

# Antwoorden en uitwerkingen van hfd 3: Warm en Koud

## §1 Fasen en fase-overgangen

1. a) vast, b) gasvormig, c) vast, d) vloeibaar, e) gasvormig, f) vast, g) gasvormig, h) vloeibaar
2. a) het ijzer is vloeibaar, b) de hongiing is vloeibaar, c) de lucht in de ballonnen is gasvormig, d) het zand is vast, e) de lucht die je de banden in pompt is gasvormig, de sneeuw is vast
3. a) verdampen, b) condenseren, c) stollen, d) verdampen, e) verdampen, f) condenseren, g) rijpen
4. A) verdampen, B) condenseren, C) geen faseovergang, de wolk stijgt op naar grotere hoogte, D) geen faseoverang, het water blijft vloeibaar maar vormt wel grotere druppels dan in de wolk zelf, E) geen faseovergang, het watr zijgt de bodem in, F) geen faseovergang het water stroomt ondergronds terug naar het meer of de zee
5. a) vloeibaar, b) gasvormig, c) gasvormig, d) gasvormig, e) vloeibaar
6. a) vloeibaar, b) vast, c) vloeibaar, d) vast, e) vast, f), vast, g) gasvormig
7. a) vaste stof, b) gas, c) vloeibaar
8. a) de linker afbeelding is rijp, de rechter is ijzel, b) het rijp is ontstaan door rijpen van gasvormig water uit de lucht, de ijzel is ontstaan door stollen van vloeibaar water na een regenbui
9. c) vloeibaar water heeft geen vaste vorm (en kan dus vervormd worden) dus kun je er in zwemmen, b) de gassen uit de mest hebben geen vaste vorm en geen vast volume dus kunnen ze zich verspreiden door de lucht, c) hout is in de vaste fase en heeft dus een vaste vorm wat noodzakelijk is om te stapelen (zonder vaste vorm zou de stapel meteen inzakken), d) omdat vloeibaar water geen vaste vorm heeft kun je het door een smalle flesopening gieten.

## §2 Smelt- en kookpunt

1. a) bij 60 °C is water vloeibaar, alcohol vloeibaar, propaan gasvormig, ijzer vast, kwik vloeibaar en helium gasvormig, b) bij 1000 °C is water gasvormig, ijzer vast, aluminium vloeibaar, goud vast, tin vloeibaar en stearinezuur gasvormig, c) bij -200 °C is water vast, propaan vast, kwik vast, zuurstof vloeibaar en helium gasvormig
2. a) lood en ijzer zijn beide vloeibaar tussen 1538 °C en 1749 °C, b) alcohol en water zijn beide vloeibaar tussen 0 °C en 78 °C, c) methaan en propaan zijn beide vloeibaar tussen -182 °C en -162 °C
3. Hier zijn vele antwoorden mogelijk, bijvoorbeeld 1) zuurstof en koper, 2) kwik en aluminium, 3) wolfram en goud.
4. a) ijzer want die heeft het hoogste smeltpunt, b) ijzer heeft ook het hoogste kookpunt (toevallig, het is geen vast gegeven dat stoffen met een hoog smeltpunt ook altijd een hoog kookpunt heeft)
5. a) helium, b) wolfram
6. het kouderecord op aarde is -89 °C, dus nooit vast zonder hulpmiddelen worden: methaan, zuurstof, stikstof en helium
7. het warmterecord op aarde is 56 °C, dus nooit vloeibaar (let op: in het boekje staat gasvormig, dit moet vloeibaar zijn!) zonder hulpmiddelen worden: ijzer, lood, aluminium, koper, goud, wolfram, tin
8. je ziet eerst zuurstof condenseren, dan stikstof condenseren, dan stikstof stollen en ten slotte zuurstof stollen
9. vraag in de les
10. a) kwik is bij regelmatige blootstelling giftig voor mensen (neurotoxisch: het tast je zenuwstelsel aan), b) in siberie kan het kouder worden van -39 °C (smeltpunt van kwik), het kwik in een thermometer zou daar stollen en de thermometer werkt dan niet meer, c) alcohol kookt al boven 78 °C en is dus niet geschikt voor overthermometers.
11. vraag in de les
12. de moleculen van methaan, propaan en buthaan bestaan in die volgorde uit steeds meer atomen en zijn dus groter. Ook hebben ze in deze volgorde steeds hogere smelt- en kookpunten. Het blijkt dat stoffen die uit grotere moleculen bestaan inderdaad doorgaans (behalve enkele uitzonderingen, in het bijzonder water) hogere smelt- en kookpunten hebben.
13. Het water met het zout er in is net zo koud als het ijs er onder. Dit klopt: zout verlaagt het smeltpunt van water.

## §3 Het deeltjesmodel

1. a) tabel:

de moleculen...	vaste stof	vloeistof	gas
trillen op hun plaats	x		
bewegen sneller bij hoge temperatuur	x	x	x
bewegen dicht langs elkaar		x	
bewegen ver van elkaar			x
trekken elkaar nauwelijks aan			x
trekken elkaar aan	x	x	x

2. a) smelten, b) stollen, c) condenseren, d) verdampen
3. a) Een gas kun je samenpersen omdat er bij normale druk nog veel ruimte tussen de moleculen zit. Een vloeistof kan nauwelijks samegeperst worden omdat de moleculen al tegen elkaar aan zitten.  
b) In het ijs zitten de moleculen strak tegen elkaar aan en ze trillen op hun plaats. Door de warmte van de straalkachel gaan ze harder trillen en bij voldoende opwarmin trillen ze van elkaar los. Ze glijden nu langs elkaar heen en het ijs is daarmee vloeibaar water geworden.  
c) Door het verwarmen gaan de moleculen in de ballon harder in het rond stuiten. Ze botsen hierdoor ook harder tegen de ballonwand en duwen dus harder tegen de ballonwand aan van binnenuit. Door deze toegenomen druk zwlt de ballon op tot zijn normale vorm tijdens de vlucht.  
d) Het gasvormig water in de lucht koelt af op het koude glas. De moleculen gaan hierdoor langzamer bewegen en krijgen elkaar te pakken. Hierdoor vormen ze druppeltjes van een aantal moleculen bij elkaar in de vloeibare fase.  
e) In vloeibaar water glijden de moleculen langs elkaar heen en stoten daarbij ook tegen elkaar aan. Sommige moleculen bewegen sneller dan andere. Soms krijgt een snel molecuul toevallig net een harde stoot van een ander molecuul en ontsnapt het aan de vloeistof naar de gasfase. Hierdoor kunnen vloeistoffen toch verdampen ook al is de temperatuur onder het kookpunt.  
f) In de vaste fase zitten de moleculen iets dichter op elkaar dan in de vloeibare fase. Hierdoor nemen ze minder volume in maar de massa is hetzelfde. Hierdoor is de dichtheid van de vaste fase bij de meeste stoffen iets groter dan bij de vloeibare fase.
4. a) juist, b) onjuist, c) onjuist, d) juist, e) onjuist, f) juist, g) juist, h) onjuist, i) juist, j) onjuist, k) onjuist, l) juist
5. a) smelten, b) stollen, c) condenseren, d) verdampen

6. a) In het warme water glijden de moleculen sneller langs elkaar heen dan in het koude water en worden daardoor sneller gehusseld. In het warme water wordt de kleurstof dus sneller meegehusseld en verspreid.
- b) In de band zit lucht in de gasfase onder verhoogde druk. De luchtmoleculen duwen van binnenuit hard tegen de wand van de band. Als je de band probeert in te drukken met je duim moet je tegen deze kracht van binnenuit in duwen.
- c) De scheetgassen worden meegehusseld met de andere moleculen in de lucht in de lift. Aangezien dit in de gasfase gebeurt gaat dat behoorlijk snel en ruikt iedereen de scheet binnen een paar seconden.
- d) Als stoffen in de vaste fase verwarmd zonder over het smeltpunt heen te gaan worden gaat de moleculen sneller trillen op hun plaats en eisen ze daarmee voor zichzelf iets meer ruimte op. Hierdoor zetten stoffen uit als je ze verwarmd. De treinrails willen eigenlijk langer worden, maar kunnen dat niet dus worden ze kromgeduwd zoals op de foto.
7. vraag in de les, 8. Vraag in de les

## §6 Gassen en luchtdruk

1. De overdruk is  $15 \text{ N/cm}^2$  2. De buitendruk is  $10,5 \text{ N/cm}^2$  3. De binnendruk is  $43,3 \text{ N/cm}^2$
5.  $F = p \cdot A = 10 \text{ N/cm}^2 \cdot 20 \text{ cm}^2 = 200 \text{ N}$
6. Drukverschil is  $10,1 \text{ N/cm}^2 - 1,2 \text{ N/cm}^2 = 8,9 \text{ N/cm}^2$ , dus  $F = p \cdot A = 8,9 \text{ N/cm}^2 \cdot 35 \text{ cm}^2 = 311,5 \text{ N}$
- 7a. Drukverschil is  $10,0 \text{ N/cm}^2 - 1,6 \text{ N/cm}^2 = 8,4 \text{ N/cm}^2$ , dus  $F = p \cdot A = 8,4 \text{ N/cm}^2 \cdot 32 = 268,8 \text{ N}$
- 7b. Drukverschil is weer  $8,4 \text{ N/cm}^2$ , en dan  $A = F/p = 200 \text{ N} / 8,4 \text{ N/cm}^2 = 23,8 \text{ cm}^2$
- 7c.  $p = F/A = 200 \text{ N} / 50 \text{ cm}^2 = 4 \text{ N/cm}^2$ . Dit is het drukverschil dus bij een buitendruk van  $10,0 \text{ N/cm}^2$  moet de binnendruk wel  $6,0 \text{ N/cm}^2$  zijn.
- 8a. Op 5 km hoogte,  $p = 50 \text{ kPa} = 5,0 \text{ N/cm}^2$  8b. Op 10 km hoogte,  $p = 27 \text{ kPa} = 2,7 \text{ N/cm}^2$
- 8c. Op 20 km hoogte,  $p = 9 \text{ kPa} = 0,9 \text{ N/cm}^2$
- 9a. Complete meetwaarde,  $p = 1,18 \text{ bar}$  9b.  $p = 11,8 \text{ N/cm}^2$
10. Fietsband, ballon, opblaaskussen, luchtbed, opblaaskrokodil voor in het zwembad.
11. Op grote hoogte is de luchtdruk lager. Voor de zak chips is dit de buitendruk. Als je de chips meeneemt van zeeniveau de bergen ontsnapt er geen lucht uit. De binnendruk blijft dus hetzelfde, maar de buitendruk wordt kleiner. Door de overdruk binnenin de zak wordt de zak naar buiten geduwd en gaat dus bol staan.
- 12a. In de bergen is de buitendruk kleiner, dus ontstaat er een overdruk in je oor. Het trommelvlies gaat dus naar buiten staan.
- 12b. Bij het opstijgen klimt het vliegtuig naar hoger gelegen lucht dus een lagere druk heeft. Het vliegtuig heeft een luchtdichte drukcabine, dus eigenlijk zou je niets moeten merken van die lagere buitendruk. Echter, de druk in het vliegtuig wordt wel iets verlaagd omdat de wand van het vliegtuig dan niet onnodig sterk hoeft te zijn en een groter drukverschil te weerstaan dan nodig is.
- 13a. Deze  $15 \text{ N/cm}^2$  is de overdruk, dus de binnendruk in de band is  $25 \text{ N/cm}^2$
- 13b. De drukmeter geeft alleen de overdruk aan, dus dat is  $36 \text{ N/cm}^2$
- 13c. Een druk van  $10 \text{ N/cm}^2$  komt overeen met 1 bar, dus als de binnendruk  $30 \text{ N/cm}^2$  is dat 3 bar. Het drukverschil is dan 2 bar, dus dat zal de drukmeter aangeven.
- 14a. Drukverschil is  $10,2 \text{ N/cm}^2$ , dus  $F = p \cdot A = 10,2 \text{ N/cm}^2 \cdot 16 \text{ cm}^2 = 163,2 \text{ N}$
- 14b. Drukverschil is weer  $10,2 \text{ N/cm}^2$ , dus  $A = F/p = 25 \text{ N} / 10,2 \text{ N/cm}^2 = 2,45 \text{ cm}^2$  (hele kleine zuignap...)
- 15a. De kracht van binnenuit:  $F = p \cdot A = 18 \text{ N/cm}^2 \cdot 28 \text{ cm}^2 = 504 \text{ N}$
- 15b. De kracht van buitenaf:  $F = p \cdot A = 10 \text{ N/cm}^2 \cdot 28 \text{ cm}^2 = 280 \text{ N}$
16. In de luchtbelletjes heerst een binnendruk van ongeveer  $10 \text{ N/cm}^2$ . Als je de buitendruk t.o.v. het scheerschuim wegpompt ontstaat er een overdruk in de belletjes waardoor ze uitzetten.
17. In een lekke fietsband heerst dezelfde druk als er buiten want er kan nu vrijelijk lucht in en uit stromen. De band is dus niet leeg, maar er is alleen geen overdruk meer.
- 18a. Doordat je de lucht in de fles meer ruimte geeft wordt de druk lager. De druk in de fles is voor de ballonnen de buitendruk die lager wordt. De hoeveelheid lucht in de ballonnetjes verandert niet, maar doordat de buitendruk voor de ballonnetjes kleiner wordt neemt het drukverschil toe: de binnendruk in de ballonnetjes wordt nu groter dan de buitendruk. Hierdoor zwellen de ballonnetjes op.
- 18b. Als de dop er niet op had gezeten zou er vrijelijk lucht de ballonnetjes in en uit kunnen stromen. De ballonnetjes zwellen daardoor nog steeds een beetje op maar wel veel minder dan bij a. Dit is hoe ademhaling werkt.
- 19a. Het drukverschil is  $10,2 \text{ N/cm}^2$  want er is geen binnendruk. Dus:  $F = p \cdot A = 10,2 \cdot 16 \text{ cm}^2 = 163,2 \text{ N}$ .
- 19b. Om 2,5 kg opgetild te houden is een kracht nodig van 25 N (staat in de tekst). Formule omrekenen:  $A = F/p = 25 \text{ N} / 10,2 = 2,45 \text{ cm}^2$  (een erg klein zuignapje).
20. De ballon wordt steeds kleiner, dus de buitendruk neemt toe van links naar rechts. Dit is dus als de kraan wordt opengezet en de lucht de stolp weer in kan lopen nadat deze eerst weggepompt was toen de meest linker foto genomen werd.
- 21a. Als de druk buiten het doosje toeneemt zal de bovenkant van het doosje een beetje naar beneden bewegen. Dit is omdat er geen lucht het doosje in of uit kan, maar de buitendruk neemt toe, dus het drukverschil ook. Door de sterkere buitendruk wordt het doosje een beetje ingedrukt. Via het mechanisme verplaatst de wijzer een beetje.
- 21b. Bij de hoogste buitendruk wordt het doosje maximaal ingedrukt en zal de wijzer omhoog bewegen. Dus de hoogste druk staat op de schaalverdeling bij punt B.
22. Lucht verplaatst zich van een plek met hoge druk naar een plek met lage druk. Van het hogedrukgebied bij Frankrijk zal de lucht verplaatsen naar het lagedrukgebied bij Scandinavië. Vanuit Nederland gezien waait de wind dus vanuit het zuidwesten.
- 23a. De luchtdruk in de klok duwt tegen het wateroppervlak in de klok. Als dit wateroppervlak zou stijgen zou de druk in de klok een beetje toenemen en daardoor harder tegen het water duwen totdat er een evenwicht ontstaat.
- 23b. Er is dus maar een beperkte hoeveelheid lucht en dus zuurstof in de klok. Na verloop van tijd is een groot deel van deze zuurstof door ademhaling omgezet in kooldioxide en moet de klok opgehesen worden om de lucht te verversen.
- 23c. Moderne duikklokken hebben een slang naar een ondersteuningsschip aan het wateroppervlak. Door deze slang wordt continue verse lucht naar de duidekerklok gepompt.