

Samenvatting Systematische Natuurkunde H4 4vwo

! Er zijn formules die niet in de tekst van deze samenvatting zijn verwerkt. Aan het einde van de samenvatting staat een tabel met alle formules van deze paragrafen.

§1 - Optische eigenschappen

Optische eigenschappen: eigenschappen van een stof die te maken hebben met het gedrag van licht (kleur, glans, etc.).

Drie mogelijke gevolgen van licht dat op een oppervlak valt:

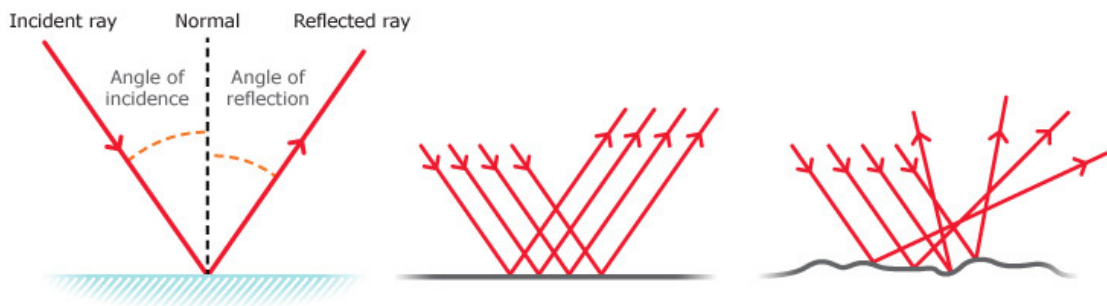
1. **Weerkaatsing:** het licht wordt weerkaatst.
2. **Absorptie:** het licht wordt geabsorbeerd.
3. **Breking:** het licht wordt doorgelaten en gebroken.

1. Weerkaatsing

Glad oppervlak? → alle lichtstralen in een evenwijdige lichtbundel worden in dezelfde richting weerkaatst.

Ruw oppervlak? → alle lichtstralen in een evenwijdige lichtbundel worden in verschillende richtingen weerkaatst → **diffusie**.

De **normaal** is een denkbeeldige lijn loodrecht op het oppervlak. De **hoek van inval i** is de hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal. De **hoek van terugkaatsing r** is de hoek tussen de terugkaatsende lichtstraal en de normaal. Bij elke vorm van terugkaatsing zijn de twee hoeken gelijk aan elkaar.



2. Absorptie

Licht wordt simpelweg minder weerkaatst, bijvoorbeeld bij de zwarte letters in deze samenvatting. Als iets blauw van kleur is, worden alleen de blauwe lichtstralen weerkaatst en de overige kleuren geabsorbeerd.

3. Breking

Hoek van breking (r): de hoek die een gebroken lichtstraal maakt met de normaal, altijd een andere hoek dan de hoek van inval i . Van lucht naar een andere stof → r is kleiner dan i → breking naar de normaal toe.

Hierbij hoort de formule: $n = \frac{\sin i}{\sin r}$.

Hoe groter de **brekingsindex** bij een zelfde hoek van inval, hoe kleiner de hoek van breking.

Zie **Binas tabel 18** voor de brekingsindices van een aantal stoffen (optisch dun → dicht). Voor omrekenen

van optisch dicht naar optisch dun gebruik je de formule $n_{B \rightarrow A} = \frac{1}{n_{A \rightarrow B}}$ om het om te rekenen.

Voorbeeld:

$$n_{\text{perspex}} = 1,49$$

$$n_{\text{perspex} \rightarrow \text{lucht}} = \frac{1}{n_{\text{lucht} \rightarrow \text{perspex}}} = \frac{1}{1,49} = 0,671$$

Optisch dun → optisch dicht: lichtstraal breekt naar de normaal toe.

Optisch dicht → optisch dun: lichtstraal breekt van de normaal af.

Totale terugkaatsing

Grenshoek (g): de hoek van inval die hoort bij een brekingshoek van 90° . Als de hoek van inval groter is dan de grenshoek, treedt totale terugkaatsing op. De grenshoek bereken je met $\sin g = \frac{1}{n}$. Voorbeeld:

Brekingsindex van perspex is 1,49. Invullen in de formule geeft $\sin g = \frac{1}{1,49}$
 $g = 42,2^\circ$

§2 - Temperatuur, warmte en uitzetting

Thermische eigenschappen: eigenschappen van een stof die te maken hebben met de manier waarop de stof omgaat met energie.

Belangrijke eigenschappen verklaard door het molecuulmodel:

- Energie dat zit in de beweging van een molecuul → **kinetische energie**.
- Energie dat zit opgeslagen in een molecuul → **potentiële energie**. Hoe groter de afstand tussen moleculen, des te groter de potentiële energie.
- **Intermoleculaire ruimte:** de ruimte tussen de moleculen.

Potentiële energie + kinetische energie = **inwendige energie**.

De gemiddelde kinetische energie van de moleculen van een stof is een maat voor de **temperatuur** van een stof. Hoe hoger de kinetische energie van de moleculen, des te hoger de temperatuur.

Warmte (Q): de hoeveelheid energie die wordt verplaatst in Joule (J).

Als je informatie wil over de fasen van stoffen, faseovergangen en de temperatuurschaal, zie dan blz. 151-153 van het theorieboek. Omdat dit algemene kennis is, laat ik deze theorie in deze samenvatting buiten beschouwing.

Lineaire uitzettingscoëfficiënt: als de temperatuur van een stof toeneemt, zet deze uit. Bij een lange staaf is de lengtetoeename groter dan bij een korte, en bij een grotere temperatuurstijging is de uitzetting groter. Zie **Binas tabel 8 t/m 10** voor de lineaire uitzettingscoëfficiënten van de meeste stoffen.

Kubieke uitzettingscoëfficiënt: als de temperatuur van een stof toeneemt, zet deze uit. Dit gebeurt in drie richtingen, waardoor het volume van een stof toeneemt. Zie **Binas tabel 11** voor de kubieke uitzettingscoëfficiënten van vloeistoffen. Voor vaste stoffen geldt: $\gamma = 3\alpha$.

§3 - Transport van warmte

Warmtetransport: warmte verplaatst zich van stoffen met een hoge temperatuur naar stoffen met een lage temperatuur, nooit andersom. De kinetische energie van de stof met de hoge temperatuur neemt af en de kinetische energie van de stof met de lage temperatuur neemt toe, totdat de verdeling equilibrium bereikt.

Warmtegeleider: een stof die gemakkelijk warmte geleid.

Isolator: een stof die slecht warmte geleid.

Bij **warmtegeleiding** bewegen de moleculen die verhit worden harder, waardoor ze botsen met de naast-gelegen moleculen. Zo geven ze een deel van hun kinetische energie door. Vaste stoffen die elektriciteit goed geleiden, zijn ook goede warmtegeleiders. In metalen geven de vrije elektronen die zweven tussen de metaalionen de warmte gemakkelijk door. Bij gasen en vloeistoffen is de intermoleculaire ruimte groter, waardoor de moleculen minder snel botsen en slecht warmte geleiden.

Bij **warmtestroming** in een vloeistof bewegen de moleculen die heter worden harder, want ze nemen energie op. Daardoor hebben ze meer ruimte nodig. De dichtheid wordt kleiner, waardoor de warme vloeistof opstijgt en onderweg warmte afgeeft aan de koude vloeistof.

Bij **warmtestraling** is er, in tegenstelling tot warmtegeleiding en warmtestroming, geen **tussenstof** nodig. Wanneer er straling op een voorwerp valt, absorbeert dit voorwerp een deel van de stralingsenergie. Daardoor stijgt de temperatuur van het voorwerp. Donker gekleurde voorwerpen absorberen straling beter dan lichtgekleurde voorwerpen. Letters in een boek absorberen meer licht, dan de rest van de witte pagina, die meer straling weerkaatst. Ook glimmende voorwerpen absorberen minder straling. Ze weerkaatsen warmtestraling zoals een spiegel licht weerkaatst. De zilverkleurige kap bovenop een terrasverwarmer, weerkaatst de warmtestraling die naar boven gaat.

Hoe makkelijker een stof warmte doorgeeft, des te groter de **warmtestroom**. Dit is de hoeveelheid warmte die per seconde door de dwarsdoorsnede van een staaf gaat in Watt (J/s).

Thermische geleidbaarheid (λ): de warmtestroom door een stof met een dwarsdoorsnede van 1 m² en een dikte van 1 m. Zie **Binas tabel 8 t/m 12** voor de warmtegeleidingscoëfficiënten van een aantal stoffen.

§5 - Algemene gaswet

Druk: de kracht per oppervlakte-eenheid.

De luchtdruk op zeeniveau ligt tussen de $0,95 \cdot 10^5$ Pa en $1,05 \cdot 10^5$ Pa. Er wordt daarom nog vaak bar gebruikt. $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ en $1 \text{ mbar (millibar)} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ bar} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \cdot 10^2 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa (hectopascal)}$.

Het verband tussen druk, volume, temperatuur en hoeveelheid gas heet de **algemene gaswet**:

$$\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$$

R is hierbij hetzelfde voor alle gassen en staat vermeld in **Binas tabel 7**.

Ideaal gas: een gas waarbij het volume van de moleculen te verwaarlozen is ten opzichte van het volume van de ruimte waarin het gas zich bevindt. De intermoleculaire ruimte is dan zo groot dat de krachten tussen de moleculen onderling niet merkbaar zijn. Je mag in deze situatie de algemene gaswet toepassen. Elk gas veroorzaakt onder dezelfde omstandigheden eenzelfde druk.

Reëel gas: een gas onder hoge druk dat zich niet meer gedraagt als ideaal gas. Algemene gaswet is n.v.t.

- In een afgesloten ruimte is de druk van een gas overal even groot.
- Hoe hoger de temperatuur van een gas, hoe vaker de deeltjes botsen en des te hoger het volume.

Wanneer je het volume van een ruimte met een bepaalde hoeveelheid gas kleiner maakt, stijgt de druk van het gas. Als de temperatuur en het aantal moleculen niet verandert, dan zijn in de algemene gaswet alleen p en V variabelen: $p \cdot V = \text{constante}$. De druk van een gas is dan omgekeerd evenredig met het volume van een gas.

Wanneer je de temperatuur van een ruimte met een bepaalde hoeveelheid gas verhoogt, stijgt de druk van het gas. Als het volume en het aantal moleculen niet verandert, zijn in de algemene gaswet alleen p en T variabelen: $p = \text{constante} \cdot T$. De druk van een gas is dan recht evenredig met de absolute temperatuur.

Proces: een verandering aan de temperatuur, druk en/of volume van een gas in een afgesloten ruimte.

Kringproces: wanneer na een aantal processen de eindtoestand weer gelijk is aan de begintoestand.

Naam	Formule	Symbolenverklaring
Spiegeling	$i = t$	i = hoek van inval t = hoek van terugkaatsing
Brekingswet (optisch dun naar optisch dicht)	$n = \frac{\sin i}{\sin r}$	$n_{A \rightarrow B}$ = brekingsindex voor de overgang van stof A naar B in graden i_A = de hoek van inval in stof A in graden r_B = de hoek van breking in stof B in graden
Brekingswet (optisch dicht naar optisch dun)	$n_{B \rightarrow A} = \frac{1}{n_{A \rightarrow B}}$, dus: $n_{B \rightarrow A} = \frac{1}{\frac{\sin i}{\sin r}}$	$n_{B \rightarrow A}$ = brekingsindex voor de overgang van stof B naar A in graden $n_{A \rightarrow B}$ = brekingsindex voor de overgang van stof A naar B in graden
Verband tussen de grenshoek en de brekingsindex	$\sin g = \frac{1}{n}$	g = de grenshoek in graden n = de brekingsindex van een stof in graden
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\frac{\Delta \ell}{\ell_0} = \alpha \cdot \Delta T$	$\Delta \ell$ = lengtetoeename staaf in m ℓ_0 = oorspronkelijke lengte staaf in m α = lineaire uitzettingscoëfficiënt in K^{-1} ΔT = temperatuurstijging stof in K
Kubieke uitzettingscoëfficiënt	$\frac{\Delta V}{V_0} = \gamma \cdot \Delta T$ Voor vaste stoffen: $\gamma = 3\alpha$	ΔV = volumetoeename van de stof in m^3 V_0 = oorspronkelijk volume van de stof in m^3 γ = kubieke uitzettingscoëfficiënt in K^{-1} ΔT = temperatuurstijging stof in K
Warmtestroom	$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	P = warmtestroom in W (J/s) ΔQ = hoeveelheid verplaatste warmte in J Δt = verstreken tijd in s
Thermische geleidbaarheid λ (staat in Binas bij warmtestroom)	$P = \lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{d}$	P = warmtestroom in W (J/s) λ = warmtegeleidingscoëfficiënt in $W m^{-1} K^{-1}$ A = oppervlakte van dwarsdoorsnede in m^2 ΔT = temperatuurverschil tussen beide zijden van het materiaal in K d = dikte materiaal in m
Druk	$p = \frac{F}{A}$ ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$)	p = druk in Pa ($N m^{-2}$) F = kracht in N A = oppervlakte in m^2
Algemene gaswet	$\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$	p = druk in Pa V = volume in m^3 T = temperatuur in K n = hoeveelheid gas in mol R = gasconstante in $J mol^{-1} K^{-1}$

Grootheden en eenheden van het SI staan in **Binas tabel 4**. Andere eenheden staan in **Binas tabel 5**.