Reader: Materie

Voorkennis

Deze reader is het vervolg op de readers:

- “Krachten” van de vierde klas: link naar reader [1)]
- “Warmte en energieneutraal wonen” van de derde klas: link naar reader [2)]

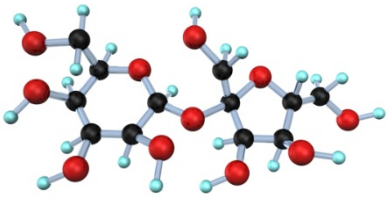
Auteursrechten

Voor een gedetailleerde bronvermelding voor de gebruikte afbeeldingen wordt verwezen naar het colofon.

Inhoud

Voorkennis....1
Materie....3
Opgave: Fase....4
Dichtheid....4
Opgave: Regenpijp....4
Opgave: Bronzen beeld....4
Warmte....5
Stoffen opwarmen of afkoelen....5
Voorwerpen opwarmen of afkoelen....6
Opgaven....6
Opgave: Aquarium....6
Opgave: Warmtecapaciteit....6
Opgave: Mengen....7
Warmtetransport....7
Opgave: Warmtetransport door geleiding, stroming en straling....7
Opgave: Afkoeling van een glas water....7
Opgave: Isolatie....7
Opgave: Steenwol....7
Debiet....8
Opgave: Fles water....8
Energieneutraal wonen....9
Isolatiemogelijkheden voor een huis....9
Warmteverlies....11
Opgave: Temperatuurevenwicht....13
Opgave: Zonnecollector....13
Opgave: Sluipverbruik....14
Colofon....15

Materie

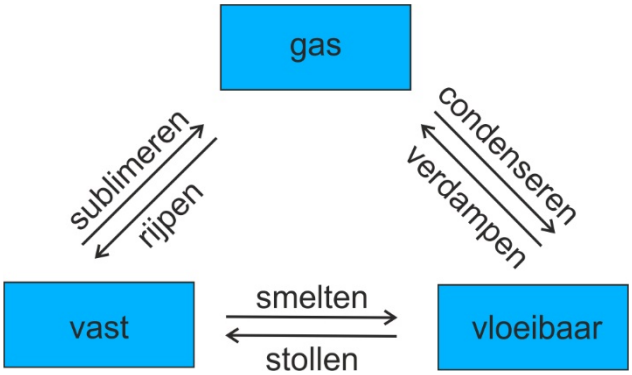


Zoals je bij scheikunde hebt geleerd bestaat materie uit moleculen, atomen en/of ionen. De mate waarin en de manier waarop deze deeltjes krachten op elkaar uitoefenen bepaalt in welke fase de stof verkeerd.
Een eenvoudige theorie is gebaseerd op een aantal uitgangspunten:

- De deeltjes zijn voortdurend in beweging.
- De deeltjes kunnen bindingen met elkaar aangaan.
- De kracht van deze binding is richtingsafhankelijk.
- De kracht van deze binding neemt met toenemende afstand tussen de deeltjes af.

Je hebt in de onderbouw geleerd dat de grootheid temperatuur is gekoppeld aan de gemiddelde snelheid van de moleculen van een stof. Iets preciezer geformuleerd:
De grootheid temperatuur is recht evenredig met de gemiddelde kinetische energie per molecuul.

Kunnen we op basis van dit eenvoudige model de verschillende fasen en faseovergangen verklaren?



Stel je hebt een stof met de laagste mogelijke temperatuur. Dat wil zeggen dat de deeltjes zo goed als stil staan. Volgens bovenstaand model blijven de deeltjes aan elkaar vast zitten met een relatief grote kracht die in bepaalde richtingen werkt. Dat wil zeggen dat de deeltjes een vaste plaats ten opzichte van elkaar innemen. De stof is in deze toestand vast.
Als de temperatuur toeneemt, gaan de deeltjes steeds heftiger op hun plek trillen. Het gevolg daarvan is dat de afstand tussen de deeltjes toeneemt. De kracht waarmee de deeltjes elkaar vasthouden is echter afstandsafhankelijk. Door de toenemende temperatuur zet de stof uit en neemt de kracht tussen de deeltjes af. Bij een bepaalde temperatuur zal de kracht niet meer sterk genoeg zijn om de deeltjes op een *vaste* plek te houden, maar reikt de kracht alleen nog maar uit om de deeltjes bij elkaar te houden. De deeltjes blijven in deze toestand dus wel aan elkaar plakken, maar ze zitten niet meer op een vaste plek. De stof heeft in deze toestand geen vaste vorm meer, maar is vloeibaar geworden. De temperatuur waarbij deze faseovergang plaatsvindt, is het smeltpunt.
Als de temperatuur nog verder stijgt, zal de afstand tussen de deeltjes nog verder toenemen. De kracht tussen de deeltjes wordt kleiner en kleiner. Bij een bepaalde temperatuur zal de kracht zo klein zijn dat deze niet meer in staat is de deeltjes bij elkaar te houden. De deeltjes blijven niet langer aan elkaar plakken en kunnen zich vrij bewegen. De stof heeft in deze toestand geen samenhang meer, maar is gasvormig geworden. De temperatuur waarbij deze faseovergang optreedt, is het kookpunt.
Een en ander wordt geïllustreerd in de applet onder nevenstaande link: link naar applet [1].

Opgave: Fase
Het smeltpunt en het kookpunt van een stof zijn beide stofeigenschappen. De grootheid temperatuur is dus een belangrijke grootheid die van invloed is op de fase van een stof.
a) Noem een andere grootheid die van invloed is op de fase van een stof.
Voor de grootheid temperatuur wordt gebruik gemaakt van verschillende eenheden. De meest voorkomende zijn graden Celsius, Kelvin en graden Fahrenheit. Met name die laatste wordt veel in Amerika gebruikt.
De schaalverdeling van Celsius is gebaseerd op het smeltpunt en het kookpunt van water.
Voor meer informatie zie: link naar site [1].
De schaalverdeling van Fahrenheit is gebaseerd op drie referentiepunten.
Voor meer informatie zie: link naar site [2].
b) **Leg uit** waarom de schaalverdeling van Kelvin in natuurwetenschappelijk opzicht een logischere schaalverdeling is.
Voor meer informatie zie: link naar site [3].
Verdampen vindt plaats bij alle temperaturen, koken echter alleen bij het kookpunt. Bij beide verschijnselen gaat een stof van vloeibare fase over in gasvormige fase.
c) **Leg uit** wat het kenmerkende verschil tussen beide verschijnselen is.

Dichtheid
Naast temperatuur heb je in de onderbouw ook reeds kennis gemaakt met de grootheid dichtheid. Deze grootheid geeft de massa per eenheid van volume.
Er geldt:

$$m = \rho \cdot V$$

Hierin is m de massa in kg, ρ de dichtheid in kg/m^3 en V het volume in m^3.

De belangrijkste formules die je bij natuurkunde kunt tegenkomen om volumes te berekenen zijn:

Volume van een balk: $V = \ell \cdot b \cdot h$

Volume van een bol: $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

Volume van een cilinder: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

Bij deze formules staat V voor volume, ℓ voor lengte, b voor breedte, h voor hoogte en r voor straal.

Opgave: Regenpijp
Een regenpijp is gemaakt van PVC. De buitendiameter bedraagt 80 mm en de binnendiameter bedraagt 75 mm. De lengte van de regenpijp is 8,0 m.
Bereken de massa van de regenpijp.

Opgave: Bronzen beeld
Een bronzen beeldje heeft een massa van 2,5 kg.
Brons is een legering van koper en tin. De dichtheid van koper is $8{,}96 \cdot 10^3$ kg/m^3 en die van tin is $7{,}31 \cdot 10^3$ kg/m^3. Er is 250 g tin verwerkt aan het beeldje.
Bereken de dichtheid van het brons waar het beeldje van gemaakt is.

Warmte

Stoffen opwarmen of afkoelen

De grootheid temperatuur is recht evenredig met de gemiddelde kinetische energie per molecuul. Als er op de een of andere manier kinetische energie wordt toegevoerd aan de moleculen, of de moleculen op de een of andere manier kinetische energie kwijtraken, dan zal dit gevolgen hebben voor de temperatuur van de stof.
Er zijn twee manieren waarop een stof kinetische energie kan afstaan of opnemen, namelijk door geleiding of straling. Als een stof wordt verhit door geleiding maakt de stof contact met een stof die een hogere temperatuur heeft. Doordat de “hetere” moleculen botsen met de “koudere” moleculen zullen de “hetere” moleculen een deel van hun kinetische energie afstaan aan de “koudere” moleculen. Dit overdragen van kinetische energie zal doorgaan totdat zich een evenwicht heeft ingesteld en alle moleculen dezelfde gemiddelde kinetische energie hebben. Het omgekeerde gebeurt in geval van afkoeling.
Als een stof wordt verhit door straling zullen de moleculen de energie van de straling opnemen waardoor de gemiddelde kinetische energie van de moleculen stijgt. Het omgekeerde kan ook. Moleculen kunnen straling uitzenden. De straling neemt dan een deel van de energie van de moleculen mee en daarmee neemt de gemiddelde kinetische energie van de moleculen af.

Hoeveel energie is nodig om $1\ kg$ van een bepaalde stof $1\ °C$ in temperatuur te doen stijgen?

Deze hoeveelheid energie is voor elke stof anders. Met andere woorden dit is een stofeigenschap. Deze stofeigenschap wordt de soortelijke warmte genoemd, wordt aangeduid met een kleine letter c en wordt uitgedrukt in $J/(kg{\cdot}°C)$.
De hoeveelheid energie die aan een stof moet worden toegevoerd, of aan een stof moet worden onttrokken, om diens temperatuur te veranderen wordt veelal niet aangeduid met E maar met Q. De Q staat dan voor de grootheid warmte.
In het algemeen geldt:

$$Q = m{\cdot}\Delta T{\cdot}c$$

Hierin is:
- Q de hoeveelheid warmte in J;
- m de massa in kg;
- ΔT de temperatuursverandering in $°C$;
- c de soortelijke warmte in $J/(kg{\cdot}°C)$.

Voorwerpen opwarmen of afkoelen
Als een voorwerp uit meerdere stoffen bestaat is het niet altijd handig om te moeten berekenen hoeveel energie er nodig is om het voorwerp $1\ °C$ in temperatuur te doen stijgen. Om die reden wordt deze hoeveelheid energie vaak experimenteel bepaald. De hoeveelheid energie die nodig is om een voorwerp $1\ °C$ in temperatuur te doen stijgen wordt de warmtecapaciteit van dat voorwerp genoemd, wordt aangeduid met een hoofdletter C en wordt uitgedrukt in $J/°C$.
In het algemeen geldt dan:

$$Q = \Delta T \cdot C$$

Hierin is
- Q de hoeveelheid warmte in J;
- ΔT de temperatuursverandering in $°C$;
- C de warmtecapaciteit in $J/\ °C$.

Opgaven
Het onderwerp Warmte kun je beschouwen als een uitbreiding van het onderwerp Energie zoals je dat in de vierde klas hebt gehad.
Nagenoeg alle sommen kun je systematisch aanpakken door na te gaan welke stoffen of voorwerpen opwarmen (dus energie nodig hebben) en welke voorwerpen of stoffen energie afgeven. In het geval dat er geen energie weglekt naar de omgeving geldt dat de hoeveelheid opgenomen energie precies gelijk aan de hoeveelheid afgegeven energie.
In formulevorm: $Q_{opwarmen} = Q_{toevoer}$
Dit komt op hetzelfde neer als de wet van behoud van energie $E_{voor} = E_{na}$.

Opgave: Aquarium
Het vermogen van een verwarmingselement voor een $200\ L$ aquarium bedraagt $200\ W$.
Voordat de verwarming wordt aangezet is de temperatuur van het water gelijk aan de temperatuur van de omgeving namelijk $20{,}0\ °C$.
Bereken hoe lang het verwarmingselement erover doet om $200\ L$ water van $20{,}0\ °C$ te verwarmen naar $25{,}0\ °C$.
Ga ervan uit dat warmteverlies naar de omgeving verwaarloosbaar is.

Opgave: Warmtecapaciteit
Gijs gaat de warmtecapaciteit van een joulemeter bepalen.
In de joulemeter zit $250\ g$ water met een temperatuur van $18{,}5\ °C$. Hij verwarmt een blokje koper met een massa van $120\ g$ tot een temperatuur van $100\ °C$ en stopt het onmiddellijk daarna in de joulemeter met water.
Na enige tijd wachten en roeren blijkt het geheel een temperatuur te krijgen van $21{,}5\ °C$.
Bereken de warmtecapaciteit van de joulemeter.

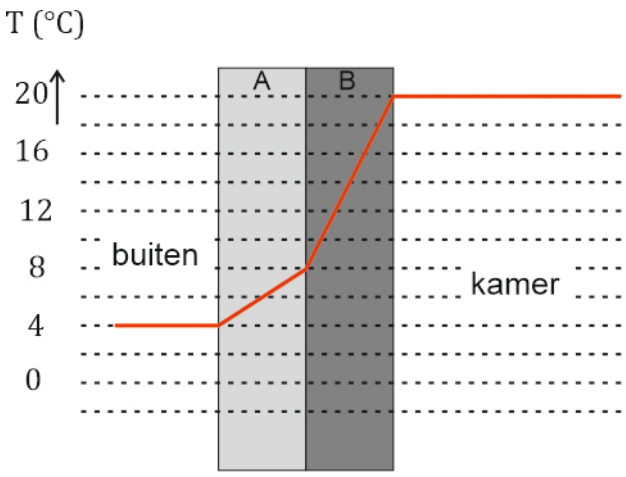
Opgave: Mengen
Piet heeft $2{,}0\ \mathrm{L}$ water met een temperatuur van $100\ °\mathrm{C}$ en $1{,}0\ \mathrm{L}$ alcohol met een temperatuur van $50\ °\mathrm{C}$.
Piet mengt beide vloeistoffen.
Bereken de eindtemperatuur van het mengsel. Neem daarbij aan dat er geen warmte-uitwisseling met de omgeving optreedt.

Warmtetransport
Uit het voorgaande blijkt dat als een stof een bepaalde temperatuur heeft er dus een bepaalde hoeveelheid warmte in die stof aanwezig is in de vorm van kinetische energie van de moleculen. Er zijn drie vormen van warmtetransport namelijk, warmtetransport door geleiding, stroming en straling. Op basis van het voorgaande zou je al moeten kunnen beredeneren hoe warmtetransport door geleiding en straling op atomair niveau in zijn werk gaat.

Opgave: Warmtetransport door geleiding, stroming en straling
Leg, zo gedetailleerd mogelijk, **uit** hoe elk van deze vormen van warmtetransport werkt.

Opgave: Afkoeling van een glas water
Leg, zo gedetailleerd mogelijk, **uit** waarom en hoe een glas met heet water uiteindelijk afkoelt tot kamertemperatuur.

Opgave: Isolatie
In nevenstaande afbeelding is de doorsnede van een wand van een kamer getekend, met daarin de temperatuur als functie van de plaats.
Binnen is het $20\ °\mathrm{C}$, buiten is het $4\ °\mathrm{C}$.
Deze temperaturen blijven zo lange tijd bestaan.
De wand bestaat uit 2 even dikke delen, echter van verschillende materialen.
Leg uit welk van de twee materialen het beste geleidt.



Opgave: Steenwol
Steenwol wordt gebruikt voor warmte-isolatie van woningen. Warmte-isolatie beperkt de energievraag voor woningverwarming. Voor de productie van steenwol is energie nodig: $33\ \mathrm{MJ/kg}$. Het brandstofverbruik voor verwarming van een kleine, niet-geïsoleerde woning is $1600\ \mathrm{m^3}$ aardgas per jaar. De woning wordt geïsoleerd met $50\ \mathrm{kg}$ steenwol. Dat levert een brandstofbesparing op van 25%.
Bereken na hoeveel tijd de energiebesparing door deze steenwol even groot is als de energiekosten van deze maatregel.

Debiet
Om warmte te transporteren door middel van stroming gaat een vloeistof of een gas, door een buis. Als je weet hoeveel liter van een stof per seconde door een buis moet kunnen worden getransporteerd om je doel te bereiken, is de volgende vraag natuurlijk hoe dik zo'n buis moet zijn om dat voor elkaar te krijgen. Er is een eenvoudig verband tussen de hoeveelheid die per seconde een punt in een buis passeert en de doorsnede van die buis.
Het volume van een vloeistof of gas dat per seconde een punt in een buis passeert wordt debiet genoemd. Het debiet wordt aangeduid met een hoofdletter Q.
Let op! Dat is ook een Q, maar deze Q wordt uitgedrukt in m^3/s of in L/s.
Met doorsnede van de buis wordt in dit geval de oppervlakte van de dwarsdoorsnede bedoeld. Deze wordt dus weergegeven met een hoofdletter A en uitgedrukt in m^2.
Dat geeft dan uiteindelijk onderstaande formule voor de grootheid debiet.

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A \cdot v$$

Hierin is
- Q het debiet in m^3/s;
- ΔV het volume dat een dwarsdoorsnede passeert in m^3;
- Δt de tijd waarin ΔV de dwarsdoorsnede passeert in s;
- A de oppervlakte van de dwarsdoorsnede in m^2;
- v de snelheid waarmee de vloeistof of het gas door de buis stroomt in m/s.

Deze formule is natuurlijk niet alleen geldig voor het transport van warmte, maar is algemeen toepasbaar als het om stroming van vloeistoffen en gassen door buizen gaat.

Opgave: Fles water
Bij een luchthaven vult Mark zijn thermosfles met gekoeld water. De tapopening heeft een binnendiameter van $1{,}6\ cm$. Het water stroomt met een snelheid van $1{,}5\ m/s$ door de opening.
Bereken hoe lang het duurt om de thermosfles met een inhoud van $750\ cL$ voor 80% te vullen.

Energieneutraal wonen

Zoals je weet zijn er drie vormen van warmtetransport. Al deze vormen van warmtetransport moeten bij een huis zoveel moeilijk worden beperkt om te komen tot een energieneutraal huis, want elke joule warmte-energie die ontsnapt moet door een verwarmingssysteem weer worden aangeleverd.

Isolatiemogelijkheden voor een huis.
In een huis zijn er diverse plekken waar warmte kan ontsnappen.

Wanden:
Deze zijn te isoleren door het aanbrengen van isolatiemateriaal in de spouw. De spouw is een 5 à 7 cm brede ruimte tussen de binnenmuur en de buitenmuur van een huis. Dit kan reeds bij de bouw van een huis gebeuren, maar ook achteraf. Als de isolatie achteraf wordt aangebracht wordt deze meestal ingesloten in de vorm van kleine bolletjes of schuim.

isolatie reeds tijdens de bouw aanbrengen

isolatie achteraf in de spouw spuiten

Ramen:
Enkel glas kom je tegenwoordig steeds minder tegen, want via enkel glas ontsnapt warmte-energie heel gemakkelijk. Een manier om het warmteverlies via ramen te voorkomen is deze niet meer zo groot te maken als in de jaren 70 van de vorige eeuw en door enkel of zelfs triple glas te gebruiken. Het gaat daarbij met name om de gaslaag die zich tussen de glasplaten bevind. Stilstaand gas kan namelijk geen warmte transporteren door stroming of geleiding.

dubbelglas

tripleglas

Dak:
Warme lucht stijgt op. Als het dak dus niet goed geïsoleerd is, kan hier veel warmte-energie ontsnappen. Geïsoleerde daken zijn dan ook voorzien van een dikke laag isolerend materiaal.

compleet nieuw geïsoleerd dak

achteraf isoleren door aanbrengen van isolatie

Geïsoleerde daken zijn niet alleen voorzien van een dikke isolatielaag, maar de aansluiting tussen de muren en het dak moet luchtdicht zijn. Dit laatste wordt vaak bereikt door alle kiertjes dicht te spuiten met schuim.

alle kieren afdichten

Vloer:
Het laatste grote oppervlak waar warmte-energie kan ontsnappen is de vloer op de onderste verdieping. Om deze route voor warmteverlies te beperken zijn er allerlei vormen van isolatie beschikbaar. In nevenstaande afbeelding staat een tweetal mogelijkheden weergegeven.

een dikke laag isolatiekorrels in de kruipruimte storten | glaswol of schuim tegen de onderkant van de vloer

Naast het beperken van warmteverlies is het natuurlijk ook van belang het energieverbruik in het dagelijkse leven zoveel mogelijk te beperken daar waar dat kan.
Zo kun je zuinigere apparatuur aanschaffen. Die modernere apparatuur bespaart vaak niet alleen elektrische energie, maar ook bijvoorbeeld water en gas.
Daarnaast kun je je leefgewoonte aanpassen door bijvoorbeeld:

- de thermostaat een graadje lager te zetten;
- alleen naar hogere temperaturen te stoken als er iemand thuis is;
- net iets minder lang onder een warme douche staan;
- ietsje minder warm te douchen.

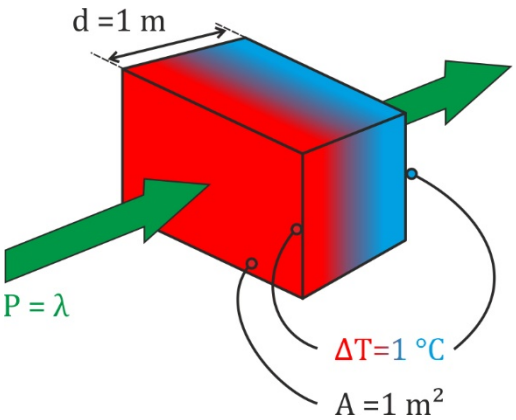
Als dan, door allerlei maatregelen, het energieverbruik tot een minimum is gereduceerd, zou je dat laatste beetje energie dat een huis dan nog verbruikt zelf moeten opwekken. De bekendste optie om dit te doen is natuurlijk zonnepanelen.
Het streven is om alle huizen, maar zeker de nieuwe, energieneutraal te maken. Dat betekent dat een huis gemiddeld over een jaar net zoveel energie produceert als dat het nodig heeft.
Een andere mogelijkheid om energie te besparen is het installeren van een warmtepomp. Zie nevenstaande afbeelding.

Een warmtepomp haalt de benodigde warmte om een huis te verwarmen uit de buitenlucht, de bodem of grondwater. Uiteindelijk wordt de warmte afgegeven aan je woning via vloerverwarming of radiatoren.
Warmtepompen die hun energie aan de buitenlucht onttrekken functioneren in het algemeen goed zolang de buitentemperatuur minstens 7 °C bedraagt. Dat is dan ook het grote nadeel van deze systemen; hoe lager de buitentemperatuur, hoe slechter het rendement van warmtepompen.
Warmtepompen gebruiken een circulatiesysteem met een compressor en verbruiken dus elektrische energie. Het geheel kost uiteindelijk echter minder elektrische energie dan dat het gekost zou hebben aan chemische energie door het verbranden van aardgas. Netto wordt er dus energie bespaard ……. zolang de buitentemperatuur niet te laag wordt.

Warmteverlies

Vaak is het van belang om warmtetransport zo veel mogelijk te beperken. Denk bijvoorbeeld aan de isolatie van huizen. Hoe goed een bepaalde stof warmte geleidt is een stofeigenschap. Deze stofeigenschap wordt weergegeven door de warmtegeleidingscoëfficiënt λ.

Om een stofeigenschap te definiëren moet je de verschillende stoffen eerlijk vergelijken. Je kunt geen dikke wand met een dunne wand vergelijken of een grote wand met een kleine als je wilt weten hoe goed één specifieke stof warmte geleidt. De warmtegeleidingscoëfficiënt λ voor een bepaalde stof is dan ook gedefinieerd als het vermogen dat door een wand van die stof gaat als die wand een oppervlakte van $1\ \mathrm{m}^2$ en een dikte van $1\ \mathrm{m}$ heeft en over die wand een temperatuurverschil van $1\ °\mathrm{C}$ staat. Zie nevenstaande afbeelding.



In het algemeen wordt het warmtetransport P door een wand van een stof met warmtegeleidingscoëfficiënt λ, dikte d en oppervlakte A waarover een temperatuurverschil $\Delta\mathrm{T}$ staat dan gegeven door onderstaande formule.

$$\mathrm{P} = \mathrm{A} \cdot \frac{\Delta\mathrm{T}}{\mathrm{d}} \cdot \lambda$$

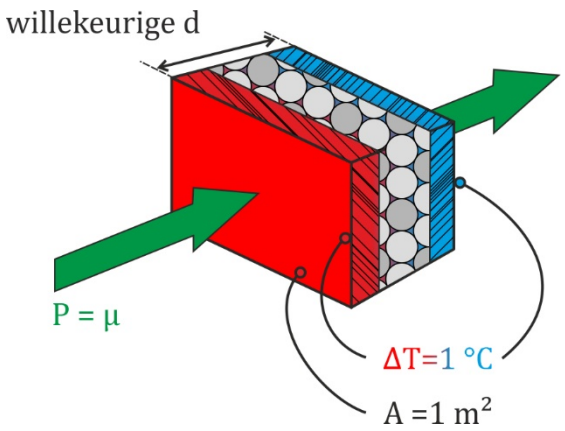
Hierin is:

- P het warmtetransport in W;
- λ de warmtegeleidingscoëfficiënt in $\mathrm{W/(m \cdot °C)}$;
- A de oppervlakte van de laag in m^2;
- d de dikte van de laag in m;
- $\Delta\mathrm{T}$ het temperatuurverschil tussen beide kanten van de laag in $°\mathrm{C}$.

In de onderbouw heb je reeds geleerd dat het warmteverlies rechtevenredig is met het temperatuurverschil met de omgeving. Dit is in bovenstaande formule duidelijk het geval.

Overigens wordt het warmtetransport P ook aangeduid als warmtestroom en wordt de warmtegeleidingscoëfficiënt λ ook aangeduid als thermische geleidbaarheid.

Vaak is het niet handig om gebruik te maken van de warmtegeleidingscoëfficiënt λ als het om een wand gaat die uit meerdere materialen/lagen bestaat. Denk bijvoorbeeld aan een wand van een huis, een raam of een wand van een diepvries. Dergelijke wanden bestaan vaak uit meerdere lagen van verschillende materialen. Om die reden is er een tweede grootheid namelijk de warmtedoorgangscoëfficiënt μ. Deze grootheid wordt experimenteel bepaald en geeft het vermogen aan warmte dat door $1\ m^2$ van die wand gaat als er een temperatuur-verschil van $1\ °C$ over die wand staat. Zie nevenstaande afbeelding. Deze grootheid is dus geen stofeigenschap maar een eigenschap van dat bepaalde type wand. In het algemeen wordt het warmtetransport P door een wand met warmtedoorgangscoëfficiënt μ en oppervlakte A waarover een temperatuurverschil ΔT staat dan gegeven door onderstaande formule.



$$P = A \cdot \Delta T \cdot \mu$$

Hierin is:

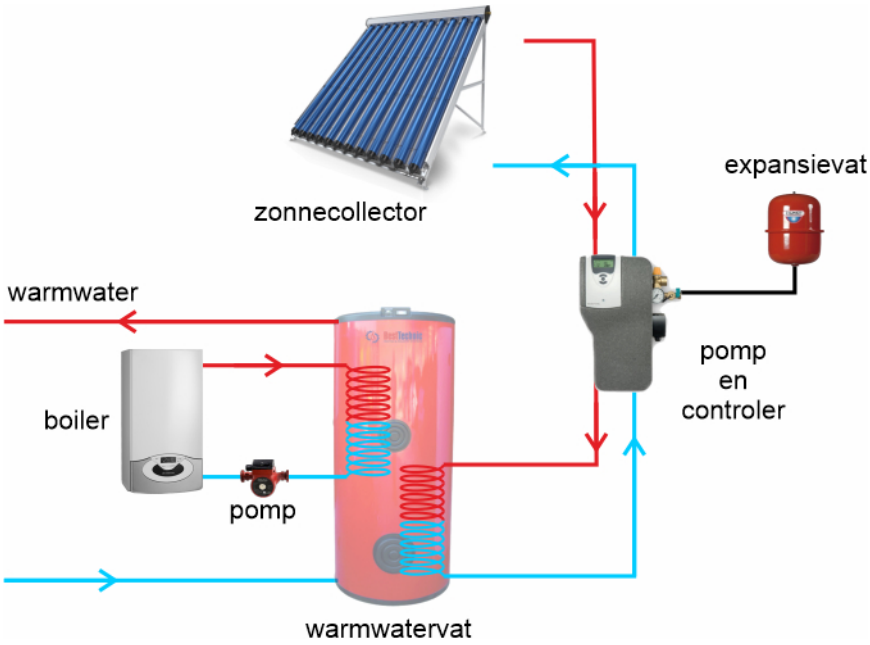
- P het warmtetransport in W;
- μ de warmtedoorgangscoëfficiënt in $W/(m^2 \cdot °C)$;
- A de oppervlakte van de wand in m^2;
- ΔT het temperatuurverschil tussen beide zijden van de wand in $°C$.

De relatie tussen de grootheden warmtegeleidingscoëfficiënt λ en warmtedoorlatingscoëfficiënt μ is vergelijkbaar met de relatie tussen de grootheden soortelijke warmte c en warmtecapaciteit C. λ en c zijn stofeigenschappen en μ en C zijn eigenschappen van voorwerpen en dus geen stofeigenschappen.

In de alledaagse praktijk zijn er echter nog een paar gerelateerde grootheden die in de bouwwereld worden gebruikt om de isolatiewaarde van ramen en wanden weer te geven. Denk daarbij aan U-waarde, K-waarde, R-waarde om er een paar te noemen. Als je meer wilt weten over deze grootheden en wat isolatie zo al niet kost kijk dan eens naar de informatie onder onderstaande links:
link naar site 1 [1)]
link naar site 2 [2)]

Opgave: Temperatuurevenwicht
Het is winter. In mijn werkkamer is het $15\ ^\circ\mathrm{C}$ en ik zet een elektrische kachel aan. Die blijft aan staan. Geen thermostaat dus.
Het blijkt dat de temperatuur langzaam naar een maximale waarde gaat.
Schets een grafiek van de temperatuur als functie van de tijd en verklaar de vorm van de grafiek.

Opgave: Zonnecollector
Een alternatief voor een fotovoltaïsch zonnepaneel is een zonnecollector. Een zonnecollector verwarmt het water in een boilervat met hulp van opgevangen zonne-energie.
In de zonnecollector zit een vloeistof die zoveel mogelijk van de zonne-energie die op het paneel valt absorbeert en zo warm wordt. Deze warmte-energie wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan het water in het boilervat. Zie nevenstaande afbeelding.



a) Leg uit hoe de warmtewisselaar in het boilervat werkt.
In het boilervat bevindt zich $120\ \mathrm{L}$ water.
b) Bereken hoeveel warmte-energie de warmtewisselaar aan dit water af moet geven om de temperatuur van dit water $60\ \mathrm{K}$ te doen stijgen.
Het totale rendement waarmee de zonne-energie wordt omgezet in warm water in het boilervat bedraagt 30%. Er ligt bij dit systeem $4{,}8\ \mathrm{m}^2$ aan zonnecollectoren op het dak.
Er valt op een zonnige dag gemiddeld $750\ \mathrm{W/m^2}$ aan zonne-energie op de collectoren.
c) Bereken hoe lang het minimaal duurt om de temperatuur van het water in het boilervat met $60\ \mathrm{K}$ te doen stijgen.
d) Leg uit waarom de temperatuur van het water in het boilervat steeds langzamer stijgt, ondanks dat de energietoevoer vanuit de warmtewisselaar niet afneemt.
De $120\ \mathrm{L}$ warm water in het boilervat staat ter beschikking om bijvoorbeeld te douchen.
e) Bereken hoeveel kubieke meter aardgas wordt bespaart als $120\ \mathrm{L}$ douchewater met de zonnecollector wordt verwarmt in plaats van met aardgas.

Opgave: Sluipverbruik

In huis staan diverse apparaten die voortdurend in de stand-by staan.
Bij meneer de Jager staan onder andere:

- 1 tv met een sluipverbruik van $0{,}3\ \mathrm{W}$
- 1 versterker met een sluipverbruik van $110\ \mathrm{mW}$
- 1 vaste telefoon $0{,}6\ \mathrm{W}$

a) Bereken het energieverbruik ten gevolge van sluipverbruik als deze apparaten een heel jaar lang alleen maar in de stand-by staan.

Volgens MilieuCentraal ligt het sluipverbruik van een gemiddeld Nederlands huishouden bij $450\ \mathrm{kWh}$ per jaar. Nederland telt zo'n 8 miljoen huishoudens.
Bij het verbranden van één kubieke meter aardgas komt ongeveer $1{,}8\ \mathrm{kg}\ CO_2$ vrij.

b) Bereken hoeveel ton CO_2 een conventionele aardgas gestookte energiecentrale produceert om het sluipverbruik van Nederland te dekken.

Colofon

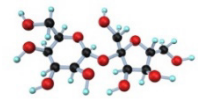
Deze reader is onderdeel van het lesmateriaal dat is ontwikkeld voor het vak natuurkunde bij het Roercollege Schöndeln in Roermond. Dit bestand is onderdeel van een complete lesmethode die het gehele curriculum voor het vak natuurkunde van HAVO 4 t/m HAVO 5 dekt.
De gehele lesmethode is te vinden op de site https://www.rwi-natuurkunde.nl.

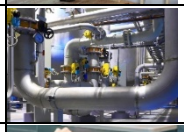
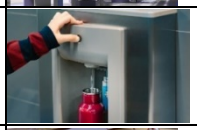
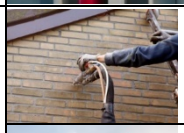
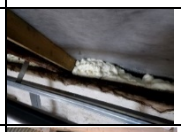
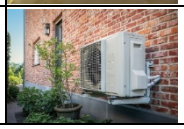
De afbeeldingen die in dit lesmateriaal zijn gebruikt zijn in ruwweg vier groepen te verdelen:

- Afbeeldingen die zelf zijn gemaakt. Deze zijn niet gemarkeerd.
- Afbeeldingen afkomstig uit het publieke domein (creative commons CC0). Hieronder vallen de afbeeldingen van onder andere Pixabay, Pexels, Unsplash en HiClipart. Deze zijn niet gemarkeerd.
- Afbeeldingen die zijn ingekocht bij onder andere iStock, ShutterStock, DepositPhotos en Dreamstime. Deze zijn niet gemarkeerd.
- Afbeeldingen afkomstig uit het publieke domein, maar die onder de creative commons licentie (CC BY) vallen. Deze afbeeldingen zijn gemarkeerd met "©" .

In onderstaande lijst is herkomst en de auteursrechthebbende voor de diverse afbeeldingen weergegeven voor zover die bij mij bekend zijn. Mocht iemand van mening zijn dat er een afbeelding tussen zit waar auteursrecht op zit dan kan dat gemeld worden bij somlrw02@soml.nl.
Afbeeldingen die niet in onderstaande lijst zijn opgenomen zijn geheel zelf gemaakt.

Reader:

Blz.	Afbeelding	Herkomst / auteursrecht
1		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: Depositphotos_74497889_XL
		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: Depositphotos_139879164_L
		iStock https://www.istockphoto.com id-nummer: iStock-1062982620
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		Dreamstime https://nl.dreamstime.com/ id-nummer: dreamstime_238478112
2		Dreamstime https://nl.dreamstime.com/ id-nummer: dreamstime_m_11934451
6		HiClipart https://www.hiclipart.com

7		Shutterstock https://www.shutterstock.com id-nummer: shutterstock_1124842088
8		iStock https://www.istockphoto.com id-nummer: iStock-485854639
8		iStock https://www.istockphoto.com id-nummer: iStock-1400541906
9		Dreamstime https://nl.dreamstime.com/ id-nummer: dreamstime_238478112
		Dreamstime https://nl.dreamstime.com/ id-nummer: dreamstime_l_90744988
9		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
9		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: Depositphotos_186242144_L
		Flickr https://www.flickr.com Image credit: Martin Pettitt CC BY 2.0
9		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: dreamstime_l_294871222
10		https://www.wat-kost-het.nl Productfoto
		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: dreamstime_l_186909568
10		iStock https://www.istockphoto.com id-nummer: iStock-1409343543

13		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		https://techniq-energycom.webshopapp.com Productfoto

Colofon voor ondersteunende bestanden

Antwoordbestanden:

Bestand	Afbeelding	Herkomst / auteursrecht
A1a		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		https://techniq-energycom.webshopapp.com Productfoto

Studiehulp:

Blz.	Afbeelding	Herkomst / auteursrecht
1		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: Depositphotos_51364621_L
3		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: Depositphotos_62068743_L
4		DepositPhotos https://depositphotos.com id-nummer: Depositphotos_6399311_L