

Werkblad: Krachtendiagrammen¹

Bij beide aanpakken eerst de instructies voor krachten tekenen even klassikaal doornemen (pagina 2).

Belangrijk: alle krachten krijgen een label van ... op Bijvoorbeeld kracht *van hand op bal*. Dit consistent labelen benadrukt dat krachten interacties zijn en onderscheidt wat de kracht veroorzaakt en wat de kracht ondergaat. Dit kan veel problemen voorkomen.

Aanpak 1 **ontwikkelen** van het krachtbegrip

1. Leerlingen lezen de instructies en tekenen dan de krachtendiagrammen individueel op dit werkblad.
2. In groepjes van drie vergelijken leerlingen resultaten en zetten de beste oplossingen op het whiteboard. Zet ook een foute oplossing op het whiteboard en waarom die fout is.
3. In een klassikale discussie worden oplossingen besproken. Wanneer er veel fouten zijn, teken dan nog even een nieuwe situatie op het bord

Aanpak 2 na mechanica onderwijs **formatief oefenen** en toetsen van het krachtbegrip

1. Leerlingen lezen de instructies en doen een oefenopgave.
2. Vervolgens projecteert de docent de opgaven één voor één op het bord en leerlingen tekenen individueel het gevraagde krachtendiagram. Bij elke opgave loopt de docent even door de klas en ziet welke fouten worden gemaakt, geeft eventueel even kort individueel feedback. Een Powerpointbestand is beschikbaar.
3. Zeer korte klassikale bespreking van de meest voorkomende fout en volgende slide. Houd de vaart erin!

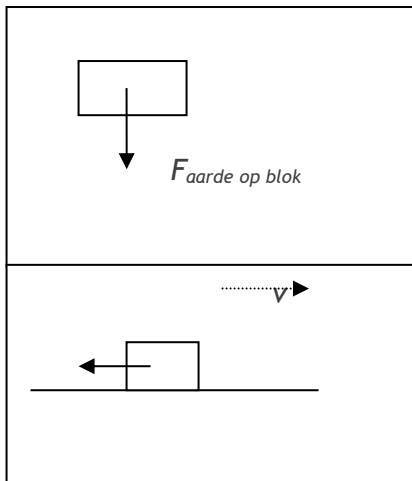
Waarom bij aanpak 2 opgaven één voor één en individueel? Dat is om echt te werken aan individuele verbetering van misconcepties en om na elke opgave met feedback de leerling gelegenheid te geven de volgende opgave beter te doen. De leerling merkt dat hij of zij het steeds beter doet en dat motiveert! Eventueel een paar lessen later in 5 of 10 minuten nog enkele opgaven herhalen of nieuwe verzinnen. De verbetering is zeer zichtbaar!

¹ Figuren uit: Court, J.E. (1999a). Free-Body Diagrams Revisited - I, *The Physics Teacher*, 37(7), 427-433.

Instructies krachten tekenen

Krachten worden getekend als een pijl,

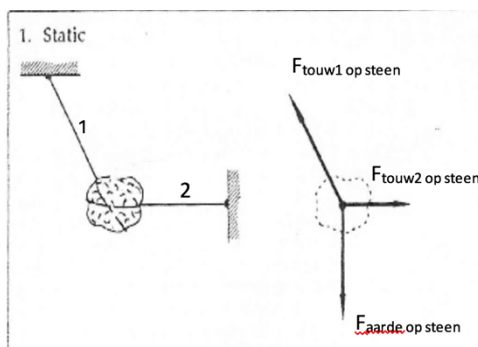
- die aangrijpt op een voorwerp en begint in dat voorwerp (hoewel wrijvingskrachten en normaal krachten aangrijpen aan het oppervlak, worden ze in het object getekend opdat duidelijk is op welk object ze werken);
- die wijst in de richting van de kracht;
- met een lengte die de grootte van de kracht aangeeft;
- waarbij het voorwerp dat de kracht uitoefent èn het voorwerp waarop de kracht werkt worden aangegeven, dus $F_{\text{aarde op steen}}$.



De resultante of netto kracht is de som van alle krachten die op een voorwerp werken en we gebruiken een dubbele pijl (\Rightarrow) om die te onderscheiden van alle afzonderlijke krachten.

Voorbeeld 1: Figuur 1a laat een blok zien in vrije val en we verwaarlozen de wrijving met lucht. De pijl start in het blok en het label laat de oorzaak zien (aarde) en het voorwerp waarop de kracht werkt (het blok).

Voorbeeld 2: Figuur 2 laat een blok zien dat naar rechts glijdt met wrijving in tegengestelde richting. Hoewel de wrijving op het oppervlak werkt, tekenen we de kracht duidelijk in het blok opdat duidelijk is op welk voorwerp de kracht werkt. Het exacte punt waar de kracht aangrijpt, is alleen van belang bij rotaties. Alleen de wrijvingskracht is getekend, andere krachten niet. De snelheidsvector is getekend als een pijl met puntjes om verschil te maken met de kracht pijl.

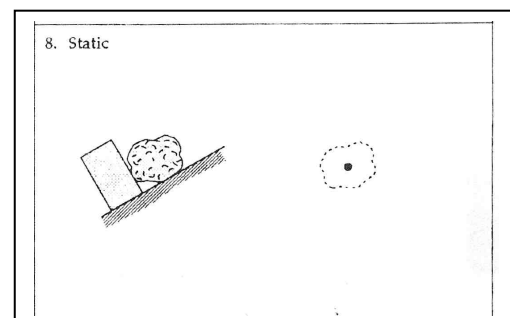
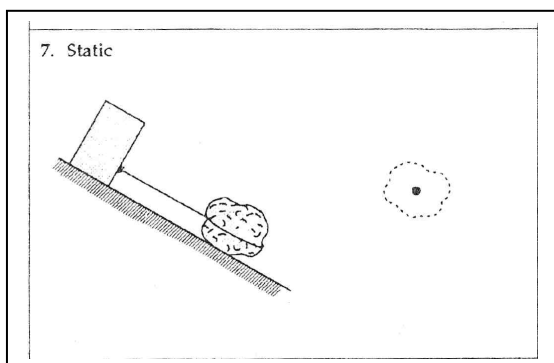
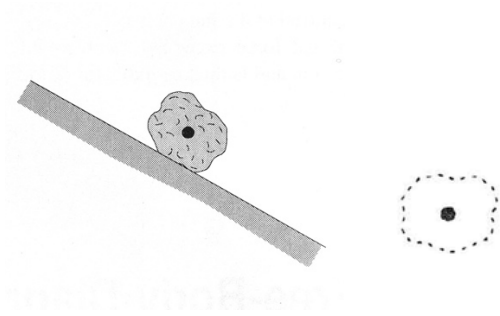
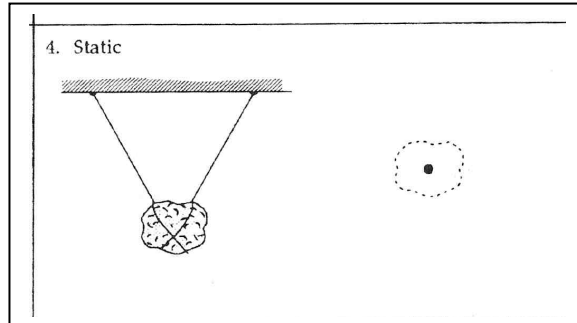
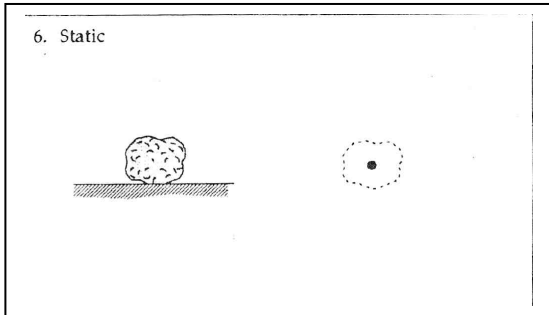


Voorbeeld 3: Figuur 3 laat de krachten op een steen zien die door twee touwtjes in positie wordt gehouden.

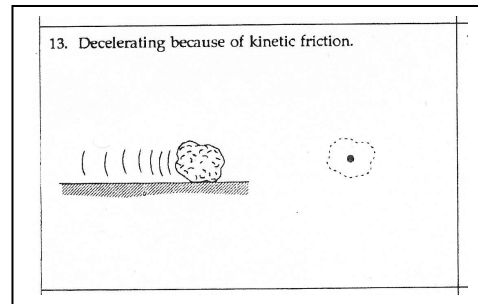
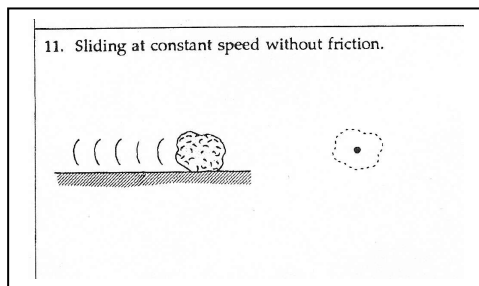
Opdracht

In de volgende figuren teken alle krachten die op de steen werken. Let op de *grootte* en *richting* van de krachten. Gebruik de correcte labels kracht van wat op wat zoals $F_{\text{aarde op steen}}$, $F_{\text{touw1 op steen}}$, etc.

Geen beweging

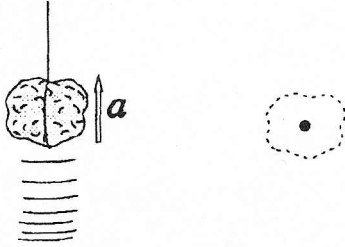


Beweging

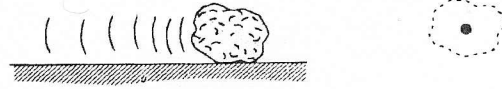


Versnelling

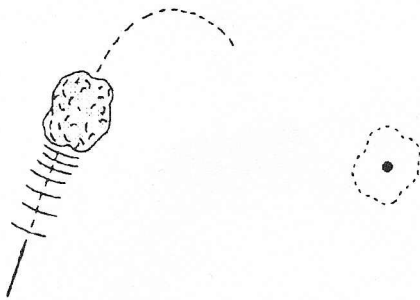
16. Tied to a rope and pulled straight upward. Accelerating upward at 9.8 m/s^2 . No friction.



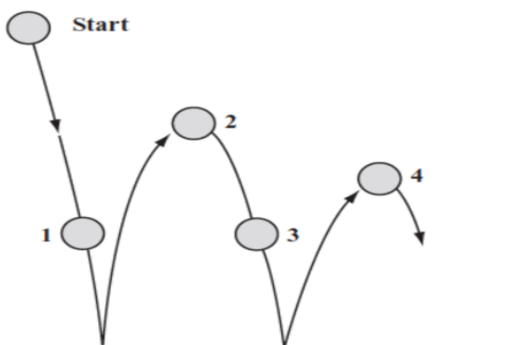
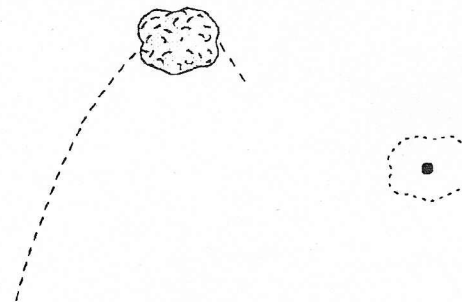
13. Decelerating because of kinetic friction.

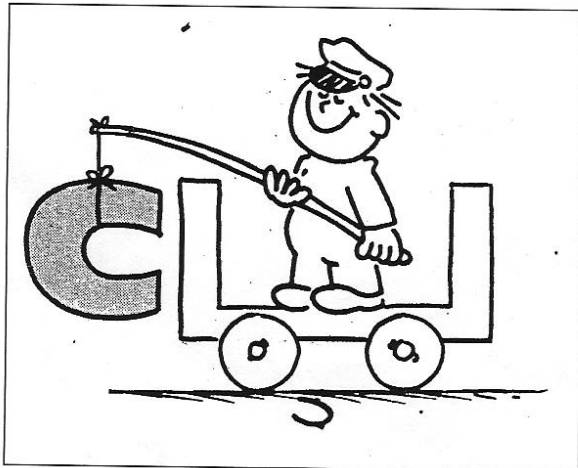
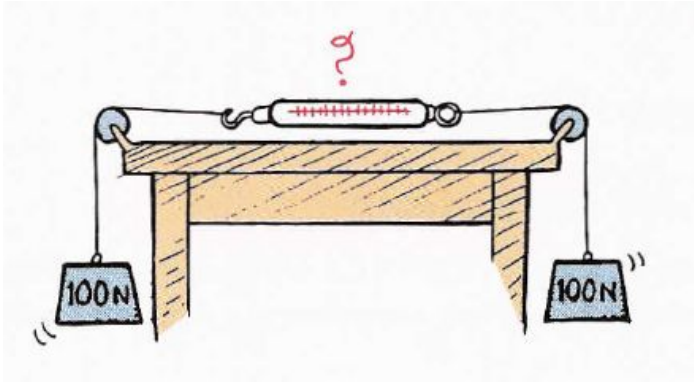


14. Rising in a parabolic trajectory.



15. At the top of a parabolic trajectory.





Teken de krachten op het karretje. Is er een netto kracht?