

Docentenhandleiding
Kracht & Beweging
(incl. Space Challenge)

M.C. Koops
M.H.H. Hoevenaar

12 maart 2011

Inhoudsopgave	pag.
Inleiding	1
Doelstelling	1
Leerdoelen	1
Doelgroep	2
Aanbevelingen	2
Studiewijzer	3
Lessen	4
Les 1: Introductie Kracht & Wrijving	4
Les 2: <i>'Space Challenge'</i>	4
Les 3: Onderwijsleergesprek	5
Les 4: Nogmaals <i>'Space Challenge'</i>	7
Les 5: Voorspellingen Aanpassen	7
Les 6: Systematische Probleem-Aanpak	8
Les 7: Opgaven & Grafieken	9
Les 8: Opgaven & Vectoren	9
Les 9: Samenwerking & Mindmaps	10
Les 10: Expertgroepjes & Mindmaps	10
Les 11: Variabel/Optioneel	11
Toets	11
Opdrachten	12
Opdracht 1: Stellingen	12
Opdracht 2: Reflectieve Observatie	13
Opdracht 3: Aanpassen Stellingen	14
Opdracht 4: Groepsmening Stellingen	15
Systematische Probleem-Aanpak	16
1. Lezen	16
2. Omrekenen Gegevens & Noteren	16
3. Oriënteren	17
4. Formules Invullen	17
5. Antwoord Uitrekenen & Significantie Bepalen	17
6. Antwoord Controleren	17
Nawoord	18

Inleiding

De theorie met betrekking tot de eerste 3 wetten van Newton wordt door veel leerlingen als moeilijk en tegen-intuïtief ervaren. Doordat met traditioneel onderwijs de nadruk wordt gelegd op probleem-oplossend vermogen, blijven misconcepten bij leerlingen in stand (zelfs indien leerlingen hoge cijfers scoren). Dit kan uiteindelijk voor verwarring en een gebrek aan motivatie zorgen.

Doelstelling

De doelstelling van deze lessenserie is het vergroten van de conceptuele kennis en het probleem-oplossend vermogen met betrekking tot de eerste 3 wetten van Newton. Recent onderzoek heeft aangetoond dat het inzetten van de game *'Space Challenge'* een significante bijdrage levert aan conceptuele verandering (Hoevenaar, 2010; ISBN: 978-90-9025735-8).

In de eerste lessen komt de conceptuele kennis aan bod, hoofdzakelijk volgens het POE-model (Predict, Observe & Explain). In de daaropvolgende lessen komt de ontwikkeling van probleem-oplossend vermogen aan bod. Ten slotte komt alles samen in de laatste lessen.

Leerdoelen

Concrete leerdoelen van deze lessenserie zijn:

- Leerlingen begrijpen *'Kracht'*, *'Massa'*, *'Verplaatsing'*, *'Versnelling'*, *'Snelheid'*, *'Beweging'* en *'Impuls'* op conceptueel niveau;
- Leerlingen kunnen een conceptmap maken, waarin de onderlinge samenhang van de wetten v. Newton correct en duidelijk naar voren komen en kunnen deze bovendien ook aan anderen uitleggen;
- Leerlingen kunnen problemen m.b.t. de wetten van Newton systematisch en zelfstandig oplossen;
- Leerlingen kunnen de meest voorkomende misconcepten op het gebied van de Newtoniaanse Mechanica benoemen en verklaren.

Doelgroep

De doelgroep van deze lessenserie is hoofdzakelijk 4 Havo/VWO, ter introductie van het onderwerp Kracht en Versnelling (eerste 3 wetten van Newton). Daarnaast is het goed mogelijk deze lessenserie (eventueel ingekort) aan hogere klassen te geven.

Kortom, iedereen met misconcepten op het gebied van Newtoniaanse Mechanica zal baat hebben bij het volgen van deze lessenserie.

Aanbevelingen

De lessenserie is in principe bedoeld om gebruikt te worden bij een hoofdstuk over kracht en beweging en kan in die hoedanigheid zondermeer direct worden ingezet. Desondanks is het raadzaam om onderstaande aanbevelingen in acht te nemen.

- De 2e les draait om de game ‘*Space Challenge*’. Het is raadzaam om zelf dit spel goed te oefenen, zodat specifieke vragen van leerlingen hieromtrent vlot beantwoord kunnen worden.
- De game ‘*Space Challenge*’ draait in principe op alle moderne computers met Windows XP of hoger (niet onder Linux). Het is raadzaam om het spel op alle computers te installeren en te testen. Het is beter eventuele problemen vóór aanvang van de game-les te signaleren en op te lossen.
- Het is raadzaam om vóór aanvang van de les met het onderwijsleergesprek een lijst met de meest voorkomende misconcepten paraat te hebben (basislijst is bijgevoegd).
- Het is handig om in les 9 en 10 (expert)groepjes van 4 leerlingen te vormen.
- De uiteindelijke toets zou bij voorkeur zowel conceptuele als probleem-oplossende vraagstukken/opgaven moeten bevatten.
- De lessenserie is gebaseerd op lessen van 50 min. en is met enige improvisatie ook te gebruiken bij lessen van 40 - 60 min.

Studiewijzer Lessenserie: Kracht & Beweging			
Les	✓	Huiswerk	Lesactiviteiten
1			<ul style="list-style-type: none"> • Richtvragen & Stellingen
2			<ul style="list-style-type: none"> • Spelen ‘<i>Space Challenge</i>’ met Reflectieve Observatie
3			<ul style="list-style-type: none"> • Onderwijsleergesprek
4			<ul style="list-style-type: none"> • Spelen ‘<i>Space Challenge</i>’
5			<ul style="list-style-type: none"> • Voorspellingen Aanpassen
6			<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Probleem Aanpak • Formules Omrekenen • Kracht & Versnelling
7		<ul style="list-style-type: none"> • Opgaven: • Lezen §: 	<ul style="list-style-type: none"> • Afstand, Snelheid, Tijd • Grafieken
8		<ul style="list-style-type: none"> • Opgaven: • Lezen §: 	<ul style="list-style-type: none"> • Vectoren • Impuls
9			<ul style="list-style-type: none"> • Maken Mindmaps (groepjes)
10		<ul style="list-style-type: none"> • Afmaken Mindmaps 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergelijken/aanp. maps (experts)
11			
*** → Toets Hoofdstuk Kracht & Beweging ← ***			

Lessen

Les 1: Introductie Kracht & Wrijving

Richtvragen:

- Wat is een kracht?
- Kun je een kracht zien?
- Wat is wrijving?
- Werkt wrijving altijd tegen?

Uitvoeren Opdracht 1 (voor invulblad, zie pag. 12):

Wat weet jij over Kracht & Beweging?

Je loopt al een heleboel jaren rond op deze aarde en hebt dus al heel veel ervaring met beweging en krachten. Je bent er zelfs de hele dag (onbewust) mee bezig. In deze opdracht word je gevraagd om de kennis die je hebt opgebouwd in het dagelijks leven onder woorden te brengen.

Bespreek in een groepje de stellingen van het invulblad, behorende bij deze opdracht en schrijf daarna op wat jouw ideeën erover zijn, zodat je ze later kunt teruglezen en verbeteren. Zijn ze waar of niet? Of zijn ze soms waar en soms niet? Misschien ga je na de lessen je mening bijstellen.

De antwoorden op deze vragen dienen te worden ingeleverd. Deze antwoorden vormen als het ware een *'voorspelling'* van wat de leerling hierover weet. Op deze manier wordt de voorkennis van de leerling geactiveerd. Het is hierbij aan te raden om deze voorkennis tijdens deze les nog niet te toetsen of te koppelen aan de formele kennis.

Les 2: *'Space Challenge'*

Deze les bestaat uit het laten spelen van de game *'Space Challenge'*.

Er bestaan 2 versies: de HT-versie en de LT-versie. Het is aan te raden eerst met de LT-versie te beginnen. Indien een leerling deze heeft uitgespeeld kan de HT-versie geprobeerd worden (deze is beduidend moeilijker).

Procedure:

- Een korte introductie (< 5 min.)
- 2 leerlingen per pc.
- Om de beurt een level proberen.
- Observeer elkaar, maar zeg niets voor.
- Bij de beurtwissel tips uitwisselen.
- Houd de scores bij. We gaan later proberen om onszelf te verbeteren.

Bij voorkeur worden er geen opdrachten o.i.d. gegeven tijdens of na het spelen van *'Space Challenge'*.

Les 3: Onderwijsleergesprek

Een onderwijsleergesprek is een handig hulpmiddel om de spontane concepten, opgedaan in de vorige les, te koppelen aan formele concepten. Hierbij wordt tevens voorkennis geactiveerd. Een onderwijsleergesprek kan uiteraard alle kanten opgaan, maar geadviseerd wordt om in de richting te sturen waarbij de meest voorkomende misconcepten worden benoemd en verklaard m.b.v. de formele concepten. Activatie van voorkennis wordt bewerkstelligd middels de richtvragen uit opdracht 2.

Uitvoeren Opdracht 2 (voor invulblad, zie pag. 13):

Na het spelen van de game heb je wat ervaring opgedaan met beweging met en zonder wrijving. In deze opdracht noteer je wat je ervan hebt opgestoken op het invulblad, behorende bij deze opdracht. Aan het eind van de les lever je dit in.

Een lijst met veel voorkomende misconcepten:

- Een bewegend voorwerp bevat kracht \rightarrow moet zijn: een bewegend voorwerp bevat impuls (en energie).
- Een voorwerp waar geen (netto) kracht op wordt uitgeoefend komt tot stilstand \rightarrow moet zijn: Een voorwerp waar geen (netto) kracht op wordt uitgeoefend blijft met constante snelheid bewegen.
- Massa is hoeveelheid materie, of massa is hoe groot iets is \rightarrow moet zijn: massa is de weerstand tegen verandering v. beweging. (hoeveelheid materie = aantal (kern)deeltjes \neq massa). Vooral later kan het misconcept dat massa de hoeveelheid materie zou zijn voor veel verwarring zorgen (quantummechanica, relativiteit, etc.)
- Bij botsing tussen auto & vrachtwagen oefent de een een grotere kracht uit op de ander dan de ander op de een \rightarrow moet zijn: oefenen even grote maar tegengesteld gerichte krachten op elkaar uit (3e wet Newton).
- Als een boek stil op tafel ligt, dan is dat zo omdat de kracht van het boek op de tafel en van de tafel op het boek even groot en tegengesteld gericht zijn \rightarrow moet zijn: omdat de zwaartekracht op het boek even groot en tegengesteld is aan de normaalkracht van de tafel op het boek.

Vooraf het verschil tussen de laatste 2 items moet goed verduidelijkt worden, omdat deze vaak verwarring opleveren. Het betreft het verschil tussen de 2e en 3e wet v. Newton, waarbij de 2e wet v. Newton betrekking heeft op krachten die werken op één voorwerp, terwijl de 3e wet betrekking heeft op de interactie tussen 2 verschillende voorwerpen.

Door deze misconcepten te benoemen en te verklaren krijgen de formele concepten ruimte om de misconcepten te verdringen.

In het onderwijsleergesprek kan veelvuldig gerefereerd worden naar situaties en ervaringen uit *'Space Challenge'*.

Door nu geen huiswerk voor de volgende les op te geven krijgen leerlingen de ruimte om deze (conceptuele) stof te verwerken. Uiteraard is iedereen vrij om huiswerk naar eigen inzicht in te delen.

Les 4: Nogmaals ‘*Space Challenge*’

In deze les wordt de game nogmaals gespeeld om de antwoorden die in de vorige les naar voren zijn gekomen te toetsen.

Procedure:

- Een korte introductie (< 5 min.)
- 2 leerlingen per pc.
- Om de beurt een level proberen.
- Observeer elkaar met de antwoorden uit de vorige les in het achterhoofd.
- Bij de beurtwissel kort overleggen en/of tips geven.
- Vergelijken scores nu met de oude scores.

Ook kan worden overwogen om dit als huiswerk te laten doen, of in een zelfwerkuur in de mediatheek. Het hangt sterk af van de organisatie en mogelijkheden van de betreffende school.

Les 5: Voorspellingen Aanpassen

In deze les worden de voorspellingen van de eerste les aangepast via de volgende opdrachten:

Uitvoeren Opdracht 3 (voor invulblad, zie pag. 14):

De afgelopen 3 lessen heb je op een andere manier naar kracht en beweging gekeken dan je gewend was. Je hebt zelfs gespeeld in een situatie waar geen wrijving bestond. Waarschijnlijk zijn je ideeën uit de eerste les nu een beetje veranderd.

- Bekijk de uitspraken die je voor opdracht 1 hebt opgeschreven.
- Noteer je nieuwe inzichten op het invulblad, behorende bij deze opdracht, met in het achterhoofd de informatie uit de laatste lessen.

Uitvoeren Opdracht 4 (voor invulblad, zie pag. 15)

Je hebt net opgeschreven hoe je nu over de stellingen denkt. Discussieer hierover in je groepje en noteer op het laatste (gezamenlijke) invulblad de definitieve groepsantwoorden op de stellingen.

- Bespreek met je groepsgenoten de aanpassingen die iedereen heeft gedaan.
- Kom als groep tot een overeenstemming en vul het gezamenlijke invulblad in met de groeps mening.

Na het uitvoeren van deze opdrachten worden de stellingen klassikaal besproken.

Les 6: Systematische Probleem-Aanpak

Deze les staat in het teken van het introduceren van een systematische probleem-aanpak. Dit moet leerlingen in staat stellen om de nieuw geleerde conceptuele kennis praktisch toe te passen bij problemen en opgaven.

Er wordt nu een structureel begin gemaakt met het systematisch leren oplossen van problemen. Indien eerder in het curriculum al een S.P.A. is geïntroduceerd kan dit nu uiteraard achterwege blijven en direct worden overgegaan op het oefenen van opgaven.

Deze les staat bij voorkeur kracht & versnelling centraal, waarbij aan de hand van de bijbehorende formule zowel problemen kunnen worden opgelost, alsook de theorie op conceptueel niveau kan worden uitgelegd. Als voorbeeld kan hierbij uiteraard weer gerefereerd worden naar '*Space Challenge*'.

Veel leerlingen hebben moeite met het omrekenen van formules. Een handig ezelsbruggetje hiervoor is het sommetje $3 = \frac{6}{2}$. Iemand die zijn vinger legt op één van deze getallen kan zien wat hij met de andere twee getallen moet doen om op dit getal uit te komen. Dit kan worden doorgetrokken naar de formule waar een getal onbekend is. Klinkt erg simpel → is het ook..!!

Gedurende deze les kunnen leerlingen zelfstandig aan het werk worden gezet, om alvast het huiswerk voor de volgende les te maken.

Het huiswerk voor de volgende les bestaat voornamelijk uit het maken van opgaven.

Les 7: Opgaven & Grafieken

Deze les staat in het teken van het effect van de versnelling op de beweging van een voorwerp. De versnelling (of vertraging) beïnvloedt de snelheid. De snelheid hangt weer samen met positie.

De formules voor verplaatsing, snelheid, versnelling en tijd kunnen hier ter sprake komen. Tevens is het belangrijk om aan te geven welke formules gelden voor constante snelheid en welke gelden voor constante versnelling. De ervaring leert dat hier ook veel verwarring over kan ontstaan.

Bij het introduceren van de valbeweging zou 'g' kunnen worden uitgelegd als zijnde een valversnelling (een speciale 'a'), die op aarde (bij benadering) constant is.

De verschillende kinematische grafieken (s-t, v-t, a-t) zouden deze les ter sprake kunnen komen. Het duidelijk maken van het onderscheid tussen deze grafieken is erg belangrijk, aangezien leerlingen doorgaans moeite hebben met het verschil tussen een bepaalde grootte en de afgeleide van deze grootte naar de tijd, voornamelijk m.b.t. grafieken... De koppeling naar wiskunde kan hier erg belangrijk zijn (differentiëren, integreren), hoewel leerlingen in 4 Havo/VWO dit waarschijnlijk nog niet hebben gehad. Wellicht is er een mogelijkheid om in overleg met de wiskundedocent een en ander op elkaar af te stemmen.

Een gedeelte van de les kan worden gereserveerd om leerlingen zelfstandig aan opgaven te laten werken.

Het huiswerk voor de volgende les bestaat voornamelijk uit het oefenen van opgaven.

Les 8: Opgaven & Vectoren

Deze les kan gebruikt worden als extensie van de vorige les (misschien is een en ander wat uitgelopen).

In deze les zou het vectorkarakter van kracht, snelheid en versnelling aan bod kunnen komen, in combinatie met het begrip impuls (het engelse momentum, geen impuls; wederom een mogelijke bron van verwarring). De cirkelbeweging (maar ook het ballistisch traject) zou hier mooi op aansluiten.

In deze les kan mooi duidelijk worden gemaakt dat een voorwerp niet altijd beweegt in de richting van de kracht die op dat voorwerp wordt uitgeoefend. Door vectoren vooral grafisch uit te leggen krijgen leerlingen hier beter vat op.

Wederom kan een gedeelte uit deze les worden besteed aan het zelfstandig maken van opgaven.

Als huiswerk voor de volgende les kan gekozen worden voor het afmaken van de opgaven.

Les 9: Samenwerking & Mindmaps

Om zowel de conceptuele alsook de probleem-oplossende kennis te ordenen en samen te vatten op een intuïtieve en grafische manier, staat deze les in het teken van het maken van een mindmap, of conceptmap, van de stof tot nu toe.

Dit kan in groepjes van 4, met onderling overleg, zodat ieder groepje van 4 een eigen mindmap klaarheeft aan het eind v.d. les.

Door de stof op deze manier samen te vatten, wordt ‘the big picture’ niet alleen duidelijk, maar zal ook verankerd worden in het al aanwezige conceptuele netwerk.

Het huiswerk voor de volgende les zou in het teken kunnen staan van het thuis verder afmaken van deze mindmap, maar kan ook bestaan uit maak en/of leerwerk m.b.t. andere stof uit het hoofdstuk maar wat niet in deze lessenserie naar voren komt (b.v. momentwet, o.i.d.).

Les 10: Expertgroepjes & Mindmaps

Deze les staat wederom in het teken van de gemaakte mindmaps. Nu kunnen er nieuwe groepjes van 4 worden gevormd, waarbij er in ieder groepje dus 4 verschillende mindmaps aanwezig zijn. Deze groepjes kunnen nu onderling hun mindmaps vergelijken, aanvullen, veranderen, corrigeren, e.d.

Na deze ronde gaan de leerlingen weer in hun oorspronkelijk groepje zitten om wederom onderling te vergelijken en de definitieve mindmap af te werken. Het is mogelijk om per groepje een waardering (cijfer, of iets anders) toe te kennen aan

de kwaliteit v.d. mindmap (als ze dit vaker hebben gedaan en er enige ervaring mee hebben). Dit toevoegen van een soort wedstrijd-element kan de motivatie bevorderen.

Aan het eind van de les kan een voorbeeld mindmap worden verstrekt aan de leerlingen, zodat deze een idee krijgen waar het nog aan schort. Op deze manier krijgen ze niet alleen een correcte en volledige mindmap, waar ze daadwerkelijk iets mee kunnen, maar leren ze ook metacognitief denken (wat kan ik goed en waar moet ik nog aan werken).

Huiswerk voor de volgende les bestaat uit het leren van de conceptuele kennis en het oefenen van opgaven.

Les 11: Variabel/Optioneel

De laatste les is variabel en biedt ruimte voor verschillende mogelijkheden:

- Vragen en oefenen voor de toets;
- Indien deze lessenserie onderdeel uitmaakt van een groter hoofdstuk o.i.d. dan kan deze les nieuwe stof bevatten;
- Demonstratie-practicum (zoals b.v. anti-wrijvingsbaan) of voor een regulier practicum (b.v. buitenpracticum: fietsen → remweg);
- Oefenen conceptuele kennis door b.v. FCI laten maken en/of bespreken;
- In geval van uitbreiding v.d. lessenserie zou eventueel het begrip ‘Energie’ geïntroduceerd kunnen worden (en worden vergeleken met impuls).

Toets

In de toets zou bij voorkeur zowel conceptuele kennis als probleem-oplossend vermogen gevraagd moeten worden.

Opdracht 1: Stellingen

- Als iets beweegt is er altijd een kracht nodig. Zonder kracht stopt de beweging na een tijdje.

- Om te bewegen is er geen kracht nodig. De maan heeft geen motor maar beweegt toch.

- Een voorwerp beweegt altijd in de richting van de kracht die op het voorwerp werkt.

- Het duurt even om iets in beweging te brengen. Daar is een kracht voor nodig. Om iets te laten stoppen is ook een kracht nodig, maar veel korter.

Opdracht 2: Reflectieve Observatie

- Heb je gemerkt of 'optrekken' net zo lang duurt als 'afremmen'?

- Heb je gemerkt of de beweging altijd in de richting gaat van de kracht?

- Kun je in je eigen woorden aangeven welke invloed de kracht op de beweging heeft?

- Is er een verschil te merken bij het optrekken en remmen met of zonder wrijving?

- Wat vind je handiger? Wel of geen wrijving?

- Wat kost minder brandstof: bewegen met of zonder wrijving?

- Wat gaat sneller: bewegen met of zonder wrijving?

Opdracht 3: Aanpassen Stellingen

- Als iets beweegt is er altijd een kracht nodig. Zonder kracht stopt de beweging na een tijdje.

- Om te bewegen is er geen kracht nodig. De maan heeft geen motor maar beweegt toch.

- Een voorwerp beweegt altijd in de richting van de kracht die op het voorwerp werkt.

- Het duurt even om iets in beweging te brengen. Daar is een kracht voor nodig. Om iets te laten stoppen is ook een kracht nodig, maar veel korter.

Opdracht 4: Groepsmening Stellingen

- Als iets beweegt is er altijd een kracht nodig. Zonder kracht stopt de beweging na een tijdje.

- Om te bewegen is er geen kracht nodig. De maan heeft geen motor maar beweegt toch.

- Een voorwerp beweegt altijd in de richting van de kracht die op het voorwerp werkt.

- Het duurt even om iets in beweging te brengen. Daar is een kracht voor nodig. Om iets te laten stoppen is ook een kracht nodig, maar veel korter.

Systematische Probleem-Aanpak

Een veel gebruikte S.P.A. om problemen op een duidelijke en gestructureerde manier op te lossen is het 6-stappenplan (LOOFAA) zoals hieronder:

1. Lezen
2. Omrekenen Gegevens & Noteren
3. Oriënteren
4. Formules invullen
5. Antwoord Uitrekenen & Significantie Bepalen
6. Antwoord Controleren

1. Lezen

Een van de belangrijkste aspecten van het oplossen van een probleem of opgave is begrijpend lezen. Het is erg verleidelijk om een opgave slechts één keer te lezen, voordat de rekenmachine erbij wordt gepakt.

Het is raadzaam om een keer snel de opgave door te lezen, om deze vervolgens nogmaals, langzaam, te bestuderen. Worden er aannames gemaakt? Wat heeft dat voor gevolg? Worden er variabelen impliciet vermeld/verstopt? Is een statement op meer dan een manier te interpreteren; zo ja, is er uit de context af te leiden welke manier de voorkeur heeft? Enzovoorts...

2. Omrekenen Gegevens & Noteren

Na het aandachtig doorlezen volgt het noteren van alle gegevens, variabelen, constanten, e.d. Zowel de expliciet genoemde alsook de impliciet ‘verborgen’ gegevens moeten netjes en geordend worden genoteerd. Bij voorkeur worden al deze gegevens direct omgerekend naar de standaard SI-eenheden. Dit zorgt voor minder kans op fouten bij het invullen van formules en het interpreteren van de uitkomsten.

3. Oriënteren

Nadat de opgave aandachtig is doorgelezen en alle gegevens netjes zijn genoteerd en omgerekend, hebben je hersens wat tijd gehad om wat te spinnen. Nu wordt het tijd om te gaan oriënteren. Dit wil zeggen dat je op conceptueel niveau probeert na te gaan hoe de theorie er ook alweer uitziet met betrekking tot dit probleem.

Welk onderwerp betreft het probleem? Welke formule(s) horen daarbij? Moet ik rekening houden met een bepaald geldigheidsgebied van deze formules? Heb ik meer dan een formule nodig? Moet ik wellicht een stelsel formules oplossen? Mag ik bepaalde aannames maken? Zijn er meerdere manieren om tot een oplossing te komen?

4. Formules Invullen

Nadat bepaald is hoe het probleem kan worden opgelost, gaan we daadwerkelijk de benodigde formules invullen. Het is hierbij raadzaam om nog niets in de rekenmachine in te typen, aangezien we dan makkelijk fouten maken met tussentijdse afrondingen e.d. Bovendien verliezen we makkelijk het overzicht.

5. Antwoord Uitrekenen & Significantie Bepalen

Nadat alles is ingevuld staat er doorgaans een (grote) berekening op papier, welke ineens in de rekenmachine kan worden ingevuld. Door nu pas je rekenmachine te gebruiken maak je minder kans op (afrondings)fouten. Moderne GR's laten vaak de berekening zien op het scherm, waardoor het makkelijk te controleren is of je het goed hebt ingevuld. Het eindantwoord moet worden afgerond, waarbij je goed moet letten op de significantieregels.

6. Antwoord Controleren

Het is zinvol om je eindantwoord eens goed te bekijken. Komt er iets uit wat in het dagelijkse leven zou kunnen kloppen? Als er een belachelijk antwoord uitkomt (bijvoorbeeld een hardloper die een miljoen kilometer per uur loopt) heb je zeer waarschijnlijk ergens een (reken)fout gemaakt.

Nawoord

Deze lessenserie is opgezet als richtlijn bij het inzetten van onder andere de game ‘*Space Challenge*’ in een lessituatie, het werken in expert-groepjes en het maken en gebruiken van mindmaps in een lessituatie, waarbij rekening wordt gehouden met het verschil tussen conceptuele kennis en probleem-oplossend vermogen.

Deze docentenhandleiding is nog niet getest en we garanderen dan ook niet dat dit de beste manier is om ‘*Space Challenge*’ in te zetten. Vervolgonderzoek om hardere uitspraken hierover te kunnen doen wordt voorbereid. Wilt u daaraan meewerken dan horen we dat graag.

Uiteraard leiden er meerdere wegen naar Utrecht. Onze gekozen methoden en planning is hier slechts één voorbeeld van. Natuurlijk is iedereen vrij om alles zelf in te delen naar eigen inzicht en mogelijkheden. Vooral als je de lessenserie eenmaal hebt uitgevoerd raden wij het aan om het de volgende keer anders te doen. We zijn immers op zoek naar verbetering; indien je altijd doet wat je al deed, zal je altijd krijgen wat je al had...

Onze studiewijzer kan zonder meer in zijn geheel worden gebruikt. Indien deze lessenserie wordt ingepast in een groter hoofdstuk kan de studiewijzer uiteraard naar eigen inzicht worden aangepast. Wel verdient het de voorkeur om lesnummers i.p.v. data te gebruiken, gezien de flexibiliteit die dit oplevert. Lesnummers kunnen worden afgevinkt en hoeven niet te worden aangepast als een les uitvalt.

Onze Systematische Probleem-Aanpak is slechts een voorbeeld van hoe wij denken dat leerlingen er het best mee uit de voeten kunnen. Er kan altijd gekozen worden voor een eigen S.P.A.

Bij vragen en/of opmerkingen m.b.t. deze lessenserie, de educatieve game ‘*Space Challenge*’, of heeft U belangstelling voor het onderzoek naar het gebruik van ‘*Space Challenge*’ in de les (Hoevenaar, 2010), of heeft U interesse om in een van onze onderzoeken te participeren, dan kunt U contact opnemen met:

dr. Martijn C. Koops
Academieteam serious gaming
Faculteit Educatie
Hogeschool Utrecht
martijn.koops@hu.nl