

Inleiding

Welkom bij de het vak **Dynamica 2** binnen de opleiding Werktuigbouwkunde! In deze module leer je de kernconcepten van het vak Dynamica 2 en het toepassen daarvan op echte ontwerpen, zoals het analyseren van bewegende systemen en het berekenen van krachten en versnellingen in een kermisattractie. Dynamica 2 is het vervolg op Dynamica 1. Toen stonden de omschrijving van de beweging van puntmassa's, de oorzaken ervan (wetten van Newton) en de geldende balans-wetten (impuls en energie) centraal. We hebben het toen nog niet gehad over voorwerpen die kunnen draaien. In Dynamica 2 komen cirkel-, rotatie- translatiebewegingen en hun oorzaken aan de orde. Naast het opdoen van de vakkennis zullen we het geleerde direct toe gaan passen in een ontwerpsituatie.

Deze module biedt een **blended leeromgeving** waarin je zowel zelfstandig als in groepsverband werkt. Online materialen, interactieve simulaties en een casus-gebaseerde ontwerp opdracht uit het project **Kermisattractie** leiden je door de theorie en bieden ruimte om te experimenteren. Door de module te doorlopen, bouw je zowel kennis als toepassingsvaardigheden op.

Module-opzet en Leeruitkomsten (gebaseerd op de BOKS HBO WTB)

De module bestaat uit vier onderdelen, waarin je steeds werkt met nieuwe theorie en de toepassingen hiervan in de praktijk. De module heeft de volgende leeruitkomsten:

- 1. Kinematica van een star lichaam in een plat vlak:**
 - a. De student kan de bewegingsvergelijkingen van een schuine worp opstellen en oplossen.
 - b. De student kan voor cirkelbeweging de bewegingsvergelijkingen in normale- en tangentiële coördinaten opschrijven en oplossen.
- 2. Analyse van de relatieve beweging: Plaats en snelheid**
 - a. De student kan m.b.v. het concept van de relatieve plaatsen en snelheden eenvoudige combinaties van stangen en wielen analyseren.
 - b. De student kan bij onder a. genoemde situaties de randvoorwaarden voor bewegingen formuleren.
 - c. De student kan, rekening houdend met deze randvoorwaarden, plaatsen en snelheden berekenen.
- 3. Analyse van de relatieve beweging: Ogenblikkelijk rotatiecentrum**
 - a. De student kan het concept van het ogenblikkelijke rotatiecentrum op algemene bewegingen in het platte vlak toepassen.
 - b. De student kan m.b.v. bovengenoemd concept algemene bewegingen in het platte vlak berekenen.
- 4. Bewegingsvergelijkingen: Translatie**
 - a. De student begrijpt dat evenwichtsvergelijkingen in het platte vlak voor versnelde translaterende voorwerpen niet voldoen.
 - b. De student kan voor translaties in het platte vlak de bewegingsvergelijkingen opstellen en oplossen.
- 5. Bewegingsvergelijkingen: Rotatie om een vaste as**
 - a. De student kan m.b.v. bewegingsvergelijkingen rotaties om vaste (al dan niet momentane) rotatieassen modelleren en oplossen.
- 6. Massatraagheidsmoment**
 - a. De student kent de betekenis van het massatraagheidsmoment in de dynamische analyse van rotaties.
 - b. De Student kent de (wiskundige integraal-)definitie van het massatraagheidsmoment.
 - c. De student kan het massatraagheidsmoment van (samengestelde) voorwerpen (al dan niet m.b.v. de stelling van Steiner) berekenen.

7. Bewegingsvergelijkingen voor een algemene beweging in het platte vlak

- a. De student kan dynamische problemen van algemene bewegingen (rotatie en translatie) m.b.v. bewegingsvergelijkingen modelleren.
- b. De student kan de oplossingen van deel a. interpreteren en controleren.

Je leert de theorie door interactieve online modules en past deze direct toe in een groepsopdracht, waarmee je zowel technische als ontwerpvaardigheden ontwikkelt/verbetert.

Leeromgeving en Lesmethoden

De module wordt gegeven in een **blended vorm** en bestaat uit de volgende onderdelen:

1. **Theoretische kader ('hoor'colleges):** Een keer per week zal een college worden gegeven om het theoretische kader te scheppen. Deze sessie zal interactief zijn i.e. er zal van je worden verwacht actief deel te nemen en aantekeningen te maken, om vervolgens verdieping te zoeken in de onderdelen 2. En 3.
2. **Online Leerplatform (Blackboard):** Hier vind je video's, interactieve simulaties en opdrachten die je voorbereiden op de casus **Kermisattractie**. Maak deze zelfstandig of in een groep, en neem vragen mee naar de live werksessies.
3. **Live Werksessies (werkcolleges):** Tijdens deze sessies bespreek je de leerstof met je medestudenten en docenten en kun je vragen stellen over de online modules. Je zal gerichte opdrachten krijgen om het geleerde toe te passen en te sparren met je medestudenten. Ook kun je werken aan de casusopdracht **Kermisattractie** in groepen.
 - **Casusproject (extern, valt onder Project-P6) – Ontwerpen van een Dynamisch Systeem:** Simultaan zul je in een team gaan werken aan de ontwerpopdracht; **Kermisattractie**. Tijdens dit project pas je alle geleerde concepten toe, dit onderdeel valt onder project-P6 en wordt als zodanig beoordeeld.
3. **Feedback en Reflectie:** Tijdens de werksessies geef je en ontvang je feedback van je teamleden en docent. Dit helpt je om te reflecteren op je leerproces en de theorie die je hebt toegepast. Aan het einde van de module krijg je de mogelijkheid om iets dieper te reflecteren op je leerproces en de tools die je hiervoor aangerijkt hebt gekregen.

*In **Bijlage 1** is een verdere verdieping van elk van de onderdelen van deze module te vinden. De studiewijzer is vervolgens te vinden in **Bijlage 2**.*

Beoordeling en Eindcriteria

Je beoordeling in deze module bestaat uit drie componenten:

1. **Online Zelftoetsen** (formatief): Enkele malen tijdens deze module kun je een quiz maken die je basiskennis toetst.
2. **Eindtoets (tentamen)** (summatief: 100%): Jullie maken een schriftelijke eindtoets (tentamen) waarin jullie de theorie en de geleerde kunde toepassen. De eindtoets zal worden beoordeeld met een cijfer op 1 decimaal. Bij het tentamen mag een **rekenmachine type FX-82** worden gebruikt, daarnaast zal er **een formuleblad** worden **verstrekkt**. De weging van de leeruitkomsten (LUKs) zal als volgt plaats vinden:

Leeruitkomsten/Onderwerp	Type vragen*					Gewicht
	Reproductie	Productie				
	Onthouden, Begrijpen	Toepassen	Analyseren	Evalueren	Creëren	
Kinematica van een puntmassa: kromlijnige beweging	5%	10%				15%
Kinematica van een star lichaam: translatie en rotatie	5%	10%	5%			20%
Kinematica van een star lichaam: relatieve beweging	5%	10%				15%
Kinetica: Bewegingsvergelijkingen - translatie & rotatie	5%	10%	5%			20%
Massatraagheidsmoment	5%	5%				10%
Kinetica: Bewegingsvergelijkingen - algemene beweging	5%	15%				20%
Totaal	30%	60%	10%	0%	0%	100%

3. **Reflectie** (formatief *maar voorwaardelijk!*): Ik vraag jullie aan het einde van dit vak te reflecteren op je leerproces middels een enquête, deze reflectie is niet alleen voor eigen inzicht in leerproces, maar ook bedoeld als feedback voor de opzet van dit vak.

Succes en Vragen

Het vak Dynamica biedt je de kans om de theorie direct toe te passen in een ontwerpproces. Wij wensen je veel succes en plezier in deze module! Als je vragen hebt, kun je terecht op Blackboard of bij je docent tijdens de werksessies/ateliers.

Bijlage 1

Onderdeel 1: Theoretisch kader:

Doel: Theoretisch kader scheppen middels readings, interactieve theoriecolleges en praktische voorbeelden.

We zullen hierbij wederom gebruik maken van het boek *Dynamica* van Russell C. Hibbeler. Editie 15 van het boek *Dynamica* zal hierbij worden gebruikt. Wil je tóch gebruik maken van een oudere editie, zorg dan dat je zorgvuldig in bijgevoegd document kijkt wat de verschillen zijn tussen Editie 12, 13 en de huidige Editie 15.

De studiewijzer is te vinden in [Bijlage 2](#).

1. **Week 1: Kinematica puntmassa – kromlijnige beweging** Tijdens de eerste week zullen we het concept van de kinematica van *Dynamica 1* doorzetten naar kromlijnige bewegingen. We zullen de normaal- en tangentiële componenten introduceren en deze toe gaan passen.
2. **Week 2: Kinematica star lichaam – translatie en rotatie**
In week 2 zullen we de cilindercoördinaten introduceren en van een puntmassa naar een star lichaam gaan werken. We blijven echter nog even werken binnen de kinematica, i.e. bewegingen en versnellingen. Op basis hiervan zullen jullie wat kunnen gaan zeggen over de versnellingen in jullie Casusopdracht; *Kermisattractie*.
3. **Week 3-4: Kinetica puntmassa – kracht en versnelling**
In week 3 en 4 zullen we de kinetica van de puntmassa in kromlijnige beweging gaan combineren met zijn/haar kinetica, waarbij we bewegingsvergelijkingen gaan opstellen met normal- & tangentiële coördinaten óf cilindercoördinaten. Op basis hiervan zullen jullie wat kunnen gaan zeggen over de krachten in jullie Casusopdracht; *Kermisattractie*.
4. **Week 5: Kinematica star lichaam in plat vlak**
In week 5 zullen we methodes gaan exploreren om de kinematica van een star lichaam in een plat vlak te kunnen beschrijven. We zullen relatieve bewegingen gaan introduceren en de methode van het ogenblikkelijk rotatiecentrum. Methodes om eenvoudig 1 beweging aan een andere te relateren.
5. **Week 6-8: Kinetica star lichaam in plat vlak – kracht en versnelling**
In week 6 tot en met 8 zullen we ons bezighouden met de kinetica van een star lichaam in een plat vlak, we zullen gaan kijken wanneer objecten gaan kantelen danwel hoe ze roteren en wat het massa-traagheidsmoment daarmee te maken heeft.

Tips voor het studeren binnen het theoretische kader:

- Lees jezelf in! Lees bij voorkeur de geselecteerde hoofdstukken/paragrafen al vóór het theoriecollege door. En loop na het theoriecollege de voorbeelden nogmaals door.
- Maak aantekeningen tijdens de colleges, stel vragen en neem actief deel aan de sessie.
- De slides van de lessen komen op Blackboard te staan, evenals de opdrachten die nuttig worden bevonden voor de desbetreffende week.

Onderdeel 2: Interactieve Online Modules

Elke week staan er interactieve online modules voor je klaar. Deze modules zijn opgebouwd uit:

- **Video's:** Naast de wekelijkse theoretische sessies ('hoor'colleges) zullen korte video's belangrijke concepten nader uitleggen/herhalen en ook worden toegepast op voorbeeldvraagstukken.
- **Simulaties:** Door simulaties kun je de invloed van verschillende krachten op een object testen. Experimenteer met variabelen, zoals massa en snelheid, om te zien hoe het systeem reageert.
- **Zelftoetsen:** Meerdere malen tijdens de loop van het vak kun je een korte quiz maken om je kennis te toetsen. Dit geeft inzicht in welke onderdelen je nader moet bestuderen. Maak hierbij gebruik van elkaars kennis als je er niet uit komt! Leer van én met elkaar!

Tips voor de Online Modules

- Bekijk de video's en probeer de simulaties voordat je doorgaat naar de zelftoets.
- Maak aantekeningen over begrippen die je moeilijk vindt. Deze kun je meenemen naar de werksessies.

Onderdeel 3: Live Werksessies en Project Casus

Doel: Verdiepen van de theorie en toepassen in de praktijk.

In de werksessies werk je aan de toepassing van de geleerde theorie:

1. **Fase 1: zelfstandig toepassen en hulp invoeren van medestudenten**
Je start een werksessie doormiddel van het zelfstandig toepassen van het geleerde van de desbetreffende week. Tijdens het eerste uur van de werksessie wordt er van je verwacht dat je al wat geoefend hebt a.d.v. de voorgeschreven opgaven, je zal nu aan de wat completere vraagstukken gaan werken. Gezamenlijk met je medestudenten probeer je zo veel mogelijk kennis toe te passen in de aangerijkte vraagstukken.
2. **Fase 2: Gezamenlijk bespreken van het materiaal**
Dit is het moment waarop we groepsbreed gaan kijken naar het gemaakte werk. *'Zijn er nog dingen waar jullie niet uit komen?'*, *'Zijn er nog vragen aan de docent?'*, *'Moeten er dingen gezamenlijk worden uitgewerkt?'*. Op dit moment is er tijd voor feedback/feedforward.
3. **Fase 3: Gezamenlijk aan casus werken**
In de werksessie kan er naar wens aan de Casusopdracht worden gewerkt, of feedback/feedforward worden gevraagd. Doel is om het geleerde en geoefende direct toe te passen in de praktijk. Een enkele werksessie zal een korte instructie voor de Casusopdracht bevatten.

Tips voor de werksessies

- Bereid je voor op de werksessies; neem je aantekeningen en vragen vanuit de online omgeving en het theoretische kader. Maak reeds een aantal opgaven en simulaties vanuit de online hulpmiddelen.
 - Werk nauw samen met klas- en groepsgenoten, probeer van én met elkaar te leren.
 - Uitgebreide uitwerkingen van geselecteerde opgaven zullen op Blackboard worden gepubliceerd.
-

Onderdeel 4: Feedback en Reflectie

Gedurende de werksessies ontvang je feedback en feedforward van je docent en van je team-/klasgenoten. Dit proces helpt je om kritisch te kijken naar je eigen werk en dat van anderen, en om je kennis en kunde verder te verbreden.

Aan het einde van de module zal er een reflectie plaatsvinden van je leerproces. **Reflectievragen** die je zou kunnen verwachten zijn:

- Welke keuzes heb je/hebben jullie gemaakt in de Casusopdracht, en hoe worden deze ondersteund door de theorie die bij Dynamica 2 beschikbaar is gesteld?
- Wat ging goed in de samenwerking tussen het kernvak Dynamica 2 en de Casusopdracht en wat kan beter?
- Hoe zou ik mijn begrip van de Dynamica en zijn toepassing verder kunnen verbeteren? Wat zou mij helpen in mijn leerproces?
- Van welke aangerijkte methodes heb ik veelvuldig gebruik gemaakt en welke zijn voor mij 'overbodig'?

Deze reflectie is voorwaardelijk voor het behalen van dit vak. Het geeft jou inzicht in je leerproces en mij inzicht in de efficiëntie van de opbouw van het vak.

Bijlage 2

Studiewijzer (aanpassingen niet uitgesloten!)

W2 P2 – 2024/2025

Week	Datum	Theorie	Vraagstukken
46		Hfst 1: 1.7	F1.27, F1.28, F1.30, A1.135, A1.133 Ed.13!
47		Hfst 1: 1.8	F1.34, F1.36, F1.38, 1.162
		Hfst 5: 5.1-5.3	F5.1, F5.4, F5.6
48		Hfst 2: 2.2, 2.4* , 2.5, 2.6	F2.7, F2.9, F2.10, F2.12, F2.13, F2.15, A2.66, A2.82 Ed. 13!
49		Hfst 1: 1.2* , 1.5, 1.6	F1.17, F1.19, F1.20, F1.22, A1.98, A1.103
50		Hfst 5: 5.5 + 5.6	F5.7, F5.11, F5.13, F5.14, F5.16, F5.18
51		Hfst 6: 6.1 - 6.3	F6.1, F6.5
52	Kerstvakantie		
1			
2		Hfst 6: 6.4	F6.8, F6.9, F6.10, F6.11
3		Hfst 6: 6.5	F6.13 - F6.16 + oefententamen(s)
4	Tentamen		

*Herhaling van W1 P2

De voorbeelden in de hoofdstukken worden zoveel mogelijk in het (online) theoriecollege behandeld of zijn voor thuisstudie.

In principe zijn alle bij de stof behorende vragen goed om te oefenen, zeker de fundamentele vragen. De uitwerkingen van de fundamentele vragen staan achterin het boek (13e druk).

Per week zullen er wellicht nog wat additionele opgaven bij worden gegeven, de uitwerkingen hiervan zullen online worden geplaatst.