**Heuvel op, heuvel af**

[subtitel]Versnellen langs een helling

[onderwerpsymbool MS]

[B]

Tijd

20-30 minuten

Bereik

onderbouw, H/V4

Begrippen: (Eenparige) versnelling

[inleidend kader]

Leerlingen vinden het interpreteren en koppelen van plaats, snelheid en versnelling in diagrammen vaak lastig. In deze demonstratie maken we tijdens de beweging een (*v*,*t*)- grafiek gemaakt waaruit het duidelijk is dat het karretje op het hoogste punt geen versnelling van 0 m/s² heeft! We maken gebruik van de didactische principes: think-pair-share.

[eind kader]

[FP05\_figuur1]

*Figuur 1. De opstelling bestaat uit de IOlab en een helling*

[FP05\_figuur2]

*Figuur 2. Plaats, snelheid en versnelling*

**Nodig**

IOlab; helling ~15 cm breed 50 cm lang; computer.

[kader]

De IOLabs zijn te leen. Stuur daartoe een mailtje naar [c.f.j.pols@tudelft.nl](mailto:c.f.j.pols@tudelft.nl) Voor het retourneren van de IOLabs zijn de verzendkosten voor de school. Informatie over het gebruik van de IOLab vind je hier: <https://www.iolab.science/getting_started.html> en een introductiefilmpje hier: <https://youtu.be/PwPCHZAv_gs>

[eind kader]

**Voorbereiding**

Zorg er voor dat je vertrouwd bent met de IOlab, dat je sensoren uit kunt uitlezen en een meting kunt starten en stoppen. Bouw de opstelling, deel grafiek papier uit en sluit de IOlab aan op de computer. Kies voor de optie “Wheel 100 Hz.”

**Uitvoering**

1. Leg uit wat er in deze demonstratie gaat gebeuren. Je geeft een karretje een zet en daarmee voldoende snelheid om een stuk de helling op te rijden en weer terug te rollen. Je remt het karretje weer af. Je meet de snelheid van het karretje en moet die weergeven in de (*v*,*t*)-grafiek.
2. *Welke (v,t)-grafiek gaat er ontstaan? Geef daarbij specifieke punten in de grafiek aan* (de doorsnijding met y-as, het karretje op het hoogste punt, etc) (think)
3. Vraag leerlingen om hun grafiek te vergelijken met die van de buren. (pair)
4. Vraag een paar leerlingen om hun grafiek te tonen en toe te lichten. (share)
5. Voer de demo uit: geef het karretje een goede zet de heuvel op (laat los!) en vang deze op de terugweg weer op ongeveer hetzelfde punt op.
6. Vraag leerlingen te reflecteren op de overeenkomsten en verschillen tussen hun grafiek en de metingen. Geef, wanneer nodig, de juiste interpretatie van de meetresultaten, koppel expliciet de drie grafieken aan elkaar en aan de beweging van het karretje. Zo kun je stil staan bij:
   1. *Op welk punt in de grafiek bereikt het karretje het hoogste punt?*
   2. *Wat betekent een negatieve snelheid?*
7. Controlevraag. Een leuk kinderspel is een balletje schieten en dan vangen. *Teken het (v,t)-grafiek van het balletje vanaf het moment dat je het wegschiet totdat je* *het opvangt.*

[FP5\_figuur3] *Figuur 3. Balletje schieten*

**Natuurkundige achtergrond**

De knik in de (*v*,*t*)-grafiek bij 0 komt doordat de wrijvingskracht van richting verandert.

**Tips**

* Het grafisch voorspellen van de snelheid en versnelling is een essentieel onderdeel van deze demonstratie. Leerlingen moeten inzien dat wat ze dachten mogelijk niet overeenkomt met de metingen. Zodra een dergelijk ‘cognitieve conflict’ ontstaat kan dit resulteren in leren.
* De IOlab is op een zelfde manier te gebruiken bij andere bewegingen, bijvoorbeeld bij de overgang van eenparig versneld naar een eenparige beweging. Laat de auto bovenaan de helling beginnen en horizontaal uitrijden. Volg daarbij wederom bovenstaande stappen.
* Verzwaar je de IOlab met bijvoorbeeld 100 g dan krijg je data met minder ruis.