

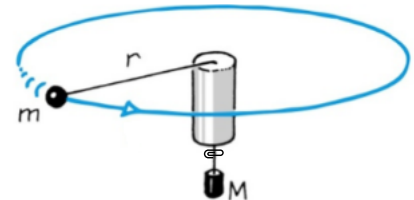
Practicum Ronddraaiende stop

Cirkelbeweging

Algemene beschrijving

Omschrijving

Een ronddraaiende stop met massa m beschrijft een cirkelbaan met straal r , zie hiernaast. Leerlingen onderzoeken de relatie tussen de kracht in het touw en de snelheid waarmee de stop ronddraait (en laten alle overige grootheden constant). De kracht in het touw kun je aanpassen door massa M te veranderen. De snelheid waarmee je de stop moet ronddraaien om r constant te houden zal daardoor veranderen. Je kunt de constante r handig controleren door een paperclip aan het touw tussen de pvc-buis en M te bevestigen.



Leerdoelen inhoud

- Cirkelbeweging met constante baansnelheid analyseren waarin de spankracht (of een component daarvan) de rol heeft van middelpuntzoekende kracht.
- Het bepalen van de richting en het tekenen van de middelpuntzoekende kracht, snelheid en middelpuntzoekende versnelling.
- Begrippenlijst: F_{mpz} , F_z , T , $v = \frac{2\pi r}{T}$, a_{mpz} , cirkelbeweging

Leerdoelen vaardigheid

- Praktische vaardigheden
 - De leerling meet nauwkeurig met liniaal en stopwatch
- Natuurkundige vaardigheden
 - De leerling: Ontwerpt een experiment en denk daarbij na over afhankelijke en onafhankelijke variabelen
 - Ontwerpt observatie- en meetprocedures voor elke variabele
 - Transformeert resultaten in tabellen en grafieken
 - De leerling denkt heen-en-weer tussen aspecten van het verschijnsel (ronddraaiende stop) en natuurkundige begrippen en grootheden.

Voorkennis

- Omlooptijd, baanstraal, baansnelheid ($v = \frac{2\pi r}{T}$)
- De middelpuntzoekende kracht kan geleverd worden door verschillende krachten
- Vectoren worden als pijl getekend met een lengte, richting en aangrijpingspunt
- Zowel krachten, snelheden als versnellingen zijn vectoren.

Benodigdheden

- PVC-buisje
- Massastukjes

Docentenhandleiding

- Stop
- Paperclip
- Stopwatch
- Meetlint

Klassikale introductie van het practicum

- De docent laat de opstelling zien en doet voor hoe de stop rondgedraaid moet worden. Wijst op enkele variabelen en poneert de onderzoeksvraag mondeling of via een powerpoint slide of een werkblad (zie leerlingversie).
- De formule voor de middelpuntzoekende kracht wordt nog niet met de leerlingen gedeeld. Wanneer de leerlingen al wel op de hoogte zijn van deze formule controleren ze met dit practicum of het verband tussen de middelpuntzoekende kracht en de snelheid inderdaad kwadratisch is.
- Laat leerlingen nadenken welke grootheden ze tijdens het practicum constant moeten houden en hoe ze dit gaan doen.

Aanrommelfase leerlingen

- Geef leerlingen een paar minuten om het ‘apparaat’ uit te proberen en te verkennen en zich een beeld te vormen van de situatie en de variabelen daarin.

Ontwerp leerlingen

Meting leerlingen

- De massa aan de onderzijde van het koord mag niet te klein zijn. Dan is het namelijk lastig om de stop rond te laten draaien.
- Je kunt de straal redelijk goed constant houden wanneer je een paperclip aan het touw *nét* onder de PVC-buis bevestigt.
- De paperclip mag tijdens het draaien van de stop de PVC-buis niet raken.

Korte klassikale aanwijzingen

- Ondanks dat F_{mpz} de onafhankelijke en v de afhankelijke grootheid is, willen we F_{mpz} op de verticale en v op de horizontale as. Na coördinatentransformatie wordt dit: F_{mpz} op de verticale en v^2 op de horizontale as. Dit wordt, vóórdat de leerlingen aan het practicum beginnen, met de klas gecommuniceerd.
- Geef halverwege een klassikaal voorschrift als je merkt dat groepjes leerlingen onhandig bezig zijn en geen werkbare data krijgen, bijvoorbeeld doordat ze r niet constant houden.
- Bij het bepalen van een verband tussen twee grootheden is het niet verstandig om een scheurlijn te gebruiken.

Verdere uitwerking leerlingen

- Tijdens het rondlopen kun je leerlingen attenderen op het effect van het niet perfect horizontaal laten draaien van de stop. Zijn de leerlingen zich hier van bewust? Welk effect heeft dit op het uiteindelijke resultaat?

Klassikale nabespreking

- Geef leerlingen eerst de opdracht om naar elkaars borden te kijken. Welke verschillen zie je? Welke overeenkomsten zie je?

Docentenhandleiding

- Op welke manier hebben jullie de constante grootheden constant gehouden?
- Welk verband is er tussen F_{mpz} en v ? Hoe kun je dat zien aan de waarden in de tabel? Hoe kun je dit zien aan de vorm van de grafiek?
- Kunnen we aannemen dat de gemeten zwaartekracht gelijk is aan de middelpuntzoekende kracht? Als dit niet zo is, welk effect heeft dit dan op het gevonden verband?
- Vraag leerlingen naar h oe ze de omlooptijd hebben gemeten. Is het nauwkeuriger om 10T te meten en dat te delen door 10? Of meten we de 1T 10x?
- In welke richting staan de gevraagde vectoren? Vraag leerlingen die deze vectoren niet goed hebben getekend waarom ze voor d ie richting hebben gekozen. Vraag leerlingen die deze vectoren wel goed hebben getekend, waarom ze voor deze richting hebben gekozen.
- Er zijn waarschijnlijk leerlingen die wel een scheurlijn gebruiken. Zij zullen waarschijnlijk een lineair verband vinden.
- Tenslotte de vraag ‘wat heb je geleerd’ over natuurkunde (inhoudelijk) en over experimenteel onderzoek doen (vaardigheden).

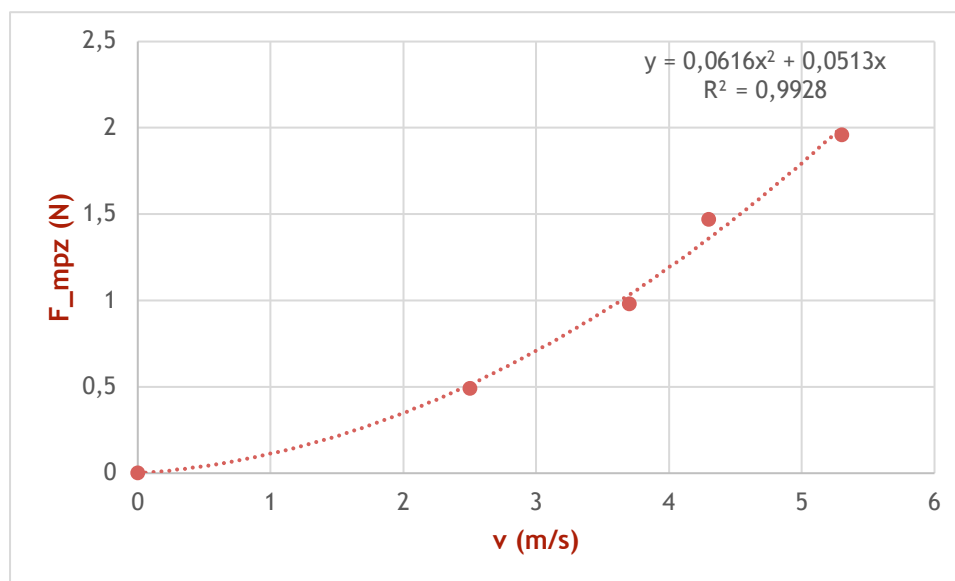
Organisatie

- Benodigde tijd: 80 minuten (introductie, uitvoering, verwerking, discussie, W1 werkblad)
- Leerlingen werken in groepjes van drie en geven een overzicht van hun ontwerp en resultaten op een whiteboard
- Elke leerling krijgt zijn eigen kleur stift zodat naderhand duidelijk is welke leerling w at heeft opgeschreven.
- Klassikale bespreking met whiteboards.
- Leerlingen zijn bij dit practicum eerst wat aan het aanrommelen. Ze moeten handigheid krijgen in het goed laten ronddraaien van de stop.
- Het kringgesprek vindt plaatst in een kring. De leerlingen staan achter hun bord.
- Na dit practicum maken de leerlingen W1.

Voorbeeld resultaten

Voorbeeld van hoe de resultaten van leerlingen eruit kunnen zien.

| v (m/s) | F_{mpz} |
|-----------|-----------|
| 0 | 0 |
| 2,5 | 0,49 |
| 3,7 | 0,98 |
| 4,3 | 1,47 |
| 5,3 | 1,96 |



Docentenhandleiding

In een tekening: De middelpuntzoekende kracht en de middelpuntzoekende versnelling staan naar het midden van de cirkelbaan gericht. De snelheidsvector raakt de cirkelbaan.