

MASTER

Wat moeten ze eigenlijk paraat hebben?

Kluijtmans, R.J.G.F.

Award date:
2010

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

Wat moeten ze eigenlijk paraat hebben?

afstudeerverslag: RJKluijtmans
datum: 28 juni 2010
Opleiding: Master of Science and Communication (natuurkunde)
Instituut: Eindhoven School of Education and Communication
bestand: AfstudeerVerslag_RJKluijtmans - vs5.doc
begeleider: drs. C. de Jong
tweede beoordelaar: dr. J. Perrenet
studiepunten: 10 ects

Dank: bij deze wil ik de volgende personen bedanken die mij op een of andere wijze geholpen hebben bij mijn onderzoek:

- drs. C. de Jong
- dr. J. Perrenet
- dr. P. den Brok
- de docenten van 4 scholen in wiens klassen ik de enquête mocht houden (vanwege redenen van vertrouwelijk welke scholen het betrof, vermeld ik hier niet de namen van de docenten)
- dr. G. Verkerk
- promovenda drs. I. van Stiphout
- medestudenten J. Pangels en R. Lammers die onderzoek op hun scholen mogelijk maakten

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave.....	3
2	Overzicht van figuren	3
3	Wijzigingsgeschiedenis.....	4
4	Samenvatting	4
5	Inleiding	4
6	Theorie	7
7	Onderzoeksvragen	9
8	Onderzoeksmethode	10
8.1	Respondenten.....	10
8.2	Procedure.....	11
8.3	Instrumenten	12
9	Onderzoeksresultaten.....	15
9.1	Resultaat m.b.t. de hoofdonderzoeksvraag.....	15
9.2	Resultaat m.b.t. de subonderzoeksvragen	18
9.2.1	De daadwerkelijke formule kennis op totaal nivo.....	18
9.2.2	De daadwerkelijke formule kennis op formule nivo.....	21
9.2.3	De wenselijke formule kennis op totaal nivo.....	23
9.2.4	De wenselijke formule kennis op formule nivo.....	25
10	Discussie.....	27
11	Literatuur.....	29
12	Appendix: codeboek	31
13	Appendix: Relatie formule labels met gestelde vraag en correcte formule	35
14	Appendix: Statistische analyse daadwerkelijke en verwachte kennis op formule nivo	37
15	Appendix: Kort overzicht over Binas	42
16	Appendix: volledige weergave van een leerling enquête van de open-vraag variant.....	43
17	Appendix: volledige weergave van een leerling enquête van de meerkeuze variant	48
18	Appendix: volledige weergave van de leraar enquête	56
19	Appendix: instructie voor afname voor leraar.....	65

2 Overzicht van figuren

figuur 1	Voorbeeld van gestelde vraag in open-vraag variant van de leerling enquête	12
figuur 2	Natuurkunde mechanica formules uit Binas tabel 35 A niet meegenomen in afname	13
figuur 3	Gewenste formule kennis	16
figuur 4	Totaal aantal goede formules.....	18
figuur 5	Boxplots van het totale aantal goede formules.....	19
figuur 6	Correlatie natuurkunde cijfer en totale formule kennis.....	20
figuur 7	Gemiddeld aantal goede antwoorden per formule	22
figuur 8	Wenselijke formule kennis op totaal nivo versus daadwerkelijke formule kennis.....	24
figuur 9	Boxplot met wenselijke en daadwerkelijke formule kennis op totaal nivo.....	24
figuur 10	Wenselijke en daadwerkelijke formule kennis op detail nivo	26
figuur 11	Gehanteerde codeboek	35
figuur 12	Tabel met formule labels, gestelde vraag en verwachte antwoord	37
figuur 13	Aantal goede formules gegeven door leerlingen en verwacht door docenten.....	41

3 Wijzigingsgeschiedenis

date	versie	grote lijnen wijziging
13 mei 2010	1	creatie met accent op structuur van verslag en op eerste analyses van grafieken gebaseerd op afgenomen enquetes
20 juni 2010	4	inbreng onderzoeksvragen en statistische analyses
28 juni 2010	5	verwerken review commentaar van J. Perrenet en C. de Jong
18 juli 2010	6	verwerken review commentaar van G. Verkerk

4 Samenvatting

In dit onderzoek is de parate kennis op het vlak van natuurkunde mechanica formules onderzocht. Er zijn vier docenten gedetailleerd ondervraagd van welke formules verwacht wordt dat hun leerlingen die uit hun hoofd weten. Ook is er onderzocht welke formules de leerlingen daadwerkelijk uit hun hoofd weten.

De hoofdconclusies van het onderzoek zijn:

- de onderzochte docenten vinden unaniem dat de leerlingen de volgende formules uit hun hoofd zouden moeten weten :

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad F_{res} = m \times a \quad F_z = m \times g \quad E_z = m \times g \times \Delta h$$

$$s(t) = v_{gem} \times t \quad v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} \quad a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{horizontale worp: } x(t) = v_0 \times t$$

$$M_1 + M_2 = 0 \quad P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{\Delta E}{t} \quad P = F_{stuw} \times v \quad \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\%$$

- het aantal formules dat de leerlingen uit hun hoofd zouden moeten weten, is dus behoorlijk groot: 13 van de 25 formules zouden de leerlingen uit hun hoofd moeten weten.
- de docenten zijn het unaniem eens dat de leerlingen de volgende formules **niet** zouden moeten kennen:

$$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2 \quad \text{en} \quad F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

5 Inleiding

Persoonlijke aanleiding

Het eerste deel van deze inleiding bevat mijn persoonlijke aanleiding en relevantie van mijn onderzoek. Het tweede deel omschrijft het belang van mijn onderzoek voor het onderwijs en omschrijft in algemene onderzoeksprobleem.

De laatste tientallen jaren als bijlesdocent en het laatste jaar als klassikaal natuurkunde docent is mijn indruk steeds sterker geworden dat de de parate natuurkunde kennis onder leerlingen te laag is. Om enkele voorbeelden te noemen die ik tegen ben gekomen: leerlingen die moeten opzoeken hoe ze de zwaartekracht moeten uitrekenen als de massa gegeven is, vind ik dat ze te weinig parate kennis hebben. Ook een andere waar gebeurd voorbeeld is het opzoeken het hoeveelste deel 'milli' (uit millimeter) is. Dit betroffen overigens VWO5 leerlingen met een exact schoolprofiel.

Mijn indruk van een te lage parate kennis komt voort uit :

- mijn ervaringen als docent op 2 verschillende scholen en met 2 verschillende schooltypes (VMBO-T en VWO)
- contacten met mede docenten
- zowel mijn klaservaringen als bijleservaringen
- zowel in frontale klasse situaties als tijdens het nakijken van tests

Mijn persoonlijke mening is dat hier de opzoekcultuur te ver is doorgeslagen.

In mijn ogen zijn door een te lage parate kennis de prestaties van leerlingen minder dan ze zouden kunnen zijn.

Tegenstanders van mijn mening komen met het argument dat het bij natuurkunde proefwerken en examens in het voorgezet onderwijs Havo en VWO officieel toegestaan is om het Binas naslagwerk (Verkerk, G. et al.(2004)) te gebruiken waarin een grote hoeveelheid formules en data op te zoeken is.

Voor alfa vakken zoals talen is het vanzelfsprekender en geaccepteerder dat er een bepaalde dosis van parate kennis nodig is om tot presteren te komen. Dat blijkt ook uit volgende parafrase uit Perrenet, J. & Sterk, H.(2005):

'het is hopeloos om te verwachten dat om zonder kennis van het Russisch, maar slechts met een woordenboek en een grammatica in de hand, te verwachten dat je in Moskou soepel zult kunnen communiceren'.

Deze uitspraak is voor een ieder vanzelfsprekend, maar voor exacte vakken zoals natuurkunde minder vanzelfsprekend voor velen.

Overigens is parate kennis niet de enige voorwaarde om tot prestaties te komen. Als men bijvoorbeeld niet geoefend is in het toepassen van parate kennis, zullen de prestaties ook uitblijven is mijn verwachting.

Er is een balans in de hoeveelheid parate kennis die leerlingen zouden moeten hebben: vanzelfsprekend hoeven leerlingen niet alle natuurkunde stof en data uit hun hoofd te weten. Echter de tegenhanger van totaal geen parate kennis is ook geen goede zaak.

Algemene onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag betreft de parate kennis van leerlingen op het vlak van natuurkunde. Er is beperkt tot parate kennis op het vlak van formule kennis. Verder is er beperkt omwille van uitvoerbaarheid van het onderzoek in de beschikbare tijd, tot formules uit het natuurkunde subdomein 'mechanica'.

Verder is er beperkt tot leerlingen uit VWO5 en niet voor bijvoorbeeld VWO4 omdat VWO5 alle stof heeft gehad m.b.t. het subdomein 'mechanica'. En er is niet gekozen voor VWO6 omwille praktische redenen: het onderzoek is in mei uitgevoerd. In deze maand waren de VWO6 klassen nauwelijks bereikbaar vanwege hun examens.

De algemene onderzoeksvraag is :

welke kennis moeten VWO5 leerlingen op het vlak van natuurkunde mechanica formules uit hun hoofd weten om tot goede prestaties te komen in tests en welke kennis mogen ze opzoeken in het standaard natuurkunde naslagwerk Binas¹ (Verkerk, G. et al.(2004))?

Er wordt niet onderzocht hoe tot parate kennis gekomen wordt.

Ik vecht het bestaan van Binas niet aan en ook bestrijd ik niet het grote aantal formules dat in Binas aanwezig is. Men zou immers kunnen denken dat de aanwezigheid van Binas en de aanwezigheid van veel formules die opgezocht kunnen worden, dat dit juist de parate kennis bedreigt. Hier heb ik met de hoofdredacteur van Binas over gesproken. Hij had een enkele sterke argumenten die het bestaan van Binas en het grote aantal formules rechtvaardigde. Hij vergeleek Binas met een woordenboek. Een woordenboek bevat ook zoveel mogelijk woorden. De redacteur laat daar het lidwoord ook niet uit weg, omdat iedereen dat woord wel zou kennen. Datzelfde geldt voor formules in Binas.

Verder bedreigt Binas niet de parate kennis, maar is het belangrijk dat leerlingen er mee om leren gaan. Ze moeten leren dat het weliswaar een naslagwerk is, maar dat als ze structureel elke formule en symbool zouden moeten opzoeken, dat ze dan verkeerd bezig zijn. Bijvoorbeeld : een leerling die moet opzoeken hoeveel 'milli' ook al weer is, is verkeerd bezig.

Op het ogenblik wordt er in het onderwijs met leerlingen wel expliciet geoefend in opzoekvaardigheden in Binas, maar hierbij worden voor zover bekend geen richtlijnen gegeven wat wel verstandig is om structureel op te zoeken en wat niet verstandig is. Voor het oefenen in opzoekvaardigheden in Binas, biedt de website van Binas (Binas Home(2010)) een aantal oefeningen, maar ook hier geen richtlijnen zijn voor wat parate kennis zou moeten zijn en wat.

Ze moeten dus leren wat ze normaliter op zouden mogen zoeken en wat niet. Het onderliggende onderzoek probeert tot een eerste stap richtlijn te komen voor leerlingen wat ze zouden mogen opzoeken en wat ze uit hun hoofd zouden moeten kennen.

Belang van onderzoek voor onderzoekers en het onderwijs

Dit onderzoek probeert antwoord te vinden over wat als belangrijke formule kennis gezien wordt, die uit het hoofd gekend zou moeten worden. Met dit antwoord kunnen in de dagelijkse praktijk in de klas de leerlingen explicieter hierop aangestuurd worden. Hiermee kunnen de prestaties van leerlingen en de leeropbrengst verhoogd worden.

Methodologische basis

Dit onderzoek is gebaseerd op methoden zoals gepresenteerd in Baarda, dr. D.B. & Goede, dr. M.P.M. de(2006) en Baarda, dr. D.B. & Goede, dr. M.P.M. de & Teunissen, dr. J.(2005).

Ter ondersteuning van de verwerking van data en het verrichten van analyses in SPSS zijn naast bovenvermelde boeken van Baarda en De Goede, ook de volgende bronnen geraadpleegd: Huizing, E.(1999) en SPSS Inc.(1986).

De structuur van dit verslag is gebaseerd op richtlijnen van de ESoE (zie Brok, dr.P. den(2010)).

¹ Zie appendix 15 pg. 42 voor een kort overzicht over de Binas.

6 Theorie

Belangrijkste theoretische concepten

In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende twee theoretische concepten:

- actieve kennis
- passieve kennis

Onder 'passieve kennis' wordt verstaan dat een respondent uitgaande van een meerkeuze vraag, het juiste antwoord moet kunnen herkennen. Onder 'actieve kennis' wordt verstaan dat een respondent uitgaande van een open vraag, het juiste antwoord moet geven.

Bestaande theorie

Er is een theorie die een onderbouwing geeft dat het overmatig opzoeken van informatie de prestaties schaadt. Deze theorie is de zgn. Cognitive Load Theorie. De wortels van deze theorie zijn terug te leiden tot het werk van G.A. Miller (zie bijvoorbeeld Miller, G.A.(1956)).

J. Sweller heeft deze theorie verder onderzocht in het kader van het ontwerp van instructies in het onderwijs (zie bijv. Sweller, J. & Merrienboer, J.G. van & Paas, F.G.W.C.(1998) en Kirschner, P.A.(2002)).

In deze paragraaf wordt niet een volledige beschrijving gegeven van de Cognitive Load Theory (afgekort tot CLT), maar wordt een aantal belangrijke begrippen vermeld.

De CLT beschrijft dat het geheugen bestaat uit een werkgeheugen van beperkte capaciteit en een lange termijn geheugen van grote capaciteit. Dit is in analogie met computers. Informatie wordt in eerste instantie opgeslagen in het korte termijn geheugen om vervolgens in het lange termijn geheugen te komen.

Het 'werkgeheugen' werd overigens in eerste instantie 'korte termijn geheugen' genoemd, maar was vervangen door 'werkgeheugen' om te benadrukken dat het verantwoordelijk is voor het verwerken van informatie.

De orde van grootte van werkgeheugen is volgens Miller(1956) van de orde 7 elementen. Als er meer informatie door het werkgeheugen verwerkt moet worden, is er sprake van een overload situatie en worden de prestaties aanzienlijk verslechterd.

Volgens Sweller(1998) is overbelasting van het werkgeheugen in drie verschillende soorten te onderscheiden (de oorspronkelijke engelse term is hierbij niet vertaald, om niet aan kracht en herkenbaarheid in te boeten):

- **'intrinsic cognitive load'**
- **'extraneous cognitive load'**
- **'germane cognitive load'**

Om een indruk te krijgen van deze verschillende soort load, volgt hieronder een korte uitleg:

- **'intrinsic cognitive load'**: dit heeft met de belasting te maken die veroorzaakt wordt de te leren informatie. Bijvoorbeeld : het aanleren van veel symbolen voor chemische elementen kan veel informatie zijn, maar de intrinsieke belasting is klein omdat om het symbool voor ijzer te leren (Fe), de leerling geen relaties hoeft te leggen naar symbool dat hij al eerder geleerd heeft voor bijvoorbeeld koper (Cu). Deze intrinsieke belasting is overigens niet door veranderd instructie ontwerp te wijzigen.

- **‘extraneous cognitive load’**: dit heeft te maken met de belasting die de structuur van het instructie materiaal zelf veroorzaakt en niet de inhoud ervan. Bijvoorbeeld: een tekening van een driehoek met symbolen in de hoeken en op een andere plaats in het instructie materiaal worden getallen aan deze symbolen toegekend ($a=45$ graden etc). Deze opzet veroorzaakt een grote **‘extraneous cognitive load’**. Deze belasting kan verlaagd worden door in dezelfde tekening geen symbolen te presenteren, maar de getalwaarden. Daarmee hoeft de leerlingen in zijn werkgeheugen niet twee brokken informatie (tekening en getallen tabel) aan elkaar te koppelen. Dit zgn. ‘split attention effect’ vergroot de cognitieve belasting.

Een andere voorbeeld dat de **‘extraneous cognitive load’** vergroot is het oplossen van vraagstukken door middel van de zgn. ‘means-end strategy’. Dit is een strategie waarbij de leerling constant het einddoel in zijn werkgeheugen houdt. Een ‘means-end’ strategie is een ongunstige methode van leren. Een betere methode voor het inrichten van instructies is het gebruik van zgn. ‘goal-free problems’. Bij deze methode gaat de leerling met de gegevens en met eventueel nuttige formules aan gang en probeert hiermee verder te komen zonder de hele tijd zijn einddoel in de gaten te houden. Dit veroorzaakt een lagere belasting van het werkgeheugen. Omdat de belasting van het werkgeheugen lager is, is er meer ruimte in het werkgeheugen voor schema constructie in het lange termijn geheugen waardoor het leerproces efficiënter verloopt. Een methode die juist de **‘extraneous cognitive load’** verhoogt, is de zgn. Systematische Probleem Aanpak methode (SPA) van C.T.C.W. Mettes en A. Pilot zoals beschreven door Vos, H.(2002).

- **‘germane cognitive load’**: deze belasting is toe te schrijven aan de belasting om schema’s in het lange termijn geheugen te construeren. Deze belasting is een nuttige en noodzakelijke belasting van het werkgeheugen. Het is nuttig om deze belasting te verhogen, zoals het totaal van de drie soorten belasting niet boven de grens van het werkgeheugen komt.

Ondanks de beperkte grootte van het werkgeheugen, kunnen mensen bij grote hoeveelheden informatie tot grote intellectuele prestaties komen. Dit wordt verklaard door de CLT door het lange termijn geheugen. Informatie in het lange termijn geheugen wordt opgeslagen in zgn. schema’s.

Het leerproces bestaat uit het verwerken van informatie zodanig dat het via het werkgeheugen naar het lange termijn geheugen wordt verplaatst. De kwaliteit van prestaties wordt bepaald door de rijkdom en structuur van de schema’s in het lange termijn geheugen. Een beginner zal een ander en meer oppervlakkig schema in zijn lange termijn geheugen hebben dan een expert (zie Bransford, J. (2000) pg 40).

Parate kennis is te herleiden tot de hoeveelheid informatie en mate en wijze van organisatie van informatie in het lange termijn geheugen.

Volgens Sweller pg. 254 is er veel onderzoek dat aantoonde dat prestaties voornamelijk worden bepaald door de hoeveelheid parate kennis en veel minder door de kennis van oplosstrategieën.

Dus literatuur toont aan dat parate kennis van belang is.

Eerder verricht onderzoek

Uit vooronderzoek was gebleken dat er geen vergelijkbaar onderzoek eerder was gedaan. Ook uit contacten met diverse experts zoals de hoofdredacteur van Binas (Verkerk, G. et al.(2004)) de heer dr. G. Verkerk was gebleken dat er geen ander vergelijkbaar onderzoek was gedaan. Het enige hem

bekende onderzoek dat enig raakvlak heeft is dat van een onderzoeker aan de VU Amsterdam. Ik heb enige pogingen ondernomen om tot uitwisseling van informatie te komen met deze persoon omdat onze onderzoeken aanpalende onderzoeken zijn, maar daar had deze persoon geen interesse in. Dit onderzoek liep nog in het voorjaar 2010 en richtte zich vooral op :

'Ik heb in kaart gebracht hoe belangrijk BINAS gebruik is tijdens het centraal eindexamen scheikunde en welke tabellen het meest geraadpleegd moeten worden. Verder heb ik onderzocht hoe belangrijk BINAS gebruik is in de scheikunde schoolexamens. Afsluitend in mijn artikel geef ik aan hoe leerlingen het best kunnen oefenen met BINAS tijdens de les. '

Verder heb ik uitgebreid bronnenonderzoek gedaan naar vergelijkbare onderzoeken. Hiervoor heb ik o.a. de volgende zoektermen gebruikt: 'parate kennis', 'binas', 'binas gebruik', 'binas evaluatie', 'binas voordeel', 'binas cevo', 'binas onderzoek', 'binas empiri', 'binas nina' en 'binas slo'. Ook heb ik bij diverse onderzoekers en de eindredacteur van Binas geïnformeerd naar mogelijk vergelijkbaar onderzoek en naar mogelijke strategieën voor het vinden van vergelijkbaar onderzoek. Dit leverde geen verdere resultaten.

Dit onderzoek leverde vooral veel informatie op over de Cognitive Load Theory, maar geen literatuur ondersteunend aan mijn onderzoeksvraag. Er werd bijvoorbeeld wel een artikel gevonden dat Binas betrof, maar had geen relatie met mijn onderzoeksvraag. Zie appendix 15 pg 42 voor meer informatie over dit artikel.

Wel heb ik veel informatie gevonden over hoe er tot parate kennis gekomen wordt. Hierbij zijn zeer interessante artikelen gevonden o.a. over de paradox² van de Aziatische student (zie Kember, D.(1996)), maar deze zijn niet relevant voor mijn onderzoeksvraag.

7 Onderzoeksvragen

De **hoofdonderzoeksvraag** is:

welke kennis moeten VWO5 leerlingen op het vlak van natuurkunde mechanica formules uit hun hoofd weten om tot goede prestaties te komen in tests en welke kennis mogen ze opzoeken in het standaard natuurkunde naslagwerk Binas (Verkerk, G. et al.(2004))?

Deze onderzoeksvraag is geoperationaliseerd door het presenteren van een woordelijke omschrijving van een formule waarbij de leerling de bijbehorende formule moet **presenteren** of moet **selecteren**. In het geval van **presenteren** moet de leerling bij een woordelijke omschrijving van een formule de juiste formule geven en in geval van **selecteren** moet de leerlingen de juiste formule kiezen uit een rijtje van formules. Deze twee verschillende vormen van parate kennis worden in het vervolg **actief** resp. **passief** genoemd. De corresponderende instrumenten waarmee deze kennis wordt onderzocht worden **de 'open-vraag' respectievelijk 'meerkeuze' variant** genoemd.

Er is met opzet gekozen voor vragen stellen d.m.v. een omschrijving van de formule en niet d.m.v. het noemen van de naam van de formule: zoals bijvoorbeeld : 'wat is de eerste wet van Newton?'. Ik vind de kennis van etikettes minder belangrijk dan dat ze bij een omschrijving de juiste formule weten. Succesvol opgaven maken wordt immers niet bepaald door de kennis van de namen van formules, maar eerder door kennis van welke grootheden een rol spelen.

² Aziatische paradox: een Aziatische student focusteert zich op het zgn. 'rote learning' (uit het hoofd leren), hetgeen in het Westen vooral als oppervlakkig leren wordt gezien, terwijl Aziaten toch grote prestaties leveren.

De onderzoek **subvragen** zijn hieronder gepresenteerd waarbij met hoofdletters labels zijn gedefinieerd die in het vervolg van het verslag gebruikt worden. Als een label op ‘_LLN’ resp. ‘_DOC’ eindigt, betekent dat respectievelijk dat dit resultaten van leerlingen resp. docenten zijn.

- **IST** (zoals het is):
 - **globaal** nivo (hier wordt niet gekeken per formule, maar alleen naar totalen over alle formules samen)
 - volgens **leerlingen**:
 - IST_ACT_LLN : hoeveel formules weten de leerlingen daadwerkelijk actief uit hun hoofd
 - IST_PAS_LLN: hoeveel formules weten de leerlingen daadwerkelijk passief uit hun hoofd
 - IST_RELATIE_CIJFER_EN_KENNIS_LLN: is er een relatie tussen het natuurkunde cijfer van het laatste rapport en het aantal formules dat ze actief en passief uit hun hoofd weten
 - volgens **docenten**:
 - IST_DOC: hoeveel formules weten de leerlingen daadwerkelijk uit hun hoofd
 - **formule detail** nivo (hier wordt wel gekeken naar verschillen op formule nivo):
 - IST_DETAILS: welke formules weten de leerlingen daadwerkelijk uit hun hoofd volgens de leerlingen en volgens de docenten
- **SOLL** (zoals het zou moeten):
 - **globaal** nivo (hier wordt niet gekeken per formule, maar alleen naar totalen over alle formules samen)
 - volgens **leerlingen**:
 - SOL_ACT_LLN : hoeveel formules zouden de leerlingen actief moeten weten volgens henzelf
 - SOL_PAS_LLN: hoeveel formules weten de leerlingen daadwerkelijk passief uit hun hoofd
 - volgens **docenten**:
 - SOL_ACT_DOC: hoeveel formules zouden de leerlingen daadwerkelijk actief uit hun hoofd moeten weten
 - SOL_PAS_DOC: hoeveel formules zouden de leerlingen daadwerkelijk passief uit hun hoofd moeten weten
 - **formule detail** nivo (hier wordt wel gekeken naar verschillen op formule nivo):
 - SOLL_DETAILS:
 - welke formules zouden de leerlingen uit hun hoofd moeten weten volgens de docenten en welke formules kennen ze daadwerkelijk uit hun hoofd

Het onderzoek is van het type ‘beschrijvend’ omdat de hoofdvraag een lijstje moet opleveren met formules die een leerling uit zijn hoofd zou moeten weten.

8 Onderzoeksmethode

8.1 Respondenten

Er zijn enquêtes gehouden in 4 VWO5 klassen van 4 verschillende scholen waarvan 3 in regio Eindhoven en 1 in Roermond. In elke klas heeft grofweg de helft van de leerlingen de ‘open-vraag’ enquête gekregen en de andere helft de ‘meerkeuze-vraag’ enquête gekregen. Zie §8.3 voor meer

informatie over deze instrumenten . Er zijn op minst 2 verschillende leermethodes in gebruik in mijn onderzochte populatie: Systematische natuurkunde en Pulsar.

Omdat de onderzoeksresultaten vertrouwelijke informatie is, noem ik in dit verslag niet de scholen die onderzocht zijn en evenmin geef ik een relatie tussen scholen en de scores op het gebied van de parate kennis. De betreffende docenten van de scholen krijgen naast dit verslag ook de resultaten van hun eigen klas.

Er zijn in totaal 88 leerlingen ondervraagd. Ook zijn hun docenten ondervraagd (in totaal 4).

De enquêtes zijn gehouden in klassikaal verband waardoor er geen totale non-response was. Elke uitgezette enquête is teruggekomen met een response. Het enige verschijnsel was dat een aantal respondenten niet de enquête tot en met het einde afgerond hadden. De vragen waar een respondent niet op gereageerd heeft, zijn gecodeerd als zgn. missing values waardoor ze buiten de berekeningen en de resultaten zijn gehouden. Er zijn 18 leerlingen van de 88 die niet de laatste vraag beantwoord hadden. Ook zijn er leerlingen die al eerder geen antwoorden meer gaven.

Voor de sampling procedure is gebruikt van enquêtes. Hier zijn 3 verschillende enquêtes voor gebruikt. Zie voor meer informatie : §8.3.

De respondenten waren allemaal leerlingen die natuurkunde in hun vakkenpakket hadden. De meesten hadden als schoolprofiel N&G of N&T (of combinatie ervan). Slechts 2 leerlingen hadden een E&M profiel. De leeftijd was ongeveer tussen de 16 en 18 jaar. Het betrof 48 jongens en 40 meisjes.

Zeven van de 88 leerlingen gaven aan dyslectisch te zijn. Twee van de 88 leerlingen gaven aan niet goed in Nederlands te zijn.

8.2 Procedure

De volgende achtereenvolgende stappen zijn gezet in het onderzoek:

- persoonlijke ervaring van de relevantie van het probleem
- oriëntatie op bronnen en vinden van relevante personen
- formulering van de onderzoekshoofdvraag en de subvragen
- opzet onderzoeksplan
- ontwerp proefinstrument als open-vraag variant en deze afgenomen bij een VWO5 leerling van een school waar naderhand niet de afnames werden gedaan; dit betrof een leerling met een gemiddeld natuurkunde cijfer (6)
- deze proefafname duurde een vrij lang (15 minuten waarbij op het einde veel vragen werden overgeslagen vanwege tijdsgebrek; ook waren de scores: 6 van de 29 gevraagde formules waren goed); uitgaande van deze ervaringen, ben ik gekomen tot de volgende wijzigingen:
 - de instructie (zie §19 pg 65) bij de afname is uitgebreid met een expliciete benadrukking dat het bij het beantwoorden om een eerste indruk gaat ('maximaal 10 tellen per vraag') en dat het niet erg is om niet alle vragen goed te hebben
 - ontwerp van een tweede type enquête: de meerkeuze variant om ook de passieve kennis te meten
 - de vragen werden in volgorde van makkelijk naar moeilijk om het zelfvertrouwen van de leerling niet meteen te bedreigen
 - alle formule vragen werden met een zin in een zelfde structuur geherformuleerd: 'Wat is de formule voor, als de gegeven is'

- het taalgebruik werd vereenvoudigd en meer aangesloten op het nivo van de leerlingen (dus bijvoorbeeld van ‘als functie van’ naar ‘als gegeven is’)
- mijn ervaringen verwerkt en tot 3 instrumenten gekomen
- contacteren van 2 scholen waar ik zelf rechtstreeks klassen en docenten kende om daar de enquêtes te houden
- zoeken van andere scholen om 2 enquêtes meer te houden. Hier heb ik o.a. mijn collega onderzoeker aan de VU voor gecontacteerd, maar die voelde daar niet voor. Uiteindelijk heb ik via collega studiegenoten nog 2 scholen gevonden waar de afname kon plaats vinden
- ontwerp tabellen waarin de resultaten opgeslagen zouden worden
- opstellen codeboek en coderen data
- invoeren data in software pakket MS*Excel
- overdracht van data vanuit MS*Excel naar SPSS
- statistische analyses in SPSS

8.3 Instrumenten

Het onderzoek is gedaan d.m.v. enquêtes. Er zijn 3 verschillende enquêtes ontworpen:

- 1 voor de docent van een klas (zie appendix § 16 pg 43)
- 2 verschillende voor leerlingen van een klas. Het verschil tussen deze enquêtes is m.n. dat er bij één enquête de actieve parate kennis wordt onderzocht en in de andere wordt juist de passieve parate kennis onderzocht (zie voor uitleg begrippen actief en passief : §7 pg 9). In beide enquêtes wordt er naar dezelfde formules gevraagd en gebeurt dat d.m.v. dezelfde vraagstelling. Naast deze formule vragen wordt er ook naar diverse leerlingkenmerken gevraagd zoals geslacht, mate van beheersing van Nederlandse, profiel zoals N&T en N&G, en het cijfer van natuurkunde op laatste rapport.
- bij een afname in een klas heeft grofweg de helft van de klas de open-vraag variant gekregen en de andere helft de meerkeuze variant

Naast de inleidende vragen is er naar 25 formules gevraagd. En per formule zijn er 3 subvragen gesteld. In figuur 1 is een voorbeeld van een formule vraag van de open-vraag variant weergegeven.

Vraag 7 Kinetische energie

Geef de formule voor de kinetische energie, als de snelheid v is gegeven.

Antwoord:.....

<p>Hoe zeker ben je van je antwoord? onzeker</p>	<p>Omcirkel je antwoord:</p>	<p>zeker</p>
<p>Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen? nee</p>	<p>Omcirkel je antwoord:</p>	<p>ja</p>

figuur 1 Voorbeeld van gestelde vraag in open-vraag variant van de leerling enquête

De vragenlijsten zijn ontworpen door alle natuurkunde mechanica formules uit tabel 35A in Binas(Verkerk, G. et al.(2004)) om te zetten in een vraag die deze formule moet opleveren. Zoals al eerder betoogd in dit verslag (zie §7 pg 9), is er bewust gekozen om met een woordelijke omschrijving naar de formule te vragen en niet d.m.v. het noemen van de naam van de formule (bijv. 'eerste wet van Newton'). Een vraag is opgesteld door het noemen van enkele grootheden die een rol spelen in de formule en met opzet niet alle grootheden die een rol spelen in de gevraagde formule. Door het aanbieden van allen grootheden zou de formule vraag te makkelijk worden.

De formules uit tabel 35A weergegeven in figuur 2 zijn daarbij niet omgezet in een vraag. Dit is omwille van één of meer van de volgende redenen niet gebeurd: geen examenstof meer ($p=m \cdot v$ en $F \cdot \Delta t$); weinig verschillend van reeds gevraagde formules (a_{mpz} varianten werden al gecontroleerd via de vraag naar de F_{mpz} formule); de integraal voor de arbeid is geen examenstof (wel het oppervlak); sommige formules zijn te weinig verschillend van reeds gevraagde formules; sommige formules waren voor docenten zelfs al heel verwarrend zoals $s(t)=\varphi(t) \cdot r$; sommige formules werden al als deel van een grotere formule gevraagd ($s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$).

$$\begin{aligned}
 s(t) &= \Delta x(t) = x(t) - x(0) \\
 s(t) &= v \cdot t \\
 s(t) &= \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \\
 s(t) &= \varphi(t) \cdot r \\
 \varphi(t) &= \omega \cdot t \\
 v &= \omega \cdot r \\
 a_{mpz} &= \frac{v^2}{r} \\
 a_{mpz} &= \omega^2 \cdot r \\
 F_{mpz} &= m \cdot \omega^2 \cdot r \\
 \vec{F}_{res} &= \Sigma \vec{F} \\
 p &= m \cdot v \\
 F \cdot \Delta t &= m \cdot \Delta v \\
 W &= \int F_s \cdot ds
 \end{aligned}$$

figuur 2 Natuurkunde mechanica formules uit Binas tabel 35 A niet meegenomen in afname

Bij het ontwerp van de meerkeuze-variant is gekozen om enkele formules te presenteren waarvan 1 de juiste formule is en de andere formules hebben daar grote gelijkenis mee.

Omwille van de leesbaarheid van dit verslag, zijn de details van variabelen en de coderen ervan, niet opgenomen in dit deel van het verslag, maar in de appendix : zie §12 pg 31).

Validiteit en betrouwbaarheid

Er is geen test-hertest methode uitgevoerd omdat het al moeilijk genoeg was om respondenten te vinden die één keer mee wilden werken. Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid speelt nauwelijks een

rol omdat het schriftelijke afnames waren. Hoogstens speelt het een kleine rol via de proces begeleiding door de aanwezige leraar. Dit is zoveel mogelijk beperkt door een standaard leraar instructie (zie §19 pg 65). Er zijn geen gegevens om een afschatting te maken hoe klein die rol was. Ook de instructie om maximaal 10 tellen per vraag te besteden, voorkomt dat langzamere of faalangstige leerlingen te lang bij een vraag zouden blijven hangen, waardoor ze het laatste stuk van de vragenlijst niet af zouden krijgen.

Er is gekozen voor een zelfde structuur van elke vraag: 'Wat is de formule voor....., als degegeven is'. Ook is er gekozen voor een taalgebruik in de vraagformulering dat zo veel mogelijk aansluit bij het taalgebruik waaraan leerlingen gewend zijn bij natuurwetenschappelijke vakken.

Bovenstaande argumenten (aansluitend taalgebruik en beperken faalangst) impliceren dat de validiteit groot is.

De afnames betreffen een homogene meting omdat de parate kennis van vele formules gecontroleerd werd. Aan de betrouwbaarheid in de verwerking van de gegevens heb ik veel aandacht besteed door regelmatig steekproeven te nemen bij data invoer. En een enkele keer heb ik handmatig een SPSS berekening nagerekend om te controleren of ik geen fouten had gemaakt bij gebruik van SPSS. Verder heb ik de foutmelding van SPSS in de gaten gehouden. Enkele keren had ik een spelfout gemaakt in een rijtje van tientallen variabelen en deze werd door SPSS dan gemeld zodat ik deze kon corrigeren. Verder had ik een vast systeem gekozen voor de naamgeving van variabele namen (formulelabels, SOL, IST,... etc), omdat er anders bij een verzameling van een 90 variabelen makkelijk fouten in zouden slopen. Ook copy/paste en wijziging van commando's in de syntax file zou anders niet te doen zijn geweest.

Het enige punt dat de betrouwbaarheid bedreigt is dat ik weinig docenten (4) ondervraagd heb en weinig leerlingen d.m.v. een open-vraag variant (40) heb ondervraagd. Docenten vinden immers de actieve parate kennis het belangrijkste.

Observaties bij afname

Het blijkt dat leerlingen heel gretig de enquêtes invulden. Ik moest wel heel nadrukkelijk accentueren dat het helemaal niet erg is om fouten te maken. Ook bleek het belangrijk te zijn dat leerlingen niet te lang op een vraag bleven hangen.

Observaties bij data invoer en coderen in software pakket

Ik heb in eerste instantie een codeboek aangelegd en de ingevulde enquête formulieren handmatig gecodeerd. Toen heb ik deze gecodeerde data in Excel ingevoerd. Excel is bijzonder handig omdat het om veel data invoer ging (ca. 90 personen x een kleine 100 vragen = ca. 9000 cellen). Excel is heel handig en het minst belastend i.v.m. RSI (bijv. de fill series functionaliteit en de autocomplete functionaliteit).

Tijdens de invoer heb ik regelmatig steekproeven uitgevoerd om te controleren of de invoer correct was. Ook heb ik d.m.v. autofilter functionaliteit naderhand gecontroleerd of er vreemde waarden in cellen waren terecht gekomen en deze vervolgens gecorrigeerd.

In eerste instantie had ik ook pogingen gedaan om in Excel de statistische verwerking te doen, maar dat bleek vrij moeizaam. Toen ben ik na advies overgestapt voor de verwerking en analyse op SPSS. SPSS heeft als voordeel dat er uitgebreide statistische ondersteuning bij geleverd is.

De overgang van data van Excel naar SPSS verliep bijzonder gemakkelijk via copy-paste.

In SPSS heb ik vooral met syntax files gewerkt zodat hergebruik van lange commando's met enige tientallen variabelen bijzonder handig verliep.

Formules die op een andere manier worden geschreven, maar die wel goed zijn, zijn als goed antwoord geteld (bijv. $v_gem=s/t$ ipv $s=v_gem.t$). Een vraagteken als antwoord op een formule vraag, wordt gecodeerd als een foutief antwoord.

Tijdens het werken in SPSS heb ik enkele keren een foutmelding gehad zoals diverse keren server time outs maar ook een enkele keren een of andere socket error. Na deze foutmeldingen heb ik geen onverwachte zaken geconstateerd. Ik heb enkele keer een steekproef genomen over resultaten van SPSS en deze handmatig nagerekend. Dat bleek te kloppen.

Observaties en opmerkingen bij verwerking data

Na de invoer en controle van de enquête data in Excel, is er een kopie van deze ruwe data gemaakt en is op deze kopie een vereenvoudiging doorgevoerd: als op een formule vraag geen antwoord wordt gegeven, dan wordt het antwoord als MissingValue ingevoerd, tenzij in dezelfde formule vraag wel andere vragen zijn beantwoord. Dan wordt het ontbrekende formule antwoord als een fout antwoord gecodeerd. Motivatie voor deze beslissing: als er andere vragen bij deze formule vraag wel zijn beantwoord, had de leerling geen tijdnood, maar wist hij het antwoord niet.

9 Onderzoeksresultaten

In deze paragraaf worden de onderzoeksresultaten gepresenteerd in reactie op de onderzoeksvragen zoals geformuleerd in paragraaf 7.

Voor alle tabellen geldt in deze paragraaf dat het aantal N niet altijd sommeert tot het totale aantal respondenten omdat in deze tabellen respondenten zijn weggelaten die een MissingValue hebben voor de desbetreffende variabele.

9.1 Resultaat m.b.t. de hoofdonderzoeksvraag

In de tabel in figuur 3 is de gewenste formule kennis weergegeven zoals de docenten die van hun eigen leerlingen verwachten. In de eerste kolom kan men labels zien met volgende structuur 'SOL_DOC_<formule_label>'. Zie hoofdstuk 13 (pg. 35) voor een overzicht wat deze formule_labels betekenen.

Formulelabel	N	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Std. Deviatie
SOL_DOC_Ekin	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Fres	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Fz	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Ez	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_s_vgem	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_vgem	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_agem	4	100	100	100,00	,000

SOL_DOC_s_constante_a	4	0	0	,00	,000
SOL_DOC_x_hor_worp	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_y_hor_worp	4	0	100	75,00	50,000
SOL_DOC_hoeksnelheid	4	0	100	25,00	50,000
SOL_DOC_baansnelheid	4	0	100	75,00	50,000
SOL_DOC_Fmpz	4	0	100	50,00	57,735
SOL_DOC_Fveer	4	0	100	75,00	50,000
SOL_DOC_Fgrav	4	0	0	,00	,000
SOL_DOC_Druk	4	0	100	50,00	57,735
SOL_DOC_Moment	4	0	100	75,00	50,000
SOL_DOC_Hefboomwet	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Arbeid	4	0	100	75,00	50,000
SOL_DOC_Eveer	4	0	100	50,00	57,735
SOL_DOC_Arbeid_Ekin	4	0	100	50,00	57,735
SOL_DOC_Vermogen_Arbeid	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Vermogen_Energie	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Vermogen_Kracht	4	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Rendement	4	100	100	100,00	,000
Valid N (listwise)	4				

figuur 3 Gewenste formule kennis

Uit deze data blijkt dat de onderzochte docenten unaniem vinden dat de leerlingen de volgende formules uit hun hoofd zouden moeten weten (gemiddelde 100 en sigma 0):

$$\begin{array}{llll}
 E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2 & F_{res} = m \times a & F_z = m \times g & E_z = m \times g \times \Delta h \\
 s(t) = v_{gem} \times t & v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} & a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t} & \\
 \text{horizontale worp: } x(t) = v_0 \times t & & & \\
 M_1 + M_2 = 0 & P = \frac{W}{t} & & \\
 P = \frac{\Delta E}{t} & P = F_{stuw} \times v & \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\% &
 \end{array}$$

Het aantal formules dat de leerlingen uit hun hoofd zouden moeten, is dus behoorlijk groot: 13 van de 25 formules zouden de leerlingen uit hun hoofd moeten weten.

Ook zijn de docenten het unaniem eens dat de leerlingen de volgende formules **niet** zouden moeten kennen (gemiddelde 0 en sigma 0):

$$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2 \quad \text{en} \quad F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Over de volgende formules is geen consensus (formules zijn in afnemende volgorde van gemiddelde score weergegeven):

gemiddelde 75:

$$y(t) = \frac{1}{2} \times g \times t^2 \qquad v = \frac{2 \times \pi \times r}{T} \qquad F_v = C \times u$$
$$M = F \times r \qquad W = F \times s \times \cos(\alpha)$$

gemiddelde 50:

$$F_{mpz} = \frac{m \times v^2}{r} \quad p = \frac{F}{A}$$
$$E_v = \frac{1}{2} \times C \times u^2 \quad \Sigma W = \Delta E_k$$

gemiddelde 25:

$$\omega(t) = \frac{2 \times \pi}{T}$$

Opmerkelijk genoeg moeten de leerlingen dus wel de horizontale verplaatsing van een horizontale worp kennen, maar over de verticale verplaatsing is minder eensgezindheid.

9.2 Resultaat m.b.t. de subonderzoeksvragen

9.2.1 De daadwerkelijke formule kennis op totaal nivo

In deze paragraaf worden de resultaten gegeven en besproken m.b.t. het totale aantal formules dat leerlingen actief en passief weten en het totale aantal formules dat docenten denken dat de leerlingen weten.

De volgende labels zijn hier relevant: IST_ACT_LLN, IST_PAS_LLN, IST_DOC en IST_RELATIE_CIJFER_EN_KENNIS_LLN.

9.2.1.1 Data m.b.t. de daadwerkelijke totale formule kennis

De data wordt in de volgende paragraaf besproken.

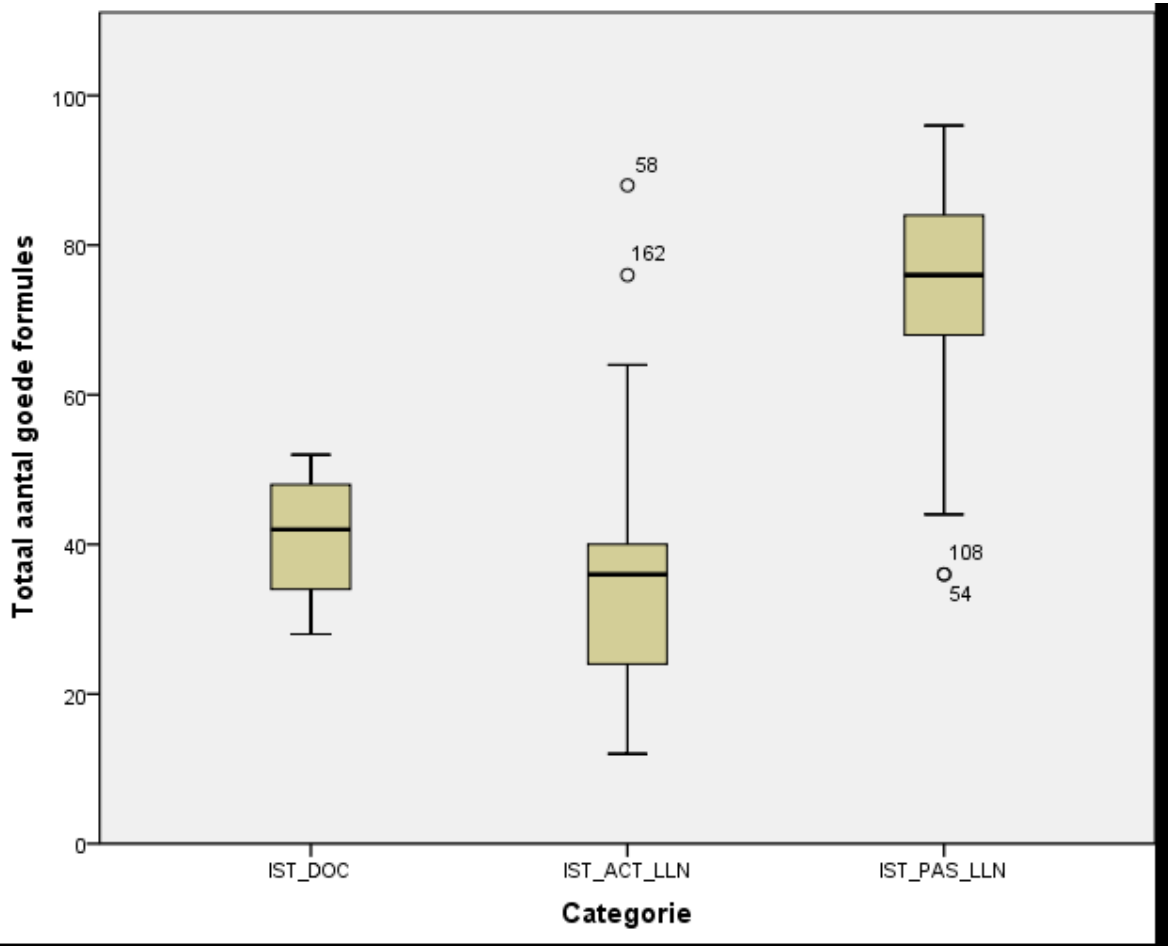
In figuur 4 is de beschrijvende statistiek van deze data gegeven.

	N	Minimu m	Maximu m	Gemidd elde	Std. Deviatie
IST_DOC	4	28	52	41,00	10,000
IST_ACT_LLN	29	12	88	36,97	17,490
IST_PAS_LLN	31	36	96	74,32	15,030
Valid N (listwise)	0				

figuur 4 Totaal aantal goede formules

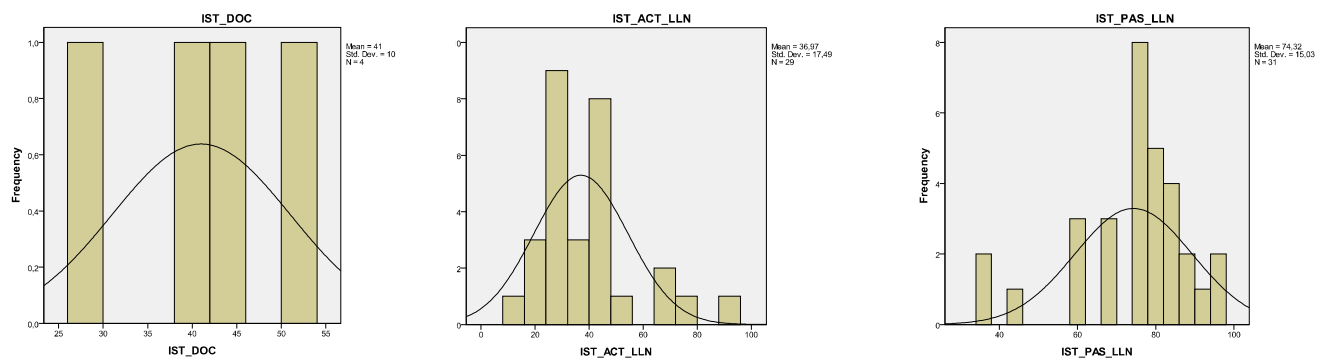
In onderstaande figuur 5 zijn boxplots aangegeven op basis van dezelfde data. De dikke streep in de box is de mediaan: de helft van de data heeft een waarde groter dan de mediaan en de andere helft een waarde kleiner dan de mediaan. Spijtig genoeg is in een boxplot niet het gemiddelde weer te geven, zodat onderstaande grafische presentatie niet helemaal aansluit bij bovenstaande tabel waar over gemiddelde ('mean') wordt gesproken. De onder- en bovengrens van de box geven de grenzen van het eerste en derde kwartiel aan : d.w.z. onder de ondergrens valt 25% van de data en onder het derde kwartiel valt 75% van de data. Dus in de box valt 50% van de data. De zgn. T-bars buiten de box geven worden zgn. whiskers of inner-fences genoemd. Deze geven een waarde aan van 1,5 x de box grootte. Als de verdeling normaal is, valt 95% van de waarden binnen beide inner fences.

Waarden die buiten de inner-fences liggen worden outliers of extreme outliers genoemd. Deze worden aangegeven door resp. cirkels en sterretjes (deze laatste zijn niet aanwezig in onderstaande boxplot).



figuur 5 Boxplots van het totale aantal goede formules

Om een indruk te krijgen in hoeverre bovenvermelde variabelen normaal verdeeld zijn of niet, worden hieronder de bijbehorende histogrammen gepresenteerd.



Verder is er nog onderzocht in hoeverre het laatste natuurkundeRapportCijfer een correlatie heeft met het aantal goede formules op zowel actieve of passieve wijze. Voor resultaten zie onderstaande tabel in figuur 6.

Correlaties

		Lln_Na_rap portcijfer	IST_PAS_L LN	IST_ACT_L LN
Lln_Na_rapportcijfer	Pearson Correlatie	1	,487**	,046
	Sig. (2-tailed)		,005	,811
	N	88	31	29
IST_PAS_LLN	Pearson Correlatie	,487**	1	. ^a
	Sig. (2-tailed)	,005	.	.
	N	31	31	0
IST_ACT_LLN	Pearson Correlatie	,046	. ^a	1
	Sig. (2-tailed)	,811	.	.
	N	29	0	29

** . Correlatie is significant op 0.01 nivo (2-tailed).

a. Kan niet berekend worden omdat minstens één van de variabelen constant is.

figuur 6 Correlatie natuurkunde cijfer en totale formule kennis

9.2.1.2 Analyse en conclusies m.b.t. daadwerkelijke totale formule kennis

In bovenstaande data in figuur 4 t/m figuur 6 vallen o.a. de volgende zaken op:

- de docenten verwachten dat hun leerlingen meer formules actief uit hun hoofd weten dan ze daadwerkelijk doen (gemiddeld: 41% resp. 37% van de formules)
- de leerlingen weten zoals verwacht meer formules op een passieve manier uit hun hoofd dan op een actieve manier (gemiddeld: 37% resp. 74% van de formules)
- spreiding op het aantal goede formules volgens de docenten en wat de leerlingen daadwerkelijk goed hebben ligt in elkaars orde : standaard afwijking varieert van 10 tot 17% waarbij opgemerkt dat de standaard afwijking toeneemt in de volgorde : IST_DOC, IST_PAS_LLN en IST_ACT_LLN.
- het blijkt dat er een significante (0,005) matige correlatie (0,487) is tussen het laatste natuurkundeRapportCijfer en het aantal goede formules op passieve wijze (IST_PAS_LLN) Dus hoe hoger het natuurkunde cijfer, hoe beter de score in de meerkeuze test.
- De correlatie (0,046) tussen het rapportcijfer en het aantal goede formules op actieve wijze (IST_ACT_LLN) is te laag met een te slechte significantie (0,811). Dus is geen relatie aangetoond tussen het laatste natuurkundeRapportCijfer en de score op actieve wijze.

9.2.2 De daadwerkelijke formule kennis op formule nivo

In deze paragraaf worden de resultaten gegeven en besproken m.b.t. het aantal leerlingen dat een formule goed had vergeleken met wat de docenten dachten dat de leerlingen goed zouden hebben. Er wordt hier dus op formule nivo gekeken en niet op totaal nivo. Het volgende label is hier relevant: IST_DETAILS.

9.2.2.1 Data m.b.t. de daadwerkelijke formule kennis op formule nivo

In onderstaande tabel in figuur 7 kan men zien hoe de scores op detail nivo zijn : per gevraagde formule kan men zien hoeveel leerlingen deze gemiddeld goed hadden en hoeveel de docenten dachten dat de leerlingen goed zouden hebben. Onderstaande de scores betreffen het totaal goede formules zonder onderscheid te maken tussen actieve of passieve kennis.

	Klassero	N	Gemiddelde	Std. Deviatie	Std. Fout Gemiddelde
Ekin_Goed	leerling	86	,74	,439	,047
	docent	4	,75	,500	,250
Fres_Goed	leerling	84	,92	,278	,030
	docent	4	1,00	,000	,000
Fz_Goed	leerling	88	1,00	,000 ^a	,000
	docent	4	1,00	,000 ^a	,000
Ez_Goed	leerling	86	,86	,349	,038
	docent	4	,50	,577	,289
s_vgem_Goed	leerling	85	,93	,258	,028
	docent	4	,75	,500	,250
vgem_Goed	leerling	86	,91	,292	,032
	docent	4	,75	,500	,250
agem_Goed	leerling	83	,64	,483	,053
	docent	4	,75	,500	,250
s_constant_a_Goed	leerling	82	,34	,477	,053
	docent	4	,25	,500	,250
x_hor_worp_Goed	leerling	76	,53	,503	,058
	docent	4	,75	,500	,250
y_hor_worp_Goed	leerling	75	,55	,501	,058
	docent	4	,25	,500	,250
hoeksnelheid_Goed	leerling	76	,42	,497	,057
	docent	4	,00	,000	,000
baansnelheid_Goed	leerling	73	,49	,503	,059
	docent	4	,25	,500	,250
Fmpz_Goed	leerling	73	,59	,495	,058

	Klasser ol	N	Gemid delde	Std. Deviatie	Std. Fout Gemiddeld e
	docent	4	,25	,500	,250
Fveer_Goed	leerling	82	,76	,432	,048
	docent	4	,50	,577	,289
Fgrav_Goed	leerling	74	,24	,432	,050
	docent	4	,00	,000	,000
Druk_Goed	leerling	75	,28	,452	,052
	docent	4	,25	,500	,250
Moment_Goed	leerling	75	,59	,496	,057
	docent	4	,50	,577	,289
HefboomWet_Goed	leerling	73	,52	,503	,059
	docent	4	,50	,577	,289
Arbeid_Goed	leerling	72	,40	,494	,058
	docent	4	,00	,000	,000
Eveer_Goed	leerling	73	,34	,478	,056
	docent	4	,00	,000	,000
Arbeid_Ekin_Goed	leerling	67	,43	,499	,061
	docent	4	,00	,000	,000
Vermogen_Arbeid_G oed	leerling	70	,31	,468	,056
	docent	4	,50	,577	,289
Vermogen_Energie_ Goed	leerling	66	,36	,485	,060
	docent	4	,00	,000	,000
Vermogen_Kracht_G oed	leerling	68	,32	,471	,057
	docent	4	,00	,000	,000
Rendement_Goed	leerling	70	,47	,503	,060
	docent	4	,75	,500	,250

figuur 7 Gemiddeld aantal goede antwoorden per formule

In appendix § 14 (pg 37) zijn de detail resultaten weergegeven van de statistische analyse in hoeverre er een relatie is per formule van een goed antwoord door leerlingen en of de docent dat ook verwacht. Deze tabel is niet in deze paragraaf gepresenteerd om het geheel leesbaar te houden. In de analyse worden wel de belangrijkste conclusies op grond van deze tabellen gepresenteerd

9.2.2.2 Analyse en conclusies m.b.t. de daadwerkelijke formule kennis op formule nivo

In voorgaande tabellen betekent een significantie bij 'Gelijke variantie aangenomen' van groter dan 0,05, dat er een significante relatie bestaat tussen hoe de leerlingen scoren op een bepaalde formule en hoe de docenten verwachten dat de leerlingen hierop scoren. Deze **goede** inschatting van de docenten blijkt voor de volgende formules te gelden:

$$\begin{array}{llll}
E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2 & F_{res} = m \times a & v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} & a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \\
s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2 & F_v = C \times u & p = \frac{F}{A} & M = F \times r \\
M_1 + M_2 = 0 & P = \frac{W}{t} & &
\end{array}$$

En voor de volgende formules blijken de docenten een significant **verkeerde** inschatting te maken van de daadwerkelijke formules kennis van de leerlingen:

$$\begin{array}{llll}
E_z = m \times g \times \Delta h & v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} & x(t) = v_0 \times t & y(t) = \frac{1}{2} \times g \times t^2 \\
\omega(t) = \frac{2 \times \pi}{T} & v = \frac{2 \times \pi \times r}{T} & F_{mpz} = \frac{m \times v^2}{r} & F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \\
W = F \times s \times \cos(\alpha) & E_v = \frac{1}{2} \times C \times u^2 & \Sigma W = \Delta E_k & P = \frac{\Delta E}{t} \\
P = F_{stuw} \times v & \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\% & &
\end{array}$$

Deze verkeerde inschatting kan in twee richtingen werken: of de docenten denken dat de leerlingen het **wel** weten en ze weten het **niet** of de docenten denken dat de leerlingen het **niet** weten en ze weten het **wel**.

De volgende deelverzameling hiervan bevat de formules waarvan de docenten denken dat de leerlingen ze weten, terwijl ze ze niet blijken te weten: x_hor_worp en Rendement.

9.2.3 De wenselijke formule kennis op totaal nivo

In deze paragraaf worden de resultaten gegeven en besproken m.b.t. de wenselijke formule kennis op totaal nivo.

De volgende labels zijn hier relevant: SOL_ACT_DOC, SOL_PAS_DOC, SOL_ACT_LLN, SOL_PAS_LLN, IST_ACT_LLN, IST_PAS_LLN, IST_DOC en IST_RELATIE_CIJFER_EN_KENNIS_LLN.

9.2.3.1 Data m.b.t. de wenselijke en daadwerkelijke formule kennis op totaal nivo

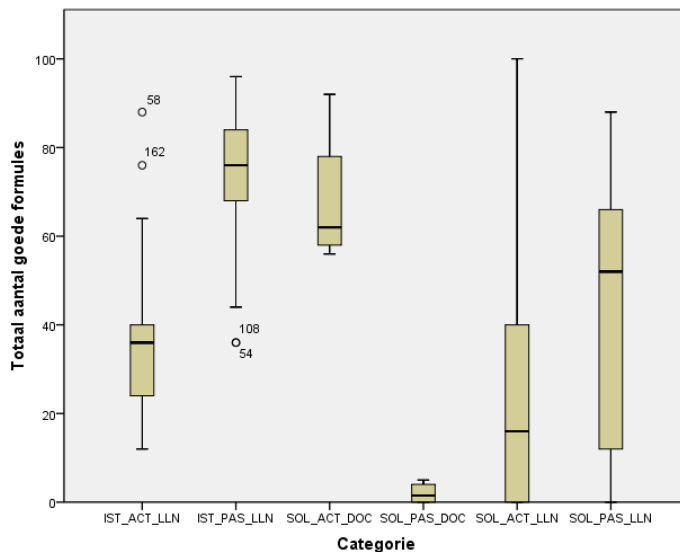
In de tabel in figuur 8 is het aantal goede formules gegeven zoals de docenten resp. de leerlingen wensen dat de leerlingen zouden moeten weten (SOL*DOC resp. SOL*LLN). Hier is wederom onderscheid gemaakt tussen actief en passief weten (resp. SOL*ACT en SOL*PAS). Om de gewenste scores beter te kunnen vergelijken met de daadwerkelijke scores, zijn deze laatste in de tabel herhaald (IST*LLN).

Beschrijvende statistiek

	N	Minimu m	Maximu m	Gemidd elde	Std. Deviatie
IST_ACT_LLN	29	12	88	36,97	17,490
IST_PAS_LLN	31	36	96	74,32	15,030
SOL_ACT_DOC	4	56	92	68,00	16,330
SOL_PAS_DOC	4	0	5	2,00	2,449
SOL_ACT_LLN	30	0	100	24,80	30,955
SOL_PAS_LLN	31	0	88	46,97	29,502
Valid N (listwise)	0				

figuur 8 Wenselijke formule kennis op totaal nivo versus daadwerkelijke formule kennis

In de grafiek in figuur 9 is een boxplot weergegeven corresponderend met de data uit bovenstaande tabel.



figuur 9 Boxplot met wenselijke en daadwerkelijke formule kennis op totaal nivo

9.2.3.2 Analyse en conclusies m.b.t. de wenselijke en daadwerkelijke formule kennis op totaal nivo

De volgende zaken vallen op in de scores van figuur 8 en figuur 9:

- de docenten een hogere verwachting van de de actieve formule kennis (SOL_ACT_DOC) dan de leerlingen in werkelijkheid bezitten (IST_ACT_LLN)
- de docenten vinden passieve kennis niet belangrijk (SOL_PAS_DOC is zeer laag)
- de leerlingen vinden dat ze niet veel formules moeten kennen: de SOL_ACT_LLN is lager dan de IST_ACT_LLN en verder hechten de leerlingen een grotere rol aan passieve kennis dan de docenten nodig vinden (SOL_PAS_LLN vs. SOL_PAS_DOC)
- verder is er een grote spreiding in hoeverre leerlingen het nodig vinden om formules zowel actief als passief uit hun hoofd te weten

9.2.4 De wenselijke formule kennis op formule nivo

In deze paragraaf worden de resultaten besproken m.b.t. de wenselijke formule kennis op detail nivo versus de daadwerkelijke formule kennis.

De volgende labels zijn hier relevant: SOL_DETAILS, SOL_DOC_<formulelabel> en IST_ACT_LLN_<formulelabel>

9.2.4.1 Data m.b.t. wenselijke formule kennis op formule nivo

In deze paragraaf zijn volgende notaties gebruikt:

IST_ACT_LLN_<formulelabel>

SOL_DOC_<formulelabel>

Voor <formulelabel> zie : § 13 pg. 35

en

IST_ACT_LLN: aantal leerlingen dat op actieve wijze de formule goed had (het aantal leerlingen dat op actieve wijze de vragen heeft beantwoord, is ongeveer de helft van de 88 in totaal aantal ondervraagde leerlingen ; dit verklaart dat hieronder N ongeveer de helft is).
SOL_DOC: :aantal docenten dat vond dat de leerlingen de formule goed moesten hebben. Dit kan in theorie zowel actieve als passieve formule kennis betreffen. Echter omdat uit §9.2.3.2 pg 24 is gebleken dat docenten passieve formule kennis nauwelijks wenselijk achten, kan de SOL_DOC rechtstreeks met de IST_ACT_LLN vergeleken worden zoals in de paragraaf gebeurd.

Theoretisch best

Analysebeslissing: met opzet is de statistiek van het passief beantwoorden hier buiten beschouwing gelaten omdat uit §23 bleek dat de docenten passieve kennis nauwelijks belangrijk vinden (SOL_PAS_DOC : mean : 2 op schaal van 100 met sigma van 2,449). In tabel in figuur 10 zijn de waarden van N niet precies hetzelfde omdat in deze getallen het aantal missingvalues buiten beschouwing is gelaten en dat aantal varieert enigszins.

Beschrijvende statistiek

	N	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Std. Deviatie
IST_ACT_LLN_Ekin	47	0	100	72,34	45,215
SOL_DOC_Ekin	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Fres	45	0	100	86,67	34,378
SOL_DOC_Fres	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Fz	48	100	100	100,00	,000
SOL_DOC_Fz	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Ez	46	0	100	82,61	38,322
SOL_DOC_Ez	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_s_vgem	45	0	100	91,11	28,780
SOL_DOC_s_vgem	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_vgem	46	0	100	89,13	31,470
SOL_DOC_vgem	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_agem	43	0	100	55,81	50,249

SOL_DOC_agem	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_s_constante_a	43	0	100	6,98	25,777
SOL_DOC_s_constante_a	4	0	0	,00	,000
IST_ACT_LLN_x_hor_worp	38	0	100	42,11	50,036
SOL_DOC_x_hor_worp	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_y_hor_worp	38	0	100	28,95	45,961
SOL_DOC_y_hor_worp	4	0	100	75,00	50,000
IST_ACT_LLN_hoeksnelheid	37	0	100	5,41	22,924
SOL_DOC_hoeksnelheid	4	0	100	25,00	50,000
IST_ACT_LLN_baansnelheid	36	0	100	22,22	42,164
SOL_DOC_baansnelheid	4	0	100	75,00	50,000
IST_ACT_LLN_Fmpz	37	0	100	24,32	43,496
SOL_DOC_Fmpz	4	0	100	50,00	57,735
IST_ACT_LLN_Fveer	45	0	100	71,11	45,837
SOL_DOC_Fveer	4	0	100	75,00	50,000
IST_ACT_LLN_Fgrav	40	0	100	7,50	26,675
SOL_DOC_Fgrav	4	0	0	,00	,000
IST_ACT_LLN_Druk	40	0	100	10,00	30,382
SOL_DOC_Druk	4	0	100	50,00	57,735
IST_ACT_LLN_Moment	39	0	100	38,46	49,286
SOL_DOC_Moment	4	0	100	75,00	50,000
IST_ACT_LLN_Hefboomwet	38	0	100	26,32	44,626
SOL_DOC_Hefboomwet	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Arbeid	36	0	100	19,44	40,139
SOL_DOC_Arbeid	4	0	100	75,00	50,000
IST_ACT_LLN_Eveer	39	0	100	7,69	26,995
SOL_DOC_Eveer	4	0	100	50,00	57,735
IST_ACT_LLN_Arbeid_Ekin	34	0	100	8,82	28,790
SOL_DOC_Arbeid_Ekin	4	0	100	50,00	57,735
IST_ACT_LLN_Vermogen_Arbeid	36	0	100	11,11	31,873
SOL_DOC_Vermogen_Arbeid	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Vermogen_Energie	34	0	100	17,65	38,695
SOL_DOC_Vermogen_Energie	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Vermogen_Kracht	34	0	100	11,76	32,703
SOL_DOC_Vermogen_Kracht	4	100	100	100,00	,000
IST_ACT_LLN_Rendement	36	0	100	41,67	50,000
SOL_DOC_Rendement	4	100	100	100,00	,000
Valid N (listwise)	0				

figuur 10 Wenselijke en daadwerkelijke formule kennis op detail nivo

9.2.4.2 Analyse en conclusies m.b.t. wenselijke formule kennis op formule nivo

Uit bovenstaande tabel in figuur 10 volgt dat voor m.n. de volgende formules de parate, actieve kennis van de leerlingen minder dan volgens de docenten gewenst is (hierbij is gekeken in hoeverre

het gemiddelde van IST_ACT_LLN_<formulelabel> +/- standaard deviatie overlapt met het gemiddelde van SOL_DOC_<formulelabel> +/- standaard deviatie):

$$v = \frac{2 \times \pi \times r}{T} \quad M_1 + M_2 = 0 \quad P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{\Delta E}{t} \quad P = F_{stuw} \times v \quad \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\%$$

10 Discussie

Hoofdconclusies

De hoofdconclusies van het onderzoek zijn:

- de onderzochte docenten vinden unaniem dat de leerlingen de volgende formules uit hun hoofd zouden moeten weten (gemiddelde 100 en sigma 0):

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad F_{res} = m \times a \quad F_z = m \times g \quad E_z = m \times g \times \Delta h$$

$$s(t) = v_{gem} \times t \quad v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} \quad a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

horizontale worp: $x(t) = v_0 \times t$

$$M_1 + M_2 = 0 \quad P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{\Delta E}{t} \quad P = F_{stuw} \times v \quad \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\%$$

- het aantal formules dat de leerlingen uit hun hoofd zouden moeten weten, is dus behoorlijk groot: 13 van de 25 formules zouden de leerlingen uit hun hoofd moeten weten.
- de docenten zijn het unaniem eens dat de leerlingen de volgende formules **niet** zouden moeten kennen (gemiddelde 0 en sigma 0):

$$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2 \quad \text{en} \quad F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Hiermee is de **hoofdonderzoeksvraag** beantwoord.

Conclusies subvragen

Naast conclusies voor de hoofdonderzoeks vraag zijn er ook conclusies voor de subvragen. De belangrijkste conclusies voor de subvragen zijn:

- de docenten zijn te optimistisch over het totaal aantal formules dat hun leerlingen actief uit hun hoofd weten (gemiddeld: 41% resp. 37% van de formules)
- het blijkt dat er een significante (0,005) matige correlatie (0,487) is tussen het laatste natuurkundeRapportCijfer en het aantal goede formules op passieve wijze (IST_PAS_LLN) Dus hoe hoger het natuurkunde cijfer, hoe beter de score in de meerkeuze test.
- de docenten blijken voor een aantal formules de daadwerkelijke parate kennis (actief en passief totaal) van leerlingen goed in te schatten. Dat geldt voor m.n. de formules :

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad F_{res} = m \times a \quad v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} \quad a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2 \quad F_v = C \times u \quad p = \frac{F}{A} \quad M = F \times r$$

$$M_1 + M_2 = 0 \quad P = \frac{W}{t}$$

- maar voor de volgende formules blijken de docenten een significant verkeerde inschatting te maken van de daadwerkelijke formules kennis van de leerlingen:

$$E_z = m \times g \times \Delta h \quad v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s} \quad x(t) = v_0 \times t \quad y(t) = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

$$\omega(t) = \frac{2 \times \pi}{T} \quad v = \frac{2 \times \pi \times r}{T} \quad F_{mpz} = \frac{m \times v^2}{r} \quad F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

$$W = F \times s \times \cos(\alpha) \quad E_v = \frac{1}{2} \times C \times u^2 \quad \Sigma W = \Delta E_k \quad P = \frac{\Delta E}{t}$$

$$P = F_{stuw} \times v \quad \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\%$$

- de docenten hebben een hogere verwachting van de actieve formule kennis (SOL_ACT_DOC) dan de leerlingen in werkelijkheid bezitten (IST_ACT_LLN)
- de docenten vinden passieve kennis niet belangrijk (SOL_PAS_DOC is zeer laag)
- de leerlingen vinden dat ze niet veel formules moeten kennen: de SOL_ACT_LLN is lager dan de IST_ACT_LLN en verder hechten de leerlingen een veel grotere rol aan passieve kennis dan de docenten nodig vinden (SOL_PAS_LLN vs. SOL_PAS_DOC)

De verzamelde onderzoeksdata biedt nog veel kansen voor verder onderzoek zoals relatie van schoolprofielen m.b.t. parate kennis en bijvoorbeeld het geslacht of taalbeheersing m.b.t. parate kennis. Omwille van de beperkte onderzoekstijd is hier nu geen aandacht aan gegeven.

Uitleg van gevonden resultaten

Ik vind het heel begrijpelijk dat de docenten unaniem vinden dat leerlingen de formule voor de gravitatiekracht (F_g) niet hoeven weten. Dit is inderdaad een vrij exotische formule.

Lessen uit het onderzoek

Bij het ontwerpen van de enquête instrumenten had ik het idee dat ik maar één kans had om een leerling te ondervragen en dat ik beter enkele vragen te veel zou kunnen stellen, dan één vraag te weinig. Ik had me echter niet gerealiseerd dat dat een explosie van invoer en analyse werk veroorzaakt. Ik had nu al een 9 000 cellen die ik handmatig moest invoeren. Dit was een aardige RSI belasting. Ook had ik veel meer vragen dan waar ik aan toe zou komen om statische analyses voor uit te voeren. Kortom kleinere enquête instrumenten was achteraf handiger geweest.

Beperkingen van het onderzoek

Het aantal onderzochte docenten is vrij beperkt: 4. Dit lage getal maakt het resultaat op de hoofdvraag van beperkte waarde.

Het aantal leerlingen dat een de open-vraag variant van de enquête is beperkt: slechts 40 leerlingen. Achteraf was het handiger geweest om geen 50:50 verdeling van het aantal enquêtes voor open-vraag variant resp. meerkeuze variant uit te zetten, maar om meer open-vraag variant uit te zetten. Dit omdat docenten aangeven dat vooral actieve kennis belangrijk is.

Er kan nog veel meer statische analyse uitgevoerd worden op de vergaarde data. Te denken valt aan bijvoorbeeld:

- de relatie tussen geslacht en het aantal goede formules
- de relatie tussen het gekozen school profiel en het aantal goede formules

Er is geen expliciete proefafname van de leraarenquête geweest. Dit is geen probleem omdat deze enquête weliswaar niet ingevuld is door een docent, maar wel gereviewd is door een docent en de leraarenquête sterk lijkt op de leerling enquête. Deze enquête is wel uitgetoet.

Er heeft geen onderzoek plaats gevonden naar de relatie van lage parate kennis naar prestaties. Dit is op zich ook niet erg omdat dit ook geen onderzoeksvraag was. Het is weliswaar wel een interessante aanpalende vraag die door vervolgonderzoek beantwoord zou kunnen worden. Deze vraag is mogelijk door literatuurstudie alleen al te beantwoorden.

Advies aan de onderwijspraktijk

Het gevonden lijstje formules die de leerlingen niet paraat hebben, maar wel paraat zouden moeten hebben, kan gebruikt worden in de dagelijkse praktijk van het onderwijs om leerlingen deze leemte te laten vullen.

11 Literatuur

Baarda, dr. D.B. & Goede, dr. M.P.M. de(2006).*Basisboek Methoden en Technieken*. Wolters-Noordhoff:Houten. ISBN:978-90207-3315-0

Baarda, dr. D.B. & Goede, dr. M.P.M. de & Teunissen, dr. J.(2005).*Basisboek kwalitatief onderzoek*. Wolters-Noordhoff:Houten. ISBN:90-207-3179-3

Baudet, H.Ph. & Steller, J.Ph. & Zweers, E.E.F.(1969). *Tabellenboekje voor onderwijs in de natuur-en scheikunde*. Wolters-Noordhoff:Groningen. ISBN:90-01-06155-9

Binas Home(2010). URL :

http://www.noordhoffuitgevers.nl/wps/portal/wnvo!/ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_igEB_DIG93QwP_0EAXAyMnCYc_S2NLS4NAU_1wkA48Kowg8gY4gKOBvp9Hfm6qfkF2dpqio6IiAJ9-8F8!/dl2/d1/L2dJOSEvUUt3QS9ZOnB3LzZfUIRMMVJLRzEwT1VRRDAyQjhCTjkzOTkwTDE!

Gevonden op 29 januari 2010 d.m.v. zoekterm 'Binas home' en vervolgens op deze website te kiezen voor 'Oefenen met Binas'.

Bransford, J. (2000). *How people learn. Brain, Mind, Experience and School*. National Academic Press: Washington USA. ISBN: 0-309-07036-8.

Broens, J. & Kranendonk, W. & Prop, C. & Verkerk, G.(2009). *Binas moet blijven*. [http://www.nvon.nl/sites/nvon.nl/files/2009%200203%20BINAS_MOET_BLIJVEN_lang\[1\].pdf](http://www.nvon.nl/sites/nvon.nl/files/2009%200203%20BINAS_MOET_BLIJVEN_lang[1].pdf)

Brok, dr.P. den(2010).Writing an article. Gevonden in februari 2010 op [https://www.surfgroepen.nl/sites/esoe/onderwijs/Afstudeeronderzoek/checklists-handouts-criteria-vakbeschrijving/artikel-opzet%20\(ook%20voor%20verslag-opzet\).doc](https://www.surfgroepen.nl/sites/esoe/onderwijs/Afstudeeronderzoek/checklists-handouts-criteria-vakbeschrijving/artikel-opzet%20(ook%20voor%20verslag-opzet).doc)

Huizing, E.(1999).*Inleiding SPSS 9.0 voor Windows en Data Entry*. Academic Service:Schoonhoven. ISBN: 90-5261- 239-0

Kember, D.(1996). *The intention of both memorise and understand: Another approach to learning?* Higher Education 31: 341-354

Kirschner, P.A.(2002).Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning.*Learning and Instruction*. 12 1-10

Miller, G.A.(1956). *The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information*. Psychology Review 63, 81-97

Nisk(2007). NieuweScheikunde_Verslag_adviesbijeenkomst_vwo_syllabus_8_nov_2007[1].doc
Gevonden op het web op 25 januari 2010 op:
<http://nieuwescheikunde.nl/bijeenkomsten/00004/00002/>

Perrenet, J. & Sterk, H.(2005). Kunnen (wij op) onze kinderen rekenen?. *Euclides* 2, 63-65

SPPS Inc.(1986).*SPPS Graphics*. SPPS Inc.:Chicago. ISBN: 0-918469-23-6

Sweller, J. & Merrienboer, J.G. van & Paas, F.G.W.C.(1998) Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, Vol. 10, No. 3, 251-296

Verkerk, G. & Broens, J.B. & Bouwens, R.E.A. & Groot, P.A.M. de & Kranendonk, W. & Voegelezing, M.J. & Westra, J.J. & Wevers-Prijs, I.M.(2004) *Binas havo/vwo*. Groningen:Wolters-Noordhoff. 5^e druk. ISBN:978-90-01-89380-4

Vos, H.(2002) *Kennis over het uitbreiden van kennis: Metacognitieve elementen in het onderwijs*. In: *Kennis ontwikkelen : 22e landelijke dag studievaardigheden*. IVLOS, Utrecht, pp. 129-148. ISBN 9789039332764

12 Appendix: codeboek

In figuur 11 is het gehanteerde codeboek weergegeven. Ook zijn de codeer beslissingen weergegeven.

vraag #	vraag text	naam variabele	meetnivo	antw	code	label		
	persoon							
	lIn/doc	Klasserol	nominaal	lIn	0	leerling		
				doc	1	docent		
	school	School	nominaal	school_H (geanonimiseerd in dit verslag)	0	H		
				school_S (geanonimiseerd in dit verslag)	1	S		
				school_W (geanonimiseerd in dit verslag)	2	W		
				school_B(geanonimiseerd in dit verslag)	3	B		
	klas	Klas	nominaal	V5C	0	V5C		
				V5	1	V5		
				V5D	2	V5D		
				V5A	3	V5A		
				V5E	4	V5E		
				V5B	5	V5B		
				geen	9999	geen informatie		
	datum	Datum	nominaal					
	open vraag	Vraagtype	nominaal	meerkeuze	0	passief		
				open	1	actief		
1b	profiel	Profiel	nominaal	NT	0	NT		
				NG	1	NG		
				GT	2	GT		
				EM	3	EM		
				CM	4	CM		

				geen	9999	geen informatie		
2	Na cijfer laatste rapport	natuurkundeCijfer	ratio	geen	9999	geen informatie		
3	geslacht	Geslacht	nominaal	man	0	man		
				vrouw	1	vrouw		
				geen	9999	geen informatie		
4	dyslectisch	Dyslectisch	nominaal	nee	0	nee		
				ja	1	ja		
				geen	9999	geen informatie		
5	goed in NL?	NLbeheersing	nominaal	nee	0	nee		
				ja	1	ja		
				voldoende	2	voldoende		
				geen	9999	geen informatie		
6	thuis NL?	NL_Thuis	nominaal	nee	0	nee		
				ja	1	ja		
				geen	9999	geen informatie		
7	antwoord goed (Ekin=0,5mv^2)	EkinGoed	nominaal	nee of '?'	0	nee		
				ja	1	ja		
				geen	9999	geen informatie		
7	zeker?	EkinZeker	nominaal	nee	0	nee		
				ja	1	ja		
				geen	9999	geen informatie		
7	zou moeten?	EkinZoumoeten	nominaal	nee	0	nee		
				ja	1	ja		
				geen	9999	geen informatie		
7	actief? (open vraag)	Ekin_MoetActiefWeten_Doc	nominaal	nee	0	nee		
				ja	1	ja		

				geen	9999	geen informatie		
idem voor alle formules								
				goed geteld		opm	fout geteld	vaak fout
7	$E_{kin}=0,5mv^2$		nominaal					
8	$F_r=m.a$		nominaal					
9	$F_z=m.g$		nominaal	$F_z=m.a$ wordt goed geteld			$F_z=m.g.h$	
10	$E_z=m.g.h$		nominaal	$F_z.h$ (waarbij F_z al eerder goed was)				
11	$s=v_{gem}.t$		nominaal	$v=s/t$ of x/t : goed				
12	$v_{gem}=\Delta s/\Delta t$		nominaal	goed: s/t en $s=v_{gem}.t$		eigenlijk overbodige vraag		
13	$a_{gem}=\Delta v/\Delta t$		nominaal	$a=v/t$: goed				
14	$s=v_0.t+0,5.a.t^2$		nominaal				$s=0,5.a.t^2$	$s=a.t$; opvallend fout: verplaatsing $v =$
15	$x=v_0.t$		nominaal	$v=v.t$: fout (mogelijk met eerste v verplaatsing bedoeld en tweede v snelheid, maar 2 verschillende betekenissen van v in zelfde formule : fout); $v.x.t$ ook goed				
16	$y=0,5.g.t^2$		nominaal	$0,5.a.t^2$: goed geteld				
17	$\omega=2.PI/T$		nominaal					
18	$v=2.PI.r/T$		nominaal					
19	$F_{mpz}=m.v^2/r$		nominaal					
20	$F_v=C.u$		nominaal	ook goed: $F_v=-C.u$				

21	$F_g = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$		nominaal					$G \cdot m_1 \cdot m_2 / (r_1 \cdot r_2)$: fout; $F_g = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r$: komt heel vaak voor (zelfs over scholen heen); $F_g = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r$: fout
22	$p = F/A$		nominaal					diverse fouten: $p = F \cdot A$ en $p = A/F$
23	$M = F \cdot r$		nominaal	$M = F \cdot a$: goed geteld (a voor arm aangenomen)			$M = F \cdot m$	
24	$M_1 + M_2 = 0$		nominaal	$M_1 = M_2$ en $F_1 \cdot \text{arm}_1 = F_2 \cdot \text{arm}_2$ ook goed; $11 \cdot F_1 = 12 \cdot F_2$				
25	$W = F \cdot s \cdot \cos(\alpha)$		nominaal	goed geteld : $W = F \cdot s$				karakteristieke fouten: $W = F \cdot \cos(\alpha) / s$ (aantal keer)
26	$E_v = 0,5 \cdot C \cdot u^2$		nominaal					
27	$\text{Som } W = \Delta E_{\text{kin}}$		nominaal	goed geteld: $F \cdot s + 0,5 m v^2 = 0,5 m v_1^2$				
28	$P = W/t$		nominaal					
29	$P = \Delta E/t$		nominaal					
30	$P = F_{\text{stuw}} \cdot v$		nominaal					
31	$\eta = (W_{\text{uit}}/E_{\text{in}}) \cdot 100\%$		nominaal	goed geteld: weglaten 100% of (uit/in). 100% of $(E_{\text{nut}}/E_{\text{tot}}) \cdot 100\%$			Egebruik/Ein; Eeind/Ebegin; E/W; E_in/W_uit	
Denkpad			nominaal	visueel		0	visueel	

				gokken	1	gokken		
				uit hoofd	2	uit hoofd		
				6e zintuig	3	6e zintuig		
				beredeneren	4	beredeneren		
				formule anders schrijven	5	formule anders schrijven		
				geen	9999	geen informatie		

figuur 11 Gehanteerde codeboek

13 Appendix: Relatie formule labels met gestelde vraag en correcte formule

In figuur 12 is een tabel te zien met het zgn. formulelabel, de gestelde vraag en de verwachte formule.

formulelabel	Gestelde vraag	formule
E _{kin}	Wat is de formule voor de kinetische energie, als de snelheid v is gegeven?	$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$
F _{res}	Wat is de formule voor de resultante kracht, als van een massa de versnelling a gegeven is? (resultante kracht = som van de krachten)	$F_{res} = m \times a$
F _z	Wat is de formule voor de zwaartekracht, als de massa m gegeven is?	$F_z = m \times g$
E _z	Wat is de formule voor het verschil in zwaarte-energie, als het hoogteverschil Δh is gegeven?	$E_z = m \times g \times \Delta h$
s _{vgem}	Wat is de formule voor de verplaatsing van een beweging als de snelheid variabel is en de gemiddelde snelheid v _{gem} is	$s(t) = v_{gem} \times t$
v _{gem}	Wat is de formule voor de gemiddelde snelheid van een beweging als de verplaatsing Δs is gegeven?	$v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
a _{gem}	Wat is de formule voor de gemiddelde versnelling als het snelheidsverschil Δv gegeven is?	$a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
s _{constante_a}	Wat is de formule voor de verplaatsing als de beginsnelheid v ₀ is en de versnelling a constant is?	$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2$
x _{hor_worp}	Wat is de formule voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in HORIZONTALE richting, als de beginsnelheid v ₀ is?	$x(t) = v_0 \times t$

formulelabel	Gestelde vraag	formule
y_hor_worp	Wat is de formule voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in VERTIKALE richting?	$y(t) = \frac{1}{2} \times g \times t^2$
hoeksnelheid	Wat is de formule voor eenparige cirkelbeweging de formule voor de hoeksnelheid, als de omlooptijd T is gegeven?	$\omega(t) = \frac{2 \times \pi}{T}$
baansnelheid	Wat is de formule voor eenparige cirkelbeweging de formule voor de baansnelheid, als de omlooptijd T is gegeven?	$v = \frac{2 \times \pi \times r}{T}$
Fmpz	Wat is de formule voor eenparige cirkelbeweging de formule voor de middelpuntzoekende kracht, als de baansnelheid v is gegeven?	$F_{mpz} = \frac{m \times v^2}{r}$
Fveer	Wat is de formule voor de veerkracht, als de uitwijking u is gegeven?	$F_v = C \times u$
Fgrav	Wat is de formule voor de gravitatiekracht, als de massa's van twee objecten zijn gegeven (m1 en m2)?	$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$
Druk	Wat is de formule voor de druk, als de kracht F gegeven is?	$p = \frac{F}{A}$
Moment	Wat is de formule voor het moment, als de kracht F gegeven is?	$M = F \times r$
HefboomWet	Wat is de formule voor de hefboomwet, als een systeem in rust is en er 2 momenten M1 en M2 werken?	$M_1 + M_2 = 0$
Arbeid	Wat is de formule voor de arbeid die een constante kracht F verricht?	$W = F \times s \times \cos(\alpha)$
Eveer	Wat is de formule voor de veerenergie, als de uitwijking u is gegeven?	$E_v = \frac{1}{2} \times C \times u^2$
Arbeid_Ekin	Wat is de formule voor de totale arbeid van alle krachten samen, als de verandering in kinetische energie ΔE_k gegeven is?	$\Sigma W = \Delta E_k$
Vermogen_Arbeid	Wat is de formule voor het vermogen, als de arbeid W is gegeven?	$P = \frac{W}{t}$
Vermogen_Energie	Wat is de formule voor het vermogen, als de energie verandering ΔE is gegeven?	$P = \frac{\Delta E}{t}$
Vermogen_Kracht	Wat is de formule voor het vermogen, als de stuwkracht F_{stuw} van een voertuig is gegeven?	$P = F_{stuw} \times v$
Rendement	Wat is de formule voor het rendement, als de geleverde arbeid W_{uit} is gegeven?	$\eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\%$

figuur 12 Tabel met formule labels, gestelde vraag en verwachte antwoord

14 Appendix: Statistische analyse daadwerkelijke en verwachte kennis op formule nivo

In figuur 13 is per formule aangegeven in hoeverre er variantie is tussen het aantal leerlingen dat een bepaalde formule goed heeft en de gemiddelde verwachting van de docenten.

		Independent Samples Test								
		Levene's Test voor gelijkheid van varianties		t-test voor gelijkheid van Gemiddeldes						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Gemiddelde Verschil	Std. Error Verschil	95% Betrouwbaarheidsinterval van het Verschil	
									Ondergrens	Bovengrens
Ekin_Goed	Gelijke varianties aangenomen	,003	,959	-0,026	88	,980	-,006	,226	-,454	,443
	Gelijke varianties niet aangenomen			-0,023	3,219	,983	-,006	,254	-,785	,774
Fres_Goed	Gelijke varianties aangenomen	1,720	,193	-0,596	86	,553	-,083	,140	-,361	,195
	Gelijke varianties niet aangenomen			-2,747	83,000	,007	-,083	,030	-,144	-,023
Ez_Goed	Gelijke varianties aangenomen	4,233	,043	1,964	88	,053	,360	,183	-,004	,725
	Gelijke varianties niet aangenomen			1,238	3,103	,301	,360	,291	-,549	1,270

s_vgem_Goed	Gelijke varianties aangenomen	4,593	,035	1,300	87	,197	,179	,138	-,095	,454
	Gelijke varianties niet aangenomen			,713	3,075	,526	,179	,252	-,610	,969
vgem_Goed	Gelijke varianties aangenomen	2,865	,094	1,017	88	,312	,157	,154	-,150	,464
	Gelijke varianties niet aangenomen			,623	3,096	,576	,157	,252	-,631	,945
agem_Goed	Gelijke varianties aangenomen	1,467	,229	-,450	85	,654	-,111	,248	-,604	,381
	Gelijke varianties niet aangenomen			-,436	3,276	,690	-,111	,256	-,887	,664
s_constant_e_a_Goed	Gelijke varianties aangenomen	,877	,352	,374	84	,710	,091	,245	-,395	,578
	Gelijke varianties niet aangenomen			,358	3,272	,742	,091	,255	-,685	,868
x_hor_worp_Goed	Gelijke varianties aangenomen	18,873	,000	-,868	78	,388	-,224	,258	-,737	,290
	Gelijke varianties niet aangenomen			-,872	3,327	,442	-,224	,257	-,997	,549
y_hor_worp_Goed	Gelijke varianties aangenomen	12,180	,001	1,154	77	,252	,297	,257	-,215	,809
	Gelijke varianties niet aangenomen			1,156	3,330	,324	,297	,257	-,476	1,069
hoeksnelheid_Goed	Gelijke varianties aangenomen	152,533	,000	1,684	78	,096	,421	,250	-,077	,919

	Gelijke varianties niet aangenomen			7,385	75,000	,000	,421	,057	,307	,535
baansnelheid_Goed	Gelijke varianties aangenomen	23,241	,000	,941	75	,350	,243	,258	-,272	,758
	Gelijke varianties niet aangenomen			,947	3,342	,407	,243	,257	-,529	1,015
Fmpz_Goed	Gelijke varianties aangenomen	4,530	,037	1,332	75	,187	,339	,254	-,168	,846
	Gelijke varianties niet aangenomen			1,321	3,331	,270	,339	,257	-,434	1,112
Fveer_Goed	Gelijke varianties aangenomen	1,389	,242	1,142	84	,257	,256	,224	-,190	,702
	Gelijke varianties niet aangenomen			,875	3,166	,443	,256	,293	-,648	1,160
Fgrav_Goed	Gelijke varianties aangenomen	10,883	,001	1,119	76	,267	,243	,217	-,190	,676
	Gelijke varianties niet aangenomen			4,844	73,000	,000	,243	,050	,143	,343
Druk_Goed	Gelijke varianties aangenomen	,075	,785	,129	77	,898	,030	,233	-,434	,494
	Gelijke varianties niet aangenomen			,117	3,267	,913	,030	,255	-,746	,806
Moment_Goed	Gelijke varianties aangenomen	,121	,729	,338	77	,736	,087	,256	-,423	,597
	Gelijke varianties niet aangenomen			,294	3,240	,786	,087	,294	-,812	,985

HefboomWet_Goed	Gelijke varianties aangenomen	,007	,936	,079	75	,937	,021	,260	-,497	,538
	Gelijke varianties niet aangenomen			,070	3,255	,948	,021	,295	-,877	,918
Arbeid_Goed	Gelijke varianties aangenomen	99,117	,000	1,621	74	,109	,403	,249	-,092	,898
	Gelijke varianties niet aangenomen			6,920	71,000	,000	,403	,058	,287	,519
Eveer_Goed	Gelijke varianties aangenomen	35,352	,000	1,425	75	,158	,342	,240	-,136	,821
	Gelijke varianties niet aangenomen			6,124	72,000	,000	,342	,056	,231	,454
Arbeid_Ekin_Goed	Gelijke varianties aangenomen	211,547	,000	1,722	69	,089	,433	,251	-,068	,934
	Gelijke varianties niet aangenomen			7,097	66,000	,000	,433	,061	,311	,555
Vermogen_Arbeid_Goed	Gelijke varianties aangenomen	,623	,433	-,764	72	,447	-,186	,243	-,670	,299
	Gelijke varianties niet aangenomen			-,632	3,229	,570	-,186	,294	-1,085	,714
Vermogen_Energie_Goed	Gelijke varianties aangenomen	48,356	,000	1,490	68	,141	,364	,244	-,123	,851
	Gelijke varianties niet aangenomen			6,094	65,000	,000	,364	,060	,244	,483
Vermogen_Kracht_Goed	Gelijke varianties aangenomen	27,330	,000	1,364	70	,177	,324	,237	-,150	,797

	Gelijke varianties niet aangenomen			5,661	67,000	,000	,324	,057	,209	,438
Rendement_Goed	Gelijke varianties aangenomen	16,961	,000	-1,078	72	,285	-,279	,258	-,794	,237
	Gelijke varianties niet aangenomen			-1,083	3,356	,350	-,279	,257	-1,050	,493

figuur 13 Aantal goede formules gegeven door leerlingen en verwacht door docenten

15 Appendix: Kort overzicht over Binas

Het huidige naslagwerk Binas (Verkerk, G. et al.(2004)) bevat tabellen met gegevens en tabellen met formules voor de vakken natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie en ANW.

De wortels van het naslagwerk Binas liggen tientallen jaren terug. In de zestiger jaren was het zgn. 'rode boekje' (Baudet, Steller en Zweers(1969)) in gebruik in het middelbaar onderwijs. In 1972 ontstond er een actie om tot een volledig nieuw tabellenboek te komen. Dit initiatief kwam voort uit de toenmalige Vereniging voor Leraren In Natuurkunde En Scheikunde (Velines) en Vereniging voor Leraren In de Biologie (Velibi). Deze verenigingen waren de voorgangers van de huidige NVON.

De eerste druk van Binas werd in 1977 voor het eerst ingevoerd in de vierde klas. Deze klas was in de jaren daarna de eerste klas die officieel Binas bij het eindexamen mocht gebruiken.

Vanaf de eerste druk van Binas was gebruik toegestaan bij eindexamens van de vakken natuur- en scheikunde. Bij examens van andere vakken zoals biologie was in eerste instantie Binas niet toegestaan. Pas in de loop der tijd werd Binas ook toegestaan voor het vak biologie. Daartoe is er een groot deel met biologie gegevens volgens CEVO richtlijnen in Binas opgenomen.

Om de omvang van Binas te beperken, zijn toen de gegevens van de andere vakken in Binas enorm beperkt door onder andere minder noodzakelijke tabellen van natuurkunde, scheikunde en anw te schrappen. Een andere beperkende factor was de CEVO beslissing dat in Binas alleen formules opgenomen mochten worden die tot de examenstof van havo/vwo behoren.

Ter orientatie: vroeger waren er een kleine 20 pagina's met natuurkunde formules en dat is nu gereduceerd tot een 6-tal pagina's.

Naast Binas voor havo en vwo (Verkerk, G. et al. (2004)), is er ook een Binas voor VMBO en is Binas vertaald in het Engels en in het Italiaans. Binas is in internationaal verband verder uniek.

Bij de invoering van gratis schoolboeken en het beperkte budget voor het gratis boekenpakket, is Binas naast andere boeken ter discussie komen staan. Ook was een andere bedreiging het argument dat een uitgever zoals de huidige uitgever van Binas niet het alleenrecht op naslagwerk voor eindexamens zou mogen hebben.

Deze punten hebben tot een uitgebreide discussie geleid op fora van de NVON. Zie ook bijvoorbeeld het artikel (Broens, J. & Kranendonk, W. & Prop, C. & Verkerk, G.(2009)). Dit artikel betrof een verdediging voor het niet laten verdwijnen van het naslagwerk Binas.

Uiteindelijk is dit gevaar afgewend en is er besloten dat in ieder geval tot de centrale examens in 2014 (vwo) en 2013 (havo) Binas officieel toegelaten is.

Ik heb me verdiept in de nieuwe natuurwetenschappelijke vakken zoals Nina en Nisk, en ben geen signalen tegen gekomen die tot afschaffing van Binas zouden leiden.

Ik heb dus de indruk dat Binas ook na 2014 niet in gevaar komt. Zie bijvoorbeeld notulen van een adviesvergadering van het SLO (Nisk(2007)) waarin letterlijk geadviseerd wordt: 'Behoud Binas'.

16 Appendix: volledige weergave van een leerling enquête van de open-vraag variant

Hieronder is een enquête van de open-vraag variant weergegeven. Omwille van de compactheid is in onderstaande weergave het font en hoeveelheid witte ruimte verkleind.

Leerling enquête Parate Kennis

Uitgangspunten

- doel enquête : een indruk krijgen welke formules je weet en hoe zeker je bent
- er zijn geen goede of verkeerde antwoorden; je krijgt er geen punt voor
- enquête is anoniem
- bij twijfel bij meerkeuze vragen, kies meest waarschijnlijke antwoord
- schrijf leesbaar
- niets opzoeken (ook niet bij je burens)
- geef je eerste ingeving; geef antwoorden uit je hoofd (max 10 tellen per vraag); als je hem dan niet weet, dan sla je hem over

Vraag 1a Datum, klas en school?

Datum:

Klas:.....

School:.....

Vraag 1b Welke profiel volg jij?

Zet een cirkel om jouw antwoord:

N&T N&G E&M C&M

Vraag 2 Wat is je cijfer voor Natuurkunde van het laatste rapport?

Zet een cirkel om jouw antwoord (als het cijfer tussen 2 hele cijfers in zit, omcirkel beide hele cijfers).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Vraag 3 Ben je jongen of meisje?

Zet een cirkel om jouw antwoord.

meisje jongen

Vraag 4 Ben je dyslectisch?

Zet een cirkel om jouw antwoord. Beantwoord alleen met 'ja' als het officieel door school erkend is.

ja nee

Vraag 5 Hoe goed begrijp je Nederlandse taal bij andere vakken dan Natuurkunde?

Zet een cirkel om jouw antwoord. Gebruik 'slecht' als je regelmatig de taal niet begrijpt of 'voldoende' als je slechts een enkele keer het niet begrijpt of 'goed' als je de taal altijd goed begrijpt.

slecht voldoende goed

Vraag 6 Spreek je thuis Nederlands?

Zet een cirkel om jouw antwoord.

ja nee

Vragen naar formule kennis

Hieronder wordt telkens naar een formule gevraagd. **Gebruik in je antwoord de gegeven variabelen.** Mogelijk zijn NIET alle variabelen gegeven die je nodig hebt in de formule. Introduceer ze dan zelf in de formule indien nodig.

Ook wordt er per formule gevraagd, hoe zeker je bent van je antwoord en of je denkt dat je deze formule zou moeten weten. OVERIGENS hoeft je zeker niet alle onderstaande formules uit je hoofd te weten.

Vraag 7 Kinetische energie

Geef de formule voor de kinetische energie, als de snelheid v is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 8 Relatie resultante kracht en versnelling

Geef de formule voor de resultante kracht, als van een massa de versnelling a gegeven is.
(resultante kracht = som van de krachten)

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 9 Zwaartekracht

Geef de formule voor de zwaartekracht, als de massa m gegeven is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 10 Zwaarte energie

Geef de formule voor het verschil in zwaarte-energie, als het hoogteverschil Δh is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 11 Verplaatsing bij variable snelheid

Geef de formule voor de verplaatsing van een beweging als de snelheid variabel is en de gemiddelde snelheid v_{gem} is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 12 Gemiddelde snelheid

Geef de formule voor de gemiddelde snelheid van een beweging als de verplaatsing Δs is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 13 Gemiddelde versnelling

Geef de formule voor de gemiddelde versnelling als het snelheidsverschil Δv gegeven is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 14 Verplaatsing beweging constante versnelling met begin snelheid

Geef de formule voor de verplaatsing als de beginsnelheid v_0 is en de versnelling a constant is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 15 Horizontale verplaatsing horizontale worp

Geef voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in HORIZONTALE richting, als de beginsnelheid v_0 is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 16 Vertikale verplaatsing horizontale worp

Geef voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in VERTIKALE richting?

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 17 Hoeksnelheid bij cirkelbeweging met omlooptijd

Geef voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de hoeksnelheid, als de omlooptijd T is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 18 Baansnelheid bij cirkelbeweging

Geef voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de baansnelheid, als de omlooptijd T is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 19 Middelpuntzoekende kracht

Geef voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de middelpuntzoekende kracht, als de baansnelheid v is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 20 Veerkracht

Geef de formule voor de veerkracht, als de uitwijking u is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 21 Gravitatiekracht

Geef de formule voor de gravitatiekracht, als de massa's van twee objecten zijn gegeven (m_1 en m_2).

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 22 Druk

Geef de formule voor de druk, als de kracht F gegeven is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 23 Moment

Geef de formule voor het moment, als de kracht F gegeven is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 24 Hefboomwet

Geef de formule voor de hefboomwet, als een systeem in rust is en er 2 momenten M_1 en M_2 werken.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 25 Arbeid bij constante kracht

Geef de formule voor de arbeid die een constante kracht verricht.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 26 Veer energie

Geef de formule voor de veerenergie, als de uitwijking u is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 27 Arbeid en kinetische energie

Geef de formule voor de totale arbeid van alle krachten samen, als de verandering in kinetische energie ΔE_k gegeven is.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 28 Vermogen en arbeid

Geef de formule voor het vermogen, als de arbeid W is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 29 Vermogen en energieverandering

Geef de formule voor het vermogen, als de energie verandering ΔE is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 30 Vermogen en kracht

Geef de formule voor het vermogen, als de stuwkracht F_{stuw} van een voertuig is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 31 Rendement

Geef de formule voor het rendement, als de geleverde arbeid W_{uit} is gegeven.

Antwoord:.....

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Einde enquête, bedankt voor je antwoorden.

17 Appendix: volledige weergave van een leerling enquête van de meerkeuze variant

Hieronder is een enquête van de meerkeuze variant weergegeven. Omwille van de compactheid is in onderstaande weergave het font, de hoeveelheid witte ruimte verkleind en layout aangepast.

Leerling enquête Parate Kennis Multiple Choice versie Uitgangspunten

- doel enquête : een indruk krijgen welke formules je weet en hoe zeker je bent
- er zijn geen goede of verkeerde antwoorden; je krijgt er geen punt voor
- enquête is anoniem
- bij twijfel bij meerkeuze vragen, kies meest waarschijnlijke antwoord
- schrijf leesbaar
- niets opzoeken (ook niet bij je burelen)
- geef je eerste ingeving; geef antwoorden uit je hoofd (max 10 tellen per vraag); als je hem dan niet weet, dan sla je hem over
- als je een antwoord hebt omcirkeld, dat je naderhand wilt veranderen, dan streep je het verkeerde omcirkelde antwoord door en omcirkel je het nieuwe juiste antwoord

Vraag 1a Datum, klas en school?

Datum:

Klas:.....

School:.....

Vraag 1b Welke profiel volg jij?

Zet een cirkel om jouw antwoord:

N&T N&G E&M C&M

Vraag 2 Wat is je cijfer voor natuurkunde van het laatste rapport?

Zet een cirkel om jouw antwoord (als het cijfer tussen 2 hele cijfers in zit, omcirkel beide hele cijfers).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Vraag 3 Ben je jongen of meisje?

Zet een cirkel om jouw antwoord.

meisje jongen

Vraag 4 Ben je dyslectisch?

Zet een cirkel om jouw antwoord. Beantwoord alleen met 'ja' als het officieel door school erkend is.

ja nee

Vraag 5 Hoe goed begrijp je Nederlandse taal bij andere vakken dan natuurkunde?

Zet een cirkel om jouw antwoord. Gebruik 'slecht' als je regelmatig de taal niet begrijpt of 'voldoende' als je slechts een enkele keer het niet begrijpt of 'goed' als je de taal altijd goed begrijpt.

slecht voldoende goed

Vraag 6 Spreek je thuis Nederlands?

Zet een cirkel om jouw antwoord.

ja nee

Vragen naar formule kennis

Kies bij elke vraag de formule uit de diverse meerkeuze antwoorden, die past bij de omschrijving. Het antwoord kan maar 1 formule zijn.

Ook wordt er per formule gevraagd, hoe zeker je bent van je antwoord en of je denkt dat je deze formule zou moeten weten. Voel je niet schuldig als je een formule niet kent. Er zitten zeker formules bij, die je niet hoeft te kennen.

Vraag 7 Kinetische energie

Wat is de formule voor de kinetische energie, als de snelheid v is gegeven?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$E_k = \frac{m}{v^2}$$

$$E_k = m \times v$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 8 Relatie resultante kracht en versnelling

Wat is de formule voor de resultante kracht, als van een massa de versnelling a gegeven is?
(resultante kracht = som van de krachten)

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$F_{res} = \frac{a}{m}$$

$$F_{res} = m \times a$$

$$F_{res} = \frac{m}{a}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 9 Zwaartekracht

Wat is de formule voor de zwaartekracht, als de massa m gegeven is?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$F_z = \frac{g}{m}$$

$$F_z = m \times g$$

$$F_z = \frac{m}{g}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 10 Zwaarte energie

Wat is de formule voor het verschil in zwaarte-energie, als het hoogteverschil Δh is gegeven?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$E_z = g \times \Delta h$$

$$E_z = m \times \Delta h$$

$$E_z = m \times g \times \Delta h$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 11 Verplaatsing bij variable snelheid

Wat is de formule voor de verplaatsing van een beweging als de snelheid variabel is en de gemiddelde snelheid v_{gem} is?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$s(t) = \frac{v_{gem}}{t}$$
$$s(t) = v_{gem} \times t$$
$$s(t) = \frac{t}{v_{gem}}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 12 Gemiddelde snelheid

Wat is de formule voor de gemiddelde snelheid van een beweging als de verplaatsing Δs is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$
$$v_{gem} = \Delta s \times \Delta t$$
$$v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 13 Gemiddelde versnelling

Wat is de formule voor de gemiddelde versnelling als het snelheidsverschil Δv gegeven is?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$a_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta v}$$
$$a_{gem} = \Delta v \times \Delta t$$
$$a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 14 Verplaatsing beweging constante versnelling met begin snelheid

Wat is de formule voor de verplaatsing als de beginsnelheid v_0 is en de versnelling a constant is?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2$$
$$s(t) = a \times t + \frac{1}{2} \times v_0 \times t^2$$
$$s(t) = v_0 + a \times t$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 15 Horizontale verplaatsing horizontale worp

Wat is voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in HORIZONTALE richting, als de beginsnelheid v_0 is?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$x(t) = \frac{v_0}{t}$$
$$x(t) = \frac{t}{v_0}$$
$$x(t) = v_0 \times t$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker
ja

onzeker
nee

Vraag 16 Vertikale verplaatsing horizontale worp

Wat is voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in VERTIKALE richting?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$y(t) = g \times t$$
$$y(t) = \frac{1}{2} \times t \times g^2$$
$$y(t) = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker
ja

onzeker
nee

Vraag 17 Hoeksnelheid bij cirkelbeweging met omlooptijd

Wat is voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de hoeksnelheid, als de omlooptijd T is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$\omega(t) = 2 \times \pi \times T$$
$$\omega(t) = \frac{\pi}{2 \times T}$$
$$\omega(t) = \frac{2 \times \pi}{T}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker
ja

onzeker
nee

Vraag 18 Baansnelheid bij cirkelbeweging

Wat is voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de baansnelheid, als de omlooptijd T is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$v = \frac{2 \times \pi \times T}{r}$$
$$v = \frac{r}{2 \times \pi \times T}$$
$$v = \frac{2 \times \pi \times r}{T}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker
ja

onzeker
nee

Vraag 19 Middelpuntzoekende kracht

Wat is voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de middelpuntzoekende kracht, als de baansnelheid v is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$F_{mpz} = \frac{m \times v^2}{r}$$
$$F_{mpz} = \frac{m \times v}{r^2}$$
$$F_{mpz} = m \times v \times r$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 20 Veerkracht

Wat is de formule voor de veerkracht, als de uitwijking u is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$F_v = C \times u$$
$$F_v = \frac{C}{u}$$
$$F_v = \frac{u}{C}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 21 Gravitatiekracht

Wat is de formule voor de gravitatiekracht, als de massa's van twee objecten zijn gegeven (m_1 en m_2)?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r}$$
$$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$
$$F_g = G \times m_1 \times m_2 \times r^2$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 22 Druk

Wat is de formule voor de druk, als de kracht F gegeven is?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$p = \frac{F}{A}$$
$$p = F \times A$$
$$p = \frac{A}{F}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 23 Moment

Wat is de formule voor het moment, als de kracht F gegeven is?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$M = \frac{F}{r}$$

$$M = F \times r$$

$$M = \frac{r}{F}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker onzeker
ja nee

Vraag 24 Hefboomwet

Wat is de formule voor de hefboomwet, als een systeem in rust is en er 2 momenten M_1 en M_2 werken?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 2 mogelijkheden.

$$M_1 + M_2 = 0$$

$$M_1 + M_2 = \text{constant } (\neq 0)$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker onzeker
ja nee

Vraag 25 Arbeid bij constante kracht

Wat is de formule voor de arbeid die een constante kracht F verricht?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$W = F \times s \times \cos(\alpha)$$

$$W = \frac{F}{s} \times \cos(\alpha)$$

$$W = \frac{s}{F} \times \cos(\alpha)$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker onzeker
ja nee

Vraag 26 Veer energie

Wat is de formule voor de veerenergie, als de uitwijking u is gegeven?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$E_v = \frac{1}{2} \times C \times u^2$$

$$E_v = C \times u$$

$$E_v = \frac{C}{u^2}$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?
Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord: zeker onzeker
ja nee

Vraag 27 Arbeid en kinetische energie

Wat is de formule voor de totale arbeid van alle krachten samen, als de verandering in kinetische energie ΔE_k gegeven is?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$\Sigma W = \Delta E_k$$
$$\Sigma W = \frac{\Delta E_k}{2}$$
$$\Sigma W = (\Delta E_k)^2$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 28 Vermogen en arbeid

Wat is de formule voor het vermogen, als de arbeid W is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$P = \frac{t}{W}$$
$$P = \frac{W}{t}$$
$$P = W \times t$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 29 Vermogen en energieverandering

Wat is de formule voor het vermogen, als de energie verandering ΔE is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$P = \frac{t}{\Delta E}$$
$$P = \frac{\Delta E}{t}$$
$$P = \Delta E \times t$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

Vraag 30 Vermogen en kracht

Wat is de formule voor het vermogen, als de stuwkracht F_{stuw} van een voertuig is gegeven?

Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

Omcirkel je antwoord:

zeker

ja

onzeker

nee

$$P = \frac{F_{stuw}}{v}$$
$$P = F_{stuw} \times v$$
$$P = \frac{v}{F_{stuw}}$$

Vraag 31 Rendement

Wat is de formule voor het rendement, als de geleverde arbeid W_{uit} is gegeven?
Omcirkel het juiste antwoord uit onderstaande 3 mogelijkheden.

$$\eta = \frac{W_{uit}}{E_m} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{E_m}{W_{uit}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{(W_{uit} + E_m)}{2} \times 100\%$$

Hoe zeker ben je van je antwoord?

Omcirkel je antwoord:

zeker

onzeker

Zou je deze formule uit je hoofd moeten kennen?

Omcirkel je antwoord:

ja

nee

Vraag 32 Afsluitende vraag

Hoe ben je bij de meeste vragen tot de keuze van bovenstaande formules gekomen?

Omcirkel onderstaande antwoord. Als er meer antwoorden even belangrijk waren, omcirkel deze antwoorden allen.

door te gokken

door het visuele beeld te herkennen

door de formule uit je hoofd te kennen

door
(vul aan met je eigen methode)

18 Appendix: volledige weergave van de leraar enquête

Hieronder is de leraar enquête weergegeven.

Omwille van de compactheid is in onderstaande weergave het font en hoeveelheid witte ruimte verkleind.

Leraar enquête 'Parate Kennis' - Multiple Choice versie

Uitgangspunten

- doel enquête : een indruk krijgen welke formules een leerling volgens de docent als parate kennis zou moeten hebben en welke formules niet;
- elke vraag bestaat uit een tekstuele formulering, waarbij de leerling de bijbehorende formule moet presenteren
- de ene helft van de klas moet uit meerkeuze vragen de juiste formule omcirkelen (passieve kennis) en de andere helft van de klas moet de juiste formule opschrijven (actieve kennis) ('meerkeuze variant' resp. 'open vraag variant')
- in deze versie van de enquête voor leraren is de 'meerkeuze variant' van de leerlingen enquête gepresenteerd en het juiste antwoord is reeds omcirkeld (dat moeten de leerlingen dus zelf doen)
- de 'open vraag variant' van de enquête is dus niet hier gepresenteerd; de vragen in de 'open vraag variant' zijn echter dezelfde vragen als in de 'meerkeuze variant'.
- ook wordt elke leerling gevraagd of hij/zij zeker is van zijn/haar antwoord en of hij/zij deze formule zou moeten kennen
- gebruik van Binas, andere boeken of spieken is niet toegestaan; alleen antwoorden gebaseerd op parate kennis zijn gewenst
- in onderstaande docenten enquête wordt telkens de leerling meerkeuze vraag gepresenteerd met het juiste antwoord omcirkeld; vanzelfsprekend is in de leerlingen enquête dit niet het geval
- van de docent verwacht ik per formule een antwoord op de vragen :
 - denk je dat de meeste leerlingen deze formule uit zijn hoofd weten?
 - zou de leerling deze formule uit zijn hoofd moeten kennen

Vraag 1a Datum, klas en school?

Datum:

Klas:.....

School:.....

Vragen naar formule kennis

Vraag 7 Kinetische energie

Wat is de formule voor de kinetische energie, als de snelheid v is gegeven?

$$E_k = \frac{m}{v^2}$$
$$E_k = m \times v$$
$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 8 Relatie resultante kracht en versnelling

Wat is de formule voor de resultante kracht, als van een massa de versnelling a gegeven is?
(resultante kracht = som van de krachten)

$F_{res} = \frac{a}{m}$
$F_{res} = m \times a$
$F_{res} = \frac{m}{a}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 9 Zwaartekracht

Wat is de formule voor de zwaartekracht, als de massa m gegeven is?

$F_z = \frac{g}{m}$
$F_z = m \times g$
$F_z = \frac{m}{g}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 10 Zwaarte energie

Wat is de formule voor het verschil in zwaarte-energie, als het hoogteverschil Δh is gegeven?

$E_z = g \times \Delta h$
$E_z = m \times \Delta h$
$E_z = m \times g \times \Delta h$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 11 Verplaatsing bij variable snelheid

Wat is de formule voor de verplaatsing van een beweging als de snelheid variabel is en de gemiddelde snelheid v_{gem} is?

$s(t) = \frac{v_{gem}}{t}$
$s(t) = v_{gem} \times t$
$s(t) = \frac{t}{v_{gem}}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 12 Gemiddelde snelheid

Wat is de formule voor de gemiddelde snelheid van een beweging als de verplaatsing Δs is gegeven?

$v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
$v_{gem} = \Delta s \times \Delta t$
$v_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta s}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 13 Gemiddelde versnelling

Wat is de formule voor de gemiddelde versnelling als het snelheidsverschil Δv gegeven is?

$a_{gem} = \frac{\Delta t}{\Delta v}$
$a_{gem} = \Delta v \times \Delta t$
$a_{gem} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 14 Verplaatsing beweging constante versnelling met begin snelheid

Wat is de formule voor de verplaatsing als de beginsnelheid v_0 is en de versnelling a constant is?

$$s(t) = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2$$

$$s(t) = a \times t + \frac{1}{2} \times v_0 \times t^2$$

$$s(t) = v_0 + a \times t$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
 Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
 Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 15 Horizontale verplaatsing horizontale worp

Wat is voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in HORIZONTALE richting, als de beginsnelheid v_0 is?

$$x(t) = \frac{v_0}{t}$$

$$x(t) = \frac{t}{v_0}$$

$$x(t) = v_0 \times t$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
 Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
 Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 16 Vertikale verplaatsing horizontale worp

Wat is voor een horizontale worp de formule voor de verplaatsing in VERTIKALE richting?

$$y(t) = g \times t$$

$$y(t) = \frac{1}{2} \times t \times g^2$$

$$y(t) = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
 Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
 Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 17 Hoeksnelheid bij cirkelbeweging met omlooptijd

Wat is voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de hoeksnelheid, als de omlooptijd T is gegeven?

$\omega(t) = 2 \times \pi \times T$
$\omega(t) = \frac{\pi}{2 \times T}$
$\omega(t) = \frac{2 \times \pi}{T}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 18 Baansnelheid bij cirkelbeweging

Wat is voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de baansnelheid, als de omlooptijd T is gegeven?

$v = \frac{2 \times \pi \times T}{r}$
$v = \frac{r}{2 \times \pi \times T}$
$v = \frac{2 \times \pi \times r}{T}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 19 Middelpuntzoekende kracht

Wat is voor een eenparige cirkelbeweging de formule voor de middelpuntzoekende kracht, als de baansnelheid v is gegeven?

$F_{mpz} = \frac{m \times v^2}{r}$
$F_{mpz} = \frac{m \times v}{r^2}$
$F_{mpz} = m \times v \times r$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 20 Veerkracht

Wat is de formule voor de veerkracht, als de uitwijking u is gegeven?

$F_v = C \times u$
$F_v = \frac{C}{u}$
$F_v = \frac{u}{C}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 21 Gravitatiekracht

Wat is de formule voor de gravitatiekracht, als de massa's van twee objecten zijn gegeven (m_1 en m_2)?

$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r}$
$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$
$F_g = G \times m_1 \times m_2 \times r^2$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 22 Druk

Wat is de formule voor de druk, als de kracht F gegeven is?

$p = \frac{F}{A}$
$p = F \times A$
$p = \frac{A}{F}$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 23 Moment

Wat is de formule voor het moment, als de kracht F gegeven is?

$$M = \frac{F}{r}$$
$$M = F \times r$$
$$M = \frac{r}{F}$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 24 Hefboomwet

Wat is de formule voor de hefboomwet, als een systeem in rust is en er 2 momenten M1 en M2 werken?

$$M_1 + M_2 = 0$$
$$M_1 + M_2 = \text{constant} (\neq 0)$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 25 Arbeid bij constante kracht

Wat is de formule voor de arbeid die een constante kracht F verricht?

$$W = F \times s \times \cos(\alpha)$$
$$W = \frac{F}{s} \times \cos(\alpha)$$
$$W = \frac{s}{F} \times \cos(\alpha)$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 26 Veer energie

Wat is de formule voor de veerenergie, als de uitwijking u is gegeven?

$$E_v = \frac{1}{2} \times C \times u^2$$

$$E_v = C \times u$$

$$E_v = \frac{C}{u^2}$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 27 Arbeid en kinetische energie

Wat is de formule voor de totale arbeid van alle krachten samen, als de verandering in kinetische energie ΔE_k gegeven is?

$$\Sigma W = \Delta E_k$$

$$\Sigma W = \frac{\Delta E_k}{2}$$

$$\Sigma W = (\Delta E_k)^2$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 28 Vermogen en arbeid

Wat is de formule voor het vermogen, als de arbeid W is gegeven?

$$P = \frac{t}{W}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = W \times t$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zoja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?
Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 29 Vermogen en energieverandering

Wat is de formule voor het vermogen, als de energie verandering ΔE is gegeven?

$$\begin{array}{c} P = \frac{t}{\Delta E} \\ P = \frac{\Delta E}{t} \\ P = \Delta E \times t \end{array}$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 30 Vermogen en kracht

Wat is de formule voor het vermogen, als de stuwkracht F_{stuw} van een voertuig is gegeven?

$$\begin{array}{c} P = \frac{F_{stuw}}{v} \\ P = F_{stuw} \times v \\ P = \frac{v}{F_{stuw}} \end{array}$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Vraag 31 Rendement

Wat is de formule voor het rendement, als de geleverde arbeid W_{uit} is gegeven?

$$\begin{array}{c} \eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \times 100\% \\ \eta = \frac{E_{in}}{W_{uit}} \times 100\% \\ \eta = \frac{(W_{uit} + E_{in})}{2} \times 100\% \end{array}$$

Weten de meeste leerlingen deze formule uit hun hoofd? Omcirkel je antwoord: ja nee
Zouden de leerlingen deze formule uit hun hoofd moeten weten? Omcirkel je antwoord: ja nee

En zo ja, moeten ze de formule passief kunnen herkennen uit meerkeuze antwoorden of zouden ze de formule actief moeten kunnen geven uitgaande van alleen de vraagstelling?

Omcirkel je antwoord: passief actief

Einde enquête, bedankt voor je antwoorden.

19 Appendix: instructie voor afname voor leraar

In het onderstaande zijn de instructies te lezen die voor een leraar zijn in wiens klas de afname plaats ging vinden.

Beste leraar/lerares,

Hierbij zitten 3 enquêtes:

- 1 exemplaar voor jou
- een aantal examplaren met enquête van de 'open vraag' variant
- een aantal examplaren met enquête van de 'meerkeuze' variant

Op verzoek is mijn onderzoeksplan te verkrijgen (email: rjkluijtmans@hotmail.com).

Svp ongeveer de helft van de klas de meerkeuze variant laten invullen en de andere helft de open vragen variant. En svp zelf de docent enquête invullen.

Vanzelfsprekend koppel ik na verwerking de gemiddelde resultaten van jouw klas terug plus die in vergelijking met andere V5 klassen

In principe is de enquête anoniem en wordt niet teruggekoppeld per ingevulde enquête.

Ik heb 1 proefafname onder een gemiddelde V5 leerling gehouden. Daarna heb ik de enquêtes aangepast. Deze aangepaste enquêtes zit bij dit briefje.

De tijd nodig voor het invullen van deze enquêtes is ongeveer 15 minuten.

Het is belangrijk om te benadrukken dat ze beperkt tijd in een vraag stoppen (bijv. een seconde of 10). Het gaat om een eerste indruk. Vanzelfsprekend mogen ze niets opzoeken. Probeer overleg te minimaliseren anders meet ik niet de individuele parate kennis, maar die van een groep.

Hieronder nog een stukje tekst waar je evt. een mondelinge inleiding op zou kunnen baseren.

Als je algemene feedback hebt, hou ik me vanzelfsprekend warm aanbevolen.

Enorm bedankt. Groeten,

Robbert Kluijtmans

Mondeling toelichting bij afname leerling enquête

Evt. mondeling toelichten

Bij deze vind je een enquête over je parate kennis van het vak Natuurkunde m.a.w. over kennis die je uit je hoofd weet zonder op te hoeven zoeken.

Om goede cijfers voor Natuurkunde te halen moet je een bepaalde mate van parate kennis hebben. Als je nl. geen enkele parate kennis hebt en alles moet opzoeken, wordt je mogelijk heel onzeker en kom je enorm in tijdnood. Van de andere kant kan je je voorstellen dat je niet alles uit je hoofd hoeft te weten. Bijvoorbeeld de massa van een proton is waarschijnlijk niet iets dat je uit je hoofd weet en ook niet hoeft te weten. Van de andere kant weet je de grootte van de valversnelling g waarschijnlijk wel uit je hoofd ($9,81 \text{ m/s}^2$). Ook kan je voor formules bedenken die uit je hoofd zou moeten weten en die je zou mogen opzoeken.

Er zijn geen regels over wat je uit je hoofd moet kennen en wat je zou mogen opzoeken. Naast de duidelijke voorbeelden van hiervoor, zullen er ook veel feiten zijn, waarover het niet duidelijk is of je ze paraat moet hebben of niet.

Vanzelfsprekend is een bepaalde mate van parate kennis van formules niet voldoende om hoge cijfers te halen, maar het helpt wel. Naast formules kennis moet je ook weten hoe je ze kan toepassen en in welke situaties. Ook zul je goed geoefend moeten hebben met het toepassen van formules en zul je uitgewerkte voorbeelden bestudeerd moeten hebben.

Deze enquête beperkt zich tot leerlingen van VWO5 klassen en bespreekt zich tot de belangrijkste Natuurkunde formules van het subdomein Mechanica uit de Binas (laatste druk (5e)).

Naast het doel van deze enquête is om een indruk te krijgen welke formules je weet, wil ik weten van je docent welke formules je zou moeten weten volgens hem. De uitkomst van het onderzoek wordt mogelijk gebruikt als input voor lessen om leemtes gerichter te kunnen vullen zodat de cijfers voor Natuurkunde omhoog kunnen.