

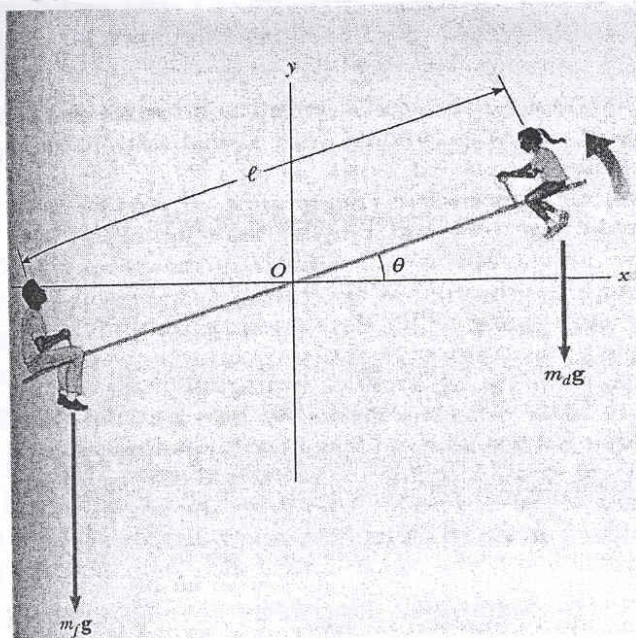
TENTAMEN NATUURKUNDE 1 voor NW&I

28 januari 2005

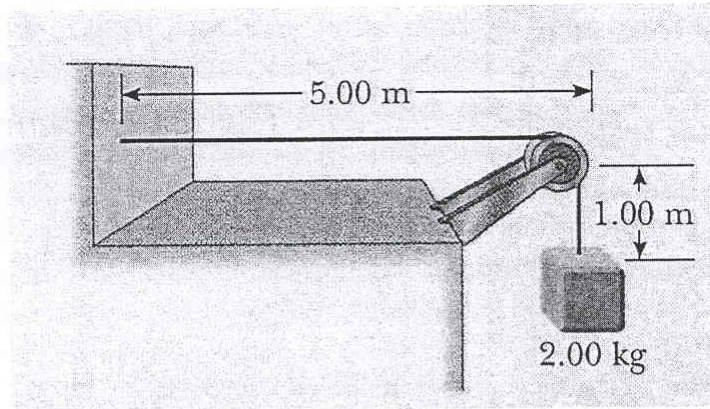
Opmerkingen vooraf:

- * Zet je naam en studentnummer boven je werk.
- * Er is een formuleblad bijgevoegd.
- * Beredeneer je antwoorden en vergeet de eenheden niet.
- * De puntentelling staat steeds tussen vierkante haakjes.

1. Een vader met een massa van m_f en zijn dochter, massa m_d , zitten op een wip zoals in de figuur weergegeven, even ver verwijderd van het draaipunt. We beschouwen de wip als een starre staaf met massa M en lengte l en verwaarlozen wrijving. Op een gegeven moment roteert de wip in een verticaal vlak met een hoeksnelheid ω .
 - a. Bepaal het traagheidsmoment de wip (dus een staaf) om een rotatie-as die door het midden van de staaf gaat en loodrecht op het rotatievlak staat. Indien je geen antwoord vindt, neem dan voor b en c aan dat dit gegeven wordt door: Ml^2 . [10]
 - b. Geef een uitdrukking voor de grootte van het impulsmoment van het systeem van wip, vader en dochter. [5]
 - c. Geef een uitdrukking voor de grootte van de hoekversnelling wanneer de wip een hoek θ maakt met de horizontaal (zie figuur). [10]
 - d. Hoe groot is de afstand d die de vader van het draaipunt af moet gaan zitten, om de hoekversnelling gelijk aan nul te maken? [5]



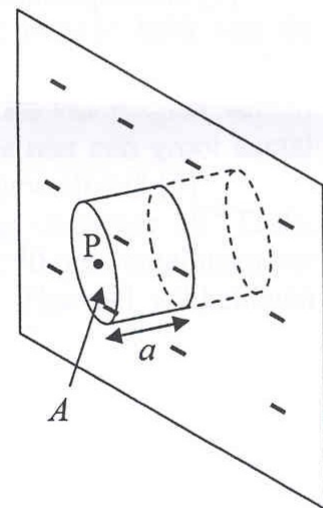
2. Een uniform koord met een massa van 3.0 g en een lengte van 6.00 m hangt over een katrol zoals in de figuur is weergegeven. Aan het koord hangt een massa van 2.00 kg.



- a. Wat is de golfsnelheid van een puls die langs het koord loopt. [5]
 We laten het blok nu heen en weer slingeren met een maximale uitwijking van 20° t.o.v. de verticaal.
- b. Welke range van golfsnelheden zullen nu tijdens de slingerbeweging worden bereikt in het horizontale gedeelte van het koord? [10]

3. **Een statisch geladen televisiescherm**

Een televisiescherm kan beschouwd worden als een zeer groot isolerend plat vlak. Het bouwt vaak een statische lading op doordat een aantal elektronen uit de kathodestraalbuis gevangen wordt op het oppervlak van het scherm. Deze lading is uniform verdeeld over het scherm met oppervlakteladingsdichtheid $\sigma = 2.50 \text{ nC/m}^2$. We beschouwen nu een punt P op een afstand $a = 10.0 \text{ cm}$ van het scherm. Om het elektrische veld in P te berekenen kiezen we een cilindervormig Gauss-oppervlakje loodrecht op het televisiescherm, zodanig dat dit door het scherm in tweeën wordt gedeeld, en het punt P op een zijvlak ervan ligt. Dit zijvlak heeft een oppervlak ter grootte van $A = 20.0 \text{ cm}^2$. De situatie is geschetst in de figuur hiernaast.



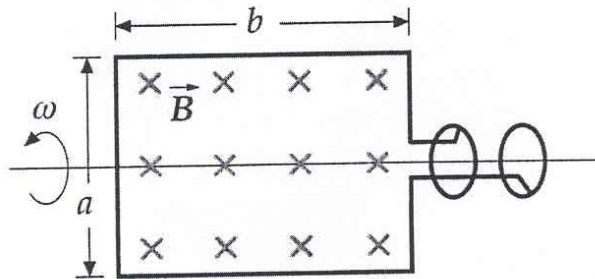
- a. Wat is de richting van het elektrische veld in P? [5]
 b. Hoe groot is de elektrische flux door de cilindermantel? [5]
 c. Pas de wet van Gauss toe op de cilinder en bereken daarmee de elektrische veldsterkte in punt P. [10]
 d. Schets een grafiek van de elektrische veldsterkte als functie van de afstand tot het scherm. [5]

Een elektron (met lading $-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ en massa $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$) beweegt recht naar het scherm toe en bereikt met een zekere snelheid punt P.

- e. Welke snelheid moet het elektron in P minimaal hebben om het scherm nog te kunnen bereiken? (Als je het antwoord op vraag c niet weet, neem dan voor de elektrische veldsterkte in P de waarde 100 N/C .) [5]

4. Een wisselspanningsgenerator

De onderstaande figuur laat een bovenaanzicht zien van een eenvoudig soort wisselspanningsgenerator. Deze bestaat uit een rechthoekig draadraam met zijden van lengte $a=1$ cm en $b=2$ cm, dat geplaatst wordt in een magnetisch veld \vec{B} . Op tijdstip $t=0$ staat het draadraam loodrecht op de magnetische veldlijnen. Vervolgens wordt het draadraam aan het roteren gebracht met een hoeksnelheid ω . Aan de contactpunten van het draadraam ontstaat daardoor een geïnduceerde wisselspanning, eveneens met hoekfrequentie ω . (Aan deze contactpunten zitten cirkelvormige ringetjes zodat hier tijdens het draaien contact kan worden gemaakt met bijvoorbeeld een voltmeter.)



- Leg uit of toon aan dat de magnetische flux door het draadraam op tijdstip t gegeven wordt door de formule $\Phi_B = Bab \cos \omega t$. [5]
- Leid hieruit een formule af voor de spanning die ontstaat aan de contactpunten. [5]
- Verklaar in woorden waarom de inductiespanning tijdens de tweede helft van de periode tegengesteld is aan die tijdens de eerste helft. [5]
- Tot circa 1960 werd deze opstelling ook wel gebruikt om de sterkte van magneetvelden te meten. In plaats van een draadraam werd echter een spoeltje met een groot aantal wikkelingen gebruikt. Waarom wordt de methode hierdoor veel gevoeliger? [5]
- Stel dat we het aardmagnetisch veld, dat een sterkte heeft van ongeveer 10^{-4} Tesla, willen meten met zo'n draaiend spoeltje. Het spoeltje draait met 50 omwentelingen per seconde, en onze voltmeter heeft een gevoeligheid van 1 mV. Hoeveel wikkelingen moet het spoeltje dan minimaal hebben? [5]