

Learning Activity Introduction

Amase Educational Card



Wereld op Nano-schaal

Korte inhoud

Het STEM-project 'Wereld op Nanoschaal'... we bekijken de effecten van de nanowereld op de natuur en gaan deze verklaren aan de hand van te kennen theorie.

UN's Sustainable goals: 4 (quality education) en 9 (industry, innovation and infrastructure)

Kernwoorden

Nanotechnologie, machten, krachten, licht, structuren en materialen.



Doelgroep

Leeftijd: 12-15jaar
Studierichting: STEM-wetenschappen



Centrale Verwonderingsvraag

Hoe kunnen interacties in het kleine de wonderlijke waarnemingen in het grote verklaren?



Samenvatting



In deze lessenreeks nemen we je mee doorheen de wondere wereld van de nanoschaal. Deze kunnen we helaas niet bekijken met het blote oog, maar we kunnen er wel de effecten van zien. We gaan in deze lessenreeks verschillende effecten van de nanowereld bekijken en verklaren.

Welke interacties in het kleine zorgen voor wonderlijke waarnemingen in het grote?



Table of Learning Activities

Hoe groot is een nanodeeltje?

- Set the Scene: film fragment 'powers of ten'
- Voorstelling van de powers of ten
- Hoe rekenen met machten van tien?
- Verzamelen van verwonderingsvragen door 'ask nature'
- Korte voorstelling van de verwonderingsvragen
- Schakeling naar eerste verwonderingsvraag

Hoe kan een gekko op muren kan lopen?

- Set the scene : Nano in de natuur
- Exploring
 - Krachten
 - Atomen en moleculen
 - Hoekenwerk : miniproefjes
 - De pootjes van een gekko
- Get to work
 - Proeven: tandenborstels, telefoonboeken, nanotape
- Samenvatting

Hoe kan de structuur van een vlindervleugel spelen met licht?

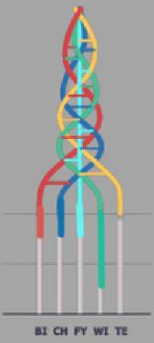
- Set the scene :
- Exploring
 - Licht en kleuren
 - Licht als een golf
 - Kleuren zonder kleurstof
 - Technische toepassingen

Magnetic fluids

- Get to work
 - Proef magnetic fluids



UCLL
HOGESCHOOL



Hoe groot is een nanodeeltje?



Set the Scene:

Film fragment
'powers of ten'

<https://www.youtube.com/watch?v=OfKBhvDjuy0>

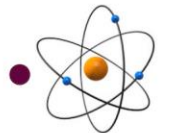


Voorstelling van de powers of ten



$10^0 = 1$	$10^{-1} = 0.1$
$10^1 = 10$	$10^{-2} = 0.01$
$10^2 = 100$	$10^{-3} = 0.001$
$10^3 = 1000$	$10^{-4} = 0.0001$
$10^4 = 10000$	$10^{-5} = 0.00001$
$10^5 = 100000$	$10^{-6} = 0.000001$
$10^6 = 1000000$	$10^{-7} = 0.0000001$
$10^7 = 10000000$	$10^{-8} = 0.00000001$
$10^8 = 100000000$	$10^{-9} = 0.000000001$
$10^9 = 1000000000$	$10^{-10} = 0.0000000001$
$10^{10} = 10000000000$	

shutterstock



Een haar is een van de kleinste dingen die je kan zien.
Deze is enkele micrometers dik.

Hoe rekenen met machten van tien

$10^2 = 100 \rightarrow 1,000$ (2 laat komma 2 plaatsen naar rechts verschuiven 100,0)

$10^3 = 1000 \rightarrow 1,000$ (3 laat komma 3 plaatsen naar rechts verschuiven 1000,0)

$10^{-2} = 0,01 \rightarrow 1,000$ ($^{-2}$ laat de komma 2 plaatsen naar links verschuiven 0,01)

$10^{-3} = 0,001 \rightarrow 1,000$ ($^{-3}$ laat de komma 3 plaatsen naar links verschuiven 0,001)

Hoe groot is een nanodeeltje?

Even oefenen

Oefening 1: geef de juiste naam of macht van 10

$$10 = 10^1 = 10$$

$$10 \times 10 = 10^2 = \dots 100 \dots$$

$$10 \times 10 \times 10 = 10^3 = \dots 1000 \dots \text{ of duizend}$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4 = \dots 10000 \dots$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^5 = \dots 100000 \dots$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^6 = \dots 1000000 \dots \text{ Of één miljoen}$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^7 = \dots 10000000 \dots$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^8 = \dots 100000000 \dots$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^9 = \dots 1000000000 \dots \text{ Of één miljard}$$

Oefening 2: geef de juiste omzetting naar de SI-eenheid, gebruik de tabel

$$58,7 \text{ km} = 58,7 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$1,489 \text{ mg} = 1,489 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$3,8 \text{ nm} = 3,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$145 \cdot 10^2 \text{ Gm} = 145 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ms} = 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$10,6 \cdot 10^{20} \text{ }\mu\text{m} = 10,6 \cdot 10^{14} \text{ m}$$



$$6,7 \cdot 10^{-3} \text{ dag} = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$18 \cdot 10^2 \text{ pW} = 18 \cdot 10^{-10} \text{ W}$$

$$0,31 \cdot 10^{19} \text{ ms} = 0,31 \cdot 10^{16} \text{ s}$$

Voorvoegsel	Naam	10^n
Y	yotta	10^{24}
Z	zetta	10^{21}
E	exa	10^{18}
P	peta	10^{15}
T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
h	hecto	10^2
da	deca	10^1
	<i>basis</i>	
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}
z	zepto	10^{-21}
y	yocto	10^{-24}

Hoe groot is een nanodeeltje?

 **?** Verzamelen van verwonderingsvragen door 'ask nature'



Regieaanwijzing

De leerlingen krijgen 30 minuten de tijd om op de website 'Ask Nature' te zoeken naar een onderwerp dat betrekking heeft tot nanotechnologie.

Over dit onderwerp maken ze een korte Powerpoint presentatie waarin ze uitleggen wat het onderwerp is, hoe deze betrekking heeft tot nanotechnologie en waarom ze dit interessant vinden.

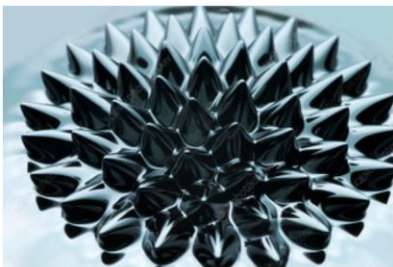
Als ze na 5 minuten geen onderwerp hebben kunnen ze uit 5 door de leerkracht gekozen onderwerpen kiezen. Na deze 30 minuten krijgt elke groep enkele minuten om zijn presentatie te geven.



Korte voorstelling van de verwonderingsvragen



? Schakeling naar eerste verwonderingsvraag



Centrale verwonderingsvraag

Welke interacties in het kleine zorgen voor wonderlijke waarnemingen in het grote?



Hoe kan een gekko op het plafond lopen?



Set the scene



We zoomen in op onze natuur. Zonder dat we het zelf weten, maakt onze natuur veel gebruik van de wereld op nanoschaal. Kijk eens naar de gekko en de lotusbloem, wat is typerend voor die twee?



Zet jouw antwoorden mee op de muur



Exploring

Overal zijn krachten

even herhalen...

Cohesie



Krachten tussen moleculen van verschillende stoffen

Adhesie



Krachten tussen moleculen van eenzelfde stof

Nu nog iets meer in detail...

We gaan het hebben over intermoleculaire krachten, maar wat zijn dat? Ontleed het woord eens, wat denk jij dat intermoleculaire krachten zijn?

Inter = tussen

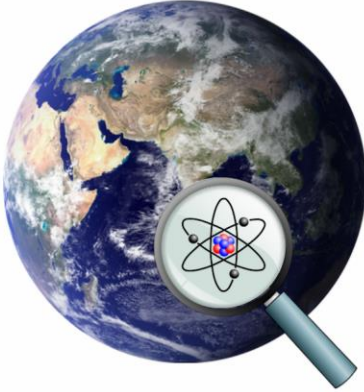
Moleculair = moleculen

--> krachten tussen moleculen

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?



We zoomen in op onze aarde...

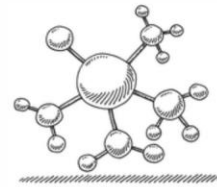


... tot bij het atoom

Een atoom is opgebouwd uit drie verschillende onderdelen, met elk een verschillende lading, welke lading?

- **Positief**
- **Negatief**
- **Neutraal**

En nu terug een beetje uitzoomen...



Regieaanwijzing

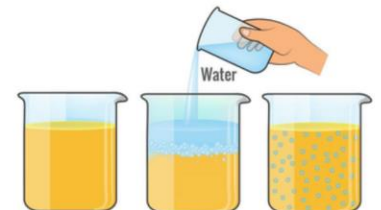
Kleurstof gebruiken voor het water zichtbaar te maken, of een wit papier achter het glaswerk houden.

? Onderzoeksvraag: Wat gebeurt er als we water en olie mengen?

? Hypothese: _____

? Uitvoering:

1. Neem een maatbeker
2. Voeg hieraan gelijke delen water en olie toe
3. Wat gebeurt er?



? Waarneming: Er zijn twee lagen duidelijk te onderscheiden

? Een **molecule** is opgebouwd uit meerdere atomen. Wanneer we naar krachten kijken kunnen we 2 gevallen onderscheiden:

- Polair : **Heeft twee deelladingen (polen) positief en negatief**
- Apolair: **Heeft geen ladingen**

Water is een voorbeeld van een polaire stof die uit polaire moleculen bestaat en olie een apolaire stof die uit apolaire moleculen bestaat.

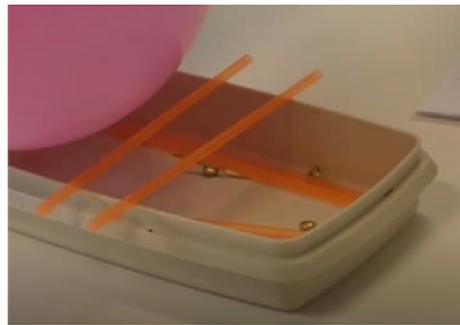
Hoe kan een gekko op het plafond lopen?

 Get to work!



Regieaanwijzing

In Bijlage 1 kan je de proefblaadjes terugvinden. Leerlingen moeten eerst in het labo alle proefjes uitvoeren. Ze volgen daarbij de wetenschappelijke methode. Wanneer alle proefjes gedaan zijn kunnen ze hierna het algemene besluit hieronder aanvullen.



Besluit uit de proefjes (vul aan / schrap wat niet past)

Tussen moleculen zitten elektrische krachten. Deze kunnen we aantonen door Ladingen in de buurt te brengen (denk aan de ballon en de staaf die we opwrijven).

Wanneer we een negatief geladen voorwerp in de buurt brengen dan zullen de ~~positieve~~/ negatieve deeltjes ~~aangetrokken~~/ afgestoten worden.

Wanneer we een positief geladen voorwerp in de buurt brengen dan zullen de ~~positieve~~/ negatieve deeltjes ~~aangetrokken~~/ ~~afgestoten~~ worden.

Je hebt voor deze roeven de termen polair en apolair reeds gezien, noteer de definities nog eens:

Polair: Heeft 2 deelladingen (polen), positief en negatief

Apolair: bevat geen ladingen

Een apolaire stof reageert wel/ niet op ladingen die in de buurt komen.

Polaire stoffen hebben sterke elektrische krachten die hun bij elkaar houden (zoals water) en apolaire stoffen hebben dat minder. Ze kunnen daardoor bindingen tussen polaire moleculen niet breken, daarom mengen polaire en apolaire stoffen niet.

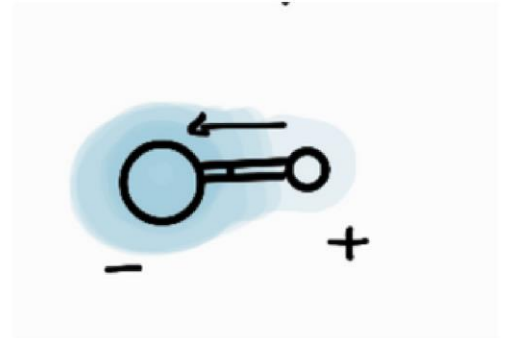
Hoe kan een gekko op het plafond lopen?



3 soorten intermoleculaire krachten

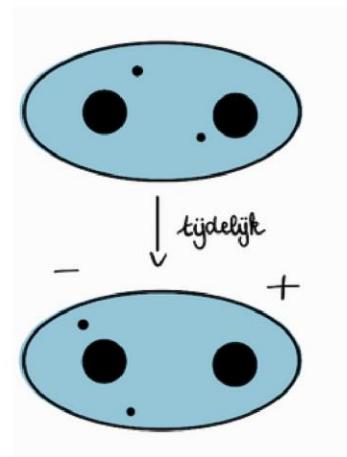
- Dipoolkracht

- Tussen polaire moleculen
- Gedeeltelijke ladingen (door verschil in EN-waarde)
- sterkere aantrekking



- Dispersiekracht

- Tussen apolaire moleculen
- Tijdelijke dipool
- Heel zwakke aantrekking

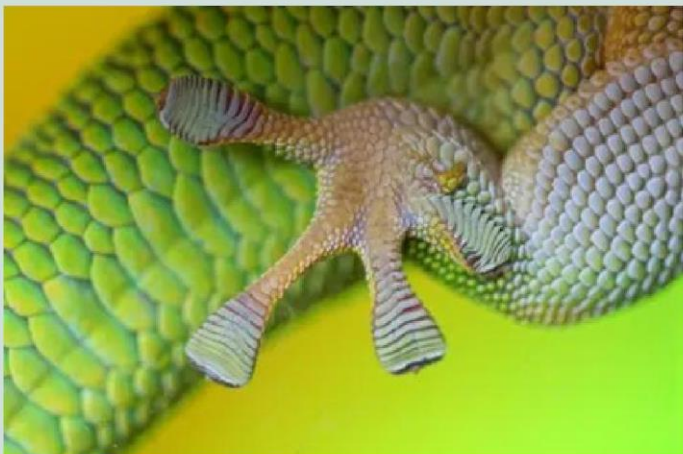


- Waterstofbrugkracht

→ Deze hebben we nu nog niet nodig

Wil je hier meer over leren? Je hebt geluk! In het 3de en 4de middelbaar zullen deze onderwerpen nog eens meer in detail aan bod komen.

De pootjes van een gekko



Wat valt je op aan de pootjes van deze gekko?

De pootjes hebben groeven
(antwoord leerlingen)

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?



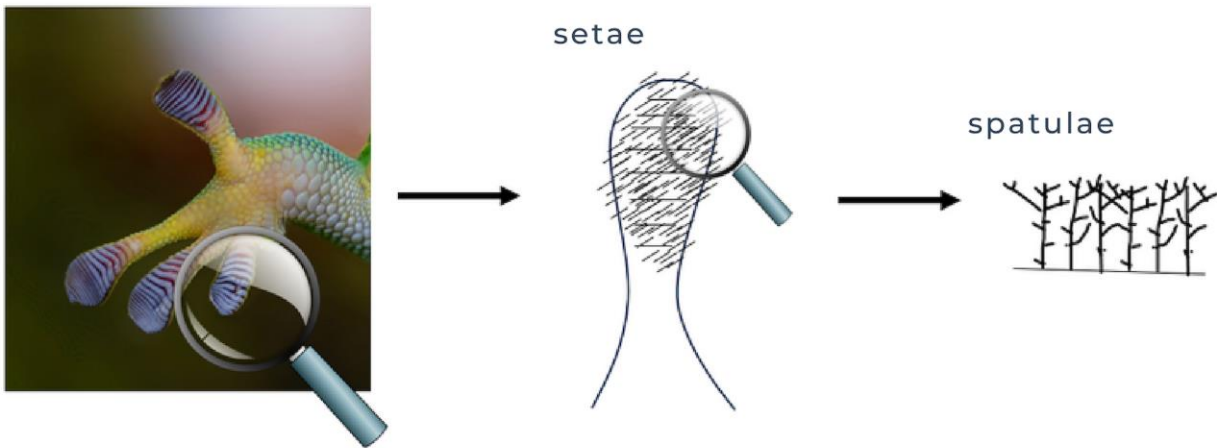
We kijken naar gewone plakband. Waarom zou het materiaal waarmee plakband gemaakt is niet ideaal zijn voor onze gekko?

Zoek 3 redenen.

1. kan vuil worden (niet herbruikbaar)
2. Plakt te hard (pijnlijk)
3. Plakt altijd (ook als ze dat niet willen)



Verklaring



Een gekko kan blijven kleven aan bomen omdat zijn pootjes zodanig aangepast zijn. De pootjes lijken op mensenhanden, het is pas wanneer we op nanoschaal kijken dat we een groot verschil zien.

Elk pootje heeft **groeven**. Deze groeven zijn bedekt door miljoenen minuscule haartjes, we noemen die **setae**.

Elk van deze haartjes splitst nog eens op in een honderdtal nog kleinere steeltjes, deze noemen we **spatulae**.

Tussen de haartjes en een oppervlak zal altijd een kracht aanwezig zijn, welke?

Dispersiekracht

Om aan een muur te kunnen kleven, moeten tussen de haartjes en een oppervlak grotere krachten aanwezig zijn dan de zwaartekracht. Doordat het er zo veel zijn, slaagt de gekko er in om te kunnen blijven plakken aan muren.

Video "be smart": <https://youtu.be/p6QmV1EbVnI?si=2JhiVFhTbCmjHWzs>

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?

Get to work!

We gaan aan de hand van deze bevindingen proberen om proefjes uit te voeren die met gelijkaardige krachten werken. We beginnen klein:



Onderzoeksvraag

Hoeveel massa kunnen we aan twee in elkaar geschoven tandenborstels hangen zonder dat ze uit elkaar vallen?



Hypothese



Materiaal:

- 2 tandenborstels
- Touw
- Gewichtjes



Werkwijze



1. Duw de tandenborstels in elkaar zodat de haartjes verdeeld door elkaar zitten
2. Hang de tandenborstel aan een touwtje
3. Hang de gewichtjes aan de tandenborstel



Besluit

Er zijn veel contactplaatsen waarin dispersiekrachten werken. De tandenborstels kunnen ongeveer 1,5 kg houden



Extra:

Reflecteer eens via een technische bril over hoe deze tandenborstels in elkaar hangen. Is er een manier waarop ze nog meer gewicht zouden kunnen dragen? Tip: kijk bijvoorbeeld naar de verdeling van het gewicht

Als we de tandenborstels in elkaar schuiven en dan horizontaal houden, kunnen ze bijna geen gewicht dragen. Wanneer we ze verticaal draaien kunnen ze veel meer houden omdat de sterkte van de haartjes dan ook een factor is.

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?



Get to work!

Nu gaan we iets grootser:

Verwonderingsvraag:

Zijn telefoonboeken sterk genoeg om als tussenstuk te dienen om een auto te takelen?

Wat denk jij?

Antwoord leerlingen

Laten we het testen!



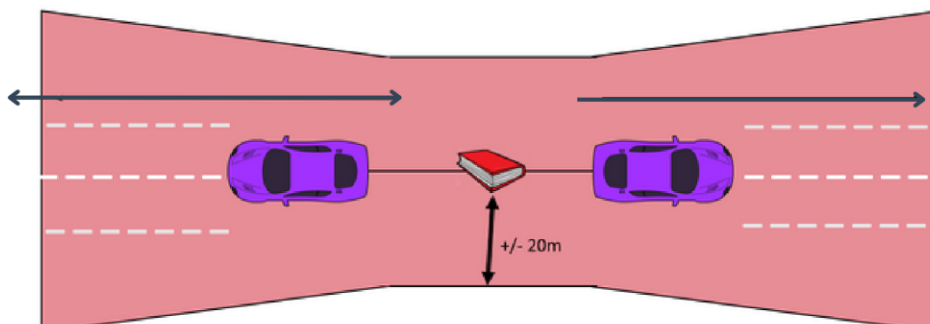
VS





Veiligheid

Regieaanwijzing

We gaan de ene auto de andere laten trekken. Op die manier is de trekkracht begrensd en loop je niet het risico overbrengingen in de auto te beschadigen. De haken bevestigd aan het telefoonboek moeten sterk genoeg verankerd zijn. Houd minimaal 20m afstand van de boeken en blijf weg van de rijbanen van de auto's zodat onze veiligheid gegarandeerd kan worden. Breng de trekkracht geleidelijk aan.



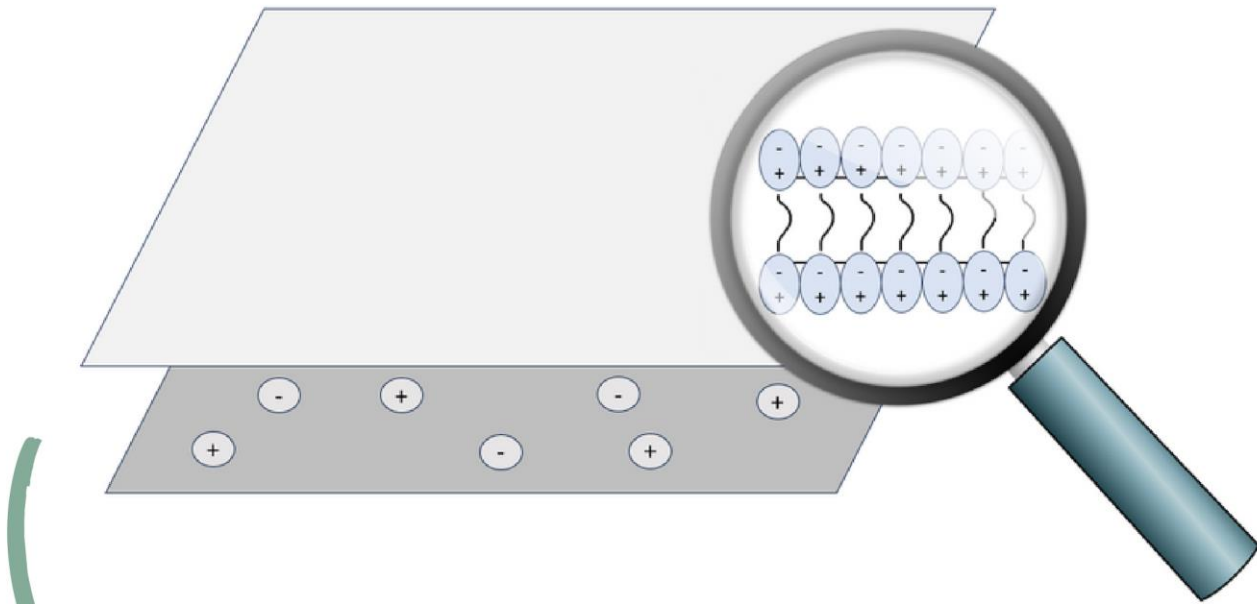
 Hier mag je niet staan
 Hier mag je wel staan

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?

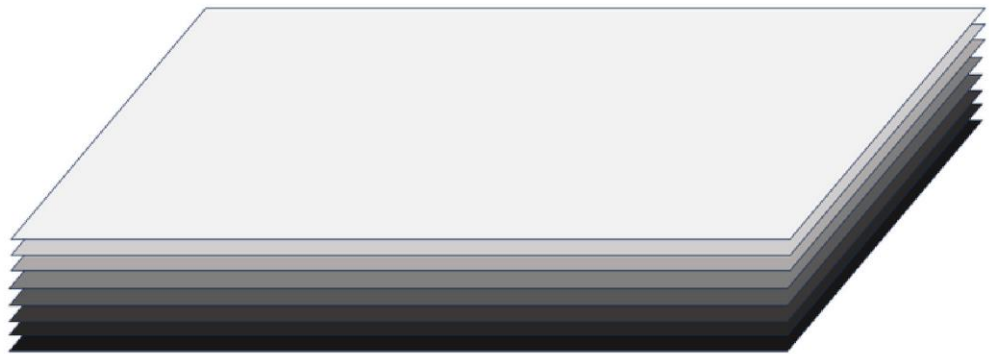


Verklaring

Teken in het vergrootglas de krachten tussen de tijdelijke dipolen van de deeltjes van de papieren.



Wat gebeurt er als je dit voor een hele hoop papieren doet?



Schrap wat niet past:

Tussen de bladeren van de 2 boeken zijn miljoenen (of meer zelfs) krachten aanwezig. Dit zijn ~~dispersiekrachten/dipoolkrachten~~. Deze krachten zijn heel klein/groot.

Omdat het er zo veel zijn wordt de kracht van 1 molecuul ~~vermenigvuldigd/gedeeld~~ door het aantal keren dat die voorkomt.

De kracht tussen 2 bladen is dus ~~groter/kleiner~~ dan tussen de moleculen. Als we meerdere bladen in elkaar weven, dan worden al die krachten met elkaar ~~vermenigvuldigd/gedeeld~~.

Hierdoor is de totale kracht tussen de boeken net heel ~~klein/groot~~.

Dat is de reden dat een auto ~~makkelijk/moeilijk~~ de 2 in elkaar gehangen boeken uit elkaar kan trekken.

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?

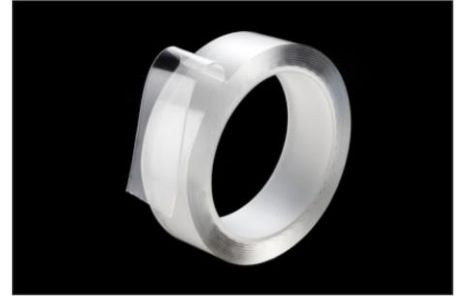


Toepassing : nanotape

<https://www.youtube.com/watch?v=vS0TuIPoeBs> (Veritasium, 2023)

Wetenschappers doen veel onderzoek naar de gekko. Men is volop bezig met het namaken van die structuren op de pootjes. Veritasium heeft hierover ook een video gemaakt (bovenstaand).

Wij hebben in de winkel ook zo'n tape gevonden. Vergelijk deze eens met die in de video, is er een duidelijk verschil tussen onze variant en de zelfgemaakte van hun?



Herbruikbaar? **Ja**

Plakkerigheid? **Altijd**

Makkelijk te verwijderen? **Behoorlijk**

De lotusbloem of lelie:

Bij de lotus kunnen we ook krachten terugvinden. Dit gaat niet precies zoals bij de gekko, maar het lijkt er wel wat op.

De lotus is zelfreinigend, dat wil zeggen dat die zo aangepast is dat wanneer er vuil op landt, deze het zelf zal verwijderen.

De bladeren zijn bedekt met microscopische bultjes, maar ook met bultjes die een nanogrootte hebben. Vaak verwijzen we naar het "lotus-effect" omdat het zo kenmerkend is aan deze bloem dat die waterdruppels afstoot.



Water is sterk polair, het wordt samengehouden door de sterkste van de 3 intermoleculaire krachten, de waterstofbrugkracht. De bultjes zullen zo'n druppel niet kunnen doorbreken omdat die kracht zo groot is. Dit zorgt ervoor dat water in zijn geheel van het blad afrolt. Het water neemt bij de val al het vuil op het blad mee waardoor dit proper wordt.

video van mr nano: <https://www.youtube.com/watch?v=zILxiLjYOQU>

Hoe kan een gekko op het plafond lopen?

Samenvatting

Tussen moleculen bevinden zich krachten, we noemen deze Intermoleculaire krachten

We hebben daarbij 2 voorbeelden gezien, namelijk

- Dipoolkracht
- Dispersiekracht

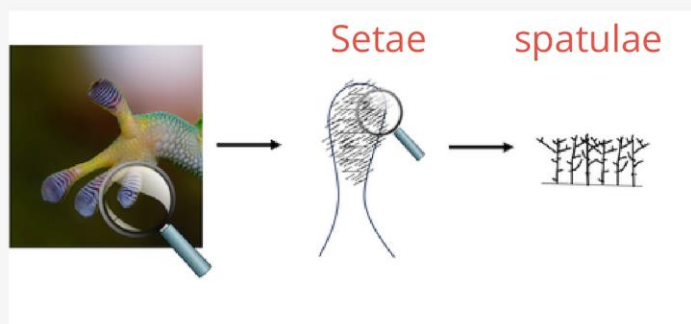
De gekko maakt gebruik van één van deze 2 krachten, welke?

Dispersiekracht

Waarom is het nuttig voor zo'n gekko om over muren te lopen?

Om te jagen, om te vluchten ...

Hoe zijn de pootjes van een gekko weer opgebouwd? maak een duidelijke schets en benoem de delen.

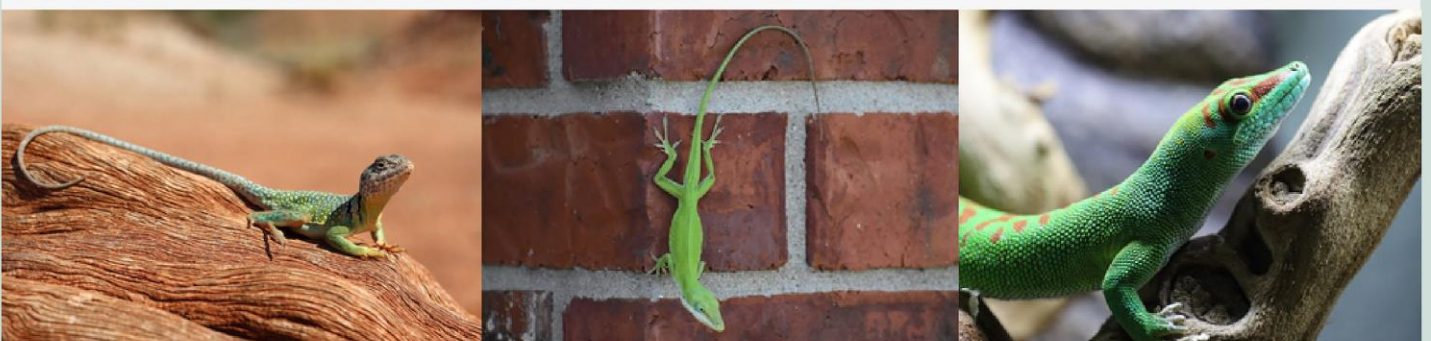


Zijn de intermoleculaire krachten tussen één haartje van een poot en een oppervlak groot?

Nee, de krachten zijn heel klein

Hoe komt het dan dat een gekko wel over muren kan lopen?

Omdat er miljoenen haartjes contact hebben met het oppervlak. Dit vermenigvuldigd met de kracht tussen elk haartje en het oppervlak is wel een grote hoeveelheid.





Hoe kan de structuur van een vlindervleugel spelen met licht?



► Set the scene

Bekijk de blauwe Morpho vlinder. Wat valt je op als je hier naar kijkt? Is dit het zelfde als we kijken naar een blauw blad papier? Wat is er anders?



De vlinder glinstert als je er mee beweegt, het blauw blad papier ziet er het zelfde blauw uit als je er mee beweegt



De kleur blauw die we terug vinden in de natuur is eigenlijk iets heel speciaals. Want het meeste blauw dat we tegenkomen is geen 'echt' blauw.



Geef enkele voorbeelden waar we de kleur blauw zien in de natuur?
Ogen, veren, bloemen, lucht, ...

(antwoord leerlingen)



🔍 Exploring

Hoe nemen wij kleuren waar?

3 benodigheden

1. Een voorwerp
2. Ogen
3. Licht