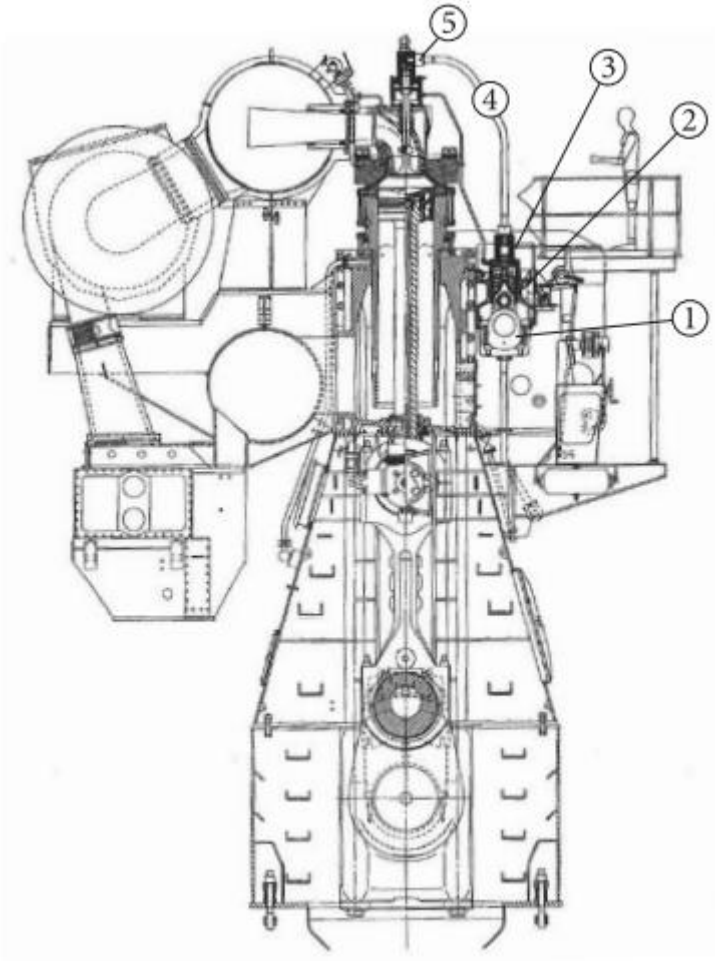


Klepaandrijving Wärtsilä V46

121. Beschrijf de klepaandrijving voor langzaamlopende motoren.

122. Benoem de vijf of acht onderdelen in de klepaandrijving van de MAN-B&W L70MC-motor.





Klepaandrijving MAN-B&W L70MC

123. Hoe en uit welk materiaal worden de inlaatkleppen van een motor gemaakt?
124. Noem drie extra constructiekenmerken van de uitlaatkleppen.
125. Beschrijf de lagering van de klepbeweging.
126. Beschrijf hoe de klepgeleider/klepsteel van een middelsnellopende motor wordt gesmeerd.
127. De klepzitting van een lekke klep is verbrand. Kan deze vervangen worden?
128. Waarom is klepspeling noodzakelijk?
129. Wat is het risico van een te kleine klepspeling?
130. De klepveren zijn meestal dubbel uitgevoerd met een binnen- en een buitenveer. Wat is hiervan het voordeel?
131. Beschrijf hoe de uitlaatkleppen draaien bij een middelsnellopende motor met zware olie.

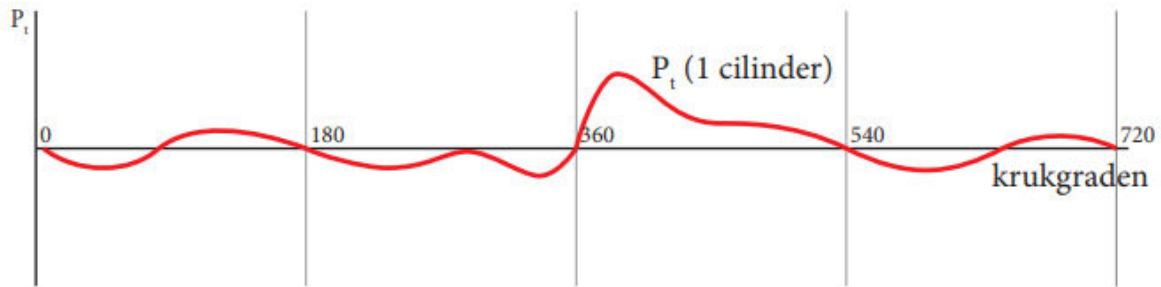
132. Beschrijf de constructie van de inlaat- en uitlaatkleppen van een 2-slagmotor.
133. Wat is het voordeel van het gebruik van een klephuis?
134. Beschrijf hoe de klepgeleider/klepsteel van een langzaamlopende motor wordt gesmeerd.
135. Hoe merk je bij draaiende motor dat de klepspeling te groot is?
136. Beschrijf hoe de uitlaatkleppen draaien bij een langzaamlopende motor.
137. Hoeveel kan de stuwkracht van een voortstuwingsmotor zijn?
138. Hoe werkt de stuwkracht op de schroefas?
139. Beschrijf waarom een krukas de stuwkracht van de schroefas niet kan opvangen.
140. Beschrijf waarom een tandwielkast de stuwkracht van de schroefas niet kan opvangen.
141. Beschrijf de constructie waarmee de stuwkracht van de schroefas kan worden opgevangen.
142. Beschrijf de constructie van een stuwblok.
143. Beschrijf de werking van een stuwblok.
144. Waarom zijn kantelblokjes nodig aan beide zijden van de stuwkraag?
145. Waarom zitten de kantelblokjes alleen bij het onderste gedeelte van de stuwkraag?

## *Hoofdstuk 26 Mechanica van het motordrijfwerk*

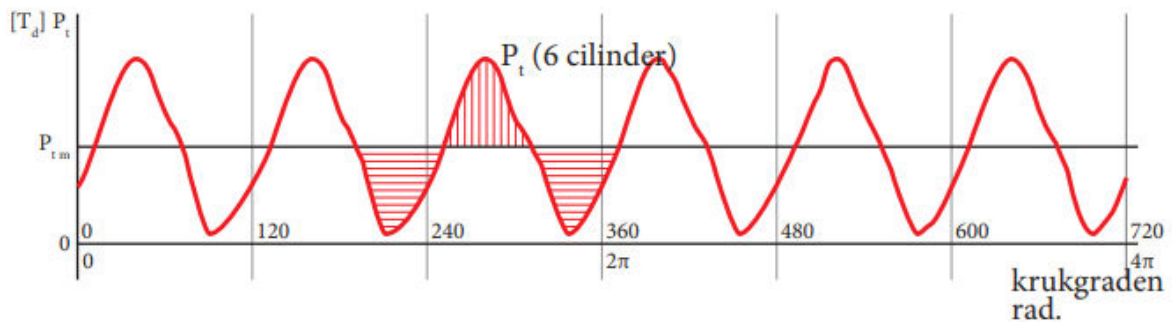
1. Wat is het doel van het kruk-drijfstangprincipe in het motordrijfwerk?
2. Bereken met de formule welke weg de zuiger afgelegd heeft als de krukas  $45^\circ$  na top staat.  
Formule:  $S = r \cdot (1 - \cos \alpha) + L^2 / (2 \cdot L) \cdot \sin^2 \alpha$   
Gegeven:  
Slag is 3,2m  
Kruk-drijfstangverhouding  $\lambda = 1/4$
3. Stel, de motor uit vraag 2 heeft een oneindig lange drijfstang, welke weg heeft de zuiger afgelegd als de krukas  $45^\circ$  na top staat?
4. Bepaal de zuigerweg uit vraag 2 met de Brix-constructie.
5. Noem vier krachten die in het drijfwerk voorkomen.
6. Noem de twee hoogste drukken die boven de zuiger voorkomen.
7. Verklaar waarom niet bij alle typen dieselmotoren onder de zuiger dezelfde druk heerst.
8. Verklaar waarom de oscillerende versnellingskrachten van de zuiger vrijwel nooit hetzelfde zijn in grootte en richting.
9. Noem drie onderdelen van het motordrijfwerk die een oscillerende beweging maken.
10. Noem drie onderdelen van de motor die ook een oscillerende beweging maken.
11. Beschrijf de bewegingen die de drijfstang van een trunkzuigermotor maakt.
12. Noem de drie factoren die de roterende versnellingskrachten bepalen.
13. Noem de gewichtskrachten die op een kruishoofd werken.
14. Noem de gewichtskrachten die op de krukpen van een trunkzuigermotor werken.
15. Beschrijf onder welke voorwaarden de gewichtskrachten verwaarloosd kunnen worden in berekeningen.
16. Noem de drie factoren die de kruishoofdkracht bepalen.
17. Noem de twee factoren die de oscillerende versnellingskracht bepalen.
18. Geef de formule van de zuigerpenkracht  $F_k$  van een middelsnellopende motor.

19. Verklaar waarom de zuigerpenkracht bij de arbeidsslag kleiner wordt dan de gaskracht.
20. Noem twee redenen waarom de gewichtskracht bij een middelsnellopende motor verwaarloosd mag worden.
21. Maak een tekening van de krachten op het drijfwerk van een middelsnellopende motor.
22. Zie vraag 21. Maak de bijbehorende legenda van de krachten op het drijfwerk van een kruishoofdmotor.
23. Beschrijf het ontstaan van de leibaankracht.
24. Beschrijf hoe de constructeur van een kruishoofdmotor de leibaankracht kleiner kan maken bij een gegeven slag en cilindervermogen.
25. Noem twee nadelen van een kleinere kruk-drijfstangverhouding.
26. Beschrijf waarom de constructeur van kruishoofdmotor kiest voor een grote kruk-drijfstangverhouding.
27. Noem de twee factoren die het draaimoment van een cilinder bepalen.
28. Waardoor ontstaat op de structurele delen van de motor een kantelmoment?
29. Beschrijf hoe het kantelmoment van een motor wordt opgevangen.
30. Beschrijf in een formule hoe het kantelmoment van een motor wordt opgevangen.
31. Zie vraag 21. Maak een legenda van de kracht en arm die een rol spelen bij het kantelmoment van een motor.
32. Beschrijf het verband tussen het kantelmoment en draaimoment van een motor.
33. Waardoor ontstaan trillingen in de motor?
34. Beschrijf waarom het slecht is voor de motor als trillingen niet opgevangen worden.
35. Beschrijf de vrije kracht die de motor omhoog en omlaag beweegt.
36. Hoe worden de vrije krachten en momenten zo goed mogelijk opgevangen?
37. Beschrijf waarom het draaimoment van de motor voortdurend verandert.
38. Welk inzicht geeft een tangentialdrukdrukdiagram?
39. Geef in onderstaand diagram de inlaat-, uitlaat-, compressie- en verbrandingslag aan.

40. Verklar waarom in onderstaand diagram tussen 180 en 360 krukgraden alleen het draaimoment gevraagd wordt.



41. Bereken van wat voor een soort motor onderstaand tangenteeldruk een diagram is.



42. Geef in bovenstaand diagram met groen aan wanneer het toerental oploopt en met blauw aan wanneer het toerental daalt.

43. Wat is het woord waarmee we beschrijven dat het toerental van een dieselmotor binnen bepaalde grenzen fluctueert?

44. Noem twee mogelijkheden in de motor om wisselingen van het toerental binnen bepaalde grenzen te houden.

45. Beschrijf de werking van het vliegwiel.

46. Waarom hebben 4-slagmotoren met weinig cilinders een zwaar vliegwiel nodig?

47. Beschrijf de vorm van een 'zwaar' vliegwiel.

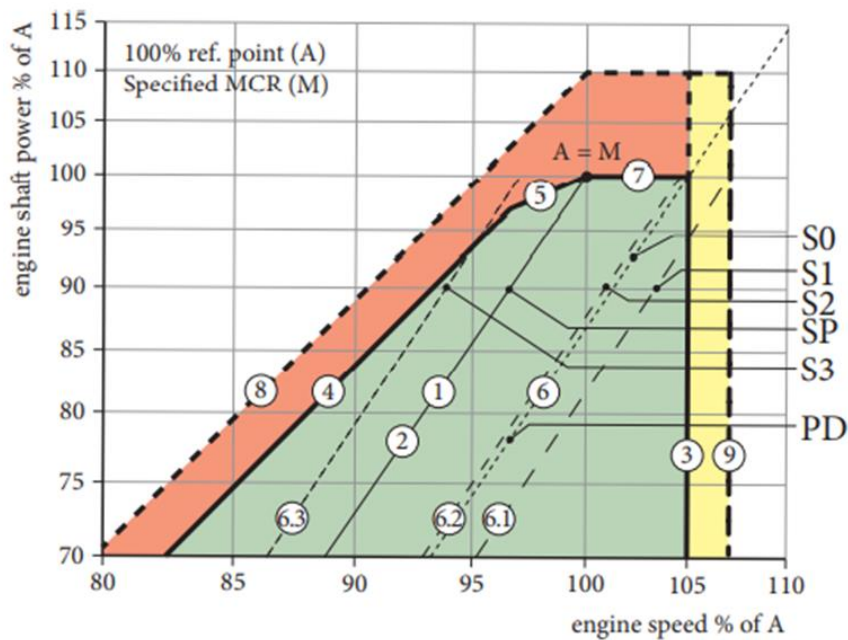
48. Beschrijf twee voordelen van een vliegwiel met een dikke velg.

49. Een fabrikant levert hetzelfde type middelsnellopende 4-slag, 6-cilinder motor als generatormotor en als voortstuwingsmotor. Welke motor zal het 'zwaarste' vliegwiel hebben? Verklar je antwoord.

## *Hoofdstuk 27 Belasting van de voortstuwingsmotor*

1. Beschrijf de voortstuwing die bij de meeste schepen wordt gebruikt.
2. Als de scheepsvorm het toelaat wordt meestal gekozen voor een schroeftoerental van rond de 70 omwentelingen per minuut bij volle kracht. Wat is de reden?
3. Noem een scheepsvorm waarbij er gekozen moet worden voor een hoger schroeftoerental.
4. Beschrijf hoe de stuwkracht een schip door het water beweegt.
5. Noem drie deelweerstanden waaruit de scheepsweerstand is opgebouwd.
6. Noem twee factoren die een grote rol spelen bij de wrijvingsweerstand van een schip.
7. Noem een scheepstype met veel verschil in wrijvingsweerstand.
8. Noem een scheepstype met weinig verschil in wrijvingsweerstand.
9. Noem twee factoren die een grote rol spelen bij de luchtweerstand van een schip.
10. Noem een scheepstype met veel luchtweerstand.
11. Noem twee factoren die een grote rol spelen bij de golfweerstand van een schip.
12. Beschrijf wat er gebeurt met het extra voortstuwingsvermogen als de rompsnelheid bereikt is.
13. Beschrijf waarom draaikolkweerstand toeneemt met de leeftijd en het gebruik van het schip.
14. Beschrijf het verband dat de admiraliteitsformule geeft.
15. Waarom geldt de admiraliteitsformule niet bij snelvarende schepen?
16. Hoe kunnen we de admiraliteitsformule aanpassen voor snelvarende schepen?
17. Waarom geldt de aanpassing met behulp van het getal van Froude niet altijd?
18. Waarom moet het effectief vermogen van de voortstuwingsmotor groter zijn dan het stuwvermogen?
19. Noem drie verliezen die in de schroef en asleiding zitten.
20. Geef de formule waarmee we de verandering in stuwkracht ( $P_S$ ) berekenen als het effectieve vermogen ( $P_e$ ) van de voortstuwingsmotor verandert.

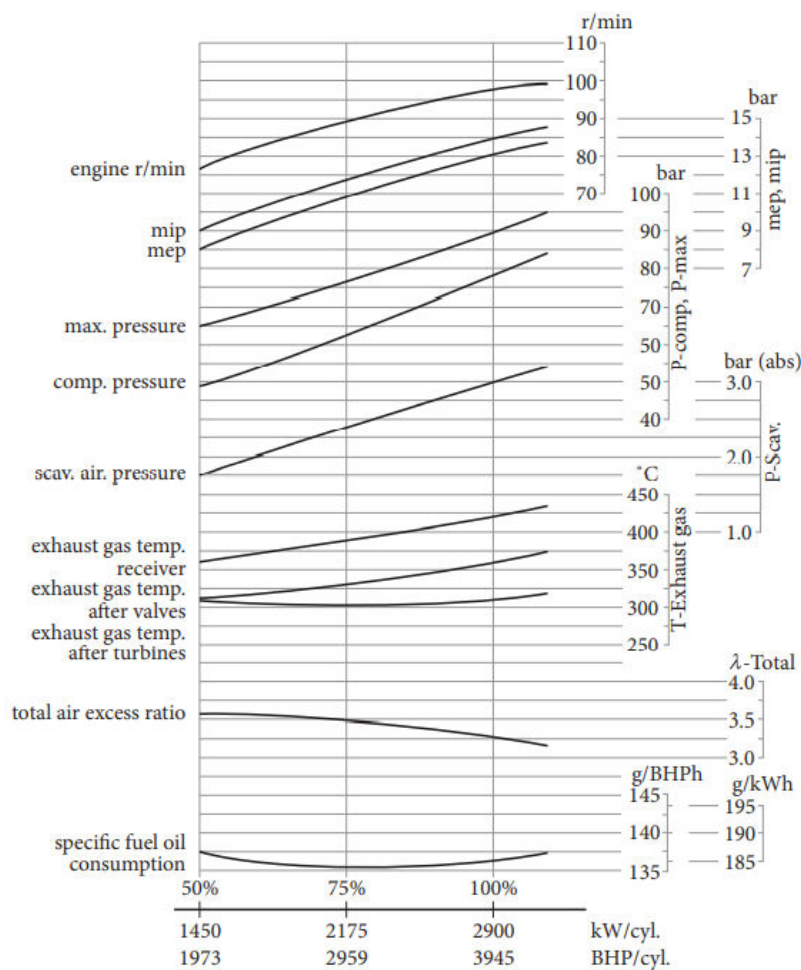
21. Welke aanname hebben we bij bovenstaande formule gedaan?
22. Geef de formule waarmee we de verandering in toerental berekenen als we het effectieve vermogen ( $P_e$ ) van de voortstuwingsmotor veranderen.
23. Geef de formule waarmee we de verandering in scheepssnelheid berekenen als we het toerental van de voortstuwingsmotor veranderen.
24. Welke aanname hebben we bij bovenstaande formule gedaan?
25. Een schip met een FPP vaart bij vollast met een effectief motorvermogen van 3850 kW en heeft hierbij een snelheid van 14 knopen. Wat wordt de snelheid van het schip als we het effectief motorvermogen terugnemen naar 2580 kW?
26. Een schip met een FPP vaart bij vollast met een effectief motorvermogen van 4500 kW en heeft hierbij een snelheid van 15 knopen. Het specifieke brandstofverbruik hierbij is 180 g/kWh. Het schip is nog 225 zeemijl van de haven verwijderd.
- Hoe lang doet het schip over de reis naar de haven?
  - Het schip moet twee uur eerder in de haven zijn, tot welk vermogen moet de motor worden opgevoerd?
  - Hoeveel brandstof kost het sneller varen?
27. Een schip vaart met een snelheid van 13,5 knopen bij een motortoerental van 600 rpm. Het schip gaat snelheid verminderen, afslacken, tot 10,2 knopen. Tot welk toerental moeten we de motor terugnemen?
28. Een schip met een FPP vaart bij vollast met een effectief motorvermogen van 6357 kW, een toerental van 74 rpm en heeft hierbij een snelheid van 14,5 knopen. Het specifieke brandstofverbruik hierbij is 185 g/kWh. Het schip is nog 325 zeemijl van de haven verwijderd.
- Hoe lang doet het schip over de reis naar de haven?
  - Het schip moet vier uur later in de haven zijn vanwege een gestremde sluis, welke snelheid moet het schip gaan varen?
  - Het schip moet vier uur later in de haven zijn vanwege een gestremde sluis, tot welk vermogen moet de motor worden teruggenomen?
  - Het schip moet vier uur later in de haven zijn vanwege een gestremde sluis, tot welk toerental moet motor worden teruggenomen?
  - Hoeveel brandstof wordt bespaard?
  - Wat voor soort voortstuwingsmotor is het?
29. Beschrijf de vier grenzen van het werkgebied van de motor aan de hand van het diagram van de motor belasting op de volgende pagina. **Let op bij alle vragen t/m 46 moet je dit diagram gebruiken.**



30. Beschrijf het gele en het rode gebied van de motor aan de hand van bovenstaand diagram van de motorbelasting.
31. Beschrijf wat er in de motor overbelast wordt als we boven het maximaal toegestane toerental draaien.
32. Geef de definitie van overbelasting boven het maximaal vermogen.
33. Beschrijf wat er in de motor overbelast wordt als we boven het maximaal toegestane vermogen draaien.
34. Beschrijf wat er in de motor overbelast wordt als we langdurig bij een onderdrukt toerental overbelast draaien.
35. Beschrijf waarom we overbelasting bij onderdrukt toerental niet ontdekken door een verandering van de uitlaatgastemperaturen.
36. Noem een goede indicatie voor overbelasting bij onderdruk toerental.
37. Geef een voorbeeld van een situatie wanneer je in het rode gebied draait.
38. Geef een voorbeeld wanneer je in het gele gebied moet draaien.
39. Lijn 6 geeft de scheepsweerstand voor de gekozen schroef aan. Wat gebeurt er met die lijn als het onderwaterschip aangroeit?
40. Op welke weerstandslijn dient het onderwaterschip gereinigd te worden?
41. Welk toerental draait de schroef bij 90% vermogen vlak voor de dokking?
42. Welk toerental draait de schroef bij 90% vermogen vlak na de dokking?



43. Beschrijf wat er gebeurt met het toerental en vermogen als het schip vlak voor de dokking in extreem slecht weer terecht komt.
44. Wat doe je in bovenstaande situatie met de asgenerator?
45. Teken in het diagram van de motorbelasting wat er gebeurt als we het vermogen niet in kleine stapjes opvoeren van punt PD naar punt S0.
46. Teken in het diagram van de motorbelasting wat er verandert als de voortstuwingsmotor ook een asgenerator aandrijft. De belasting van de asgenerator is 5% van het motorvermogen. Kies je nog dezelfde schroef?
47. Noem vijf mogelijkheden om het brandstofverbruik tijdens een zeereis te verminderen.
48. Noem drie notaties voor het brandstofverbruik.
49. Wat is het voordeel van de definitie van het specifiek brandstofgebruik?
50. Bekijk de afbeelding hieronder. Bij welke motorbelasting is het specifiek brandstofverbruik het laagst?



51. Waarom is het specifiek brandstofverbruik niet constant?

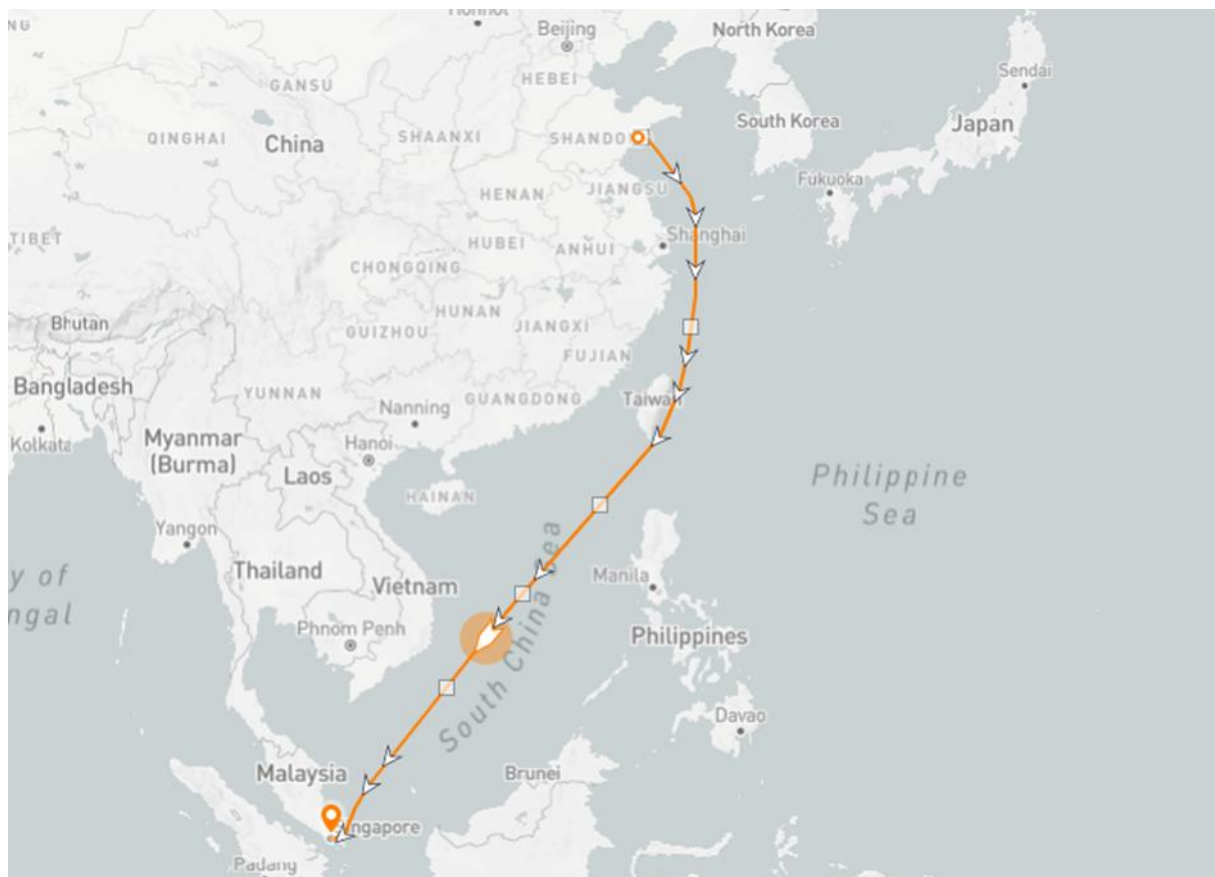
52. De economische snelheid van een schip ligt op 6,5 knopen, de dienstsnelheid ligt op 18 knopen. Het schip moet langere tijd op de economische snelheid varen. Noem drie mogelijkheden om de motor te optimaliseren op deze lagere snelheid.

53. Een schip heeft een Wärtsilä 32 6-cilinder 4-slaghoofdmotor. Het schip is voorzien van een asgenerator en een verstelbare schroef. Hieronder staan de gegevens van de hoofdmotor die Wärtsilä zelf opgeeft:

Wärtsilä 32		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	320 mm	Fuel specification: Fuel oil	
Piston stroke	400 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F
Cylinder output	580 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700	
Speed	750 rpm	SFOC 178.8 g/kWh at ISO conditions	
Mean effective pressure			
Piston speed			

- Bereken de gemiddelde zuigersnelheid in m/s.
- Wat is het rendement van deze motor volgens de tabel, als gegeven is dat de stookwaarde 41,5 MJ/kg is?
- Wat is de effectieve druk bij gegeven geleverd cilinder vermogen?
- Wat zal het brandstofgebruik zijn op vol vermogen per uur en dag?

De reder geeft echter op dat het verbruik voor de voorstuwing op volle kracht maar 12 ton/dag is; de snelheid is dan 14 knopen.



Het schip maakt een reis van Qingdao (China) naar Singapore. De afstand is 2541 mijl, de vertrektijd was 10/05/2022 18:30 GMT en we moeten aankomen op 19/05/2022 om 04:00GMT. Beide tijden tellen en de afstand geldt voor het loodsstation; je hoeft geen rekening te houden met opvoeren en afslacken.

- e. Met welke snelheid moet je gaan varen?
- f. Wat is het verbruik van de hoofdmotor per dag en voor de hele reis als de asgenerator niet bij staat?
- g. Het schip vaart op ULSFO met een soortelijke massa van  $850 \text{ kg/m}^3$ , bij het bunkeren heeft de brandstof een temperatuur van  $40^\circ \text{ C}$ . Wat is de soortelijke massa bij  $40^\circ \text{ C}$ ?

54. Gegevens van het schip waar je op vaart:

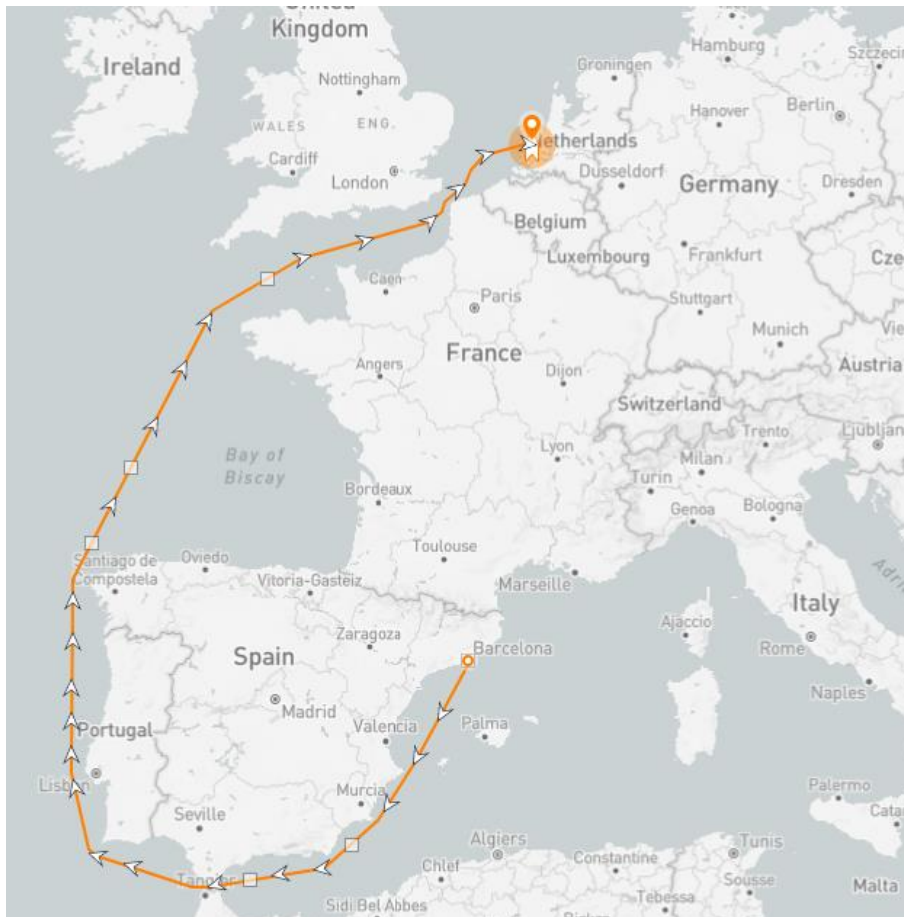
- m.v. Flintersun.
- 9073 Tdw / 512 Teu (General cargo)
- Roepletters : PBEN
- Imo-nummer : 9243746
- Bouwjaar : 2002
- Max. snelheid : 15 knopen, bij 85% van het maximale vermogen.
- Motor : MAK 9M32C [REDACTED] KW / 600 rpm
- stookwaarde :  $40.500 \text{ kJ/kg}$

Motor is met verstelbare schroef gekoppeld aan een tandwielkast.

Type	Output range		Speed	Mean eff. pressure	Mean piston Speed	Bore	Stroke	Spec. fuel consumption	
	kw	mhp	rpm	bar	m/s	mm	mm	100% g/kWh	
6 M 32 C									
8 M 32 C									
9 M 32 C			600	25.9		320	480	177	

- a. Bereken het vermogen van de motor.
- b. Bereken de gemiddelde zuiger snelheid.
- c. Brandstofgebruik bij 15 Knopen per uur en dag
- d. Wat is het brandstofgebruik voor een reis van Barcelona naar Rotterdam?

De afstand is 1915 mijl, en er wordt met een snelheid van 13 knopen gevaren.



55. We moeten een reis gaan maken van Rotterdam naar New York, de afstand is 3342 mijl. Hiervoor hebben we 210 uur de tijd.

We weten dat bij een snelheid van 18 knopen het verbruik 70 ton per dag is.

- Met welke snelheid moeten we gaan varen?
- Wat is dan het verbruik per uur?
- Wat is het verbruik voor de hele reis?
- Wat zou dit verbruik worden als we er een dag langer over zouden mogen doen?

56. We moeten van Gibraltar naar Zeebrugge varen, de afstand is 1704 mijl.

De maximale snelheid van het schip is 14 knopen, bij 720 omw/min.

Door een storing staat de CCP vast op 100% pitch.

- Bereken met welk motortoerental gevaren moet worden om een snelheid van 10 knopen te varen.
- Hoelang gaat de reis duren bij een snelheid van 10 knopen?

Halverwege de oversteek krijg je bericht dat je er toch zo snel mogelijk moet zijn.

- Hoe lang gaat de reis nu duren?
- Hoeveel brandstof gaan we extra gebruiken?

Gegeven:

$be = 181 \text{ g/kWh}$  bij 12,5 knopen en 3850 kW

- Wat zou het verbruik geweest zijn als je al aan het begin van de oversteek had geweten dat je een dag eerder zou moeten aan komen?
- Wat is het verbruik als je het hele traject volle kracht gevaren had?

- g. Wat is het verschil in brandstofverbruik tussen de hele reis 10 kn en 14 kn varen, als we ook rekening houden met een brandstofverbruik van de hulpmotoren van 100 kg/h.

57. Van een schip met een 12-cilinder MAN K98MC6 2-slagkruishoofdmotor als hoofdmotor zijn de volgende gegevens bekend:

Specifieke brandstofverbruik:	$b_e$	177 gram/kWh
Vermogen per cilinder	$P_e$	4500 kW/cilinder
Brandstofverbruik hulpmotor	$m_{b \text{ humo}}$	60,0 kg/h
Vaart	$v$	18 kn
Verheid	$s$	2100 Mijl
Dichtheid brandstof	$\rho$	0,93 t/m <sup>3</sup>

Gevraagd:

- Bereken het totale brandstofverbruik in m<sup>3</sup> bij vol vermogen (100%).
- Bereken het totale brandstofverbruik in m<sup>3</sup> voor 75% van het volle vermogen.
- Bereken de toename van de reisduur in % en de brandstofbesparing in %.

58. We moeten van Kaapstad naar Rotterdam.

We vertrekken op 16 oktober om 14.00 UCT en moeten 2 november 19.00 UCT aankomen in Rotterdam. Je hoeft geen rekening te houden met tijd voor afslacken, loods overnemen of manoeuvreren.

De totale afstand is 6200 mijl, waarvan de laatste 450 mijl we in een SECA-gebied varen. Het schip heeft een vaste schroef.

Bij volle kracht varen is de snelheid 18 knopen en het brandstofverbruik 95 ton/dag. De prijs van VLSFO is US\$ 460 en die van ULSFO US\$ 660.

- Bereken brandstofverbruik voor de reis.
- Wat zijn de totale kosten?
- Omdat de brandstof in SECA-gebied duurder is willen hier 12 knopen gaan varen. Is dit verstandig, en besparen we hier kosten mee?

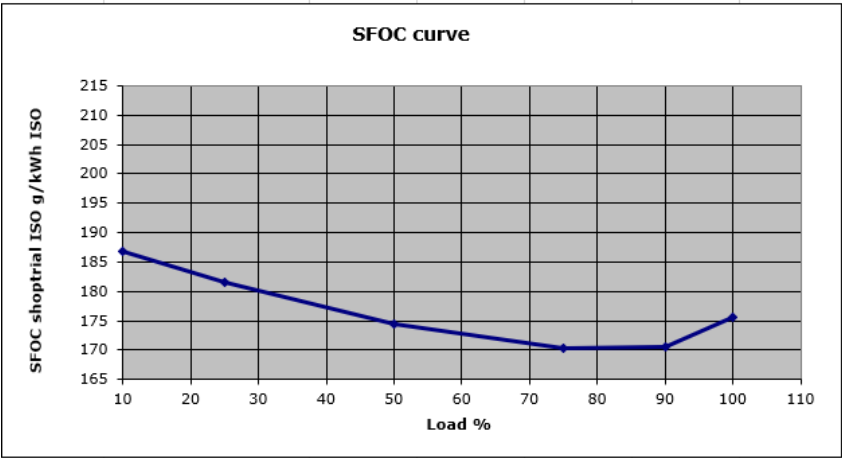
59. Gegeven:

MCR = 68640 Kw. Diepgang 9.00 meter. Gebruik de tabel op de volgende pagina en de SFOC-curve voor 3 TC om de volgende vragen te beantwoorden:

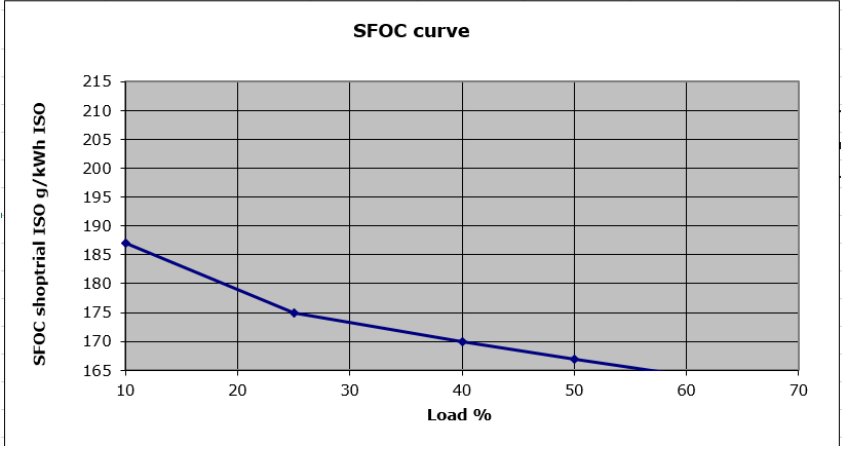
- Wat is het brandstofverbruik per uur bij 21 knopen en wat bij 27 knopen?
- Wat is de besparing als we op 2 TC kunnen varen bij 41% load? (zie hiervoor de SFOC-curve voor 2 TC op de volgende pagina).

Speed [kr]	Draught [m]				
	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00
20,75	27354	27563	27595	28005	29071
21,00	28146	28349	28401	28908	30111
21,25	28980	29206	29294	29887	31216
21,50	29824	30075	30201	30887	32349
21,75	30682	30957	31124	31907	33511
22,00	31550	31853	32063	32949	34701
22,25	32481	32837	33114	34100	35974
22,50	33427	33840	34187	35278	37281
22,75	34387	34861	35282	36483	38620
23,00	35361	35899	36400	37717	39994
23,25	36421	37047	37661	39105	41475
23,50	37500	38218	38953	40530	42995
23,75	38596	39412	40275	41991	44554
24,00	39713	40632	41630	43492	46156
24,25	40956	42028	43211	45218	47911
24,50	42224	43459	44838	46994	49716
24,75	43519	44924	46509	48823	51571
25,00	44841	46425	48227	50705	53477
25,25	46189	47961	49992	52641	55436
25,50	47564	49534	51804	54632	57447
25,75	48966	51144	53666	56679	59513
26,00	50395	52790	55576	58782	61633
26,25	52237	54798	57956	61353	64052
26,50	54130	56863	60411	64007	66542
26,75	56074	58987	62944	66745	
27,00	58070	61170	65556		
27,25	60119	63413	68248		
27,50	62222	65718			
27,75	64380	68085			
28,00	66594				

3 TC operation



2 TC operation



## *Hoofdstuk 28 Overbrengingen*

1. Waarom worden steeds meer schepen voortgestuwd door middelsnellopende 4-slagmotoren?
2. Wat doet men om van dit soort voortstuwingsinstallaties het schroefrendement te verbeteren?
3. Wat is het voordeel van een voortstuwingsinstallatie met een verstelbare schroef?
4. Wat is het doel van een elastische koppeling in de aandrijving van een schroef?
5. Wat verstaat men onder het kritisch toerental?
6. Wat verstaat men onder tandhameren?
7. Wanneer kan tandhameren voorkomen?
8. Is het verstandig om op een dubbelschroefs aangedreven schip met één motor stil te zetten om onderhoudswerkzaamheden uit te voeren? Geef een toelichting op je antwoord.
9. Welke maatregelen moet men nemen om meedraaien van een stilstaande motor voor onderhoud te voorkomen, als je met een dubbelschroef schip met de andere motor blijft doorvaren?
10. Waaruit bestaat een asrem?
11. Wat is het voordeel van een schakelbare koppeling?
12. Beschrijf de principewerking van een keerkoppeling.
13. Noem twee toepassingen waarvoor tandwielen kunnen worden gebruikt.
14. Wat verstaat men onder de overbrengingsverhouding van een tandwieloverbrenging?
15. Wat verstaat men onder een PTO?
16. Waarom is bij gebruik van een PTO die een generator aandrijft een verstelbare schroef noodzakelijk?
17. Waardoor wordt het afgegeven vermogen van een dieselmotor bepaald?
18. Wat is een belangrijke reden om een zo'n efficiënt mogelijke voortstuwingsinstallatie samen te stellen bij het ontwerpen van grote schepen zoals containerschepen of tankers?

19. Om het toerental van een kruishoofdmotor zo laag mogelijk te houden, moet de slag- diameterverhouding vergroot worden. Wat heeft dit voor gevolgen voor de constructie van de motor?
20. Wat kan men doen om de nadelen van het ruimtebeslag van een kruishoofdmotor te ondervangen?
21. Hoe noem je het als de schroef via een tandwieloverbrenging wordt aangedreven? Wat is het grote voordeel?
22. Noem twee mogelijke opstellingen bij een enkelvoudige tandwieloverbrenging.
23. Waardoor wordt de afmeting van de tandwielkast bepaald wanneer het rondsel (het kleinste tandwiel) en het wiel (het grootste tandwiel) naast elkaar zijn opgesteld?
24. Wat verstaat men onder de overbrengingsverhouding van een enkelvoudige tandwieloverbrenging? Is deze altijd groter of kleiner dan 1?
25. Wat bedoelt men als bij een enkelvoudige tandwielreductie de overbrengingsverhouding 6 is?
26. Van een tandwielreductie is de overbrengingsverhouding bekend:  $i = 3$   
Als het motortoerental 720 rpm is, wat is dan het toerental van de schroef?
27. Van een tandwielkast is de overbrengingsverhouding  $i = 4$ . Het aantal tanden van het rondsel is 20. Hoeveel tanden heeft het wiel?
28. Wat is het probleem bij de aandrijving van één schroef door meerdere motoren?
29. Hoe kan de onderlinge afstand tussen twee motoren die één schroef aandrijven worden overbrugd?
30. Wat kan men doen als de diameter van het aangedreven wiel te groot wordt bij een aandrijving van één schroef door twee motoren?
31. Op welke manier kan de draairichting van de schroef worden veranderd bij een vaste draairichting van de aandrijvende motoren?
32. Is er een verschil tussen een epicyclische tandwieloverbrengingen en een planetaire tandwieloverbrenging?
33. Wat is het grote voordeel van een epicyclische of planetaire tandwieloverbrenging?
34. Waardoor wordt de overbrengingsverhouding van een epicyclische tandwieloverbrenging bepaald?



35. Wanneer is de overbrengingsverhouding het grootst? Leg uit.
36. Welke tandvormen onderscheiden we bij tandwielen?
37. Wat zijn de belangrijkste oorzaken van schade aan de tanden van tandwielen?
38. Welke materialen worden voor de vervaardiging van rondsels en tandwielen gebruikt? Waardoor wordt de keuze van het materiaal bepaald?
39. Wat is het doel van legeren van staal? Wat is de invloed van het gebruikte legeringsmateriaal?
40. Welke warmtebehandelingen kunnen tandwielen na de productie ondergaan? Licht toe.

## *Hoofdstuk 29 Scheepsschroeven*

1. Wat voor soort schroeven onderscheiden we?
2. Hoe herkent men een rechtse schroef?
3. Wat is de draairichting van een rechtse schroef?
4. Als een schip voorzien is van een verstelbare schroef, is dit dan een rechtse of een linkse schroef en waarom?
5. Hoe noemt men in de tekening waarin een schroefvlak wordt geconstrueerd, de hartlijn van de schroefas?
6. Hoe noemt men de lijn die in de constructietekening van een schroefvlak loodrecht op de richtlijn staat? Wat stelt deze lijn voor?
7. Wat beschrijft de trekker wanneer deze eenparig ronddraait of roteert en zich daarbij eenparig langs de richtlijn verplaatst?
8. Hoe noemt men de verticale verplaatsing langs de richtlijn wanneer de trekker één keer rond is gegaan? Wat voor vlak heeft de trekker beschreven?
9. Wat voor een schroefvlak ontstaat er wanneer de trekker de richtlijn onder een hoek van  $90^\circ$  snijdt?
10. Wat voor een schroefvlak ontstaat er wanneer de trekker de richtlijn onder een bepaalde hoek snijdt?
11. Hoe noemt men de hoek  $\epsilon$  die de hellende schroefbladen met elkaar maken?
12. Wat is het voordeel van hellende schroefbladen? Wat kan er kleiner uitvallen?
13. Hoe noemt men bij een gemonteerde schroef de vlakke kant van het schroefblad?
14. Naar welke kant is de vlakke kant van een schroefblad gekeerd?
15. Wat is de intreezijde van een schroefblad en wat is de uittreezijde?
16. Wat verstaat men bij een schroef onder het geprojecteerde bladoppervlak?
17. Wat verstaat men bij een schroef onder het ontwikkeld bladoppervlak?
18. Wat verstaat men onder de schroefdiameter?
19. Wat verstaat men bij een schroef onder het gestrekt ontwikkeld bladoppervlak?
20. Welke verhouding van een schroef is van belang in verband met cavitatie?

21. Wat is een van de gevolgen van cavitatie voor een sloopsschroef?
22. Wat is nog meer een nadeel van een grotere Aa/A-verhouding bij een sloopsschroef?
23. Wat is de minimale Aa/A-verhouding bij een sloopsschroef en waarom?
24. Hoe groot is van een schroef de spoed/diameter (H/D)-verhouding en waar is deze afhankelijk van?
25. Hoe groot is de theoretische schroefsnelheid van een sloopsschroef?
26. Wat verstaan we onder de slipsnelheid van een schroef?
27. Wat verstaan we onder de ware slip?
28. Waardoor zal de relatieve schroefsnelheid kleiner zijn dan de sloopssnelheid?
29. Hoe groot is van een schip de sloopssnelheid?
30. Wat verstaan we onder de schijnbare slip?
31. Hoe kan men voorkomen dat, wanneer het schip van ijzer is gemaakt en de sloopsschroef van een bronslegering, er als gevolg van galvanische werking pitting optreedt van de sloopshuid?
32. Wat moeten de voornaamste eigenschappen van bronslegeringen voor sloopsschroeven zijn?
33. Hoe is de sloopsschroef op de schroefas bevestigd?
34. Wat is het belangrijkste doel van het schroefassurvey tijdens een dokbeurt?
35. Waarom wordt er geen spieverbinding meer toegepast bij een schroef en schroefas?
36. Wat is bijzonder aan de SKF-methode voor monteren van de schroef op de schroefas?
37. Welke soort sloopsschroeven onderscheiden we?
38. Noem de voordelen van een schroef met verstelbare spoed.
39. Noem de nadelen van een schroef met verstelbare spoed.
40. Een schip vaart in de Oostzee, stroming is te verwaarlozen. In één etmaal heeft het schip volgens de stuurman een afstand afgelegd van 252 Nm. Door de slagenteller van de hoofdmotor af te lezen is bekend dat de hoofdmotor dit etmaal precies 172803 slagen heeft gemaakt. Het schroeftoerental is gelijk

aan het motortoerental. Van de schroef is bekend dat de spoed 3 meter bedraagt.

- a. Wat is het toerental van de hoofdmotor in rpm?
- b. Welke theoretische afstand kan het schip per etmaal afleggen in zeemijlen?
- c. Bereken de slip van de schroef in mijlen.
- d. Bereken de slip van de schroef in procenten (t.o.v. theoretische afstand).

41. Een schroef wordt via een tandwielreductie aangedreven door een motor met een toerental van 700 rpm. De overbrengingsverhouding is  $i = 3$ .

Van de schroef is bekend dat de spoed  $H = 2,2$  m. Als de slip van deze schroef 8% bedraagt, wat is dan het aantal knopen dat het schip loopt?

## *Hoofdstuk 30 Bunkeren*

1. Hoe kan worden bepaald hoeveel brandstof je nodig hebt voor een komende reis?
2. Waarmee moet rekening worden gehouden bij het bepalen van de hoeveelheid te bunkeren brandstof?
3. Welke gegevens zijn nodig om de hoeveelheid te verbruiken brandstof te bepalen?
4. De benodigde gegevens om de hoeveelheid bunkers te bepalen zijn merendeel factoren die uit ervaringen en waarnemingen tot stand zijn gekomen. Wat moet je doen wanneer deze gegevens niet bekend zijn?
5. Waarom is het raadzaam om de tanks tot de maximale wettelijke hoeveelheid te vullen?
6. Je hebt 2000 m<sup>3</sup> HFO met een dichtheid van 998 kg/m<sup>3</sup>, bij 15° C. De temperatuur bij het bunkeren is echter 48° C. Wat is het verschil in gewicht als je wel of geen rekening houdt met de temperatuurcorrectie?
7. Waarom moet vermenging van brandstoffen van verschillende bunkerstations zoveel mogelijk worden voorkomen?
8. Hoe kan het probleem van het vermengen van brandstofresten, vóór of na het bunkeren, worden voorkomen?
9. Kan de staat waarin de brandstoftanks verkeren een rol spelen in de keuze van de te gebruiken tanks?
10. Wat moet er worden ingevuld in het pre-bunkerplan?
11. Wat is er nodig voor het nemen van de samples tijdens het bunkeren?
12. Welke meetapparatuur is er nodig tijdens het bunkeren?
13. Welke veiligheidsmiddelen moeten aanwezig zijn tijdens het bunkeren?
14. Wat is een SOPEP-plan?
15. Wat is de functie van de dekontluchtingen of overslagkleppen en wat moet er voor het bunkeren mee gebeuren?
16. Wat moet er vóór het bunkeren met de verhaalkluizen en spuigaten gebeuren?
17. Wat is de functie van een overflowtank?

18. Hoe noemt men de aansluiting voor de bunkerslang? Wat moet er bij deze aansluiting worden gecontroleerd en wat moet er aanwezig zijn?
19. Wat zijn de laatste handelingen, voordat de bunkerboot langsij kan komen?
20. Waar moet op gelet worden bij het aansluiten van de bunkerslang? Zijn er andere methodes om te bunkeren?
21. Hoe kan bij calamiteiten het bunkeren worden gestopt?
22. Wat weet je van de procedure om van de brandstof die gebunkerd wordt, monsters te nemen?
23. Wat voor afspraken moeten er worden gemaakt met het personeel van de bunkerboot?
24. Waarom is het peilen van de tanks aan boord en op de bunkerboot zo belangrijk?
25. Waarom is het belangrijk dat het schip zo veel mogelijk gelijklastig ligt tijdens het bunkeren?
26. Hoe kan je de hoeveelheid brandstof in een tank bepalen aan de hand van een peiling? Wat is de functie van een cofferdam rond een brandstoftank?
27. Waar moet je voortdurend op letten tijdens het bunkeren?
28. Wat gebeurt er bij het afronden van het bunkeren?
29. Hoe gaat het vullen van de monsterflesjes? Geef een toelichting.
30. Hoe worden de monsterflesjes verdeeld?
31. Wat zijn de afrondende handelingen na het bunkeren?
32. Een container schip van 11.000TEU met een vermogen van 68.000kW en een specifiek brandstofgebruik van 180 g/kWh moet een reis van 6500 mijl maken met een volle snelheid van 22 knopen. De dichtheid van de brandstof is 950 kg/m<sup>3</sup>.  
  
Wat is het volume van de brandstof in m<sup>3</sup> dat je mee moet nemen?
33. Van een schip is bij aankomst het volgende van de tanks aan boord bekend (zie tabellen op volgende pagina):
  - a) Hoeveel brandstof kun je bunkeren als je geen brandstof meer mag verpompen en geen brandstoffen wilt mengen? Zet de juiste getallen in de gele vakken.
  - b) Als je wel nog zou mogen verpompen na aankomst, hoeveel brandstof kun je dan aan boord hebben bij vertrek? Je mag nog steeds geen brandstoffen mengen.

Tanks	Volume		Arival		Departure		% Max
1 PS	180	m <sup>3</sup>	20	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
1SB	180	m <sup>3</sup>	20	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2PS	120	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2SB	120	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
Sett PS	50	m <sup>3</sup>	30	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
Sett SB	50	m <sup>3</sup>	10	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
daytank	15	m <sup>3</sup>	13	m <sup>3</sup>	13	m <sup>3</sup>	95
Total	715	m <sup>3</sup>	93	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	

Max vulling 95%	679,25	m <sup>3</sup>				
Density @ 15°C	850	kg/m <sup>3</sup>				
max weight	577,3625	ton		ton		ton

Tanks	Volume		Arival		Departure		% Max
1 PS	180	m <sup>3</sup>	20	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
1SB	180	m <sup>3</sup>	20	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2PS	120	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2SB	120	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
Sett PS	50	m <sup>3</sup>	30	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
Sett SB	50	m <sup>3</sup>	10	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
daytank	15	m <sup>3</sup>	13	m <sup>3</sup>	13	m <sup>3</sup>	95
Total	715	m <sup>3</sup>	93	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	

Max vulling 95%	679,25	m <sup>3</sup>				
Density @ 15°C	850	kg/m <sup>3</sup>				
max weight	577,3625	ton		ton		ton

34. Met een schip gaan we een reis van 8800 mijl maken. We gaan met een vermogen van 7.000kW varen, waarbij het specifiek brandstofgebruik 185 g/kWh is. De snelheid is 14 knopen. We willen bij aankomst nog een reserve voor 3 dagen varen hebben.

a) Hoeveel is deze reserve in tonnen?

Omdat de brandstof in deze haven erg duur is willen we de minimale hoeveelheid brandstof bunkeren. Verder heeft de stuurman in verband met de trim gevraagd de tanken 1 zo vol mogelijk te maken. Hierna wordt er op de tanken 2 gebunkerd; in beide tanken 2 wordt evenveel gebunkerd.

b) Vul de brandstofgegevens in de onderstaande tabel (alle gele vakken), in.

Tanks	Volume		Arival		Departure		% Max
1 PS	250	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
1SB	250	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2PS	220	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2SB	220	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
3PS	180	m <sup>3</sup>	50	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
3SB	180	m <sup>3</sup>	50	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
sett PS	80	m <sup>3</sup>	60	m <sup>3</sup>	60	m <sup>3</sup>	95
Sett SB	80	m <sup>3</sup>	40	m <sup>3</sup>	40	m <sup>3</sup>	95
daytank	25	m <sup>3</sup>	22	m <sup>3</sup>	22	m <sup>3</sup>	95
Total	1535	m <sup>3</sup>	222	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	

Max vulling 95%	1458,25	m <sup>3</sup>				
Density @ 15°C	880	kg/m <sup>3</sup>				
max weight	1283,26	ton		ton		ton

c) Hoeveel had je eventueel mee kunnen nemen zonder mengen, als je de brandstof wel zou verpompen voor het bunkeren? Hoe zou dit eruitzien in het bunkervertrekplan?

128

Tanks	Volume		Arival		Departure		% Max
1 PS	250	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
1SB	250	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2PS	220	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
2SB	220	m <sup>3</sup>	m/t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
3PS	180	m <sup>3</sup>	50	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
3SB	180	m <sup>3</sup>	50	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
sett PS	80	m <sup>3</sup>	60	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
Sett SB	80	m <sup>3</sup>	40	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	95
daytank	25	m <sup>3</sup>	22	m <sup>3</sup>	22	m <sup>3</sup>	95
Total	1535	m <sup>3</sup>	222	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	

Max vulling 95%	1458,25	m <sup>3</sup>				
Density @ 15°C	880	kg/m <sup>3</sup>				
max weight	1283,26	ton	195,36	ton		ton



35. Je hebt in tank No.6 inner H.F.O.T(P) 18 cm gepeild, bij een trim van – 2 meter.

COMP NAME : NO.6 INNER H.F.O.T.(P) \* TRIM BY STERN (-) TRIM BY HEAD (+) \*

\*\*\*\*\* CAPACITIES IN CUBIC METER DUE TO TRIM \*\*\*\*\*

SOUNDING	TRIM								ULLAGE
	cm	1.0m	0.0m	-1.0m	-2.0m	-3.0m	-4.0m	-5.0m	
0	7.1	4.4	1.8	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	2434
2	9.7	6.9	4.2	2.3	1.6	1.3	1.1	0.9	2432
4	12.2	9.5	6.8	4.2	2.9	2.3	1.9	1.6	2430
6	14.8	12.1	9.4	6.7	4.6	3.6	2.9	2.5	2428
8	17.4	14.7	11.9	9.2	6.6	5.1	4.2	3.6	2426
10	19.9	17.2	14.5	11.8	9.1	7.0	5.7	4.8	2424
12	22.5	19.8	17.1	14.4	11.7	9.1	7.4	6.3	2422
14	25.1	22.4	19.7	16.9	14.2	11.5	9.4	7.9	2420
16	27.7	24.9	22.2	19.5	16.8	14.1	11.5	9.8	2418
18	30.2	27.5	24.8	22.1	19.4	16.7	13.9	11.8	2416
20	32.8	30.1	27.4	24.7	21.9	19.2	16.5	14.0	2414
22	35.4	32.7	29.9	27.2	24.5	21.8	19.1	16.4	2412
24	38.0	35.2	32.5	29.8	27.1	24.4	21.6	18.9	2410
26	40.5	37.8	35.1	32.4	29.7	26.9	24.2	21.5	2408
28	43.1	40.4	37.7	34.9	32.2	29.5	26.8	24.1	2406

In de volgende haven wil je deze tank voor 98% vol bunkeren met RMG 380. Je gaat ervan uit de dichtheid 991kg/m<sup>3</sup> is bij 15°C.

De tankinhoud is 2331,1 m<sup>3</sup>. De verwachte temperatuur bij het bunkeren 45° C.

a) Hoeveel brandstof kun je bestellen (in tonnen)?

Na het bestellen van de brandstof krijg je te horen dat de dichtheid van de brandstof 880kg/m<sup>3</sup> is.

b) Hoeveel ruimte kom je nu te kort?

c) Van de reder krijg je te horen dat je 1800 ton mag bestellen, na het bunkeren van de tank is het Ullage 1220 cm, de trim is dan 1 meter. Hoeveel ton is te veel of te weinig geleverd?

COMP NAME : NO.6 INNER H.F.O.T.(P) \* TRIM BY STERN (-) TRIM BY HEAD (+) \*

\*\*\*\*\* CAPACITIES IN CUBIC METER DUE TO TRIM \*\*\*\*\*

SOUNDING	TRIM								ULLAGE
	cm	1.0m	0.0m	-1.0m	-2.0m	-3.0m	-4.0m	-5.0m	
1200	1550.2	1547.5	1544.8	1542.0	1539.3	1536.6	1533.9	1531.2	1234
1202	1552.8	1550.0	1547.3	1544.6	1541.9	1539.2	1536.5	1533.7	1232
1204	1555.3	1552.6	1549.9	1547.2	1544.5	1541.7	1539.0	1536.3	1230
1206	1557.9	1555.2	1552.5	1549.8	1547.0	1544.3	1541.6	1538.9	1228
1208	1560.5	1557.8	1555.0	1552.3	1549.6	1546.9	1544.2	1541.5	1226
1210	1563.0	1560.3	1557.6	1554.9	1552.2	1549.5	1546.7	1544.0	1224
1212	1565.6	1562.9	1560.2	1557.5	1554.8	1552.0	1549.3	1546.6	1222
1214	1568.2	1565.5	1562.8	1560.0	1557.3	1554.6	1551.9	1549.2	1220
1216	1570.8	1568.0	1565.3	1562.6	1559.9	1557.2	1554.5	1551.7	1218
1218	1573.3	1570.6	1567.9	1565.2	1562.5	1559.8	1557.0	1554.3	1216
1220	1575.9	1573.2	1570.5	1567.8	1565.0	1562.3	1559.6	1556.9	1214
1222	1578.5	1575.8	1573.0	1570.3	1567.6	1564.9	1562.2	1559.5	1212
1224	1581.1	1578.3	1575.6	1572.9	1570.2	1567.5	1564.7	1562.0	1210
1226	1583.6	1580.9	1578.2	1575.5	1572.8	1570.0	1567.3	1564.6	1208
1228	1586.2	1583.5	1580.8	1578.0	1575.3	1572.6	1569.9	1567.2	1206
1230	1588.8	1586.0	1583.3	1580.6	1577.9	1575.2	1572.5	1569.7	1204
1232	1591.3	1588.6	1585.9	1583.2	1580.5	1577.8	1575.0	1572.3	1202
1234	1593.9	1591.2	1588.5	1585.8	1583.0	1580.3	1577.6	1574.9	1200
1236	1596.5	1593.8	1591.0	1588.3	1585.6	1582.9	1580.2	1577.5	1198
1238	1599.1	1596.3	1593.6	1590.9	1588.2	1585.5	1582.8	1580.0	1196

## *Hoofdstuk 31 Milieu*

1. Welke onderafdeling van de Verenigde Naties houdt zich bezig met de bescherming van het zeemilieu?
2. Waarover heeft IMO regelgeving opgesteld?
3. Bij het beschermen van de 'Marine Environment', dus zowel de lucht als het water om ons heen, maken we onderscheid tussen twee situaties tijdens de mogelijke verontreiniging. Welke zijn dat?
4. Wat voor milieuvorschriften zijn er? Waarin zijn ze vastgelegd?
5. Bij de verdragen zijn een aantal bijlagen. Hoe noemen we die bijlagen en hoeveel zijn er nu?
6. Noem minstens drie MARPOL-Annexen.
7. Wat geldt voor alle Annexen?
8. Noem een aantal voorschriften uit Marpol Annex I: Regulations for the Prevention of Pollution by Oil.
9. Wat is een SOPEP?
10. Noem een aantal voorschriften die betrekking hebben op het lenzen en het lensstelsel.
11. Wat wordt er behandeld in MARPOL Annex IV?
12. Wat wordt er behandeld in MARPOL Annex V?
13. Wat wordt er behandeld in MARPOL Annex VI?
14. Wat wordt er behandeld in Regulation 12?
15. Wat wordt er behandeld in Regulation 13?
16. Hoe ontstaat NO<sub>x</sub>?
17. Waarmee heeft men bij de regelgeving ten aanzien van de vorming van NO<sub>x</sub> rekening gehouden?
18. Wanneer spreekt men, wat vaargebieden betreft, over ECA-gebieden en wanneer over SECA-gebieden?
19. Op welke scheepsdieselmotoren zijn de NO<sub>x</sub>-emissiegrenswaarden van toepassing? Waarvan zijn de emissienormen (NO<sub>x</sub>-limiet in g/kWh) afhankelijk?

20. Waarop zijn de verschillende niveaus van regelgeving gebaseerd?
21. Welk verdrag is op 1 januari 2021 in werking getreden voor de Noordzee en Baltische Zee?
22. Wat betekent dat voor schepen die in de Noordzee en de Baltische zee varen? Wat is de bedoeling van het verdrag voor de Noordzee en de Baltische zee?
23. Aan welke normen moeten schepen voldoen die gebouwd zijn tussen 2000 en 2011? Aan welke norm moeten scheepsmotoren voldoen die gebouwd zijn na 2011?
24. Hoe vindt de controle op uitstoot van NO<sub>x</sub> plaats?
25. Wat wordt er behandeld in Regulation 14?
26. Over welke stoffen wordt er gesproken in Regulation 15? Voor wie/ wanneer gelden de voorschriften?
27. Wat moet er aan boord gebeuren met vast afval?
28. Wat wordt er behandeld in Regulation 17?
29. Wat wordt er behandeld in Regulation 18?
30. Wat wordt bedoeld met BWS, 'The control and management of ships Ballast Water & Sediments'?
31. Wat weet je van de verf die gebruikt wordt op de scheepshuid?
32. Wat is er binnen de IMO ontwikkeld om efficiënter om te gaan met energie?
33. Noem enkele punten waarnaar gekeken kan worden om energie te besparen aan boord van een schip.
34. Wat verstaan we onder emissie bij scheepsmotoren?
35. Waarvan is het gehalte aan schadelijke stoffen in de uitlaatgassen van een verbrandingsmotor afhankelijk?
36. Hoe noemt men de factoren die het gehalte aan schadelijke stoffen in de uitlaatgassen van een scheepsmotor bepalen?
37. Wat is een secundaire factor die het gehalte aan schadelijke stoffen in de uitlaatgassen van een scheepsmotor bepaalt?
38. Geef een globale samenstelling van de rookgassen van een scheepsmotor.
39. Waarvan hangt de samenstelling-van de rookgassen af?
40. Wat zijn de belangrijkste ontwikkelingen ten aanzien van de eisen die er aan de uitstoot van uitlaatgassen van een scheepsmotor worden gesteld?

41. Geef een globaal overzicht van de samenstelling van de uitlaatgassen van een scheepsmotor.
42. Wat weet je van SO<sub>x</sub> (zwaveloxide) en vervuiling?
43. Wat weet je van NO<sub>x</sub> en waarvan is de vorming afhankelijk?
44. Noem de twee mogelijkheden om de uitstoot van NO<sub>x</sub> te beperken.
45. Wat is één van de belangrijkste oorzaken van primaire NO<sub>x</sub>-vorming?
46. Wat gebeurt er met de primaire NO<sub>x</sub>-vorming als de temperatuur verlaagd wordt?
47. Hoe is de verbrandingstemperatuur in een motorcilinder te verminderen?
48. Wat zijn de voordelen van waterinjectie in de cilinder en wat is het nadeel?
49. Noem de voor- en nadelen van het bevochtigen van de inlaatlucht, ter verlaging van het NO<sub>x</sub>-gehalte.
50. Wat verstaat men onder Exhaust Gas Recirculation (EGR)?
51. Wat is het effect van EGR op de NO<sub>x</sub>-uitstoot?
52. Hoe noemt men het systeem waarmee, door de hoeveelheid verbrandingslucht te regelen, de NO<sub>x</sub>-vorming wordt beïnvloed?
53. Wat verstaat men onder Selective Catalytic Reduction (SCR)? Leg uit.
54. Hoe hoog kan de reductie van NO<sub>x</sub> in de uitlaatgassen oplopen bij SCR? Zijn er meerdere oplossingen om de NO<sub>x</sub>-uitstoot te verlagen?
55. Wat zijn de nadelen van de SCR-technologie?
56. Wat zijn de mogelijkheden om de SO<sub>x</sub>-uitstoot te beperken?
57. Wat is een scrubber? Wat voegt men toe aan de uitlaatgassen om het zwavelgehalte in de rookgassen te verlagen?
58. Noem enkele scrubbertypes.
59. Wordt de investering in een scrubber altijd terugverdiend? Waarvan is dat afhankelijk?
60. Wat is het nadeel van een open-loopscribber? Wat zijn de gevolgen voor het milieu?
61. Wat zijn de gevolgen voor het milieu bij een closed-loopscribber?
62. Noem vijf belangrijke onderdelen die in elke scribber aanwezig zijn.

63. Waarom wordt een open-loopscribber niet meer toegestaan in bepaalde gebieden?
64. Hoe vindt de controle plaats op de uitstoot van  $\text{NO}_x$  bij gebruik van een scribber?
65. Behalve naar de uitstoot van  $\text{SO}_x$  en  $\text{NO}_x$  wordt er ook gekeken naar de uitstoot van andere schadelijke stoffen, welke zijn dat?
66. Uit welke onderdelen kan een uitlaatgassensysteem van een scheepsdieselmotor zijn opgebouwd?
67. Waarmee moet men rekening houden bij het ontwerpen van een uitlaatgassensysteem?
68. Waarom is de materiaalkeuze voor uitlaatgassenleidingen moeilijker geworden?
69. Wat weet je van de loop van de uitlaatgassen door een uitlaatgassenketel en het te verwarmen medium?
70. Waarmee kunnen uitlaatgassenketels worden gecombineerd? Wat is het nadeel van zo'n combinatie?
71. Wat weet je van geluiddempers in een uitlaatgassensysteem, de plaats in het systeem en de werking van een demper?
72. Wat weet je over geluidsniveaus aan boord? Welk geluidsniveau geeft al direct gehoorschade?

## *Hoofdstuk 32 Procedures, Veiligheid, Marine and Environment*

1. Welke twee soorten onderhoud onderscheiden we?
2. Hoe kan onderhoud worden gepland?
3. Geef een beschrijving van onderhoud op basis van draaiuren.
4. Geef een beschrijving van onderhoud op basis van tijd.
5. Geef een beschrijving van onderhoud op basis van conditie.
6. Wat kan er in een onderhoudsprogramma worden vermeld?
7. Wat is breakdown management?
8. Hoe noemt men het als er iets stuk gaat dat wel in de onderhoudsplanning staat?
9. Waarom moet ongepland onderhoud, dus een storing, zoveel mogelijk worden voorkomen? Noem een voorbeeld.
10. Hoe kunnen storingen worden voorkomen?
11. Waar moet je op letten wanneer storing zoeken of een reparatie toch nodig is?
12. Waar kunnen we bij veiligheid onderscheid tussen maken?
13. Waar denk je aan bij persoonlijke veiligheid?
14. Welke instanties houden zich bezig met de veiligheid van het schip? Noem er minimaal twee.
15. Hoe houdt de overheid toezicht op de veiligheid? Welke instanties kennen we nog meer die zich bezighouden met de veiligheid op zee?
16. Wat is het doel van dit toezicht op de veiligheid?
17. Noem enkele alarmeringen en beveiligingen die aan boord in verschillende uitvoeringen voorkomen.
18. Wat is belangrijk om de veiligheid aan boord in stand te houden?
19. Hoe noemt men het onderzoek dat moet gebeuren, voordat men veilig aan een installatie kan gaan werken?
20. Wat is de volgende stap na het uitvoeren van een Save Job Analysis (SJA)?
21. Welke gegevens heb je nodig om aan boord een werkvergunning op de juiste wijze in te vullen?

22. Noem een aantal werkzaamheden waarvoor een werkvergunning moet worden gemaakt.
23. Wat moet er in een Safe Job Analysis (SJA) staan?
24. Wie moeten er worden geïnformeerd, voordat met de werkzaamheden kan worden begonnen?
25. Welke informatie zijn fabrikanten van smeermiddelen, chemicaliën en verf wettelijk verplicht te geven?
26. Waaruit kan een checklist of controlelijst bestaan?
27. Noem mogelijke voorbeelden van een checklist of controlelijst.
28. Wat wordt onder een besloten ruimte verstaan?
29. Wat zijn de kenmerken van een besloten ruimte?
30. Wat zijn de gevaren in een besloten ruimte?
31. Welke maatregelen moeten er worden genomen bij het werken in een besloten ruimte?
32. Wat is het probleem met het goed ventileren van een besloten ruimte? Wat is een mogelijke oplossing?
33. Waarom mag je nooit zomaar een tank ingaan, ook niet als je iemand ziet liggen?
34. Wat moet er aan technische handelingen worden gedaan voordat een besloten ruimte mag worden betreden?
35. Hoe en door wie moeten de metingen worden uitgevoerd?