

## Examen H1B0 Toegepaste Mechanica 1

### Het verloop van het examen

- Uiterlijk om 12u30 geeft iedereen af.
- Lees de vragen grondig. De vraag begrijpen is reeds de halve oplossing.
- Naar het toilet gaan mag, indien vooraf de toelating van de surveillant werd gevraagd.
- Leg tijdens je werk al je bladen op een beperkte oppervlakte vlak voor je, en dek beschreven bladen af.
- De surveillant haalt bij elke student een handtekening. Leg je studentenkaart klaar.

### De vorm van de antwoorden

- Schrijf je antwoord in de voorziene ruimtes.
- Schrijf je naam in drukletters en je examennummer op de voorzijde van *elk* vragenblad en *elk* antwoordblad.
- Oplossingen neergeschreven met potlood en kladbladen worden niet bekeken.
- Geef alle bladen af, ook eventuele kladbladen.
- Orden je antwoordbladen per vraag, en leg per vraag het vragenblad en de bijkomende bladen op de juiste stapel. Leg dit instructieblad met alle kladbladen op de 5<sup>e</sup> stapel.
- Indien één of meerdere studenten gelijktijdig met jou afgeven, wacht dan tot de vorige student de pakketjes voor alle vragen heeft neergelegd. Vanaf 12u25 blijft iedere student op zijn/haar zitplaats, en volgt de instructies van de surveillant.

### De inhoud van de oplossing

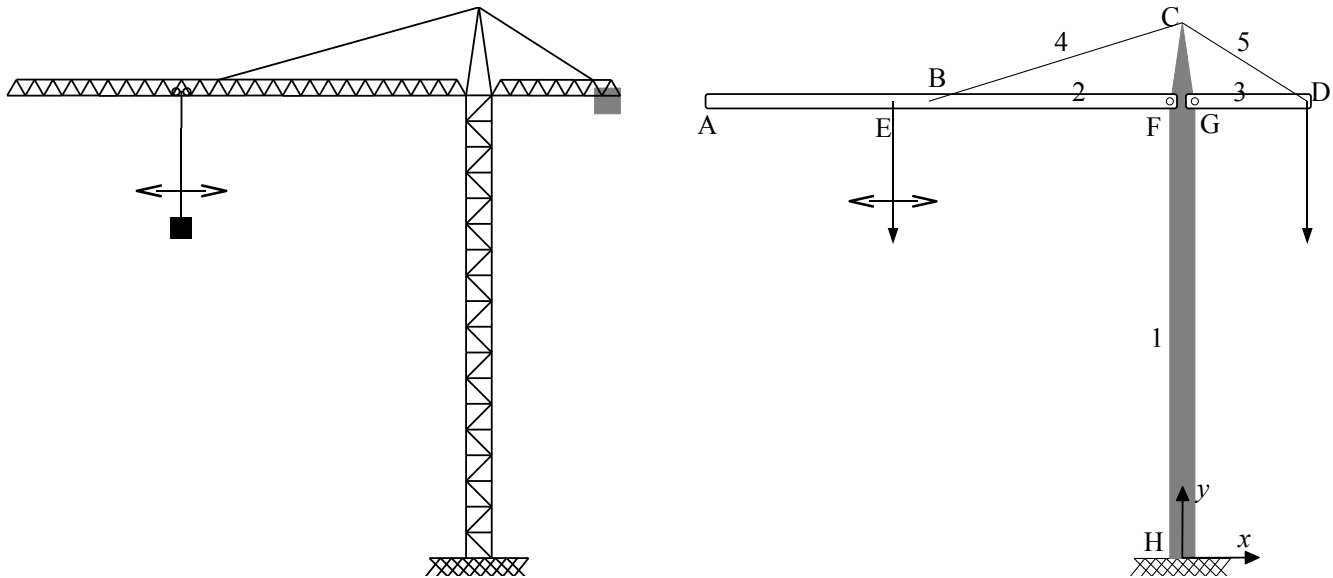
- Hoofdzaak is de precieze en ordelijke weergave (via vergelijkingen, figuren en korte verklarende teksten) van een juist, volledig en gefundeerd antwoord. Je hoeft niet eerst in woorden te formuleren wat je nadien met een vergelijking zal weergeven of wat duidelijk is uit een schets. Verantwoord wel in woorden de toegepaste methode.
- Maak voor elk onderdeel van elke vraag een gepaste en duidelijke figuur.
- Alle gebruikte grootheden moet je aanduiden met eenduidige symbolen.
- Duid vectoriële grootheden altijd aan met een pijltje boven het symbool.
- Geef altijd aan welk materieel systeem (of punt of voorwerp) je beschouwt.
- Duid steeds het assenstelsel aan wanneer je componenten van vectoren neerschrijft.
- Geef een duidelijke definitie van elk assenstelsel, bewegend of vast, en van de beweging die het eventueel ondergaat.

Veel succes !



**Vraag 1**

Een torenkraan kan lasten verplaatsen binnen een bereik van maximaal 25m ten opzichte van de verticale rotatieas. In werkelijkheid is elk onderdeel een vakwerk-structuur. De last die wordt opgetild weegt maximaal 2 ton. Voor de analyse van de krachtwerking in de onderdelen van de kraan in één stand (geen rotatie rond de verticale as) wordt een model gebruikt zoals weergegeven op het rechterdeel van de figuur.



De posities van de aangeduide punten zijn uitgedrukt in het assenstelsel op de figuur, en ze zijn gegeven in de tabel. De plaats van de last is variabel binnen de aangegeven grenzen.

	A	B	C	D	E	F	G	H
$x$ [m]	-25.7	-14.2	0	6.2	$-25 \leq x \leq -1$	-0.7	0.7	0
$y$ [m]	25.2	25.2	30	25.2	25.2	25.2	25.2	0

De volledige kraan bestaat uit 6 grote onderdelen :

- lichaam 1 = de toren, met een massa van 11 ton
- lichaam 2 = de lastarm, met een massa van 4 ton
- lichaam 3 = de arm van het tegengewicht, met een massa van 2 ton
- lichaam 4 = de kabel tussen de torentop en de lastarm, met een verwaarloosbare massa
- lichaam 5 = de kabel tussen de torentop en de arm van het tegengewicht, met een verwaarloosbare massa
- het tegengewicht, met een massa van 4 ton, aangrijpend in het punt D

gevraagd :

1. verklaar waarom het model in het rechterdeel van de figuur bruikbaar is voor een analyse van de krachtwerking
2. bereken de kracht in kabel 4 wanneer een maximale last getild wordt, als functie van de positie  $x$  van de last op de lastarm
3. bereken de kracht in kabel 5 wanneer een maximale last getild wordt, als functie van de positie  $x$  van de last op de lastarm
4. bereken de minimale en de maximale waarde van het moment dat de kraan in het punt H op de fundering uitoefent, bij een willekeurige grootte en positie van de last



28 augustus 2009, 8u30

examenummer : .....

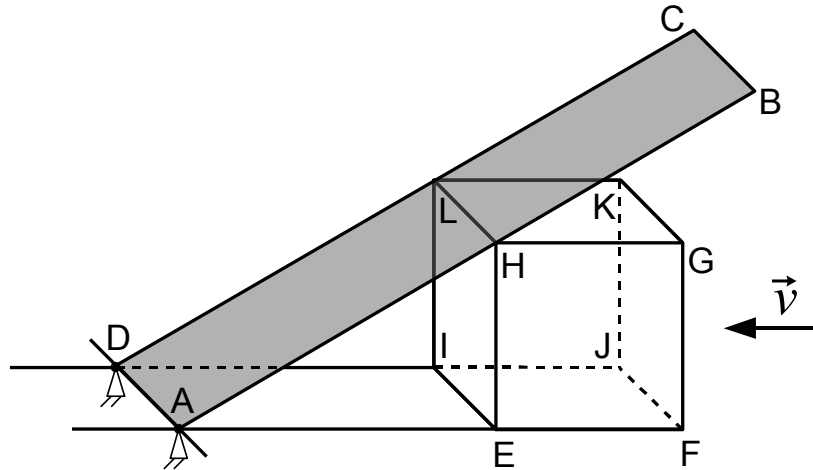
naam : .....

1. verklaar waarom het model in het rechterdeel van de figuur bruikbaar is voor een analyse van de krachtwerving
2. bereken de kracht in kabel 4 wanneer een maximale last getild wordt, als functie van de positie  $x$  van de last op de lastarm

3. bereken de kracht in kabel 5 wanneer een maximale last getild wordt, als functie van de positie  $x$  van de last op de lastarm
4. bereken de minimale en de maximale waarde van het moment dat de kraan in het punt H op de fundering uitoefent, bij een willekeurige grootte en positie van de last

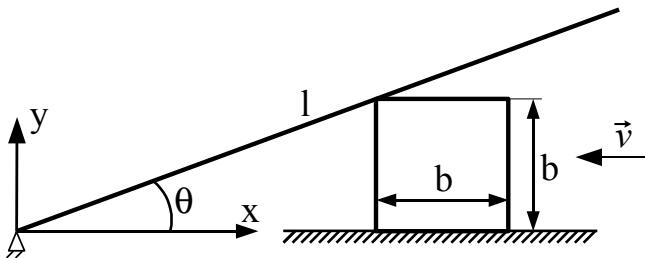
**Vraag 2**

Een zware plaat ABCD wordt omhoog geduwd door de kubus EFGHIJKL met een constante snelheid  $\vec{v}$  onder de plaat te duwen. De zijde AD van de plaat is scharnierend met de grond verbonden.



Deze tweedimensionale beweging kan vereenvoudigd voorgesteld worden zoals in onderstaande figuur. Op het tijdstip  $t = 0$  bevindt de kubus zich in de stand waarbij zijde BC van de plaat samenvalt met zijde HL van de kubus. Met een constante snelheid  $\vec{v}$  beweegt de kubus naar links tot de plaat verticaal staat. In het vlak van de tweedimensionale tekening heeft de plaat een lengte  $l$  en de kubus een zijde  $b$ . Numerieke gegevens zijn:  $l=5\text{m}$ ,  $b=2\text{m}$ , de grootte van  $\vec{v}$  is  $0.5\text{m/s}$ .

gevraagd :



1. Bereken de hoeksnelheid van de plaat als functie van de positie van de kubus, uitgedrukt door de hoek  $\theta$  (zie tweedimensionale schets)
2. Wat is de hoeksnelheid van de plaat op het ogenblik dat de hoek  $\theta$  gelijk is aan  $60^\circ$ ? Geef dit antwoord door in het antwoord op vraag 1 de gepaste numerieke waarden in te vullen, of door een aparte analyse te maken, speciaal voor de gevraagde stand.
3. Schets de functie bekomen als antwoord op vraag 1 en verklaar het verloop ervan.
4. Leid een uitdrukking af voor de hoekversnelling van de plaat als functie van de hoek  $\theta$ .
5. Bereken de snelheid en versnelling van het punt B, ook als functie van de hoek  $\theta$ . Geef de snelheid met vectoriële componenten volgens de  $x$ -as en de  $y$ -as, en de versnelling als een tangentiële versnelling en een normaalversnelling. Schets de ligging van de tangentiële en normaalversnelling.





naam : .....

1. Bereken de hoeksnelheid van de plaat als functie van de positie van de kubus, uitgedrukt door de hoek  $\theta$  (zie tweedimensionale schets)
2. Wat is de hoeksnelheid van de plaat op het ogenblik dat de hoek  $\theta$  gelijk is aan  $60^\circ$  ? Geef dit antwoord door in het antwoord op vraag 1 de gepaste numerieke waarden in te vullen, of door een aparte analyse te maken, speciaal voor de gevraagde stand.

3. Schets de functie bekomen als antwoord op vraag 1 en verklaar het verloop ervan.

4. Leid een uitdrukking af voor de hoekversnelling van de plaat als functie van de hoek  $\theta$ .

28 augustus 2009, 8u30

examennummer : .....

naam : .....

5. Bereken de snelheid en versnelling van het punt B, ook als functie van de hoek  $\theta$ . Geef de snelheid met vectoriële componenten volgens de  $x$ -as en de  $y$ -as, en de versnelling als een tangentiële versnelling en een normaalversnelling. Schets de ligging van de tangentiële en normaalversnelling.



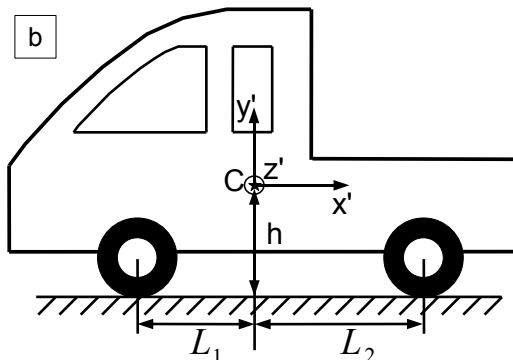
### Vraag 3

Een driewielige mini-vrachtwagen is een handig vervoersmiddel in smalle straatjes van Zuidere steden (figuur a). De onderstaande figuur (figuur b) toont de afmetingen en de ligging van het massacentrum van een welbepaald model. De wagen weegt in beladen toestand 1200 kg. Het voertuig heeft één voorwiel en twee achterwielen, en wordt aangedreven op de achterwielen. Het remmen gebeurt alleen op het voorwiel.

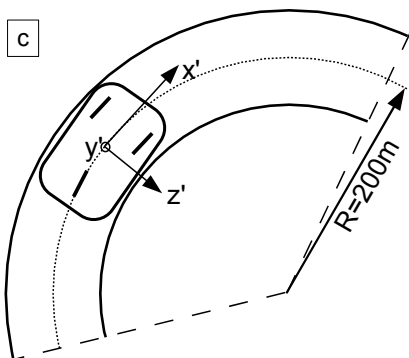
De maten zijn, zoals voorgesteld in de figuur:

- de hoogte  $h$  van het massacentrum  $C$  ten opzichte van het wegdek: 700mm
- de afstand gemeten volgens de locale  $x'$ -as tussen het voorwiel en het massacentrum  $L_1=1.5\text{m}$
- de afstand gemeten volgens de locale  $x'$ -as tussen het achterwiel en het massacentrum  $L_2=2\text{m}$

Neem aan dat de massa en het massa-traagheidsmoment van de wielen verwaarloosbaar zijn in de berekening.



*gevraagd:* Bereken, in elk van de hieronder beschreven situaties, de totale reactiekracht op het voorwiel en de totale reactiekracht op de twee achterwielen samen. Stel deze vectoren voor met componenten in een  $x'y'z'$  assenstelsel, verbonden aan het voertuig zoals voorgesteld in de figuur.



- Situatie 1: Het voertuig staat stil op een horizontaal wegdek.
- Situatie 2: Het voertuig versnelt op een horizontaal wegdek, met een versnelling gegeven door de vector  $\vec{a}=2e_x^7\text{m/s}^2$ . De bestuurder remt niet.
- Situatie 3: Het voertuig staat stil op een stijgende helling van  $10^\circ$ . Dit betekent dat het voorwiel hoger gelegen is dan de achterwielen. De bestuurder remt en drijft het voertuig niet aan.
- Situatie 4: Het voertuig neemt een cirkelvormige bocht, met een straal van 200m aan een constante snelheid van 15 m/s. Een bovenaanzicht van deze vierde situatie is getoond in de figuur c. Beschouw dit als louter een twee-dimensionale beweging.



28 augustus 2009, 8u30

examennummer : .....

naam : .....

- Situatie 1: Het voertuig staat stil op een horizontaal wegdek.

- Situatie 2: Het voertuig versnelt op een horizontaal wegdek, met een versnelling gegeven door de vector  $\vec{a}=2e_x\text{m/s}^2$ . De bestuurder remt niet.

- Situatie 3: Het voertuig staat stil op een stijgende helling van  $10^\circ$ . Dit betekent dat het voorwiel hoger gelegen is dan de achterwielen. De bestuurder remt en drijft het voertuig niet aan.



28 augustus 2009, 8u30

examenummer : .....

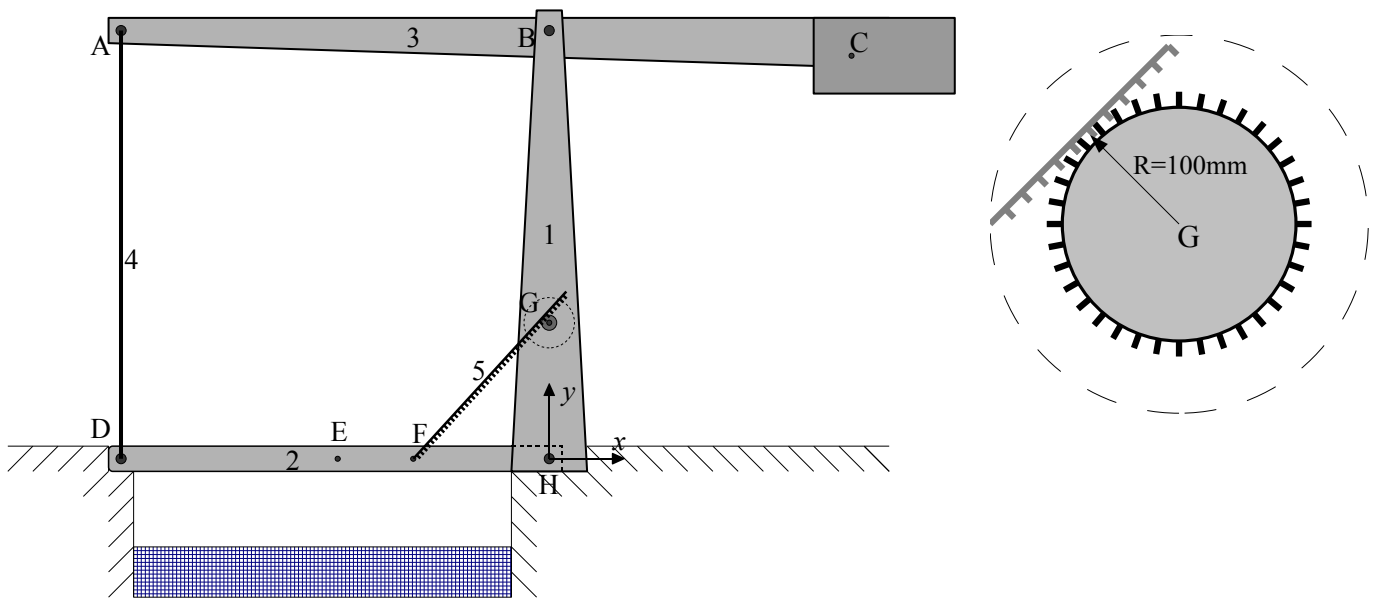
naam : .....

- Situatie 4: Het voertuig neemt een cirkelvormige bocht, met een straal van 200m aan een constante snelheid van 15 m/s. Een bovenaanzicht van deze vierde situatie is getoond in de figuur c. Beschouw dit als louter een twee-dimensionale beweging.



**Vraag 4**

Een hefbrug over een kanaal is opgebouwd als een mechanisme met één vast lichaam en vier bewegende lichamen : de verticale stijl (1) staat vast, en het brugdek (2), de arm van het tegengewicht (3), de trekstang (4) en de getande stang (5) bewegen. Het mechanisme wordt aangedreven door de motor die met een tandwiel dat in punt G is geplaatst de getande stang naar boven trekt (zie de inzet van de figuur). De straal van het tandwiel is 100mm.



De posities van de aangeduide punten in de horizontale stand van de brug zijn uitgedrukt in het assenstelsel op de figuur, en ze zijn gegeven in de tabel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
$x$ [m]	-12	0	9	-12	-6	3	0	0
$y$ [m]	10	10	9.5	0	0	0	3	0

De geopende stand van de brug wordt gemeten met de hoek  $\theta$  die het brugdek insluit met de horizontale. De volledige brug bestaat uit 5 grote onderdelen :

- lichaam 1 = de verticale stijl, met een massa van 12 ton
- lichaam 2 = het brugdek, met een massa van 36 ton, en massacentrum in punt E
- lichaam 3 = de arm van het tegengewicht, met een massa van 23 ton, en massacentrum in punt C
- lichaam 4 = de trekstang tussen het brugdek en de arm van het tegengewicht, met een verwaarloosbare massa
- lichaam 5 = de getande stang van de aandrijving, met een verwaarloosbare massa

gevraagd :

1. beschrijf in woorden de beweging van de punten A, C en D
2. maak een vrijlichaamsdiagram van de gehele brug in de situatie waarbij het brugdek in het punt D juist van de grond loskomt en nog steeds horizontaal staat

3. bereken met behulp van de stelling van virtuele arbeid de kracht die het tandwiel op de getande stang moet uitoefenen om het brugdek vanuit de horizontale stand naar boven te trekken. Neem aan dat deze kracht volgens de getande stang ligt.
4. bereken met behulp van de stelling van virtuele arbeid de kracht die het tandwiel op de getande stang moet uitoefenen om het brugdek vanuit een willekeurige stand  $\theta$  verder naar boven te trekken, en geef het verloop van deze kracht weer als functie van de hoek  $\theta$
5. bereken het maximale koppel dat de motor op het tandwiel in G moet uitoefenen

2. maak een vrijlichaamsdiagram van de gehele brug in de situatie waarbij het brugdek in het punt D juist van de grond loskomt en nog steeds horizontaal staat

3. bereken met behulp van de stelling van virtuele arbeid de kracht die het tandwiel op de getande stang moet uitoefenen om het brugdek vanuit de horizontale stand naar boven te trekken. Neem aan dat deze kracht volgens de getande stang ligt.

28 augustus 2009, 8u30

examenummer : .....

naam : .....

4. bereken met behulp van de stelling van virtuele arbeid de kracht die het tandwiel op de getande stang moet uitoefenen om het brugdek vanuit een willekeurige stand  $\theta$  verder naar boven te trekken, en geef het verloop van deze kracht weer als functie van de hoek  $\theta$

5. bereken het maximale koppel dat de motor op het tandwiel in G moet uitoefenen