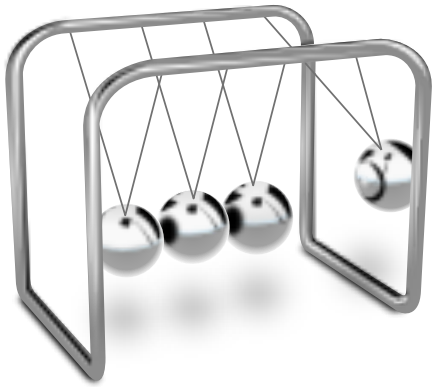
Het handboek voor Step

Anne-Marie Mahfouf
Vertaler/Nalezer: Jaap Woldringh
Vertaler/Nalezer: Kristof Bal



Het handboek voor Step

Inhoudsopgave

1 Inleiding **5**

2 Step gebruiken **6**

3 Met Step leren werken: de lessen **7**

3.1 Les 1: lichamen en veren 7
3.2 Les 2: controllers en grafieken 8
3.3 Les 3: stijve lichamen en sporen 9
3.4 Les 4: motoren en krachten 10
3.5 Les 5: verbindingen 11

4 Voorbeelden voor Step **12**

5 Dankbetuigingen en licentie **15**

Samenvatting

Step is een interactief natuurkundig simulatieprogramma. U kunt ermee natuurkundige experimenten doen door middel van simulaties. Het werkt zo: u neemt enige lichamen, voegt er wat krachten aan toe zoals de zwaartekracht en wat veren, en druk daarna op het pictogram **Simuleren** in de werkbalk, waarna Step u laat zien hoe dit stelsel evolueert volgens de natuurkundige wetten. U kunt elke eigenschap van de lichamen en krachten in uw experiment wijzigen (zelfs tijdens de simulatie) en zien wat daarvan de gevolgen zijn. Met Step leert u niet alleen natuurkunde, maar krijgt u er gevoel voor!

Hoofdstuk 1

Inleiding

Step is een interactief natuurkundig simulatieprogramma.

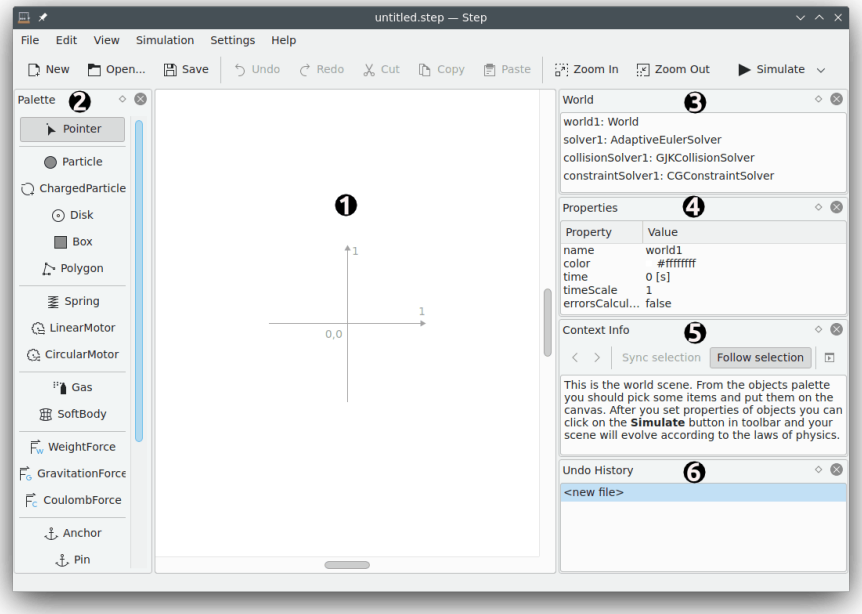
Eigenschappen van Step:

- Simulatie in twee dimensies volgens de klassieke mechanica
- Deeltjes, veren met demping, zwaarte- en elektrische krachten
- Stijve lichamen
- Botsingdetectie (nu nog alleen discreet) en afhandeling
- Zachte (vervormbare) lichamen gesimuleerd als een deeltjes-veersysteem dat door de gebruiker kan worden bewerkt, geluidsgolven
- Moleculaire dynamica (thans wordt de Lennard-Jones potentiaal gebruikt): gas en vloeistof, condensatie en verdamping, berekening van macroscopische hoeveelheden en hun varianties
- Conversie van eenheden en berekening van expressies zoals '(2 dagen + 3 uren) * 80 km/u', waarna dit zal worden beschouwd als een afstand (vereist libqalculate)
- Foutenberekening en -voortplanting: u kunt voor elke eigenschap zoiets invullen als '1,3 $\pm$ 0,2', waarna voor elke daarvan afhankelijke eigenschap de fouten zullen worden berekend met gebruik van statistische formules
- Het afschatten van fouten veroorzaakt door de oplossingsmethode: fouten die bij het oplossen zijn ontstaan worden berekend en opgeteld bij de fouten die door de gebruiker zijn ingevoerd
- Er zijn diverse oplossingsmethoden: tot aan de 8e orde, expliciet en impliciet, met of zonder een adaptieve tijdstap (voor de meesten is de GSL-bibliotheek nodig)
- Hulpmiddel voor het eenvoudig beheersen van eigenschappen tijdens een simulatie (zelfs met aangepaste sneltoetsen)
- Hulpmiddelen voor het visualiseren van de resultaten: grafiek, meter, spoor
- Contekstinformatie voor alle objecten, geintegreerde wikipedia-browser
- Verzameling van voorbeeldexperimenten, meer kunnen er worden opgehaald met KNewStuff3
- Geïntegreerd lesmateriaal

Hoofdstuk 2

Step gebruiken

Met Step wordt een natuurkundige wereld gesimuleerd. Het hoofdbestanddeel van Step (1) is die wereld in het midden van het hoofdvenster van Step, waarin u eerst de natuurkundige objecten plaatst, en waar de simulatie wordt uitgevoerd. Links hiervan is een palet (2), waarin u uw natuurkundige objecten kunt kiezen. U kunt dit palet vrij verplaatsen op het bureaublad door het aan de titelbalk te slepen. Rechts ziet u de beschrijving van de huidige wereld (3), de eigenschappen ervan (4), wat uitleg bij een aantal woorden (5), en de geschiedenis die tot de huidige wereld heeft geleid.



Om u op weg te helpen met Step, is er wat lesmateriaal toegevoegd, waarmee u leert hoe u eenvoudig een experiment kunt opzetten. Zie stap voor stap als u met het eerste lesboek wilt gaan beginnen.

Hoofdstuk 3

Met Step leren werken: de lessen

Met het menu-item **Bestand** → **Een les openen...** krijgt u een bestandendialoog waarin u de in Step ingebouwde lessen kunt kiezen. Er zijn vijf lessen, waarin u met elk onderdeel van Step leert omgaan. Het best is met de eerste les te beginnen door te klikken op het bestand `tutorial1.step`. U ziet nu Les 1 van Step.

> OPMERKING
> Indien u de les niet goed kunt lezen kunt u die misschien beter leesbaar maken door erop in te zoomen.

In het paneel **Wereld**, rechts, is een lijst van alle objecten die in uw werkvlak aanwezig zijn. Door hierin op een object te klikken ziet u in het paneel **Eigenschappen** hieronder, de eigenschappen van dat object. U kunt hier de eigenschappen aanpassen door te klikken op de eigenschap die u wilt veranderen.

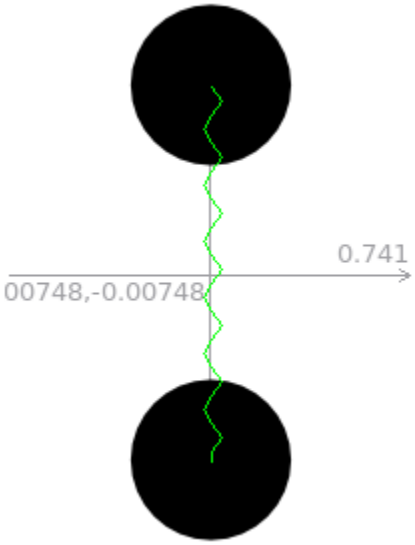
Elke les bevat wat tekst waarin nieuwe elementen worden gepresenteerd, en waarvan de eigenschappen worden uitgelegd. Daarna wordt u gevraagd enkele eigenschappen van de elementen te veranderen zodat uw experiment een ander resultaat geeft.

3.1 Les 1: lichamen en veren

In deze les worden u lichamen en veren aangeboden, en leert u uw eerste simulatie uit te voeren.

Een natuurkundig lichaam, of kortweg lichaam, is een object dat kan worden beschreven door de theorieën van de klassieke mechanica, of de quantummechanica, en waarmee kan worden geëxperimenteerd met behulp van natuurkundige hulpmiddelen. Dit houdt in de positiebepaling, en in sommige gevallen de oriëntatie in de ruimte, samen met de middelen om deze te veranderen door er krachten op uit te oefenen.

Een veer is een flexibel en elastisch object, dat wordt gebruikt om er mechanische energie in op te slaan.



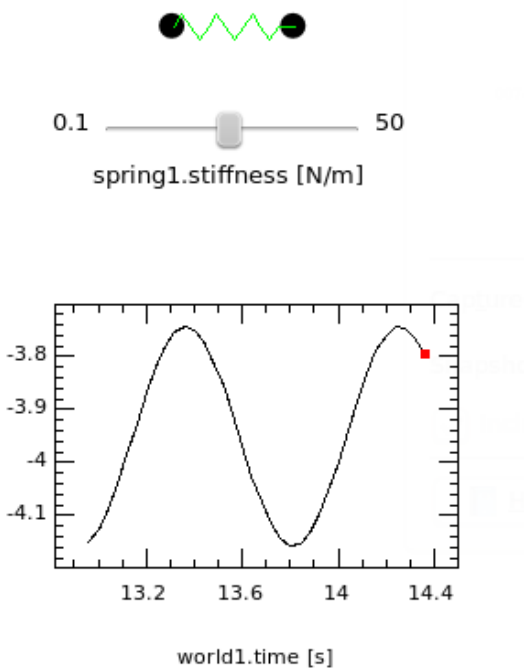
In het natuurkundige experiment in deze les worden twee schijven met elkaar verbonden door een veer. De schijven hebben een beginsnelheid in de tangentiële richting (de kleine blauwe pijl), en een versnelling (de rode pijl). De veren hebben een zekere stijfheid, en de lengte kan worden veranderd. Gedurende het experiment ziet u dat er door de veer aan de schijven wordt geduwd en getrokken. In de les wordt u uitgenodigd de stijfheid van de veer te veranderen, en ook om in het systeem veranderingen aan te brengen.

Na deze les bent u wat meer vertrouwd geraakt met het werken met Step, en met het aanpassen van de eigenschappen van lichamen.

3.2 Les 2: controllers en grafieken

In deze les leert u iets over controllers en grafieken.

Een controller is een hulpmiddel waarmee u op een grafische manier een eigenschap van een lichaam of veer kunt veranderen. In deze les kunt u met een controller de stijfheid wijzigen van ‘veer 1’. Door de schuifknop naar rechts te bewegen, of met behulp van de toets **W**, kunt u de stijfheid van de veer vergroten, en door de schuifknop naar links te bewegen, of met de toets **Q**, kunt u de stijfheid kleiner maken. Door rechts klikken op de controller kunt u uit een aantal contextacties en met het item **Controller configureren...** toont u een dialoog waarmee u elke eigenschap van de controller kunt veranderen.



Met behulp van grafieken kunt op een grafische manier de relatie zichtbaar maken tussen twee variabelen. In het voorbeeld van deze les wordt het verloop weergegeven van de positie van deeltje1, terwijl de tijd in wereld1 voortschrijdt. Door op de grafiek te rechtsklikken kunt u de grafiek niet alleen wissen, maar ook de instellingendialoog bewerken, en alle eigenschappen voor deze grafiek wijzigen.

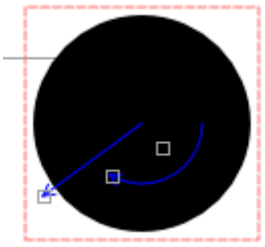
Als u met deze les klaar bent, kunt u controllers gebruiken om de eigenschappen van lichamen te beïnvloeden, en grafieken om specifieke eigenschappen in uw experiment te volgen.

3.3 Les 3: stijve lichamen en sporen

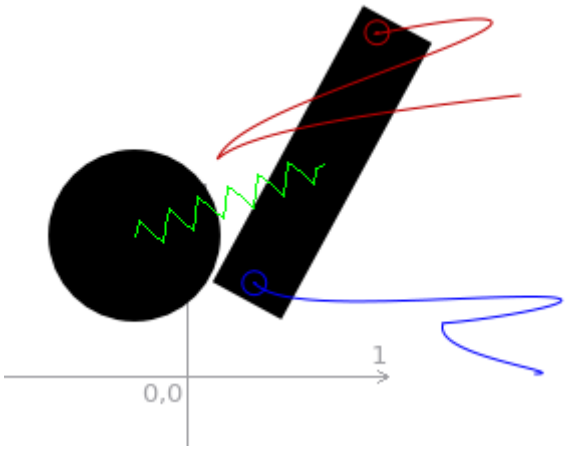
In les 3 komen stijve lichamen en sporen aan bod.

Een stijf lichaam is een geïdealiseerd massief lichaam van eindige afmetingen, waarvan vervormingen worden verwaarloosd. Met andere woorden, de afstand tussen elke twee gegeven punten van een stijf lichaam blijft steeds even groot, onafhankelijk van de uitgeoefende externe krachten.

Een spoor is een hulpmiddel waarmee de baan, van een gegeven punt op een stijf lichaam, zichtbaar kan worden gemaakt.



Wanneer een stijf lichaam (hier een schijf) wordt geselecteerd, ziet u er drie grijze handvaten aan. Door erop te klikken en ze te bewegen kunt u hiermee de snelheid, de hoek en de hoeksnelheid van het lichaam veranderen.

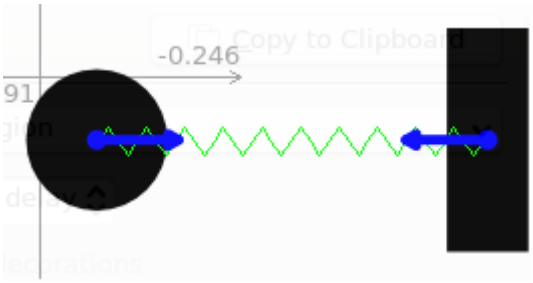


In het experiment van les 3 ziet u een schijf en een doos, die door een veer met elkaar zijn verbonden. Op de doos is al een spoor aanwezig (het blauwe). U kunt hier een tweede aan toevoegen: selecteer **Spoor** in het paneel **Palet** en klik daarna op de doos op het punt waar u het spoor wilt hebben. In het paneel **Eigenschappen** klikt u op de regel **kleur** en rechts van deze regel klikt u op het blauwe vierkantje, waarna een kleurenpalet verschijnt: u kunt hier een andere kleur kiezen voor het spoor. In het schermbeeld hierboven ziet u twee sporen na de simulatie die een paar seconden duurt.

3.4 Les 4: motoren en krachten

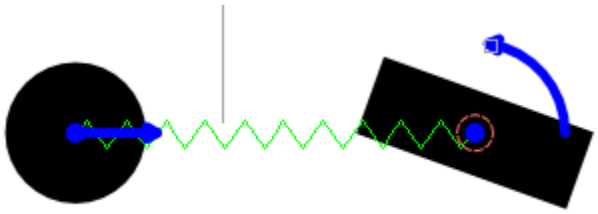
In Step zijn twee soorten van motoren beschikbaar: lineaire motoren en circulaire motoren. Een lineaire motor oefent een constante kracht uit op een gegeven punt van een lichaam, een circulaire motor oefent op het lichaam een constant koppel uit.

Op lichamen kunnen drie verschillende krachten worden uitgeoefend: het gewicht, de zwaartekracht en de Coulombkracht. Standaard zijn in Step alle krachten uitgeschakeld. De Coulombkracht is een intrinsieke kracht tussen twee (elektrische) ladingen.



In dit experiment zijn er een schijf en een doos, met elkaar verbonden door een veer. Een platte doos onderaan doet dienst als begrenzing. Zowel de schijf als de doos zijn verbonden met een lineaire motor. Door middel van twee controllers kunt u de kracht veranderen die elk van de motoren levert. Start de simulatie en speel met de controllers. Daarna stopt u de simulatie, en voegt u een gewichtkracht toe aan de wereld (krachten zijn globaal en zijn van toepassing op de gehele wereld). Herstart de simulatie en analyseer het verschil.

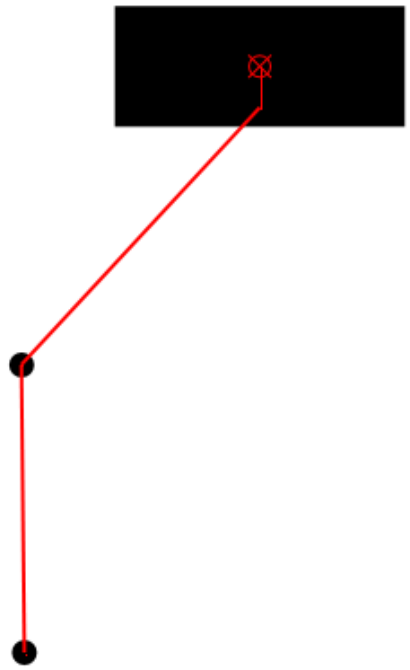
U kunt ook de lineaire motor op de doos verwijderen en deze vervangen door een circulaire motor. Druk op **Circulaire motor** in het paneel **Palet**, en klik daarna op de doos. De circulaire motor is dan bevestigd aan de doos. U moet dan nog het koppel instellen door op het grijze handvat van de motor te klikken en die te bewegen.



In deze les maakte u kennis met motoren en krachten, en u bent nu in staat om die toe te passen op lichamen.

3.5 Les 5: verbindingen

Verbindingen zijn objecten die lichamen aan elkaar vastmaken, of aan de achtergrond. In Step zijn de volgende verbindingen aanwezig: ankers, pennen en stokken. Een anker fixeert de positie van het lichaam. Met een anker kan het lichaam zich niet verplaatsen. Een pen is een verbinding die een punt van een lichaam fixeert, het lichaam kan nog wel draaien om de pen. Een stok is een verbinding die de afstand tussen twee punten op twee lichamen fixeert.



In les 5 wordt een dubbele slinger beschreven.

Voeg een **Deeltje** toe aan het werkvlak en verbind dit deeltje daarna met een stok aan deeltje2. Druk op de knop **Stok** in het paneel **Palet**. U moet nu met de linker muisknop het eerste object selecteren dat aan de stok vast zit (deeltje2), en daarna de muis naar het tweede object (deeltje3) slepen, waarna u de linker muisknop op deeltje3 loslaat. Nu is een dubbele slinger gemaakt!

Hoofdstuk 4

Voorbeelden voor Step

Het pakket Step bevat een aantal instructieve voorbeelden om u te helpen de principes van hoe de toepassing werkt te verstaan:

Bestand → Voorbeelden
Opent een submenu met verschillende actie-items.

Voorbeeld openen...
Opent een voorbeeld uit de standaard set

Gedownload voorbeeld openen...
Opent de gedownloade voorbeelden.

Nieuwe experimenten downloaden...
Voorbeelden downloaden gedeeld door andere gebruikers.

Huidig experiment delen...
U kunt uw eigen voorbeelden delen.

Hieronder vindt u de beschrijving van de standaard voorbeelden.

`brownian.step`
Plot de baan van een stijve schijf in interactie met 40 deeltjes die willekeurig bewegen in een doos. In dit voorbeeld wordt de Brownse beweging in een ideaal gas gesimuleerd.

`doublependulum.step`
In dit voorbeeld wordt de double pendulum motion met 2 massadeeltjes gesimuleerd (Engels. Nederlandse Googlevertaling hiervan is te vinden op Dubbele slinger).

`eightpendulum.step`
Dit voorbeeld is een eenvoudige demonstratie van de bekende Newton's cradle (Newton's wieg). In Step worden hiervoor stokken gebruikt, 8 schijven en een doos. De zes ballen in het midden staan stil, omdat zij slechts de impuls en energie doorgeven, en niet de beweging.

`first.step`: Eerste voorbeeld
Dit voorbeeld heeft twee gedeelten. In het eerste deel zijn twee deeltjes met elkaar verbonden door een veer, en in het tweede deel zijn er twee geladen deeltjes.

Twee deeltjes met elkaar verbonden door een veer

In dit voorbeeld worden twee deeltjes toegevoegd, en een veer die beide verbindt. De eigenschappen van beide deeltjes, zoals snelheid, impuls, positie etc. worden in de eigenschappen-browser ingesteld. De eigenschappen van de veer, zoals stijfheid, rustlengte, demping etc. worden ook hierin ingesteld.

UItleg van de situatie:

Dit is een goed voorbeeld van een eenvoudige harmonische beweging. Hier wordt de versnelling van het ene deeltje ingesteld in de richting van de positieve x-as, en de versnelling van het andere deeltje in de richting van de negatieve x-as. Als gevolg hiervan trekken beide deeltjes in tegengestelde richting aan de veer, terwijl de veer de beide deeltjes weer naar hun oorspronkelijke posities terugtrekt. Zo voert het systeem een eenvoudige harmonische beweging uit. Op het scherm (de scene) ziet u de simulatie van de deeltjes en de veer onder deze condities.

Twee geladen deeltjes

Elk deeltje krijgt een snelheid in een willekeurige richting, maar beide deeltjes hebben een gelijke, tegengestelde lading, zodat zij elkander aantrekken. Op deze manier ontstaat op het scherm (scene) de simulatie van geladen deeltjes onder deze omstandigheden

`fourpendula.step`

Dit voorbeeld is een goede demonstratie van de Newton's cradle (Newton's wieg). Omdat het systeem imperfect is zullen de twee schijven in het midden zichtbaar in de tijd bewegen.

`gas.step`

In dit voorbeeld wordt de gasdruk door de Brownse beweging in een ideaal gas gesimuleerd.

`graph.step`

Plot de grafiek van snelheid tegen positie voor deeltje1 in het systeem van twee deeltjes verbonden door een veer.

`liquid.step`

In dit voorbeeld wordt een eenatomig gas gesimuleerd.

`lissajous.step`

In dit voorbeeld wordt een Lissajouskromme gesimuleerd met een twee deeltjesmodel. De parameters voor dit model kunnen worden veranderd met behulp van de besturing in het midden van de wereld.

`motor1.step`

Simulatie van een driehoekig stijf lichaam onder de belasting van de drie lineaire motoren.

`motor.step`

Simulatie van de wisselwerking van de lineaire motor en een stijf rechthoekig lichaam op een veer.

`note.step`

Voorbeeld van $\LaTeX$-formule (divergentie theorema) en ingebedde afbeelding.

`resonance.step`

In dit voorbeeld wordt resonantie gesimuleerd in het systeem met circulaire motor.

`softbody.step`

In dit voorbeeld wordt de wisselwerking gesimuleerd van twee stijve lichamen met een zacht lichaam er tussen.

`solar.step`

In dit voorbeeld worden de bewegingen in het zonnestelsel (Zon en planeten) gesimuleerd.

springs.step

In dit voorbeeld worden de bewegingen in het systeem in één vlak van 5 deeltjes, met elkaar door vier veren verbonden, gesimuleerd.

wave.step

De grafiek op het scherm (scene) toont op- en neergaande bewegingen van het groene deeltje. Wanneer de simulatie begint, begint de golf weg te lopen van het rode deeltje. Het blauwe deeltje reflecteert de golf, die daarna in de tegengestelde richting loopt, totdat die weer door het rode deeltje wordt terug gekaatst. Na verloop van tijd verdwijnt de golf als gevolg van demping in de veren.

Hoofdstuk 5

Dankbetuigingen en licentie

Step

Copyright 2007 Vladimir Kuznetsov ks.vladimir@gmail.com

Medewerkers:

- Auteur: Vladimir Kuznetsov ks.vladimir@gmail.com
- Bijdragen van Carsten Niehaus cniehaus@kde.org

Copyright op handboek 2007 Anne-Marie Mahfouf annma@kde.org

Op- of aanmerkingen over de vertalingen van de toepassing en haar documentatie kunt u melden op http://www.kde.nl/bugs.

Dit document is vertaald in het Nederlands door Jaap Woldringh jjhwoldringh op kde punt nl.

Dit document is vertaald in het Nederlands door Kristof Bal kristof.bal@gmail.com.

Deze documentatie valt onder de bepalingen van de GNU vrije-documentatie-licentie.

Deze toepassing valt onder de bepalingen van de GNU General Public License.