

Hogeschool van Amsterdam

Pluk de Data - Natuurkunde

Docentenhandleiding

Dorrith Pennink
22-1-2024
d.h.m.pennink@hva.nl

INHOUD

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Achterliggende theorie en voorgestelde werkwijze..... | 3 |
| 1.1 | Bewegen & Kracht in 1D..... | 3 |
| 1.2 | Positie, snelheid en versnelling | 3 |
| 1.3 | Systeemdenken, systeemdiagram, Stock-Flow-diagram..... | 3 |
| 1.4 | Stock-flow-diagram en beweging | 3 |
| 1.5 | Werkwijze | 4 |
| 2 | Vorbereiding..... | 5 |
| 2.1 | Toestemmingsformulieren | 5 |
| 2.2 | FVA-pretest..... | 5 |
| 2.3 | Voorkennis..... | 5 |
| 3 | De lessen..... | 6 |
| 3.1 | Les 1 Bewegingsanalyse unplugged..... | 6 |
| 3.2 | Les 2 Bewegingsanalyse met de computer | 7 |
| 3.3 | Les 3 Krachtenanalyse | 7 |
| 3.4 | Les 4 Super Parachute | 7 |
| 4 | Afronding..... | 8 |
| 4.1 | FVA-posttest | 8 |
| 4.2 | Learnerreport | 8 |
| 4.3 | Interviews | 8 |
| 4.4 | Leerlingportfolio's..... | 8 |
| 5 | Toelichting COACH bestanden..... | 9 |
| 5.1 | Generieke modellen | 9 |
| 5.2 | Les 2 bewegingsanalyse met computer.cma..... | 11 |
| 5.3 | Les 3 krachtenanalyse..... | 12 |
| 5.3.1 | Les 3 krachtenanalyse situatie A met animatie.cma | 12 |
| 5.3.2 | Les 3 krachtenanalyse situatie B.cma..... | 12 |
| 5.3.3 | Les 3 situatie C met animatie.cma..... | 13 |
| 5.4 | Super Parachute.cma..... | 14 |
| | BRONNEN | 15 |

BIJLAGEN

1 Achterliggende theorie en voorgestelde werkwijze

1.1 Bewegen & Kracht in 1D

Bewegingen en krachten worden beschreven in één dimensie. Om dit te kunnen doen moeten richting en nulpunt (positie) gedefinieerd worden. Dat betekent:

- horizontaal: richting aangeven, nulpunt kiezen, +richting (= positieve x-richting) is vooruit, -richting (negatieve x-richting) is achteruit;
- verticaal: nulpunt kiezen, +richting (= positieve y-richting) is omhoog, -richting (negatieve y-richting) is omlaag.

1.2 Positie, snelheid en versnelling

Positie geeft aan waar je je bevindt langs een lijn (1D).

Snelheid geeft aan of, hoeveel en in welke richting je positie verandert.

- Negatieve snelheid betekent bewegen in achterwaartse richting, de waarde van je positie neemt af.
- Positieve snelheid betekent bewegen in voorwaartse richting, de waarde van je positie neemt toe.

Versnelling geeft of, hoeveel en in welke richting de snelheid verandert.

- Negatieve versnelling betekent:
 - o Als je een positieve, voorwaartse snelheid hebt, wordt deze kleiner; je beweegt steeds langzamer vooruit.
 - o Als je een negatieve, achterwaartse snelheid hebt, dan neemt deze toe: je beweegt steeds harder achteruit.
- Een positieve versnelling betekent:
 - o Als je een positieve, voorwaartse snelheid hebt
 - o Als je een negatieve, achterwaartse snelheid hebt ...

1.3 Systemdenken, systeemdiagram, Stock-Flow-diagram

Waarom?

Het systeemdiagram

- Leert de gebruiker te denken in termen van systemen/netwerken.
- Schetst een beeld van samenhang tussen grootheden.
- Laat oorzaak-gevolg relaties zien.
- Geeft inzicht in het verloop in de tijd van grootheden.
- Biedt een holistische kijk (in tegenstelling tot reductionistisch).
- Kan gebruikt als startpunt voor dynamisch modelleren.

Wat?

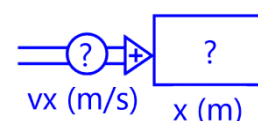
- Een netwerk van stocks, flows, hulpvariabelen en constanten.
- Een stock (blok) is een voorraadvariabele, geeft een hoeveelheid weer.
- Een flow (pijl) is een stroomvariabele. De flow laat zien hoe de stock verandert per tijdseenheid. Een flow heeft altijd de eenheid van de stock **per tijdseenheid**.

1.4 Stock-flow-diagram en beweging

Stock (positie) & Flow (snelheid)

Als je de snelheid weet op een bepaald moment.....

- weet je **NIET** wat je positie is op dat moment;
- weet je **WEL** hoe je positie op dat moment verandert.

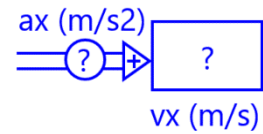


Je snelheid is +2 m/s. Je positie verandert: in een seconde ga je 2 m vooruit. Om het verloop in de tijd van de positie te kunnen bepalen moet je weten wat je startpunt (beginpositie) is.

Stock (snelheid) & Flow (versnelling)

Als je de versnelling weet op een bepaald moment.....

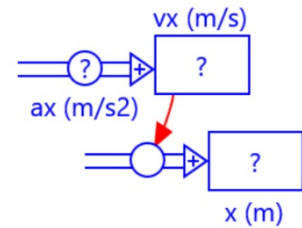
- weet je **NIET** wat je snelheid is op dat moment;
- weet je **WEL** hoe je snelheid op dat moment verandert.



Je versnelling is -1 m/s^2 . Je snelheid verandert: in een seconde gaat er 1 meter per seconde van je snelheid af (of als je in negatieve richting beweegt dan wordt je snelheid negatiever met 1 m/s.) Om het verloop van de snelheid in de tijd te kunnen bepalen moet je weten wat je beginsnelheid is.

Stock-Flow diagram van beweging

Als je de versnelling, de beginsnelheid en de beginpositie kent, dan ken je de beweging.




1.5 Werkwijze

Random groepjes van drie leerlingen. Per les (blokkur) nieuwe samenstelling

Leerlingen werken in groepjes van drie. Groepjes worden random gevormd. Voor de indeling worden ijslolistokjes gebruikt. Onderzoek laat zien dat leerlingen in random groepen meer gestimuleerd worden om te denken, zoals wordt uitgelegd in Figuur 1. (Liljedahl, 2018).

How We Form Collaborative Groups in a Thinking Classroom



We know from research that student collaboration is an important aspect of classroom practice, because when it functions as intended, it has a powerful impact on learning (Edwards & Jones, 2003; Hattie, 2009; Slavin, 1996). How we have traditionally been forming groups, however, makes it very difficult to achieve the powerful learning we know is possible. Whether we grouped students strategically (Dweck & Leggett, 1988; Hatano, 1988; Jansen, 2006) or we let students form their own groups (Urduan & Maehr, 1995), we found that 80% of students entered these groups with the mindset that, within this group, their job is not to think. However, when we frequently formed **visibly random groups**, within six weeks, 100% of students entered their groups with the mindset that they were not only going to think, but that they were going to contribute. In addition, the use of frequent and visibly random groupings was shown to break down social barriers within the room, increase knowledge mobility, reduce stress, and increase enthusiasm for mathematics.

Figuur 1 What is building Thinking Classrooms? An executive Summary of 15 Years of Research. Liljedahl, 2018.

Hulp volgens Legomanmethodiek

Leerlingen die vastlopen kunnen een 'peakview' nemen in het 'cheatbook'. Leerlingen hebben naamstokjes. Iedere leerling mag tijdens een les één keer het cheatbook raadplegen (met inleveren van ijslolistokje). De leerling communiceert zijn bevindingen met het groepje.

LEGOMAN

Tijdens mijn studie wiskunde was ik op excursie bij een bedrijf in Den Haag. Als kennismakingsactiviteit speelden wij toen legoman, een spel waarbij we in groepjes een bak LEGO® kregen en zo snel mogelijk een mannetje moesten nabouwen dat in een andere ruimte lag. Ieder lid van het groepje mocht een keer gaan kijken bij het mannetje en kon dan aan de groep vertellen wat hij had gezien. De werkvorm maakte indruk op mij, door de eenvoud en de effectiviteit.

....

De eerste conclusie in de nabespreking was dat de werkvorm zeer effectief was in het aanzetten tot waardevolle gesprekken over wiskunde. De wederzijdse afhankelijkheid is groot en onmiskenbaar. Je hebt de informatie van anderen nodig om zelf weer goede informatie voor de groep te kunnen halen.

Van Den Boogaart, 2013. Legoman. *EUCLIDES* 88/5

2 Voorbereiding

2.1 Toestemmingsformulieren

Docent en ouders ondertekenen toestemmingsformulieren

2.2 FVA-pretest

Voor de eerste les maken leerlingen de FVA-test.

De test kan worden gemaakt met mobiele telefoon.

De link is https://hva.eu.qualtrics.com/jfe/form/SV_0TKqXX7FILxQzXM

Ook gebruikt kan: <http://tinyurl.com/4k4p7753>

Of de code.



2.3 Voorkennis

De leerling kan.....


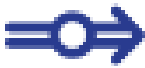
- de grootheden positie, snelheid, versnelling, kracht beschrijven met bijbehorende symbolen en eenheden;
- het onderscheid tussen vectoriele en scalaire grootheden benoemen;
- de eerste twee wetten van Newton beschrijven;
- een aantal gebruikelijk krachten (normaalkracht, zwaartekracht, wrijvingskracht) omschrijven;
- grafieken tekenen.

3 De lessen

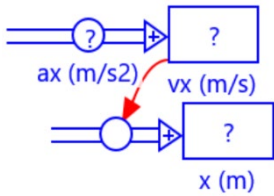
3.1 Les 1 Bewegingsanalyse unplugged

Lesdoelen

- Je kan beschrijven wat de kenmerken zijn van een stock en een flow in een systeemdiagram.
- Je kan het systeemdiagram om bewegingen te beschrijven tekenen, toelichten en toepassen op verschillende bewegingssituaties.
- Bij het beschrijven van bewegingen kan je schakelen tussen representaties (verhaal, tabel, systeemdiagram, grafieken)

|  Stock |  Flow |
|--|---|
| <p>Een stock of toestandsvariabele geeft een bepaalde hoeveelheid weer. Het is een voorraad van iets.</p> <p>Stocks kunnen alleen veranderen door in- of uitstroom.</p> <p>Per tijdstapje wordt berekend of er iets aan de voorraad verandert, ofwel of er iets in- of uitstroomt.</p> <p>Van een stock heb je startwaarde en (netto) flow nodig.</p> | <p>Een flow of stroomvariabele is de verandering van de stock per tijdseenheid.</p> <p>De flow bepaalt hoe de stock per tijdstapje verandert. $\Delta Stock = Flow \cdot \Delta t$</p> <p>De eenheid van flow is de eenheid van de stock per tijdseenheid.</p> |
| <p>De relatie tussen stock en flow is als volgt: nieuwe stock is oude stock + momentane flow vermenigvuldigd met de stapgrootte. In formulevorm:</p> $S(t) = S(t - \Delta t) + [F_{IN}(t) - F_{OUT}(t)] \cdot \Delta t$ | |

In de eerste les gaat het om heen-en-weer denken tussen representaties. De computer wordt **niet** gebruikt. Het doel is om leerlingen vertrouwd te maken met systeemdiagrammen en om te bereiken dat ze gevoel krijgen voor het generieke karakter van zo'n systeemdiagram. Met het generieke model kan je een onbeperkt aantal 1D bewegingen beschrijven.

| Systeemdiagram | Beschrijving |
|---|---|
|  | <p><i>“Als je versnelling en startwaarden kent, ken je de beweging.”</i></p> <p>De versnelling bepaalt de snelheidsverandering.</p> <p>De snelheid bepaalt de positieverandering.</p> <p>Van snelheid en positie moeten de startwaarden worden vermeld.</p> |

3.2 Les 2 Bewegingsanalyse met de computer

Lesdoelen

- Je kan het systeemdiagram om bewegingen te beschrijven construeren en runnen in Coach.
- Je kan het model inzetten voor verschillende bewegingssituaties.
- Je kan met het model $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en $x(t)$ -grafieken maken.
- Je kan model en grafieken toelichten aan de hand van de bewegingsbeschrijving.

Tip: maak bij het nabespreken gebruik van het modeluitvoerpaneel (rechtermuisknop in modelvenster) en de optie uitlezen (rechtermuisknop in diagram), dan kan de samenhang tussen de verschillende grafieken en de actuele beweging (animatie) duidelijk in beeld worden gebracht.

Van de opdrachten zijn coach-formatbestanden beschikbaar voor leerlingen. Het is niet nodig dat ze het model 'van scratch' zelf ontwerpen.

3.3 Les 3 Krachtenanalyse

Lesdoelen

- Je kan de eerste twee wetten van Newton beschrijven.
- Je kan het systeemdiagram voor de relatie tussen kracht en beweging, toelichten en in verband brengen met de wetten van Newton.
- Je kan het systeemdiagram construeren en runnen in Coach in verschillende dynamische situaties.
- Je kan model en grafieken toelichten.

In aanvulling op de activiteiten van de vorige lessen wordt nu ook aan leerlingen gevraagd een om in één dimensie (bewegingsrichting) een krachtenanalyse te maken in de vorm van een schets.

Van de opdrachten zijn coach-formatbestanden beschikbaar voor leerlingen. Het is niet nodig dat ze het model 'van scratch' zelf ontwerpen.

3.4 Les 4 Super Parachute

Lesdoelen

- Je kan de vier fasen van computationeel probleemoplossen, te weten *Definiëren*, *Abstraheren*, *Oplossen* en *Interpreteren*, toepassen in de praktijk aan de hand van een reëel probleem.

Definieren

Start deze les met een onderwijsleergesprek met vragen als 'Wanneer is een parachute veilig?' 'Welke grootheden spelen een rol?' De uitkomst van het gesprek moet zijn dat het gevaar niet ligt in hoge snelheid, maar in een grote snelheidsverandering. Omdat in het contact met de grond de landingssnelheid heel snel wordt teruggebracht tot nul mag de landingssnelheid niet te groot zijn. Maar ook tijdens de sprong moeten snelheidsveranderingen beperkt blijven. De eerste vraag: is de landingssnelheid niet te groot. Deze vraag kan ook worden beantwoord zonder model. (krachtenevenwicht dus $v_{eind} = -\sqrt{\frac{m \cdot g}{k}}$ met $k = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot Opp$). Voor het beantwoorden van de tweede vraag is een model noodzakelijk.

Abstraheren

In deze fase wordt onderzocht hoe de snelheidsveranderingen tijdens een parachutesprong computationeel onderzocht kunnen worden. Leerlingen hebben in de voorgaande les al gewerkt met een val met luchtwrijving. Dat model is ook nu van toepassing. Waarden van een aantal variabelen/startwaarden moeten worden geschat, zoals beginhoogte van de sprong, massa van de springer, beginoppervlak van de parachute en wrijvingscoëfficiënt (c_w -waarde). Het generieke model voor een beweging in 1D moet worden toegespitst op de situatie.

Oplossen

Bij de oplossing moet rekening worden gehouden met een extra complicatie: het tijdens de sprong veranderende parachute-oppervlak. Voor de definitie van het oppervlak kan een stockflow-diagram worden gebruikt. De definitie van de flow is dan: $\frac{\Delta opp}{\Delta t} = \frac{50 - opp(0)}{openingsduur}$. Er moet een conditie worden gebruikt: de flow is nul als óf - de tijd kleiner is dan het tijdstip van openen óf - het Opp groter dan 50 m².

Het model wordt getest. Bekeken wordt eerst of het model voldoet aan de verwachtingen. Zonder opengaande parachute zou er sprake moeten zijn van een versnelde beweging in de negatieve y-richting met een afnemende versnelling tot de eindsnelheid is bereikt; de versnelling is dan nul. Als het frontaal oppervlak in korte tijd verandert van 0,50 naar 50 m² is de verwachting dat in korte tijd een grote snelheidsverandering te zien is en dus een (positieve, want omhoog gerichte) piek in de versnelling. In de baan (y(t)-grafiek) moet deze plotselinge verandering te zien zijn.

Interpreteren

Het is de bedoeling dat leerlingen nadenken over de volgende vragen. *Wat betekenen deze bevindingen? Wat is het advies dat aan de fabrikant wordt gegeven. Hoe leg je uit wat het model je laat zien?*

4 Afronding

4.1 FVA-posttest

Na de laatste les maken leerlingen nogmaals de FVA-test.

De test kan worden gemaakt met mobiele telefoon.

De link is https://hva.eu.qualtrics.com/jfe/form/SV_0TKqXX7FILxQzXM

Ook gebruikt kan: <http://tinyurl.com/4k4p7753>

Of de code.



4.2 Learnerreport

Een qualtrics link voor het learner report volgt.

4.3 Interviews

Na afloop worden twee leerlingen uitgenodigd voor een kort interview. Informatie volgt

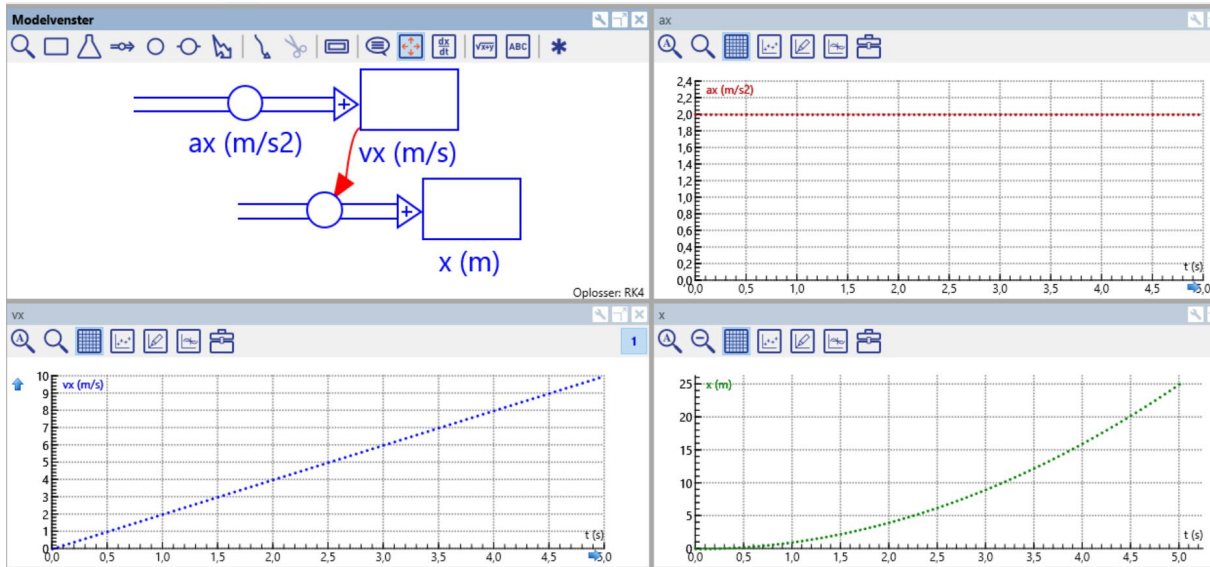
4.4 Leerlingportfolio's

De leerlingposters van de verschillende groepjes worden na iedere les ingenomen en gescand.

5 Toelichting COACH bestanden

5.1 Generieke modellen

5.1.1 0 beweging.cma

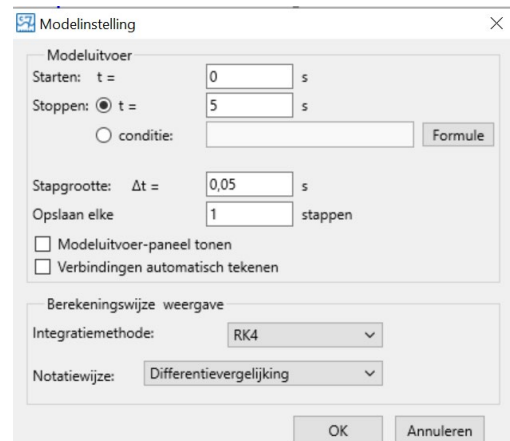


Algemeen model voor beweging.

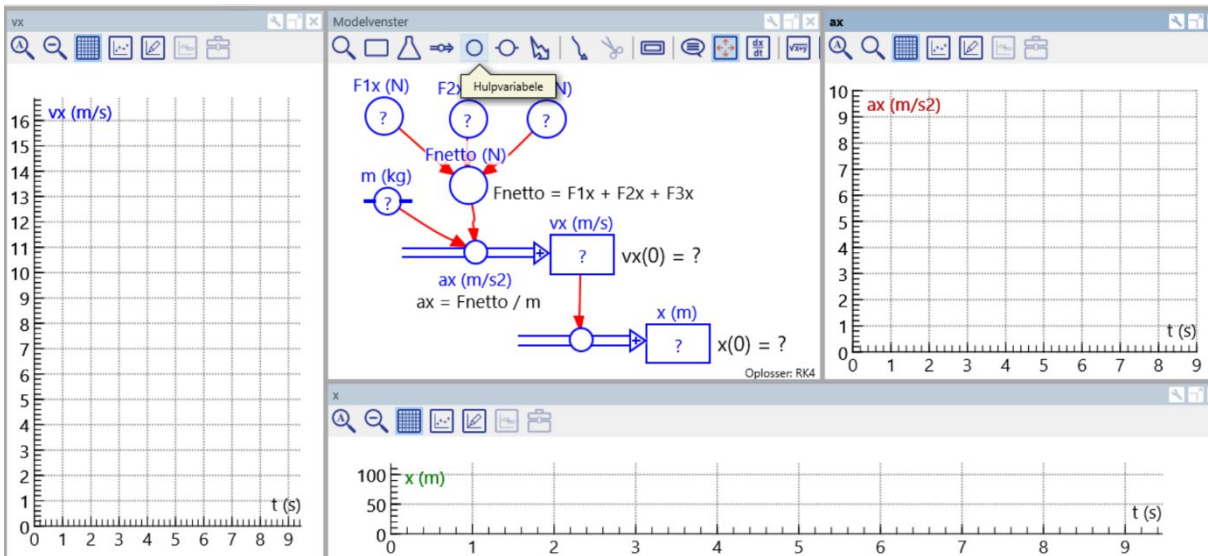
Uit de grafieken blijkt dat $x(0) = 0$ m, $vx(0) = 0$ m/s en $ax(t) = 2$ m/s². Door te variëren met deze waarden kunnen willekeurige bewegingen gesimuleerd worden.

Bij de modelinstelling kan de stopconditie worden aangegeven. Dit kan een tijdstip zijn (hier $t = 5$ s), maar ook een conditie, bv $x > 10$ (m). Let op bij condities: niet $x = 10$ gebruiken. x is een discrete functie: het is niet zeker dat de waarde $x = 10$ deel uitmaakt van de functiewaarden.

Integratiemethode RK4 betekent dat de computer op een slimme manier de in- en uitstromen doorrekenet. Het kost wel meer rekenkracht en tijd. Voor eenvoudige modellen maakt dat niet veel uit.



5.1.2 0 kracht en beweging.cma

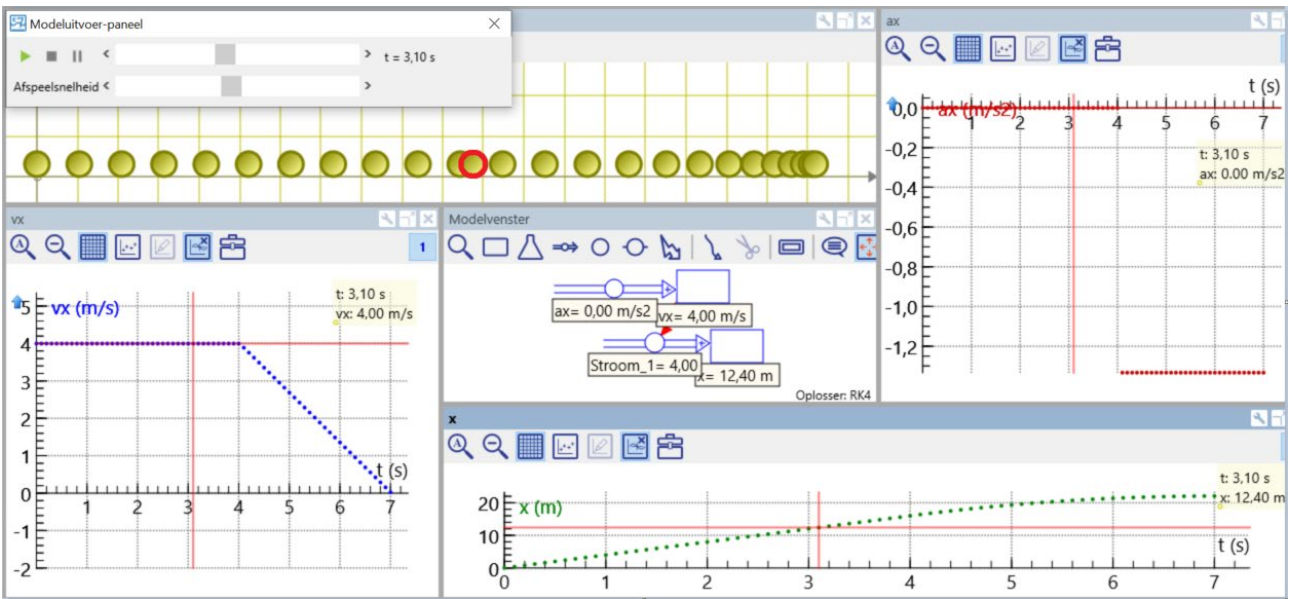


Al-ge-

meen model voor kracht en beweging

Overal waar een vraagteken staat is input nodig: startwaarden $x(0)$ en $vx(0)$, massa en de afzonderlijke krachten die werken langs de as waarin geanalyseerd wordt. Als er sprake is van heel snelle veranderingen moet bij de modelinstelling de grootte van tijdstap Δt aangepast worden.

5.2 Les 2 bewegingsanalyse met computer.cma



Figuur 2 Les 2 Situatie 1 met animatie.cma

Figuur 2 laat de uitwerking van les 2 situatie 1 zien met animatie. De grafieken laten zien dat een eenparige beweging na vier seconden over gaat in een eenparig vertraagde beweging. De animatie demonstreert deze beweging. Met het Modeluitvoer-paneel (klik rechtermuisknop in het modelvenster) en de uitleesmodus (klik rechtermuisknop in een van de diagrammen), kan de beweging stap voor stap worden gevolgd. De animatie is niet op schaal en het spoor laat slechts een beperkt aantal beelden zien. De stopconditie (zie tabel 1) wordt gedefinieerd bij de modelinstellingen. 🕒

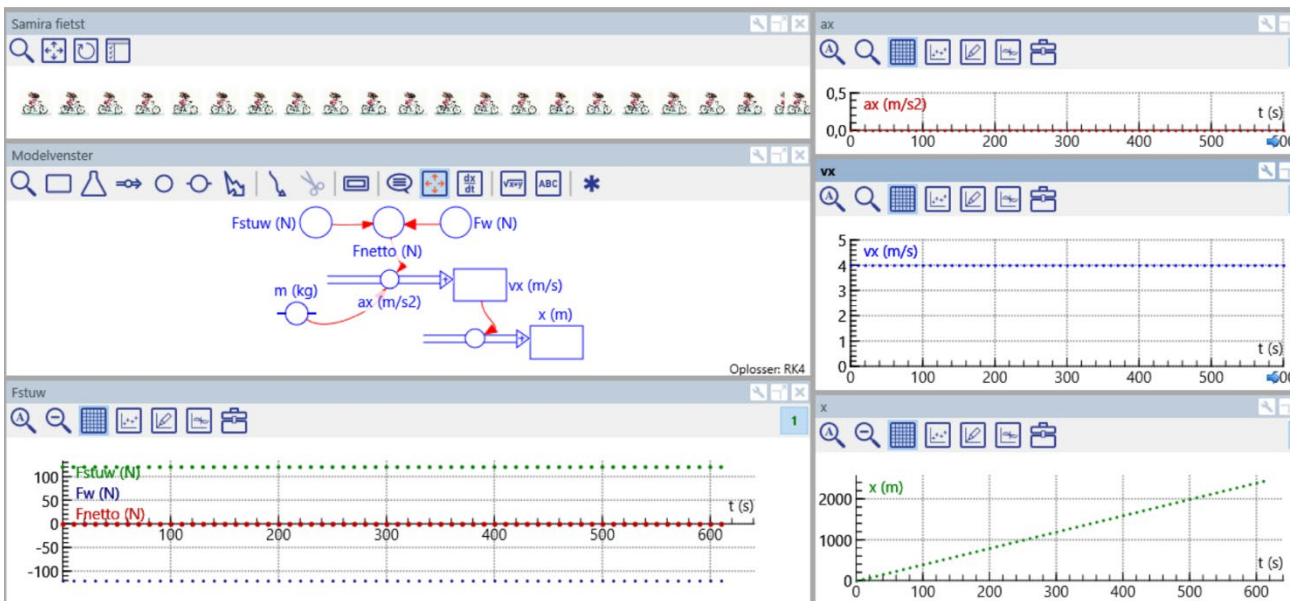
Tabel 1 Les 1 Overzicht van modelinstellingen.

| | | |
|------------|--------------|---|
| Situatie 1 | ax | Conditie gebruiken Als $t \leq 4$ $a = 0$ Anders $a = -4/3$ |
| | vx | $vx(0) = 4$ |
| | x | $x(0) =$ niet gespecificeerd, dus 0 |
| | stopconditie | $t = 7$ s |
| Situatie 2 | ax | -1 |
| | vx | $vx(0) = -2$ |
| | x | $x(0) = 2,5$ |
| | stopconditie | $t = 7$ s |
| Situatie 3 | ax | Conditie gebruiken Als $t \leq 4$ $a = 4$ Anders $a = 0$ |
| | vx | $vx(0) = 0$ |
| | x | $x(0) =$ niet gespecificeerd, dus 0 |
| | stopconditie | $t = 9$ s |

5.3 Les 3 krachtenanalyse

5.3.1 Les 3 krachtenanalyse situatie A met animatie.cma

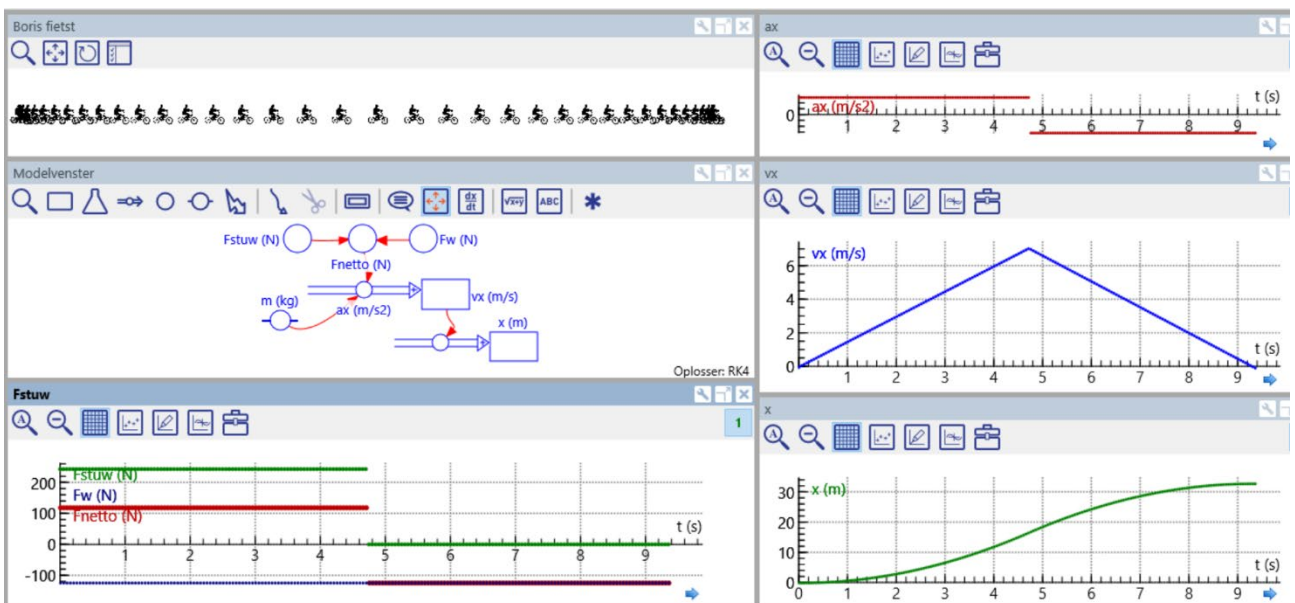
Bij modelinstelling: stopconditie is $x > 2400$



Figuur 3 Les 3 krachtenanalyse situatie A met animatie.cma7

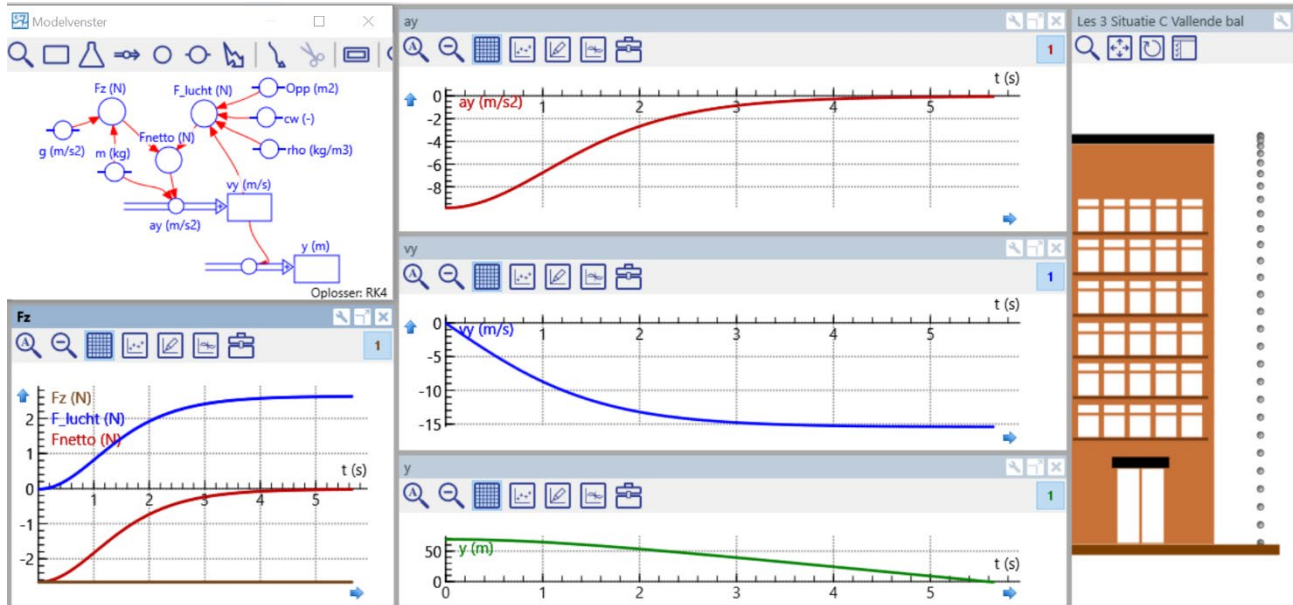
5.3.2 Les 3 krachtenanalyse situatie B.cma

Bij modelinstelling: stopconditie is $v_x \leq 0$



Figuur 4 Les 3 krachtenanalyse situatie B met animatie

5.3.3 Les 3 situatie C met animatie.cma

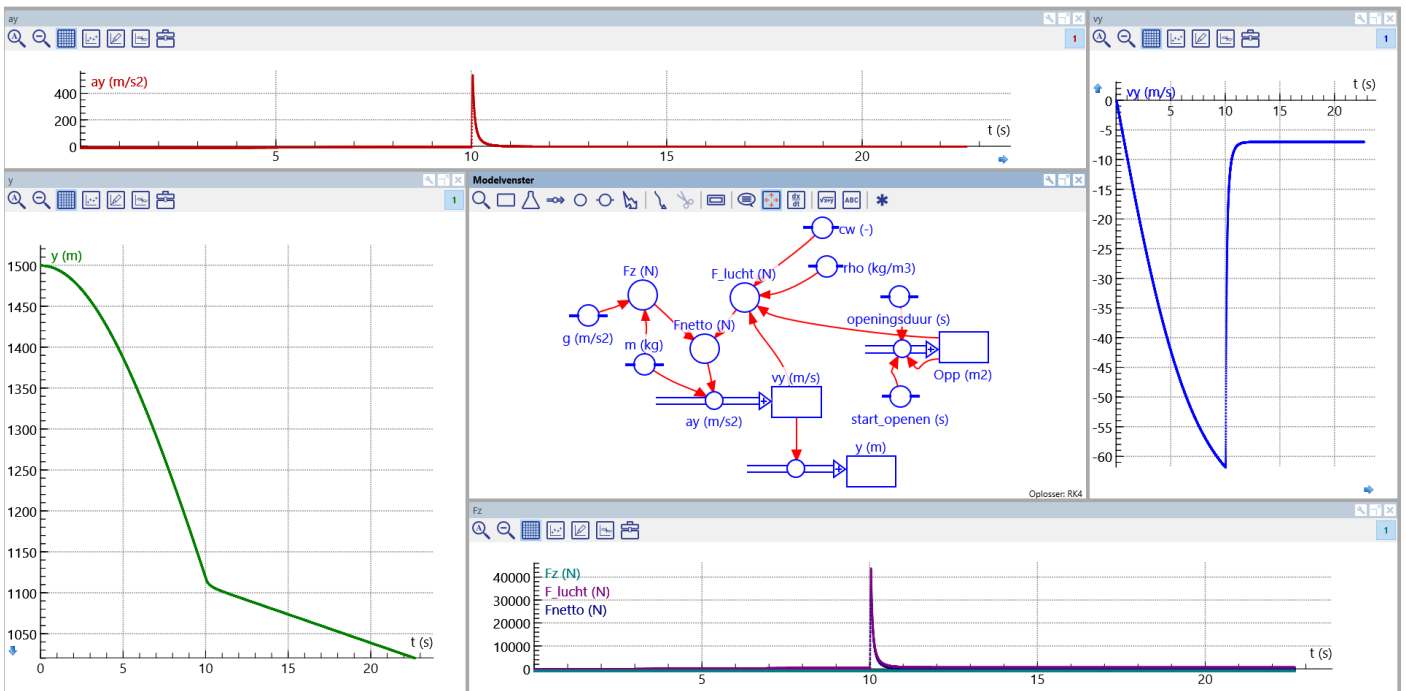


Figuur 5 Les 3 situatie C met animatie.cma

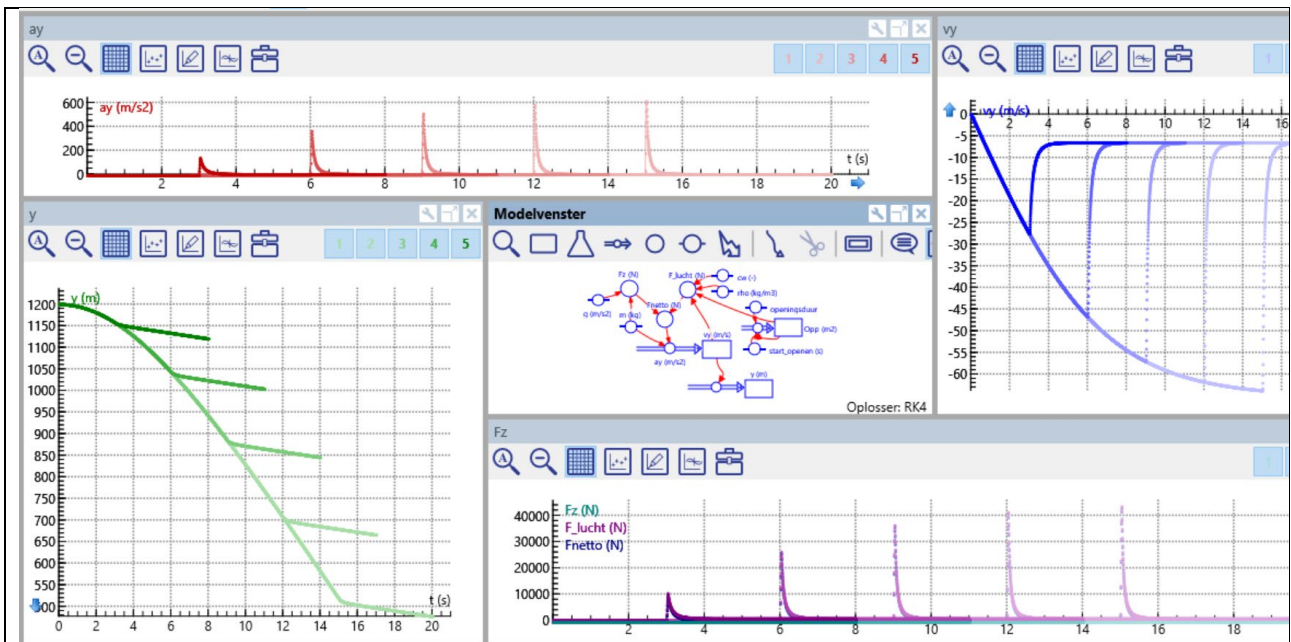
Tabel 2 Modelinstellingen en -vergelijkingen Les 3 Situatie C de vallende volleybal

| Modelinstelling | Modelvergelijkingen met startwaarden |
|---|--|
| <p>Modelinstelling</p> <p>Modeluitvoer</p> <p>Starten: t = 0 s</p> <p>Stoppen: t = 9 s</p> <p>conditie: $y < 0$ Formule</p> <p>Stapgrootte: $\Delta t = 0,02$ s</p> <p>Opslaan elke 1 stappen</p> <p><input type="checkbox"/> Modeluitvoer-paneel tonen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Verbindingen automatisch tekenen</p> <p>Berekeningswijze weergave</p> <p>Integratiemethode: RK4</p> <p>Notatiewijze: Differentievergelijking</p> | <p>Vergelijkingen</p> <p>$y(t) = y(t-\Delta t) + (Stroom_1) \cdot \Delta t$ (m)</p> <p>$Stroom_1 = vy$</p> <p>$vy(t) = vy(t-\Delta t) + (ay) \cdot \Delta t$ (m/s)</p> <p>$ay = F_{netto}/m$ (m/s²)</p> <p>$F_z = m \cdot g$ (N)</p> <p>$F_{lucht} = 0,5 \cdot cw \cdot rho \cdot Opp \cdot vy^2$ (N)</p> <p>$F_{netto} = F_z + F_{lucht}$ (N)</p> <p>$y_ini = 70$ (m)</p> <p>$vy_ini = 0$ (m/s)</p> <p>$m = 0,270$ (kg)</p> <p>$g = -9,81$ (m/s²)</p> <p>$Opp = 0,0347$ (m²)</p> <p>$rho = 1,293$ (kg/m³)</p> <p>$cw = 0,5$ (-)</p> |

5.4 Super Parachute.cma



| | |
|---|---|
| <p>Modelinstelling</p> <p>Modeluitvoer</p> <p>Starten: t = <input type="text" value="0"/> s</p> <p>Stoppen: <input type="radio"/> t = <input type="text" value="9"/> s</p> <p><input checked="" type="radio"/> conditie: <input type="text" value="t > start_openen + 5"/> <input type="button" value="Formule"/></p> <p>Stapgrootte: $\Delta t =$ <input type="text" value="0,001"/> s</p> <p>Opslaan elke <input type="text" value="1"/> stappen</p> <p><input type="checkbox"/> Modeluitvoer-paneel tonen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Verbindingen automatisch tekenen</p> <p>Berekeningswijze weergave</p> <p>Integratiemethode: <input type="text" value="RK4"/></p> <p>Notatiewijze: <input type="text" value="Differentievergelijking"/></p> | <p>Vergelijkingen</p> <p>$y(t) = y(t-\Delta t) + (\text{Stroom}_1) \cdot \Delta t$ $y_{\text{ini}} = 1500$ (m)</p> <p>$\text{Stroom}_1 = v_y$ $v_{y_ini} = 0$ (m/s)</p> <p>$v_y(t) = v_y(t-\Delta t) + (a_y) \cdot \Delta t$ (m/s) $m = 80$ (kg)</p> <p>$a_y = F_{\text{netto}}/m$ (m/s²) $g = -9,81$ (m/s²)</p> <p>$F_z = m \cdot g$ (N) $\rho = 1,293$ (kg/m³)</p> <p>$F_{\text{lucht}} = 0,5 \cdot c_w \cdot \rho \cdot \text{Opp} \cdot v_y^2$ (N) $c_w = 0,5$ (-)</p> <p>$F_{\text{netto}} = F_z + F_{\text{lucht}}$ (N) $\text{Opp}_{\text{ini}} = 0,5$ (m²)</p> <p>$\text{Opp}(t) = \text{Opp}(t-\Delta t) + (\text{Stroom}_2) \cdot \Delta t$ (m²) $\text{opningsduur} = 0,03$ (s)</p> <p>Als (t < start_openen) Of (Opp >= 50) Dan Str</p> <p>$\text{start_openen} = 10$ (s)</p> |
|---|---|



Bovenstaande figuur laat de invloed zien van moment van openen (start_openen) op grootte piekversnelling.

| | |
|---|--|
| <p>Simulatie</p> <p>Parameter selecteren</p> <p>Parameter: <input type="text" value="start_openen"/></p> <p>Wijze van weergave</p> <p><input checked="" type="radio"/> Waarde <input type="radio"/> Bereik</p> <p>Waarde ingeven</p> <p>start_openen = <input type="text" value="15"/></p> | <p>Voor het uitvoeren van de simulatie: klik met rechtermuisknop in Modelvenster, kies voor simulatie, selecteer start_openen als parameter. Met ongeopende parachute landt de parachutist na 19,24 s.</p> |
|---|--|

BRONNEN

Van Den Boogaart, 2013. Legoman. *EUCLIDES 88/5*

Liljedahl, P. 2018 Building thinking classrooms. *Teaching and learning secondary school mathematics: Canadian perspectives in an international context*, 307-316.

BIJLAGE 1 FVA-test

- Op een bepaald moment vaart een boot in een meer naar het noorden. Welk antwoord beschrijft de krachten op de boot op dit tijdstip het best? $\vec{v} \rightarrow \vec{F}$
 - Er kunnen meerdere krachten werken op de boot in noordelijke en zuidelijke richting, maar de krachten in noordelijke richting zijn groter.
 - Er kunnen meerdere krachten werken op de boot in noordelijke en zuidelijke richting, maar de krachten in zuidelijke richting zijn groter.
 - Er kunnen meerdere krachten werken op de boot in noordelijke en zuidelijke richting; de krachten in zuidelijke richting zijn even groot als die in noordelijke richting.
 - A en B zijn beide mogelijk
 - A en C zijn beide mogelijk
 - A, B en C zijn mogelijk**
- Op een bepaald moment beweegt een auto naar rechts met toenemende snelheid. Welk antwoord beschrijft de versnelling van de auto op dit moment het best? $d\vec{v} \rightarrow \mathbf{a}$
 - De versnelling van de auto wijst naar rechts**
 - De versnelling van de auto wijst naar links
 - De versnelling van de auto is 0
 - A en B zijn beide mogelijk
 - A en C beide mogelijk
 - A, B en C zijn mogelijk
- Een leerling en een hond trekken aan dezelfde tak. Op een gegeven moment trekt de leerling de tak naar rechts en de hond trekt naar links met een even grote kracht. Welk antwoord beschrijft de beweging van de tak het best op dit tijdstip? $F_{res} = \mathbf{0N} \rightarrow \vec{v}$
 - De tak beweegt richting de hond
 - De tak beweegt richting de leerling
 - De tak beweegt niet.
 - A en B zijn beide mogelijk
 - A, B en C zijn mogelijk**
- Een auto rijdt een bergweg in. Op een gegeven moment is de richting van de versnelling is langs de helling omhoog. Welke antwoord past het best bij de beweging van de auto op dit moment? $\vec{a} \rightarrow \vec{v}$
 - De auto rijdt bergopwaarts
 - De auto rijdt bergafwaarts
 - De snelheid van de auto is nul

BIJLAGE 1 FVA-test

- D. A en B zijn beide mogelijk
- E. A en C beide mogelijk
- F. A, B en C zijn mogelijk**
5. Een groepje jongens duwt een auto van een woonhuis richting de straat. Er werken meerdere krachten op de auto, maar de krachten richting de straat zijn groter. Welk antwoord beschrijft de versnelling van de auto op dit moment het best? $\vec{F}_{res} \rightarrow \vec{a}$
- A. De versnelling van de auto is naar de straat gericht**
- B. De versnelling van de auto is naar het woonhuis gericht
- C. De versnelling van de auto is 0
- D. A en B zijn beide mogelijk
- E. A en C beide mogelijk
- F. A, B en C zijn mogelijk
6. Een karretje rijdt naar rechts. Welk antwoord beschrijft de versnelling van het karretje het best? $\vec{v} \rightarrow \vec{a}$
- A. Het karretje versnelt naar rechts
- B. Het karretje versnelt naar links
- C. Het karretje versnelt niet
- D. A en B zijn beide mogelijk
- E. A en C beide mogelijk
- F. A, B en C zijn mogelijk**
7. De versnelling van een voorwerp is naar rechts. Wat kan je zeggen over de beweging van het voorwerp op dit moment? $\vec{a} \rightarrow d\vec{v}, \vec{v}$
- A. Het voorwerp beweegt naar rechts en zijn snelheid wordt groter
- B. Het voorwerp beweegt naar rechts en zijn snelheid wordt kleiner
- C. Het voorwerp beweegt naar links
- D. A en B zijn beide mogelijk
- E. A en C zijn beide mogelijk**
- F. A, B en C zijn mogelijk
8. In een voetbal, die wordt gebruikt tijdens een wedstrijd, wordt een krachtensor geplaatst. De sensor meet de krachten die op de bal werken. Op een willekeurig moment tijdens de wedstrijd, meet de sensor dat *de netto-kracht in horizontale richting* wijst naar het doel van

BIJLAGE 1 FVA-test

het thuisspelende team. Welk antwoord beschrijft de beweging van de bal het best op dit moment?

$$\vec{F} \rightarrow \vec{v}$$

- A. De bal beweegt in de richting van het doel van het thuisspelende team
 - B. De bal beweegt van het doel van het thuisspelende team af
 - C. De snelheid van de bal is nul
 - D. A en B zijn beide mogelijk
 - E. A en C zijn beide mogelijk
 - F. **A, B en C zijn mogelijk**
9. Een honkbal beweegt op een bepaald moment tijdens een wedstrijd naar rechts en versnelt. Wat kan je zeggen over de krachten op de bal op dit moment? $\vec{a} \rightarrow \vec{F}_R$
- A. **Het is mogelijk dat er krachten naar links én rechts werken, maar de krachten naar rechts zijn groter.**
 - B. Het is mogelijk dat er krachten naar links én rechts werken, maar de krachten naar links zijn groter.
 - C. Het is mogelijk dat er krachten naar links én rechts werken; de krachten naar links zijn even groot als de krachten naar rechts.
 - D. A en B zijn beide mogelijk
 - E. A en C zijn beide mogelijk
 - F. A, B en C zijn mogelijk
10. Een jongen rolt een bal naar rechts op een vlakke ondergrond tegen de wind in. De bal rolt naar rechts en gaat steeds langzamer. Op een zeker moment is de snelheid nul en dan versnelt de bal door de wind naar links. Welk antwoord beschrijft de krachten op de bal het best op het moment dat de bal stil ligt? $\vec{a} \rightarrow \vec{F}_R$
- A. Er is sprake van een nettokracht naar rechts
 - B. **Er is sprake van een nettokracht naar links**
 - C. De nettokracht is 0
 - D. A en B zijn beide mogelijk
 - E. A en C zijn beide mogelijk
 - F. B en C zijn beide mogelijk
 - G. A, B en C zijn mogelijk

BIJLAGE 1 FVA-test

11. Op een gegeven moment werken er meerdere krachten op een voorwerp, zowel naar rechts als naar links, maar de krachten naar links zijn groter. Welk antwoord beschrijft op dit moment de snelheid van het voorwerp het best? $\vec{F}_R \rightarrow \vec{v}$
- A. Het voorwerp heeft een snelheid naar rechts
 - B. Het voorwerp heeft een snelheid naar links
 - C. De snelheid van het voorwerp is nul
 - D. A en B zijn beide mogelijk
 - E. A en C zijn beide mogelijk
 - F. A, B en C zijn mogelijk**
12. Op een gegeven moment oefent een man een duwkracht naar rechts uit op een doos. Er werkt ook een wrijvingskracht tussen de doos en de vloer. Als de doos op exact dit moment naar rechts beweegt, welk antwoord beschrijft de krachten op de doos dan het best? $\vec{v} \rightarrow \vec{F}_R$
- A. De duwkracht is groter dan de wrijvingskracht
 - B. De duwkracht is kleiner dan de wrijvingskracht
 - C. De duwkracht en de wrijvingskracht zijn even groot
 - D. A en B zijn beide mogelijk
 - E. A en C zijn beide mogelijk
 - F. B en C zijn beide mogelijk
 - G. A, B en C zijn mogelijk**

| $d\vec{v}, \vec{v} \rightarrow \vec{a}$ | $\vec{a} \rightarrow d\vec{v}, \vec{v}$ | $\vec{F} \rightarrow \vec{a}$ | $\vec{a} \rightarrow \vec{F}$ | $\vec{F} \rightarrow \vec{v}$ | $\vec{v} \rightarrow \vec{F}$ |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2, 6 | 4, 7 | 5 | 9, 10 | 3, 8, 11 | 1, 12 |