

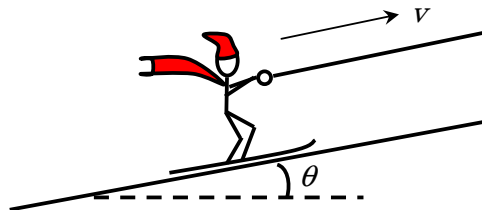
Tentamen Wis- en Natuurkunde 1 (SK-BWSNK1)
(deel Natuurkunde)
9 november 2017

- De tijd voor deze toets is 3 uur.
- In verband met parallel nakijken: begin bij opgave 3 en 5 op een 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 wagentje van 1500 kg rijdt een ritje door een achtbaan. Het start vanuit rust op een hoogte $H = 23.0 \text{ m}$ boven de onderkant van een looping. De cirkelvormige looping heeft een diameter van 15.0 m. Neem aan dat de achtbaan wrijvingsloos is.



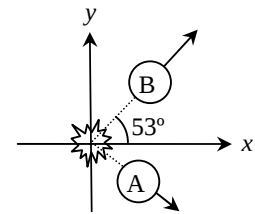
- (a) [10] Met welke snelheid rijdt het wagentje door de bovenkant van de looping?
- (b) [10] Hoe groot is op dat moment de kracht die de achtbaan uitoefent op het wagentje?
2. Een skiër met massa 65 kg laat zich door een sleeplift een besneeuwde helling optrekken met een constante snelheid van $v = 3.0 \text{ m/s}$. De hellingshoek bedraagt $\theta = 25^\circ$. De kabel van de sleeplift loopt parallel aan de helling. Zie het plaatje. De kinetische wrijvingscoëfficiënt tussen de ski's en de sneeuw is 0.05.



- (a) [10] Bereken de normaalkracht tussen de skiër en de sneeuw.
- (b) [10] Bereken de spankracht in de kabel.
- (c) [10] Hoe groot is het door de spankracht geleverde vermogen?

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

3. Een molekuul A met massa 44 u ($1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$) staat stil in het door ons gekozen assenstelsel. Dan botst molekuul B met massa 28 u tegen molekuul A met een snelheid van 130 m/s in de x -richting. Na de botsing beweegt B met een snelheid van 65 m/s onder een hoek van 53° ten opzichte van zijn eerdere richting. In het plaatje rechts is de situatie kort na de botsing afgebeeld.



- (a) [10] Bepaal de snelheid (een vector!) van molekuul A na de botsing.
 (b) [5] Is de botsing elastisch of inelastisch? Leg uit.

4. Een steen met onbekende massa m hangt aan een massaloos touw dat om een katrol met massa $M = 10 \text{ kg}$ en straal $R = 0.15 \text{ m}$ gewikkeld is. Vanuit rust valt de steen met constante versnelling een afstand van 1.2 m omlaag in een tijd van 1.4 s . De katrol gaat hierdoor roteren. Voor het traagheidsmoment van de katrol geldt de formule $I = \frac{1}{2}MR^2$. De situatie is hiernaast geschetst.



- (a) [5] Bereken de versnelling van de steen tijdens zijn val.
 (b) [5] Bereken de hoekversnelling van de katrol tijdens de val.
 (c) [5] Hoe groot is de spankracht in het touw?
 (d) [5] Hoe groot is de massa van de steen?

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

5. Een blok van 3.0 kg wordt opgehangen aan een veer. Vervolgens wordt het blok 10 cm omlaag getrokken en dan losgelaten, waardoor het in trilling komt. Uit een meting blijkt dat de frequentie van de trilling 0.38 Hz is.
- (a) [5] Hoe groot is de veerconstante van de veer?
 (b) [5] Hoeveel tijd na het loslaten gaat het blok voor het eerst door de evenwichtspositie?
 (c) [5] Bereken de maximale snelheid die het blok tijdens de trilling bereikt.

Formuleblad Natuurkunde 1

mechanica

	voor translatie:		voor rotatie:
snelheid	$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$	hoeksnelheid	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$
versnelling	$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$	hoekversnelling	$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$
bij <u>constante</u> a	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	bij <u>constante</u> α	$\omega = \omega_0 + \alpha t$ $\theta = \theta_0 + \omega_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$
		centripetale versnelling	$a_{rad} = v^2/r = \omega^2 r$
		tangentiële snelheid	$v = r\omega$
		tangentiële versnelling	$a_{tan} = r\alpha$
kracht	$\vec{F}$	krachtmoment	$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
impuls	$\vec{p} = m\vec{v}$	impulsmoment	$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
			$\vec{L} = I\vec{\omega}$ (rond symm.-as)
Newton	$\vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$	“Newton voor rotatie”	$\vec{\tau} = I\vec{\alpha} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
arbeid	$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}$		$W = \int_{\Theta_1}^{\Theta_2} \tau d\Theta$
kinetische energie	$K = \frac{1}{2}mv^2$		$K = \frac{1}{2}I\omega^2$
potentiële energie	$\Delta U = - \int_{P_2}^{P_1} \vec{F} \cdot d\vec{r}$		$\Delta U = - \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau d\theta$
	$\vec{F} = -\text{grad } U$		
potentiële energie veer	$U = \frac{1}{2}kx^2$		
vermogen	$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$		$P = \frac{dW}{dt} = \tau\omega$
krachtschoot	$\vec{J} = \Delta\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t) dt$		$\Delta\vec{L} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{\tau} dt$
massamiddelpunt	$\vec{r}_{cm} = \sum m_i \vec{r}_i / \sum m_i$ $M\vec{r}_{cm} = \int \vec{r} dm$	traagheidsmoment	$I = \sum r_i^2 m_i$ $I = \int r^2 dm$
		parallele assenstelling	$I = I_{cm} + Md^2$
kinetische wrijving	$f_k = \mu_k n$		
statische wrijving	$f_s \leq \mu_s n$		

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)	
	$\omega = \sqrt{\kappa/I}$	(torsieslinger)	

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 = πR^2
bol	oppervlak = $4\pi R^2$	volume = $4\pi R^3/3$