

## Tijdsplanning en omvang

Geplande omvang:  $\pm$  40 slu

Werken aan theorie en opdrachten:	25-30 slu inclusief huiswerk en toetsen $\pm$ 17 lesuren van 50 minuten
Practicum/bezoek aan Hogeschool:	5 slu (exclusief reis)
Eindopdracht	5-10 slu

## Plaats in het curriculum

Vanwege de moeilijkheidsgraad en de benodigde voorkennis, is dit echt een module voor havo-5. Met deze leerlingen in het achterhoofd is de module geschreven.

De benodigde voorkennis bij de eerste twee hoofdstukken is echter niet groot: als men zich beperkt tot deze twee hoofdstukken en paragrafen 3.1 en 3.6, dan vormt het toch nog een mooi geheel en zou het ook (met enige moeite) in de tweede helft van havo-4 passen.

Een nadeel is dan wel dat het bijbehorende practicum aan de Hogeschool dan niet gedaan kan worden, omdat de theorie achter de evolvente tandvorm dan niet behandeld is. Dat is dan misschien op te lossen door een ander practicum of invulling aan het bezoek aan de Hogeschool. Of door een andersoortige practicumopdracht, zoals de bijgeleverde praktische opdracht waarbij de leerlingen de tandwieloverbrenging in een of ander (huishoudelijk) apparaat onderzoeken en daar verslag van doen.

Het wordt pas echt moeilijker vanaf paragraaf 3.2 als het over de tandvorm gaat. Er moet dan meetkundig geredeneerd worden met hoekensommen en gelijkvormigheden, gerekend worden met radialen, rekenen met vectoren in ingewikkelde situaties, etc.

Bij de eerste experimenten is gebleken dat dit laatste deel ook voor havo-5 aan de moeilijke kant is en het beste voor het grootste deel klassikaal, samen met de leerlingen doorgewerkt kan worden.

## Sterretjes

Opgaven en paragrafen met een sterretje zijn vaak moeilijker of bewerkelijk en kunnen zonder probleem worden overgeslagen. Zij vormen ook geen essentieel onderdeel van de theorie. Zeker in geval van tijdnood, kunnen zij probleemloos worden overgeslagen.

## Toetsing

Bij de eerste twee hoofdstukken en paragrafen 3.1 en 3.6 past prima een schriftelijke toets over de bijbehorende theorie. Enkele voorbeeldopgaven zijn bijgevoegd.

Omdat het bundeltje bol staat van de vakkundige begrippen en formules die voor de meeste leerlingen verder niet van belang zijn bij hun vervolgopleiding, is het niet verstandig om van de leerlingen te verlangen om dit allemaal uit hun hoofd te leren.

Beter is het te kiezen uit de volgende twee varianten:

- Laat de leerlingen een A4-tje maken met daarop een samenvatting van de theorie en de belangrijkste formules. Deze samenvatting mogen ze bij de toets gebruiken.
- De leerlingen mogen het werkboekje, inclusief hun uitwerkingen en antwoorden meenemen naar de toets.

Een derde mogelijkheid zou kunnen zijn om de leerlingen erop te wijzen (en daar eventueel bij te helpen) dat de Grafische Rekenmachine prima gebruikt kan worden om allerlei informatie op te slaan. Maar dan is het beter om voor de eerste van bovenstaande opties te kiezen...

## Praktisch element

Verder hoort er bij deze module ook een soort van praktisch onderdeel.

Dat kan (bij voorkeur) samengaan met een bezoek aan een Hogeschool in de buurt, afdeling engineering (of 'ouderwets': werktuigbouw). Een rondleiding op zo'n afdeling past goed bij dit onderwerp. In het eerste jaar is geëxperimenteerd met een kennismaking aan de HAN (Hogeschool Arnhem Nijmegen) met het 3d-tekenprogramma 'SolidWorks', waarbij de leerlingen een evolvente tandwiel moesten tekenen (zie opgave 3.24). Leerlingen die de theorie

tot dan toe met meer of mindere tegenzin hadden doorgewerkt kunnen dan ineens super enthousiast aan de slag gaan!

Maar als zo'n bezoek en practicum aan een naburige Hogeschool niet mogelijk is, kan het natuurlijk ook een 'gewone' praktische opdracht zijn!

Gewoon in apparaten kijken, of een bezoek aan een fabriek of autogarage, is relatief eenvoudig te realiseren en te organiseren. En het geeft de module een grote meerwaarde. Het is echt een bijna onvergetelijke ervaring om voor het eerst te voelen hoe 'soepel' twee tandwielen uit een auto over elkaar rollen!

Hoe (en of) het praktisch onderdeel – in welke vorm dan ook – beoordeeld en/of becijferd moet worden, laat ik over aan de fantasie van de docent.

### Planning

Op de volgende pagina staat een voorbeeldplanning van het theoriedeel, passend in een serie van 17 lessen van 50 (of 45) minuten.

Als het practicum SolidWorks aan de Hogeschool wat betreft tijdsplanning niet direct aansluit aan het theoriedeel, dan is het raadzaam om ergens halverwege hoofdstuk 3 te stoppen (en dan eventueel nog de gemengde opgaven 3.26 t/m 3.29 te maken) en zo nodig met een theorietoets af te sluiten.

Het laatste deel van hoofdstuk 3, en dan met name opgave 3.24, kan het best direct voorafgaand aan het bezoek behandeld worden. Met name opgave 3.24 (en de daarop voorbereidende opgaven 3.21 t/m 3.23) is van groot belang: zonder deze opgave is het practicum niet te maken.

### Tenslotte

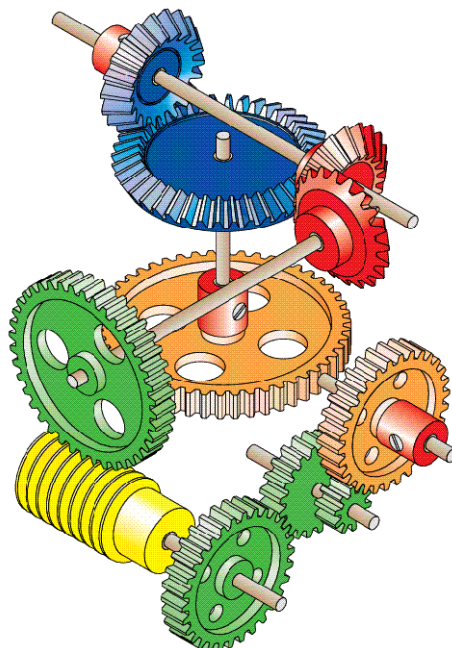
Ik zou het erg fijn vinden om op de hoogte gebracht te worden van jullie bevindingen:

- fouten/onjuistheden in de tekst en/of antwoorden
- moeilijkheidsgraad van de verschillende paragrafen en opgaven (of het geheel)
- planning
- praktische opdrachten (andere ideeën, ervaringen)
- toetsing
- tips/aanbevelingen
- ...

Stuur dan een mailtje naar: [h.reuling@liemerscollege.nl](mailto:h.reuling@liemerscollege.nl)

Bij voorbaat dank!

Henk Reuling  
augustus 2010



**Voorbeeldplanning van theoriedeel – lessen van 50 (of 45) of 50 minuten:**

les	In de les	Huiswerk
1	uitdelen materiaal, uitleggen bedoeling en planning, lezen stukje historie, beginnen aan de opgaven uit hoofdstuk 1	opgaven 1.1 – 1.9
2	Bespreken opgaven; vooral de (pittige!) opgave 1.9 vraagt een grondige bespreking; het is aardig om de verschillende aanpakken van leerlingen te bespreken... Het dient aanbeveling om het begrip omtreksnelheid met de leerlingen door te nemen (herhalen?) (voorbereiding op opgave 2.3)	opgaven 2.1 – 2.6
3	Bespreken opgaven t/m 2.6 (met name opgave 2.3 vraagt veel aandacht en tijd) Klassikale uitleg over radialen, hoeksnelheid versus omtreksnelheid (eventueel formules 2.5 t/m 2.7 klassikaal afleiden)	opgaven 2.7 t/m 2.12 (opgaven 2.13 en 2.14 eventueel overslaan)
4	Bespreken opgaven t/m 2.12 (met name opgave 2.12 vraagt veel aandacht)	t/m opgave 2.17
5	Bespreken t/m opgave 2.17; deze laatste opgave levert nogal wat problemen op, maar is wel essentieel! Goed bespreken alvorens de volgende opgaven gemaakt kunnen worden.	opgave 2.18 en 2.20-2.21
6	Bespreken opgaven 2.18 en 2.20; vinden ze moeilijk! (Hierna komt een eenvoudiger paragraaf...)	opgave 2.19 en 2.22 t/m 2.25
7	Bespreken opgaven t/m 2.25 Korte klassikale introductie van priemgetallen, deelbaarheid, ggd, etc., kan ervoor zorgen dat het huiswerk met veel minder problemen gemaakt kan worden	opgaven 2.26 t/m 2.35
8	Bespreken opgaven t/m 2.35	opgaven 2.36 t/m 2.40
9	Bespreken gekozen opgaven	keuze uit 2.41 t/m 2.49 (zeker 2.45, 2.48 en 2.49 zijn de moeite waard!)
10	Bespreken gekozen opgaven Herhalen vectorrekenen: optellen van vectoren, ontbinden van een vector, normaal, etc.	opgaven 3.1 - 3.2
11	Bespreken opgaven Het begrip 'moduul' verdient de nodige aandacht; ook 'steek'.	opgaven 3.3 t/m 3.6
12	Bespreken opgaven Klassikaal paragraaf 3.2 en opgaven 3.7 – 3.8	(geen, of thuis nog eens de besproken opgaven laten maken)
13	Vervolg klassikale bespreking paragraaf 3.2 Samen maken opgaven 3.9 t/m 3.11	3.12 + (thuis nog eens de besproken opgaven laten maken)
14	Klassikaal paragraaf 3.3 Samen maken opgaven 3.12 t/m 3.15	(thuis nog eens...) (opgaven 3.16 en 3.17 eventueel overslaan)
15	Klassikaal paragraaf 3.4 Samen maken opgaven 3.18 t/m 3.23	(thuis nog eens...) opgave 3.24
16	Controleer of opgave 3.24 ook echt gemaakt is! Deze opgave is essentieel voor de practicumopdracht SolidWorks aan de Hogeschool!!! Loop de stappen nog eens langs... (Klassikaal bespreken paragraaf 3.5, of overslaan)	opgaven 3.26 t/m 3.29
17	Bespreken opgaven; afronding theoriedeel	