

OuNa 7 Smart Phone

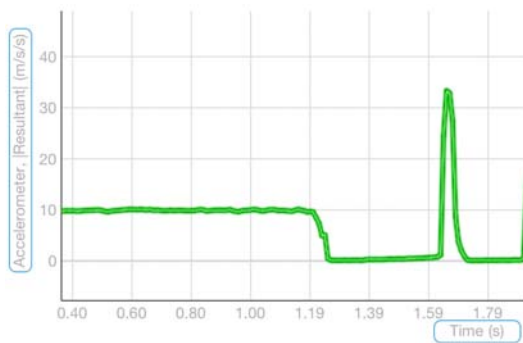
NVOX, 38^e jaargang, januari 2013 nr. 1

Ruud Brouwer, Don Bosco College te Volendam, rbrouwer@donboscollege.com

De smartphone is niet als *meetinstrument* in het Nieuwe Natuurkunde (NiNa) programma opgenomen. Wat jammer en wat een gemiste kans om het practicum te vernieuwen! Want wat blijkt: je kunt er prachtige Oude Natuurkunde (OuNa) mee doen. Nu ik op mijn smartphone een app gebruik die direct de versnelling als functie van de tijd kan meten én weergeven, zal ik in 2015 met weemoed terugdenken aan het huidige natuurkunde programma waarin de formule van de vrije val ($x = \frac{1}{2}gt^2$) en de slingerformule ($T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$) doodnormale contexten in de lessen en in de natuurkunde-examens h/v waren. Hetzelfde geldt voor de kegelslinger / zweefmolen ($a_c = v^2/r$) en over de kop in attractieparken ($G = F_N/F_z$). In de NiNa-examens vanaf 2015 zijn deze onderwerpen verboden en ze zullen daardoor vast ook uit de lessen verdwijnen.

Vrije val

Zet de app aan en laat je smartphone van 1,00 m hoogte op een zacht kussen vallen (ik gebruik 'SPARKvue' die geschikt is voor de iPad, iPhone en iPod, maar je kunt ook de app 'Accellogger' gebruiken die geschikt is voor Android systemen). Op het scherm is dan deze grafiek te zien:



1. De vrije val.

De app is zo ingesteld dat de resulterende versnelling is gemeten. Er zitten in de smartphone drie versnellingsmeters: een in de x-richting, een in de y-richting en een in de z-richting.

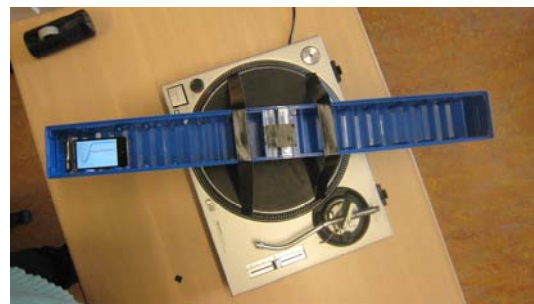
Door met je vinger op de verticale as van het diagram op het scherm te tikken, kun je naar keuze a_x , a_y , a_z of Σa selecteren. Zoals in figuur is te zien, is Σa voor het loslaten gelijk aan g . Op het moment van loslaten wordt de smartphone gewichtloos en dan is Σa gelijk aan 0 ms^{-2} .

Het instellen van de meettijd en de meetfrequentie wijst zich vanzelf. In deze meting was dat 3 s en 100 Hz. Inzoomen en uitzoomen gaat door een paar soepele vingerbewegingen over het scherm. Als ik flink inzoom, lees ik af dat de val begint op $t = 1,19 \text{ s}$ en eindigt op $1,64 \text{ s}$. Met $x = \frac{1}{2}gt^2$ volgt $g = 9,88 \text{ m/s}^2$. Prachtig!

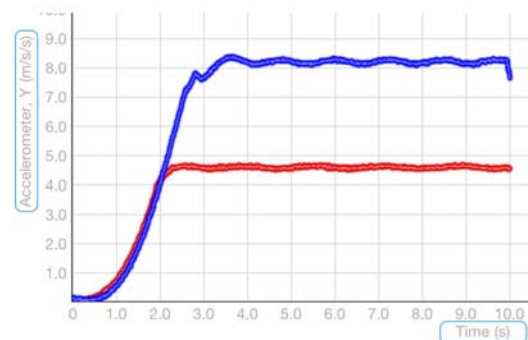
Behalve je schermafbeelding als foto bewaren, kun je de meetwaarden ook naar Excel exporteren zodat verdere analyse mogelijk is.

Op de pick-up

Deze cirkelbeweging mag van NiNa nog net. Op de pick-up is de smartphone in een bakje gelegd. Deze pick-up had twee standen: 33 t/min en 45 t/min.



2. De iPhone op een pick-up.



3. Registraties bij 33 t/min en 45 t/min.

De rode grafiek hoort bij 33 t/min en de blauwe grafiek bij 45 t/min. Het op gang komen van de pick-up is mooi zichtbaar.

De theorie van de middelpuntzoekende versnelling voorspelt: $a_c \sim f^2$. Kan deze meting dit bevestigen?

Uitlezen van de grafiek geeft: $a_{45} = 8,20 \text{ m/s}^2$ en $a_{33} = 4,54 \text{ m/s}^2$, dus $a_{45}/a_{33} = 8,20/4,54 = 1,81$.

Dit komt aardig overeen met $(45/33)^2 = 1,9$.

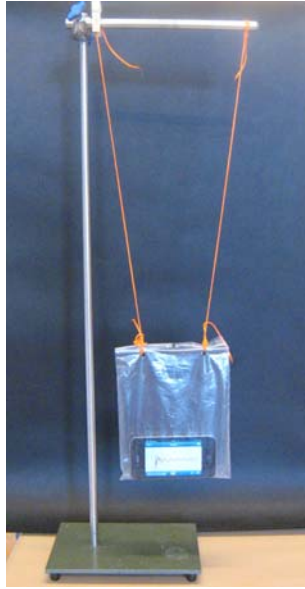
De bibbers in het horizontale stuk van de blauwe grafiek zijn duidelijk groter dan bij de rode grafiek. Misschien komt dit doordat ik in het tegenoverliggende bakje geen contragewicht had geplaatst.

Nog een paar standaardproeven

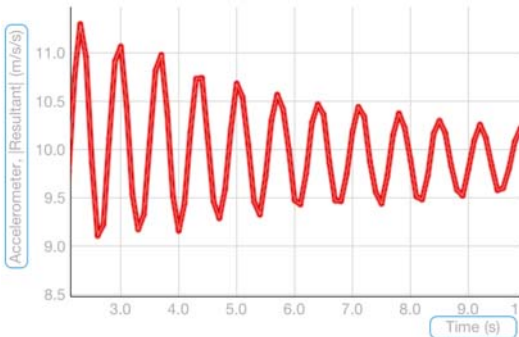
Standaardproeven zijn tot dusver natuurlijk de slinger en het blokje aan een veer.

De $a(t)$ -grafieken die hierbij horen, zijn voor veel leerlingen niet evident. Is de slinger in een omkeerpunt als de $a(t)$ -grafiek een maximum of minimum bereikt of juist niet? Als je niet goed oplet, lezen leerlingen $0,5T$ (van top naar top) af terwijl ze denken dat dit $1,0T$ is.

Bepaal de verticale component van a op het moment dat de smartphone door de evenwichtsstand gaat. Met $ma = F_s - mg$ is de waarde van de spankracht F_s te bepalen.



4. De smartphone als slinger



5. De $a(t)$ -grafiek van de singer.

In een attractiepark

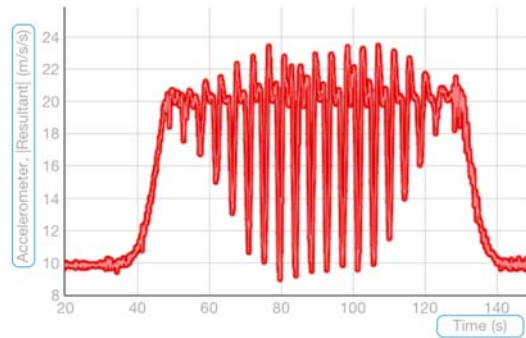
Als je de schommel te weinig uitdaging vindt, kun je op attractieparken met de versnellingsapp prima aan de slag. In de zweefmolen de middelpuntzoekende versnelling bepalen of in de 'G-force' (zie de attractie op de foto) aan een horizontale en vrijwel verticale cirkelbeweging meten. Het wiel komt eerst in horizontale stand op toeren en richt zich daarna op.



6. De G-force in Walibi horizontaal.



7. De G-force bijna verticaal.



8. De $a(t)$ -grafiek tijdens een tochtje in de G-force.

De meting is kwalitatief al lastig genoeg voor leerlingen om te interpreteren. Heel mooi is te zien dat het draaiende wiel waar de gondeltjes met de proefpersonen aan hangen in horizontale stand vanuit stilstand op $t = 35$ s is begonnen met draaien en op $t = 48$ s het maximale toerental heeft bereikt.

Vanaf $t = 48$ s richt het wiel zich op en staat op $t = 80$ s vrijwel verticaal.

Vanaf $t = 102$ s begint het wiel weer te dalen naar de horizontale stand en vanaf $t = 130$ s remt het wiel af.

Op $t = 143$ s staat het wiel weer stil en kun je uitstappen.

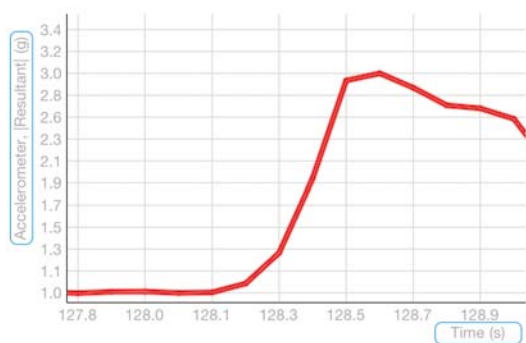
Waarom worden de minima steeds dieper als het wiel zich opricht? Ervaart de proefpersoon de grootste G-kracht ($= F_N/F_z$) in een maximum of minimum van de grafiek? Uit de leerlingantwoorden op dit soort vragen zal meteen blijken of ze je uitleg over de cirkelbeweging begrepen hebben.

De Space Shot

Wie nu nog niet misselijk is kan zijn volgende meting in de Space Shot doen. Langs een paal word je in nog geen 0,4 s verticaal afgeschoten en beweeg je daarna tot grote hoogte.



9. De Space Shot in Walibi.



10. a uitgedrukt in g.