

IN DRUKLETTERS: NAAM  .....  
VOORNAAM .....  
STUDIEJAAR .....

1ste examenperiode 2007 - 2008

**EXAMEN CONCEPTUELE NATUURKUNDE MET TECHNISCHE TOEPASSINGEN**

***Deel oefeningen***

***Algemene instructies***

- Naam vooraf rechtsboven op *elk* blad aanbrengen, ook op de kladbladen.
- Examenbladen niet scheiden.
- Antwoorden eerst voorbereiden op de kladbladen en daarna overbrengen op de *antwoordbladen*: voor *onduidelijke* formules, tekst of figuren worden *geen* punten toegekend!
- Geef bij elke bespreking waarin vectoriële grootheden voorkomen een figuur met de vectoren. *Verzorg de figuren*: bv. een rechte lijn wordt *recht* en een vector als een *pijl* getekend!
- Opgaven enkel beantwoorden op het opgavenblad zelf (voor- of achterzijde), maar dus bvb. niet op de achterzijde van de voorgaande opgave.
- Deze kopij bevat zes opgaven en twee kladbladen.
- Reken voor alle opgaven met  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

***Aanvullende instructies voor oefeningen***

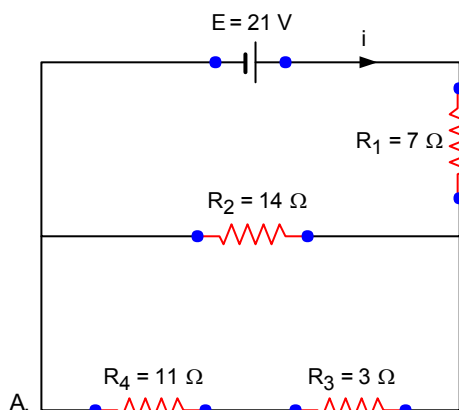
- I) Beschrijf in voldoende mate welke redenering gevolgd werd (of zou kunnen gevolgd worden) en welke principes en wetmatigheden gebruikt werden (of zouden kunnen gebruikt worden) om tot de oplossingen te komen. Geef de betekenis van de door jou ingevoerde symbolen.
- II) Geef niet meteen het eindresultaat, maar geeft ook alle gebruikte tussenresultaten, dus bv. niet  $P = \Delta V^2/R = 90 \text{ W}$ , maar wel  $P = \Delta V^2/R = 30^2/10 = 90 \text{ W}$

**Opgave 1**

a. Onderstaande tabel geeft 4 onafhankelijk situaties voor de schakeling van figuur A. Ieder van de situaties is ontstaan nadat één (!) van de vier weerstanden defect is gegaan. Bij defect bedoelen we dat de weerstand na falen hetzij open hetzij kortgesloten is<sup>1</sup>. De spanning over  $R_1$  noteren we als  $V_1$ , over  $R_2$  als  $V_2$ ,

...

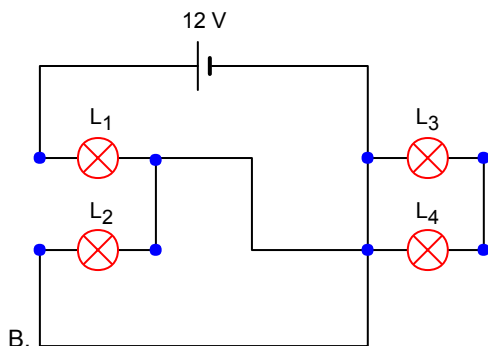
Geef voor ieder van de gevallen één mogelijke diagnose. Verklaar je redenering.



	waarneming	diagnose
1.	$7\ \Omega < R_{\text{tot}} < 10\ \Omega$	
2.	$V_3 = 4.5\ \text{V}$	
3.	$V_4 = 14\ \text{V}$	
4.	$V_1 = 21\ \text{V}$ en $R_2$ niet defect	

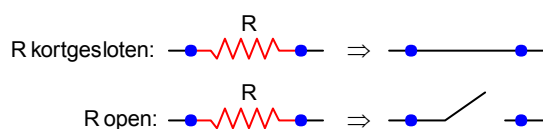
b. De vier lampen in onderstaande schakeling B zijn alle identieke 12V-10W lampen. Vanwege de wijze van schakelen branden ze echter niet alle aan gelijke intensiteit. Geef per lamp het verbruikte vermogen.

Verklaar je berekeningen.

**Oplossing:**

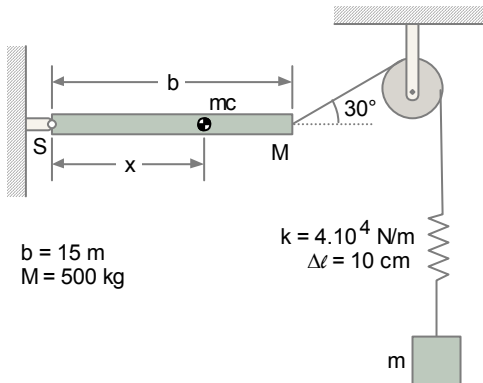
a.  $R_4$  kortgesloten,  $R_1$  kortgesloten,  $R_4$  open,  $R_1$  open

b. Enkel lamp 1 brandt ( $P_1 = 10\ \text{W}$ ), bij de overige lampen staan beide uiteinden op dezelfde potentiaal, d.i. beide uiteinden van  $L_2$ ,  $L_3$  en  $L_4$  zijn verbonden met de minpool van de 12V-voeding.



## Opgave 2

Deze oefening is een variatie op de lastbrug van toepassing T6.8. De brug met massa  $M$  en lengte  $b$  is nu echter niet-homogeen zodat de horizontale positie van het massacentrum niet op de halve lengte ligt,  $x \neq b/2$ . Verder wordt de horizontale evenwichtspositie van de brug gegarandeerd door een goede keuze van het tegengewicht  $m$  dat via een veer-touw-katrolsysteem verbonden is met de brug. De verlenging van de veer t.o.v. haar rustlengte bedraagt 10 cm. Al de andere nodige gegevens voor het oplossen van de oefening vind je op de figuur. Katrolmassa, touwmassa's alsook alle wrijvingseffecten mag je verwaarlozen.



### Gevraagd:

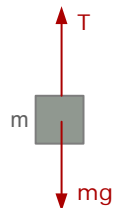
1. de massa  $m$  van het tegengewicht,
2. de positie  $x$  van het massacentrum van de brug,
3. de grootte van de scharnierkracht in  $S$ .

Vul je berekeningen aan met de nodige krachtdiagramma's.

### Oplossing:

1. Krachtenevenwicht toegepast op de massa  $m$  geeft:

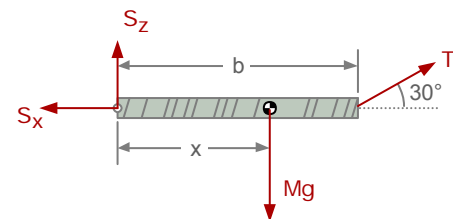
$$T - m g = 0 \quad \text{met } T = k \Delta l \text{ waaruit } m = k \Delta l / g = 40000 \cdot 0.1 / 10 = 400 \text{ kg}$$



2. De touwspanning aan het rechteruiteinde van de brug is nu gekend, zodat er voor de brug nog 3 onbekenden overblijven: grootte en richting van de scharnierkracht in  $S$  en de positie van het  $mc$ . Opschrijven van de rotatievergelijking t.o.v.  $S$  geeft:

$$- x M g + b 4000 \sin 30^\circ = 0$$

$$\text{waaruit } x = b 4000 \sin 30^\circ / M g = 15 \cdot 4000 \cdot 0.5 / 5000 = 6 \text{ m}$$



3. Krachtenevenwicht opgeschreven voor de brug geeft dan tenslotte de krachtcomponenten in  $S$ :

$$\text{horizontaal: } -S_x + 4000 \cos 30^\circ = 0 \quad \text{waaruit } S_x = 3464 \text{ N}$$

$$\text{verticaal: } S_z - M g + 4000 \sin 30^\circ = 0 \quad \text{waaruit } S_y = 3000 \text{ N}$$

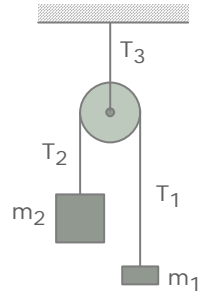
$$\text{zodat } S = \sqrt{(S_x^2 + S_z^2)} = 4582.6 \text{ N}$$

**Opgave 3**

Twee massa's  $m_1$  en  $m_2$ , met  $m_1 = 1$  kg en  $m_2 = 2$  kg, worden via een katrolsysteem opgehangen aan het plafond (zie figuur). Katrolmassa, touwmassa's alsook alle wrijvingseffecten mag je verwaarlozen.

Beoordeel + bewijs formulematig volgende uitspraken:

- a.  $T_1$  is t.o.v.  $T_2$  ... (groter / kleiner / gelijk)
- b.  $T_1$  is t.o.v.  $m_1 g$  ... (groter / kleiner / gelijk)
- c. het massacentrum van  $(m_1 + m_2)$  versnelt ... (naar boven / naar beneden / niet)
- d.  $T_3$  is t.o.v.  $(m_1 + m_2) g$  ... (groter / kleiner / gelijk)
- e.  $T_3$  is t.o.v.  $T_1 + T_2$  ... (groter / kleiner / gelijk)



**Oplossing:**

- a. De rotatievergelijking opgeschreven voor de katrol (t.o.v. katrolcentrum), geeft:

$$R T_2 - R T_1 = I_{\text{katrol}} \alpha = 0 \quad (I_{\text{katrol}} = 0 \text{ wegens } m_{\text{katrol}} = 0)$$

$$\Rightarrow T_1 = T_2$$

- b. Newton opschrijven voor de massa's  $m_1$  en  $m_2$  geeft:

$$T - m_1 g = m_1 a \quad \text{en} \quad T - m_2 g = -m_2 a$$

$$\Rightarrow T = 2 m_1 m_2 g / (m_1 + m_2) = 13.33 \text{ N}$$

$$\Rightarrow T > m_1 g$$

- c. Het massacentrum versnelt naar beneden,  $m_2$  daalt nl. net zoveel als  $m_1$  stijgt. De versnelling van het mc volgt uit Newton toegepast op het stelsel  $m_1 + m_2$  (zie vgl. [4.5]):

$$2 T - m_1 g - m_2 g = -(m_1 + m_2) a_{\text{mc}}$$

$$\Rightarrow a_{\text{mc}} = -1.11 \text{ m/s}^2$$

- d. Neem terug het krachtdiagram van oplossing a, dan volgt dat:

$$T_3 - 2 T = 0$$

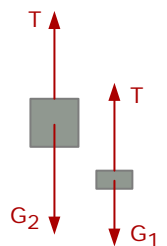
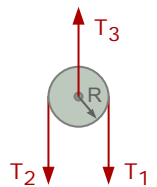
$$\Rightarrow T_3 = 2 T = 26.66 \text{ N} < (m_1 + m_2) g$$

Dit is logisch gezien het mc naar beneden versnelt. Bijvoorbeeld in het limietgeval dat  $m_1 = 0$  en  $m_2$  (en dus ook het mc) een neerwaartse versnelling  $g$  krijgt, is  $T_3 = 0$ .

- e. Newton opschrijven voor de massaloze katrol geeft (krachtdiagram van oplossing a):

$$T_3 - 2 T = 0$$

$$\Rightarrow T_3 = 2 T$$



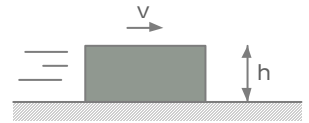
NAAM  .....

### Opgave 4

Een (homogene) blok glijdt als gevolg van een duw over een horizontaal vlak. De wrijving tussen blok en ondergrond zorgt dat het blok uiteindelijk tot stilstand komt.

Het krachtdiagram voor het glijdende blok is gekend:

- het gewicht  $\vec{G}$  verticaal naar beneden,
- de steunkracht  $\vec{N}$  verticaal naar boven met  $|\vec{G}| = |\vec{N}|$ ,
- de wrijvingskracht  $\vec{W}$  tegengesteld gericht aan de bewegingszin en aangrijpend ter hoogte van het scheidingsvlak tussen blok en ondergrond.

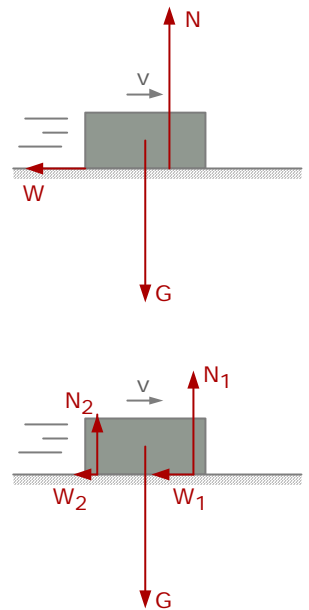


Tot hertoe niets nieuws, maar kijk eens naar het krachtmoment van  $\vec{W}$  t.o.v. het massacentrum  $m_c$  van het blok. De krachttarm  $h/2$  is verschillend van nul en dus levert  $\vec{W}$  een netto krachtmoment t.o.v. het massacentrum. Nochtans roteert het blok niet rond  $m_c$  (het blok voert een zuivere translatiebeweging uit).

**Gevraagd:** Geef een goed onderbouwde verklaring voor deze (schijnbare) contradictie.  
(verwaarloos luchtweerstand)

#### Oplossing:

Het blok roteert zeker niet rond het massacentrum zodat er geen netto inwerkend krachtmoment kan zijn. Het krachtmoment  $hW/2$  uitgeoefend door de wrijvingskracht moet dus gecompenseerd worden door het krachtmoment van hetzij de gravitatiekracht, hetzij de steunkracht. De gravitatiekracht valt meteen weg als mogelijke kandidaat gezien ze aangrijpt in het massacentrum (en dus t.o.v.  $m_c$  geen moment kan leveren). De logische conclusie is dus dat de steunkracht het tegenwerkend krachtmoment levert. Dit kan enkel indien het aangrijpingspunt van  $N$  niet onder het  $m_c$  ligt maar opgeschoven is naar de voorzijde van het blok (cfr. rollende wrijving), zie nevenstaande figuren. De onderste figuur is een wat gesofisticeerder model waarbij de wrijvings- en de steunkracht verdeeld zijn weergegeven.



### Opgave 5

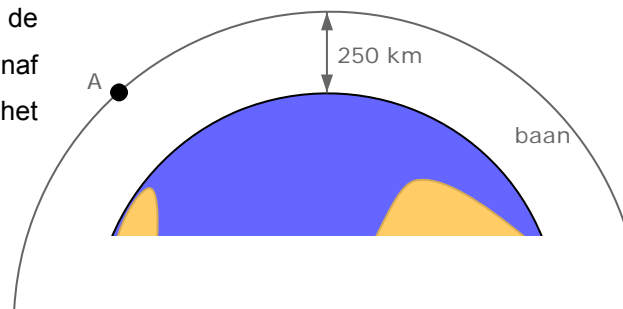
Nevenstaande figuur toont de (zwevende) crew van de Space Shuttle Columbia, genomen tijdens hun vlucht rond de aarde. Ga uit van een cirkelvormige baan op een hoogte van 250 km boven het aardoppervlak. Beoordeel + verklaar voor deze gegevens de volgende uitspraken:



1. De g-waarde in de Space Shuttle is:

- a. veel kleiner dan g
- b. in de orde van g
- c. veel groter dan g

2. Stel dat het mogelijk is om met een tovertrucje de g-waarde die de Space Shuttle ondervindt plots volledig op nul te brengen (bv. vanaf punt A wordt  $g = 0$ ). Wat verandert er dan aan de baan van het ruimtetuig. Verklaar + maak een schets.



#### Oplossing:

1. Uit de uitdrukking voor de algemene gravitatiewet volgt dat de grootte van de gravitatieversnelling op een hoogte  $h = 250$  km boven het aardoppervlak gegeven wordt door:

$$g = G m_A / (R_A + h)^2 = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} / (6400 \cdot 10^3 + 250 \cdot 10^3)^2 = 9.05 \text{ m/s}^2$$

Dit is dus in de orde van g.

2. Het feit dat de baan gekromd is, geeft duidelijk aan dat het ruimteschip krachtwerking ondervindt. Indien vanaf punt a deze krachtwerking wegvalt betekent dit dat de snelheid (als vector) constant blijft: d.i. constant in grootte, richting en zin. De baan gaat dus vanaf punt A over in rechte (raaklijn in A).

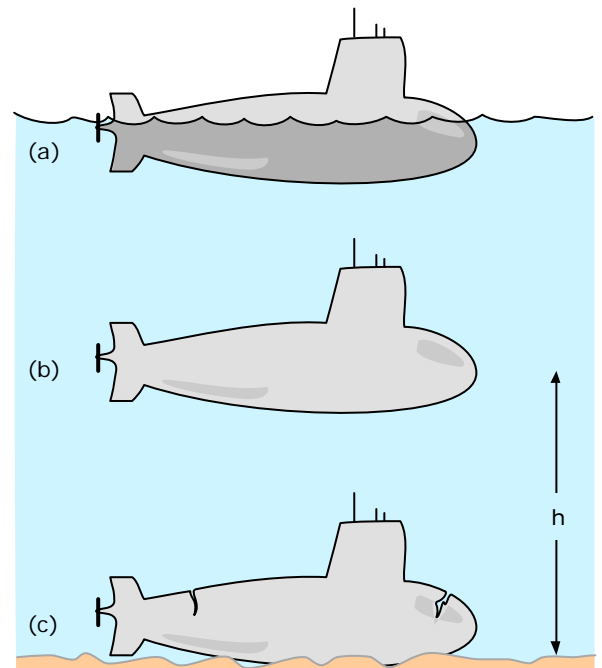
**Opgave 6**

Nevenstaande situatie (a) toont een drijvende duikboot.

In situatie (b) heeft de duikboot een hoeveelheid water in haar ballasttanken opgenomen waardoor ze stabiel op een diepte  $h$  blijft zweven.

In situatie (c) is de duikboot gezonken. Het volgelopen wrak ligt nu op de bodem van de oceaan.

Rangschik + verklaar voor de drie situaties de grootte van de opwaartse stuwkracht (= Archimedeskracht).

**Oplossing:**

Bij een drijvende duikboot, d.i. situatie (a), is de opwaartse stuwkracht even groot als het gewicht van de duikboot. Bij de ondergedompelde duikboot op diepte  $h$ , situatie (b), is het gewicht echter groter (t.g.v. ingenomen balast) zodat de opwaartse stuwkracht hier het grootst is. Bij de derde situatie, het gezonken wrak, zijn er twee opwaarts gerichte krachten: de Archimedeskracht en de steunkracht  $N$ . De Archimedeskracht is hier dus kleiner dan het gewicht van de duikboot.

De ordening is dan ook:  $F_{\text{arch,(b)}} > F_{\text{arch,(a)}} > F_{\text{arch,(c)}}$