

Allometrie

Organismen hebben verschillende groottes.

In deze les leren we:

- hoe knap het is dat een mier 50x haar eigen gewicht kan tillen
- waarom er geen grotere dieren dan dinosauriers zullen ontstaan

Waarom

Grootte is een belangrijke eigenschap van levende wezens.

Grootte bepaalt onder andere:

- de hartslag (hoe vaak het hart klopt)
- of het organisme kan vliegen
- of het organisme kan lopen

De dinosauriers zijn de grootste landdieren ooit geweest en er zullen waarschijnlijk nooit grotere landdieren ontstaan:

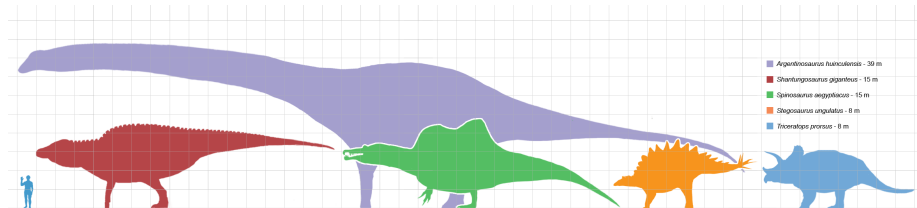


Figure 1: Grote dino's

Een van de grootste is de Argentinosaurus, die 35 meter lang was:



Figure 2: Argentinosaurus was 35 meter

Waarom je slapper wordt als je groter bent

Als je groter wordt, dan doe je dat in drie richtingen: je wordt breder, langer en dieper. Je gewicht neemt in alle drie de richtingen toe. Je spierkracht doet dat niet: alleen de spierdikte (en niet de lengte) bepaalt de kracht van een spier.

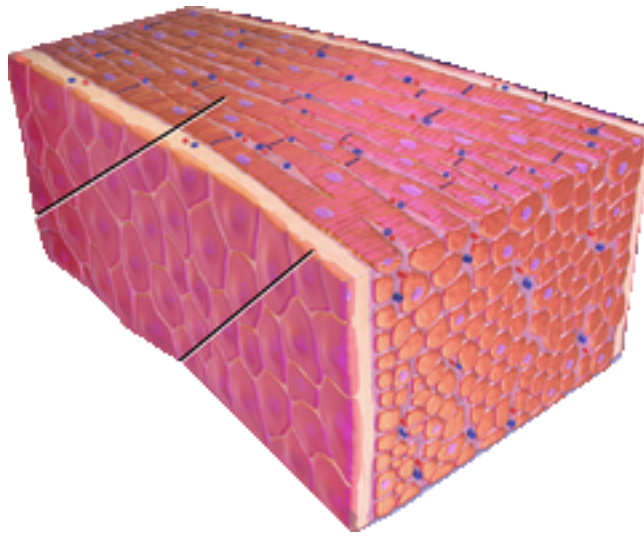
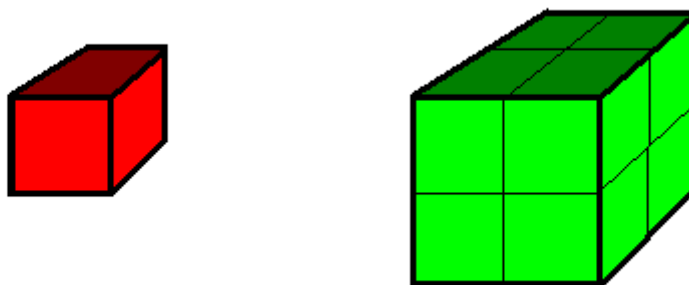
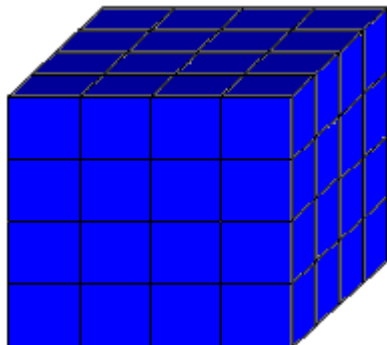


Figure 3: Spier

Stel je voor, met een machine wordt jij 2x zo lang gemaakt. Dan ben je niet alleen 2x zo lang, maar ook 2x zo breed en 2x zo diep. Je weegt dus $2 \times 2 \times 2 = 8$ keer zo veel! Je spieren worden maar $2 \times 2 = 4$ keer zo sterk. Je bent dus 'slapper' geworden!

Dit gaan we nu berekenen met drie kubusdieren:





Ons eerste kubusdier is rood. Het dier is een kubus van 1x1x1 cm en weegt 1 gram. Dit dier kan 3 keer zijn eigen gewicht tillen!

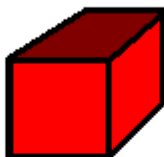


Figure 4: Kubusdier 1

- Wat is de oppervlakte van een vlak van de kubus? ____ vierkant centimeter
- Hoeveel gram kan dit dier mee dragen? ____ gram
- Hoeveel tilt dit dier, inclusief het gewicht van het dier zelf? ____ gram
- Hoeveel kan een vierkante centimeter spier dus tillen? ____ gram per vierkante centimeter

Dus:

- Kubusdier 1 heeft een inhoud van ____ kubieke centimeter
- Kubusdier 1 heeft een gewicht van ____ gram
- Kubusdier 1 heeft een grootte van ____ centimeter bij ____ centimeter bij ____ centimeter
- Kubusdier 1 heeft een spieroppervlak van ____ centimeter bij ____ centimeter, dus ____ vierkante centimeter

- Een spier kan ____ gram tillen per vierkante centimeter
- Kubusdier 1 kan ____ gram (met zichzelf) tillen
- Kubusdier 1 kan ____ gram extra (zonder zichzelf) meedragen
- Kubusdier 1 tilt ____ keer zijn eigen gewicht

Nu vergroten we dit dier twee keer.

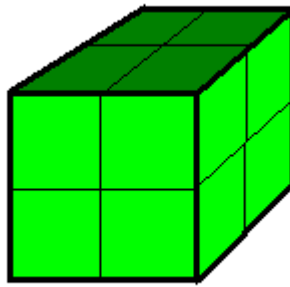


Figure 5: Kubusdier 2

- Hoe groot (lang, breed, diep) is het dier nu? ____ centimeter
- Hoe zwaar is het dier nu? ____ gram
- Hoeveel spieroppervlak heeft het dier nu? ____ vierkante centimeter
- Hoe sterk is een kubusdierspier ook alweer? ____ gram per vierkante centimeter
- Hoeveel gram kan deze spier tillen? ____ gram
- Hoeveel gram dit dier extra tillen? ____ gram
- Hoeveel keer z'n eigen gewicht tilt dit dier nu?

Dus:

- Kubusdier 2 heeft een inhoud van ____ kubieke centimeter
- Kubusdier 2 heeft een gewicht van ____ gram
- Kubusdier 2 heeft een grootte van ____ centimeter bij ____ centimeter bij ____ centimeter
- Kubusdier 2 heeft een spieroppervlak van ____ centimeter bij ____ centimeter, dus ____ vierkante centimeter
- Een spier kan ____ gram tillen per vierkante centimeter
- Kubusdier 2 kan in totaal ____ gram tillen
- Kubusdier 2 kan ____ gram meedragen
- Kubusdier 2 tilt ____ zijn eigen gewicht

Je ziet dat het dier minder vaak zijn gewicht kan tillen!

Ons kubusdier was nu 2x2x2 centimeter. Nu vergroten we dit dier nog eens twee keer:

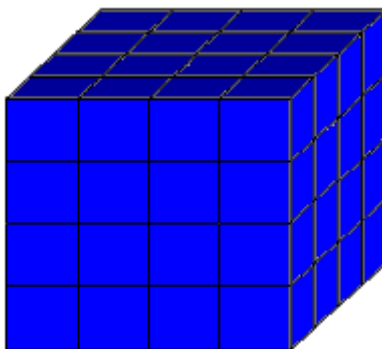


Figure 6: Kubusdier 3

- Hoe groot (lang, breed, diep) is het dier nu? ____ centimeter
- Hoe zwaar is het dier nu? ____ gram
- Hoeveel spieroppervlak heeft het dier nu? ____ vierkante centimeter
- Hoe sterk is een kubusdierspier ook alweer? ____ gram per vierkante centimeter
- Hoeveel gram kan deze spier tillen? ____ gram
- Hoeveel gram dit dier extra tillen? ____ gram
- Hoeveel keer z'n eigen gewicht tilt dit dier nu?

Dus:

- Kubusdier 3 heeft een inhoud van ____ kubieke centimeter
- Kubusdier 3 heeft een gewicht van ____ gram
- Kubusdier 3 heeft een grootte van ____ centimeter bij ____ centimeter bij ____ centimeter
- Kubusdier 3 heeft een spieroppervlak van ____ centimeter bij ____ centimeter, dus ____ vierkante centimeter
- Een spier kan ____ gram tillen per vierkante centimeter
- Kubusdier 3 kan in totaal ____ gram tillen
- Kubusdier 3 kan ____ gram meedragen
- Kubusdier 3 tilt ____ zijn eigen gewicht

En nu:

- Wat als we het kubusdier weer vergroten?

Dit is de reden waarom landdieren niet te groot kunnen worden: ze kunnen hun eigen gewicht dan niet meer dragen!

Terug naar ons kubusdier.

Eigenschappen van een mier



Figure 7: Bladsnijder mieren

Een mierenwerkster ...

- weegt gemiddeld 3 milligram
- is gemiddeld 3 mm lang
- kan 50x haar gewicht dragen

Overzicht berekening

We maken van de mier ook een kubusdier. We gaan deze getallen berekenen:

Vul in wat je al weet"

- Een kubusmier heeft een inhoud van ____ kubieke millimeter
- Een kubusmier heeft een gewicht van ____ milligram
- Een kubusmier heeft een grootte van ____ millimeter bij ____ millimeter bij ____ millimeter
- Een kubusmier heeft een spieroppervlak van ____ millimeter bij ____ millimeter, dus ____ vierkante millimeter
- Een kubusmierspier kan ____ milligram tillen per vierkante millimeter
- Een kubusmier kan in totaal ____ milligram tillen
- Een kubusmier kan ____ milligram meedragen
- Een kubusmier tilt ____ keer zijn eigen gewicht

Hoeveel kan een mier tillen?

Hoeveel milligram kan een mier dragen?

Dit is wat een mier kan dragen. Maar een mier heeft zelf ook een gewicht. Een mier tilt ook zichzelf.

Hoeveel milligram kan een mier tillen, als je het eigen gewicht meetelt?

Hoeveel spier is een mier?

We gaan nu van de mier een kubusdier maken. Een mier weegt 3 milligram. 3 milligram is 3 kubieke millimeter. Hoe groot is een kubus met een inhoud van 3 kubieke millimeter?

Maak de tabel af. Gebruik een rekenmachientje.

Grootte kubus (lengte, breedte en hoogte)	Inhoud van de kubus
1 millimeter	1 kubieke millimeter
2 millimeter	---- kubieke millimeter
3 millimeter	---- kubieke millimeter
4 millimeter	---- kubieke millimeter
5 millimeter	---- kubieke millimeter

Een mierspier heeft een inhoud van 3 kubieke millimeter. Dit moet een kubus zijn met een grootte tussen ‘ mm en ‘ mm. Nu gaan we preciezer rekenen tussen die twee getallen:

Grootte kubus (lengte, breedte en hoogte)	Inhoud van de kubus
__,0 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,1 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,2 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,3 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,4 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,5 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,6 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,7 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,8 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,9 millimeter	__,---- kubieke millimeter
__,0 millimeter	__,---- kubieke millimeter

Tussen welke twee groottes zit de grootte van een kubusmier in?

Nu gaan we weer preciezer rekenen:

Grootte kubus (lengte, breedte en hoogte)	Inhoud van de kubus
___,___ 0 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 1 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 2 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 3 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 4 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 5 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 6 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 7 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 8 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 9 mm	___,_____ kubieke millimeter
___,___ 0 mm	___,_____ kubieke millimeter

Dus:

- Een kubusmier heeft een inhoud van ____ kubieke millimeter
- Een kubusmier heeft een gewicht van ____ milligram
- Een kubusmier heeft een grootte van ____ millimeter bij ____ millimeter bij ____ millimeter
- Een kubusmier heeft een spieroppervlak van ____ millimeter bij ____ millimeter, dus ____ vierkante millimeter
- Een kubusmierspier kan ____ milligram tillen per vierkante millimeter
- Een kubusmier kan in totaal ____ milligram tillen
- Een kubusmier kan ____ milligram meedragen
- Een kubusmier tilt ____ zijn eigen gewicht

Hoe sterk is een kubusmierspier?

Hoe sterk een spier is hangt af van hoeveel de spier kan tillen per oppervlakte.

We gaan dit eerst berekenen voor een geel kubusdier:

Kan tillen in totaal	Heeft spieroppervlak	Tilt dus
1 gram	1 vierkante centimeter	1 gram per vierkante centimeter
2 gram	1 vierkante centimeter	____ gram per vierkante centimeter
3 gram	1 vierkante centimeter	____ gram per vierkante centimeter
4 gram	1 vierkante centimeter	____ gram per vierkante centimeter
5 gram	1 vierkante centimeter	____ gram per vierkante centimeter
6 gram	1 vierkante centimeter	____ gram per vierkante centimeter
7 gram	1 vierkante centimeter	____ gram per vierkante centimeter

Kan tillen in totaal	Heeft spieroppervlak	Tilt dus
8 gram	1 vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter

Nu voor een cyaan kubusdier:

Kan tillen in totaal	Heeft spieroppervlak	Tilt dus
1 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
2 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
3 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
4 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
5 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
6 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
7 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter
8 gram	_____ vierkante centimeter	_____ gram per vierkante centimeter

Dus:

- Een kubusmier heeft een inhoud van _____ kubieke millimeter
- Een kubusmier heeft een gewicht van _____ milligram
- Een kubusmier heeft een grootte van _____ millimeter bij _____ millimeter bij _____ millimeter
- Een kubusmier heeft een spieroppervlak van _____ millimeter bij _____ millimeter, dus _____ vierkante millimeter
- Een kubusmierspier kan _____ milligram tillen per vierkante millimeter
- Een kubusmier kan in totaal _____ milligram tillen
- Een kubusmier kan _____ milligram meedragen
- Een kubusmier tilt _____ zijn eigen gewicht

Hoe sterk is een mier als we deze zo groot maken als een mens?

Een gemiddelde vrouw weegt 82 kilo. Dit is 82 kubieke decimeter Nu gaan we een menskubusspier maken:

Grootte kubus (lengte, breedte en hoogte)	Inhoud van de kubus
1 decimeter	1 kubieke decimeter
2 decimeter	_____ kubieke decimeter
3 decimeter	_____ kubieke decimeter
4 decimeter	_____ kubieke decimeter
5 decimeter	_____ kubieke decimeter
6 decimeter	_____ kubieke decimeter

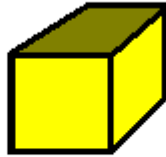


Figure 8: Geel kubusdier

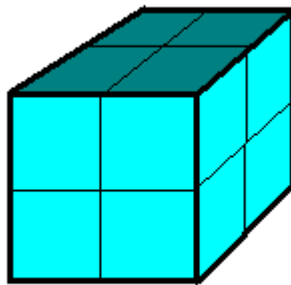


Figure 9: Cyaan kubusdier

Een menskubusspier heeft een inhoud van 82 kubieke decimeter. Dit moet een kubus zijn met een grootte tussen ____ decimeter en ____ decimeter. Nu gaan we preciezer rekenen tussen die twee getallen:

Grootte kubus (lengte, breedte en hoogte)	Inhoud van de kubus
___,0 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,1 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,2 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,3 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,4 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,5 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,6 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,7 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,8 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,9 decimeter	___,____ kubieke decimeter
___,0 decimeter	___,____ kubieke decimeter

Tussen welke twee groottes zit de grootte van een menskubusspier in?

Nu gaan we weer preciezer rekenen:

Grootte kubus (lengte, breedte en hoogte)	Inhoud van de kubus
___,___0 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___1 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___2 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___3 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___4 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___5 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___6 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___7 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___8 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___9 decimeter	___,______ kubieke decimeter
___,___0 decimeter	___,______ kubieke decimeter

Dus:

- Een kubusmens heeft een inhoud van ____ kubieke decimeter
- Een kubusmens heeft een gewicht van ____ kilo
- Een kubusmens heeft een grootte van ____ decimeter bij ____ decimeter bij ____ decimeter
- Een kubusmens heeft een spieroppervlak van ____ decimeter bij ____ decimeter, dus ____ vierkante decimeter
- Een kubusmensspier kan ____ kilo tillen per vierkante decimeter
- Een kubusmens kan in totaal ____ kilo tillen

- Een kubusmens kan ____ kilo meedragen
- Een kubusmens tilt ____ zijn eigen gewicht

Omrekenen

Een mierenspier heeft een kracht van ____ milligram per vierkante millimeter.
Een mensenspier heeft een oppervlakte van ____ vierkante decimeter.

Een mensenspier is erg veel groter! We zullen moeten omrekenen van milligram naar kilogram en vierkante millimeter naar vierkante decimeter!

Dit kan prima. De trappen van vergelijking zijn hiervoor. Hier is een voorbeeld van lengte:

Lengte	is ook
10 millimeter	1 centimeter
10 centimeter	1 decimeter
10 decimeter	1 meter
10 meter	1 decameter
10 decameter	1 hectameter
10 hectameter	1 kilometer

Maak deze tabel af:

Lengte	is ook
100 millimeter	____ centimeter
1000 centimeter	____ decimeter
20 decimeter	____ meter
15 meter	____ decameter
5 decameter	____ hectameter
1 hectameter	____ kilometer
1000 millimeter	____ decimeter
1000 millimeter	____ meter
1000 meter	____ kilometer

Met gewicht gaat dit precies hetzelfde:

Gewicht	is ook
10 milligram	1 centigram
10 centigram	1 decigram
10 decigram	1 gram
10 gram	1 decagram

Gewicht	is ook
10 decagram	1 hectagram
10 hectagram	1 kilogram

Vul deze in:

Gewicht	is ook
1000 milligram	_____ gram
1000 gram	_____ kilogram

Bij oppervlaktes ('vierkante centimeter') moet je niet met tien, maar met honderd werken.

Oppervlakte	is ook
100 vierkante millimeter	1 vierkante centimeter
100 vierkante centimeter	1 vierkante decimeter
100 vierkante decimeter	1 vierkante meter
100 vierkante meter	1 vierkante decameter
100 vierkante decameter	1 vierkante hectameter
100 vierkante hectameter	1 vierkante kilometer

Maak deze tabel af:

Oppervlakte	is ook
100 vierkante millimeter	_____ vierkante centimeter
1000 vierkante centimeter	_____ vierkante decimeter
20 vierkante decimeter	_____ vierkante meter
15 vierkante meter	_____ vierkante decameter
5 vierkante decameter	_____ vierkante hectameter
1 vierkante hectameter	_____ vierkante kilometer
1000 vierkante millimeter	_____ vierkante decimeter
1000 vierkante millimeter	_____ vierkante meter
1000 vierkante meter	_____ vierkante kilometer

Nu hebben we genoeg geoefend om spierkracht te berekenen!

Een mieren spier heeft een kracht van _____ milligram per vierkante millimeter.

Kracht	is ook
_____ mg per vierkante millimeter	_____ gram per vierkante millimeter

Kracht	is ook
---- gram per vierkante centimeter	---- gram per vierkante decimeter
---- gram per vierkante decimeter	---- kilo per vierkante decimeter

Een mensenspier heeft een oppervlakte van ---- vierkante decimeter. Per vierkante decimeter kan het ---- kilo tillen. De mensenspier kan dus in totaal ---- kilo tillen.

Dus:

- Een kubusmens heeft een inhoud van ---- kubieke decimeter
- Een kubusmens heeft een gewicht van ---- kilo
- Een kubusmens heeft een grootte van ---- decimeter bij ---- decimeter bij ---- decimeter
- Een kubusmens heeft een spieroppervlak van ---- decimeter bij ---- decimeter, dus ---- vierkante decimeter
- Een kubusmensspier kan ---- kilo tillen per vierkante decimeter
- Een kubusmens kan in totaal ---- kilo tillen
- Een kubusmens kan ---- kilo meedragen
- Een kubusmens tilt ---- zijn eigen gewicht

Dus als een vrouw ---- kilo tilt, heeft ze even sterke spieren als een mier.

Het wereldrecord gewichtheffen voor vrouwen is 155 kilo (in een keer) of 193 kilo (met tussenstop) van Tatiana Kashirina. Zij weegt ongeveer 82 kilo.

Vind jij dat een mier echt veel sterker is?