

BIG ideas **Science** GREAT

Inzicht in mechanica dankzij 'Big Ideas'

WND 2015

Workshop

- Begrippenkader Big Ideas
- Verloop lessenreeks
 - kinematica: patronen in (verandering van) bewegingen
 - dynamica: verklarende modellen (van oorzaken)
 - Enkele voorbeelden
 - Resultaten materiaal studenten
- Eventueel nieuwe toepassing

Waarom? Onderwijs in de wetenschappen heeft problemen

Te veel weetjes, te weinig inzicht

► **Nieuwe begrippen en woorden**

zichtbare straling	scherm in loodglas
onzichtbare straling	donker voorwerp
lichtbron	kunstmatige lichtbron
golflengte	natuurlijke lichtbron
golffal	puntvormige lichtbron
radiogolven	uitgebreide lichtbron
microgolven	* doorzichtig voorwerp
infrarode golven	* doorschijnend voorwerp
IR-golven	* ondoorschijnend voorwerp
zichtbaar licht	lichtstraal
ultraviolette stralen	lichtbundel
UV-stralen	divergerende lichtbundel
UV-A	evenwijdige lichtbundel
UV-B	convergerende lichtbundel
UV-C	optische middenstrof
röntgenstralen	* schaduwbeeld
x-stralen	* schaduw
gammastralen	gerichte terugkaatsing
ionisatie	reflectie
ioniserende straling	diffuse terugkaatsing
nieu-ioniserende straling	lichtbreking
radioactiviteit	refractie
elektromag	kleurschifting
natuurlijke stral	
kunstmatige str	
dosimeter	
loodlab	
loodschort	

Termen uit een handboek NW versus de eindtermen

ET15	37	het onderscheid tussen lichtbronnen en donkere lichamen beschrijven met een voorbeeld
ET15	38	uit waarnemingen vaststellen dat licht uit verschillende kleuren bestaat
ET15	39	onzichtbare straling in verband brengen met praktische toepassingen uit het dagelijkse leven.
ET15, (B)	40	beschermingsmaatregelen aangeven voor de mogelijke gevaren van onzichtbare straling.

Inzichten niet duurzaam

Pelling instroom bacheloropleidingen 2014, 35 vragen

Zelfs de meest elementaire inzichten zijn niet meer aanwezig bij start hoger onderwijs.

Alternatieven gevraagd...

BIG Ideas Science GREAT

UNIVERSITEIT GENT HoGent

arteveldehogeschool

howest De Hogeschool West-Vlaanderen

EXPERTISENETWERK LERARENOPLEIDINGEN AUGENT

Overkoepelend referentiekader 4D didactiek

NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS

Kernbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo

Fysische wereld **Ideeën**

Perspectieven

- Systemen
- Patronen
- Schaal en verhouding
- Oorzaken
- Stabiliteit en verandering
- Modellen
- Stromen en behoud
- Structuur en functie

Denk- en werkwijzen

- Vragen stellen, problemen definiëren
- Modellen maken en gebruiken
- Onderzoek plannen en uitvoeren
- Data analyseren en interpreteren
- Wetenschappelijke ICT gebruiken
- Verklaringen en oplossingen formuleren
- Argumenteren op basis van data
- Informatie bekomen, evalueren en communiceren

Ideeën

- Iedereen heeft **ideeën** of denkbeelden over de fysische wereld
- Deze ideeën kunnen heel verschillend zijn: leerlingendenkbeelden
- Uitgangspunt: alle ideeën zijn interessant

Tijdens een leerproces worden de verschillende ideeën met elkaar geconfronteerd.

- Elkaar uitdagen om eigen ideeën te 'onderzoeken'
- Wie leert van wie?

Denk- en werkwijzen

- Beschrijven hoe een wetenschapper de fysische wereld onderzoekt
 - Wat doet hij/zij?
 - Hoe denkt hij/zij?
- Komen overeen met de onderzoeksvaardigheden
- Maar zijn geen vast stappenplan
 - 'Farting in the dark'
- Zetten aan om
 - zelf te onderzoeken en
 - kritisch met andere denkbeelden om te gaan.
- Vragen stellen is één van de moeilijkste

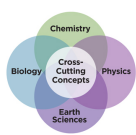

Perspectieven als denkgereedschap

- Fred Jansen (biologie didacticus, Waar zijn de vragen gebleven?)
- Perspectieven
 - Systemen:** Wat zijn de grenzen van een fenomeen?
 - Patronen:** Vind je een patroon?
 - Modellen:** Wat is essentieel, wat is overbodig?
 - Oorzaken:** Zijn er duidelijke oorzaken?
 - Stromen en behoud:** Hoe loopt de energie, materie doorheen het systeem?
 - Schaal en verhouding:** Kan het gedrag worden verklaard door het systeem op te splitsen in kleinere delen?
 - Structuur en functie:** Heeft de structuur een invloed op de het gedrag
 - Stabiliteit en verandering:** Wanneer is een systeem stabiel en wanneer is er verandering?
- Meta 'big ideas': disciplineoverschrijdend

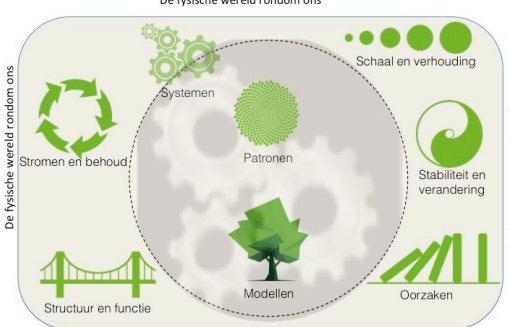
Perspectieven zijn discipline overstijgend

- “Some important themes pervade science, mathematics and technology and appear over and over again, whether we are looking at an ancient civilization, the human body, or a comet. They are ideas that transcend disciplinary boundaries and prove fruitful in explanation, in theory, in observation, and in design.”
- – American Association for the Advancement of Science

Crosscutting concepts
Common themes
Unifying themes
...

Denkkader perspectieven



Belangrijke perspectieven kinematica

- Wat is een systeem?
 - datgene waar we onze aandacht op richten
 - relevante deel van de werkelijkheid
- Wat is een patroon?
 - iets dat zich herhaalt in de ruimte en/of de tijd







Belangrijke perspectieven

- Wat is een model?
 - Een vereenvoudigde voorstelling die inzicht geeft



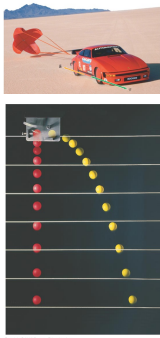
Inzicht in mechanica

Verloop lessenreeks kinematica,
In opleidingsonderdeel vakstudie fysica 1 –
studenten bachelor in het onderwijs: secundair
onderwijs



Uitgangspunten

- Less is more
 - Wat is de inhoudelijke essentie?
 - formuleren tot kernideeën
 - science for all
 - science for the scientist
- Overkoepelend doel
 - Onderzoeksvaardigheden en inzicht in perspectieven trainen
 - Vragen stellen en onderzoeken aan de hand van perspectieven
 - Welke patronen kan je achterhalen?
 - Hoe maak je deze zichtbaar?
 - Welke vragen roepen deze patronen op?
 - Sterk inductieve aanpak
 - patroon → model
 - op het eind: deductieve aanpak



Eerste oefening: zoeken naar patronen

- Bekijk aandachtig enkele bewegingen:
 - Orden, rangschik, categoriseer, ...
 - Bepaal criteria waarop je dit gedaan hebt.
 - Doe dit verschillende keren...



Eerste patronen van beweging

- Voorwerpen bewegen op verschillende manier:
 - rechtdoor,
 - zigzag,
 - in een boog,
 - vooruit en achteruit,
 - snel en traag,
 - veranderlijk,
 - afhankelijk van de positie van de waarnemer,
 - ...

pad, baan
1D, 2D, ...




Eerste patronen van beweging

- Patronen volgens Aristoteles
 - zijn al verklarend van aard!
- 2 soorten bewegingen:
 - natuurlijke beweging
 - omlaag: vallende voorwerpen
 - omhoog: stijgende rook
 - cirkelvormig: beweging van zon & planeten
 - onnatuurlijke (opgedrongen) beweging
 - te wijten aan 'trekken' of 'duwen', voorbeeld de wind die schepen vooruit blaast
- Deze indeling is al gekoppeld aan oorzaken
 - cf onderdeel dynamica





Nood aan kwantitatieve beschrijving van het patroon

- 'Snel' of 'traag' zegt niet zo veel
- Hoe zou je de beweging kwantitatiever beschrijven/voorstellen?



de **weg** die een object **aflegt** vergelijken met de **tijd** dat hiervoor nodig was!




$$\text{SNELHEID} = \frac{\text{AFGELEGDE WEG}}{\text{Tijd (die hiervoor nodig was)}}$$


Systeem afbakenen

- Vragen
 - Benoem de delen die horen tot je systeem (en de relaties tussen deze delen)?
 - Hoe stellen we deze delen voor?
- Bewegend lichaam = systeem
- Voorstellen als een puntmassa
 - we vervangen een lichaam door 1 punt waarin alle massa samengebundeld zit
 - Geïdealiseerd mathematisch punt beschrijft een translatie
 - Hoe stellen we Usain Bolt voor?

Systeem afbakenen

- Probleem
 - Naar wat kijk je? Wat is je referentie?




- Voorbeeld beweging 2 treinen tov elkaar



Systeem afbakenen

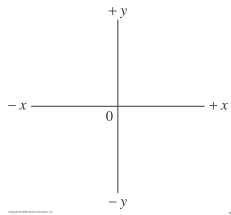
- 2^{de} probleem
 - hoe zit het met snelheid?



- De beweging van een voorwerp moet altijd bekeken worden t.o.v. een ander voorwerp of plaats in de ruimte.
 - systeem dus niet beperken tot die ene puntmassa

Systeem

- Referentiestelsel
 - voor de plaats & richting!
 - voor 'de snelheid' => relatieve begrippen!
 - Frame of reference, educational film (1960), tot 4:00
- positie x op tijdstip $t_1 \rightarrow x_1$
- positie y op tijdstip $t_1 \rightarrow y_1$
 - Pasco/coach meetstelsel



2^{de} oef: patronen van verandering beschrijven

- Breng de verandering in kaart
 - patronen van verandering
 - Data verzameling om stabiliteit en verandering in kaart te brengen
- Beschrijf het patroon van eenvoudige bewegingen
 - Bespreek eerst plan van aanpak in groep.
 - Probeer zoveel mogelijk informatie te verzamelen,
 - Welke patronen merken jullie op?
 - Hoe beschrijf je dit patroon?
 - Zie je gelijknissen en verschillen? Wat zijn de verschillen?
 - Wat verandert er? Hoe is deze verandering?
 - Bewaar en bewerk jullie resultaten in tekening, tabel of grafiek (indien mogelijk via ICT)

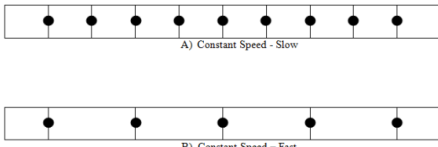


2^{de} oef: patronen van verandering beschrijven

- Patroon beschrijven in woorden
- Tekening
- *Tabellen en grafieken*
- Symbolische vergelijkingen (=formules)

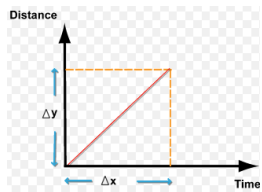
Patronen leiden tot ERB

- Opmerking: nooit perfect ERB (voorstelling als ERB)
- In woorden:
 - steeds zelfde verplaatsing over vast tijdsinterval
 - over elk tijdsinterval is de gemiddelde snelheid constant
- Tekening
 - A) Constant Speed - Slow
 - B) Constant Speed - Fast



Patronen van ERB

- Grafisch
- Pasco/coach?



- Formule: $\Delta x / \Delta t = Cte = v_{gem}$

Extra opdracht: videometing via tracker

- cf ook app video physics Vernier (voor Ipad)
- download programma: <http://physlets.org/tracker/>
 - gebruik hiervoor eenvoudige beweging ERB.



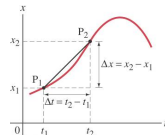

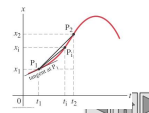

Patronen van veranderlijke beweging

- Welke patronen vinden we terug bij veranderlijke bewegingen?
- Dezelfde oefening bij hellend vlak
 - in woorden
 - tekening
 - grafisch
 - formule
- cf module 2, Val van Galilei
 - <https://youtu.be/z2r36yc3ItE> 7:45




Voorstellen van de verandering in snelheid?

- Idee van ogenblikkelijke snelheid gemiddelde snelheid zegt vaak niet genoeg...
- momentane of ogenblikkelijke snelheid
 - $v = \Delta x / \Delta t$ met Δt zeer klein of $v = dx/dt$ (limietwaarde over een oneindig klein tijdsinterval)
 - cf pasco & tracker → tijdsinterval verkleinen...
 - Zie meetkundige betekenis in $x(t)$ grafiek!
 - grootte en teken (=> vector op de x-as)

Voorstellen van de verandering in snelheid?

- verandering van het ene begrip bepaalt het andere begrip:
 - **verandering** van plaats over een bepaalde tijd =>
- wat als nu deze snelheid verandert?




SNELHEID

VERSNELLING = $\frac{\text{VERANDERING IN SNELHEID}}{\text{TIJD (waarbinnen dit gebeurde)}}$

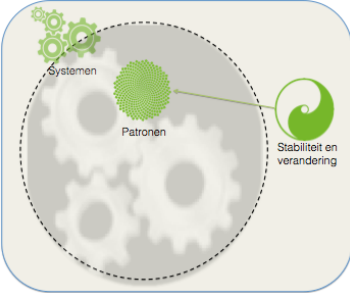




Eenparig versnelde beweging

- Model → patroon (via deductie)
- EVRB: de snelheid verandert eenparig
 - $a = \text{cte!}$
 - $v = v_0 + a t$
 - $v_{\text{gem}} = (v_0 + v_{\text{eind}}) / 2$
 - $x = x_0 + v_0 t + at^2 / 2$

Samenvattend: perspectieven binnen kinematica

Inhoudelijke kernideeën

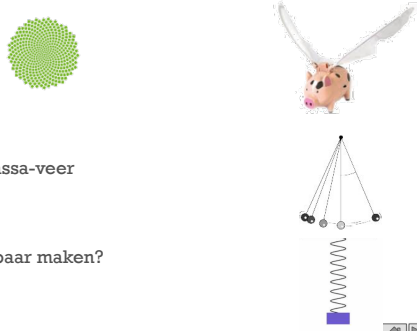
- Idee: verklaart een fenomeen
- Kernidee: breed toepasbaar idee (nog steeds een groot aantal)
- Groot kernidee: Sleutelidee toepasbaar in verschillende disciplines: zoektocht naar de ESSENTIE en SAMENHANG

- kinematica
 - studenten zelf 3 ideeën laten verwoorden
 - na hoofdstuk 1D, 2D – beweging.
 - vaststelling: zie overzicht

Inhoudelijke kernideeën

- resultaten kinematica
 - vaststelling: zie overzicht
 - studenten formuleren niet altijd een idee, ze hebben hier moeilijkheden mee
 - Elke beweging is relatief tov een gekozen referentiestelsel
 - Beweging wordt geanalyseerd door plaats, snelheid en versnelling
 - Alles wat losgelaten worden, heeft eenzelfde verandering in zijn beweging
 - 2D bewegingen analyseren door opsplitsing
 - Niet 1 methode om tot oplossing te komen


Nog andere patronen



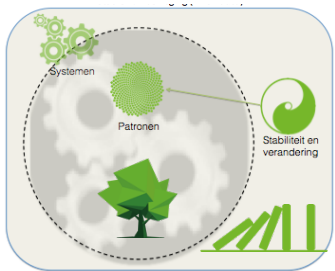
- flying pig
- trilling massa-veer
- slinger
- Hoe zichtbaar maken?

Inzicht in mechanica

Verloop lessenreeks dynamica



Perspectieven dynamica



focus op modellen: zoeken naar verklarende oorzakelijke modellen.

Zoeken naar oorzaken?

- Wat veroorzaakt precies dit effect?
- Welke invloed heeft ... op het patroon?



De traagheidswet

- Populaire formulering
 - een lichaam dat in rust is wil in rust blijven;
 - en een lichaam dat in beweging is, wil in beweging blijven
(anders gezegd: *bewegingsverandering*)
 - beiden zolang er geen uitwendige oorzaak is die dit belet
- Hoe kan je dit patroon?
 - Een aantal voorbeelden:
 - Ik zit op een stoel op wieltjes, sta stil en wil beweging komen.
 - Ik dobber op een bootje op een stilstaand meer.
 - M'n auto rolt zonder remmen van een helling



Oorzaken

- Wat heeft invloed op het patroon?
 - stoel op wieltjes
 - rond dobberen in een bootje
- Discussie over wat precies
 - idee van interactie



Meest voorkomende denkbeeld!!!

- Kracht is een oorzaak die je buiten het systeem (object) moet gaan zoeken.
- INTERACTIE met een ander lichaam
 - deze oorzaak is niet eigen aan het lichaam zelf!
 - begrippen zoals snelheid, plaats en versnelling zijn dat wel



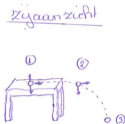
Toepassingen: overgaan tot model

- schijf in beweging op bevroren meer
- voorwerp dat van een tafel rolt
- bal die rolt, vervolgens tegen een muur botst
- centje op draaiende plaat
- slippende wagen
- helikopter die opstijgt



Overgaan tot model van deze oorzaak

- Horizontale worp
 - Is er bewegingsverandering?
 - Welke uitwendige oorzaak zorgt hiervoor?



② De bal gaat nog altijd naar rechts, maar gaat ook naar beneden, dat komt omdat de oude baan de bal naar het opp. trekt
→ dat komt omdat de tafel niet langer het beletsel tegen de valbeweging van het balletje tegenhoudt.

ORZAAN

De zwaartekracht zal aan de bal "trekken".



Toepassingen

- Een boek in rust op tafel?
 - Bewegingsverandering?
 - Waarom (niet)?
 - Model van netto kracht



Steen in beweging op levoren meer.

meer: \vec{F}_{wz} \vec{F}_{wz}

in de klas op de grond \vec{F}_{wz} \vec{F}_{wz}

\vec{F}_{wz} is kleiner dan \vec{F}_{wz} .

In beweging gegaan door een trap.

De steen op het meer zal sneller geraken (met dezelfde kracht snelheid) dan in de klas.

VLOER/BETON

Modellen rond 3^{de} wet van Newton

DE KRACHT V/D BAL OP DE MUUR IS **KLEINER** DAN DE KRACHT V/D MUUR OP DE BAL.

\vec{F}_M \vec{F}_B

DE BAL STOPT.

Welke ideeën zijn blijven hangen?

- Perspectieven
 - Modellen systemen, patronen, ...
 - Helpen om vragen te stellen en om inzicht te krijgen in de soort vragen
- Leer leerlingen onderzoeken
 - Vragen stellen staat centraal
 - Meer open onderzoek
 - Geef oefenkansen

Wijziging van beweging vereist interactie met een ander object

- Een object verandert zijn beweging (versnellen, vertragen, afbuigen, ...) niet zelf. Als de bewegingstoestand verandert dan is dit door een interactie met een ander object. Deze interactie is de kracht uitgeoefend van het andere object op het object waarvan de beweging verandert.
- Door deze interacties te bestuderen kunnen we de bewegingen van objecten voorspellen.
- Leerlingendenkbeelden
 - Leerlingen zien kracht als een eigenschap van een object eerder dan een interactie tussen objecten.
 - Constante beweging heeft een kracht nodig om deze beweging te onderhouden.
 - Er bestaan actieve objecten (vb. een hand) die krachten kunnen uitoefenen en passieve objecten (zoals een tafel) die geen kracht kunnen uitoefenen.

Atlas

- 4F Bewegingswetten
- 4G Gravitatie
- 4G Elektriciteit en Magnetisme