

Examen Algemene natuurkunde I

Bachelor wiskunde, fysica en TWIN

24 januari 2025

Vraag 1: theorie (30 pt)

- (a) Geef de definitie voor het traagheidsmoment.
- (b) Beschrijf in eigen woorden de betekenis van het woord traagheidsmoment.
- (c) Geef de stelling van Steiner en bewijs.
- (d) Gegeven is een homogene schijf van straal R en massa M met een rotatieas door het massacentrum en loodrecht op het oppervlak. Bepaal het traagheidsmoment van de schijf.
- (e) Beschouw nu diezelfde schijf, maar met een gat in geboord van straal R_1 en middelpunt op een afstand d van onze oorspronkelijke schijf. Bereken ook van deze nieuwe schijf het traagheidsmoment.

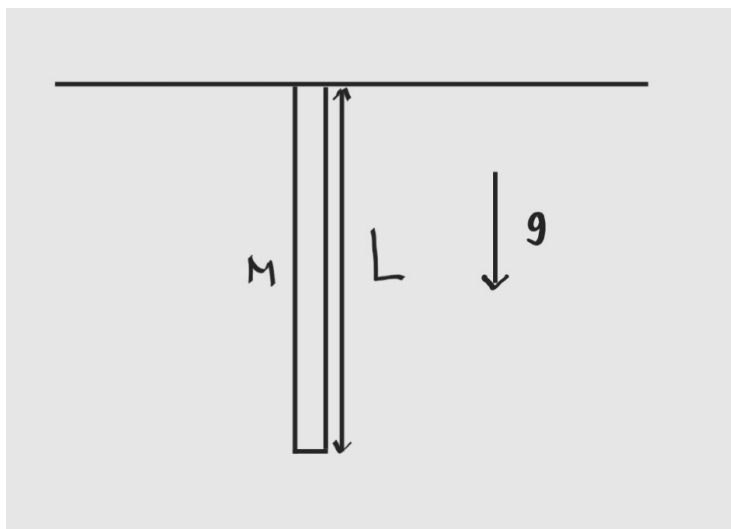
Vraag 2 (20 pt)

Een touw hangt aan het plafond, met lengte L en massa M . De dichtheid hangt af van de hoogte z , met

$$\lambda(z) = \lambda_0 \sin\left(\frac{\pi z}{L}\right)$$

met λ_0 een constante. De dikte van het touw mag verwaarloosd worden.

- a) Bepaal λ_0 .
- b) Bepaal de spankracht onderaan in het touw (met $z = 0$ bovenaan).
- c) Bepaal de spankracht als functie van z met $z = 0$ bovenaan.



Figuur 1: illustratie bij vraag 2.

Vraag 3 (25 pt)

Twee blokken hangen aan een veer waarbij het eerste blok op tafel staat met de veer er verticaal boven waarop het tweede blok staat. Het eerste blok heeft massa M en het tweede massa m . De rustlengte van de veer is $8a$. Als het systeem in rust staat dan is de lengte van de veer $7a$. Nu wordt het bovenste blok naar beneden geduwd tot dat de lengte van de veer de helft van de rustlengte is.

- Maak twee schetsen (evenwichtspositie (1) en tweede situatie (2)) waarbij je alle relevante grootheden aangeeft. De blokken mogen als puntmassa's beschouwd worden.
- Bepaal de veerconstante.
- Bepaal $x(t)$ door gebruik te maken van de hint. *Hint:* Maak gebruik van het feit dat de algemene oplossing van een differentiaalvergelijking van de vorm

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

van de vorm

$$x(t) = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

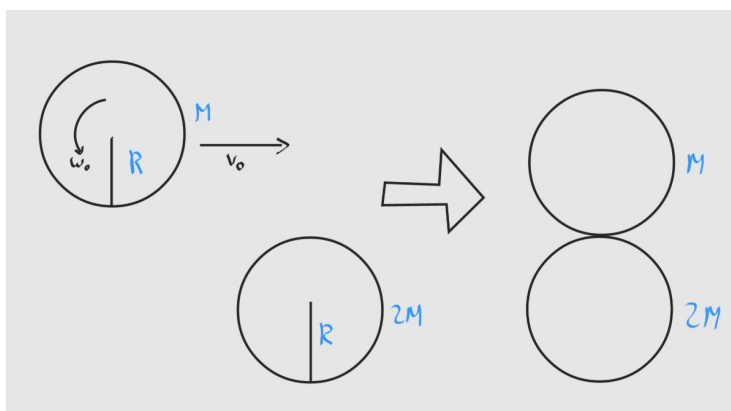
is, met A en B constanten. Denk goed na over de initiële condities die horen bij dit systeem.

- Toon aan dat het onderste blok enkel van de grond komt als $M < 2m$.
- Stel nu $M = \frac{3}{2}m$, bepaal het tijdstip waarop het tweede blok van de grond komt.

Vraag 4 (25 pt)

Twee schijven liggen op wrijvingsloze tafel. De eerste heeft massa M en de tweede $2M$. De eerste draait rond met hoeksnelheid ω_0 en heeft lineaire snelheid v_0 . De eerste schijf botst door een tangentele aanraking (= kort contact) met de andere schijf. Op dat moment plakken ze direct aan elkaar en draaien samen rond als één object.

- a) Wat is de lineaire snelheid van de gecombineerde schijven?
- b) Wat is de hoeksnelheid van de gecombineerde schijven?
- c) Bij welke ω_0 draaien de gecombineerde schijven niet rond?
- d) Hoeveel mechanische energie gaat er verloren? Neem aan dat de gecombineerde schijven niet roteren, bepaal dit in functie van v_0 en M .



Figuur 2: illustratie bij vraag 4.