

PROEFPRIKKELS 10

Periodieke uitgave van STEVIN natuurkunde

www.stevin.info

stevin@stevin.info

januari 2020

Achilles en Hoge hakken

Achilles zal wel geschrokken zijn toen zijn moeder Thetis hem aan zijn hielen in de Styx doopte om hem onkwetsbaar te maken. Zoals dat gaat in verhalen, werd hij juist daar gedood door een giftige pijl.

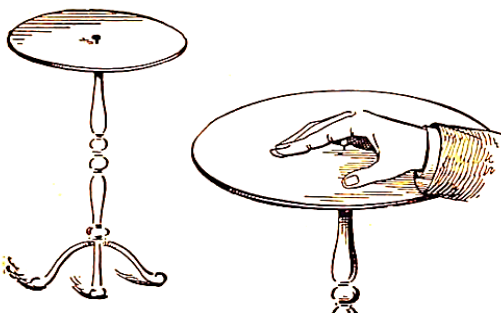
Philip Verheyen was in 1693 de eerste die de pees onder deze naam beschreef.

Michel Jackson helde in *Smooth Criminal* ([film](#)) vervaarlijk ver voorover, meer dan natuurkundig mogelijk is. Hoe hij dat deed? Allereerst door zijn achillespees zwaar te belasten. En bovendien door een forse spijker in de vloer aan te brengen die in zijn hak paste.

■ Louis Mathot



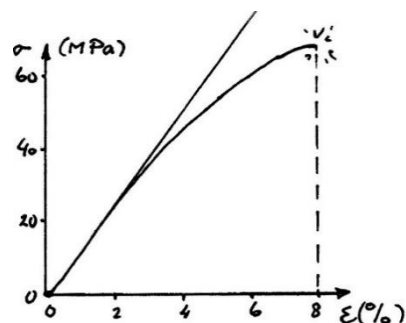
Die truc is bekend van goochelaar *Herrmann the Great*. Neem – net als hij – een licht tafeltje en druk een punaise in het blad. Bedek het geheel met een dunne doek. Til het tafeltje langzaam en bezwerend op met je vlakke hand. Hoe? Met een ring (ruim om je middelvinger) die je onder de kop van de punaise hebt gehaakt. Haal de doek tegelijk met de punaise weg en laat je publiek de tafel controleren.



Hoge hakken

Vertel je leerlingen bij het hoofdstuk [Vervormingen](#) in het havo-boek dat ze hoge hakken niet te vaak moeten dragen. Daardoor wordt de achillespees korter en stijver en moeten je kuitspieren harder werken. Tijdens het lopen zorgt de opgeslagen veerenergie in de pees tijdens de stand- fase er namelijk voor dat de kuitspieren een deel van de energie terugkrijgen.

De achillespees verbindt de kuitspieren met het hielbot. De spanning/rek-grafiek is gemeten. De pees is zo'n 12 mm dik en 20 cm lang.



Hoge hakken worden gemaakt van polypropreen (pp). **Bewering:** De achillespees heeft dezelfde elastische eigenschappen als een touw van polypropreen met dezelfde maat.

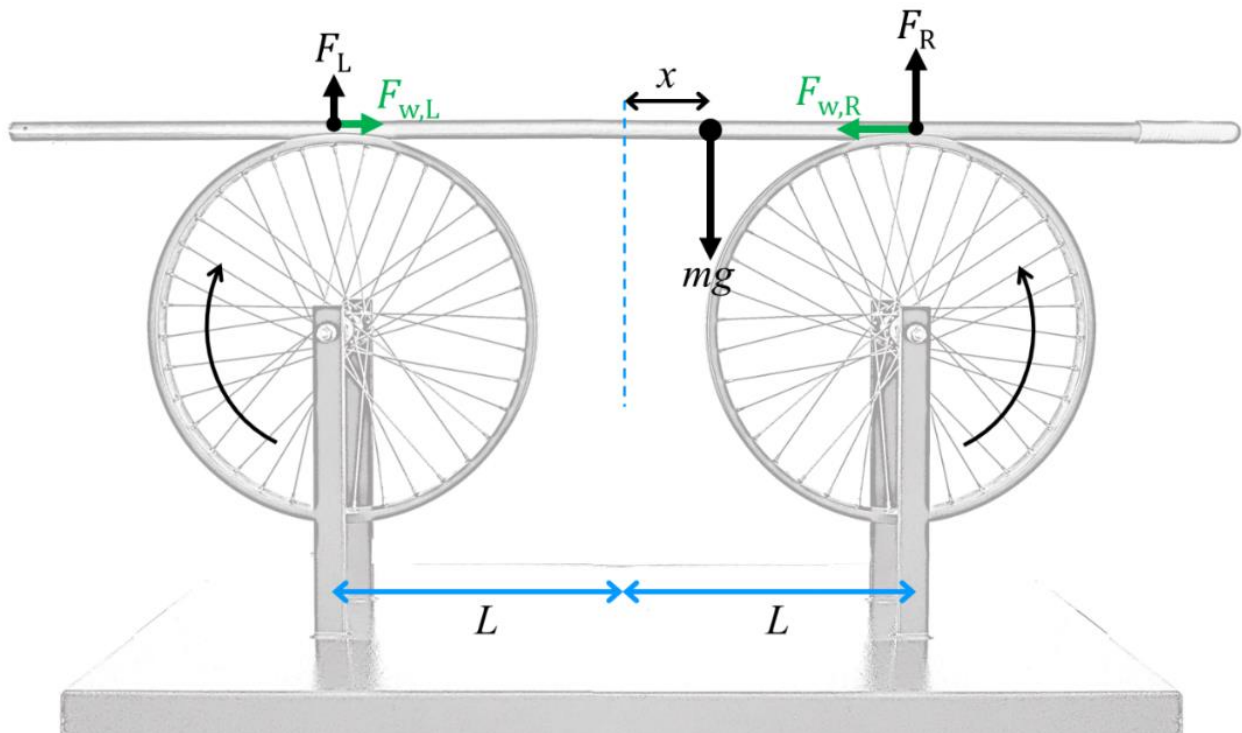
- Zoek uit of dat klopt.

Bezemsteel op fietswielen

Bewijs van $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\mu \cdot g}}$

De docenteprijsvraag over de bezemsteel op fietswielen werd op de WND-conferentie door 15 collega's opgelost. Sommige inzendingen waren wiskundig van aard, andere meer intuïtief, maar alle oplossingen waren correct. Na loting kregen drie winnaars hun prijs: een met een lasercutter gemaakte loopkat.

■ Louis Mathot en Hubert Biezeveld



Ieder wiel draagt een stuk met lengte L , plus of min een stuk met lengte x .

Verder geldt: $F_w = \mu \cdot F_z$.

Voor de terugdrijvende kracht ΣF geldt dan:

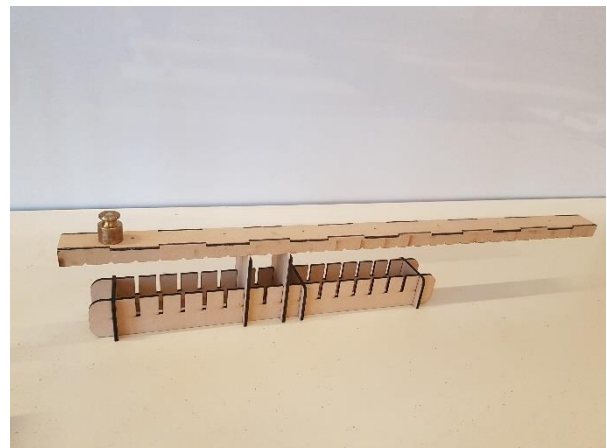
$$\Sigma F = \mu \cdot (F_R - F_L) = \mu \cdot \frac{1}{2} mg \left(\frac{L+x}{L} - \frac{L-x}{L} \right) = \frac{\mu \cdot mg}{L} \cdot x$$

$$\Rightarrow C = \frac{\mu \cdot mg}{L} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\mu \cdot g}}$$

Opmerking: Twee keer de momentenwet toepassen, eerst t.o.v. draaipunt L en daarna t.o.v. R , geeft hetzelfde resultaat voor $F_R - F_L$.



Op de markt van de WND-conferentie



De loopkat

Finesse

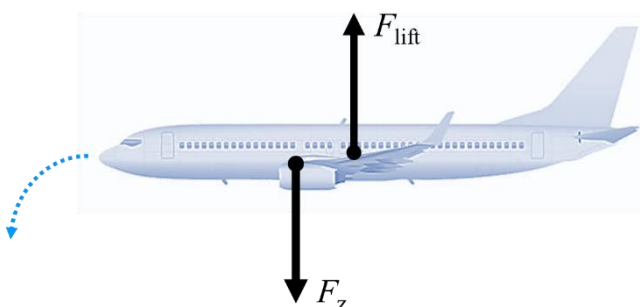
Ieder jaar organiseer ik op school een bèta-dag. Gastcolleges, masterclasses, practica en shows wisselen elkaar dan af. Op die manier krijgen de leerlingen een idee over de inhoud van verschillende bètastudies en hoe een dag op de universiteit of hbo er ongeveer uit zou kunnen zien. Dit jaar heb ik voor een practicum een idee uit het boek 'De Wetten van de Vliegkunst' van Henk Tennekes gebruikt: met slechts een briefkaart en een grote paperclip kun je als vliegtuigbouwer aan de slag.



■ Ruud Brouwer

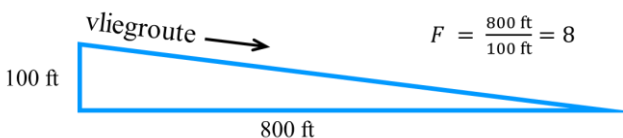
Theorie

Een vliegtuig in kruisvlucht is een balans. Als je tijdens de vlucht achterin naar de wc gaat, zal de (automatische) piloot direct de balans herstellen door te trimmen, anders gaat het vliegtuig klimmen. Het is om dezelfde reden niet vanzelfsprekend dat je voor de start in een halfvol vliegtuig zelf een andere stoel mag kiezen. We laten voor het gemak de liftkracht op de kleine achtervleugel achterwege. Er blijven dan in verticale richting twee krachten over: F_{lift} en F_z .



Als het aangrijpingspunt van F_z voor F_{lift} ligt, zal het vliegtuig voorover gaan. Alleen als deze twee krachten hetzelfde aangrijpingspunt hebben (en even groot zijn) is de vlucht horizontaal. De balans is dan in evenwicht.

Met *Finesse* F wordt bedoeld de horizontale afstand die een vliegtuig in glijvlucht aflegt per meter daling.

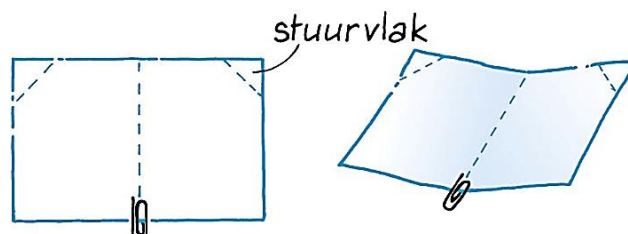


De proef

Het 'vliegtuig' is nog even niks anders dan een briefkaart of een A5-je van zwaar papier. Zie ook [Doen](#) van H3 uit het havo-boek. Als je de briefkaart een zetje vooruit geeft, wil het vliegtuig helemaal niet vliegen: het tuimelt achterover. Het zwaartepunt ligt in het midden, maar het aangrijpingspunt van de liftkracht ligt kennelijk vóór het midden.

- a Geef je briefkaart (of A5-je) een zetje en controleer het achterover tuimelen.

Het zwaartepunt van het vliegtuig moet dus naar voren toe verschoven worden. Dit doe je met een of meer paperclips.



Maak nog geen enkele vouw in de briefkaart. Schuif de paperclip erop, *precies* in het midden van de lange kant. Als de paperclip te ver uitsteekt, gaat het vliegtuig duiken. Zit de paperclip te ver naar achteren, dan gaat het vliegtuig 'golven': eerst de neus omhoog totdat de snelheid te klein wordt, dan duiken om weer snelheid te pakken, dan weer de neus omhoog, enz..

Als je vliegtuig goed 'getrimd' is (je moet wel even pielen), ligt het zwaartepunt precies op de juiste plek en daalt de briefkaart in een mooie glijvlucht. Zet de paperclip met plakband vast.

Als het vliegtuig niet koersvast is (het neemt een spiraalduik), kan een middenvouw van voor naar achter helpen. Met de stuurvlakken omhoog, gaat het vliegtuig langzamer vliegen en je zult ontdekken dat een rustige vlucht in de buurt van de minimum snelheid onmogelijk is, net als bij een landend verkeersvliegtuig.

- b Probeer finesse $F = 5$ te halen.
Gooi je briefkaart met verschillende snelheden weg.
c Is de snelheid van invloed op F ?

Prijsvraag 37

Drie Lucifers

Klik op deze [link](#), je leerlingen maken kans op € 25,-

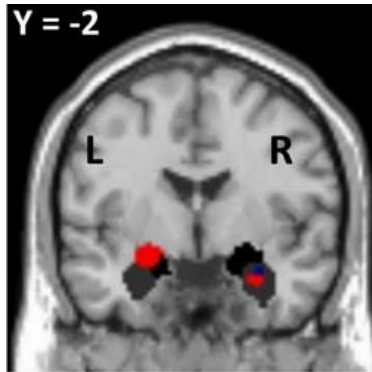


Akelige geluiden

Nagels, krassend over een bord. Vingers, piepend over een ballon. Alleen al bij de gedachte eraan krimpen sommigen ineen, maar vooral als ze het ook zien gebeuren. Anderen ergeren zich aan iemand die ze horen kauwen. Met fMRI (functionele kernspintomografie) is te zien dat de amygdala (twee amandelvormige kernen in de hersenen) oplichten als proefpersonen iets naars horen. Zou dat te maken kunnen hebben met de kreet van een 'damsel in distress' of met de alarmkreet van een verre verwant?

■ Louis Mathot

IJzer



Hemoglobine in de rode bloedlichaampjes bevat ijzer; vandaar dat bloed naar ijzer smaakt. Voor een activiteit ergens in de hersenen is zuurstof nodig. Prompt wordt in zo'n drie seconden zuurstofrijk bloed naar die plaats gebracht en die zuurstof wordt getransporteerd door ijzer. Het bloed is daar dus in zekere overmaat aanwezig. Nu is zuurstofrijk bloed diamagnetisch; zuurstofarm bloed is paramagnetisch. De overmaat geeft minder verstoring van het aangelegde magneetveld in de fMRI en het signaal zal op die plek dus sterker zijn en oplichten.

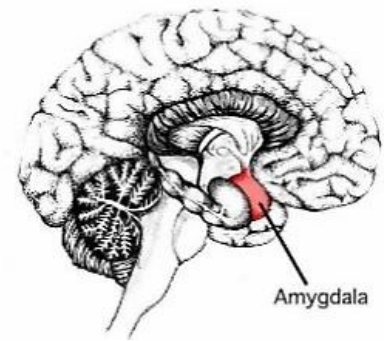
Op een plaats delict worden fluoresceïne en luminol ($C_8H_7N_3O_2$) gebruikt omdat die twee reageren op ijzer en op die manier bloed zichtbaar maken.

Kwint

Geluiden die akelig klinken zijn relaxatietrillingen, veroorzaakt door een slip/stop – beweging, net zoals bij strijkinstrumenten. Galilei krabde een bronzen plaat schoon met een scherpe beitel. Af en toe hoorde hij een snerpend geluid en zag dan evenwijdige streepjes op het brons. Krabde hij sneller, dan was de toon hoger en de afstand tussen de streepjes kleiner, 45 tegenover 30 op hetzelfde stuk. De conclusie van deze zoon van een musicus was: die twee tonen zouden samen een *kwint* vormen.

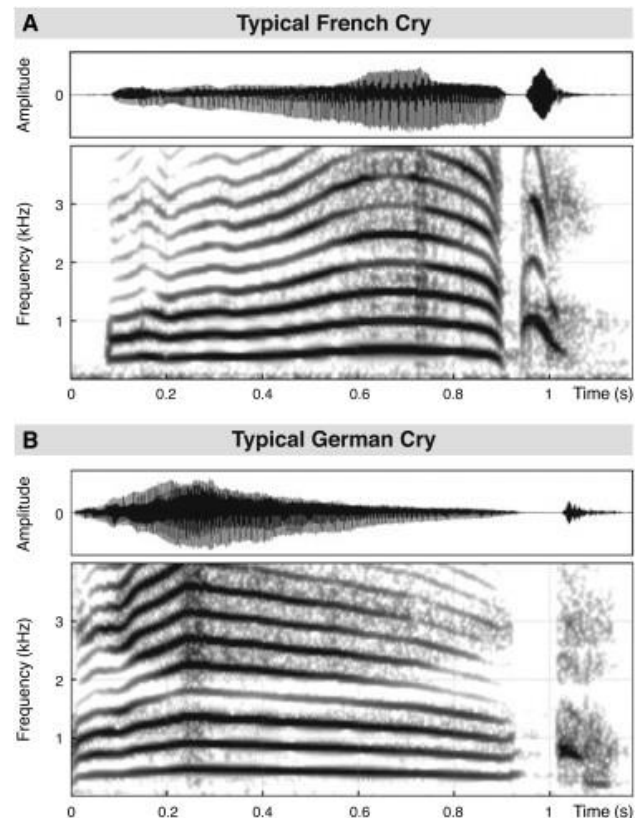
Bron:

D. Lynn Halpern, Randolph Blake and James Hillenbrand (1986). Psychoacoustics of a chilling sound. *Perception & Psychophysics*. 39 (2), 77-80



Opdrachten

- Neem het geluid op van een wissel of een kurk op glas of verzin zelf wat. Onderzoek met een toongenerator of een toon van 2800 Hz de oorzaak van het ongemak vormt. Klopt het dat het geluid sterk lijkt op de alarmkreet van [makaken](#)?
- Franse en Duitse baby's huilen verschillend omdat ze al tijdens de zwangerschap de lage tonen hebben gehoord en de melodie van hun 'moedertaal' hebben geleerd. Vraag je Franse en Duitse leraren of zij een voorbeeld willen geven van die taalmelodie.



- Gebruik een black light en een druppeltje bloed (of beter: formaline) om aan te tonen dat een klasgenoot ergens in het donker heeft gemorst – al dan niet nabewerkt met bleekwater. Wat is het verschil tussen luminol en fluoresceïne als er bleekwater is gebruikt?