

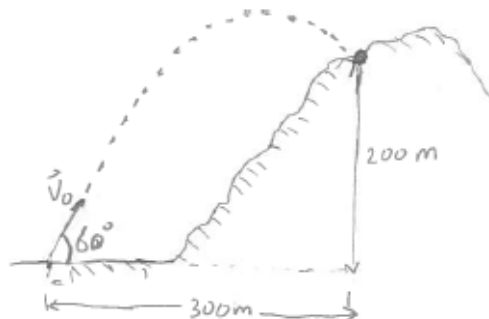
# Tentamen Wis- en Natuurkunde 1 (SK-BWSNK1)

## (deel Natuurkunde)

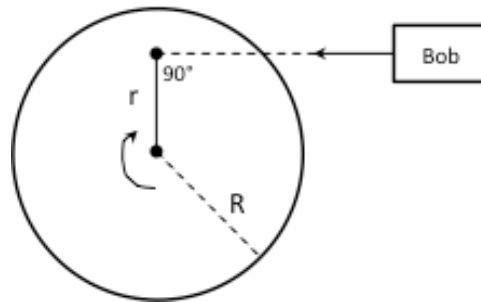
5 november 2015

- De tijd voor deze toets is 2 uur.
  - Smartphones zijn niet toegestaan.
  - In verband met parallel nakijken: begin bij opgave 3 en 5 op een apart, nieuw vel papier.
  - Schrijf op elk vel dat je inlevert je naam en studentnummer.
  - Laat bij elke opgave duidelijk zien hoe je aan het antwoord komt.
  - De puntentelling staat bij elke opgave tussen vierkante haken (totaal 100).
  - Gegeven: de zwaartekrachtsversnelling  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .
  - Veel succes!
1. Een massa van 250 g zit vast aan een veer, en oscilleert rond het evenwichtspunt met een frequentie van  $10 \text{ s}^{-1}$ . De maximale snelheid die de massa bereikt is 9,0 m/s.
    - a. [7] Wat is de veerconstante ?
    - b. [5] Wat is de amplitude van de trilling ?
    - c. [5] Wat is de maximale versnelling en waar wordt die bereikt ?
  2. [18] Anne en Bob zitten beide op hun eigen sleetje en glijden in dezelfde richting over een wrijvingsloze sneeuwvlakte, met Anne voorop. De sleetjes wegen ieder 15 kg, Bob weegt 85 kg en Anne weegt 65 kg. Anne beweegt met een snelheid van 2,0 m/s, Bob met 3,0 m/s en ze dreigen dus te botsen. Bob heeft een bal van 8,0 kg bij zich en probeert te voorkomen dat hij op Anne botst door deze bal met een snelheid van 7,0 m/s (t.o.v. de grond) naar Anne te gooien, die de bal opvangt. Lukt het om een botsing te voorkomen ?

--- begin op een nieuw vel papier! ---
  3. Een pakketje van 5,0 kg wordt met een katapult een berghelling opgeschoten, onder een hoek van  $60^\circ$ . Het doel ligt 300 m horizontaal en 200 m verticaal verwijderd van het startpunt. Het pakketje beschijft een kogelbaan (zie onderstaand plaatje).
    - a. [10] Wat was grootte van de startsnelheid ?
    - b. [5] De katapult heeft een veerconstante van 140 kN/m. Hoe ver moet hij uitgerekt worden om de startsnelheid te halen ? Als het je niet gelukt is om een snelheid te berekenen bij (a) mag je hier rekenen met een snelheid van 40 m/s
    - c. [10] Is er enig moment in de baan van het projectiel waar de versnelling en de snelheid van het pakketje loodrecht op elkaar staan ? en parallel ? Licht je antwoord toe.



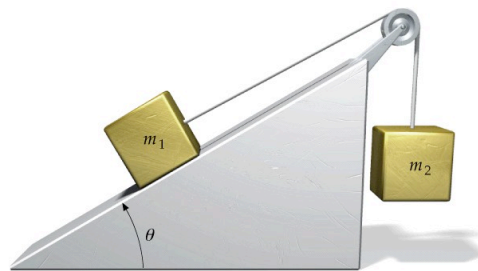
4. [20] Bob (85 kg) springt op draaischijf met een massa van 150 kg en een straal van 2,0 m die draait met 18 omwentelingen per minuut. Bob springt op de schijf in een richting die tegengesteld is aan de tangentiële snelheid van de schijf op het punt waar hij landt (zie het plaatje hieronder). Om op de schijf te springen neemt Bob een aanloop waarin hij vanuit stilstand gedurende 4,0 s versnelt met  $1,25 \text{ m/s}^2$ . Op welke afstand  $r$  van het draaipunt moet Bob op de schijf springen om de schijf gelijk tot stilstand te laten komen? Het traagheidsmoment van een schijf is  $\frac{1}{2}MR^2$ .



--- begin op een nieuw vel papier! ---

5. Twee blokken en zijn met elkaar verbonden via een touw dat over een katrol loopt (zie onderstaande figuur). Massa-effecten van touw en katrol mag je verwaarlozen. Blok 1 heeft een massa  $m_1$  en blok 2 een massa  $m_2$  (met  $m_1 > m_2$ ). Blok 1 ligt op een helling waarvan het oppervlak een statische wrijvingsconstante heeft van  $\mu_s$ .
- [10] Leg uit dat er twee mogelijke waarden zijn voor de hellingshoek  $\Theta$  waarbij blok 1 nog net niet gaat bewegen. Teken de krachtenplaatjes.
  - [10] Laat zien dat voor de grootste van de twee hoeken uit vraag (a) de volgende formule kan worden afgeleid:

$$\sin\Theta - \mu_s \cos\Theta = \frac{m_2}{m_1}$$



# Formuleblad Natuurkunde 1

## mechanica

voor translatie:

snelheid  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

versnelling  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$

bij constante  $a$   $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$   
 $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$   
 $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$

kracht  $\vec{F}$

impuls  $\vec{p} = m\vec{v}$

Newton  $\vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

arbeid  $W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}$

kinetische energie  $K = \frac{1}{2}mv^2$

potentiële energie  $\Delta U = - \int_{P_2}^{P_1} \vec{F} \cdot d\vec{r}$

$\vec{F} = -\text{grad } U$

potentiële energie veer  $U = \frac{1}{2}kx^2$

vermogen  $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$

krachtstoot  $\vec{J} = \Delta\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t) dt$

massamiddelpunt  $\vec{r}_{\text{cm}} = \sum m_i \vec{r}_i / \sum m_i$   
 $M\vec{r}_{\text{cm}} = \int \vec{r} dm$

kinetische wrijving  $f_k = \mu_k n$

statische wrijving  $f_s \leq \mu_s n$

voor rotatie:

hoeksnelheid  $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

hoekversnelling  $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

bij constante  $\alpha$   $\omega = \omega_0 + \alpha t$   
 $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$   
 $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$

centripetale versnelling  $a_{\text{rad}} = v^2/r = \omega^2 r$

tangentiële snelheid  $v = r\omega$

tangentiële versnelling  $a_{\text{tan}} = r\alpha$

krachtmoment  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

impulsmoment  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

$\vec{L} = I\vec{\omega}$  (rond symm.-as)

“Newton voor rotatie”  $\vec{\tau} = I\vec{\alpha} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

$W = \int_{\Theta_1}^{\Theta_2} \tau d\Theta$

$K = \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Delta U = - \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau d\theta$

$P = \frac{dW}{dt} = \tau\omega$

$\Delta\vec{L} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{\tau} dt$

traagheidsmoment  $I = \sum r_i^2 m_i$   
 $I = \int r^2 dm$

parallele assenstelling  $I = I_{\text{cm}} + Md^2$

## trillingen

|                      |                                 |                      |                         |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------|
| harmonische trilling | $x = A \cos(\omega t + \delta)$ | totale energie       | $E = \frac{1}{2} k A^2$ |
| (hoek)frequentie     | $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$      |                      |                         |
| periode              | $\omega = \sqrt{k/m}$           | (massa aan veer)     |                         |
|                      | $\omega = \sqrt{g/L}$           | (eenvoudige slinger) |                         |
|                      | $\omega = \sqrt{mgd/I}$         | (fysische slinger)   |                         |
|                      | $\omega = \sqrt{\kappa/I}$      | (torsieslinter)      |                         |

## wiskundig

|                     |                                                                                                                                          |                                                         |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| gradiënt            | $\text{grad } U = \frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k}$ |                                                         |
| inprodukt           | $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = AB \cos \theta$                                                                   |                                                         |
| uitprodukt          | $\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \hat{n}$                                                                                        | ( $\hat{n}$ staat loodrecht op $\vec{a}$ en $\vec{b}$ ) |
| Taylorbenaderingen: | $\sin x = x - \frac{1}{6}x^3 + \dots$                                                                                                    | ( $x \ll 1$ )                                           |
|                     | $\cos x = 1 - \frac{1}{2}x^2 + \dots$                                                                                                    | ( $x \ll 1$ )                                           |
| binomiaalformule    | $(1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)}{2!}x^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}x^3 + \dots$                                                            |                                                         |
| cirkel              | omtrek = $2\pi R$                                                                                                                        | oppervlak = $\pi R^2$                                   |
| bol                 | oppervlak = $4\pi R^2$                                                                                                                   | volume = $4\pi R^3/3$                                   |