

H1B0 Toegepaste mechanica 1  
tussentijdse toets  
studenten ingenieur-architect

Vragenreeks 1

november 2011

Invullen van de formulieren door de studenten

- Multiple choice vragen (Vragen 1 tot en met 10)
  - Formulieren moeten worden ingevuld met blauwe of zwarte balpen. De bolletjes moeten volledig worden opgevuld.
  - Indien men van antwoord wenst te veranderen, moet het eerst ingevulde antwoord duidelijk worden doorkruist en het bolletje van het nieuwe antwoord worden opgevuld.
  - Als men een vraag niet wenst te beantwoorden, dan moet het bolletje X opgevuld worden.
  - **Er wordt een correctie toegepast voor gokken: als je het antwoord op een vraag niet kent, beantwoord ze dan niet. Voor elk fout antwoord wordt 1/3 van een punt afgetrokken. Een goed antwoord levert één punt op, geen antwoord levert nul punten op. Alle vragen hebben een gelijk belang.**
  - De grootte van de valversnelling mag gelijk genomen worden aan  $10 \text{ m/s}^2$ .

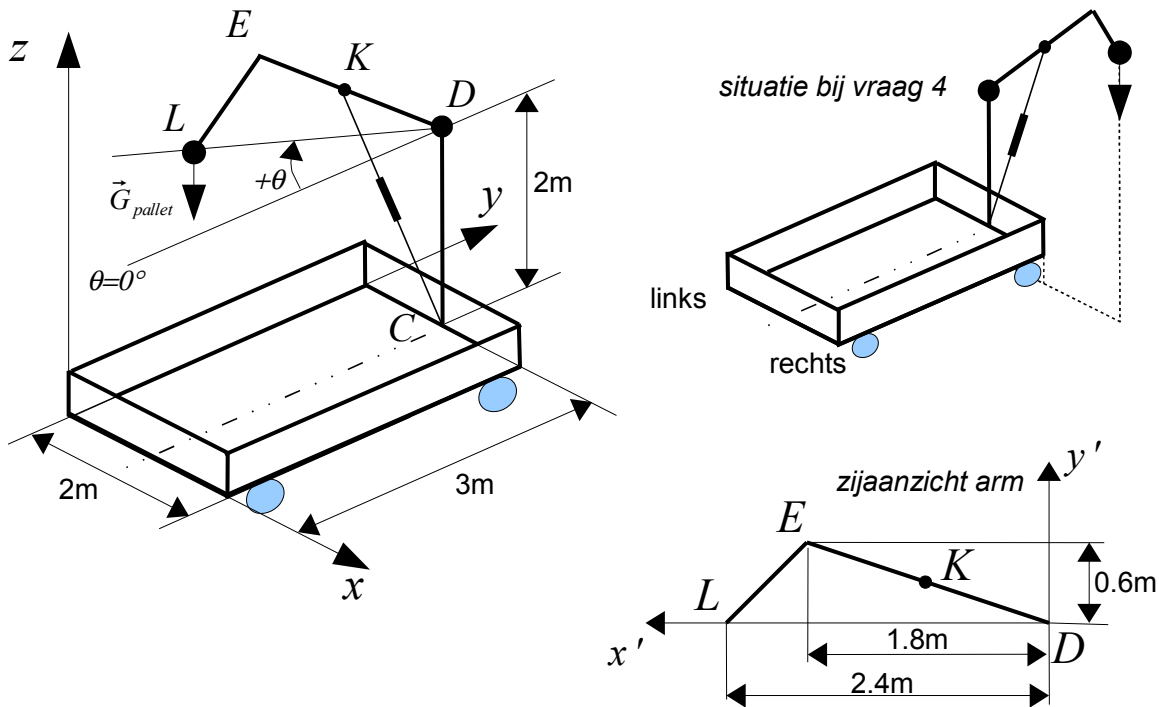
Wat moet er afgegeven worden door de studenten?

- Antwoordblad
- Opgave- en kladbladen



## Opgave I

Vanuit de laadbak van een vrachtwagen worden bouwmaterialen geleverd op een werf. Dit gebeurt met een kraanmechanisme zoals getoond in de figuur. De verticale arm CD is in het punt C zodanig bevestigd aan de voorwand van de laadbak dat de arm kan draaien rond een verticale as. Rotaties rond horizontale assen zijn door de verbinding verhinderd. Punt C is eveneens verhinderd van te bewegen in horizontale en in verticale richting. Via een scharnierverbinding in het punt D kan de kraanarm DEL op en neer bewegen, aangedreven door een uitschuifbare stang CK. De scharnierverbinding in D laat slechts een draaibeweging toe van de arm DEL ten opzichte van de verticale arm CD rond een as, loodrecht op het vlak waarin de kraanarm DEL zich bevindt. De uitschuifbare stang CK heeft een verwaarloosbare massa en is in punt C scharnierend verbonden met de verticale arm CD en in het punt K (gelegen halverwege punt E en punt D) scharnierend verbonden met de kraanarm DEL. De verticale arm heeft een massa van  $120\text{ kg}$  en een zwaartepunt gelegen halverwege C en D. De kraanarm heeft een massa van  $170\text{ kg}$  en een zwaartepunt in het punt met componenten  $(1.2\text{ m}, 0.3\text{ m}, 0\text{ m})$  gemeten in een lokaal assenstelsel  $x'y'z'$  met oorsprong in het punt D. De hoek gemeten tussen de lokale  $x'$ -as en het horizontale vlak wordt voorgesteld door  $\theta$  en kan variëren tussen  $-30^\circ$  en  $+45^\circ$ . Aan het uiteinde van de kraanarm hangt een pallet bakstenen met een massa van  $1300\text{ kg}$ . In de opgave wordt, naast het lokale assenstelsel  $x'y'z'$  ook gebruik gemaakt van een wereldassenstelsel  $xyz$ .



**Vraag 1:** Bereken, voor de stand waarvoor de hoek  $\theta$  gelijk is aan  $0^\circ$  en de kraanarm gelegen is in een vlak evenwijdig met het  $yz$ -vlak de ligging van het zwaartepunt van het geheel van verticale arm en kraanarm in het wereldassenstelsel  $xyz$ . De last hangt hierbij dus niet aan de kraanarm.

(1A)  $\vec{r}_{\text{zwaartepunt}} = 1\text{ m } \vec{e}_x + 2.3\text{ m } \vec{e}_y + 1.8\text{ m } \vec{e}_z$

(1B)  $\vec{r}_{\text{zwaartepunt}} = 2\text{ m } \vec{e}_x + 4.8\text{ m } \vec{e}_y + 3.3\text{ m } \vec{e}_z$

(1C)  $\vec{r}_{\text{zwaartepunt}} = 0\text{ m } \vec{e}_x + 2.3\text{ m } \vec{e}_y + 1.8\text{ m } \vec{e}_z$

(1D)  $\vec{r}_{\text{zwaartepunt}} = 1\text{ m } \vec{e}_x + 2.5\text{ m } \vec{e}_y + 1.5\text{ m } \vec{e}_z$



**Vraag 2:** Bereken, voor de stand waarvoor de hoek  $\theta$  gelijk is aan  $+45^\circ$ , de reactiekracht en het inkeppingsmoment op de verticale as in het punt C (componenten in het wereldassenstelsel). De pallet bakstenen hangt in deze vraag aan de kraanarm.

$$(2A) \vec{R}_C = 16 \text{ kN } \vec{e}_z, \vec{M}_C = -33 \text{ kNm } \vec{e}_x$$

$$(2B) \vec{R}_C = 16 \text{ kN } \vec{e}_z, \vec{M}_C = 23 \text{ kNm } \vec{e}_x$$

$$(2C) \vec{R}_C = 16 \text{ kN } \vec{e}_z, \vec{M}_C = -23 \text{ kNm } \vec{e}_x$$

$$(2D) \vec{R}_C = 16 \text{ kN } \vec{e}_z, \vec{M}_C = 33 \text{ kNm } \vec{e}_x$$

**Vraag 3:** Bereken, voor de stand waarin de hoek  $\theta$  gelijk is aan  $-30^\circ$ , de kracht die door de stang CK geleverd moet worden om de structuur in evenwicht te houden. De pallet bakstenen hangt in deze vraag aan de kraanarm.

$$(3A) \|\vec{R}_K\| = 46 \text{ kN}$$

$$(3B) \|\vec{R}_K\| = 39 \text{ kN}$$

$$(3C) \|\vec{R}_K\| = 79 \text{ kN}$$

$$(3D) \|\vec{R}_K\| = 32 \text{ kN}$$

**Vraag 4:** Beschouw de hoogste stand van de kraanarm, dus met de arm ingesteld onder een hoek  $\theta$  van  $+45^\circ$ . Het vlak waarin de kraanarm gelegen is, staat thans loodrecht op het  $yz$ -vlak zodat de kraanarm klaar is om de last af te leveren op de werf. Bijkomende gegevens zijn de massa van de vrachtwagen ( $3500 \text{ kg}$ ) en de ligging van diens zwaartepunt ( $1.0 \text{ m}$ ,  $1.5 \text{ m}$ ,  $0.3 \text{ m}$ ) in het wereldassenstelsel. De pallet bakstenen hangt in deze vraag aan de kraanarm.

Bereken de som van de reactiekrachten op de twee linkerwielen van de vrachtwagen in deze stand.

$$(4A) \|\vec{R}_{linkerwielen}\| = 51 \text{ kN}$$

$$(4B) \|\vec{R}_{linkerwielen}\| = 28 \text{ kN}$$

$$(4C) \|\vec{R}_{linkerwielen}\| = 14 \text{ kN}$$

$$(4D) \|\vec{R}_{linkerwielen}\| = 37 \text{ kN}$$

**Vraag 5:** Na het lossen van de bouwmaterialen is het schafptijd. De arbeiders willen allemaal samen op het lege pallet dat aan de kraanarm hangt zitten. Beredeneer onder welke van de volgende hoeken,  $0^\circ$ ,  $-30^\circ$  of  $+45^\circ$ , de arbeiders de kraanarm moeten plaatsen opdat ze er met zoveel mogelijk op kunnen zitten zonder dat de vrachtwagen, de verticale arm en de kraanarm met hen eraan zullen omkantelen. Wanneer  $m_{0^\circ}$ ,  $m_{-30^\circ}$  en  $m_{+45^\circ}$  de maximaal toelaatbare totale massa is van de arbeiders op het pallet in de gegeven posities net voor de vrachtwagen zal kantelen, welke van volgende uitspraken is dan correct?

$$(5A) m_{0^\circ} < m_{-30^\circ} < m_{+45^\circ}$$

$$(5B) m_{-30^\circ} < m_{0^\circ} < m_{+45^\circ}$$

$$(5C) m_{+45^\circ} < m_{-30^\circ} < m_{0^\circ}$$

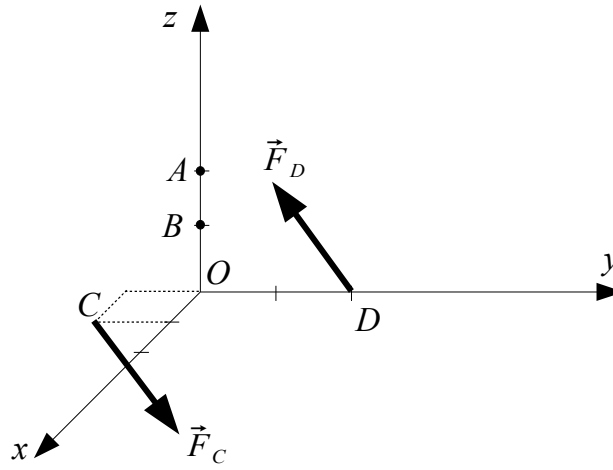
$$(5D) m_{0^\circ} < m_{+45^\circ} < m_{-30^\circ}$$



## Opgave II

**Vraag 6:** Bereken het resulterende moment van de twee krachten  $\vec{F}_C$  en  $\vec{F}_D$  ten opzichte van het punt A en ten opzichte van het punt B. De kracht  $\vec{F}_C$  grijpt aan in punt C en heeft als componenten  $\begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix} N$ , de kracht  $\vec{F}_D$  grijpt aan in punt D en heeft als componenten  $\begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix} N$ . De aangrijpingspunten C en D van de krachten en de componenten van de punten A en B zijn

$$\vec{A} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} m, \vec{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} m, \vec{C} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} m \text{ en } \vec{D} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} m.$$



$$(6A) \vec{M}_A = \begin{pmatrix} -6 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix} Nm, \vec{M}_B = \begin{pmatrix} 6 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} Nm$$

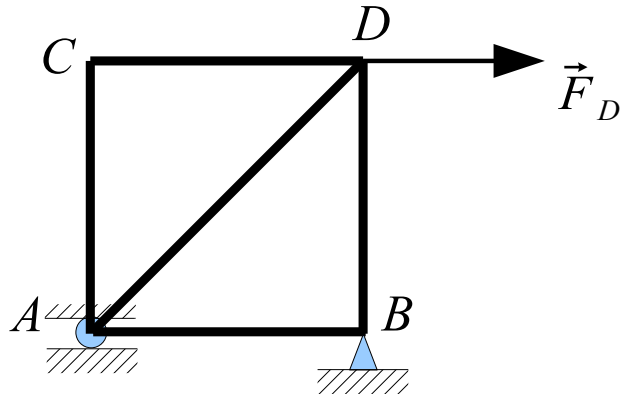
$$(6B) \vec{M}_A = \begin{pmatrix} 6 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} Nm, \vec{M}_B = \begin{pmatrix} -6 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix} Nm$$

$$(6C) \vec{M}_A = \begin{pmatrix} 6 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} Nm, \vec{M}_B = \begin{pmatrix} 6 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} Nm$$

$$(6D) \vec{M}_A = \begin{pmatrix} -6 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix} Nm, \vec{M}_B = \begin{pmatrix} -6 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix} Nm$$

### Opgave III

**Vraag 7:** Het vakwerk ABCD is in het punt A verbonden met de omgeving via een roloplegging op een horizontaal oppervlak, zonder wrijving en is in het punt B scharnierend verbonden met de omgeving. Het vakwerk bestaat uit gewichtloze staven met lengte  $L$  (AB, BD, DC, CA) en  $\sqrt{2}L$  (AD), die allen onderling scharnierend verbonden zijn. In het punt D werkt er op de constructie een horizontale kracht  $\vec{F}_D$  naar rechts, met een grootte  $F_D$ . Hoe groot is de kracht in de staaf BD?



(7A)  $F_D$  (trek)

(7B)  $F_D$  (druk)

(7C)  $\sqrt{2}F_D$  (trek)

(7D)  $\sqrt{2}F_D$  (druk)

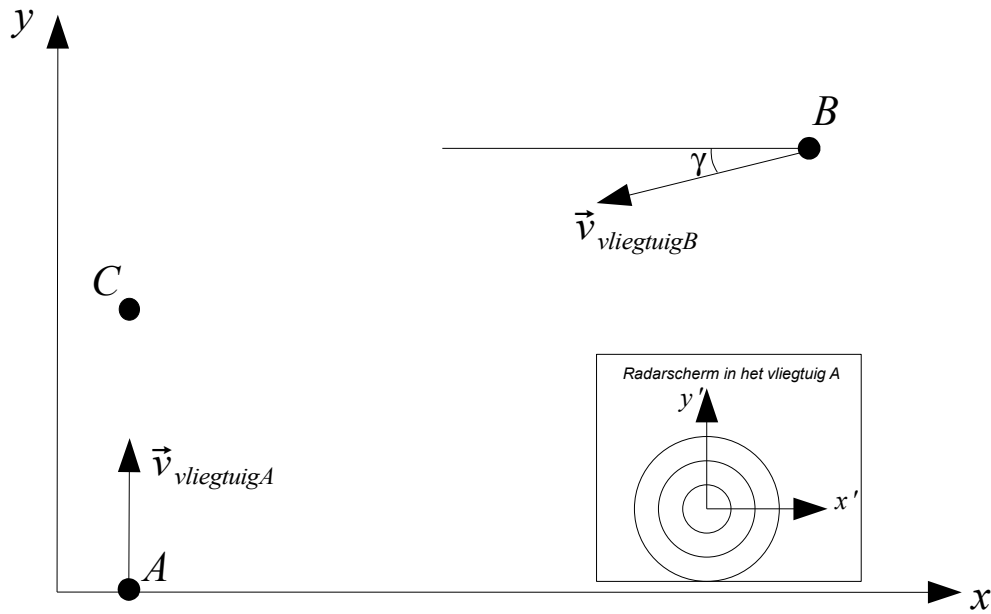


## Opgave IV

Een vliegtuig A vliegt van noord naar zuid met een constante snelheid van  $864 \text{ km/u}$ . Een jachtvliegtuig B vliegt zoals aangegeven in de figuur met een absolute snelheid die een hoek maakt van  $\gamma$  ten opzichte van de oost-west richting. In de getekende stand is de hoek  $\gamma$  positief. Wanneer de snelheidsvector van het jachtvliegtuig boven de oost-west richting uitwijst is de hoek  $\gamma$  negatief. Op een gegeven ogenblik zijn de posities zoals aangegeven in een wereldassenstelsel  $xy$  als volgt:

$$A = \begin{Bmatrix} 1000 \\ 0 \end{Bmatrix} m, B = \begin{Bmatrix} 5000 \\ 6000 \end{Bmatrix} m$$

Het jachtvliegtuig heeft een operationeel snelheidsbereik dat toelaat het vliegtuig A te onderscheppen bij  $25^\circ \leq \gamma \leq 40^\circ$ .



**Vraag 8:** Wat is de maximale snelheid die het jachtvliegtuig kan halen, dus voor  $\gamma = 40^\circ$ ?

- (8A)  $v_{max} = 3125 \text{ km/u}$
- (8B)  $v_{max} = 1344 \text{ km/u}$
- (8C)  $v_{max} = 1316 \text{ km/u}$
- (8D)  $v_{max} = 1707 \text{ km/u}$

**Vraag 9:** Welke snelheidsvector, voorgesteld in een relatief assenstelsel  $x'y'$  ziet de piloot van vliegtuig A op zijn radarscherm, in het geval het jachtvliegtuig de interceptie uitvoert aan maximale snelheid? Het radarscherm geeft de posities en de snelheden van andere objecten in het luchtruim, relatief ten opzichte van het vliegtuig waarin de radar zich bevindt.

- (9A)  $-1307 \text{ km/u } \vec{e}_x - 1961 \text{ km/u } \vec{e}_y$
- (9B)  $-2394 \text{ km/u } \vec{e}_x - 2873 \text{ km/u } \vec{e}_y$
- (9C)  $-1853 \text{ km/u } \vec{e}_x - 1728 \text{ km/u } \vec{e}_y$
- (9D)  $-1007 \text{ km/u } \vec{e}_x - 1710 \text{ km/u } \vec{e}_y$

## Opgave V

**Vraag 10:** Een puntmassa beweegt op een cirkelvormige baan met straal  $R$ , gelegen in een verticaal vlak. Op  $t=0$  s bevindt de puntmassa zich bovenaan de baan. Uit een meting volgt dat de grootte van de snelheid van de puntmassa evolueert als volgt als functie van de tijd:  $v = \sqrt{2t}$  met de snelheid  $v$  in  $m/s$  en de tijd in seconden. De straal van de cirkelbaan is  $3\text{ m}$ . Bereken de normaalversnelling en de tangentiële vernelling van de puntmassa voor  $t=2$  seconden.

$$(10A) \quad \|\vec{a}_t\| = \frac{3}{2} \text{ m/s}^2, \quad \|\vec{a}_n\| = \frac{4}{3} \text{ m/s}^2$$

$$(10B) \quad \|\vec{a}_t\| = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2, \quad \|\vec{a}_n\| = \frac{4}{3} \text{ m/s}^2$$

$$(10C) \quad \|\vec{a}_t\| = \frac{4}{3} \text{ m/s}^2, \quad \|\vec{a}_n\| = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$$

$$(10D) \quad \|\vec{a}_t\| = \frac{4}{3} \text{ m/s}^2, \quad \|\vec{a}_n\| = \frac{3}{2} \text{ m/s}^2$$