



Omvallende dominostenen

Keuzeopdracht natuurkunde voor 4/5/6 vwo

Een herhalende opdracht over "mechanische energie"

Voorkennis: Wet van behoud van energie, vormen van energie, zwaartepunt.

8 slu

© 2012 Universiteit Utrecht: Junior College Utrecht

leerlingenversie

Op 13 november 2009 werd er een nieuw wereldrecord gevestigd met het omvallen van dominostenen. Welgeteld vielen er toen 4.491.863 dominostenen om na een klein zetje tegen de eerste. Er lijkt zich hier een wonderlijk fenomeen voor te doen. De bewegingsenergie van 1 steentje lijkt in staat om meer dan 4 miljoen steentjes te laten bewegen. Wat is hier aan de hand?



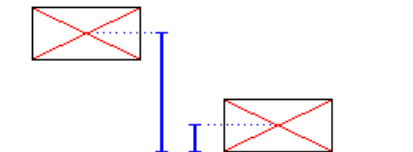
Oriëntatie

Bekijk kort het verslag van Domino D-day (youtube: Domino Day 2009 World Record). Er vallen niet alleen stenen om, maar er worden nog veel meer objecten in beweging gezet. Hiervan zijn meer voorbeelden te vinden in bijvoorbeeld de film "Der Lauf der Dinge", of bij demonstraties die bij Nemo in Amsterdam gegeven worden. Voordat je hierop verder aan gaat werken haal je eerst wat eenvoudig energie-omzettingen weer op.

Vraag 1. Eenvoudige val.

Bij een val wordt zwaarte-energie omgezet in bewegingsenergie. Stel je laat een dominosteentje van enige hoogte naar beneden vallen (zie figuur).

- Welke soorten energie heeft het steentje voor het vallen? En welke tijdens het vallen?
- Waar blijft die energie bij neerkomst van het steentje?
- Bereken de maximale snelheid die het steentje krijgt bij verschillende valhoogtes. Kies zelf een redelijke waarde voor de massa en de hoogtes.
- Waarom haalt het steentje bij grote hoogtes die maximale valsnelheid niet?



-
- e. Waarin wordt de zwaarte-energie bij zo'n hoge val nog meer in omgezet? Hoe zou je die 'verloren' energie kunnen meten?
-

Vraag 2. Een dominosteen valt om

Bij deze vraag heb je een standaard dominosteen nodig voor zijn maten en massa.

Bij een dominosteen die omvalt treden er gelijksoortige energie-omzettingen op als bij een val recht naar beneden. Ook hier wordt zwaarte-energie omgezet in bewegingsenergie. Maar de steen draait om zijn onderste zijde. Daarom kijken we ook naar de beweging van zijn zwaartepunt. En ... naar het zetje dat nodig is om de steen te laten vallen.

- Teken een dominosteen op ware grootte, in zij-aanzicht en geef aan waar het zwaartepunt zit.
 - Teken in zij-aanzicht de baan die een dominosteen beschrijft als hij omvalt en plat neerkomt. Teken ook de baan van het zwaartepunt.
 - Bepaal (uit je tekening of door berekening) hoeveel energie moet worden toegevoegd om de dominosteen te laten omvallen.
-

Onderzoek

Je begint je onderzoek met de basisregels voor dominomechanica. Daarna ga je je eigen vragen stellen.

Vraag 3. Een rij van twee dominostenen

Als twee dominostenen achter elkaar staan, kan de ene bij het omvallen de andere ook omstoten.

- Bepaal hoe ver de bovenkant van de dominosteen 'uit het lood' staat als hij begint te vallen.
 - Bepaal ook hoe ver de dominosteen uit het lood staat als hij genoeg kinetische energie heeft om zijn buur om te stoten.
 - Bepaal de minimale afstand die er tussen de twee stenen moet zitten om de ene steen de andere te laten omstoten.
 - Hoe hangt deze minimale afstand af van de eigenschappen van een dominosteen, zoals zijn lengte, zijn dichtheid, En wat betekent dat voor de 'optimale dominosteen'?
 - Wat kun je zeggen over de maximale afstand?
-

Vraag 4. Totale energie-omzetting D-day

Als een rij dominostenen omvalt, komen de stenen niet plat op de vloer te liggen. Dat heeft gevolgen voor de hoeveelheid zwaarte-energie die wordt omgezet.

- Hoeveel potentiële energie is er beschikbaar voor een omvallende dominosteen? Wat is de maximale snelheid van het zwaartepunt van een enkele standaard dominosteen bij het omvallen?
 - Beantwoord vraag a ook voor een dominosteen die in een rij staat en omvalt. Welke energiesoorten ontstaan er naast kinetische energie?
 - Schat de maximale zwaarte-energie die omgezet is tijdens de recordpoging. Geef aan wat je aannames zijn! Hangt het antwoord af van de vraag of de rij hier en daar een helling op of af gaat?
-

Alleen achter elkaar omvallende dominostenen zou een lang en saai programma opleveren. Daarom heeft men allerlei varianten verwerkt in het traject. Grote en kleine stenen, hele vlakken die tegelijkertijd omvallen, stenen die naar boven lopen, vliegtuigjes, auto's, draaiende slingers, alles kan verwerkt worden in zo'n traject. Als het maar blijft vallen. En dat alles in gang gezet met een enkel klein zetje.

Vraag 5. Eigen onderzoek dominostenen

Voor je eigen onderzoek aan dominostenen kun je jezelf vragen gaan stellen over bijvoorbeeld

- Bochten maken
- Kracht, moment en de rotatie-energie van een kantelende steen
- Het effect van schuiven, glijden, wrijving
- Welke marges moet je aanhouden om het record niet in gevaar te brengen doordat de ketting tot stilstand kan komen?

Daarna kun je verder kijken naar complexere opstellingen. Bijvoorbeeld:

- Hoe kom ik van kleine naar grote stenen?
- Hoe laat ik een omvallende rij een trap op lopen?
- Hoe schuin kan ik een traject laten oplopen of dalen?
-?

Ontwerp tot slot zelf een domino-opstelling met zoveel mogelijk verschillende energieomzettingen (en bouw die zo mogelijk).

Afsluiting

Maak een product waarin je je onderzoek presenteert. Daarin past natuurlijk de domino-opstelling zelf, of eventueel een filmpje ervan, plus een begeleidende poster o.i.d.. Leg daarbij uit welke energieomzettingen waar plaatsvinden.