

Leerlingexperimenten

HANDLEIDING **MECHANICA** P9160-4B



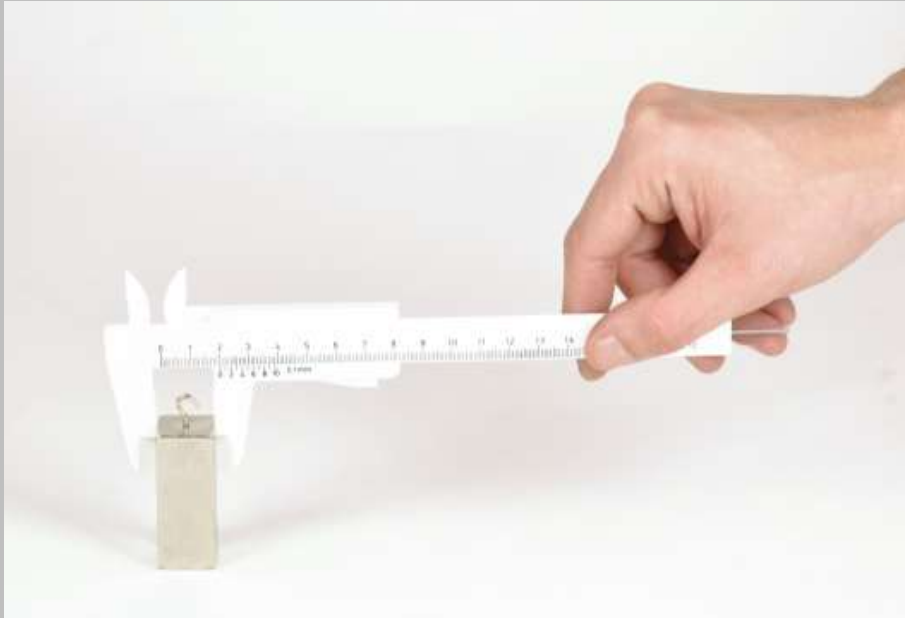
INHOUDSOPGAVE

1. METEN VAN NATUURKUNDIGE GROOTHEDEN.....	3
1.1. Lengte meten door middel van rolmaat en schuifmaat	3
1.2. Volume van vaste stoffen en vloeistoffen	5
1.2.1. Volume van gassen	7
1.3. Tijdmeter	9
1.4. Massa en eenheden van massa.....	11
1.5. Dichtheid van vaste voorwerpen	13
1.6. Dichtheid van vloeistoffen.....	15
1.6.1. Bepalen van dichtheid van vloeistoffen (U-buis-methode)	17
2. KRACHTEN.....	19
2.1. Kracht en gewicht	19
2.2. Meten van krachten	21
2.3. Uitrekking van een veer – Wet van Hooke	23
2.4. Richting van de kracht; zwaartepunt	25
2.5. Samenstellen van krachten - parallelogrammethode	27
2.5.1. Samenstellen van drie krachten	29
2.6. Hellend vlak	31
2.7. Ontbinden van krachten op een hellend vlak	34
2.8. Wrijvingskracht	36
2.8.1. Bepalen van de wrijvingscoëfficiënt.....	39
3. EENVOUDIGE MACHINES	42
3.1. Hefboom met twee armen	42
3.2. Model van een balans	44
3.3. Eenarmige hefboom	46
3.4. Eenvoudige vaste katrol	48
3.5. Losse katrol	50
3.6. Blok en enkele katrol	52
3.7. Blok en combinatie van katrollen	54
3.8. Mechanische arbeid	56
3.9. Arbeid op het hellend vlak	58
3.10. Stabiliteit	60
3.11. Kantelpunten.....	62
4. HYDROSTATICA	64
4.1. Communicerende vaten	64
4.2. Effecten van luchtdruk	66
4.3. Opwaartse kracht.....	68
4.4. Wet van Archimedes.....	70
4.5. Draagvermogen van een schip.....	72
4.6. Model van een hydrometer	74
4.7. Hydrostatische druk	76
4.8. Capillaire werking	78

1. METEN VAN NATUURKUNDIGE GROOTHEDEN

1.1. LENGTE METEN DOOR MIDDEL VAN ROLMAAT EN SCHUIFMAAT

Gebruikte kit:
P9901-4B Mechanica 1



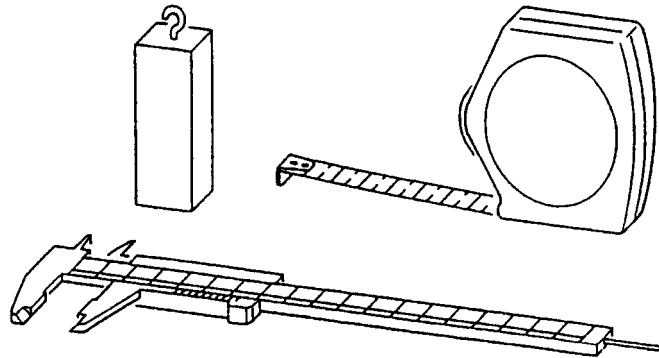
Materiaal:
1x Rolmaat, L = 300 cm
1x Schuifmaat, plastic
1x Aluminium blok, 50x20x20 mm

Aanvullende benodigdheden:
1x Blad papier

We proberen thuis te raken met de meetnauwkeurigheid van de rolmaat en de schuifmaat.

Experiment 1:

We meten de randen van een vel A4 papier door middel van een rolmaat en we berekenen de oppervlakte van het vel. De meetnauwkeurigheid van de rolmaat is 1 mm. Probeer daarna de gemiddelde lengte van de leerlingen van de groep te bepalen door middel van de rolmaat. We meten de lengte van alle groepsleden. Vervolgens tellen we de resultaten bij elkaar op en tenslotte delen we dit getal door het aantal gemeten lengtes.



Experiment 2:

We bepalen de grootte van het aluminium blokje door middel van de schuifmaat. De meetnauwkeurigheid van de schuifmaat is 0,1 mm.

Het volume van het blokje kan berekend worden door middel van de gemeten resultaten.

Conclusie:

Lengte metingen kunnen met een nauwkeurigheid van 0,1 mm verricht worden met behulp van een schuifmaat. We kunnen oppervlakken en volumes van regelmatige voorwerpen berekenen door hun afmetingen vast te stellen.

Tip: Met een micrometer kunnen we nog preciezere metingen doen.

1.2. VOLUME VAN VASTE STOFFEN EN VLOEISTOFFEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Rolmaat, L = 300 cm
1x Houder voor massaschijven, 10g
4x Massaschijf, 50 g
1x Aluminium blok, 50x20x20 mm
1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
1x Bekerglas, plastic, 100 mL
1x Maatcilinder, plastic, 100 mL
1x Schaar

Met dit experiment laten we zien hoe we de volumes van vloeistoffen en voorwerpen met onregelmatige vormen kunnen meten.

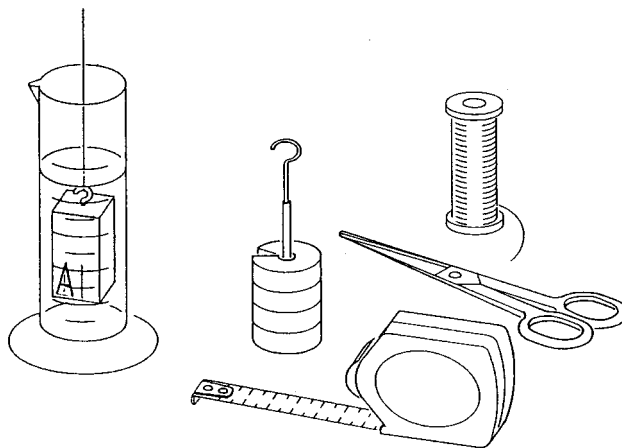
Experiment 1:

We meten het volume van een vloeistof (water). We vullen de maatcilinder met water. Giet precies 20 mL in de maatcilinder, voeg er dan 78 mL, en tenslotte 100 mm aan toe. Oefen het uitlezen van deze volumes.

Zodat je volumes water netjes en exact kunt aflezen.

100 mL is gelijk aan 100 cm³.

We gooien het water terug in de beker.



Experiment 2:

We meten de zijden van een aluminium blokje door middel van de schuifmaat. We berekenen het volume door de lengte, breedte en hoogte met elkaar te vermenigvuldigen ($V = l \cdot b \cdot h$).

Het volume van het blok is: cm³.

Experiment 3:

Dan meten we nu het volume van het aluminium blokje door middel van de waterverplaatsing ervan. We vullen de maatcilinder met water tot aan de markering van 70 mL. We maken het aluminium blokje vast aan een stukje draad en dompelen het onder in de maatcilinder. Het waterpeil in de maatcilinder stijgt. We lezen het toegenomen volume af van de meetschaal van de maatcilinder. De toename van het volume houdt verband met de waterverplaatsing van het blokje.

Het aluminium blokje het waterpeil naar 90 mL verplaatst.

Het volume van het blokje is daarom 20 cm³.

Het resultaat moet gelijk zijn aan de berekende hoeveelheid volume, behoudens een kleine afwijking door meetonnauwkeurigheid.

Experiment 4:

We meten het volume van een vast voorwerp door middel van zijn waterverplaatsing. Maar nu gebruiken we een onregelmatig gevormd voorwerp. We vullen de maatcilinder opnieuw met 70 mL water. We binden de houder voor de massaschijven vast aan een draad. We bevestigen 4 gewichten met gleuven van 50 g op de hanger. Dan dompelen we dit voorwerp volledig in de maatcilinder. We lezen het toegenomen volume af en kunnen op deze wijze het volume van het voorwerp bepalen (vergeet niet de 70 mL beginhoeveelheid water van de totale hoeveelheid af te trekken!).

Het volume van het onregelmatig gevormde voorwerp is ongeveer 26 cm³.

Conclusie:

We kunnen het volume van voorwerpen met onregelmatige vorm vaststellen door de hoeveelheid verplaatst water te bepalen.

1.2.1.VOLUME VAN GASSEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht

1x Slang, plastic, 100 cm

1x Maatcilinder, plastic, 100 mL

1x Schaar

Aanvullende benodigdheden:

1x Ballon

1x Water

1x Plastic bak

We gaan kijken naar de mogelijkheid om het volume van gassen te meten. We meten een volume van lucht.

Voorbereiding:

We schuiven de ballon over het ene einde van de PVC-pijp (van ongeveer 45 cm lang) en zetten hem vast met een elastiek. We vullen de PVC-pijp met water tot ongeveer 2 cm onder zijn rand. We vullen de maatscilinder volledig met water. We dichten de buis met de hand en houden hem in het water met de opening aan de onderzijde, zoals op het plaatje. Als de opening van het glas zich onder het oppervlak bevindt, halen we onze hand van de opening af. Het water mag niet uit het glas wegstromen.

Een tweede groepslid blaast de ballon een beetje op en houdt de opening dicht met zijn hand.

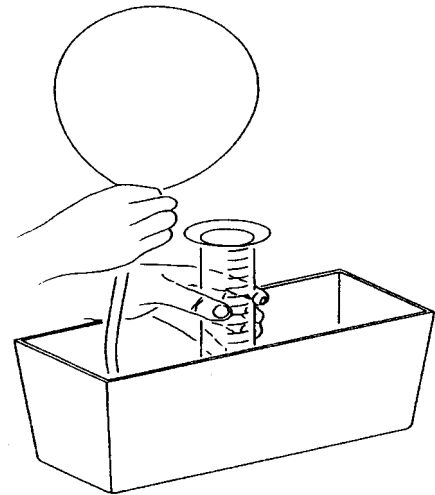
Experiment:

We houden het vrije uiteinde van de PVC-pijp in de maatscilinder. We laten de opening van de ballon heel even los. Er stroomt een beetje lucht van de ballon in de maatscilinder, hetgeen het water verplaatst in de maatscilinder.

We kunnen de hoeveelheid van het verplaatste water aflezen. Het volume van het verplaatste water is gelijk aan het volume van de lucht die in het glas gestroomd is. Zodoende kunnen we het volume van de lucht aflezen van de maatscilinder.

Conclusie:

We kunnen het volume van gassen meten met de verplaatsing van water.



1.3. TIJDMETEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Rolmaat, L = 300 cm

1x Houder voor massaschijven, 10g

2x Massaschijf, 50 g

1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht

1x Statiefstang, 300 mm

1x Tafelklem

2x Kopstuk, universeel

1x Draagpin

1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

1x Schaar

Aanbevolen uitbreiding:

1x Stopwatch

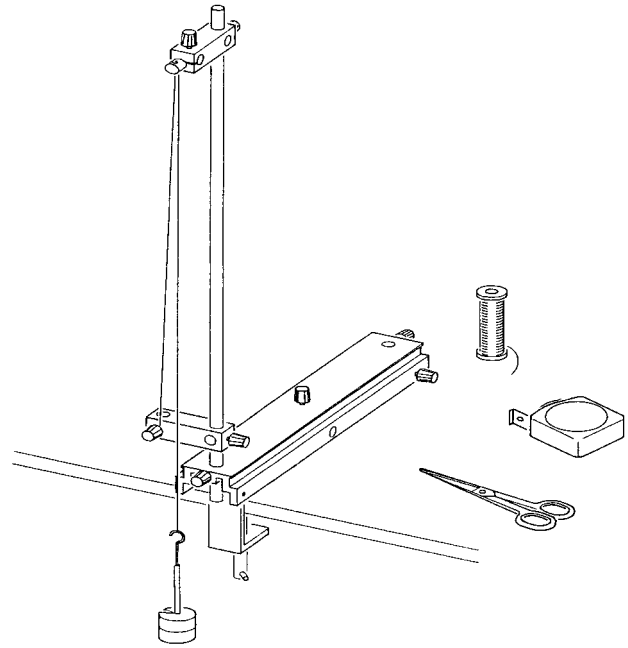


We laten een eenvoudige methode zien om de tijd te meten.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. De tafelklem met de statiefstang maken we vast aan de rand van de tafel. We klemmen de staaf in de statiefrail. We maken een van de universele kopstukken vast aan de staaf dicht bij de statiefrail. We maken het tweede universele kopstuk, met daaraan vastgeklemd de draagpin, vast aan het bovenste stuk van de staaf. Het onderste universele kopstuk maken we vast parallel aan de tafelrand; het bovenste universele kopstuk wijst naar voren.

Maak een lus aan elk uiteinde van een draad van 130 cm lang. Het ene eind zetten we vast met de schroef van het onderste universele kopstuk. We leggen de draad over de draagpin heen. Het uiteinde van de draad hangt naar beneden. We hangen de houder voor de massaschijven, met 2 gewichten van 50 g, in de tweede lus van de draad.



We passen de lengte van de slinger, van de draagpin tot aan het midden van de gewichten met gleuven, aan tot precies 99,5 cm, door het onderste universele kopstuk naar boven of beneden te schuiven.

Experiment 1:

We zetten de slinger in beweging. Hij zou parallel aan de tafelrand moeten slingeren. De uitwijking mag niet meer dan 10 cm zijn. Als de slinger stopt aan de ene zijde (het omkeerpunt), starten we de stopwatch (of we onthouden de plaats van de secondewijzer van een polshorloge). Na precies 20 halve slingerbewegingen (10 volle slingerbewegingen, 1 volle slingerbeweging heen en weer van de slinger) stoppen we de stopwatch (of we lezen de tijd weer af van de secondewijzer van het polshorloge).

Duur van 20 halve slingerbewegingen: s.

Duur van 1 halve slingerbeweging: s.

Een slinger, die een seconde moet weergeven moet precies 99,5 cm lang zijn.

Experiment 2:

We voeren de tijdmeting met bovengenoemde slinger een aantal malen uit. Zo proberen we bijvoorbeeld het aantal polsslagen van een menselijk lichaam binnen een minuut (60 seconden) te ontdekken. Dit meten we eerst na een periode waarin de persoon uitrustte, dan na een fysieke inspanning (kort rennen of trapklimmen). We kunnen ook metingen van twee verschillende mensen vergelijken.

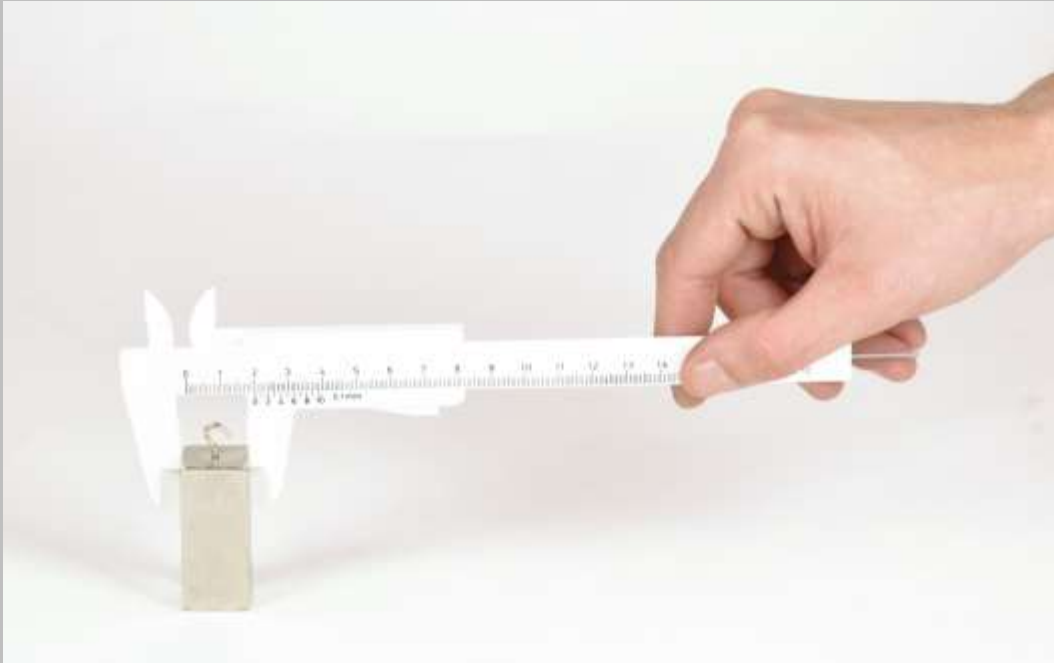
Conclusie:

Een slinger van 99,5 cm lengte doet 1 seconde over een halve slingerbeweging. We kunnen tijdmetingen verrichten met behulp van een slinger waarvan de duur van de slingerbeweging bekend is. De uitwijking van de slinger mag echter niet te groot zijn.

1.4. MASSA EN EENHEDEN VAN MASSA

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Set balansmassa's, 1...50 g
- 1x Metalen massakogeltjes, 50g
- 2x Massaschijf, 50 g
- 1x Hefboom voor balans
- 1x Balans, met maatverdeling
- 1x Aanwijsstok voor hefboom
- 2x Weegschaal, kunststof met
- 1x Glijzadel voor hefboom
- 1x Glijklem voor scherm, veer en aanwijzers
- 1x Statiefstang, 300 mm
- 1x Kopstuk, universeel
- 1x Draagpin
- 2x Draagstang, rond, L = 250 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Bekerglas, plastic, 100 mL
- 1x Maatcilinder, plastic, 100 mL

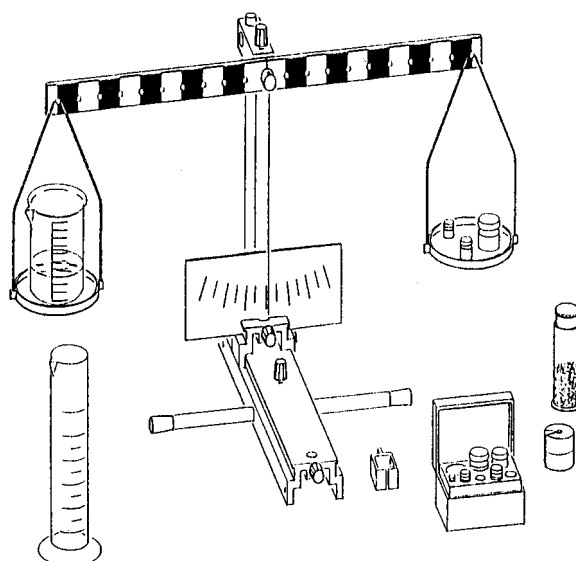


Als we bij de winkel vragen om 1 kg suiker, dan krijgen we een bepaalde hoeveelheid „massa” van de suiker. 1 kg is de eenheid van fysieke hoeveelheid massa.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. De tweede staaf van 25 cm zetten we verticaal vast in de statiefrail. Het universele kopstuk zetten we vast aan de verticale staaf.

We zetten de hefboom vast aan het universele kopstuk in het bovenste gat met behulp van de draagpin. De aanwijzer schroeven we vast in het midden van de hefboom. We maken de balans vast aan de statiefrail voor de verticale staaf, met behulp van het glijzadel met gleuf. We zetten de twee schaaltes vast aan de uiteinden van de hefboom. De aanwijzer moet precies wijzen naar de middellijn van de schaalverdeling. De hefboom kan in die positie gezet worden door middel van het glijzadel.



Experiment:

We zetten de beker op het linker weegschaaltje. We houden het schaalte met de hand vast totdat het evenwicht is bereikt door het toevoegen van gewichten en metalen kogeltjes op het rechter schaalte („nulstellen”).

We leggen 2 gewichten met gleuven van 50 g op het rechter schaalte. We gieten vervolgens water (uit de maatcilinder) in de beker op het rechterschaaltje totdat het evenwicht weer is bereikt. Dan gieten we het water in het lege maatcilinder en stellen het volume ervan vast.

Resultaat: de massa van 100 mL water is ongeveer 100 g.

Conclusies:

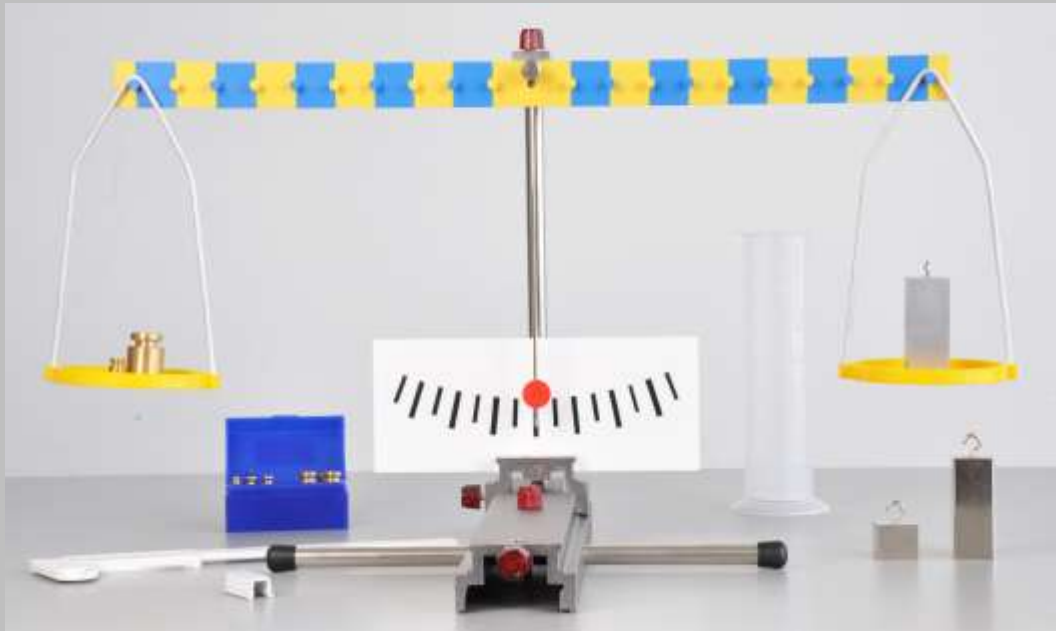
1. massa vergelijken we doormiddel van een balans.
2. De massa van 1 mL water is 1 g, de massa van 1 L water is 1 kg.

1.5. DICHTHEID VAN VASTE VOORWERPEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanics 1



Materiaal:

- 1x Schuifmaat, plastic
- 1x Set balansmassa's, 1...50 g
- 2x Massaschijf, 50 g
- 1x Aluminium blok, 50x20x20 mm
- 1x IJzeren blok met haak, groot
- 1x IJzeren blok met haak, klein 20x20x20mm
- 1x Hefboom voor balans
- 1x Balans, met maatverdeling
- 1x Aanwijsstok voor hefboom
- 2x Weegschaal, kunststof met
- 1x Glijzadel voor hefboom
- 1x Glijklem voor scherm, veer en aanwijzers
- 1x Statiefstang, 300 mm
- 1x Kopstuk, universeel
- 1x Draagpin
- 2x Draagstang, rond, L = 250 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Maatcilinder, plastic, 100 mL



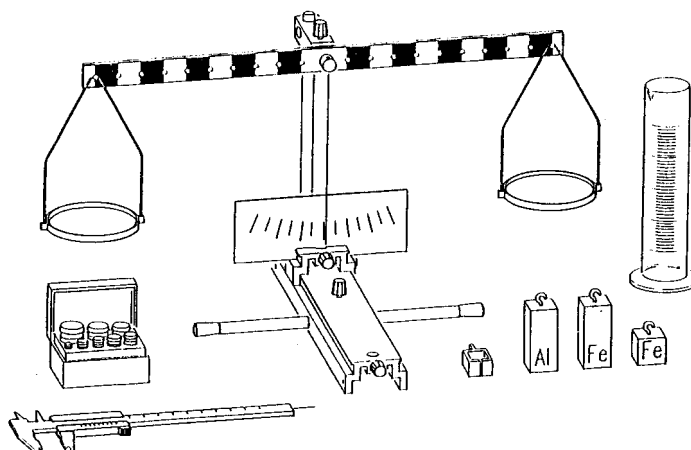
Heeft een groter voorwerp (een voorwerp met een groter volume) ook een grotere massa? Probeer eens voorbeelden te vinden die het tegendeel aantonen!

De volgende metingen zullen ons helpen om het antwoord op deze vraag te vinden.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. De tweede staaf van 25 cm zetten we verticaal vast in de statiefrail. Het universele kopstuk zetten we vast aan de verticale staaf.

We zetten de hefboom vast aan het universele kopstuk in het bovenste gat, met behulp van de draagpin. We schroeven de aanwijzer in het midden van de hefboom vast. We maken de balans vast aan de statiefrail voor de verticale staaf, door middel van het glijzadel met gleuf. De twee schaaltes bevestigen we aan de uiteinden van de hefboom. De aanwijzer moet precies naar het middelste lijn van de schaalverdeling wijzen. We kunnen de balans positioneren met behulp van het glijzadel.



Experiment:

We willen de massa van drie blokjes vaststellen met behulp van de weegschaal. We berekenen het volume of door de afmetingen van de voorwerpen, of door de waterverplaatsing in de maatcilinder. Daarna berekenen we de dichtheid van de voorwerpen door de afmetingscijfers van gewicht en volume te verdelen. Vul de uitkomsten in, in onderstaand overzicht.

Voorwerp	Massa	Volume	Dichtheid
aluminium blokje	 g	 cm ³	 g/cm ³
groot ijzeren blokje	 g	 cm ³	 g/cm ³
klein ijzeren blokje	 g	 cm ³	 g/cm ³

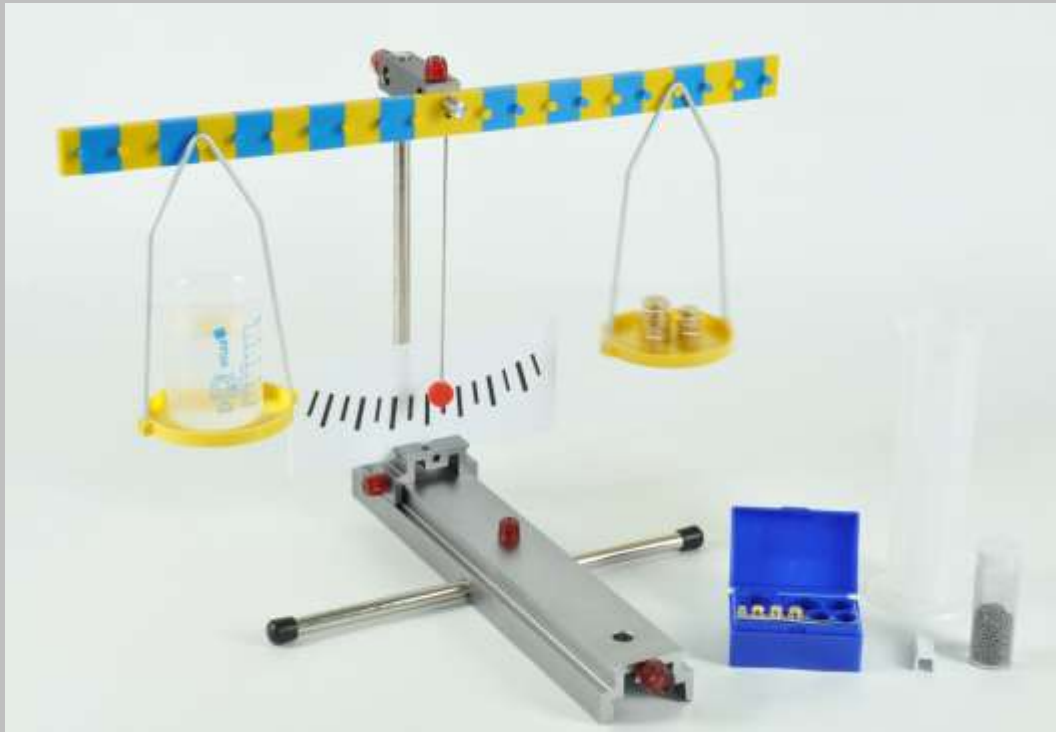
Conclusies:

1. Dichtheid is massa per eenheid van volume.
2. Voorwerpen van hetzelfde materiaal zijn van dezelfde dichtheid.

1.6. DICHTHEID VAN VLOEISTOFFEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Set balansmassa's, 1...50 g
1x Metalen massakogeltjes, 50 g
1x Hefboom voor balans
1x Balans, met maatverdeling
1x Aanwijspstok voor hefboom
2x Weegschaal, kunststof met
1x Glijzadel voor hefboom
1x Statiefstang, 300 mm
1x Kopstuk, universeel, NTL
1x Draagpin
2x Draagstang, rond, L = 250 mm
2x Kunststof eindstuk voor statief
1x Bekerglas, plastic, 100 mL
1x Maatcilinder, plastic, 100 mL
1x Glijklem voor scherm,
veer en aanwijzers



Aanvullende benodigdheden:

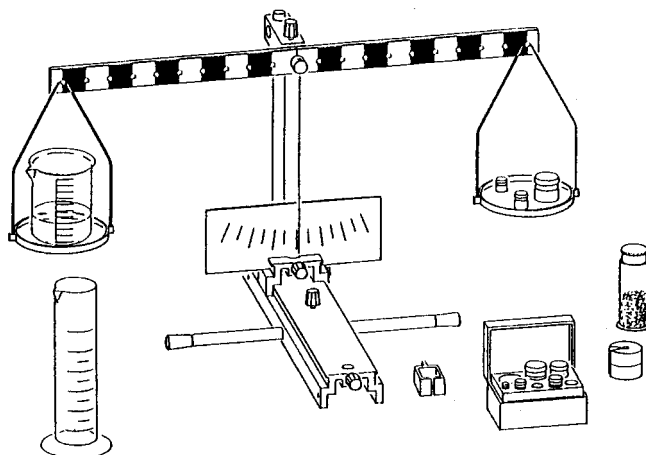
1x spiritus
1x Zoutwater of Suikerwater
1x Water

We kunnen de dichtheid van vloeistoffen berekenen door hun massa en volume te meten.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. De tweede staaf van 25 cm zetten we verticaal vast in de statiefrail. Het universele kopstuk zetten we vast aan de verticale staaf.

We zetten de hefboom vast aan het bovenste gat in het universele kopstuk met behulp van de draagpin. We schroeven de aanwijzer vast in het midden van de hefboom. We zetten de schaalverdeling op de statiefrail voor de verticale stang door middel van het glijzadel met gleuf. We maken de twee schaaltes vast aan de uiteinden van de balans.



Experiment:

We zetten de beker op het linker schaalte. Evenwicht bereiken we door gewichten en metalen kogeltjes op het rechter schaalte te leggen ("nulstellen"). We schenken 100 cm³ water (uit de maatcilinder) in de beker op het linker schaalte. We stellen de massa van het water vast door middel van de gemiddelde waarden. We berekenen het gemiddelde van de gemeten hoeveelheden van gewicht en volume om de dichtheid ervan te kunnen bepalen. We voeren dit experiment ook nog uit door gebruik te maken van 50 mL geurend spiritus en 100 mL van een zout-of suikeroplossing. We zetten de gemeten hoeveelheden en berekende dichtheidshoeveelheden in de tabel hieronder.

Vloeistof	massa	Volume	Dichtheid
Water	 g	100 mL = 100 cm ³	 g/cm ³
Geurend spiritus	 g	50 mL = 50 cm ³	 g/cm ³
Zoutoplossing	 g	100 mL = 100 cm ³	 g/cm ³
Suikeroplossing			

Conclusie:

We kunnen de dichtheid van vloeistoffen vaststellen door middel van de balans en een maatcilinder.

1.6.1. BEPALEN VAN DICHTHEID VAN VLOEISTOFFEN (U-BUIS-METHODE)

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Slang, plastic, 100 cm
- 1x Statiefstang, 300 mm
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Draagstang met schroef, L = 100 mm, D = 10 mm
- 2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 2x Manometerbuis, acryl, D = 8 mm, L = 200 mm

Aanvullende benodigdheden:

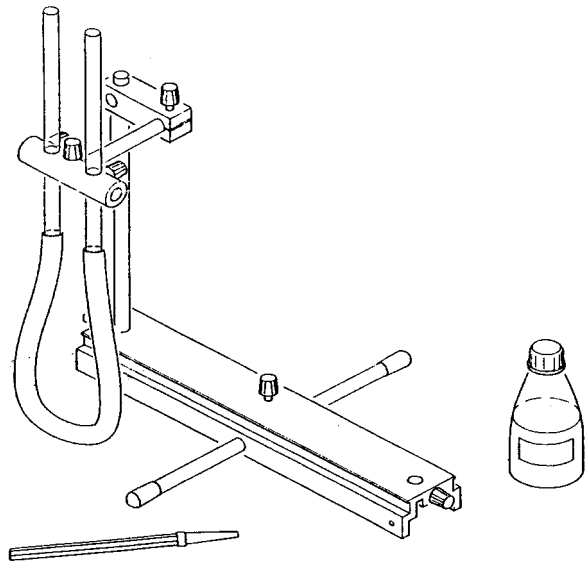
- 1x Petroleum, geurrijk of Spiritus
- 1x Markering pen
- 1x Water

We gaan de dichtheid van een vloeistof bepalen door het te vergelijken met een vloeistof waarvan we de dichtheid kennen.

Vorbereitung:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. De tweede staaf van 25 cm zetten we verticaal vast in de statiefrail. Het universele kopstuk zetten we vast aan de verticale staaf. We zetten de staaf van 10 cm vast aan het universele kopstuk en het ronde kopstuk passen we erop aan.

We klemmen de twee plastic pijpjes in het ronde kopstuk en sluiten ze aan op elkaar met de flexibele PVC-slang van 45 cm lengte. We gieten water in de twee plastic pijpjes zodat het peil ongeveer 3,5 cm boven de uiteinden van de slang staat.



Experiment:

We gieten geurend petroleum in een van de twee plastic pijpen. De scheidingslaag tussen de twee vloeistoffen zou niet meer dan 2 cm mogen zakken. We markeren de hoogte van de scheidingslaag aan beide poten. Dan meten we de hoogte van de vloeistofkolommen boven de scheidingslaag bij beide poten (de twee plastic pijpen kunnen enigszins naar boven of beneden verplaatst worden in hun ophanging).

De twee vloeistofkolommen van de hoogtes h_1 en h_2 zijn in evenwicht. We kunnen de onbekende dichtheid berekenen. We gebruiken de uitkomst in de eindbeoordeling.

Het volgende geldt:

$$\text{Krachten evenwicht} = p \cdot A$$

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 \cdot A = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \cdot A$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot (h_1/h_2)$$

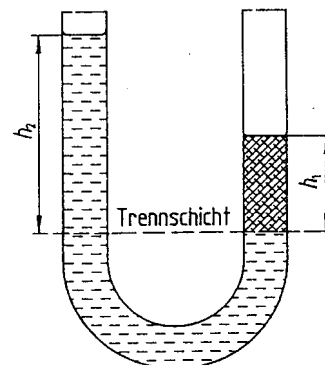
$$\rho_1 : \rho_2 = h_1 : h_2$$

ρ_1, ρ_2 dichtheden van de vloeistoffen

h_1, h_2 hoogten van de vloeistofkolommen

g versnelling als gevolg van de zwaartekracht

A doorsnedegebied



Het volgende geldt voor water en geurend petroleum:

$$\rho_1 = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$$

$$h_1 = \dots\dots\dots \text{cm}$$

$$h_2 = \dots\dots\dots \text{cm}$$

$$\rho_2 = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$$

Conclusie:

De kleinere dichtheid geeft een grotere hoogte.

2. KRACHTEN

2.1. KRACHT EN GEWICHT

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 4x Massaschijf, 10 g
- 3x Massaschijf, 50 g
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Draagpin
- 2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

Elke massa oefent een „gewicht “ uit op aarde. Welk verband bestaat er tussen massa en gewicht?

Vorbereiding:

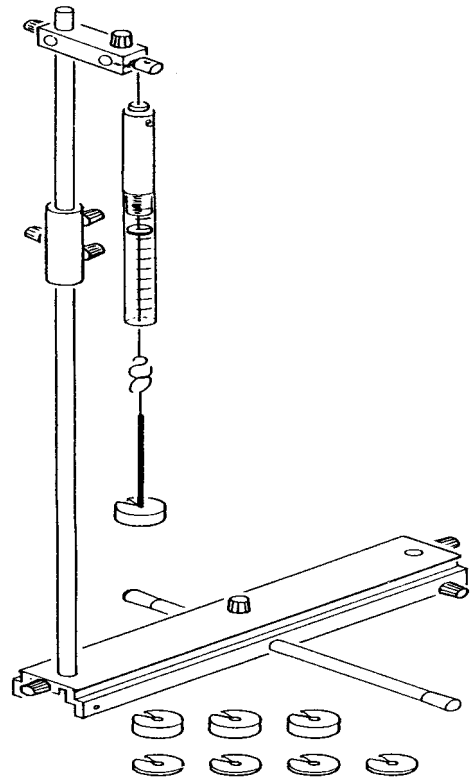
Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. De tweede staaf van 25 cm zetten we vast aan de staaf van 50 cm met het kopstuk. Het universele kopstuk zetten we vast aan de verticale staaf.

We zetten de samengestelde staaf van 75 cm verticaal vast aan de statiefrail. We maken de draagpin vast aan het bovenste eind van de staaf met het universele kopstuk. Het 2N veerunster hangen we aan de draagpin en we stellen het nulpunt precies af.

Experiment:

We hangen eerst 20 g aan de veerunster (houder voor gewichten + 1 x een 10 g gewicht schijf), dan 100 g en als laatste 200 g één voor één aan het veerunster, en lezen het gewicht af van het veerunster. We meten het gewicht in 1 Newton (1 N). We zetten de uitkomsten in de tabel.

Massa	20 g	100 g	200 g
Gewicht	 N	 N	 N



We berekenen het gewicht uitgeoefend door een massa van 1 kg uit de meetresultaten.

Conclusies:

1. Een massa van 1 kg oefent een gewicht van (ongeveer) 10 Newton uit op het aardoppervlak.
2. Een gewicht van 1 N wordt veroorzaakt door een massa van (ongeveer) 100 g op het aardoppervlak.

2.2. METEN VAN KRACHTEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Veerunster, 2 N, transparant
1x Metalen veer 20 N/m

Aanvullende benodigdheden:

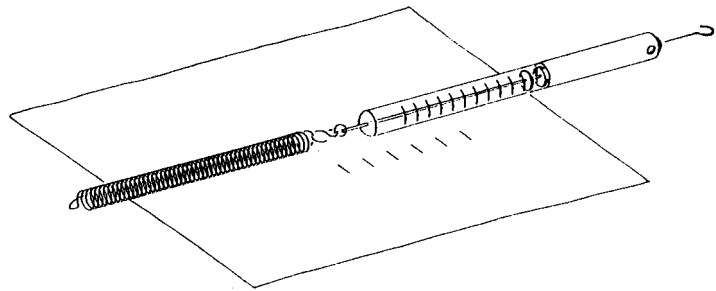
1x Blad papier



We willen de kracht meten die benodigd is om elastische voorwerpen te vervormen.

Vorbereiding:

We leggen de metalen veer op een vel papier zoals getoond op de afbeelding, en we markeren het eindpunt op het papier (we moeten het ongeveer in het midden van het vel papier leggen). Vervolgens zetten we nog 5 markeringen elk met ongeveer 2 cm tussenruimte vanaf het einde van de veer.



Experiment:

We hangen het 2 N veerunster aan het rechtse uiteinde van de veer. We houden ondertussen de linkerkant van de veer met de hand beet. We trekken aan het veerunster, en we lezen de kracht af, die nodig is om de veer naar elk van de individuele referentiepunten uit te rekken. We zetten de uitkomsten in de tabel.

Uitrekking van de veer	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm
Benodigde kracht	 N	 N	 N	 N	 N

Conclusie:

Er is een kracht nodig om een veer uit te rekken. We meten deze kracht met een veerunster. Hoe verder de veer wordt uitgerekt, hoe meer kracht er nodig is.

2.3. UITREKKING VAN EEN VEER – WET VAN HOOKE

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanics 1



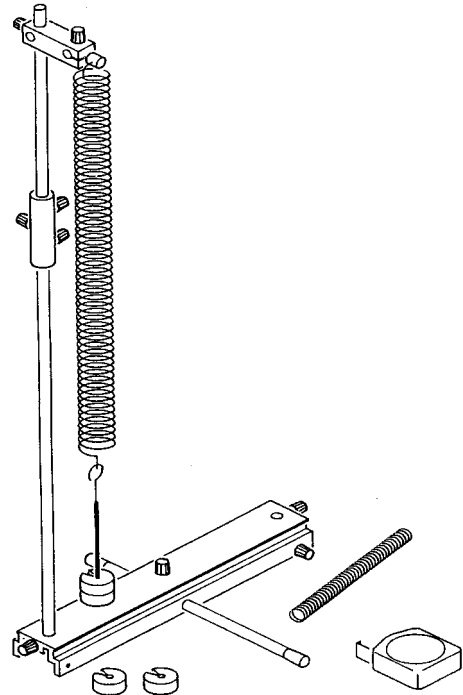
Materiaal:

- 1x Rolmaat, L = 300 cm
- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 2x Massaschijf, 50 g
- 1x Metalen veer 3 N/m
- 1x Metalen veer 20 N/m
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Draagpin
- 2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

We willen het verband laten zien tussen het uitrekken van een veer en de daarvoor benodigde kracht.

Vorbereitung:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. De tweede staaf van 25 cm zetten we vast aan de staaf van 50 cm met het kopstuk. Het universele kopstuk zetten we vast aan de nu 75 cm lange verticale staaf. We maken een universeel kopstuk met draagpin vast aan de top van de stang. We hangen de „slappe” veer (3 N/m) op aan de draagpin en de houder voor de gewichten hangen we aan het uiteinde van de veer. We meten de afstand tussen het tafelblad en de onderkant van de houder voor de gewichten met behulp van de rolmaat. Het gewicht van de houder is 0,1 N.



Experiment 1:

We leggen eerst een gewichtsschijf van 50 g en dan twee massaschijven van 50 g op de gewichtshouder. De gewichtskrachttoename bedraagt resp. 0,5 N en 1 N. De afstand tussen het tafelblad en de onderkant van de gewichtshanger is kleiner dan met een lege gewichtshanger. We noteren de gemeten uitkomsten in de tabel.

Experiment 2:

We herhalen het experiment hierboven met de „stuggere” veer 20 N/m. We noteren de resultaten in de tweede tabel.

Slappe veer:

kracht	0,1 N (alleen gewichts- hanger)	0,6 N (gew.hanger + 1 gew.schijf)	1,1 N (gew.hanger + 2 gew.schijven)
afstand tafel – gew.hanger	 cm	 cm	 cm
krachtstoename		0,5 N	1 N
uitrekking		 cm	 cm

Stugge veer:

kracht	0,1 N (alleen gewichts- hanger)	0,6 N (gew.hanger + 1 gew.schijf)	1,1 N (gew.hanger + 2 gew.schijven)
afstand tafel – gew.hanger	 cm	 cm	 cm
krachtstoename		0,5 N	1 N
uitrekking		 cm	 cm

Conclusie:

De uitrekking is recht evenredig met de krachtstoename. De slappere veer wordt verder uitgerekt dan de hardere veer bij een gelijke belasting.

2.4. RICHTING VAN DE KRACHT; ZWAARTEPUNT

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Houder voor massaschijven, 10 g
2x Massaschijf, 50 g
1x Veerunster, 2 N, transparant
1x Hefboom voor balans
1x Statiefstang, 300 mm, NTL
1x Tafelklem, NTL
1x Kopstuk, universeel, NTL
1x Draagpin
1x Statiefstang, rond,
 $L = 500 \text{ mm}$, $D = 10 \text{ mm}$



Volgens de wet van Hooke hangt de benodigde kracht af van de uitwijking/uitrekking van een voorwerp. Hangt het effect van de kracht ook nog af van andere onderdelen?

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We zetten de tafelklem met statiefrail vast aan de tafelrand. De stang van 50 cm klemmen we verticaal vast in de statiefrail. Zet een universeel kopstuk vast aan de top. We zetten de hefboom met de draagpin vast in het middelste gat van het universele kopstuk. We zetten de hefboom rechtop. Hang de gewichtshanger op aan de onderste pin met twee massaschijven van elk 50 g. We hangen het veerunster van 2 N aan de pin net erboven.

Experiment 1:

We trekken het veerunster verticaal naar beneden met de hand. Het veerunster moet 1 N aangeven. Welk effect heeft deze kracht?

Dan trekken we horizontaal aan het veerunster met een kracht van 1 N. Nu is het effect van deze kracht totaal anders.

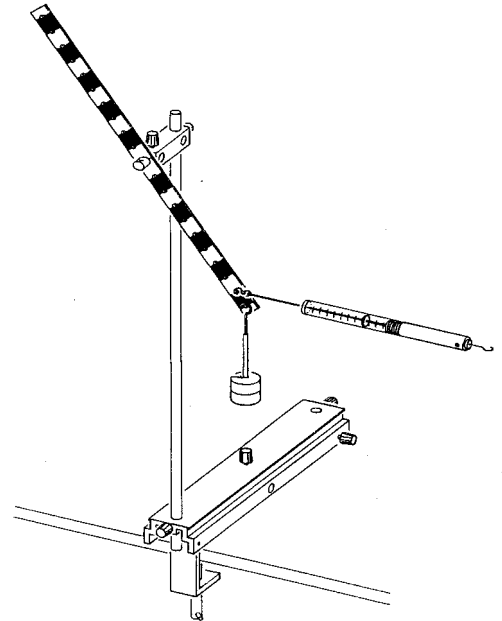
Het effect hangt dus niet alleen af van de grootte van de kracht, maar ook van de richting van de kracht.

Experiment 2:

We hangen het veerunster aan de eerste pin onder het midden en trekken er horizontaal aan met een kracht van 1 N. Het aangrijpingspunt van een kracht is dus ook beslissend voor het effect.

Conclusie:

Het effect van een kracht wordt beïnvloed door drie factoren: de grootte, de richting en het aangrijpingspunt.



2.5. SAMENSTELLEN VAN KRACHTEN - PARALLELLOGRAMMETHODE

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 4x Massaschijf, 10 g
- 4x Massaschijf, 50 g
- 2x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Koppelstuk voor rails, universeel
- 1x Glijklem met schroef
- 2x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 2x Kopstuk, universeel, NTL
- 2x Draagpin 1x Draagstang, rond,
L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 2x Statiefstang, rond,
L = 500 mm, D = 10 mm

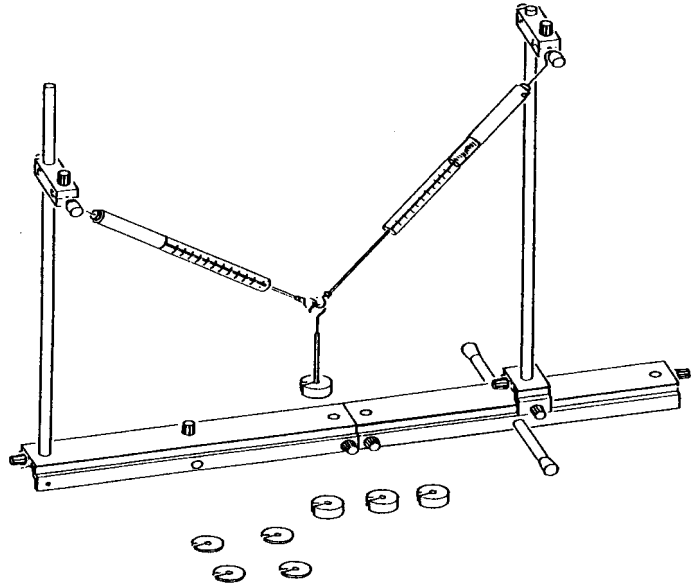
Aanvullende benodigdheden:
1x Geo driehoek



Hoe bepalen we een resultante kracht die voor evenwicht zorgt?

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We verbinden de twee statiefrails met het koppelstuk. We duwen de staaf van 25 cm door een van de kruisgaten. We maken de doppen voor de pennen vast aan de uiteinden van de staaf. We klemmen aan de linkerkant een staaf van 50 cm verticaal vast in het gat van de rail. De tweede staaf, van 50 cm, zetten we op de statiefrail met behulp van het glijzadel met stelschroef, op een afstand van ongeveer 45 cm van de eerste staaf. We maken een universeel kopstuk, waaraan een draagpin vast aan elk uiteinde. Het linker universele kopstuk zetten we vast op een hoogte van 40 cm boven het tafelblad, en het rechter kopstuk op een hoogte van 50 cm. De bovenste uiteinden van de veerunsters hangen we op aan de draagpinnen. De haken van de veerunsters zijn nu verbonden. We lezen de veerunsters af in deze positie. We noteren de afgelezen hoeveelheden als beginwaarden. Als we de veerunsters gaan belasten dan moet deze waarde van de afgelezen waarden afgetrokken worden.



We hangen de gewichtshanger met een 50 g gewichtsschijf eraan vast op aan de haken van de veerunsters.

Experiment:

We bewegen het glijzadel van de staaf totdat de hoek tussen de twee veerunsters 90 graden is (controleer dit met een winkelhaak of een vel papier). We lezen de door de veerunsters aangegeven krachten af en trekken er de neutrale hoeveelheden vanaf. De zwaartekracht is 0,6 N (gewichtshanger + 1 gewichtsschijf). We tekenen een parallellogram van krachten op basis van de meetresultaten (schaal: 1 cm $\hat{=}$ 0,2 N). We vergelijken het diagonaal van het parallellogram van krachten met de zwaartekracht.

Conclusie:

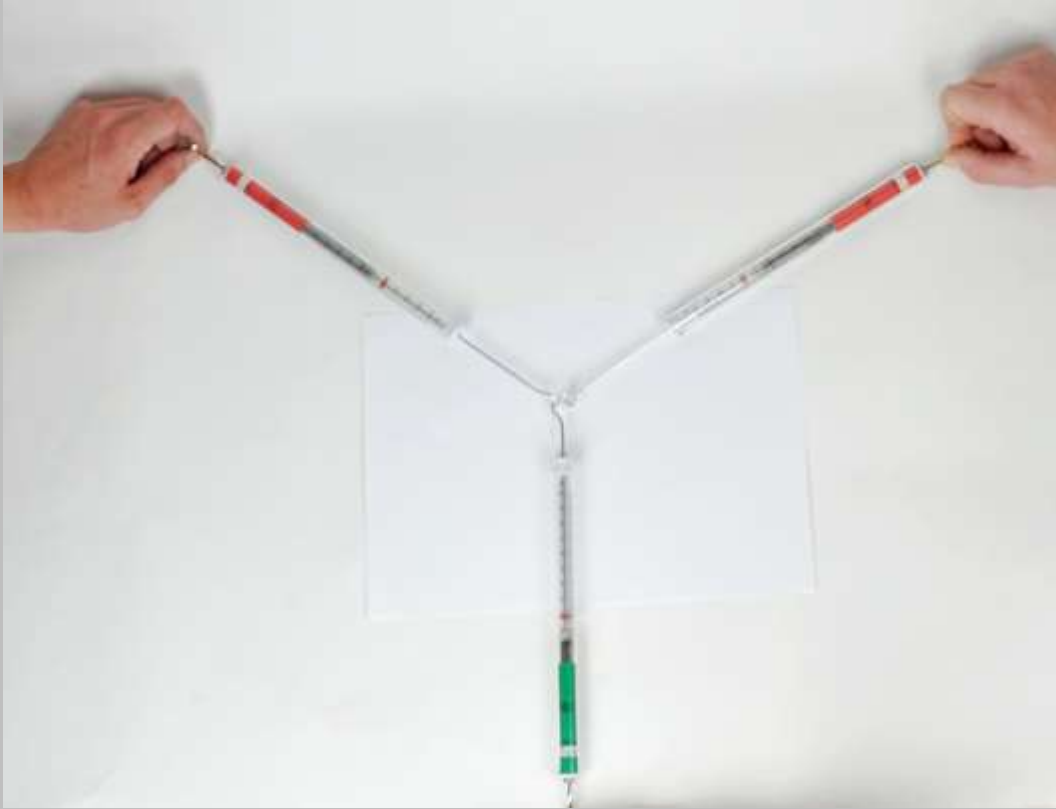
Twee krachten worden gecombineerd tot een resulterende kracht door de diagonaal te trekken in het parallellogram van krachten. Deze resulterende kracht compenseert in dit geval de zwaartekracht.

2.5.1. SAMENSTELLEN VAN DRIE KRACHTEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

2x Veerunster, 2 N, transparant

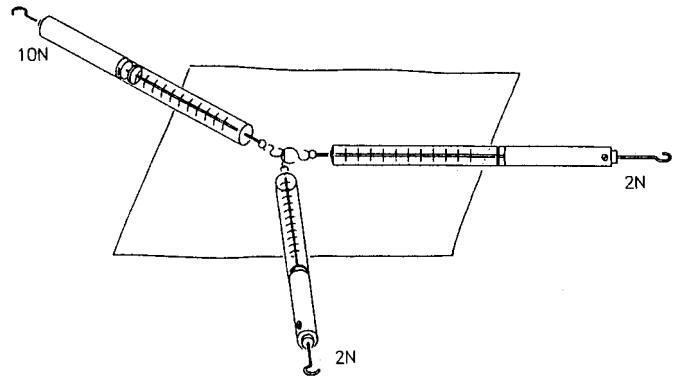
Aanvullende benodigdheden:

1x Veerunster 10 N, transparant

We willen een resulterende kracht vinden die twee andere, gegeven, krachten compenseert.

Voorbereiding:

We zetten de nulpunten van drie veerunsters precies in horizontale positie. We leggen de twee veerunsters van 2 N parallel naast elkaar en haken ze vast aan het veerunster van 10 N.



Experiment 1:

We trekken aan elk van de twee parallelle 2 N veerunsters met dezelfde kracht, terwijl we het derde veerunsters vasthouden. De twee veerunsters van 2 N moeten een kracht van 2N aangeven. We lezen de kracht af die op het veerunster van 10 N staat aangegeven.

$$F_1 = 2 \text{ N}, F_2 = 2 \text{ N}$$

$$F_3 = \dots\dots\dots \text{ N}$$

Experiment 2:

We leggen een vel papier onder de veerunsters, zodanig dat het gezamenlijke trekpunt zich in het midden van het vel bevindt. Dan vergroten we de hoek tussen de twee 2N veerunsters zodanig dat het 10 N veerunster precies 3 N weergeeft. We markeren de richting van de veerunsters op het papier in deze positie. We verlengen de hartlijnen van de veerunsters tot hun snijpunten.

We trekken ze nu 4 cm door voor beide krachten 2N (2 cm per N) en tekenen het parallellogram van de krachten. Zorg ervoor dat de diagonaal een lengte heeft van 6 cm (voor de kracht van 3 N) en precies in de tegenovergestelde richting van het derde veerunster te zien is.

Conclusie:

De resulterende kracht van twee deelkrachten is de diagonaal van het parallellogram van krachten.

2.6. HELLEND VLAK

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

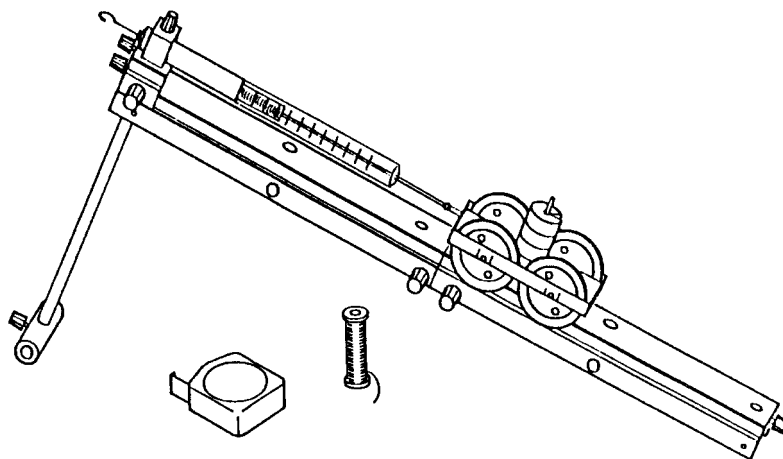
- 1x Rolmaat, L = 300 cm
- 2x Massaschijf, 50 g
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Meetkarretje
- 1x Koppelstuk voor rails, universeel
- 1x Glijklem met schroef
- 1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
- 2x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Houder voor krachtmeters en reageerbuizen
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm
- 1x Schaar



Hoe steiler de helling, hoe meer kracht benodigd is om er tegenop te fietsen. De precieze samenhang willen we ontdekken.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We verbinden de twee rails met het koppelstuk om als de baan dienst te doen. We klemmen de staaf van 50 cm in het gat aan het ene uiteinde van de rail. We klemmen het andere uiteinde in het kopstuk. We zetten de rail zodanig neer met de staaf dat het geheel een hellend vlak vormt. We verplaatsen de staaf in de rail zodanig dat het opgetilde eind van de baan zich op 12 cm hoogte boven het tafelblad bevindt.



We passen de houder voor het veerunster in het glijzadel aan met de stelschroef. Het glijzadel zetten we dicht bij de statiefstang op de baan. We zetten het veerunster met het bovenste (niet doorzichtige) deel vast in de houder. We zetten het nulpunt van het veerunster precies in deze stand vast. We maken een stukje draad in het gat van het karretje vast. We hangen het veerunster op in de lus.

Experiment 1:

We willen het verband tussen enerzijds het gewicht van het karretje en anderzijds de component van het gewicht van het karretje langs het hellend vlak naar beneden (neerwaartse kracht of $F_{z,\parallel}$) en de hellingshoek afhankelijkheid ervan onderzoeken. We meten $F_{z,\parallel}$ met het veerunster. We gebruiken het karretje eerst zonder gewichtsschijf. Het heeft een massa van 50 g. We lezen de kracht weergegeven door het veerunster af en zetten het in de tabel.

We zetten eerst één gewichtsschijf van 50 g en daarna twee van 50 g op het karretje en stellen daarna de neerwaartse kracht opnieuw vast. Het gewicht van het karretje is dan resp. 0,50 N en 1,50 N. We zetten de uitkomsten in de tabel.

Massa vh karretje	Gewicht vh karretje	Neerwaartse kracht ($F_{z,\parallel}$)
50 g	0,5 N	 N
100 g	1,0 N	 N
150 g	1,5 N	 N

Experiment 2:

Dan willen we het verband vaststellen tussen de neerwaartse kracht en de hellingshoek van het hellende vlak. We gebruiken het karretje eerst met één gewichtsschijf en dan met twee massaschijven. Dus is de massa eerst 100 g, dan 150 g, en het gewicht 1,0 N, dan 1,5 N. Eerst zetten we het hoogteverschil van de baan op 12 cm, daarna op 24 cm en tenslotte op 36 cm. De lengte van het hellend vlak is 60 cm. We meten elke keer de neerwaartse kracht op het karretje en noteren de resultaten in de tabel.

Hoogte- verschil h	Lengte l	tangens hoek h/l	Gewicht F_z	Neerwaartse kracht $F_{z,\parallel}$	$F_{z,\parallel} / F_z$
12 cm	60 cm	.....	1,0 N	 N	.....
24 cm	60 cm	.....	1,0 N	 N	.....
36 cm	60 cm	.....	1,0 N	 N	.....
12 cm	60 cm	.....	1,5 N	 N	.....
24 cm	60 cm	.....	1,5 N	 N	.....
36 cm	60 cm	.....	1,5 N	 N	.....

Conclusie: De hoeveelheid neerwaartse kracht hangt af van de hellingshoek van het vlak. De verhouding tussen de neerwaartse kracht en het gewicht van het voorwerp op een hellend vlak is hetzelfde als de verhouding tussen het hoogteverschil en de lengte van het vlak. Daarom geldt de volgende formule:

$$F_{z,\parallel} / F_z = h / l$$

2.7. ONTBINDEN VAN KRACHTEN OP EEN HELLEND VLAK

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

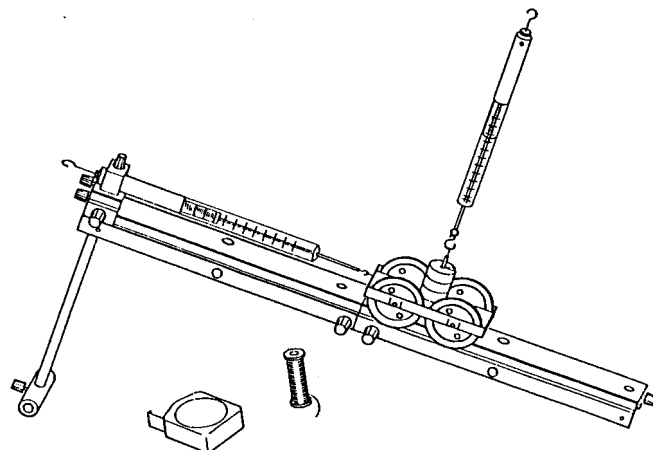
- 1x Rolmaat, L = 300 cm
- 2x Massaschijf, 50 g
- 2x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Meetkarretje
- 1x Koppelstuk voor rails, universeel
- 1x Glijklem met schroef
- 1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
- 2x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Houder voor krachtmeters en reageerbuizen
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm



We kunnen een kracht verdelen in twee of meer krachtonderdelen. Een voorbeeld hiervan is het ontbinden van de gewichtskraft op een hellend vlak.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. De twee statiefrails verbinden we met de railverbinder om als baan dienst te doen. We klemmen de staaf van 50 cm in het gat aan het ene uiteinde van de rail. En we klemmen de andere staaf in het ronde kopstuk. We zetten de rail d.m.v. de staaf zodanig op dat er een hellend vlak ontstaat. We verschuiven de staaf in de rail zodanig dat het uiteinde van de baan 24 cm boven het tafelblad verheven wordt.



We verschuiven de houder voor het veerunster in het glijzadel met de stelschroef. We zetten het veerunster vast met het bovenste (niet doorzichtige) deel in de houder. Het nulpunt van het veerunster zetten we dan vast precies in die positie. We maken een stukje draad vast in het boorgat van het karretje. We hangen het veerunster in deze lus. We maken een tweede lus vast aan de bovenkant van het karretje. We hangen het tweede veerunster zodanig in de lus dat het in dezelfde positie als de baan terechtkomt. We moeten het nulpunt in deze positie aanpassen voordat we gaan meten.

Experiment:

Eerst gebruiken we het karretje zonder de gewichtsschijf. Het heeft een massa van 50 g. Het veerunster maakt een hoek van 90 graden met het hellend vlak en wordt zodanig op zijn plaats gehouden dat het karretje de baan maar net raakt. We lezen de krachten die door de twee veerunsters worden aangegeven af en zetten ze in de tabel.

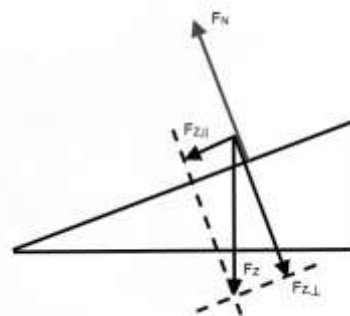
Eerst zetten we een gewichtsschijf van 50 g op de baan en dan twee van 50 g, waarna we de krachten weer vaststellen. De massa van het karretje is dan resp. 100 g en 150 g. De uitkomsten zetten we weer in de tabel.

Hoogte- verschil h	Hellingshoek h/l	Massa	zwaarte- kracht	Neerwaartse kracht $F_{z,\parallel}$	Normaal kracht F_N
12 cm	0,2	50 g	0,5 N	 N	 N
12 cm	0,2	100 g	1,0 N	 N	 N
12 cm	0,2	150 g	1,5 N	 N	 N
24 cm	0,4	50 g	0,5 N	 N	 N
24 cm	0,4	100 g	1,0 N	 N	 N
24 cm	0,4	150 g	1,5 N	 N	 N

We tekenen een krachtenconstructie voor een hellend vlak door de juiste schaal te kiezen.

Conclusie:

De gewichtskraft van het karretje veroorzaakt een component in de richting van de helling (neerwaartse kracht, $F_{z,\parallel}$) en een component loodrecht op het hellend vlak (normaalkracht). De F_z zorgt voor de diagonaal in de krachtenconstructie.



2.8. WRIJVINGSKRACHT

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

2x Massaschijf, 50 g
1x Aluminium blok, 50x20x20 mm
1x IJzeren blok met haak, klein 20x20x20mm
1x Veerunster, 2 N, transparant
1x Meetkarretje



We meten de wrijvingskracht bij een glijdende en rollende beweging.

Vorbereiding:

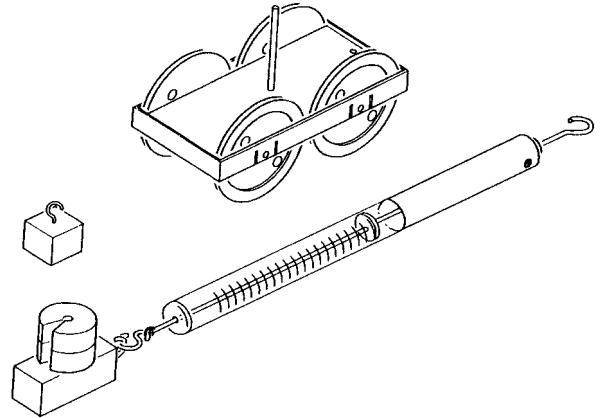
We meten het gewicht van het blokje aluminium en het kleine blokje ijzer. Het gewicht van het kleine blokje ijzer moet hetzelfde zijn als het gewicht van het blokje aluminium.

Gewicht van het blokje aluminium: N

Gewicht van het kleine blokje ijzer: N

Experiment 1:

Zet het blokje aluminium in de lengterichting neer. We maken het veerunster van 2 N aan het haakje vast. We zetten het blokje op een stuk papier dat niet te glad moet zijn en we beladen het met twee massaschijven van 50 g.



Het totale gewicht is N.

We trekken aan het aluminium blokje met het veerunster totdat het begint te bewegen. De maximale kracht die optreedt noemen we „statische wrijving”.

De statische wrijving bij een gewicht van 2 N is N.

Experiment 2:

We trekken nu het aluminium blok met het veerunster op zo'n manier dat het naar verhouding geleidelijk beweegt. De kracht die weergegeven wordt door het veerunster noemen we „glijweerstand”.

De glijweerstand van een gewicht van 2 N is N.

Experiment 3:

We vervangen het aluminium blok door het kleine ijzeren blok dat ook nog met twee massaschijven is beladen. Het gewicht is hetzelfde gebleven maar het draagoppervlak is nu kleiner geworden. We stellen de glijweerstand vast op dezelfde manier als in het tweede experiment. Is deze nu ook lager geworden?

Glijweerstand op een kleiner draagoppervlak: N

Experiment 4:

We verwijderen de twee massaschijven van het ijzeren blok zodat het gewicht ongeveer wordt gehalveerd. Daarna meten we de glijweerstand opnieuw.

Glijweerstand zonder extra lading (gewicht 1 N): N

Experiment 5:

We herladen het blok ijzer met de twee 50 g massaschijven en we willen de invloed ervan op de glijweerstand van het oppervlak onderzoeken. We meten de glijweerstand terwijl het voorwerp over een papieren zakdoek en over een glad vel papier wordt bewogen.

Glijweerstand met een gewicht van 2 N op een vel papier: N

Experiment 6:

We zetten het kleine blokje ijzer met 1 gewichtsschijf van 50 g op het karretje. De tweede gewichtsschijf van 50 g wordt vervangen door het gewicht van het karretje. We stellen nu de „rolweerstand” van het karretje vast met behulp van het veerunster en verplaatsen het zo geleidelijk mogelijk over het vel papier.

Rolweerstand bij een gewicht van 2 N over papier: N

Conclusie:

1. De statische weerstand is groter dan de rolweerstand. De rolweerstand is veel lager dan de glijweerstand.
2. De glijweerstand hangt af van het gewicht van het voorwerp, maar niet af van de grootte van het oppervlak.

2.8.1. BEPALEN VAN DE WRIJVINGSCOËFFICIENT

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x IJzeren blok met haak, groot
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Koppelstuk voor rails, universeel
- 1x Glijklem met schroef
- 2x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

Aanvullende benodigdheden:

- 1x Blad papier

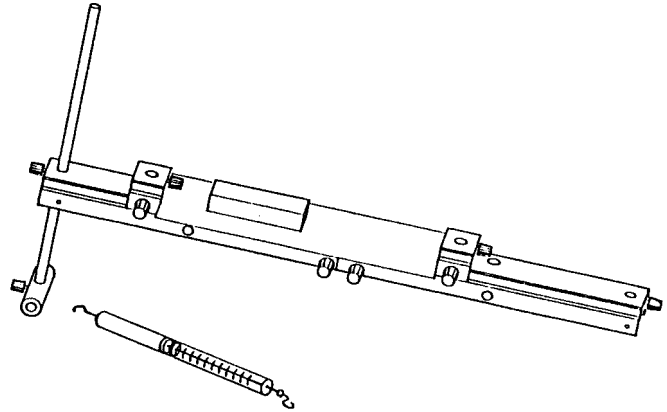


We gaan de wrijvingscoëfficiënten voor twee verschillende oppervlakken ontdekken.

Vorbereitung:

We willen het gewicht van het blok ijzer vaststellen met behulp van het 2 N veerunster.

Gewicht $F_z = \dots\dots\dots$ N



Experiment 1:

We willen de wrijvingscoëfficiënt van de glijweerstand bepalen wanneer een blok met een constante snelheid wordt verplaatst op een gelijk oppervlak. We meten dan de kracht die nodig is om het blok met constante snelheid over het oppervlak te bewegen. We plaatsen het ijzeren blok aan het uiteinde van de baan en haken het veerunster vast aan het ijzeren blok. Dan trekken we het blok zo constant mogelijk over de baan en lezen de kracht af die door het veerunster wordt weergegeven.

$F_R = \dots\dots\dots$ N

We vinden de wrijvingscoëfficiënt μ met behulp van de formule:

$$F_R = \mu \cdot F_z$$

$$\mu = F_R / F_z$$

$$\mu = \dots\dots\dots$$

Dan kennen we de wrijvingscoëfficiënt voor de glijweerstand van het blok op de baan (van gecoat aluminium). We leggen een stuk papier op de baan en zetten het vast met het glijzadel. Dan trekken we opnieuw het blok ijzer zo gelijkwaardig mogelijk over de baan met het papier. We meten de kracht opnieuw en berekenen de wrijvingscoëfficiënt.

$F_R = \dots\dots\dots$ N

$\mu = \dots\dots\dots$

Experiment 2:

Eerst bouwen we het hellend vlak op. We klemmen de staaf van 50 cm in het boorgat aan het uiteinde van de baan. We zetten het andere uiteinde van de baan vast aan het kopstuk. We zetten de baan m.b.v. de staaf zodanig op dat er een hellend vlak ontstaat. Dan schuiven we de staaf in de baan zodanig op dat het bovenste gedeelte van de baan zich ongeveer 5 cm boven het tafelblad bevindt.

Dan plaatsen we het ijzeren blok op het hellend vlak. We tillen het uiteinde van het hellend vlak op totdat het blok begint te glijden. We bepalen de hoogte h en de basislengte b (de horizontale afstand tussen de twee uiteinden van de baan). In dit geval is de wrijvingskracht F_R (glijweerstand) gelijk aan de neerwaartse kracht $F_{z,\parallel}$.

$h = \dots\dots\dots$ cm, $b = \dots\dots\dots$ cm

Voor de wrijvingskracht F_R geldt het volgende:

$$F_R = \mu \cdot F_N, \quad F_N \dots \text{normaalkracht}$$

Voor de krachtcomponenten op een hellend vlak geldt het volgende:

$$F_{z,\parallel} = h/l \cdot F_z$$

$$F_N = b/l \cdot F_z$$

Uit $F_R = F_{z,\parallel}$ leiden we af:

$$\mu \cdot b/l \cdot F_z = h/l \cdot F_z$$

$$\text{en dus } \mu = h/b$$

Door middel van deze formule kunnen we de wrijvingscoëfficiënt van de glijweerstand berekenen.

$$\mu = \dots\dots\dots$$

We zetten een vel papier vast aan de baan met behulp van de twee glijzadels en herhalen het experiment. De hellingshoek van het hellend vlak is nu aanzienlijk groter als het blok ijzer gaat glijden. We berekenen de wrijvingscoëfficiënt opnieuw.

$$\mu = \dots\dots\dots$$

Conclusie:

De formule $F_R = \mu * F_N$ geldt voor de wrijvingskracht F_R , omdat F_N de normaalkracht is (als het gewicht horizontaal wordt verplaatst). Met deze formule kunnen we de wrijvingscoëfficiënt vaststellen. De wrijvingscoëfficiënt is hoger voor statische wrijving dan voor glijweerstand (glijdende wrijving).

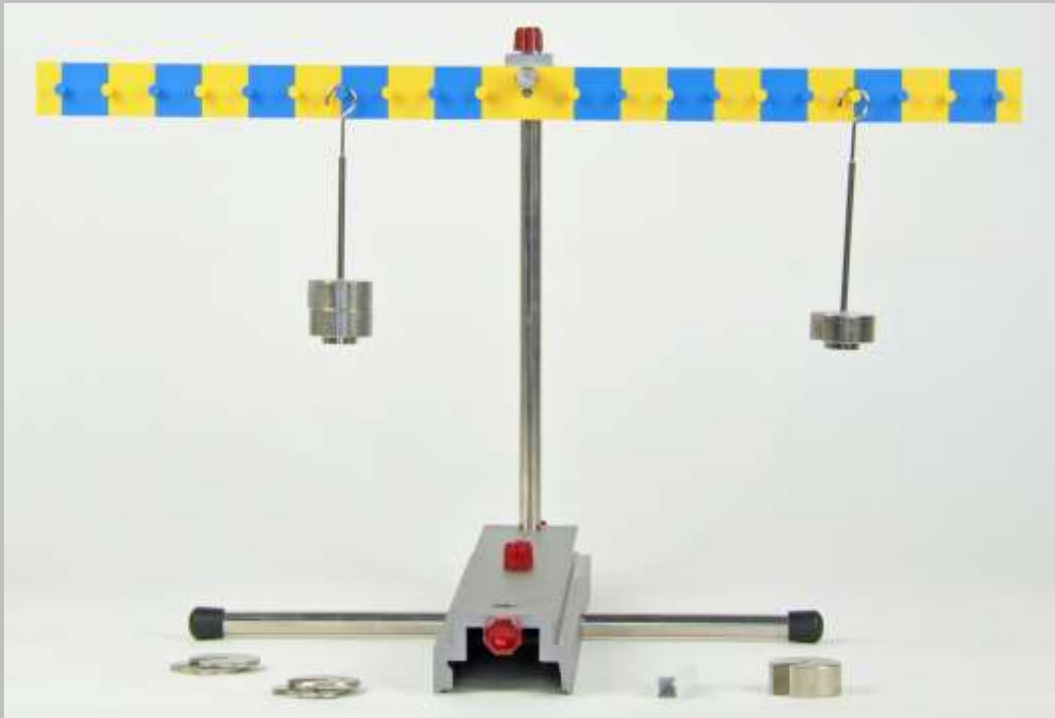
3. EENVOUDIGE MACHINES

3.1. HEFBOOM MET TWEE ARMEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

2x Houder voor massaschijven, 10g

4x Massaschijf, 10 g

4x Massaschijf, 50 g

1x Hefboom voor balans

1x Glijzadel voor hefboom

1x Statiefstang, 300 mm, NTL

1x Kopstuk, universeel, NTL

1x Draagpin

1x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm

2x Kunststof eindstuk voor statief

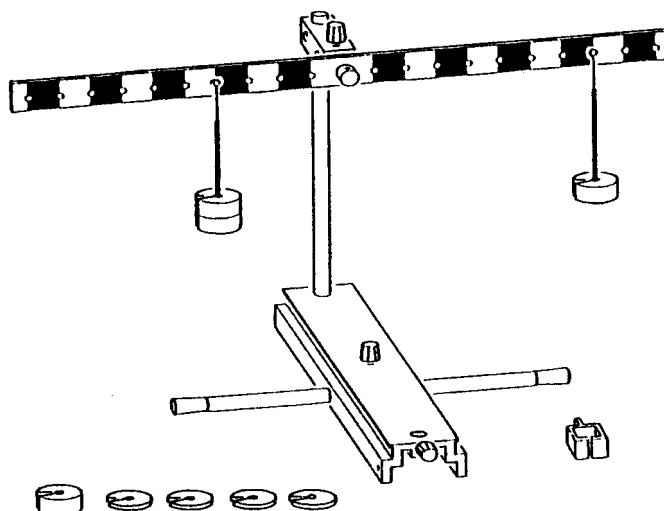
1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm



We willen het evenwichtspunt van een hefboom vinden, waarbij de momenten aan beide zijden (van het draaipunt) gelijk zijn.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. De doppen zetten we er aan beide zijden op vast. We zetten de staaf van 50 cm verticaal in de statiefrail. Het universele kopstuk zetten we vast aan de bovenkant van de verticale staaf. We schroeven de hefboom in het bovenste gat van het kopstuk door middel van de draagpin. We kunnen het glijzadel voor de hefboom aan de hefboom vastmaken, om zo een precieze aanpassing van het contragewicht mogelijk te maken. De hefboom heeft plastic pinnen met een onderlinge afstand van 2 cm. We kunnen de afstand van de kracht vanaf het draaipunt eenvoudig aflezen, daarvoor gebruiken we de geel, blauwe secties als eenheid. We gebruiken twee 10 g massaschijven als effectieve kracht.



Experiment:

het linker moment is gegeven; De rechterafstand, die voor het evenwicht moet zorgen, stellen we vast gedurende het experiment. We zetten de meetresultaten in de tabel. Elke sectie komt overeen 2 cm.

Massa Links (g)	Kracht F_1 (N)	Afstand d_1 tot draaipunt links (secties)	Massa rechts (g)	Kracht F_2 (N)	Afstand d_2 tot draaipunt rechts (secties)
60		4	120		
60		8	120		
60		10	120		
20		3	60		
20		6	60		
20		9	60		
10		6	60		
10		7	70		
10		8	80		
60		8	80		

Conclusie:

Een tweezijdige hefboom bevindt zich in evenwicht als de volgende voorwaarde geldt.

$$\text{Kracht} \times \text{afstand tot draaipunt (links)} = \text{Kracht} \times \text{afstand tot draaipunt (rechts)}$$

Tip:

De zwaartekracht wordt altijd gegeven met een kleine fout; 0,1 N wordt verondersteld voor een massa van 10 g. De armen van de hefboom kunnen eenvoudig worden omgezet in cm indien benodigd. Aangezien 1 sectie overeenkomt met 2 cm.

3.2. MODEL VAN EEN BALANS

Gebruikte kit:

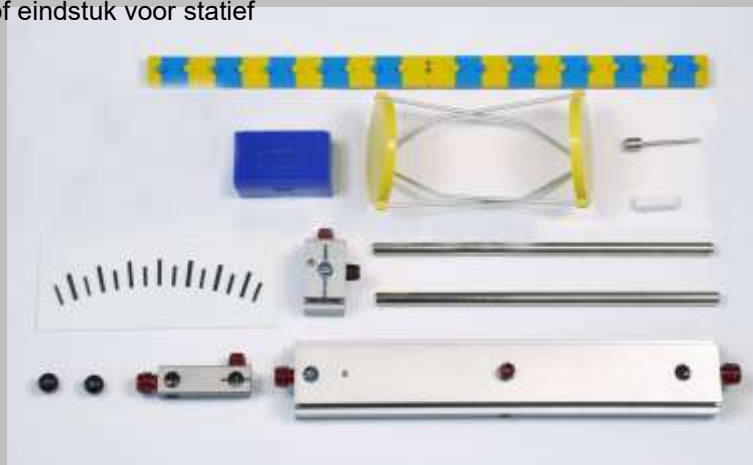
P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

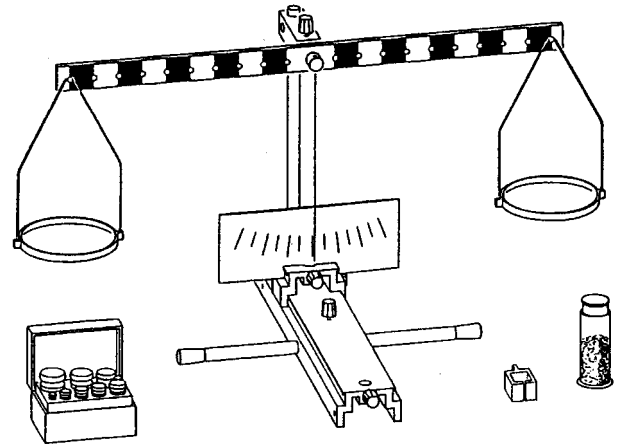
- 1x Set balansmassa's, 1...50 g
- 1x Hefboom voor balans
- 1x Balans, met maatverdeling
- 1x Aanwijsstok voor hefboom
- 2x Weegschaal, kunststof met
- 1x Glijzadel voor hefboom
- 1x Glijklem voor scherm, veer en aanwijzers
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 1x Draagpin
- 2x Kunststof eindstuk voor statief



Een simpele hefboom kan eenvoudig een balans gemaakt worden.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We schuiven een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. We plaatsen de doppen voor de pennen aan beide uiteinden van de staaf. We klemmen de tweede staaf, van 25 cm, verticaal vast in de statiefrail. We maken het universele kopstuk vast aan de verticale staaf.



We klemmen de hefboom in het bovenste gat van het kopstuk vast met behulp van de draagpin. We schroeven de aanwijzer in het midden van de hefboom vast. We plaatsen de schaal achter de aanwijzer met behulp van het glijzadel op de statiefrail tegenover de verticale staaf. We hangen de twee schaaltes aan de uiteinden van de hefboom op. We kunnen het glijzadel van de hefboom eraan vastmaken en heen en weer bewegen, om een precieze aanpassing van het contragewicht mogelijk te maken.

Experiment 0: We leggen een massa van 1 g op het rechter weegschaaltje. De beweging van de hefboom is te zien op de aanwijzer. We lezen de deelstrepen af van de schaalverdeling.

Massa van 1 g: beweging van de aanwijzer over deelstrepen.

Experiment 1:

We hangen de schaaltes aan de *zevende pin* van de hefboom aan beide kanten. Zodoende wordt de effectieve lengte van de hefboom verkort. We passen het evenwicht aan als de schaaltes leeg zijn. Dan stellen we de beweging van de hefboom vast bij een belading van 1 g.

Massa van 1 g: beweging van de aanwijzer over deelstrepen.

Experiment 2:

We hangen de schaaltes aan de *derde pin* van de hefboom aan beide kanten. Zodoende wordt de effectieve lengte van de hefboom verkort. We passen het evenwicht aan als de schaaltes leeg zijn. Dan stellen we de beweging van de hefboom vast bij een belading van 1 g.

Massa van 1 g: beweging van de aanwijzer over deelstrepen.

Conclusie:

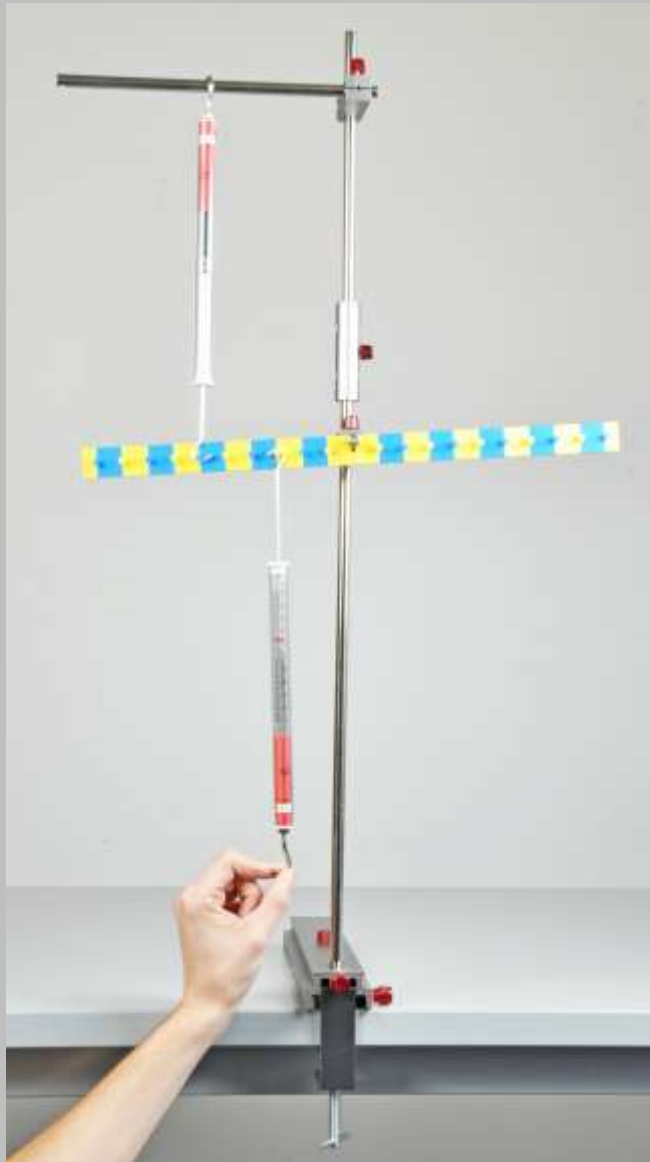
Weegschalen reageren gevoeliger als hun draagarm langer is. Weegschalen worden gevoeliger als het zwaartepunt dicht bij het draaipunt van de hefboom wordt gelegd.

3.3. EENARMIGE HEFBOOM

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

2x Veerunster, 2 N, transparant

1x Hefboom voor balans

1x Statiefstang, 300 mm, NTL

1x Tafelklem, NTL

1x Kopstuk, rond, NTL

2x Kopstuk, universeel, NTL

1x Draagpin

2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm

1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

Als krachten aan dezelfde kant van een hefboom worden uitgeoefend (gezien vanaf het draaipunt) dan noemen we dit een eenarmige hefboom.

Vorbereiding:

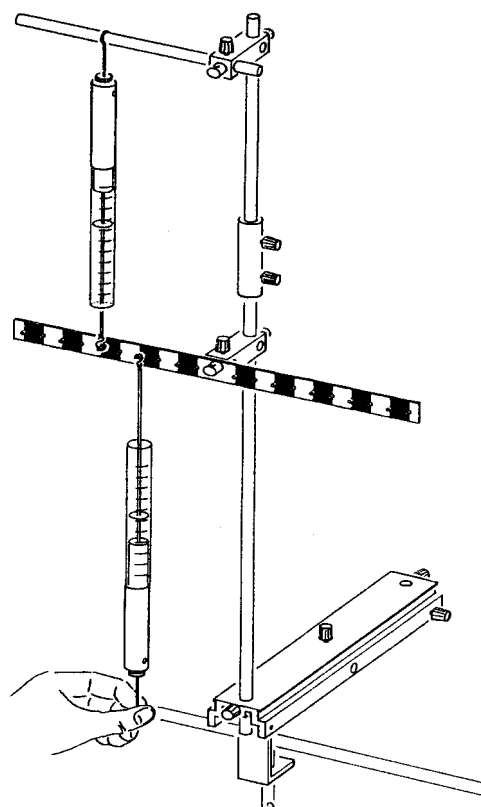
Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We maken de tafelklem met de statiefrail vast aan de tafelrand. We maken een universeel kopstuk vast aan de staaf van 50 cm. We verbinden de staaf van 50 cm met een staaf van 25 cm door middel van het ronde kopstuk. De zodoende ontstane staaf van 75 cm klemmen we verticaal vast in de statiefrail. We klemmen de hefboom in het middelste gat van het universele kopstuk vast met de draagpin, maar zorgen ervoor dat hij nog kan draaien. We plaatsen een tweede universeel kopstuk aan het uiteinde van de staaf. Het draagt een staaf van 25 cm horizontaal.

Experiment:

We hangen een veerunster van 2 N aan de horizontale staaf en passen het nulpunt aan. We hangen de haak van het veerunster in de zesde pin (geteld vanaf het draaipunt) van de hefboom. We verschuiven het universele kopstuk met de draagpin, dat de hefboom draagt, zodanig dat het veerunster een waarde van 0,6 N aangeeft zodra de hefboom in horizontale positie staat.

Het product van kracht x arm is hier
6 secties x 0,6 N = 3,6 (Nsectie) of 7,2 Ncm

We houden een tweede veerunster vast met de schaalverdeling naar boven. In deze positie passen we het nulpunt aan. We hangen het tweede veerunster op telkens verschillende afstanden vanaf het draaipunt. Door naar beneden te trekken blijft het bovenste veerunster altijd precies 0,6 N aangeven. We lezen de benodigde kracht af van het onderste veerunster.



We voltooien de gegeven tabel.

Kracht (naar boven)	afstand	Werkarm	Kracht (naar beneden)	Moment
0,6 N	6 secties	2 secties	 N	.....
0,6 N	6 secties	3 secties	 N	.....
0,6 N	6 secties	4 secties	 N	.....
0,6 N	6 secties	6 secties	 N	.....
0,6 N	6 secties	9 secties	 N	.....

Conclusie:

Dezelfde voorwaarde geldt ook voor het contragewicht van een eenarmige hefboom:

$$\text{Kracht (omhoog)} \times \text{arm} = \text{Kracht (omlaag)} \times \text{arm}$$

3.4. EENVOUDIGE VASTE KATROL

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 3x Massaschijf, 10 g
- 3x Massaschijf, 50 g
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Katrollen, set van 4, plastic
- 1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Draagpin
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm
- 1x Schaar



Op een bouwplaats kunnen we zien hoe ladingen naar boven worden gehesen met behulp van een vaste katrol. Kunnen we op deze manier kracht sparen, m.a.w. is er minder kracht nodig voor het trekken dan het gewicht van de lading?

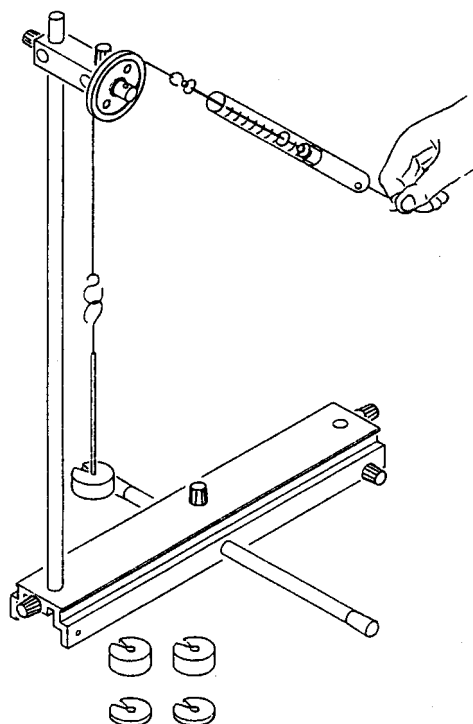
Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We schuiven een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We maken de staaf vast met behulp van de gekartelde schroef. We plaatsen de doppen voor pennen aan beide uiteinden van de staaf. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal in de statiefrail. We zetten het universele kopstuk vast aan de staaf. We zetten de katrol vast aan het universele kopstuk met behulp van de draagpin.

We knopen lussen aan beide uiteinden van een draad van ongeveer 30 cm. We leggen de draad over de vastgemaakte katrol. We houden een veerunster van 2 N verticaal beet (met het verschuifbare deel naar boven) en zetten het nulpunt vast op deze positie.

Experiment:

We hangen één voor één massastukken van 60, 120 en 180 g aan de gewichtshanger. We hangen deze lading telkens aan het ene eind van het touw terwijl we het veerunster, dat aan het andere uiteinde van de draad met een lus vastzit, vasthouden. We zetten de trekkracht die het veerunster aangeeft in de tabel. We houden het veerunster ook onder een hoek vast. Er kunnen dan kleine afwijkingen optreden omdat het nulpunt niet is bepaald voor deze positie.



Massa van de lading	60 g	120 g	180 g
Gewicht van de lading	0,6 N	1,2 N	1,8 N
Trekkracht	N	N	N

De trekkracht is altijd dezelfde hoeveelheid als het gewicht van de lading.

Conclusie:

De vaste katrol helpt niet om kracht te sparen. Het kan beter gebruikt worden om de richting van de kracht te veranderen.

3.5. LOSSE KATROL

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 3x Massaschijf, 10 g
- 3x Massaschijf, 50 g
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Katrollen, set van 4, plastic
- 1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Draagstang, rond,
L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Draagpin
- 1x Statiefstang, rond,
L = 500 mm, D = 10 mm
- 1x Schaar

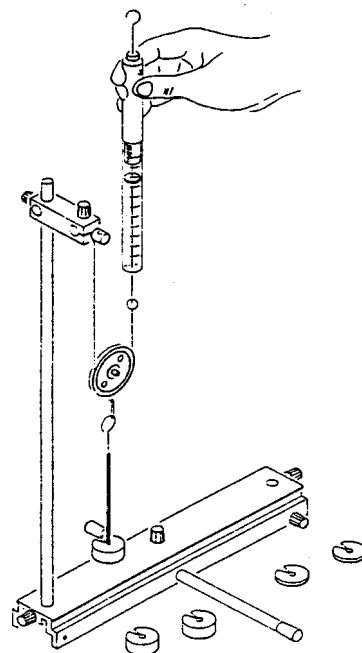


De vaste katrol helpt niet om kracht te besparen. We gaan een losse katrol wat meer onderzoeken in dit opzicht.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We schuiven een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We maken de staaf vast met behulp van de gekartelde schroef. We plaatsen de doppen voor pennen aan beide uiteinden van de staaf. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal in de statiefrail. We maken de universele kopstukken vast aan de verticale staaf. De draagpin zetten we vast aan het universele kopstuk.

We knopen lussen aan beide uiteinden van een draad van ongeveer 30 cm. We maken de ene lus van de draad vast aan de draagpin. We hangen een veerunster van 2 N aan de tweede lus. We hangen de katrol met haak zodanig aan de draad dat de katrol naar beneden gericht is. We stellen het nulpunt van het veerunster precies vast met de opgehangen katrol (zodoende wordt het eigen gewicht van de katrol buiten beschouwing gelaten).



Experiment 1:

We hangen één voor één massastukken van 60, 120 en 180 g aan de gewichtshanger. We hangen deze ladingen in het oog van de haak van de katrol. De benodigde trekkracht lezen we af van het veerunster. En we zetten de hoeveelheden in de tabel.

Massa van de lading	60 g	120 g	180 g
Gewicht van de lading	0,6 N	1,2 N	1,8 N
Trekkracht	N	N	N

De trekkracht is telkens slechts de helft van de lading. Is er een deel van het gewicht van de lading verdwenen?

Experiment 2:

We halen de draad van de draagpin en verplaatsen het universele kopstuk naar het bovenste einde van de staaf. Dan hangen we een tweede veerunster aan de draagpin. We stellen het nulpunt van het veerunster af. Dan hangen we de draad met een lus aan het veerunster, en aan het tweede veerunster met de andere lus. We hangen de katrol aan de draad. Het veerunster bij de draagpin meet dat deel van de lading dat de ophanging moet dragen. We zien dat de ophanging altijd de rest van de lading moet dragen.

Conclusie:

De katrol helpt ons kracht te sparen. De benodigde kracht is de helft van de lading.

3.6. BLOK EN ENKELE KATROL

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 2x Massaschijf, 10 g
- 3x Massaschijf, 50 g
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Katrollen, set van 4, plastic
- 1x Koord, rol van 30 m,
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 2x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Houder voor krachtmeters en reageerbuizen
- 1x Draagstang met schroef, L = 100 mm, D = 10 mm
- 1x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Draagpin
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm



In de meest eenvoudige vorm is een takel een combinatie van een stationaire en een beweegbare katrol.

Voorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We schuiven een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We maken de staaf vast met behulp van de gekartelde schroef. We plaatsen de doppen voor pennen aan beide uiteinden van de staaf. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal in de statiefrail. We zetten het universele kopstuk vast aan de verticale staaf. We zetten de katrol zonder haak met behulp van de draagpin vast aan het universele kopstuk, als een stationaire (vaste) katrol. We zetten de staaf van 10 cm vast aan het andere uiteinde van de statiefrail. Het tweede veerunster, dat de houder voor de veerunsters vasthoudt, zetten we vast aan deze statiefrail.

We beschikken over een stuk draad van 70 cm met lussen aan beide uiteinden. We hangen de ene lus over de draagpin waar vandaan het over de stationaire katrol wordt gelegd d.m.v. de katrol met haak (beweegbare katrol). Het veerunster van 2 N hangen we aan het tweede stuk draad en we klemmen het vast aan het universele kopstuk door middel van de houder voor het veerunster (met het beweegbare gedeelte naar boven).

Experiment:

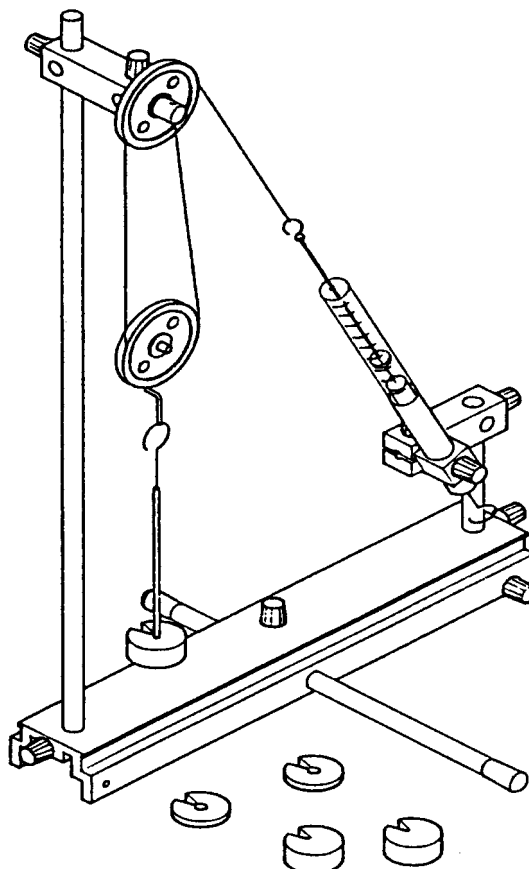
We hangen één voor één massastukken van 60, 120 en 180 g aan de gewichtshanger. We hangen deze ladingen in het oog van de haak van de beweegbare katrol. We lezen de benodigde trekkracht af van het veerunster. We zetten de gemeten waarden in de tabel.

Massa van de lading	60 g	120 g	180 g
Gewicht van de lading	0,6 N	1,2 N	1,8 N
Trekkracht	N	N	N

Conclusie:

Een takel combineert de voordelen van de stationaire en beweegbare katrol. Het blok en de enkele katrol van een stationaire en beweegbare katrol maken een besparing in kracht van de helft van de lading mogelijk.

Deze krachtsbesparing wordt bereikt door enerzijds de beweegbare katrol en anderzijds door de omleiding van de kracht in een voordeliger richting door de stationaire katrol.



3.7. BLOK EN COMBINATIE VAN KATROLLEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Houder voor massaschijven, 10g
- 4x Massaschijf, 10 g
- 3x Massaschijf, 50 g
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Katrollen, set van 4, plastic
- 1x Koord, rol van 30 m,
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 2x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Houder voor krachtmeters en reageerbuizen
- 1x Draagstang met schroef, L = 100 mm, D = 10 mm
- 1x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Draagpin
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm
- 1x Schaar



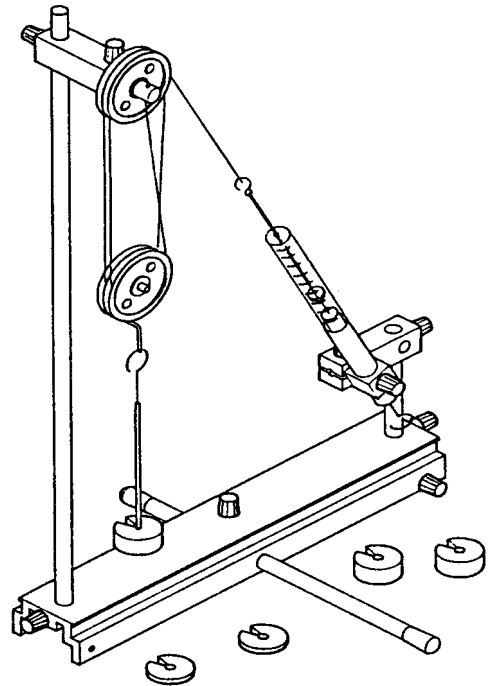
Een nog grotere krachtsbesparing dan met een enkele takel wordt bereikt door verschillende stationaire en beweegbare katrollen te combineren. Dit kunnen we laten zien middels een combinatie van katrollen en blokken die bestaat uit twee stationaire en twee beweegbare katrollen.

Vorbereitung:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We schuiven een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We maken de staaf vast met behulp van de gekartelde schroef. We plaatsen de doppen voor pennen aan beide uiteinden van de staaf. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal in de statiefrail. We plaatsen de twee katrollen zonder haken als stationaire katrollen naast elkaar, en zetten ze vast in het universele kopstuk met behulp van de draagpin.

We klemmen de staaf van 10 cm aan de andere kant van de statiefrail. We maken het tweede universele kopstuk vast aan deze staaf, die de houder voor het veerunster draagt.

We beschikken over een draad van ongeveer 2 m met lussen aan beide uiteinden. We hangen de ene lus over de draagpin waar vandaan het over de stationaire katrol wordt gelegd d.m.v. de katrol met haak (beweegbare katrol). Dan leggen we de draad over de tweede beweegbare katrol en tenslotte over de tweede stationaire katrol. We hangen het veerunster van 2 N aan het tweede uiteinde van de draad en klemmen het vast aan het universele kopstuk door middel van de houder voor het veerunster (met het beweegbare gedeelte naar boven).



Experiment:

We hangen een massa van 160 g (gewichtshanger en drie massaschijven) aan de haak van de twee beweegbare katrollen. De lading is ongeveer 1,6 N. Welke kracht is benodigd om de kracht opwaarts te trekken?

We houden ook de afstanden die de lading aflegt bij met een meting en het trekken aan het veerunster in de gaten.

Conclusie:

De hoeveelheid benodigde kracht is nu ongeveer een kwart van het gewicht van de lading. De dubbele takel bestaat uit twee beweegbare en twee stationaire katrollen. Om de lading een bepaalde afstand op te hijsen, moet vier keer zoveel touw binnen gehaald worden.

3.8. MECHANISCHE ARBEID

Gebruikte kit:
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:
1x Rolmaat, $L = 300$ cm
1x IJzeren blok met haak, groot
1x Veerunster, 2 N, transparant



We berekenen de geleverde arbeid aan de hand van twee voorbeelden.

Experiment 1: Tilarbeid

We hangen het grote blok ijzer aan het 2 N veerunster en lezen de kracht af:

Gewicht van het blok ijzer: N

Dan tillen we het blok ijzer tot een hoogte van 60 cm. Daarom is de afstand (s) gelijk aan 0,60 m.

De arbeid wordt berekend met de formule „Arbeid = Kracht x Afstand“. De eenheid voor arbeid is Joule (J).

$$\text{Arbeid} = \text{..... N} \times \text{..... m} = \text{..... J}$$

Experiment 2: Arbeid geleverd door wrijving.

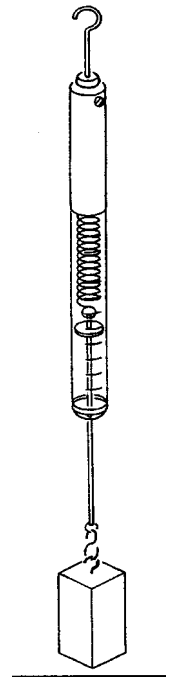
We leggen het grote blok ijzer op het tafelblad en hangen het 2 N veerunster aan de haak van het blok ijzer. We trekken het blok gelijkmatig over het tafelblad over 60 cm en meten de wrijvingskracht. Dan berekenen we de arbeid verbruikt door de wrijving.

Wrijvingskracht: N

$$\text{Arbeid} = \text{..... N} \times \text{..... m} = \text{..... J}$$

Conclusie:

Arbeid is het product van kracht en afstand. Als we de arbeid uitrekenen moet de kracht in de richting van de verplaatsing werken. De wrijvingsarbeid is negatief omdat de wrijvingskracht tegengesteld gericht is aan de verplaatsing.



3.9. ARBEID OP HET HELLEND VLAK

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Rolmaat, L = 300 cm

3x Massaschijf, 50 g

1x Veerunster, 2 N, transparant

1x Meetkarretje

1x Koppelstuk voor rails, universeel

1x Glijklem voor scherm, veer en aanwijzers

1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht

2x Statiefstang, 300 mm, NTL

1x Houder voor krachtmeters en reageerbuizen

1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

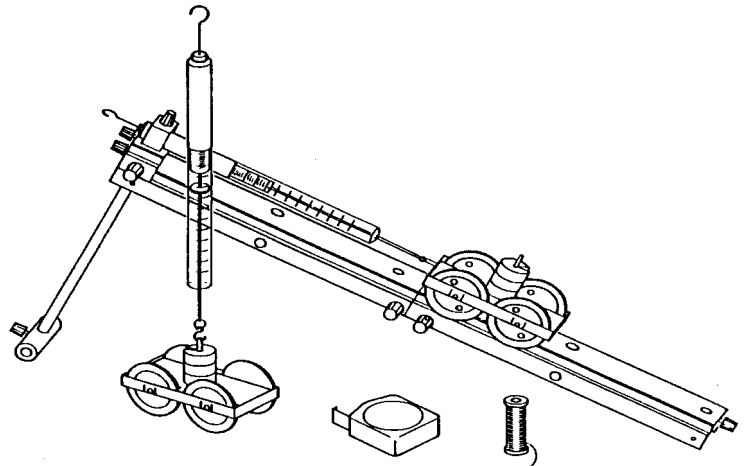
1x Kopstuk, rond, NTL



Als een voorwerp over een hellend vlak omhoog gaat dan is er minder kracht nodig. Is er ook een arbeids besparing als een voorwerp via een hellend vlak omhoog beweegd?

Vorbereitung:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We maken de twee statiefrails aan elkaar vast door middel van de railverbinder zodat het geheel als baan gebruikt kan worden. We klemmen de staaf van 50 cm in het gat aan het uiteinde van de rail. Het tweede einde van de staaf zetten we vast in het ronde kopstuk. We zetten de rail met behulp van de staaf zodanig op dat het een hellend vlak vormt. Dan verschuiven we de staaf in de rail aan het opgeheven einde zodanig dat de baan 36 cm boven het tafelblad komt te liggen.



Experiment 1:

We knopen een lus door het gat aan de bovenkant van het karretje. We zetten drie massaschijven van elk 50 g op het karretje (het karretje heeft zelf ook een massa van 50 g). Daarom wordt de totale massa 200 g en het gewicht ongeveer 2 N.

We houden het veerunster verticaal en *stellen dan het nulpunt af*. We hangen het karretje, inclusief de drie massaschijven aan het veerunster en verplaatsen het naar boven naar het opgeheven gedeelte aan het eind van de baan. De benodigde kracht is 2 N. We berekenen de verrichte arbeid.

$$\text{Kracht } F_z = 2 \text{ N,} \quad \text{Afstand } h = 0,36 \text{ m}$$

$$\text{Arbeid } W_1 = G \times h = \dots\dots\dots \text{ J}$$

Experiment 2:

We houden het veerunster parallel aan het hellende vlak en *stellen het nulpunt in deze positie af*. We knopen een lus door het gat van het karretje waaraan we het veerunster kunnen ophangen. We zetten het karretje op het onderste uiteinde van de baan en trekken het naar het bovenste einde met het veerunster. We lezen de afdalingskracht af van het veerunster en berekenen de hoeveelheid verrichte arbeid. De lengte van het hellend vlak is 60 cm.

$$\text{Kracht } F_H = \dots\dots\dots \text{ N,} \quad \text{Afstand } L = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Arbeid } W_2 = F_H \times L = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

Conclusie:

We kunnen geen arbeid sparen door middel van een hellend vlak. Wat bespaard wordt aan kracht moet gecompenseerd worden door de afstand te vergroten. Het product van kracht en afstand (de arbeid) blijft gelijk.

3.10. STABILITEIT

Gebruikte kit:
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

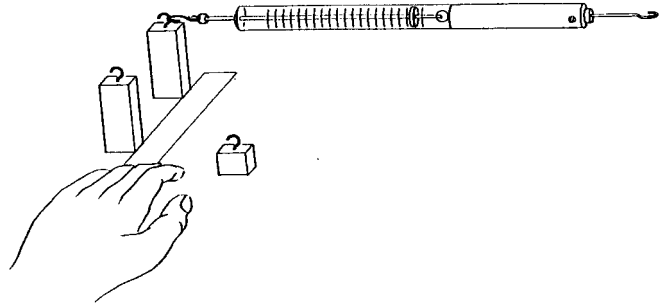
- 1x Aluminium blok, 50x20x20 mm
- 1x IJzeren blok met haak, groot
- 1x IJzeren blok met haak, klein 20x20x20mm
- 1x Veerunster, 2 N, transparant
- 1x Veerblad, staal, 0,4 mm, L = 165 mm



We willen onderzoeken waarvan de stabiliteit van een voorwerp afhangt.

Vorbereiding :

We zetten het kleine blokje ijzer en het blok aluminium op de bladveer. We houden het veerunster van 2 N horizontaal en *stellen het nulpunt af*. We hangen de haak van het veerunster aan de haak van het kleine blokje ijzer.



Experiment 1:

We trekken het kleine blokje ijzer omver op de bladveer en we meten de kracht, die daarvoor nodig is (maximale aanwijzingsstand van het veerunster).

We herhalen deze procedure met het blok aluminium. Dat heeft dezelfde hoeveelheid massa als het kleine blokje ijzer, maar het zwaartepunt ligt hoger. Weer meten we de kracht, die nodig is om het omver te duwen.

Nu geeft het veerunster een kleinere kracht aan. Als er meer kracht nodig is om een voorwerp om te duwen heeft het een hogere hoeveelheid stabiliteit.

Experiment 2:

We zetten het grote blok ijzer en het grote blok aluminium naast elkaar voor de bladveer. We maken het veerunster vast in de haak van het blok ijzer. We meten de benodigde kracht om het blok omver te trekken. Dan maken we het veerunster vast aan het blok aluminium, waarvan de massa kleiner is dan die van het blok ijzer. Het zwaartepunt ervan ligt echter even hoog als het zwaartepunt van het blok ijzer.

Het veerunster geeft een kleinere kracht aan dan bij het omver trekken van het blok ijzer.

Conclusie:

Hoe lager het zwaartepunt van een voorwerp is, en hoe hoger zijn massa, des te hoger is de stabiliteit van dit voorwerp.

3.11. KANTELPUNTEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Veerunster, 2 N, transparant

1x Veerblad, staal, 0,4 mm, L = 165 mm

1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht

1x Kopstuk, universeel, NTL

1x Draagstang met schroef, L = 100 mm, D = 10 mm

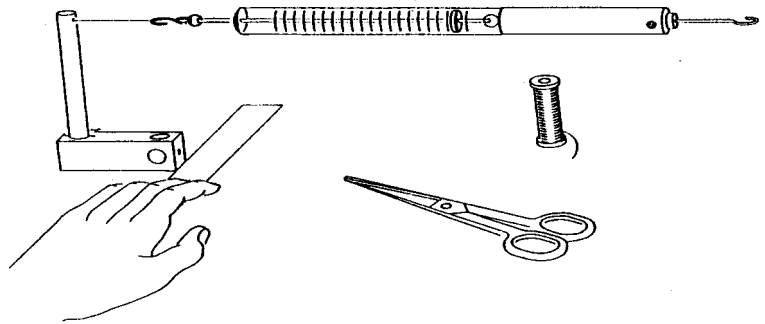
1x Schaar



Voor het kantelen van een voorwerp moet arbeid worden verricht. Het zwaartepunt moet opgetild zijn over een bepaalde afstand.

Vorbereiding:

We klemmen de korte staaf in het universele kopstuk, bijv. in het gat met de gleuf. Het einde van de staaf moet omhoog staan. We maken een stukje draad met een lus vast in dit gat. We zetten het voorwerp tegen de bladveer aan. Eerst moet het staafje dicht bij de bladveer zijn. We hangen het veerunster in de lus van de draad. We houden het 2 N veerunster horizontaal en *stellen het nulpunt in deze positie af*.



Experiment:

We proberen het universele kopstuk te kantelen en bekijken hoeveel kracht daarvoor benodigd is. Het zwaartepunt wordt iets omhoog getild bij het kantelen.

We halen de gekantelde schroef, die op dit moment niet noodzakelijk is, af van het universele kopstuk. We zetten het universele kopstuk voor de bladveer, zodanig dat het lege boorgat recht voor de bladveer staat. Opnieuw bepalen we de kracht die nodig is om het voorwerp te kantelen.

We willen het zwaartepunt optillen over een wat grotere afstand. De benodigde kracht is groter. De hoeveelheid arbeid is groter, omdat het zowel van kracht als van afstand afhangt. De stabiliteit is kleiner als het zwaartepunt dichterbij het kantelpunt ligt.

Conclusie:

De hoeveelheid arbeid benodigd voor het kantelen is groter als het zwaartepunt verder weg ligt van het kantelpunt.

4. HYDROSTATICA

4.1. COMMUNICERENDE VATEN

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Stop, silicone 12/18/27mm, 1 gat 7mm

1x Rolmaat, L = 300 cm

1x Slang, plastic, 100 cm

1x Statiefstang, 300 mm, NTL

2x Kopstuk, universeel, NTL

2x Draagstang, rond,

L = 250 mm, D = 10 mm

2x Kunststof eindstuk voor statief

1x Statiefstang, rond,

L = 500 mm, D = 10 mm

1x Manometerbuis, acryl,

D = 20 mm, L = 120 mm

1x Acrylbuis, D = 8 mm, L = 80 mm

1x Manometerbuis, acryl,

D = 8 mm, L = 200 mm

1x Maatcilinder, plastic, 100 mL



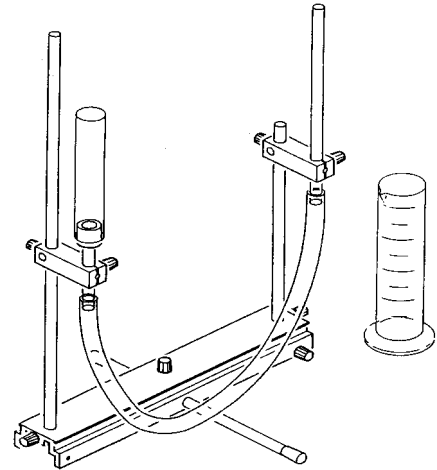
Aanvullende benodigdheden:

Ontdekken bij welke niveaus water verschijnt in communicerende vaten met verschillende doorsnedes.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We duwen een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast door middel van de gekartelde schroef. We monteren de doppen voor pennen aan beide uiteinden van de staaf. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal aan het rechter uiteinde van de statiefrail. We zetten een universeel kopstuk vast aan beide verticale staven.

We klemmen de kortste plastic buis in het linkse universele kopstuk. We monteren de plastic pijp met een diameter van 20 mm op deze pijp door middel van de siliconen stop. We klemmen de langste plastic buis aan het rechter universele kopstuk. We verbinden beide plastic buizen door middel van de PVC-slang.



Experiment:

We laten water uit de maatcilinder in de rechter plastic buis lopen (met de grotere doorsnede) en bekijken het waterpeil in beide plastic buizen. Daarna laten we een van de twee plastic pijpen zakken of stijgen en bekijken wat er met het waterpeil gebeurt. En tenslotte kantelen we de gehele opstelling en bekijken wat er met het waterpeil gebeurt.

Conclusie:

Het waterpeil is altijd gelijk in communicerende vaten.

4.2. EFFECTEN VAN LUCHTDRIK

Gebruikte kit:
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Slang, plastic, 100 cm
- 1x Manometerbuis, acryl,
D = 8 mm, L = 200 mm
- 1x Bekerglas, plastic, 100 mL
- 1x Maatcilinder, plastic, 100 mL

Aanvullende benodigdheden:
Water



Luchtdruk wordt alleen waargenomen als het werkt in slechts één richting.

Voorbereiding:

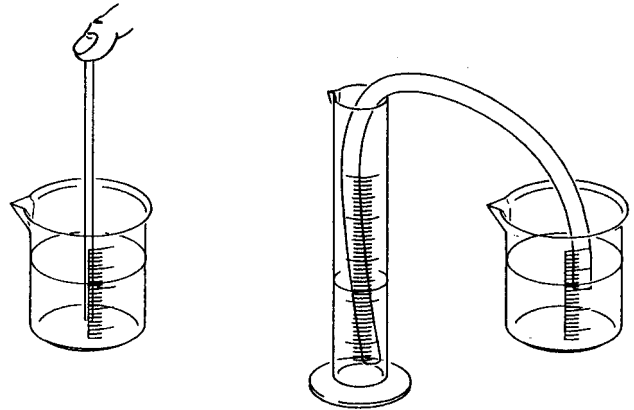
We vullen de beker met water tot ongeveer 1 cm onder de rand.

Experiment 1:

We dompelen de plastic pijp, die aan beide zijden open is, zo diep mogelijk onder in de beker met water. Dan sluiten we de plastic pijp bovenaan af met onze duim. Dan trekken we hem langzaam uit het water totdat hij nog maar een klein stukje onder water zit. Stroomt het water er uit?

Dan halen we onze duim eraf terwijl de buis nog deels onder water is. Stroomt het water er nu uit?

We herhalen het experiment maar halen onze duim niet weg voordat de pijp helemaal uit het water getrokken is. De beker moet er nog onder staan!



Experiment 2:

We vullen de maatcilinder met water, ongeveer tot de 100 mL markering. De beker is nu half gevuld met water. We dompelen de PVC-slang nu zo ver mogelijk onder water in de maatcilinder, dat verticaal gehouden wordt en gevuld is met water. Het resterende water gieten we in de maatcilinder; de beker moet nu leeg zijn.

We sluiten het uiteinde van de PVC-slang nu af met een vinger. We buigen de slang nu over de rand van de maatcilinder in de lege beker. Zodra de slang zo ver mogelijk in de beker zit halen we onze vinger weg. Hoe diep moet het uiteinde van de slang zitten, zodat het water niet terugstroomt in de maatcilinder? Hoe kunnen we voorkomen dat er water terugstroomt in de beker?

Hoe kunnen we water weer terug laten lopen van de beker naar de maatcilinder?

Let op dat de beker niet overstroomt!

We kunnen water in de slang brengen door een onderdruk in de slang te laten ontstaan (bijv. door zuiging).

Conclusie:

We kunnen luchtdruk benutten wanneer we vloeistoffen willen verplaatsen. In het eerste experiment houdt de luchtdruk een kolom van water in een pijp (ondergedompelde sifon), in het tweede experiment drukt het water in de slang. Er stroomt water in de beker totdat het waterpeil in beide vaten gelijk is.

4.3. OPWAARTSE KRACHT

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



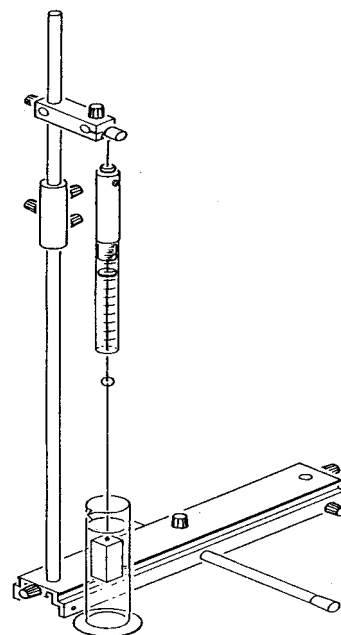
Materiaal:

- Materialen:**
- 1x Aluminium blok, 50x20x20 mm
 - 1x IJzeren blok met haak, groot
 - 1x IJzeren blok met haak, klein 20x20x20mm
 - 1x Veerunster, 2 N, transparant
 - 1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
 - 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
 - 1x Kopstuk, rond, NTL
 - 1x Kopstuk, universeel, NTL
 - 1x Draagpin
 - 2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
 - 2x Kunststof eindstuk voor statief
 - 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm
 - 1x Maatcilinder, plastic, 100 mL
 - 1x Schaar
- Aanvullende benodigdheden:**
- Water

Kunnen dikke mensen bewegingen sparen bij het zwemmen omdat ze meer massa hebben en daarom een hogere opwaartse kracht (drijfvermogen)? Of omdat ze een groter volume hebben?

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We drukken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met de gekartelde schroef. We zetten de doppen voor pennen op beide uiteinden van de staaf. We koppelen de staaf van 50 cm aan de tweede staaf van 25 cm door middel van het ronde kopstuk en we klemmen het verticaal aan de statiefrail. We zetten een universeel kopstuk met draagpin aan het bovenste uiteinde van de staaf. We hangen het 2 N veerunster aan deze draagpin. We vullen de maatcilinder met water tot aan de markering van 80 mL.



Experiment:

We beschikken over drie blokken: het aluminium blok en het kleine ijzeren blokje hebben dezelfde massa, en het aluminium blok en het grotere ijzeren blok hebben hetzelfde volume. We stellen de gewichten van de drie blokken (gehangen aan het veerunster), de volumes (met behulp van de maatcilinder), de gewichtskrachten van de voorwerpen indien ondergedompeld in het water, en de gewichtsafname (veroorzaakt door onderdompeling) vast. En zetten de uitkomsten in de tabel.

	blok aluminium	kleine blokje ijzer	grote blokje ijzer
Gewicht van de voorwerpen	 N	 N	 N
Volume van de voorwerpen	 cm ³	 cm ³	 cm ³
Gewicht van het ondergedompelde voorwerp	 N	 N	 N
Gewichtsafname	 N	 N	 N

Conclusie:

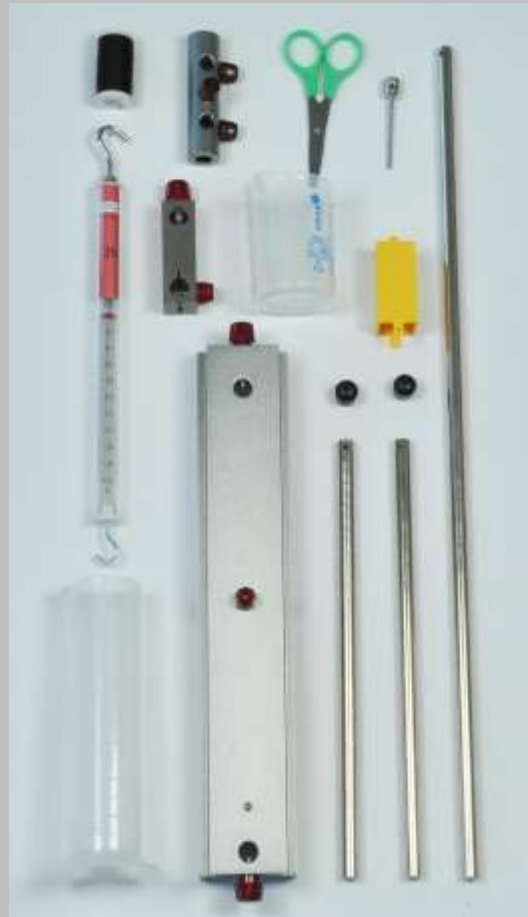
De opwaartse kracht van een lichaam ondergedompeld in een vloeistof hangt niet af van het gewicht van het materiaal, maar alleen van het volume.

4.4. WET VAN ARCHIMEDES

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanics 1



Materiaal:

1x Aluminium blok, 50x20x20 mm

1x Plastic bakje (Archimedes)

1x Veerunster, 2 N, transparant 1x Koord, rol van 30 m, grote trekkkracht

1x Statiefstang, 300 mm, NTL

1x Kopstuk, rond, NTL

1x Kopstuk, universeel, NTL

1x Draagpin

2x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm

2x Kunststof eindstuk voor statief

1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm

1x Bekerglas, plastic, 100 mL

1x Maatcilinder, plastic, 100 mL

1x Schaar

Aanvullende benodigdheden:

1x Water

Men zegt over Archimedes dat hij deze belangrijke wet over opwaartse kracht van een in een vloeistof ondergedompeld voorwerp zou hebben ontdekt in zijn badkuip.

Vorbereiding:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We drukken een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met behulp van de gekartelde schroef. We zetten de doppen erop aan beide uiteinden van de staaf. We verbinden de staaf van 50 cm met de tweede staaf van 25 cm door middel van het ronde kopstuk en klemmen het geheel verticaal in de statiefrail. We monteren een universeel kopstuk met draagpin aan de bovenkant van de staaf. We hangen een veerunster van 2 N op aan de draagpin. We vullen de maatcilinder met water tot aan de markering van 80 mL.

Zorg ervoor dat het aluminium blok goed past in het holle blok van Archimedes. Het holle blok kan precies zoveel vloeistof bevatten als het aluminium blok verplaatst. We hangen het holle blok en het aluminium blok aan het veerunster.

Experiment:

We lezen het gewicht af van het veerunster: N

We dompelen het aluminium blok volledig onder in de maatcilinder dat tot aan de 80 mL markering met water is gevuld (laat het universele kopstuk met de draagpin voldoende zakken). Het holle blok mag niet onder water staan.

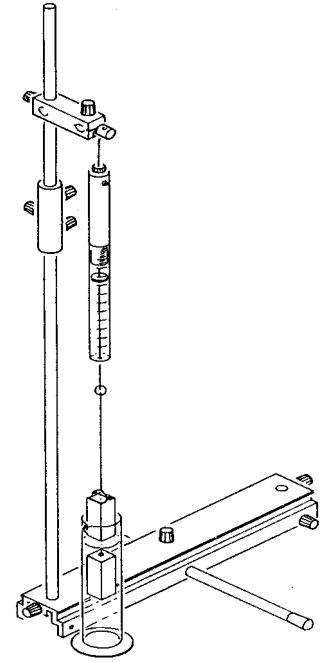
We lezen het gewicht dat wordt verminderd door de opwaartse kracht af van het veerunster : N

We schenken water vanuit de beker in het holle blok. Ook nu weer is alleen het aluminium blok volledig ondergedompeld in het water.

We lezen het gewicht af van het veerunster: N

Conclusie:

De opwaartse kracht (de gewichtsafname) is gelijk aan het gewicht van de verplaatste hoeveelheid vloeistof.



4.5. DRAAGVERMOGEN VAN EEN SCHIP

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Veerunster, 2 N, transparant
1x Koord, rol van 30 m, grote trekkracht
1x Bekerglas, plastic, 100 mL
1x Maatcilinder, plastic, 100 mL
1x Reageerbuis, glas 12x100 mm
1x Schaar
Aanvullende benodigdheden:
1x Water



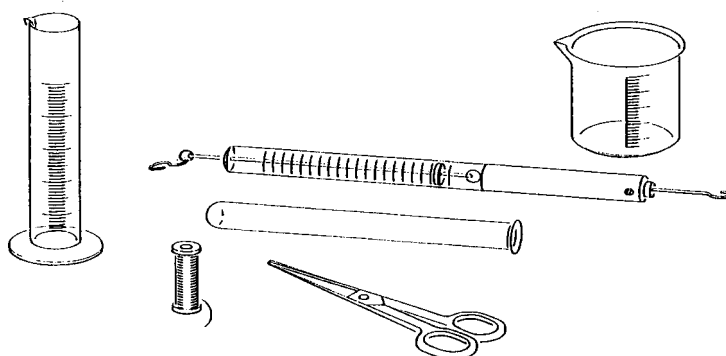
We gaan ontdekken hoe we het draagvermogen van een schip kunnen berekenen. Hiervoor gebruiken we een reageerbuis als een „schip“.

Vorbereitung:

We vullen de maatcilinder met 80 mL water.

Experiment:

We duwen de reageerbuis („het schip“) in het water van de maatcilinder totdat het de bodem van de maatcilinder raakt. Het waterpeil in de maatcilinder geeft aan hoeveel mL water er verplaatst is door het „schip“. Omdat 1 mL water in de maatcilinder een gewicht heeft van ongeveer 0,01 N kunnen we de hoogst mogelijke opwaartse kracht van het schip op deze onderdompelingsdiepte afmeten aan de waterverplaatsing.



Het „schip“ verplaatst mL water.

Het draagvermogen is N.

We hangen nu de reageerbuis aan het veerunster met een dun draadje. We meten nu het eigen gewicht van het „schip“.

Eigen gewicht van het „schip“: N.

We vullen nu de reageerbuis, die nog steeds in het veerunster hangt met water uit de beker. Er moet zoveel water zijn dat het veerunster een beetje minder aangeeft dan aan het begin van het experiment toen we het draagvermogen vaststelden. We stoppen het schip in de maatcilinder. Het zakt niet helemaal tot aan de bodem van de maatcilinder.

We hangen de reageerbuis weer aan het veerunster en vullen hem met een zodanige hoeveelheid water dat het overeenkomt met het draagvermogen. Deze lading is gelijk aan het verschil tussen het draagvermogen op een bepaalde onderdompelingsdiepte en de eigen lading van het „schip“.

We dompelen het „beladen schip“ onder in de maatcilinder. De reageerbuis zinkt naar de bodem van de maatcilinder.

Conclusie:

Het draagvermogen van een drijvend voorwerp is het resultaat van het verschil tussen de hoogst mogelijke opwaartse kracht op een bepaalde diepte en de eigen lading.

4.6. MODEL VAN EEN HYDROMETER

Gebruikte kit:

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Metalen massakogeltjes, 50 g
- 1x Maatcilinder, plastic, 100 mL
- 1x Reageerbuis, glas 12 x 100 mm

Aanvullende benodigdheden:

- 1x Petroleum of spiritus
- 1x Zout
- 1x Papieren strip
- 1x Water



We kunnen de dichtheid van vloeistoffen vaststellen door middel van een hydrometer. We gaan het model van een hydrometer bouwen.

Vorbereiding:

We vullen de maacilinder tot de 100 mL markering met water. Stop zoveel kogeltjes in de reageerbuis dat deze tot ongeveer driekwart ondergedompeld wordt in het water. Maak een schaalverdeling met het strookje papier (verdeeld in centimeters) en stop het in de reageerbuis. De lengte van het strookje papier moet precies in de reageerbuis passen.

Experiment:

We dompelen het model van de hydrometer (reageerbuis) onder in het water van de maacilinder. Onthoud tot welke markering de schaalverdeling van het strookje papier ondergedompeld wordt in de reageerbuis. Trek het strookje papier eruit en zet het getal 1,0 bij deze positie (dit is de dichtheid van water).

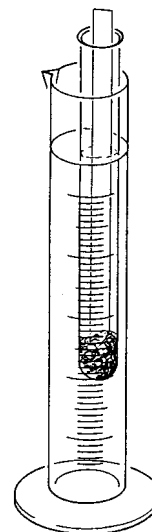
Doe het geurende petroleum of spiritus in de maacilinder in plaats van het water en herhaal bovenstaande procedure. Nu verkrijgen we het getal 0,8 voor de dichtheid van spiritus.

We doen een oplossing van 100 g suiker en 10 g water in de maacilinder. We noteren het getal 1,2 voor de dichtheid van de suikeroplossing.

Dan kunnen we nu op basis van de markeringen tussen 0,8 en 1,2 de afstand precies aangeven.

Conclusie:

We kunnen de dichtheid van een vloeistof vaststellen door middel van een hydrometer en de diepte van onderdompeling van die hydrometer.



4.7. HYDROSTATISCHE DRUK

Gebruikte kit:

P9901-4A Statiefmateriaal

P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

- 1x Rolmaat, L = 300 cm
- 1x Onderdompel set, acryl
- 1x Slang, plastic, 100 cm
- 1x Statiefstang, 300 mm, NTL
- 1x Kopstuk, rond, NTL
- 1x Kopstuk, universeel, NTL
- 1x Draagstang met schroef, L = 100 mm, D = 10 mm
- 1x Draagstang, rond, L = 250 mm, D = 10 mm
- 2x Kunststof eindstuk voor statief
- 1x Statiefstang, rond, L = 500 mm, D = 10 mm
- 2x Manometerbuis, acryl, D = 8 mm, L = 200 mm
- 1x Maatcilinder, plastic, 100 mL



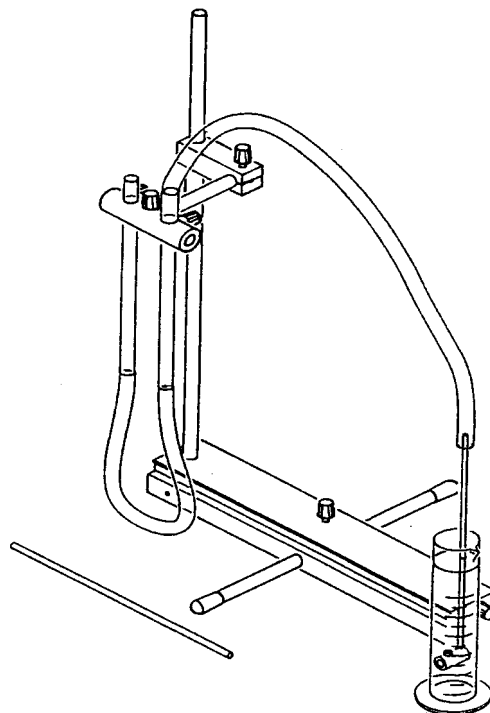
Aanvullende benodigdheden:

- 1x Water

Vorbereitung:

Stel op zoals aangegeven op de afbeelding. We duwen een staaf van 25 cm door het kruisgat van de statiefrail. We zetten de staaf vast met behulp van de gekartelde schroef. We drukken de doppen voor penne op beide uiteinden van de staaf. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal vast in de statiefrail. We monteren een universeel kopstuk aan de bovenkant van de staaf. We zetten een staaf van 10 cm vast aan het universele kopstuk. We zetten het ronde kopstuk aan de staaf van 10 cm.

We bouwen een manometer met behulp van de twee plastic pijpen en de korte PVC-slang. We klemmen de plastic buizen aan het ronde kopstuk. We vullen de manometer met water waarin we wat roodgekleurd poeder doen. Het waterpeil in de buizen moet ongeveer 10 cm bedragen. We vullen de maatcilinder met water tot 1 cm onder de rand. We markeren het waterpeil en 5 resp. 10 cm onder dit peil zetten we verdere markeerstreepjes.



Experiment 1:

We koppelen de rechte onderdompelingssonde (voor het meten van de opwaartse druk) aan de manometer met behulp van de PVC-slang. Het waterpeil moet in beide buizen van de manometer gelijk zijn. We dompelen de onderdompelingssonde in het water van het glas met de maatverdeling. Eerst dompelen we het 5 cm onder en we meten het verschil in hoogte tussen de twee waterkolommen van de manometer. Daarna dompelen we de onderdompelingssonde 10 cm onder en meten opnieuw het hoogteverschil tussen de beide waterkolommen in de buizen van de manometer. De eenheid van de hydrostatische druk (druk in het water) noemen we millimeter waterdruk (mm WD). 10 mm waterdruk komt overeen met ongeveer 1 millibar (mbar).

Onderdompelingsdiepte	5 cm	10 cm
Druk	 mm WD = mbar	 mm WD = mbar

Experiment 2:

We vervangen de rechte onderdompelingssonde door de onderdompelingssonde voor neerwaartse druk. De opening aan de zijkant van de onderdompelingssonde wordt dichtgehouden door een kleine siliconen stop. Nu kan de waterdruk alleen naar beneden gericht zijn. Het waterpeil in beide buizen van de manometer moet gelijk zijn. Weer wordt de onderdompelingssonde ondergedompeld tot een diepte van 5 cm en dan tot een diepte van 10 cm. We meten de hydrostatische druk opnieuw.

Onderdompelingsdiepte	5 cm	10 cm
Druk	 mm WD = mbar	 mm WD = mbar

Experiment 3:

We stoppen de bovenste opening af met de kleine silicone stop. Nu kan de waterdruk alleen naar de zijkant gericht zijn. Het waterpeil moet in beide buizen van de manometer weer gelijk zijn. We laten eerst de onderdompelingssonde weer zinken tot een diepte van 5 cm en daarna tot 10 cm. We meten de hydrostatische druk.

Onderdompelingsdiepte	5 cm	10 cm
Druk	 mm WD = mbar	 mm WD = mbar

Conclusies:

1. De hydrostatische druk neemt toe met de onderdompelingsdiepte.
2. De hydrostatische druk is gelijk in elke richting op de zelfde onderdompelingsdiepte.

4.8. CAPILLAIRE WERKING

Gebruikte kit:
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:
1x Bekerglas, plastic, 100 mL
1x Capillaire buizen, set van 3

Aanvullende benodigdheden:
1x Kleurpoeder, rood
1x Water

De wet met betrekking tot communicerende vaten is niet alleen van toepassing wanneer de doorsnedes niet te klein zijn. Als de binnenste doorsnedes erg klein zijn willen we afwijkingen constateren.

Vorbereiding:

We vullen de beker met water tot een hoogte van ongeveer 4 cm en voegen wat gekleurd poeder toe.

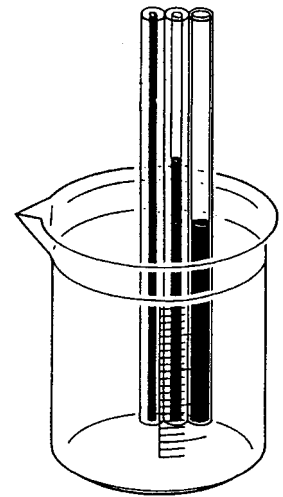
Experiment:

We zetten de drie capillaire buizen naast elkaar in de beker, op volgorde van hun binnenste doorsnedes. We letten op het waterpeil in de buizen.

Bestaat er een verband tussen de binnenste doorsnedes?

Conclusie:

Hoe kleiner de binnenste doorsnedes, hoe hoger het waterpeil is (boven het waterpeil in de beker).





©Fruhman, GmbH
NTL Manufacturer & WholeSaler
Werner von Siemens Str. 1
A-7343 Neutal, Austria

www.ntl.at



CMA
A.J.Ernststraat 169
1083 GT Amsterdam

www.cma-science.nl