

TENTAMEN Mechanica en Relativiteitstheorie (TN1612WI)

Datum: 5 juli 2013

Tijd: 14.00-17.00 uur

Maak elke opgave op een *apart vel*.

Schrijf op elk vel duidelijk naam en studienummer.

Kijk goed in onderstaande tabel welke opgaven je dient te maken.

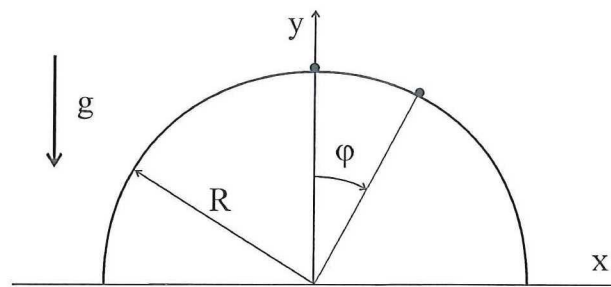
	opgaven
tweede deeltentamen	3+4+5
geheel tentamen	1+2+3+4

De uitdrukking voor de snelheid in poolcoördinaten is $\vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta$.

De uitdrukking voor de versnelling in poolcoördinaten is $\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{e}_r + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{e}_\theta$.

Opgave 1:

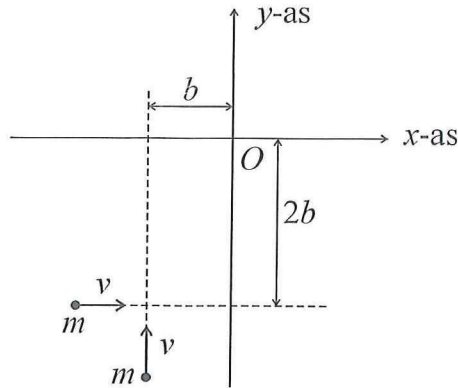
Een deeltje met massa m bevindt zich bovenop een cilinder met straal R , zoals aangegeven in de schets. Op een gegeven moment ($t=0$) gaat het deeltje onder invloed van de zwaartekracht vanuit rust langs de cilinder wand te bewegen. Het deeltje beweegt wrijvingsloos. De positie van het deeltje op een willekeurig tijdstip kan worden vastgelegd met de hoek φ . De gravitatieversnelling wordt aangeduid met g .



- Welke krachten werken er op het deeltje?
- Geef een uitdrukking voor de x - en y -coördinaten van het deeltje als functie van hoek φ .
- Geef een uitdrukking voor de potentiële energie en de kinetische energie van het deeltje.
- Op een gegeven moment zal het deeltje het contact met de cilinderwand verliezen. Wat betekent dit in termen van krachten op het deeltje? Bereken de waarde van φ waarbij het deeltje het contact met de cilinderwand verliest.
- Bereken de snelheid waarmee het deeltje de grond (de x -as) raakt.

Opgave 2:

Twee deeltjes (elk met massa m) gaan met elkaar botsen. De ene massa heeft een snelheid v in de positieve x -richting, de andere massa een snelheid v in de positieve y -richting. De deeltjes zullen botsen in het punt $(-b, -2b)$. De botsing is volkomen inelastisch.



- Bereken de snelheid van de deeltjes (of het deeltje) na de botsing.
- Bepaal de snelheid van het massamiddelpunt van het stelsel zowel voor als na de botsing. Hoe verandert deze snelheid? Licht het antwoord kort toe.
- Bepaal het totale impulsmoment van het stelsel voor de botsing t.o.v. de oorsprong ($x=0, y=0$). Hoe groot zal het impulsmoment na de botsing zijn? Beargumenteer het antwoord.

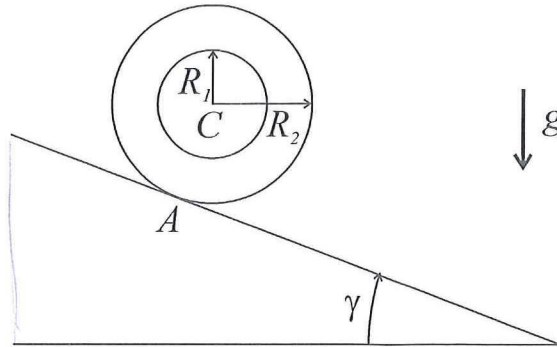
Opgave 3:

Stelsel S' beweegt met een constante snelheid $V/c = 4/5$ t.o.v. S . De beide stelsels hebben de x - en x' -as parallel. Op $t=0$ bevinden de oorsprongen van beide stelsels zich in hetzelfde punt en wordt de klok van S' ook op nul gezet. In stelsel S vindt op tijdstip $t_1 = L/c$ een ontploffing plaats op locatie $(x, y, z) = (2L, 0, 0)$. Dit is event $E1$.

- Geef de coördinaten van $E1$ in S' .
- Op tijdstip t_2 neemt de waarnemer W , die zich in de oorsprong van S bevindt, de lichtflits die bij de ontploffing is ontstaan waar; dit is event $E2$. Bepaal t_2 . Bepaal tevens waar en wanneer $E2$ volgens de waarnemer W' , die zich in de oorsprong van S' bevindt, gebeurt.
- Gebeurtenis $E3$ is het waarnemen van de lichtflits door W' . Bepaal wat W' noteert voor de tijd en plaats van $E3$. Bepaal tevens wat W hiervoor noteert.
- Toon aan dat de lengte van de viervector gevormd door de gebeurtenissen $E2$ - $E3$ voor beide waarnemers hetzelfde is.

Opgave 4:

Een “band” met massa m heeft een binnendiameter $2R_1$ en buitendiameter $2R_2$. De band rolt (zonder te slippen) van een hellend vlak met hellingshoek γ , zie onderstaande figuur. Het punt A is het raakpunt van de band met het hellend vlak. De valversnelling wordt aangeduid met g .



- Bereken het traagheidsmoment van de band ten opzichte van een as door het massamiddelpunt C (en loodrecht op het vlak van de tekening).
- Hoe groot is het traagheidsmoment van de band ten opzichte van de as door het raakpunt A?
- Welke krachten werken er op de schijf? Geef deze krachten aan in een schets.
- Bereken de grootte van de versnelling van het massamiddelpunt C van de band.
- Als de band vanuit rust wordt losgelaten, hoe groot is dan de snelheid van het massamiddelpunt C als het punt C zich 1 m langs de baan verplaatst heeft?

Opgave 5:

In het stelsel S wordt een stilstaand puntdeeltje (massa m) getroffen door een foton, dat over de x -as beweegt. Het foton heeft frequentie f . Na de botsing beweegt de puntmassa met snelheid $v > 0$ over de x -as en is er weer precies 1 foton.

- Toon aan dat de puntmassa en het foton niet alle twee in de positieve x -richting kunnen bewegen.
- Het foton dat tijdens de botsing is ontstaan, beweegt in de negatieve x -richting. Bepaal de snelheid van de puntmassa.