

Modeldenken en modelleren in de natuurkunde-examens

Vrijdag 15 december 2017

WND

Pieter Smeets

Cito Arnhem

- Centrale Examens
- **Natuurkunde-examens**
- **Modeldenken**
- Computermodellen
- Quantum-modellen
- **Modelleren**
- Modelweergaven
- Handreiking Modelleren

Centraal Examen

- **Meetinstrument**
- Onderscheid maken tussen vaardige en minder vaardige leerlingen
- Hogere orde vaardigheden
- Taxonomieën



now you know

Kwaliteit van een Toets

- **Betrouwbaarheid**

- De toetsscore is niet beïnvloed door ‘onvolkomenheden’ in de toets.
- Geeft dezelfde toets weer dezelfde score?
- ‘Verschillen in leerlingcores zijn een gevolg van vaardigheidsverschillen’
- Meer vragen levert een grotere betrouwbaarheid
- *‘Betrouwbaarheid’ is uit te drukken in een getal*

Kwaliteit van een Toets

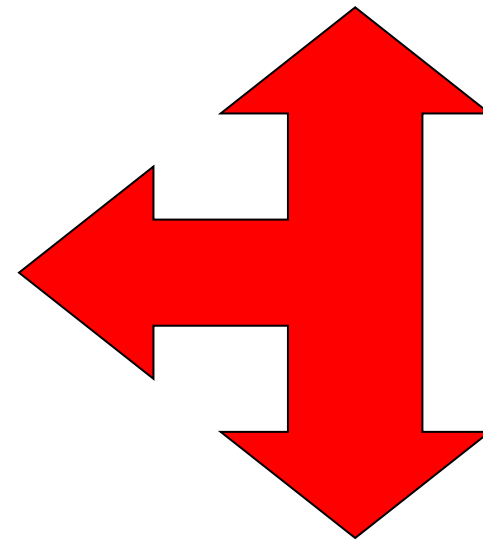
- **Validiteit**

- Representatief voor de inhoud:
Examenprogramma, Syllabus
- Aansluiten bij de heersende interpretatie van de Syllabus
- Meet de toets wat hij moet meten?
 - Tekstverklaren?
 - Rekenen?
 - Formuleren?
- *Validiteit is **niet** uit te drukken in een getal.*

validiteit vs. betrouwbaarheid

- praktische opdracht
- open vragen
- gesloten vragen

hogere validiteit
lagere betrouwbaarheid



lagere validiteit
hogere betrouwbaarheid



now you know

Taxonomieën

- Romiszowski
- Bloom
- Obit
- RTTI



now you know

Romiszowski

- F Feitenkennis
- B begripsmatige kennis

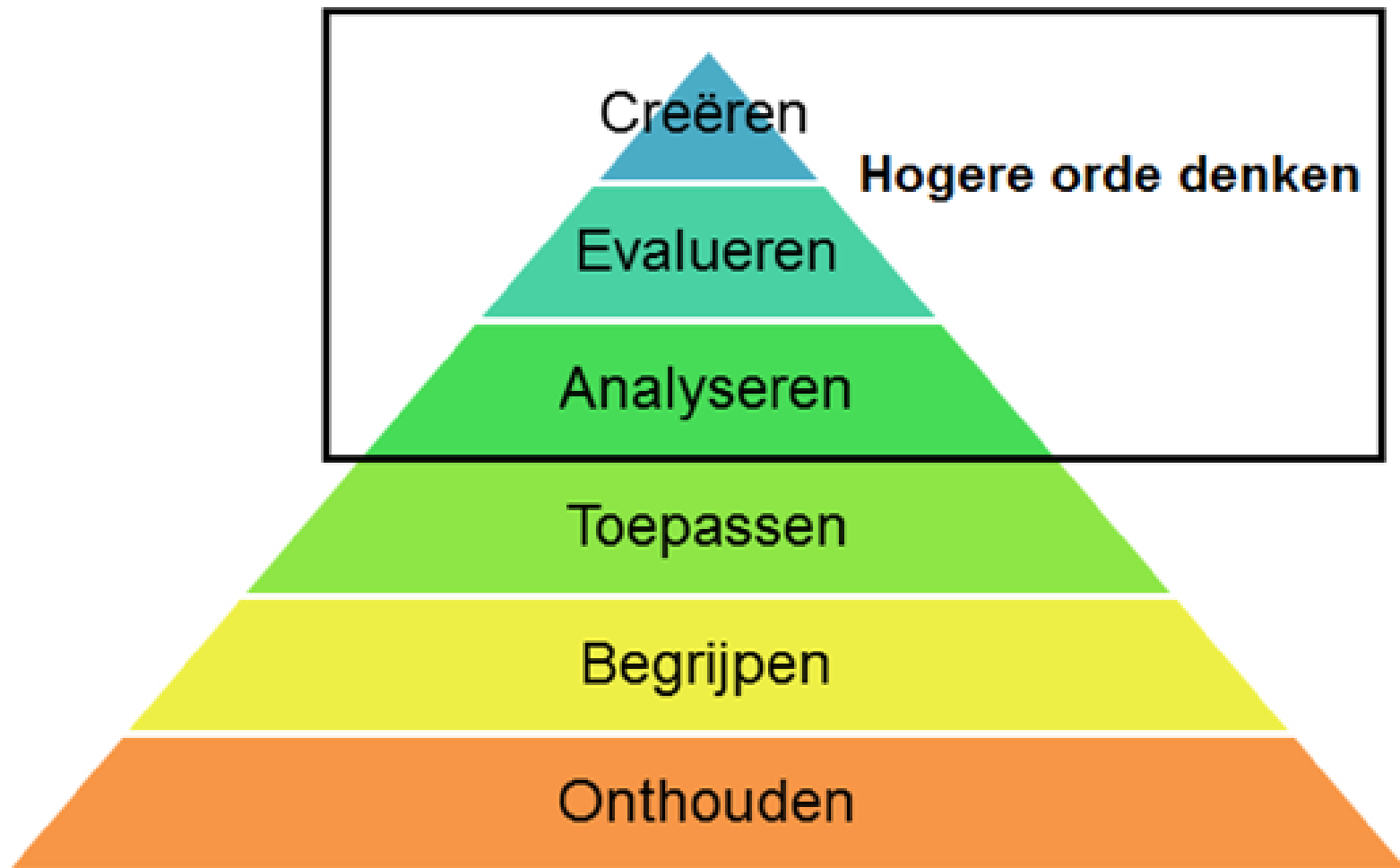
- R Reproductie
- Produktie

Bloom

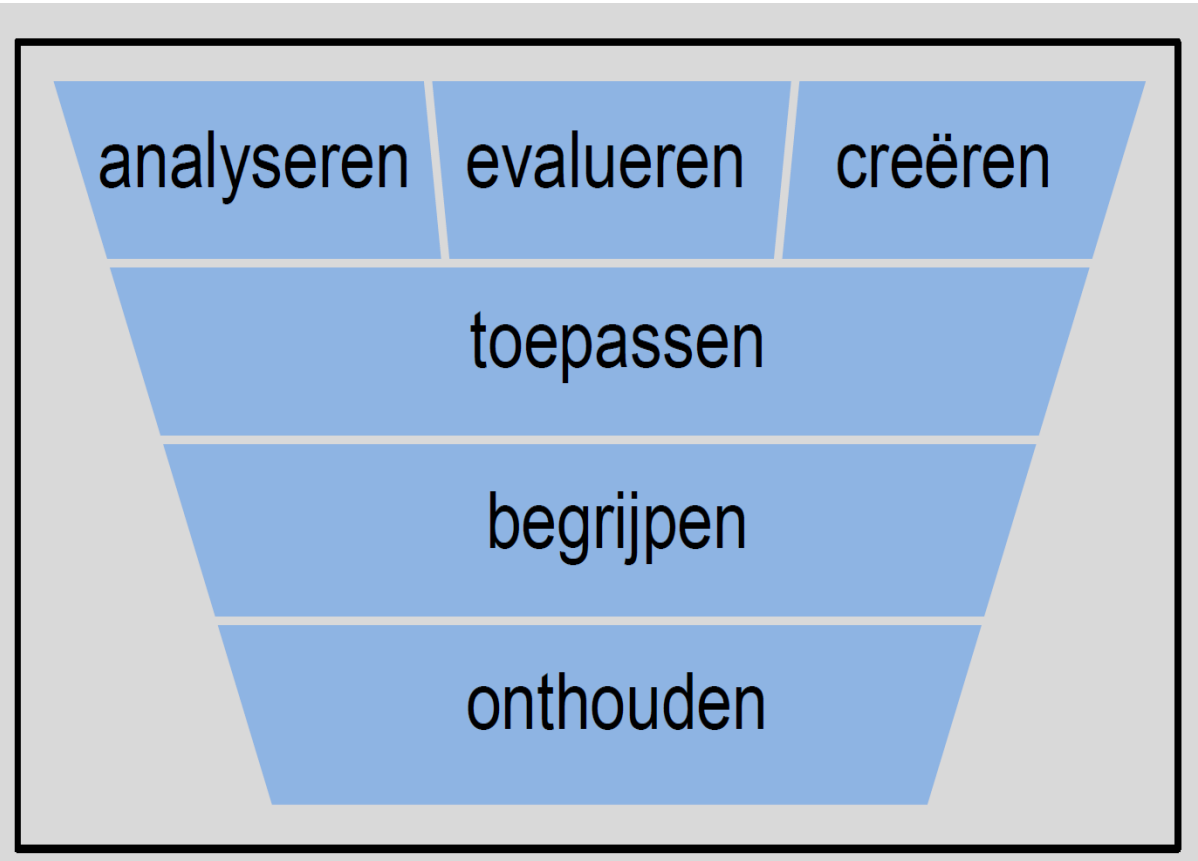


now you know

Bloom

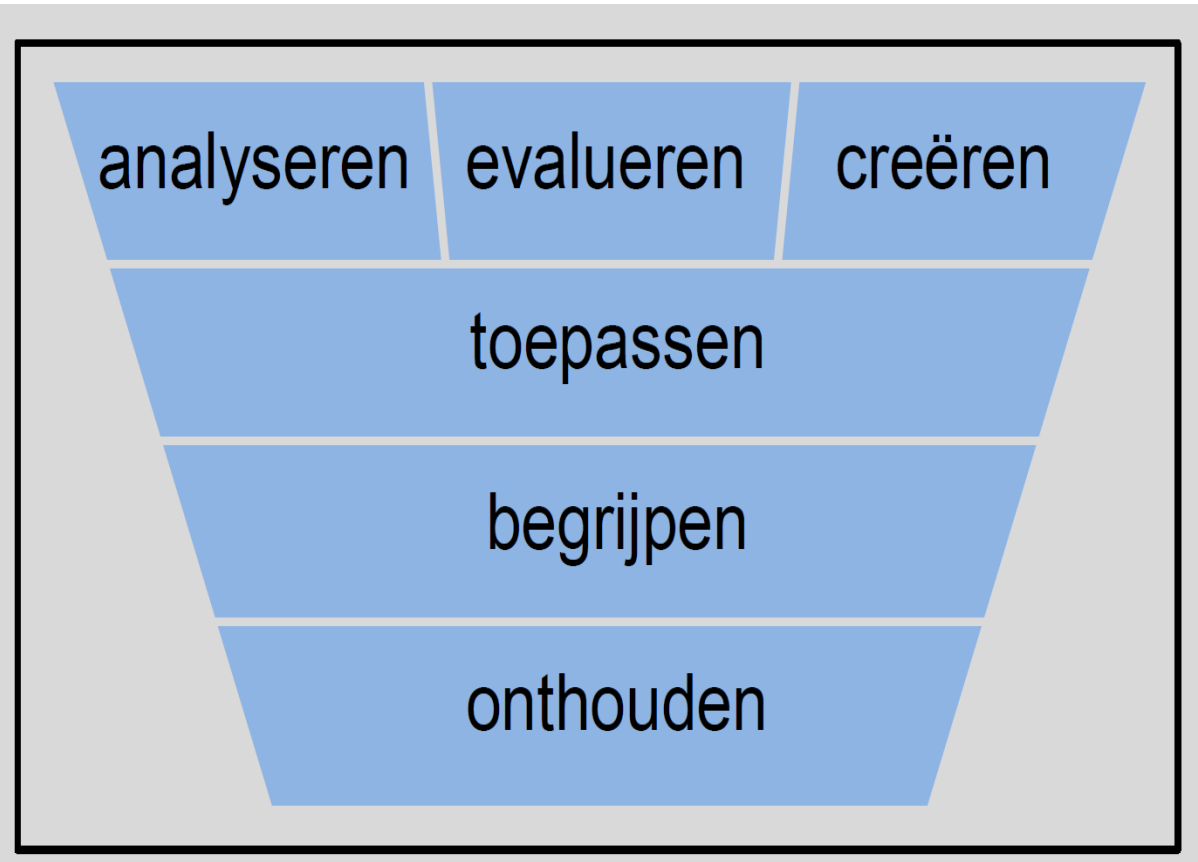


Verbeterde Bloom



now you know

Verbeterde Bloom



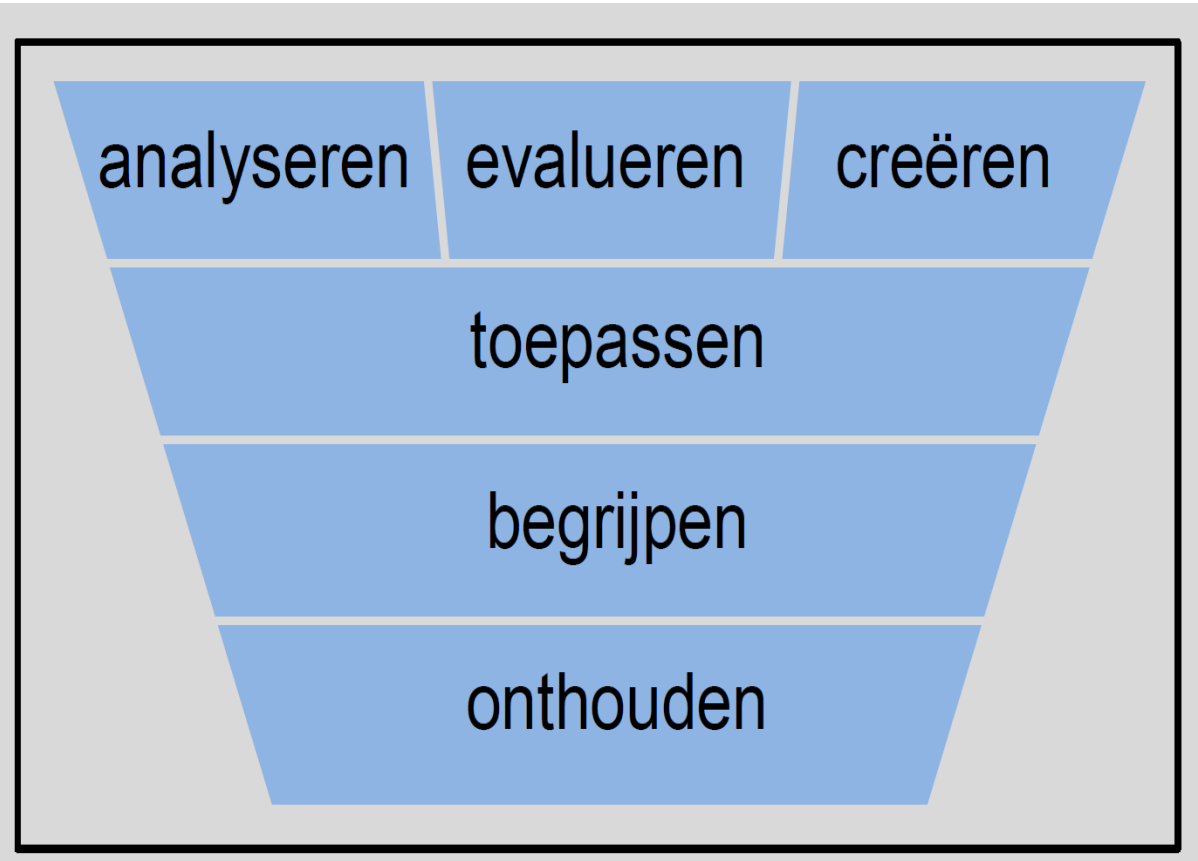
Higher Level skills
Hogere orde
denkvaardigheden

Lower level skills
Lagere orde
denkvaardigheden



now you know

Verbeterde Bloom



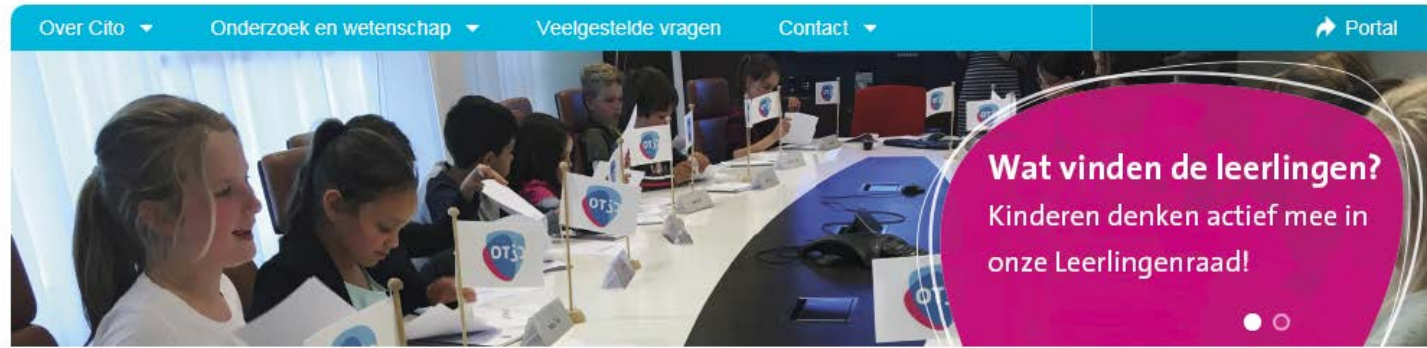
I
T
T
R



now you know

- Elk jaar vanaf nul opgebouwd:
- Validiteit
 - Examentraining
 - Geen hogere orde meer
- Examens moeten tegen een stootje kunnen
 - **Examenlijn** / Laks
 - Procedure aanvullingen
 - **Normeringen**

Toets Item Analyse (TIA)



Home

LVS toetskalenders ▶

Centrale examens ▶

Toetsen voor pabo's ▶

Boeiende blogs van 'Juf Simone' ▶

DMT en AVI ▶

Rekentoets vo Voorbeeldtoetsen ▶

BKE-SKE ▶

Informatie voor jou als ouder ▶

Onderwijs



- Voorschoolse educatie
- Primair en speciaal onderwijs
- Voortgezet onderwijs
- Middelbaar beroepsonderwijs
- Hoger onderwijs
- Nederlands als tweede taal

Examenkandidaten



- Centrale examens voortgezet onderwijs
- Staatsexamen NT2
- Financieel Planners
- Examens bedrijven en branches

Cito voor professionals



- Examens bedrijven en branches
- Training
- Toetsontwikkeling
- Onderwijs (mbo/ho)

Actueel



- Inschrijving Centrale Eindtoets 2018 gestart
- Cito op 11e NVE Congres
- De vaardigheid in samenwerken probleemoplossen van 15-jarigen in PISA 2015
- Cito op 18e congres AEA-Europe
- Toets van de toekomst – ideeën groep 3-8 welkom!



Centrale examens

- Cito in eindexamenketen
- De juiste examenvraag
- Eindexamens met Cito-service
- Normeringsadvies
- Examenonderzoek
- ▷ Centraal schriftelijke examens vmbo
- ▷ Digitale examens vmbo
- ▷ CSPE
- ▽ Centraal schriftelijke examens havo en vwo
 - ▽ Examens 2017
 - Havo 1e tijdvak
 - Havo 2e tijdvak
 - Vwo 1e tijdvak**
 - Vwo 2e tijdvak
 - ▷ Normering 2017
 - ▷ Examens 2016
 - ▷ Normering 2016
 - ▷ Antwoordbladen mvt 2016
 - ▷ Examens 2015
 - ▷ Normering 2015
 - ▷ Antwoordbladen mvt 2015
- ▷ Examens kunstvakken havo en vwo
- ▷ Handleidingen en systeembeheer
- ▷ Wolf
- ▷ Normering
- ▷ ICT-examenhelpdesk
- ▷ Examenverslagen
- Nieuws

Rekenoets VO

Diagnostische tussentijdse toets (DTT)

Kijk- en luistertoetsen

Cito Volgstelsysteem

Europees Referentiekader (ERK)

Centrale examens 2017 1e tijdvak

Vwo

[Toelichting op de tabel en de documenten](#)

Examens	Opg.	Spr.	CV	TIA	Errata opg.	Aanv. CV	Publ.
tekenen, handvaardigheid, textiele vormgeving CPE			<input checked="" type="checkbox"/>				
Nederlands			<input checked="" type="checkbox"/>				
kunst beeldende vormgeving-dans-drama-muziek-algemeen			<input checked="" type="checkbox"/>				
management & organisatie			<input checked="" type="checkbox"/>				
geschiedenis			<input checked="" type="checkbox"/>				
Engels			<input checked="" type="checkbox"/>				
Duits			<input checked="" type="checkbox"/>				
wiskunde A			<input checked="" type="checkbox"/>				
wiskunde A (pilot)			<input checked="" type="checkbox"/>				
wiskunde B			<input checked="" type="checkbox"/>				
wiskunde B (pilot)			<input checked="" type="checkbox"/>				
wiskunde C			<input checked="" type="checkbox"/>				
wiskunde C (pilot)			<input checked="" type="checkbox"/>				
aardrijkskunde			<input checked="" type="checkbox"/>				
natuurkunde			<input checked="" type="checkbox"/>				
Latijn tevens oud programma Latijn			<input checked="" type="checkbox"/>				
tekenen, handvaardigheid, textiele vormgeving			<input checked="" type="checkbox"/>				
maatschappijwetenschappen			<input checked="" type="checkbox"/>				

Toets- en Item-Analyse (1)

Item	Item	P- en A-waarden	Mis-	Gewogen
Label	nr. Gew.	Key	O/D-singl	Max Gem P Sd RSK Rit Rir AR
1#	1	1	1	136 2 0,98 49 0,78 0,39 37 30 75
2	2	1	1	116 3 1,74 58 1,06 0,35 48 38 75
3	3	1	!	96 3 3,00 100 0,00 0,00 0 0 76
4#	4	1	!	24 5 3,84 77 1,35 0,27 48 36 75
5	5	1	!	44 3 2,17 72 0,95 0,32 40 30 75
6	6	1	!	308 4 2,97 74 1,01 0,25 39 29 75
7	7	1	!	284 3 2,04 68 1,16 0,39 47 36 75
8	8	1	!	273 2 0,21 11 0,50 0,25 33 28 76
9	9	1	!	97 3 1,32 44 1,13 0,38 40 28 76
10	10	1	!	496 3 1,33 44 0,81 0,27 23 14 76
11#	11	1	!	205 2 1,66 83 0,59 0,30 26 20 76
12	12	1	!	753 3 1,17 39 1,12 0,37 43 33 75
13	13	1	!	388 2 1,63 82 0,72 0,36 33 26 76
14	14	1	!	482 4 1,95 49 1,06 0,26 40 30 75
15	15	1	!	874 3 0,48 16 0,68 0,23 35 29 76
16#	16	1	!	63 3 2,56 85 0,73 0,24 37 29 76
17	17	1	!	82 3 2,50 83 0,83 0,28 37 29 75
18	18	1	!	179 4 3,56 89 0,80 0,20 39 31 75
19	19	1	!	845 2 1,24 62 0,91 0,45 48 40 75
20	20	1	!	1882 3 1,63 54 1,31 0,44 55 43 74
21#	21	1	!	166 3 2,28 76 0,99 0,33 36 26 76
22	22	1	!	573 5 2,96 59 1,69 0,34 58 44 75
23	23	1	!	434 2 1,36 68 0,88 0,44 35 27 76
24	24	1	!	895 1 0,38 38 0,48 0,48 29 24 76
25	25	1	!	382 2 1,11 55 0,83 0,42 30 22 76

SubGroepnummer : 0 SubToetsnummer : 0

Aantal personen in toets : 17165 Aantal geselecteerde items : 25

Minimale toetsscore : 3 Maximale toetsscore : 73

Gemiddelde toetsscore : 46,07 Standaarddeviatie : 9,19

Gemiddelde P-waarde : 63,10 Gemiddelde Rit : 0,39

----- Betrouwbaarheidsmaten ----- Meetfouten -----

Coëfficiënt Alpha : 0,76 std meetfout obv Alpha : 4,48

se-coëff. Alpha : 0,00

GLB : 0,81 std meetfout obv GLB : 4,04

Asymptotische GLB-coëf. : 0,81 std meetfout obv asymp. GLB : 4,06

Aantal items in GLB-proc. : 24

Lambda2 : 0,77 std meetfout obv Lambda2 : 4,39

90% Betrouwbaarheidsinterval voor Coëfficiënt Alpha: (0,76 <= 0,76 <= 0,77)

Schatting voor Coëfficiënt Alpha bij standaardlengte van 40 items: 0,84 (Spearman-Brown)



¶

Item	Item	P- en A- waarden	Mis-	Gewogen											
Label	nr.	Gew.	Key	O/D	singl	Max	Gem	P	Sd	RSK	Rit	Rir	AR		
1#	1	1		1	136	2	0,98	49	0,78	0,39	37	30	75		
2	2	1		1	116	3	1,74	58	1,06	0,35	48	38	75		
3	3	1	!	1	96	3	3,00	100	0,00	0,00	0	0	76		
4#	4	1		0	24	5	3,84	77	1,35	0,27	48	36	75		
5	5	1		0	44	3	2,17	72	0,95	0,32	40	30	75		
6	6	1		2	308	4	2,97	74	1,01	0,25	39	29	75		
7	7	1		2	284	3	2,04	68	1,16	0,39	47	36	75		
8	8	1		2	273	2	0,21	11	0,50	0,25	33	28	76		
9	9	1		1	97	3	1,32	44	1,13	0,38	40	28	76		
10	10	1		3	496	3	1,33	44	0,81	0,27	23	14	76		
11#	11	1		1	205	2	1,66	83	0,59	0,30	26	20	76		
12	12	1		4	753	3	1,17	39	1,12	0,37	43	33	75		
13	13	1		2	388	2	1,63	82	0,72	0,36	33	26	76		
14	14	1		3	482	4	1,95	49	1,06	0,26	40	30	75		
15	15	1		5	874	3	0,48	16	0,68	0,23	35	29	76		
16#	16	1		0	63	3	2,56	85	0,73	0,24	37	29	76		
17	17	1		0	82	3	2,50	83	0,83	0,28	37	29	75		
18	18	1		1	179	4	3,56	89	0,80	0,20	39	31	75		
19	19	1		5	845	2	1,24	62	0,91	0,45	48	40	75		
20	20	1		11	1882	3	1,63	54	1,31	0,44	55	43	74		
21#	21	1		1	166	3	2,28	76	0,99	0,33	36	26	76		
22	22	1		3	573	5	2,96	59	1,69	0,34	58	44	75		
23	23	1		3	434	2	1,36	68	0,88	0,44	35	27	76		
24	24	1		5	895	1	0,38	38	0,48	0,48	29	24	76		
25	25	1		2	382	2	1,11	55	0,83	0,42	30	22	76		



```

SubGroepnummer .....: .....0 .....SubToetsnummer .....: .....0¶
Aantal personen in toets .....: ..17165 .....Aantal geselecteerde items .....: .....25¶
Minimale toetsscore .....: .....3 .....Maximale toetsscore .....: .....73¶
Gemiddelde toetsscore .....: ..46,07 .....Standaarddeviatie .....: .....9,19¶
Gemiddelde P-waarde .....: ..63,10 .....Gemiddelde Rit .....: .....0,39¶
----- Betrouwbaarheidsmaten ----- & ----- Meetfouten -----¶
Coëfficiënt Alpha .....: .....0,76 .....std meetfout obv Alpha .....: .....4,48¶
se coëff. Alpha .....: .....0,00¶
GLB .....: .....0,81 .....std meetfout obv GLB .....: .....4,04¶
Asymptotische GLB coëf. ....: .....0,81 .....std meetfout obv asymp. GLB: .....4,06¶
Aantal items in GLB proc. ....: .....24¶
Lambda2 .....: .....0,77 .....std meetfout obv Lambda2 ....: .....4,39¶
¶
-----¶
90% Betrouwbaarheidsinterval voor Coëfficiënt Alpha: .. (0,76 <= 0,76 <= 0,77) ¶
-----¶
Schatting voor Coëfficiënt Alpha bij standaardlengte¶
van 40 items: 0,84 (Spearman-Brown) ¶
-

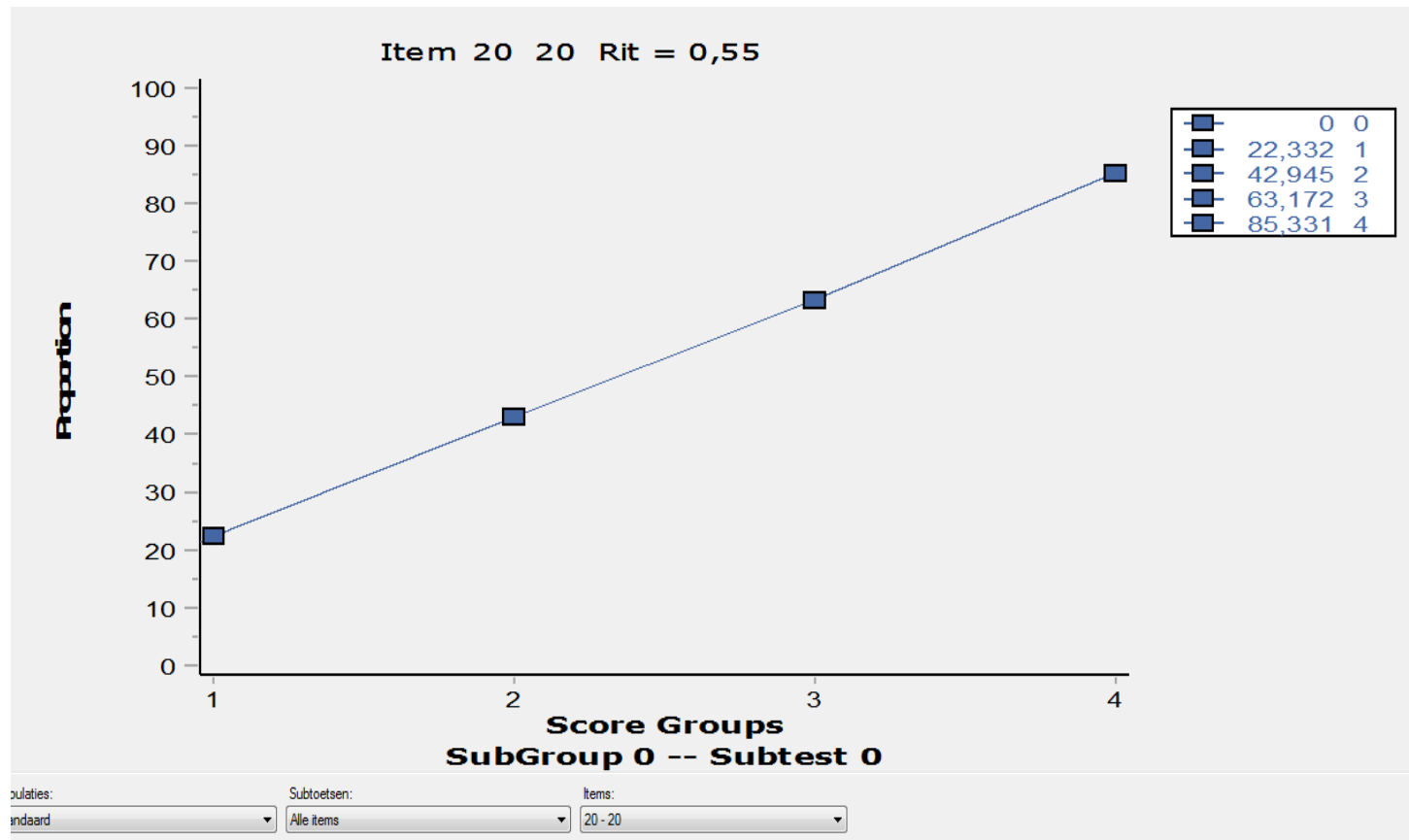
```



now you know

Rit- waarde

- Mate van onderscheidend vermogen
- Grafisch



Natuurkunde-examen

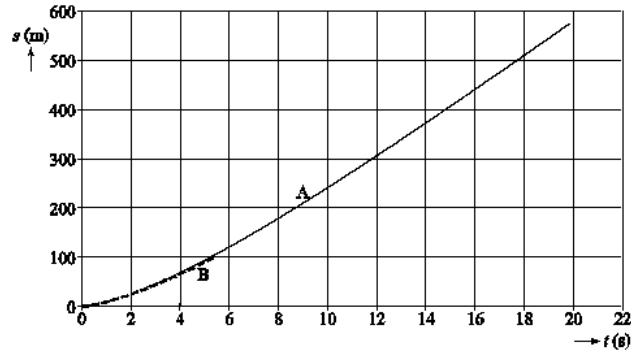
- 2p 8 Schrijf op de uitwerkbijlage de hele modelregel voor Ek.
(In het grafisch model hoeven de ontbrekende relatiepijlen niet te worden weergegeven.)

In het model staat de factor $(v - v_{\text{wind}})$.

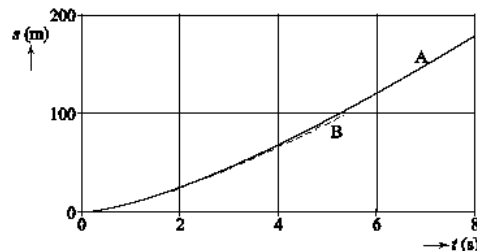
- 3p 9 Voer de volgende opdrachten uit over het model van figuur 4:
- Geef de reden dat gewerkt wordt met $(v - v_{\text{wind}})$ en niet met v .
 - Leg uit of in het model sprake is van tegenwind of van meewind.

In figuur 5 staat het (s,t) -diagram van de startende Cessna op de startbaan in twee situaties: met windstil weer (A) en met een tegenwind van 10 m s^{-1} (B). In figuur 6 staat een gedeeltelijke vergroting van figuur 5.

figuur 5

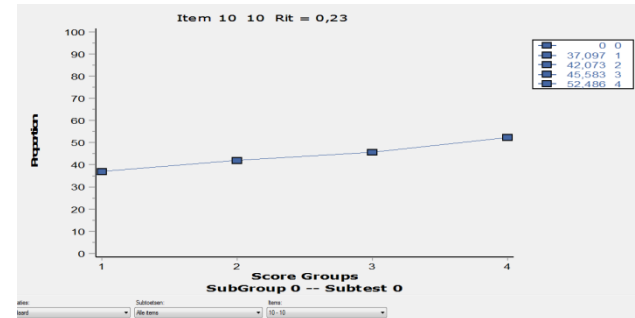
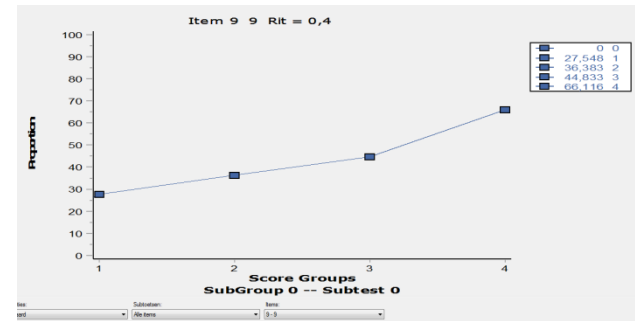
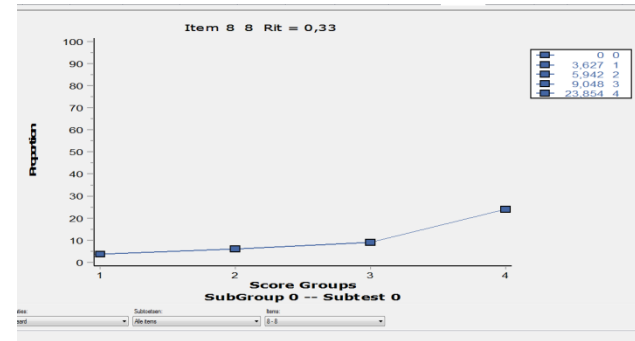


figuur 6



Op de uitwerkbijlage staat het (v,t) -diagram van de startende Cessna op de startbaan dat uit het model volgt, met daarin de grafiek voor situatie A.

- 3p 10 Teken in het (v,t) -diagram op de uitwerkbijlage de grafiek voor situatie B.



Modeldenken?

Opgave Een temperatuursensor maken

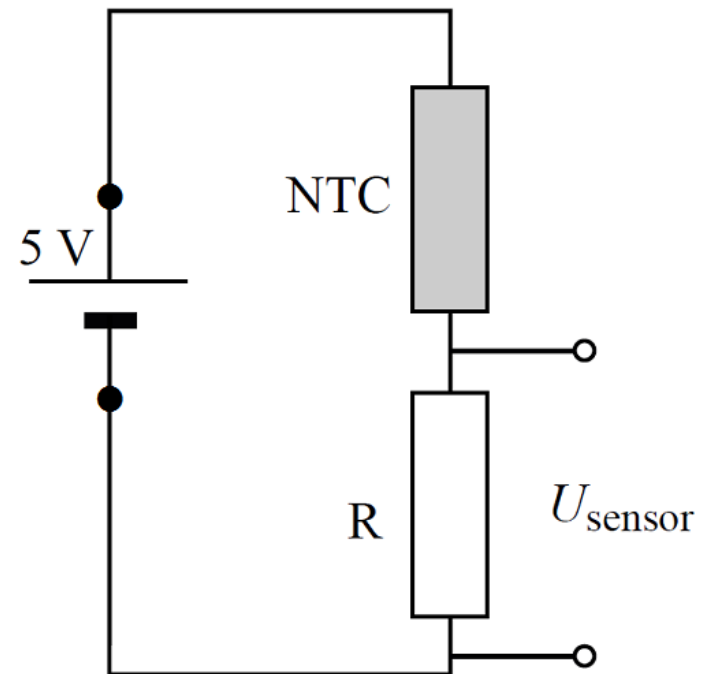
Jeroen gaat zelf een temperatuursensor in elkaar zetten. Hij wil dat de sensor bij een hogere temperatuur een hogere spanning geeft.

- 3p 1 Leg uit hoe het komt dat schakeling C bij een hogere temperatuur een hogere sensorspanning geeft.

Jeroen gebruikt een voedingsspanning van 5,0 V. Voor de NTC geldt:

$R_{\text{NTC}} = 2,2 \text{ k}\Omega$ bij een temperatuur van $25 \text{ }^\circ\text{C}$. De NTC mag niet te veel opwarmen door de stroom die er doorheen loopt: het elektrisch vermogen dat in de NTC omgezet wordt, mag maximaal $2,0 \text{ mW}$ bedragen bij een temperatuur van $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 4p 2 Bereken de waarde die de serieweerstand R (minimaal) moet hebben.



Modeldenken!

Opgave Een temperatuursensor maken

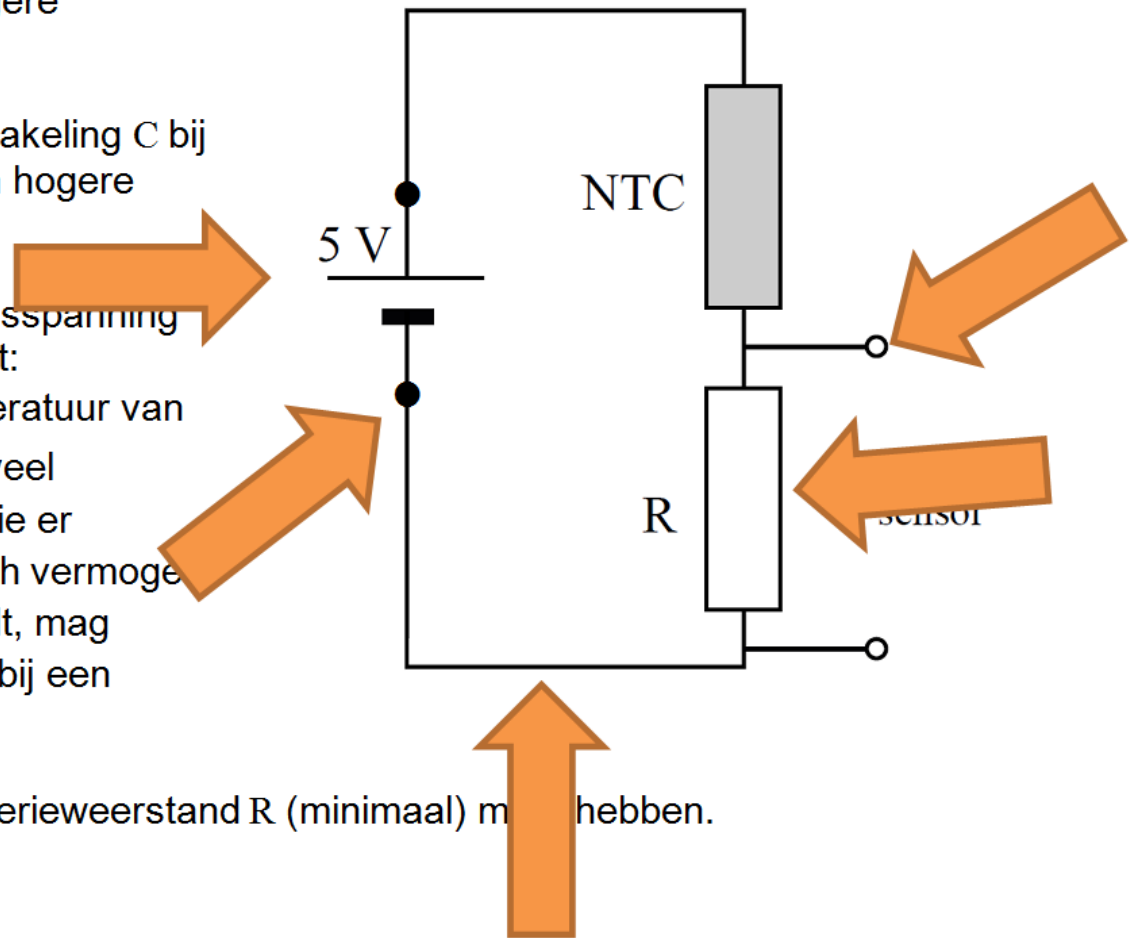
Jeroen gaat zelf een temperatuursensor in elkaar zetten. Hij wil dat de sensor bij een hogere temperatuur een hogere spanning geeft.

- 3p 1 Leg uit hoe het komt dat schakeling C bij een hogere temperatuur een hogere sensorspanning geeft.

Jeroen gebruikt een voedingsspanning van 5,0 V. Voor de NTC geldt:

$R_{NTC} = 2,2 \text{ k}\Omega$ bij een temperatuur van 25 °C. De NTC mag niet te veel opwarmen door de stroom die er doorheen loopt: het elektrische vermogen dat in de NTC omgezet wordt, mag maximaal 2,0 mW bedragen bij een temperatuur van 25 °C.

- 4p 2 Bereken de waarde die de serieweerstand R (minimaal) moet hebben.



Modeldenken

- Basis van de wetenschap
- Psychologie
- Psychometrie
- Biologie
- Fysische Geografie
- Natuurkunde



now you know

(Natuur)wetenschappelijk proces

- (onderzoeks)vraag
- Hypothese / Theorie / Model
- Metingen
- Conclusies
- Nieuwe vraag
- Nieuwe Hypothese / Theorie / Model
- Nieuwe metingen
- Nieuwe Conclusies
- Nieuwe vraag ...



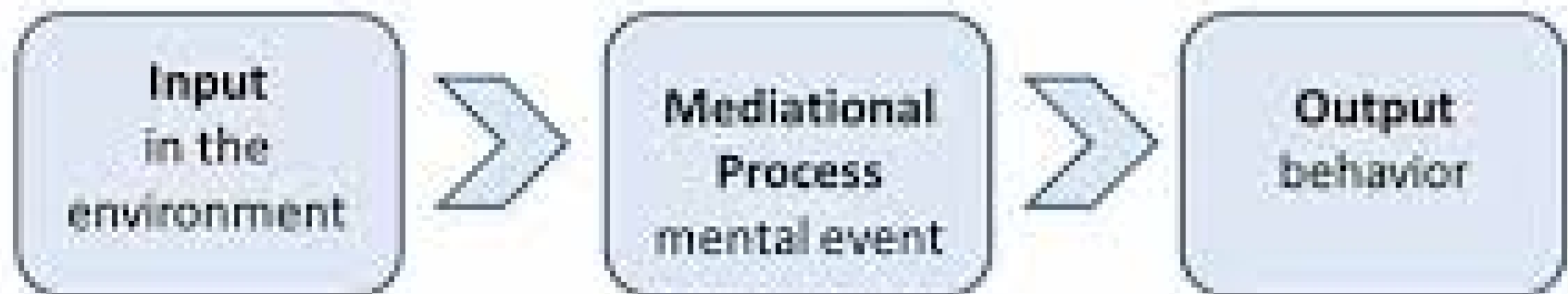
now you know

Psychologie

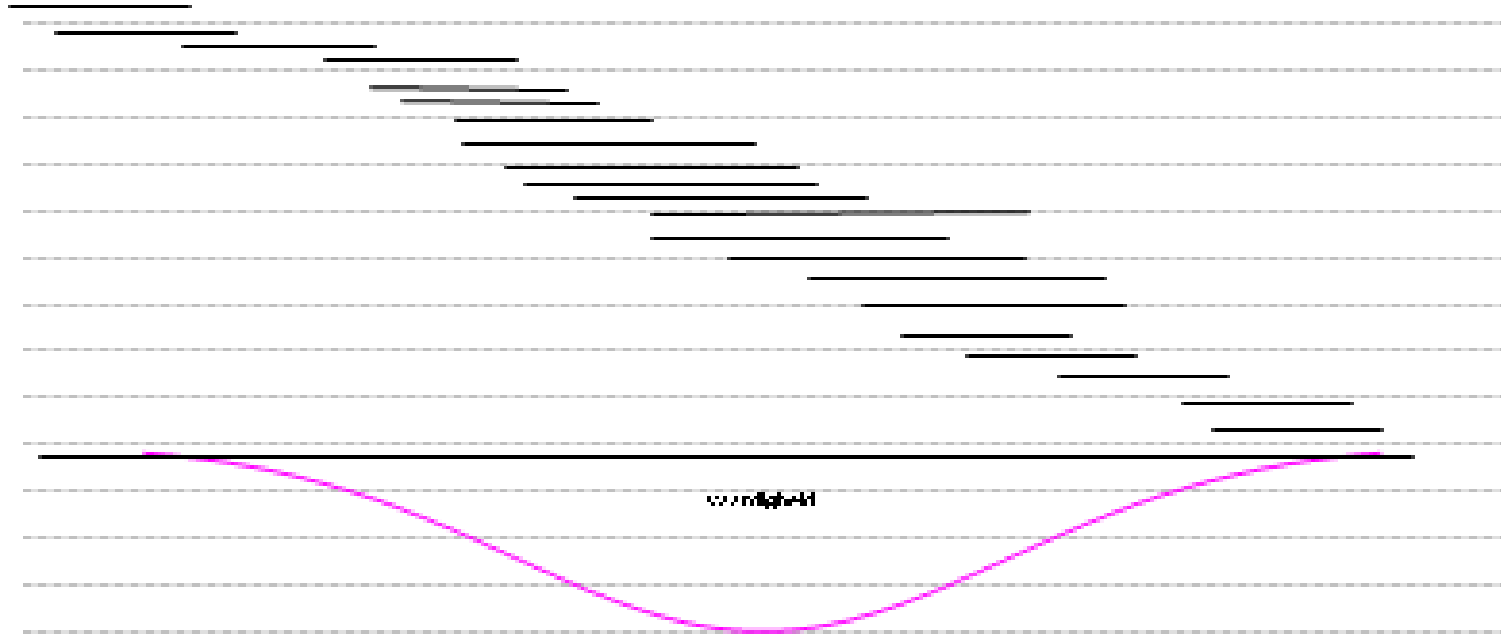
Behaviourist Model (only study observable / external behaviour)



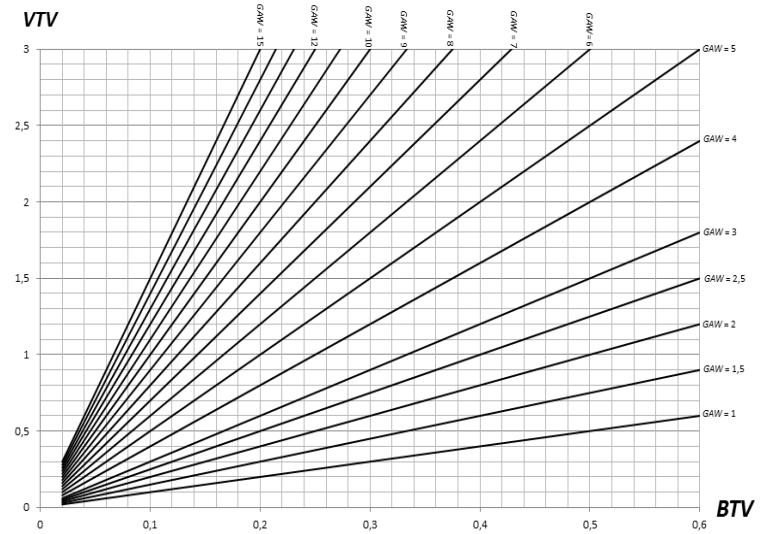
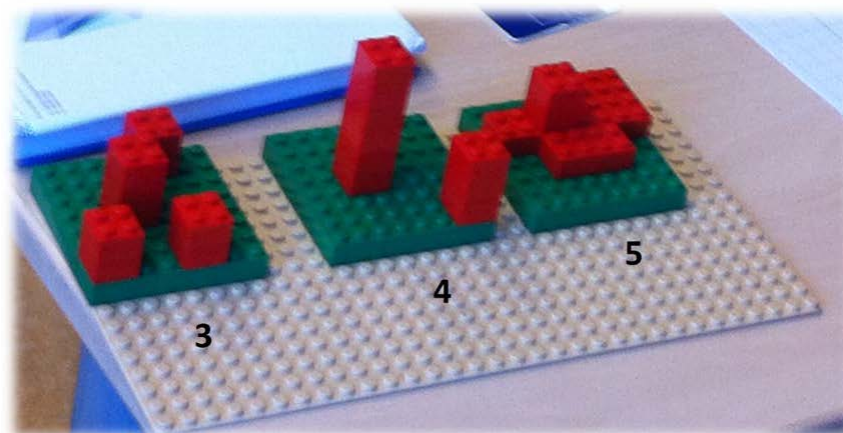
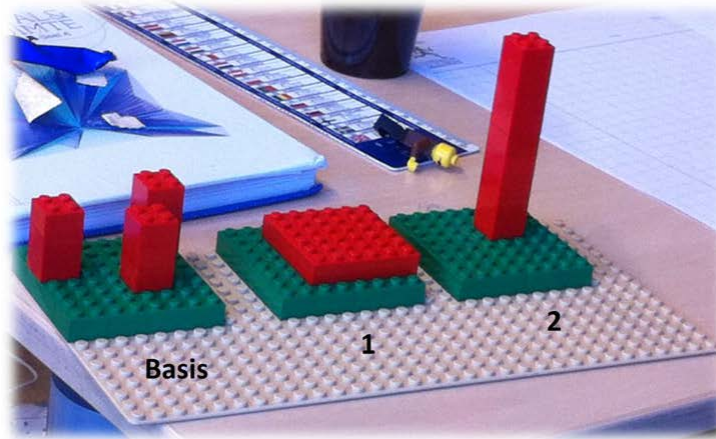
Cognitive Model (can scientifically study internal behavior)



Psychometrie



Wiskunde Olympiade 2013



Wiskunde Olympiade

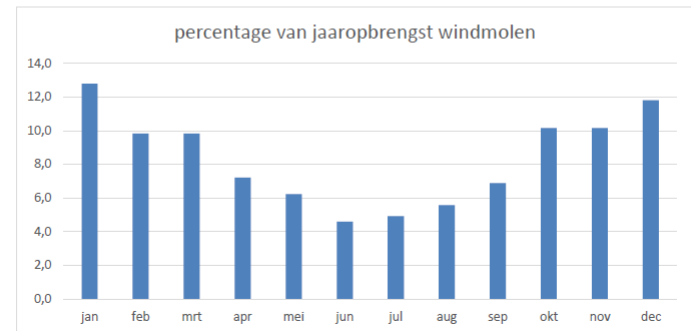
Bijlage B

De windmolens

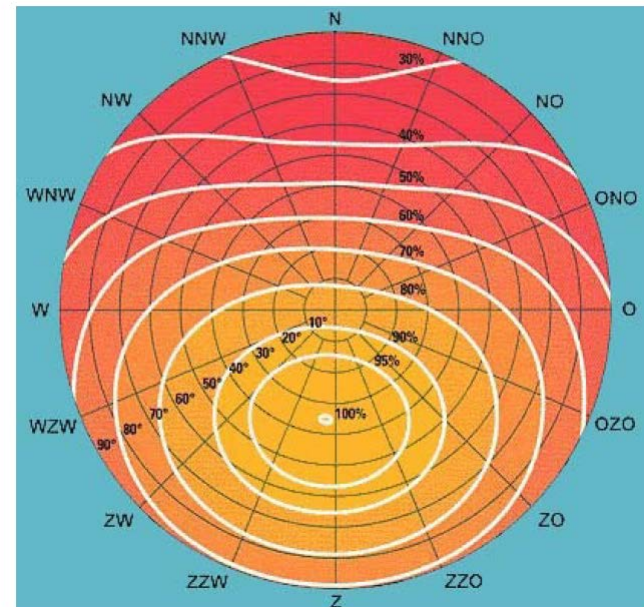
Er is keuze uit drie windmolens:

	prijs	Max energie per jaar
Matthew	€ 14000	12000 kWh
Kathrina	€ 10000	8000 kWh
Sandy	€ 3500	1100 kWh

- Windmolens hebben een levensduur van 20 jaar.
- De hoeveelheid wind is niet constant door het jaar heen. De jaaropbrengst is verdeeld volgens het onderstaande diagram:



Bijlage C



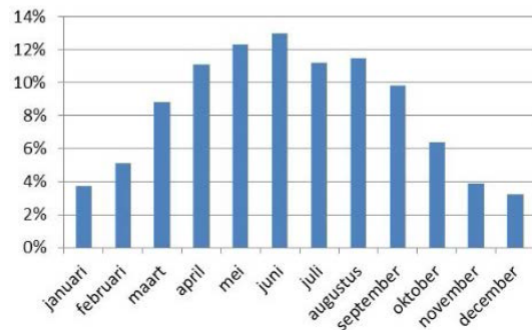
Opdrachten

Voor ieder huis in Ambergroen zal dus een ander advies uitgebracht moeten worden over de aanschaf van zonnepanelen of een windmolen, afhankelijk van de ligging van het huis. En indien mogelijk met alternatieven, voor als je bijvoorbeeld per se geen windmolen wilt. Of geen zonnepanelen.

1. Het deelgemeentebestuur van Ambergroen geeft jullie de opdracht om een folder te maken van een A4-tje, waarin iedere bewoner van Ambergroen voor zijn eigen situatie kan bepalen wat de optimale keuze is tussen zonnepanelen en / of welke windmolen.
2. Het deelgemeentebestuur wil geen voorkeursbehandeling geven aan de bedrijven die zonnepanelen, dan wel windmolens produceren, maar dat de mensen echt de keuze maken die voor hen het beste is. Daarom moeten jullie de adviezen onderbouwen in een rapport dat aan het gemeentebestuur gericht is.]

De zonnepanelen

- Prijs grote set zonnepanelen (30m²): € 9000,-
- Prijs kleine set zonnepanelen (20m²): € 6000,-
- De zonnepanelen hebben een levensduur van 20 jaar
- De zonnepanelen moeten onder een hoek van 40° geplaatst worden.
- Voor de richting waarin het huis gebouwd is de opbrengst uit het diagram in bijlage C te halen.
- De maximale opbrengst per jaar (in NZ richting): 330 kWh per jaar per m². Die 330 kWh zijn als volgt verdeeld over de maanden:

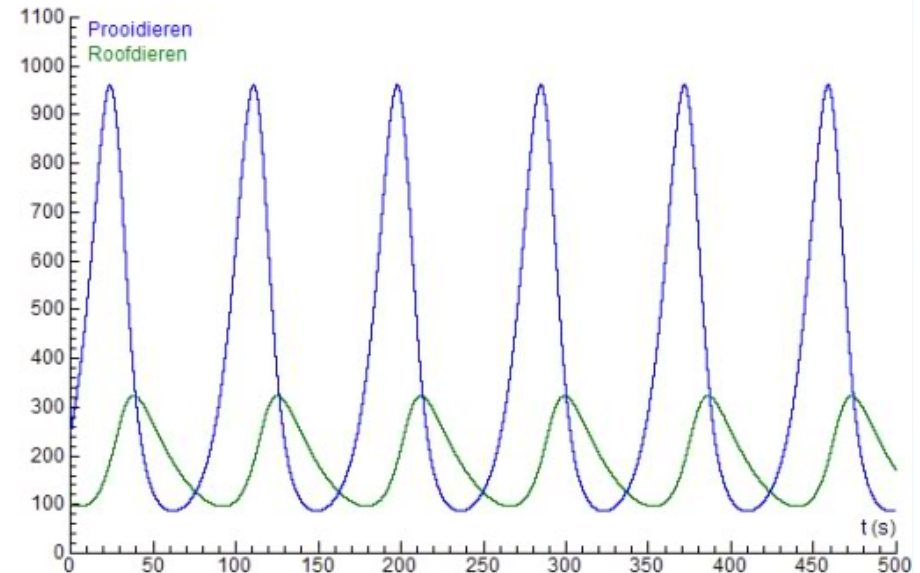


Biologie Ecologie

Roofdieren-Prooi model: $c P R$

$$P = P - c_1 P R$$

$$R = R + c_2 P R$$



Modelleren in de beveiliging

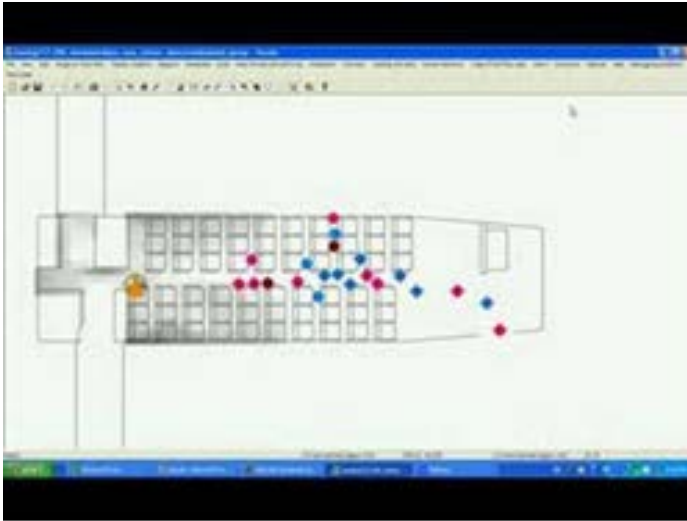
- Evacuatie bird's nest Peking vs colosseum:



- <https://www.youtube.com/watch?v=BVfQdjpXa4k>
-

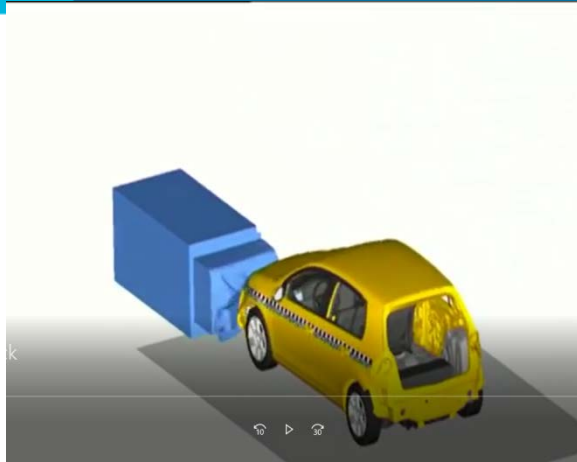
Modelleren in de industrie

- Vliegtuig evacuatie:



- <http://www.youtube.com/watch?v=rh8eoXrdl6g>

Modelleren in de auto-industrie



- <http://www.youtube.com/watch?v=ffV3jjsw52g>
- <http://www.youtube.com/watch?v=Gix7ymymhTo>

Frontal Impact takes place at 64 Km/h, 40% of the width of the car striking a deformable barrier. In the side impact, a mobile deformable barrier impacts.

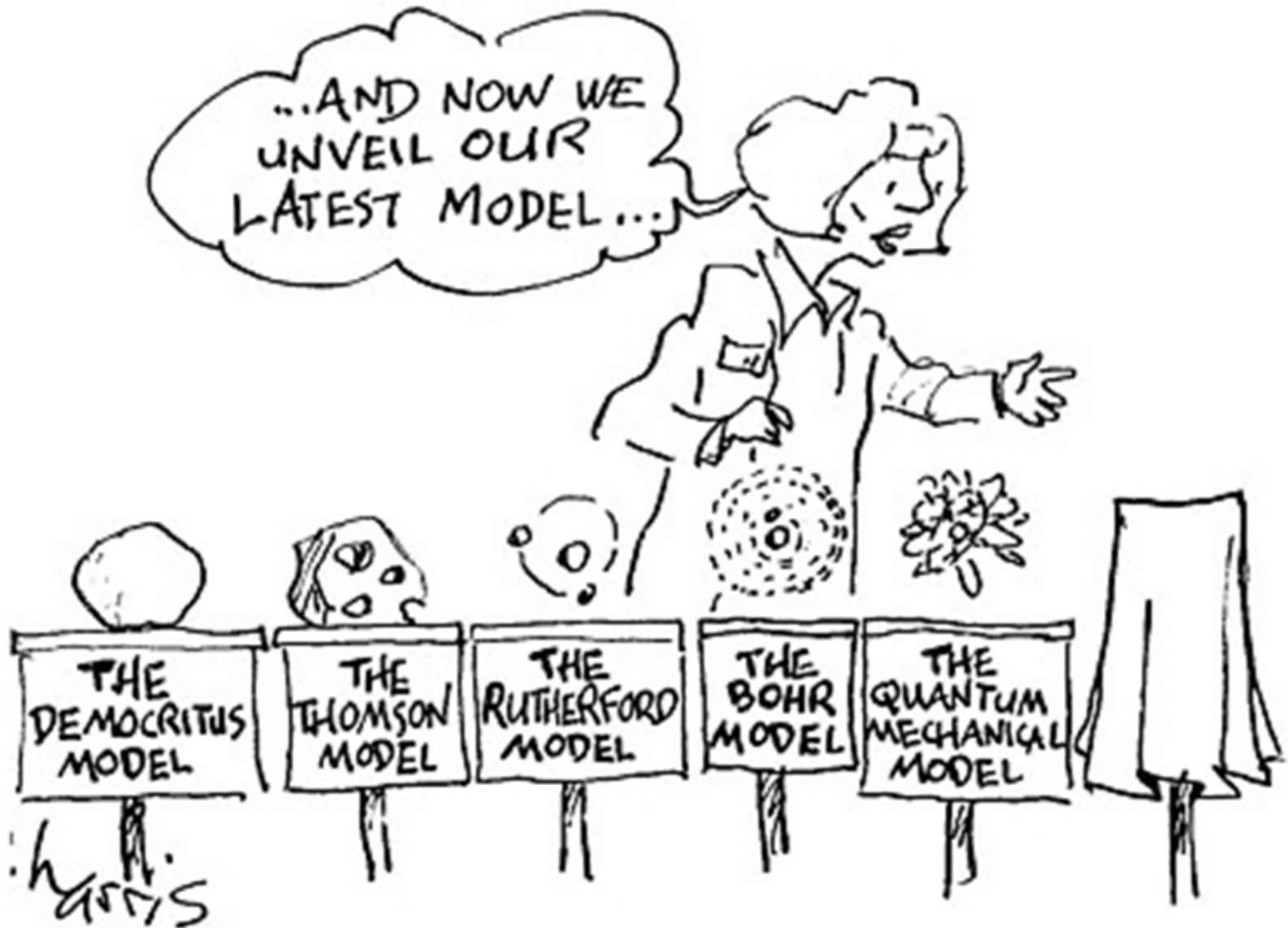
Modeldenken

- Hele natuurkunde is modeldenken.
- Moeten de leerlingen zich bewust zijn van modeldenken?
 - Ja, maar niet overdrijven.
 - Houd rekening met de zwakkere leerlingen.



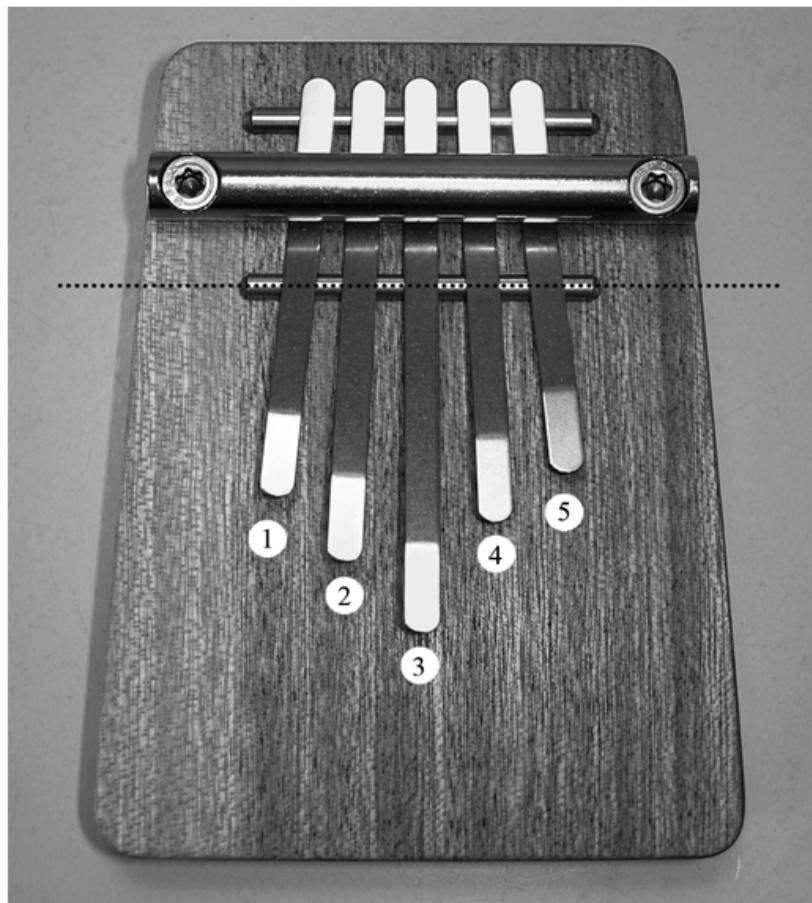
now you know

Atoommodellen



Opgave 1 Duimpiano

In figuur 1 is een zogenaamde duimpiano te zien. Dit is een muziekinstrument dat bestaat uit een houten blok met daarop een aantal metalen strips. De strips kunnen in trilling worden gebracht door ze met de duim naar beneden te duwen en los te laten. Er ontstaat dan een staande golf in de strip. In figuur 1 is te zien dat er vijf strips op de duimpiano zijn gemonteerd. De tonen die door de strips worden voortgebracht, zijn bekend.



De frequenties waarmee de strips in hun grondtoon trillen, zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Strip	1	2	3	4	5
Toon	Gis''	C''	F'	F''	C'''
Frequentie (Hz)	831	523	349	698	1047

- 4p 1 Bepaal de voortplantingssnelheid van de golf in strip 3.
- 4p 2 Laat zien dat de voortplantingssnelheden van de golven in de strips 3 en 4 niet gelijk zijn.

Opgave Sopraansaxofoon



Mauro en zijn vriend Stef bespreken de toonvorming van de sopraansaxofoon. Ze formuleren twee hypothesen:

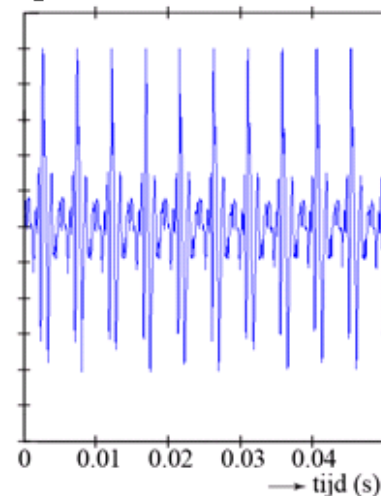
De buis heeft één gesloten en één open uiteinde.

De buis heeft twee open uiteinden.

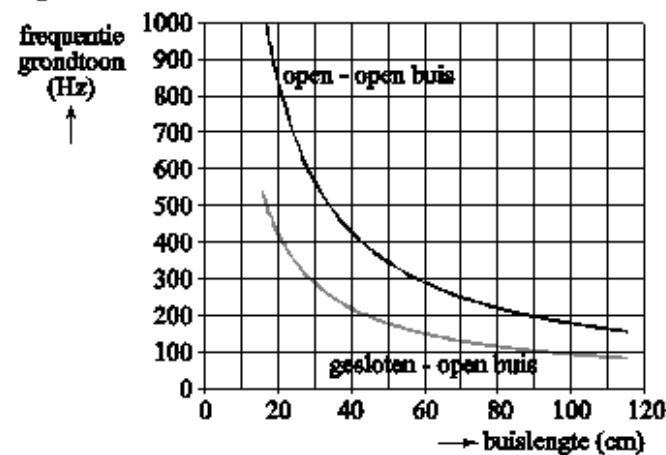
Deze hypothesen willen ze controleren aan de hand van de grondtoon.. Zie figuur 2.

Op internet vinden ze informatie over de frequentie van de grondtoon van beide types buis. Zie figuur 3. De sopraansaxofoon is 66 cm lang.

figuur 2



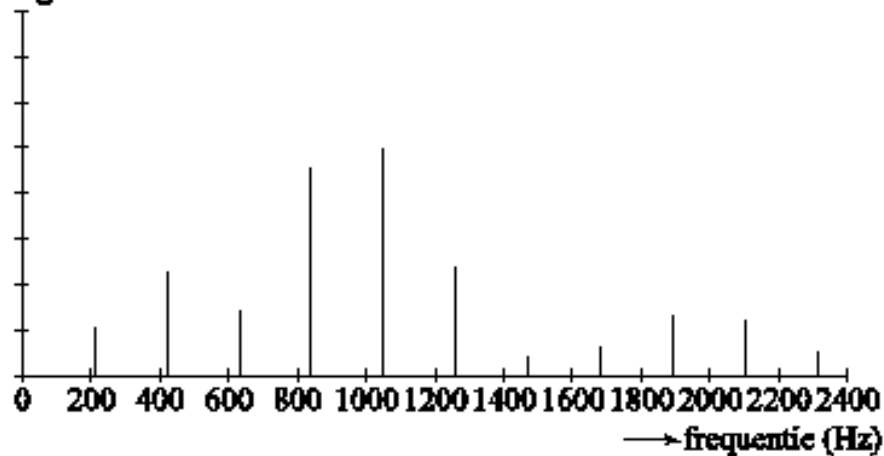
figuur 3



- 3p 5 Toon aan dat geen van beide hypothesen bevestigd wordt door de gegevens van figuur 2 in combinatie met figuur 3.

Om nog op een andere manier de hypothesen te testen, kijken Stef en Mauro naar de boventonen. In figuur 4 zijn de frequenties van de toon van de saxofoon weergegeven.

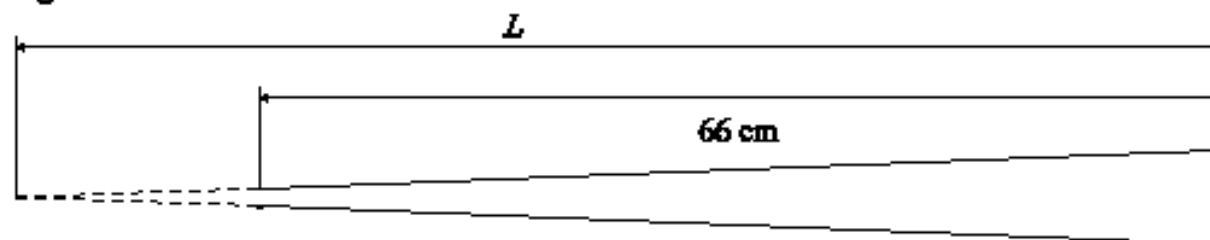
figuur 4



- 3p **6** Leg aan de hand van figuur 4 uit dat hypothese b het meest gesteund wordt.

Het lijkt er op dat hypothese b klopt, maar de grondfrequentie klopt niet. Daarom gaan Mauro en Stef in de literatuur zoeken hoe het precies zit met de toonvorming van een sopraansaxofoon. Zij vinden een theorie, die zegt dat een saxofoon een conische buis heeft. Dat wil zeggen dat de buis een deel van een kegel is. Zie figuur 5. Deze figuur is op schaal.

figuur 5



Door de conische buis is de toonvorming anders dan bij een klarinet of een orgelpijp. Voor de grondtoon van een conische buis zoals een saxofoon geldt:

$$\lambda = 2L$$

Hierin is:

- λ de golflengte van de grondtoon;
- L de akoestische lengte van de conische buis. Deze kan verkregen worden door de lengte van de buis te bepalen tot het denkbeeldig punt waar de dikte gelijk wordt aan nul.

7 Laat zien of de metingen van figuur 2 overeenkomen met bovenstaande theorie.

Omdat de elektronen in Sirius B zo dicht op elkaar zitten, is er een vereenvoudigd quantummodel opgesteld: alle elektronen van Sirius B bevinden zich in een één-dimensionale energieput met $L = 5,8 \cdot 10^6$ m.

In dit quantummodel wordt Sirius B dus beschouwd als één gigantisch atoom. Net als bij een gewoon atoom kunnen niet alle elektronen hetzelfde energieniveau bezetten: hoe meer elektronen er zijn, des te meer energieniveaus bezet zijn. Voor het quantumgetal n dat hoort bij het hoogst bezette energieniveau van Sirius B geldt: $n_{\max} = 8,4 \cdot 10^{18}$. De elektronen zijn in dit model te beschrijven als golven met een de Broglie-golflengte waarvoor de formule geldt: $\lambda_B = \frac{2L}{n}$.

4p → 14 → Voer de volgende opdrachten uit:

- Leid deze formule af.
- Bereken de minimale de Broglie-golflengte van elektronen in Sirius B.
- Leg daarmee uit dat Sirius B terecht beschouwd wordt als een quantumstelsel.

Met het quantummodel zijn model-energieberekeningen gemaakt. De resultaten zijn weergegeven in figuur 1. Deze figuur staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

$E_{k,Q}$ → de quantumfysische → **figuur 1**

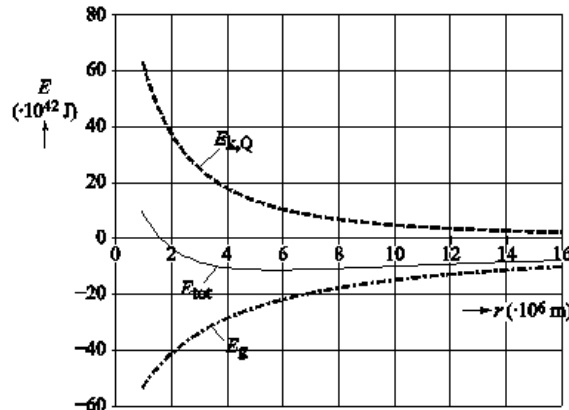
→ kinetische energie.
Deze is gelijk aan de som van de elektron-energieën van alle gevulde energieniveaus.

E_g → de gravitatie-energie.

E_{tot} → de totale energie.

Er geldt:

$$\rightarrow E_{tot} = E_g + E_{k,Q}$$



De grootte van Sirius B is met dit quantummodel te bepalen.

3p → 15 → Voer daartoe de volgende opdrachten uit:

- Geef de reden dat de totale quantumfysische kinetische energie $E_{k,Q}$ toeneemt als de straal van Sirius B kleiner wordt.
- Geef aan wat dit betekent voor een mogelijke ineenstorting van Sirius B.
- Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de straal van Sirius B die uit dit model volgt. Sectie-einde (volgende pagina)

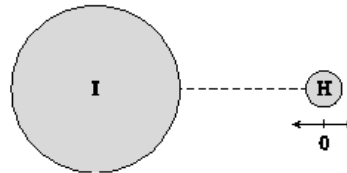
Lees onderstaand artikel.

In het molecuul waterstofjodide (HI) is het kleine waterstofatoom gebonden aan het grote jodiumatoom. De evenwichtsafstand tussen de twee atomen is $1,609 \cdot 10^{-10}$ m.

Als deze afstand groter of kleiner wordt, zorgt de binding voor een terugdrijvende kracht die in eerste benadering recht evenredig is met de uitwijking van de evenwichtsstand.

Een **model** om het molecuul te beschrijven is een massa-veersysteem, waarbij het waterstofatoom trilt, het jodiumatoom stilstaat en de binding beschouwd wordt als een veer.

In het klassieke **model** van een harmonisch trillend systeem zijn alle energietoestanden mogelijk. Kijkt men echter naar het spectrum van waterstofjodide, dan blijkt dat geen continu spectrum maar een lijnenspectrum te zijn: om dat te begrijpen is een quantumfysisch **model** nodig!



De trillingsfrequentie f van dit massa-veersysteem is $6,92 \cdot 10^{13}$ Hz.

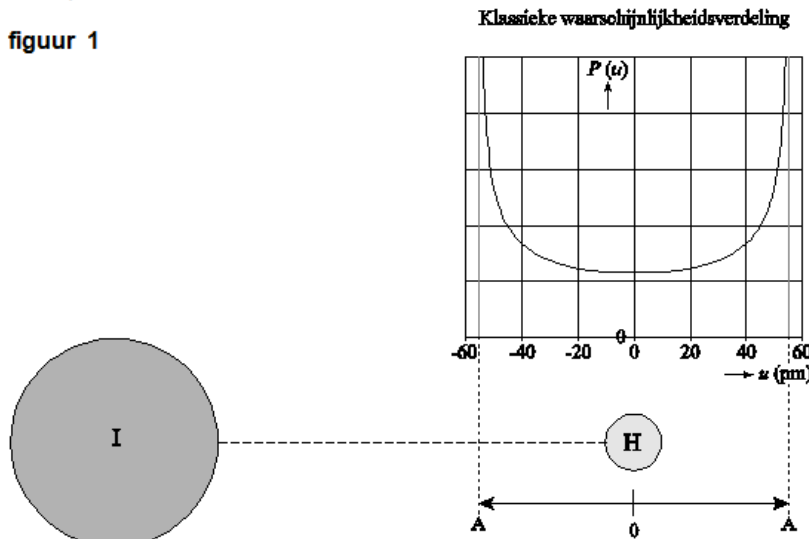
Hiermee kan met het klassieke **model** de veerconstante berekend worden.

3p 16 Voer die berekening uit.

In figuur 1 is de klassieke waarschijnlijkheidsverdeling $P(u)$ van het trillende H-atoom in het massa-veersysteem gegeven met amplitude

$$A = 5,54 \cdot 10^{-11} \text{ m.}$$

figuur 1



Quantumwereld

- Modeldenken in Quantumwereld
- Model van de debroglie-golflengte
- **CONCEPT - CONTEXT**
- ‘Op de rand van Klassiek en Quantum’
 - Als iets klassiek niet te verklaren is, maar met Quantum wel.
- Internationaal Zeldzaam

‘Quantum in de wereld’

- Schotland: Prachtige computer animaties
- Frankrijk: Animaties ‘artist’s impressions’ over de concepten
- CERN Uitgebreide afdeling publiciteit



now you know

Syllabus Natuurkunde

- **Subdomein A7. Modelvorming Havo**

- ***Eindterm***

- *De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.*

- **Subdomein A7. Modelvorming VWO**

- ***Eindterm***

- De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.



now you know

Syllabus H en V

Subdomein A7

Specificatie

De kandidaat kan gebruik makend van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden:

- 1.relevante grootheden en relaties in een probleemsituatie identificeren en selecteren;**
- 2.door het doen van aannamen en het maken van vereenvoudigingen een natuurwetenschappelijk probleem inperken tot een onderzoekbare vraagstelling;**
- 3.bij een natuurwetenschappelijk probleem een model selecteren dat geschikt is om het probleem te bestuderen;
- 4.een *bestaand rekenmodel omzetten naar een computermodel*;
- 5.een beargumenteerde schatting maken voor waarden en foutmarges van modelparameters op basis van gegevens;
- 5.toetsbare verwachtingen formuleren over het gedrag van een model;
- 6.een *model met een geschikte tijdstap doorrekenen*;
- 7.een model evalueren op basis van uitkomsten, verwachtingen en (meet)gegevens, rekening houdend met eventuele foutmarges in modelparameters;
- 8.een *modelstudie presenteren*.



now you know

Syllabus Havo

Subdomein D1. Eigenschappen van stoffen en materialen

De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire **modellen**.

Domein H. Natuurkunde en technologie

De kandidaat kan in voorbeelden van technologische ontwikkeling die vallen binnen de subdomeinen van het centraal examen natuurkundige principes en wetmatigheden herkennen, benoemen en toepassen

Specificatie

De kandidaat kan:

1. voorbeelden die passen bij de specificaties van de havodomeinen uit deze syllabus gebruiken om de wederzijdse beïnvloeding van technologie en natuurkundige kennis toe te lichten;
2. fysische principes en wetmatigheden toepassen op technologische ontwikkelingen en daarbij in deze syllabus gespecificeerde natuurkundige kennis hanteren,
 - principes: **model als vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, analogie, denken in ordes van grootte**;
 - wetmatigheden: wet van behoud van energie, wetten van Newton (eerste en tweede).

Syllabus VWO

Domein H. Natuurwetten en Modellen

- De kandidaat kan in voorbeelden die vallen binnen subdomeinen van het centraal examen fundamentele natuurkundige principes en wetmatigheden herkennen, benoemen en toepassen. Ook kan de kandidaat een **model** hanteren en de grenzen van de toepasbaarheid en betrouwbaarheid van een bepaald **model** voor een fysisch verschijnsel beoordelen.

Specificatie

De kandidaat kan:

1. in voorbeelden die passen bij de specificaties van de vwo-domeinen uit deze syllabus fundamentele natuurkundige principes en wetmatigheden herkennen, benoemen en toepassen,

- principes: universaliteit, schaalonafhankelijkheid, denken in ordes van grootte, analogie;
- wetmatigheden: behoudswetten, wetten van Newton, kwadratenwet;
- vakbegrippen: natuurwet, natuurconstante, verband, vergelijking;
- .



now you know

Syllabus VWO

2. voorbeelden die passen bij de specificaties van de vwo-domeinen uit deze syllabus gebruiken om toe te lichten hoe het begrip **model** in de natuurkunde wordt gehanteerd en de grenzen van de toepasbaarheid en betrouwbaarheid van een bepaald **model** voor een fysisch verschijnsel beoordelen,

- het inzicht toepassen dat een **model** een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid is en dit relateren aan de beperkte toepasbaarheid van het **model**;
- onderscheid maken tussen een denk**model**, schaal**model**, numeriek **model** en
- computer**model**;
- vakbegrip: iteratief proces;

3. **model**structuren herkennen in computermodellen en het gedrag van deze **model**structuren toelichten en onderzoeken en aan de hand van voorbeelden uitleggen waar grenzen aan de voorspelbaarheid uit voortkomen,

- **model**structuren: verval en groei (1e orde), oscillaties en bewegingen (2e orde);
- vakbegrippen: rekencapaciteit, stapgrootte, beginvoorwaarde.



Natuurkunde VWO

Subdomein B1. Informatieoverdracht

Specificatie

De kandidaat kan:

1. trillingsverschijnselen analyseren en grafisch weergeven,
 - aan de hand van een numeriek **model** het verband laten zien tussen de natuurkundige voorwaarde van een harmonische trilling (kracht evenredig met en tegengesteld gericht aan de uitwijking) en de wiskundige beschrijving ervan (sinusfunctie);

Subdomein C1. Kracht en beweging

- *Specificatie*

De kandidaat kan:

7. op grond van een analyse van krachten een geschikt numeriek **model** voor een beweging **kiezen** en het **model gebruiken** om de beweging te analyseren.

Syllabus H en V

- Domein I Onderzoek en ontwerp

Subdomein I1: Experiment

- De kandidaat kan in contexten die vallen binnen subdomeinen van het centraal examen onderzoek doen door middel van experimenten en de resultaten analyseren en interpreteren.

Subdomein I2: Modelstudie

- De kandidaat kan in contexten die vallen binnen subdomeinen van het centraal examen onderzoek doen door middel van modelstudies en de modeluitkomsten analyseren en interpreteren.

Subdomein I3: Ontwerp

- De kandidaat kan in contexten die vallen binnen subdomeinen van het centraal examen op basis van een gesteld probleem een ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

Modelleren

- Als je precies weet hoe het zit, heb je geen model nodig
- Eenvoudig beginnen
- Aannames

Starten

Om inzicht te krijgen in de beweging van de Cessna op de startbaan wordt een vereenvoudigd **model** gemaakt. Bij dat **model** gelden de volgende aannamen:

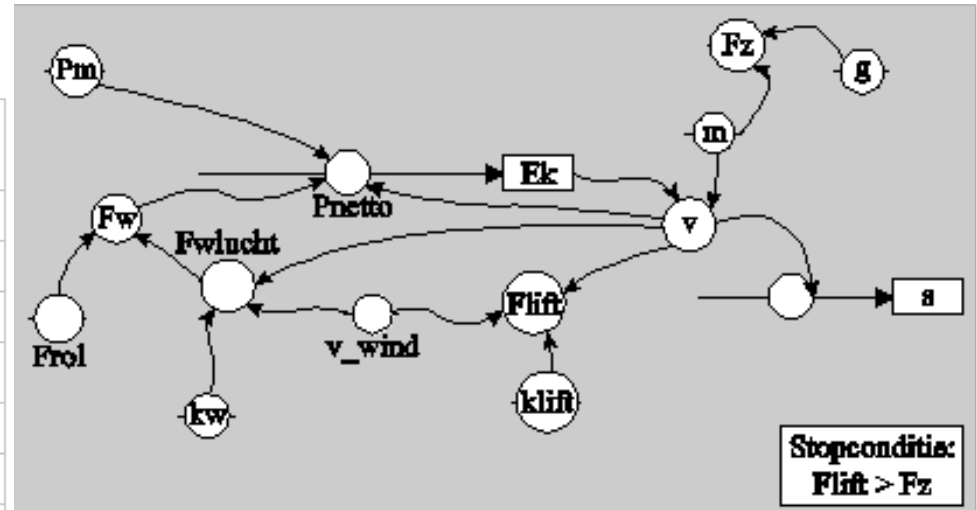
- gedurende de hele start is het motorvermogen constant,
- gedurende de hele start is de rolwrijving constant.

Het **model** is weergegeven in figuur 4.

De formules en de startwaarden van het grafisch **model** zijn gelijk aan die van het tekst**model**. Daarom worden die in het grafisch **model** niet weergegeven.

figuur 4

MODEL	STARTWAARDEN in SI-eenheden
$F_z = m \cdot g$	$F_{rol} = 910$
$F_{lift} = k_{lift} \cdot (v - v_{wind})^2$	$k_{lift} = 5,68$
$F_{w,lucht} = k_w \cdot (v - v_{wind})^2$	$k_w = 0,913$
$F_w = F_{w,lucht} + F_{rol}$	$v_{wind} = +5$
Als $F_{lift} > F_z$ dan stop Eindals	$m = 710$
$P_{netto} = P_m - F_w \cdot v$	$g = 9,81$
$E_k = \dots\dots\dots$	$P_m = 74000$
$v = \sqrt{2 \cdot E_k / m}$	$E_k = 0$
$ds = v \cdot dt$	$v = 0$
$s = s + ds$	$s = 0$
$t = t + dt$	$t = 0$
	$dt = 0,001$



Verder is het **model** niet compleet. De **model**regel voor E_k is niet ingevuld.

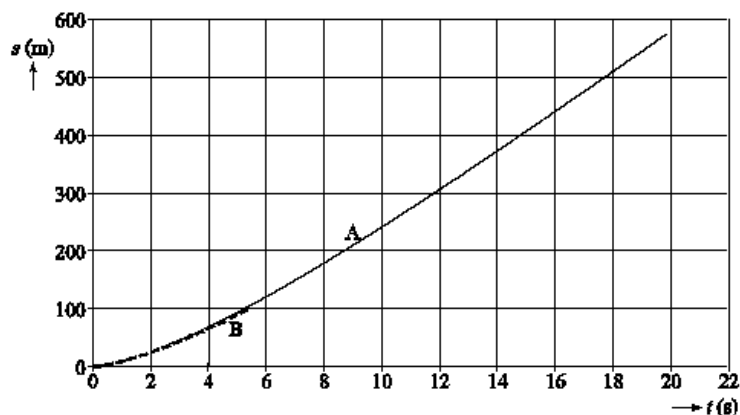
- 2p 8 Schrijf op de uitwerkbijlage de hele **model**regel voor Ek.
(In het grafisch **model** hoeven de ontbrekende relatiepijlen niet te worden weergegeven.)

In het **model** staat de factor $(v - v_{\text{wind}})$.

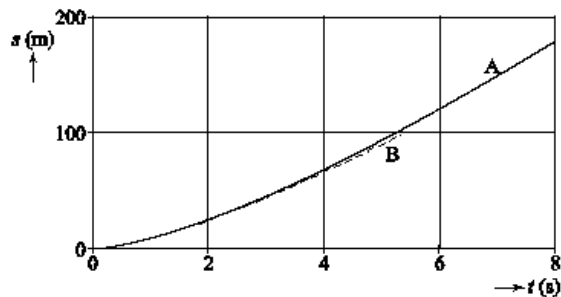
- 3p 9 Voer de volgende opdrachten uit over het **model** van figuur 4:
- Geef de reden dat gewerkt wordt met $(v - v_{\text{wind}})$ en niet met v .
 - Leg uit of in het **model** sprake is van tegenwind of van meewind.

In figuur 5 staat het (s,t) -diagram van de startende Cessna op de startbaan in twee situaties: met windstil weer (A) en met een tegenwind van 10 m s^{-1} (B). In figuur 6 staat een gedeeltelijke vergroting van figuur 5.

figuur 5

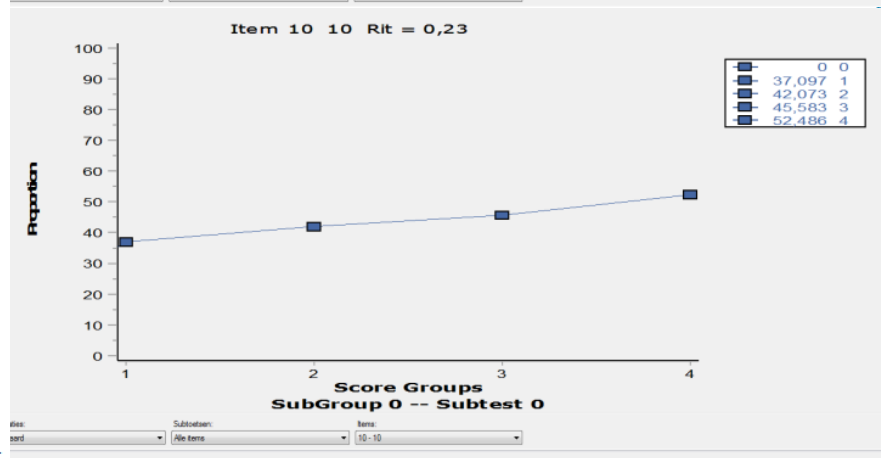
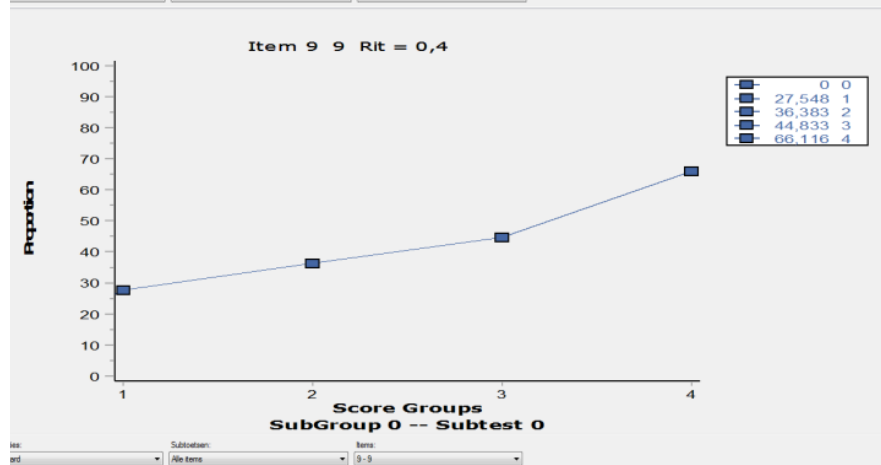
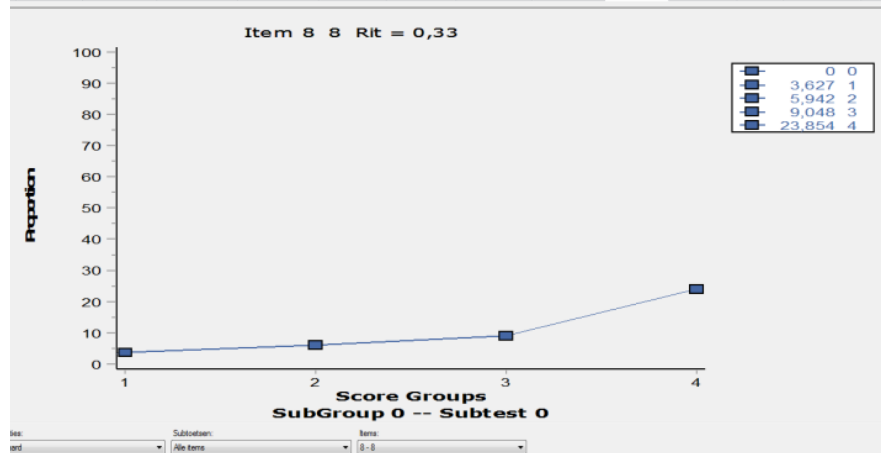


figuur 6



Op de uitwerkbijlage staat het (v,t) -diagram van de startende Cessna op de startbaan dat uit het **model** volgt, met daarin de grafiek voor situatie A.

- 3p 10 Teken in het (v,t) -diagram op de uitwerkbijlage de grafiek voor situatie B.



Examenvraag

- Discussie artikel op Facebook
- Nieuwe weergave
- Moet een model correct zijn?
- Kan een aanname fout zijn?
- Regel aanvullen?

Examenvraag

- Cessna op de startbaan
- Tot die loskomt van de grond
- Wind mee of wind tegen?
- Bij meewind komt die nauwelijks los
- Jawel, want bij loskomen $F_{rol} = 0$



now you know

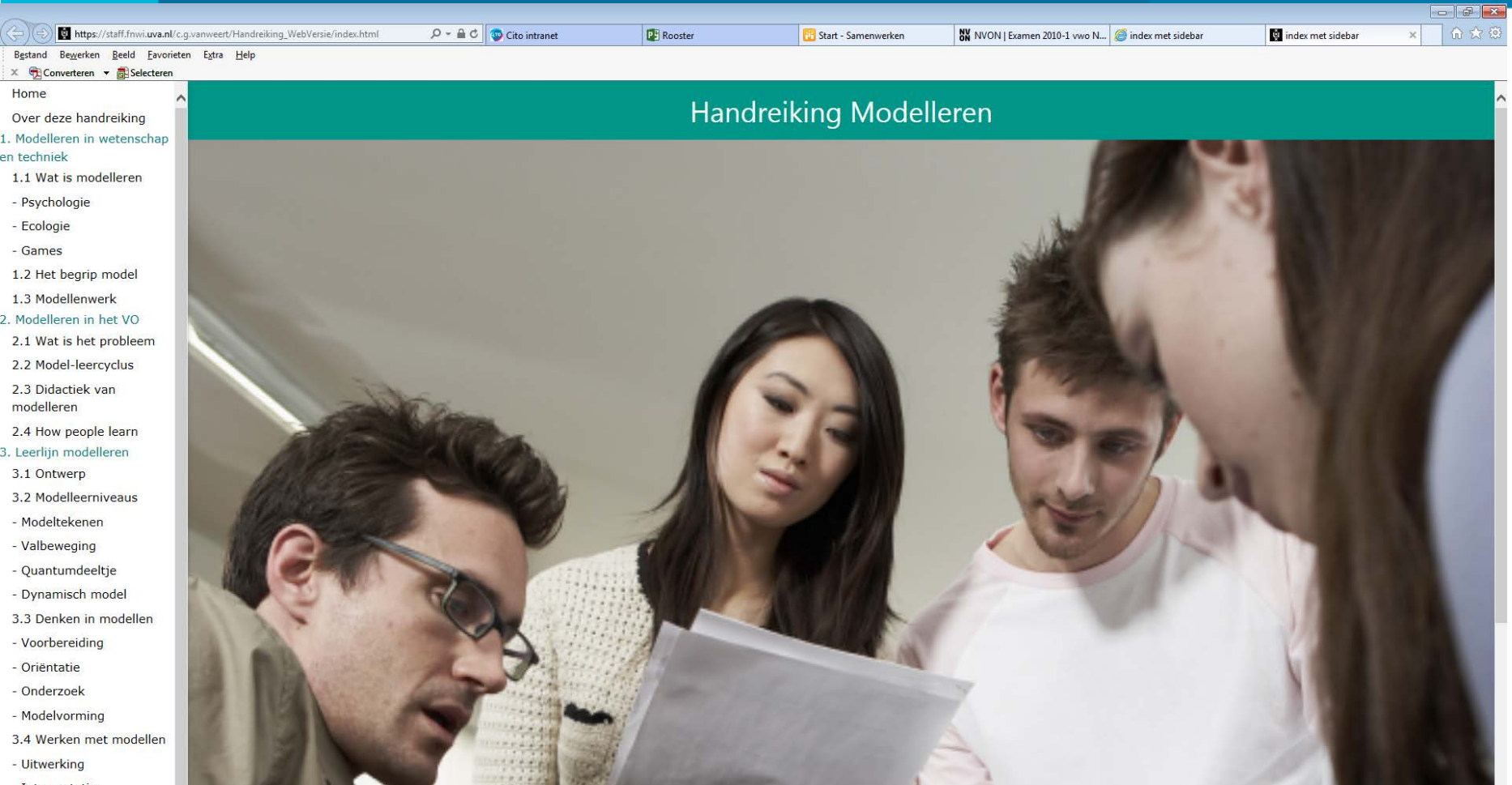
Handreiking Modelleren

- Ontbrak nog in de SLO Handreiking
- Handreiking Modelleren
- Voor SE **en** CE
- Modelweergaven in CE
- Modelleerprogramma's voor SE



now you know

Handreiking Webversie



The screenshot shows a web browser window with the URL https://staff.fnwi.uva.nl/c.g.vanweert/Handreiking_WebVersie/index.html. The browser tabs include 'Cito intranet', 'Rooster', 'Start - Samenwerken', 'NVON | Examen 2010-1 vwo N...', and 'index met sidebar'. The page content is as follows:

Handreiking Modelleren

Over deze handreiking

1. Modelleren in wetenschap en techniek
 - 1.1 Wat is modelleren
 - Psychologie
 - Ecologie
 - Games
 - 1.2 Het begrip model
 - 1.3 Modellenwerk
2. Modelleren in het VO
 - 2.1 Wat is het probleem
 - 2.2 Model-leercyclus
 - 2.3 Didactiek van modelleren
 - 2.4 How people learn
3. Leerlijn modelleren
 - 3.1 Ontwerp
 - Modeltekenen
 - Valbeweging
 - Quantumdeeltje
 - Dynamisch model
 - 3.3 Denken in modellen
 - Voorbereiding
 - Oriëntatie
 - Onderzoek
 - Modelvorming
 - 3.4 Werken met modellen
 - Uitwerking
 - Toetsen

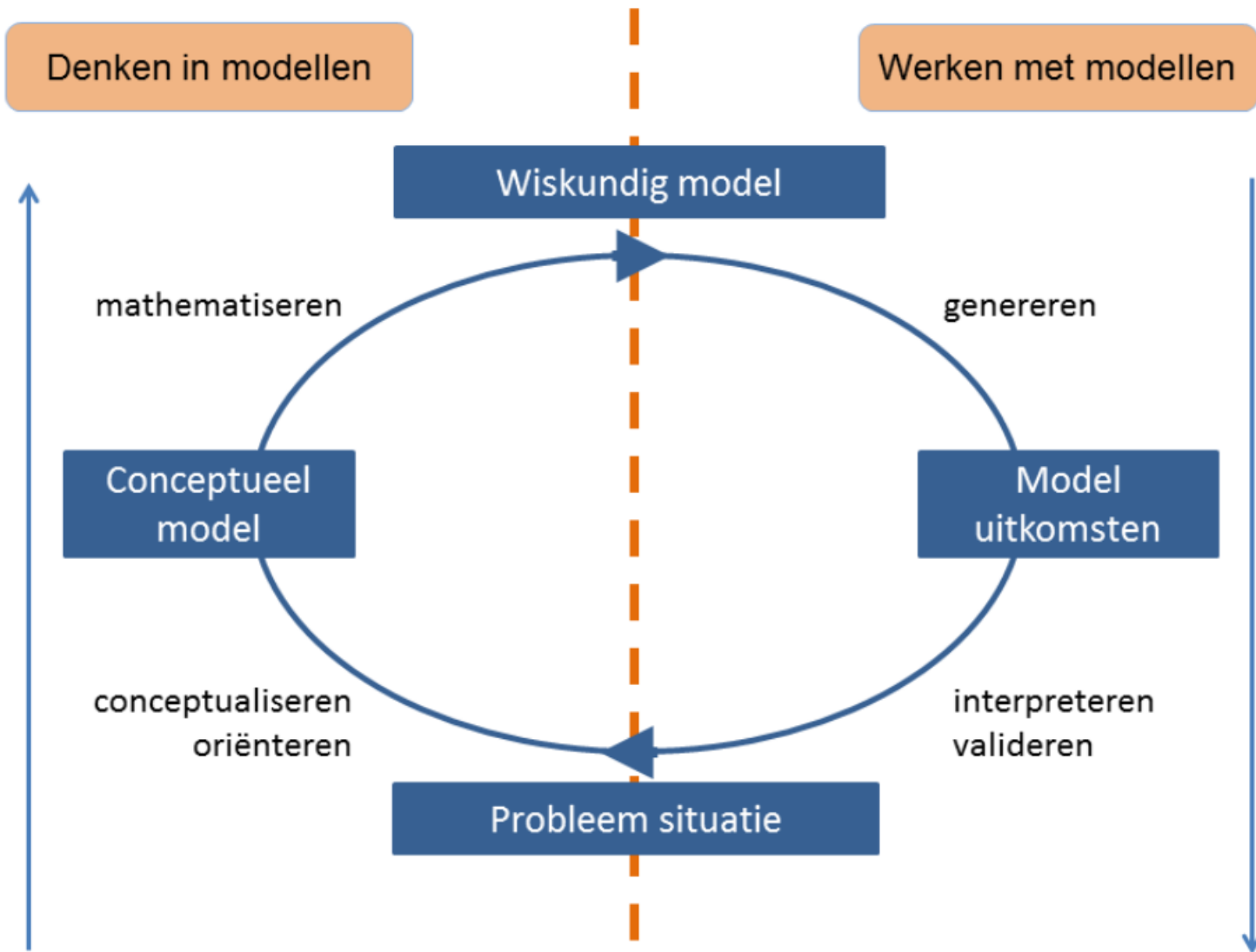


Fig 3.7 Denken in en werken met modellen

Hieronder een overzicht van een aantal dynamische modellen bij het subdomein Kracht en Beweging uit de syllabus natuurkunde^{2,3} met de bijbehorende betanden voor de Coach 7 modelleeromgeving⁴.

1. Constante snelheidsmodel

Dit model staat aan de basis van de stapsgewijze beschrijving van bewegingen, oorspronkelijk bedacht door Newton. De rekenregel is dat de nieuwe waarde voor de plaats gegeven wordt door de vorige waarde plus de verandering in de laatste tijdstap.

Formule uit Binas:

$$v = dx/dt$$

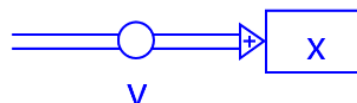
Differentievergelijking:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

Modelregels

$$x = x + v \cdot dt$$
$$t = t + dt$$

Grafisch model



Coach 7

Coach 7

Voorbeeld

2. Constante versnellingsmodel

3. Kracht-versnellingsmodel

4. Fietsermodel

5. Pluimbalmodel

6. Parachutemodel

7. Kogelbaanmodel

8. Satellietmodel

9. Massa-koordmodel

1. [Overzicht dynamische modellen](#) in de lesmethoden Natuurkunde Overall, Newton, Nova, Pulsar, Stevin, Systematische natuurkunde.

2. Syllabus centraal examen 2018, [natuurkunde havo](#), CvTE (2016)

3. Syllabus centraal examen 2018, [natuurkunde vwo](#), CvTE (2016)

4. [CMA-Science](#)

5. A. Heck en P. Uylings, [In a hurry to work with high-speed video at school](#), The Physics Teacher (2010).

6. Niek Dubelaar en Remco Brantjes, [De valversnelling bij bungee-jumping](#), NTvN (2003)

7. André Heck, Peter Uylings and Ewa Kędzińska, [Understanding the physics of bungee jumping](#), Physics Education (2010).

4. Fietsermodel

Dit is een voorbeeld van een dynamisch model. In dit model levert een fietser een constante spierkracht F_s maar er is ook een snelheidsafhankelijke tegenwerkende kracht F_w ten gevolge van de luchtweerstand. Deze kracht is evenredig met het kwadraat van de effectieve snelheid van de fietser, d.w.z. de snelheid gecorrigeerd voor de tegenwind.

Formule uit Binas:

$$F_w = \frac{1}{2} \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2$$

Differentievergelijkingen:

$$\Delta v = (F_s/m - F_w/m) \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

Modelregels

$$v_{\text{eff}} = v - v_{\text{wind}}$$

$$k = \frac{1}{2} \rho \cdot C_w \cdot A$$

$$F_w = k \cdot v_{\text{eff}}^2$$

$$F_{\text{res}} = F_s - F_w$$

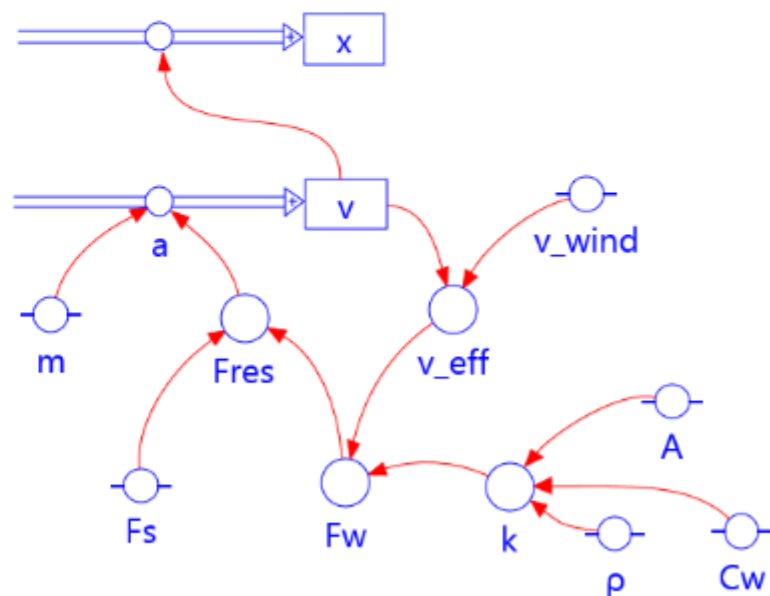
$$a = F_{\text{res}}/m$$

$$v = v + a \cdot dt$$

$$x = x + v \cdot dt$$

$$t = t + dt$$

Grafisch model




Coach 7

Voorbeeld

Coach 7

Opgave 5 Lopen

Michiel en Miriam doen een onderzoek naar de loopbeweging. Michiel maakt daarvoor een video-opname van Miriam. Zij gaan deze analyseren met behulp van Coach.


 *Klik in het openingsscherm op **Voetbeweging** en bekijk het filmpje.*

In het venster rechtsboven zijn de resultaten weergegeven in de vorm van een (x,t) -diagram van de roodwitte sticker op de rechterschoen van Miriam.

- 3p 14 Bepaal de maximale snelheid van de voet in horizontale (x) richting. Schrijf op welke handelingen je hiervoor verricht.
- 3p 15 Leg uit waarom de maximale snelheid van de voet **meer dan** twee keer zo groot is als de loopsnelheid van Miriam.
- 3p 16 Bepaal de loopsnelheid van Miriam uit het (x,t) -diagram van de voet. Schrijf op welke handelingen je hiervoor verricht.

 *Sla het resultaat op als **vr14 t/m 16_examenummer**. Sluit Coach.*

Michiel en Miriam willen vervolgens het verloop van de mechanische energie van Miriam bepalen. De mechanische energie E_{mech} is de som van de zwaarte-energie E_z en de kinetische energie E_k . Ze hebben daartoe de hoogte en de snelheid van het zwaartepunt van Miriam gemeten. Miriam heeft een massa van 78 kg.

 *Klik in het openingsscherm op **Energieën**. Je ziet links een tabel met de metingen van Miriam en Michiel. Rechts zie je een diagram klaarstaan met de naam **Energieën**.*

- 4p 17 Ga na of de mechanische energie van het zwaartepunt van Miriam tijdens de loopbeweging constant is. Maak hiervoor in het diagram **Energieën** de grafieken van de kinetische energie E_k , de zwaarte-energie E_z en de mechanische




Onderzoek aan Lopen

Coach 6 - Walking-2 - Voetbeweging VS2.cma

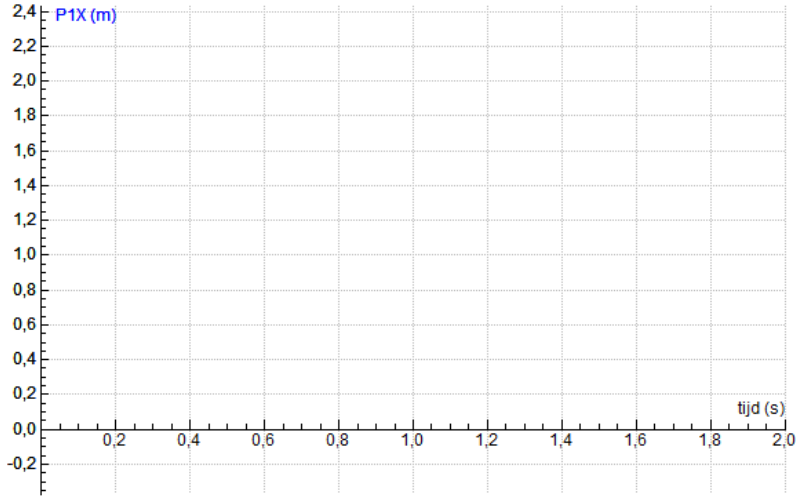
File Start Display Options Help

Data Video - Miriam



1m

P1-X



2,4 P1X (m)

2,2

2,0

1,8

1,6

1,4

1,2

1,0

0,8

0,6

0,4

0,2

0,0

-0,2

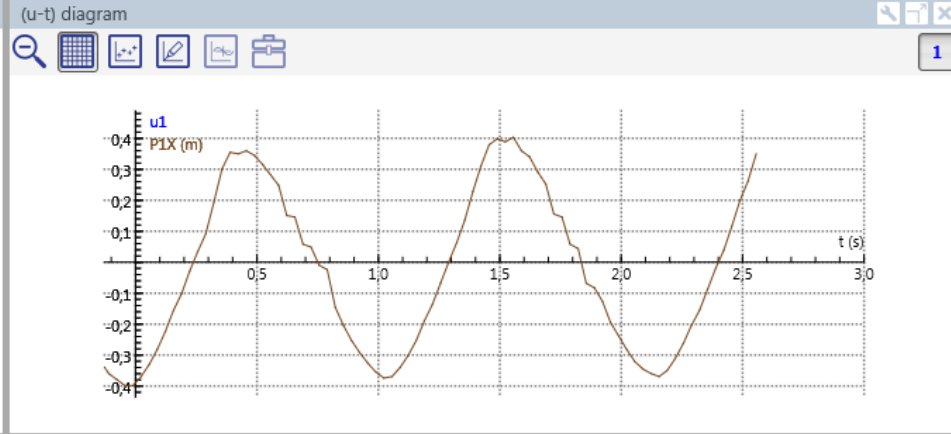
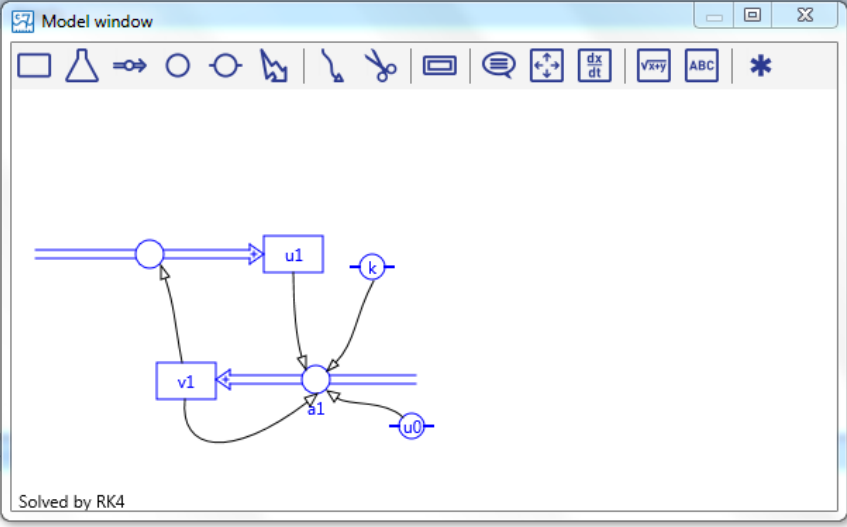
tijd (s)

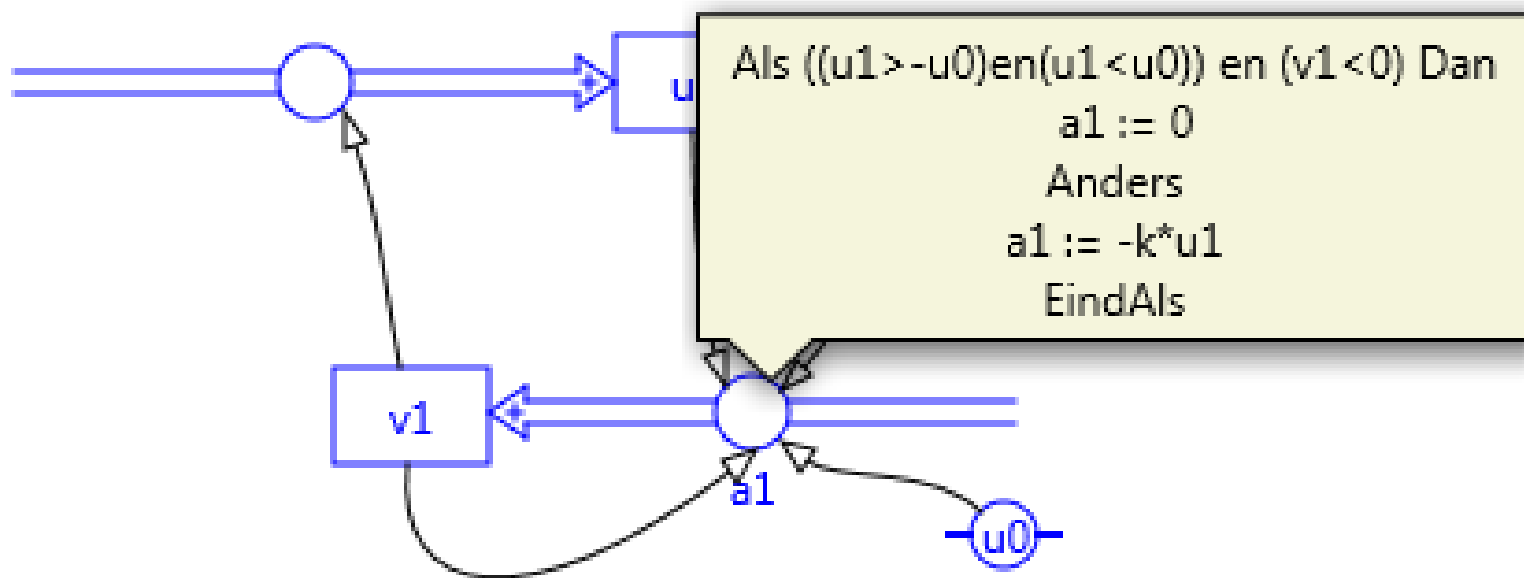
0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0

- Empty -

- Empty -

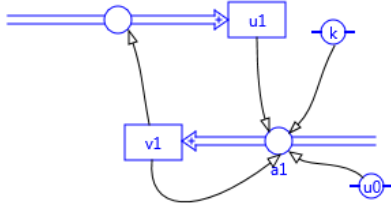
Senior student Activity Coach V6.43 © 2004-2012 CMA Owner: CITO (ontwikkelaarslicentie)





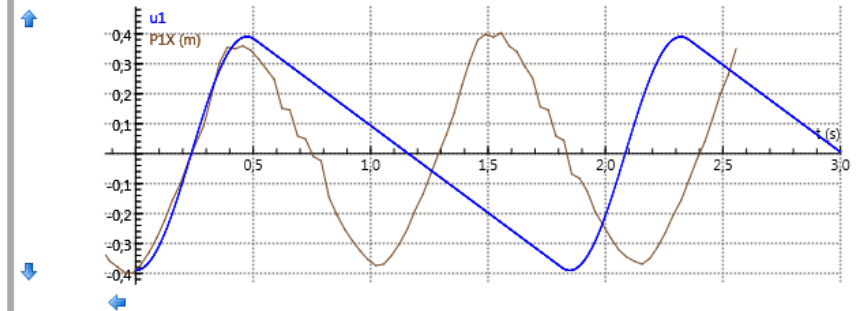


Model window



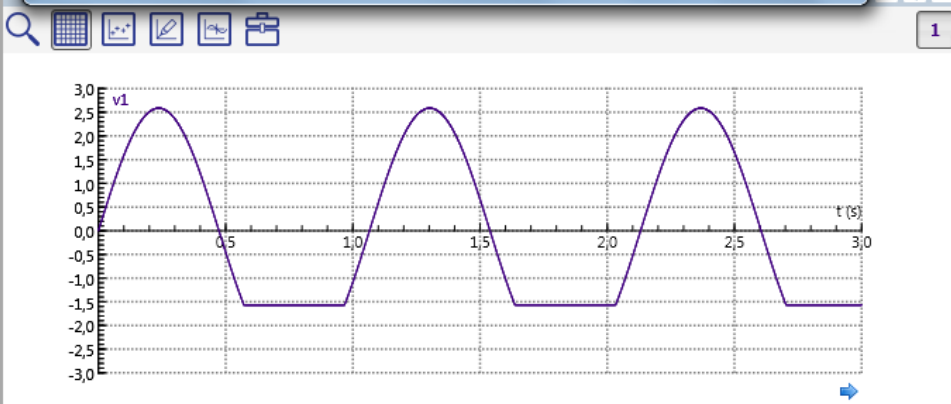
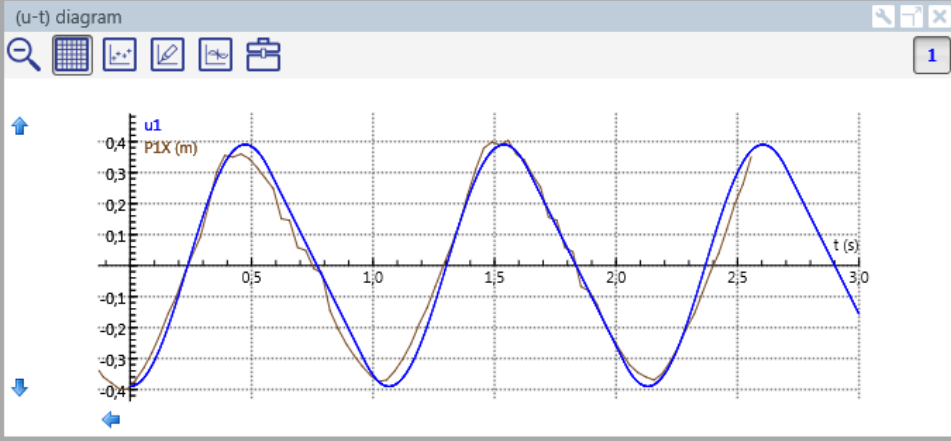
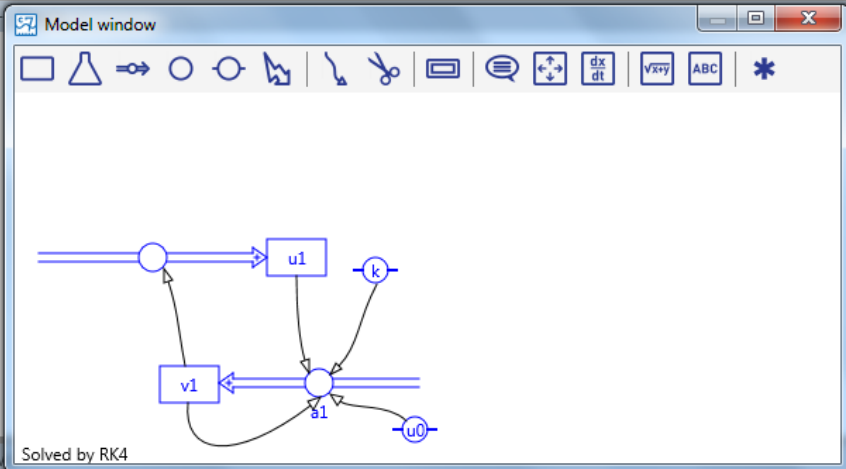
Solved by RK4

(u-t) diagram



loopband





Cito deelt kennis

Over Cito ▾

Onderzoek en wetenschap ▾

Veelgestelde vragen

Contact ▾

Portal ↗



Onderzoek en wetenschap

Home | Onderzoek en wetenschap | Publicaties | Toetsen op School

▷ Psychometrie

▷ Participatie nationaal onderzoek

▷ Participatie internationaal onderzoek

▽ Publicaties

▽ Toetsen op School

Primair onderwijs

Voortgezet onderwijs

Middelbaar beroepsonderwijs

Hoger onderwijs

Voorschoolse educatie

▷ Primair en speciaal onderwijs

▷ Voortgezet en speciaal onderwijs

Middelbaar beroepsonderwijs

Nederlands als tweede taal (NT2)

▷ Psychometrie

▷ Internationaal

▷ Kenniscentrum

Toetsen op School

Samen met opleiders van lerarenopleidingen ontwikkelden wij het boek *Toetsen op School*. Het studieboek is bedoeld voor studenten van lerarenopleidingen en docenten die in de praktijk werkzaam zijn. U kunt *Toetsen op School* direct in de dagelijkse onderwijspraktijk toepassen.

Toetsen op School gaat over de ontwikkeling, het gebruik en de kwaliteit van toetsen als instrument om de prestaties van leerlingen, docenten, scholen en onderwijssystemen te beoordelen en op basis daarvan beslissingen te nemen. Het boek behandelt het doel en de inhoud van toetsen, de betrouwbaarheid en validiteit van toetsscores, het vinden van informatie over toetsen en examineren, de constructie van gesloten vragen, open vragen en praktijktoetsen, het beoordelen van toetsscores en de kwaliteit van toetsen en examens.

Publicaties voor primair onderwijs, voortgezet onderwijs, middelbaar beroepsonderwijs en hoger onderwijs

Naast de algemene uitgave van *Toetsen op School* zijn aanvullende publicaties beschikbaar voor:

- primair onderwijs
- voortgezet onderwijs
- middelbaar beroepsonderwijs
- hoger onderwijs

Laat uw gegevens achter en download de gratis publicatie

De *Toetsen op School* publicaties zijn gratis te downloaden. Wij willen geen publicatie

Uw gegevens

Reactieformulier

Downloads



- ▷ Toetsen op School
- ▷ Toetsen op School primair onderwijs
- ▷ Toetsen op School voortgezet onderwijs
- ▷ Toetsen op School mbo
- ▷ Toetsen op School hoger onderwijs

<http://toetsenopschool.nl>

Cito | Corporate

Toetsen op School

Piet Sanders (redactie)



2018: Cito 50 jaar

- We staan op de markt.
- We zijn benieuwd naar wat u te zeggen heeft.

Physics is Fun



zeker weten



now you know