



Leonardo da Vinci was Galilei en Newton vÃ³r

Beschrijving

Ingenieurs van Caltech hebben ontdekt dat Leonardo da Vinci's begrip van de zwaartekracht â?? hoewel niet helemaal nauwkeurig â?? zijn tijd eeuwen vooruit was.

In een artikel gepubliceerd in het tijdschrift *Leonardo*, was een frisse blik op een van da Vinci's notitieboekjes voor de onderzoekers voldoende om aan te tonen dat de beroemde polymath experimenten had bedacht om aan te tonen dat zwaartekracht een vorm van versnelling is. Bovendien dat hij de zwaartekrachtconstante verder modelleerde tot ongeveer 97 procent nauwkeurigheid.

Galilei en Newton

Da Vinci, die leefde van 1452 tot 1519, liep ver vooruit bij het verkennen van deze concepten. Pas in 1604 zou *Galileo Galilei* theoretiseren dat de afstand die een vallend voorwerp aflegt evenredig is met het kwadraat van de verstreken tijd en pas aan het einde van de 17e eeuw zou *Sir Isaac Newton* dat uitbreiden om een wet van universele zwaartekracht te ontwikkelen. Da Vinci's voornaamste hindernis werd beperkt door de middelen waarover hij beschikte. Hij miste bijvoorbeeld een manier om de tijd nauwkeurig te meten terwijl objecten vielen.

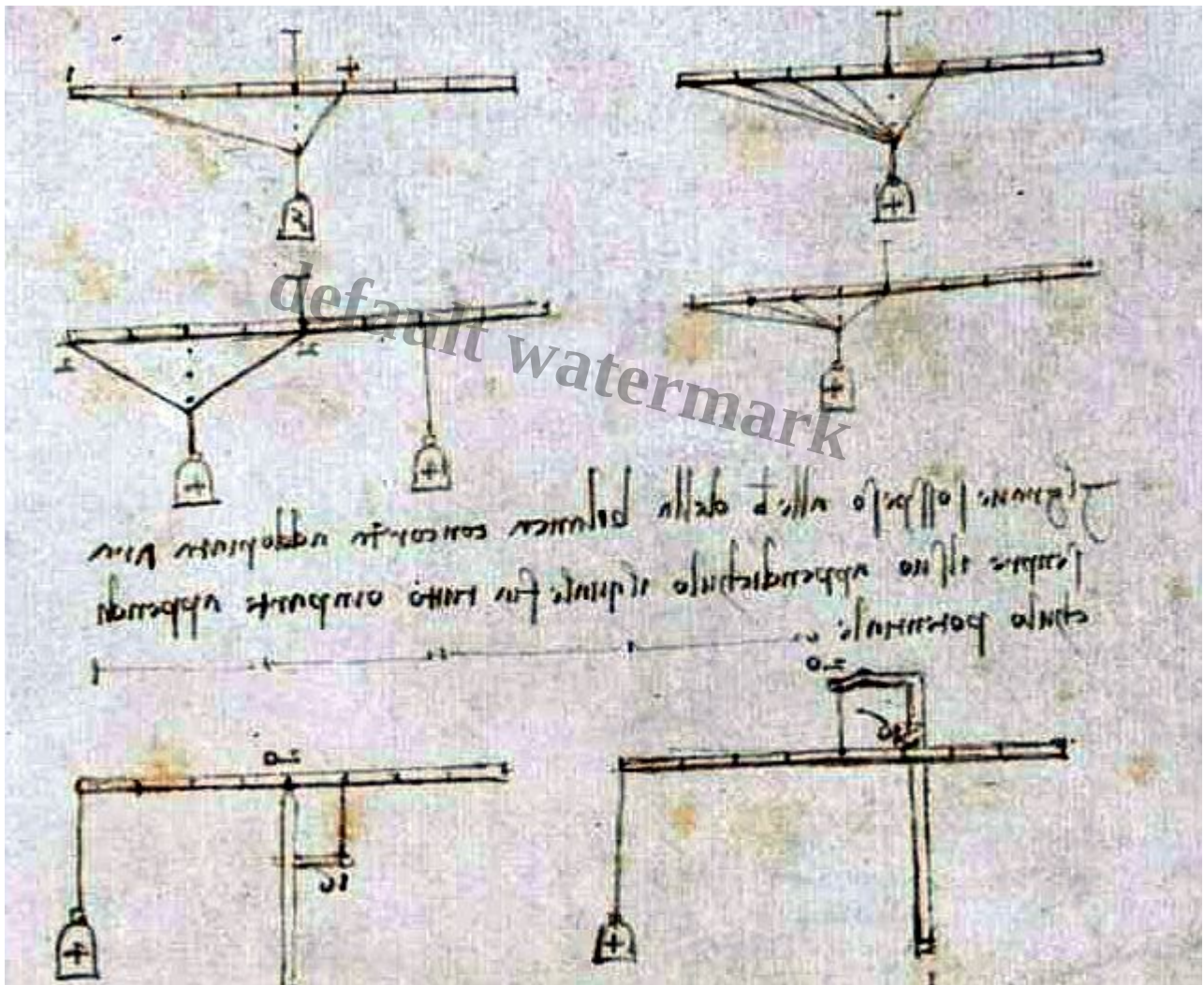
Codex Arundel¹

Da Vinci's experimenten werden voor het eerst opgemerkt door *Mory Gharib*, de *Hans W. Liepmann Professor of Aeronautics and Medical Engineering*, in de *Codex Arundel*. Dat is een verzameling papers geschreven door da Vinci over wetenschap, kunst en persoonlijke onderwerpen. Begin 2017 was Gharib de technieken van stroomvisualisatie van da Vinci aan het verkennen om te bespreken met zijn studenten. Daar zag hij een reeks schetsen van driehoeken die werden gegenereerd door zandachtige deeltjes die uit een pot stroomden.

â??Wat mijn aandacht trok, was toen hij â??Equatione di Motiâ?? schreef over de hypotenusa van een van zijn geschetste driehoeken â?? de driehoek die een gelijkbenige rechthoekige driehoek wasâ??, zegt Gharib, hoofdauteur van het Leonardo-artikel. â??Ik raakte geïnteresseerd om te zien wat

Leonardo bedoelde met die zin.â?•

Om de aantekeningen te analyseren, werkte Gharib samen met collegaâ??s *Chris Roh*, destijds een postdoctoraal onderzoeker bij *Caltech* en nu assistent-professor aan de *Cornell University*, evenals *Flavio Noca* van de *University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland* in GenÃ?ve. Noca zorgde voor de vertalingen van da Vinciâ??s Italiaanse aantekeningen (geschreven in zijn beroemde linkshandige spiegelschrift dat van rechts naar links leest) terwijl het trio zich over de diagrammen van het manuscript boog.



De diagrammen van Da Vinci in de Codex Arundel

Da Vinciâ??s experiment

Da Vinci beschrijft een experiment waarbij een waterkruik langs een recht pad parallel aan de grond zou worden bewogen, waarbij water of een korrelig materiaal (hoogstwaarschijnlijk zand) zou worden afgevoerd. Zijn aantekeningen maken duidelijk dat hij zich ervan bewust was dat

- het water of zand niet met een constante snelheid naar beneden zou vallen, maar eerder zou versnellen,

- ook dat het materiaal niet meer horizontaal versnelt, omdat het niet langer wordt beïnvloed door de werper,
- en dat de versnelling puur naar beneden gericht is door de zwaartekracht.

Als de werper met een constante snelheid beweegt, is de lijn die wordt gecreëerd door vallend materiaal verticaal, dus er vormt zich geen driehoek. Als de werper met een constante snelheid versnelt, vormt de lijn die wordt gecreëerd door de verzameling vallend materiaal een rechte maar schuine lijn, die vervolgens een driehoek vormt. En, zoals da Vinci in een sleuteldiagram aangaf, als de beweging van de werper wordt versneld met dezelfde snelheid als de zwaartekracht het vallende materiaal versnelt, ontstaat er een gelijkzijdige driehoek. En dat is de oorspronkelijke opmerking van Gharib over da Vinci's notitie *Equatione di Moti* of egalisatie (gelijkwaardigheid) van bewegingen.

Da Vinci probeerde vervolgens die versnelling wiskundig te beschrijven. Het is hier, volgens de auteurs van de studie, dat hij niet helemaal op de goede weg was. Om het proces van da Vinci te onderzoeken, gebruikte het team computermodellering om zijn watervaas-experiment uit te voeren. Daaruit bleek waar Da Vinci's fout zat.

2^t of t²

Wat we zagen, is dat Leonardo hiermee worstelde, maar hij modelleerde het omdat de afstand van het vallende object evenredig was met 2 tot de t-macht [waarbij t de tijd vertegenwoordigt] in plaats van evenredig met t in het kwadraat, zegt Roh. Dat is verkeerd, maar we kwamen er later achter dat hij dit soort verkeerde vergelijking op de juiste manier gebruikte.

We weten niet of Da Vinci verdere experimenten heeft uitgevoerd of deze vraag dieper heeft onderzocht, zegt Gharib. Maar het feit dat hij op deze manier met dit probleem worstelde in het begin van de 16e eeuw toont aan hoe ver zijn denken vooruit was.

Het artikel is getiteld *Leonardo da Vinci's visualisatie van zwaartekracht als een vorm van versnelling*.

¹ De *British Library* heeft een van de schetsboeken van Da Vinci, zijn *Codex Arundel*, helemaal online plaatste, in hoge resolutie en met de mogelijkheid om naar believen in te zoomen op elk mogelijk detail uit het 570 pagina's tellende boek, waar Leonardo tussen 1480 en 1518 aan werkte.

Het is vreemd dat hij het boek bij leven nooit publiceerde. Hij verkoos het aan een van zijn leerlingen te geven, *Francesco Melzi*. Sindsdien is het gedesintegreerd en belandden aparte pagina's in de handen van collectioneers en musea wereldwijd.

Het is dan ook een prestatie te noemen dat het *British Museum* het oorspronkelijke boek in haar geheel weer wist samen te stellen, zij het digitaal. Al is het niet de eerste poging. In 2007 kwam reeds een online versie uit, met leerrijke annotaties en animaties. Maar nog nooit kon je het in dergelijke mate in detail bekijken. [Klik hier om het volledige schetsboek te bekijken!](#)

Datum aangemaakt

2023/02/14