**B10 Omhoog druppelen**

[subtitel]

Bemonsteren

[onderwerpsymbool Mech]

Tijd

15 minuten

Bereik

V4/5, H5

Begrippen: Frequentie, bemonsteren

[inleidend kader]

In films en reclamespotjes zie je autowielen achteruit draaien terwijl de auto gewoon vooruit rijdt. Hoe zit dat precies? En hoeveel metingen heb je nodig om een (analoog) signaal (digitaal) te bemonsteren zodat je het signaal kunt reconstrueren?

[eind kader]

[FP05\_figuur1; onderschrift]

*De opstelling.*

[FP05\_figuur2; onderschrift]

*Een beeld zoals de leerlingen dat zullen zien.*

**Nodig**

Druppelaar; stroboscoop; opvangbak; water; verduisterbare ruimte; slinger

**Voorbereiding**

Zet een druppelaar, bijvoorbeeld zoals je bij pipetteren gebruikt, op tafel. Plaats daaronder de opvangbak voor het opvangen van de druppels. Zet een stroboscoop naast de opstelling. Zet ook alvast de slingeropstelling klaar, waarbij de slingerlengte niet al te groot is (vooraf meten wat de periode is!).

**Uitvoering**

Leg kort uit dat je het effect van het achteruit draaien van wielen gaat verklaren met behulp van een demonstratie. De flits van de stroboscoop komt overeen met één beeldje van de film. Je bent de beweging aan het bemonsteren.  
Zet de stroboscoop aan en draai het kraantje een beetje open zodat er snel druppels achter elkaar uitvallen. Door de flitsfrequentie te variëren kun je de druppels als het ware stil zetten; langzaam naar beneden laten vallen of omhoog laten gaan.  
Vervang de druppelaar door de slinger. Stel de flitsfrequentie in zodat de slinger alleen in de uiterste standen te zien is, of in de evenwichtsstand. Vraag de leerlingen eerst of ze nu kunnen weten of de slinger heen en weer beweegt of stil staat. Vraag de leerlingen vervolgens wat ze zullen zien wanneer je de flitsfrequentie een klein beetje verhoogt en controleer het antwoord door de flitsfrequentie te verhogen.

**Natuurkundige achtergrond**

Voor het kunnen construeren van een analoog signaal door middel van het nemen van samples (digitaal), heb je minimaal 2 metingen per periode nodig. Dit wordt het Nyquist- criterium genoemd. Is de bemonsteringsfrequentie lager dan deze frequentie, dan ontstaat het zogenoemde aliasing; het effect zie je terug bij terugdraaiende wielen van auto’s in films.

**Tips**

Er zijn filmpjes te vinden waarin het verschijnsel prachtig is te zien, bijvoorbeeld bij een helikopter. de link is te vinden bij deze demo B10 op de NVON-site, [www.nvon.nl/showdefysica2](http://www.nvon.nl/showdefysica2)

Site

link <https://www.youtube.com/watch?v=gkzKi-8cWxQ>

Ook link naar aliaisng plaatsen

Testresultaten Anita Tol verwerken