

Praktische opdracht natuurkunde: Luchtweerstand

Namen:

Klas:

Datum:

Dit practicum is gemaakt door Radboud Universiteit.

Introductie en onderzoeksdoel

Als een voorwerp door lucht beweegt ondervindt deze een tegenwerkende kracht door luchtweerstand. In dit experiment ga je onderzoeken hoe groot deze luchtweerstand is met behulp van een ballon gevuld met helium.

Zoals je weet wil een dergelijke ballon omhoog bewegen, er is dus sprake van een opwaartse kracht. Volgens de Wet van Archimedes is de opwaartse kracht op de ballon gelijk aan *het gewicht van het door de ballon ingenomen volume lucht*. In formuletaal:

$$F_{op} = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

waarbij F_{op} de opwaartse kracht, ρ de massadichtheid van lucht, V het volume van de ballon en g de zwaartekrachtversnelling.

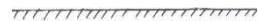
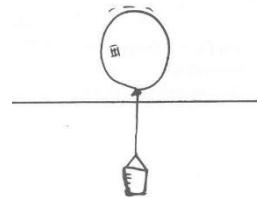
Opgave 1 Verricht metingen m.b.v. een kleding meetlint en bepaal hieruit het volume van de ballon. Laat duidelijk met alle tussenstappen zien hoe je aan het antwoord komt (2p).

Opgave 2 Bereken vervolgens de grootte van de opwaartse kracht. Reken ook uit hoeveel gram aan massa aan de ballon moet hangen om deze te laten zweven. (3p)

Onder de ballon hangt een plastic bekertje dat met behulp van zand verzwaard kan worden. Zorg ervoor dat de ballon zweeft door voorzichtig zand in het bekertje te doen of eruit te halen. Gebruik zonodig je (natte) vinger.

Beschouw nu de ballon+helium+beker+zand als één geheel, we noemen dit “het systeem”.

Bij onderdeel 7 verzwaar je het systeem met één of meer paperclips. Het systeem zal dan eerst versneld en daarna met constante snelheid omlaag bewegen.

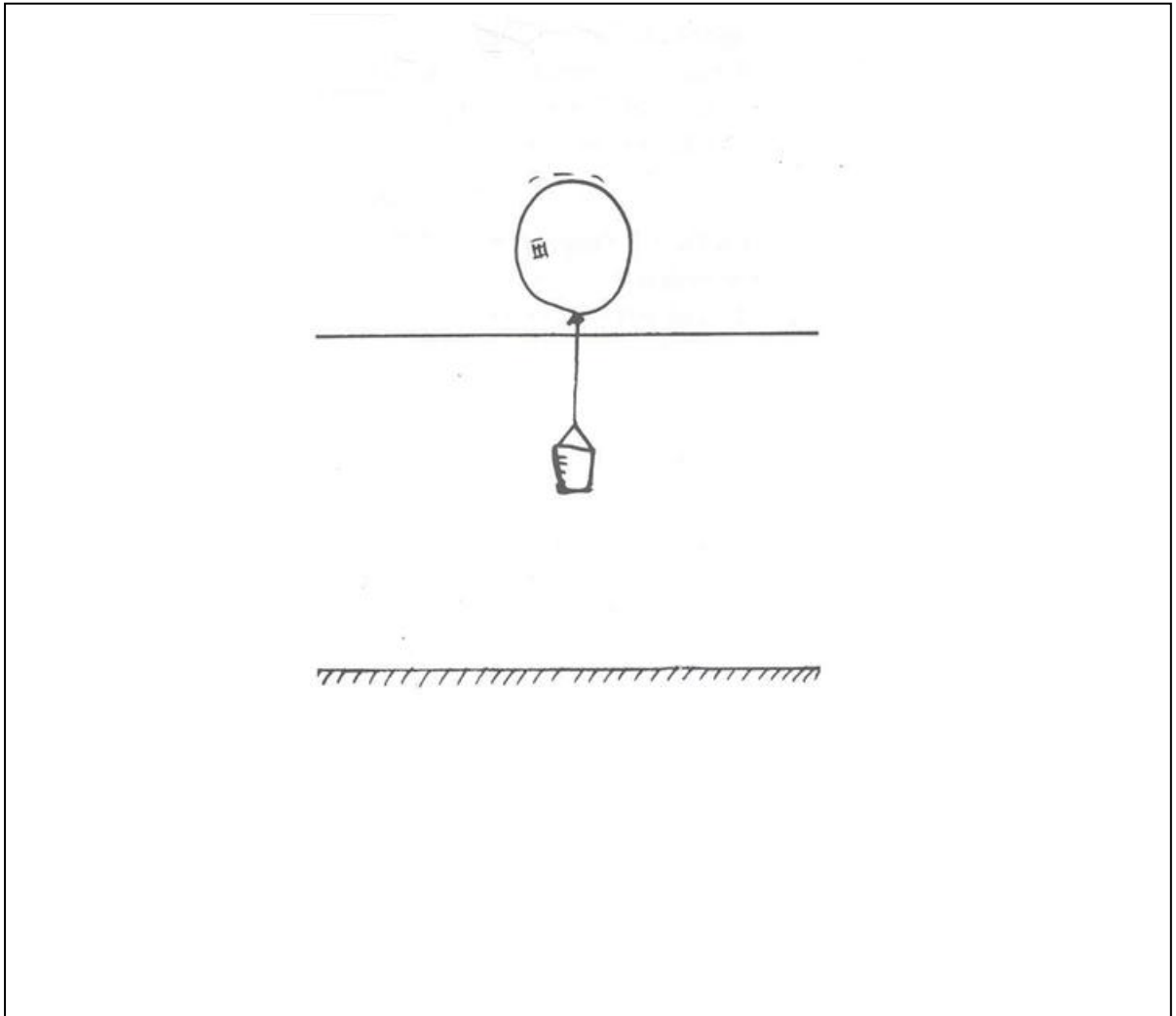


Opgave 3 Schets op het antwoordblad een (v, t) -diagram en een (a, t) -diagram van de beweging van het systeem. (2p)

Er werken vier krachten op het systeem: de opwaartse kracht F_{op} , de zwaartekracht op het systeem F_{sys} , de zwaartekracht op de paperclip(s) F_{clip} en de luchtweerstandskracht F_w .

Opgave 4 Meet de massa van één paperclip met een weegschaal. Leg uit hoe je het meest nauwkeurige resultaat krijgt. (1p)

Opgave 5 Teken zoveel mogelijk op schaal (in de figuur op het antwoordblad) de vier krachten als pijltjes *tijdens de eenparige beweging*. (3p)



Opgave 6 Leg met behulp van de eerste wet van Newton uit waarom de luchtweerstand F_w tijdens de eenparige beweging gelijk is aan de zwaartekracht op de paperclip(s) F_{clip} . (1p)

De weerstandskracht door luchtweerstand kan worden beschreven met de volgende formule:

$$F_w = \frac{1}{2} c_w A \rho v^2$$

waarbij c_w de luchtweerstandscoefficiënt, A het frontaal oppervlak van de ballon (dat is het oppervlak dat de ballon van onder gezien inneemt, oftewel dwarsdoorsnede), ρ de dichtheid van lucht en v de snelheid van de ballon.

Opgave 7 c_w wordt ook wel de vormfactor (of stroomlijn) genoemd, Laat zien dat c_w geen eenheid heeft. (1p)

Volgens de formule is de luchtweerstand evenredig met v^2 . We gaan dit experimenteel controleren.

Verzwaar het bekertje achtereenvolgens met 1, 2, 3, 4 en 5 paperclips. Laat de ballon ruimschoots boven het touw los (tenminste 50 cm). Je kunt de ballon ook een klein zetje omhoog geven om voldoende beginhoogte te krijgen. Meet de tijd wanneer de onderzijde van het bekertje het touw passeert tot aan het moment dat hij de grond raakt. Herhaal deze meting drie keer voor de nauwkeurigheid. Meet ook de hoogte van het touw tot aan de grond. Hiermee kun je de snelheid v uitrekenen.

Opgave 8 Noteer de hoogte h van het touw tot aan de grond.
Maak een nette tabel waarin je in kolommen naast elkaar noteert:

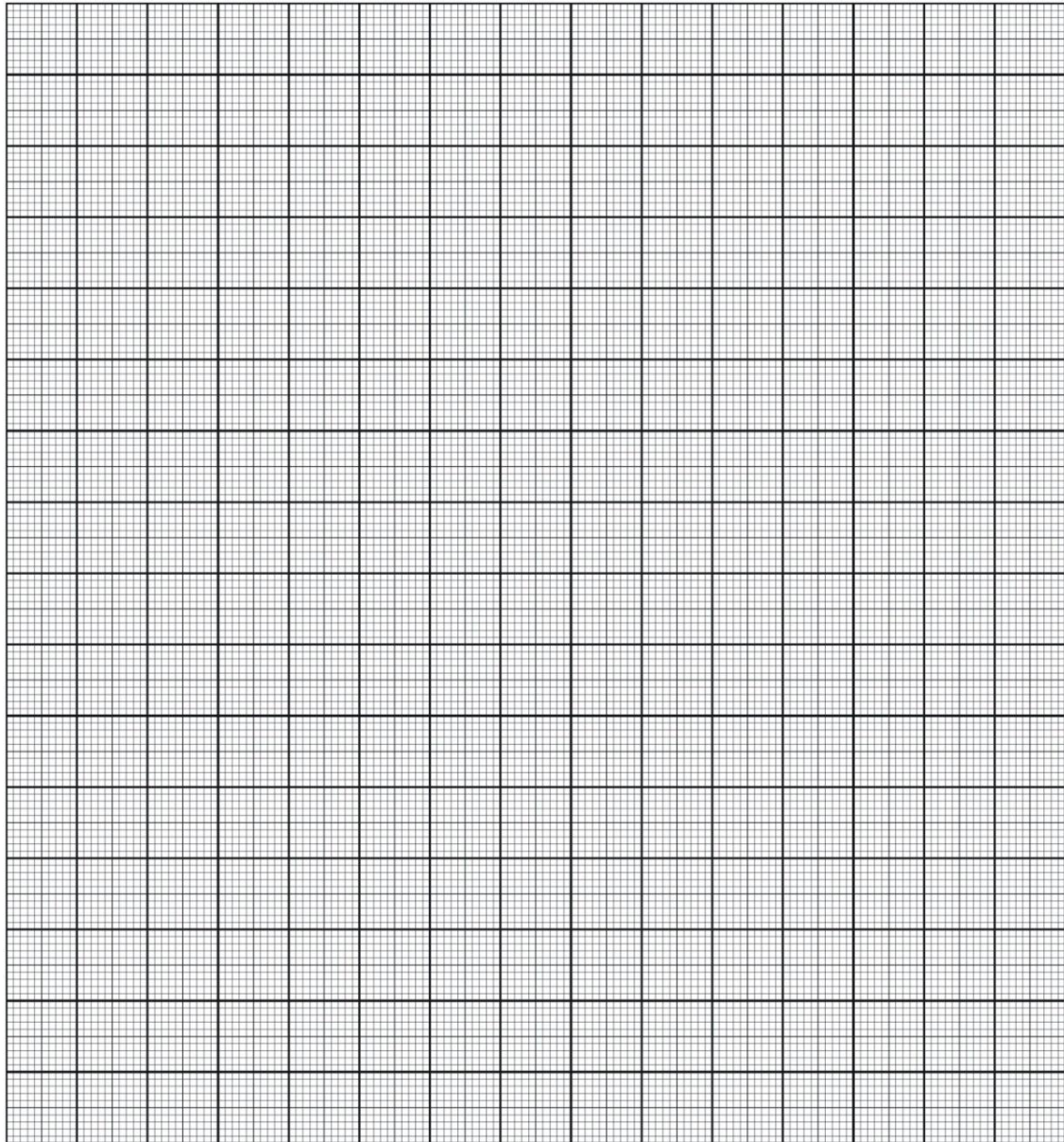
$$n / m_p / F_w / t_1 / t_2 / t_3 / t_{gem} / v / v^2$$

Hierbij is n het aantal paperclips en m_p de massa van de paperclips. Vergeet niet om ook eenheden te vermelden in de kop van elke kolom! (4p)

1. Hoogte $h =$

Metingen:

Opgave 9 Maak een grafiek van v^2 als functie van F_w . (4p)



Opgave 10 Leg met behulp van de grafiek uit of er wel of niet een perfecte evenwichtssituatie is geweest voordat het bekertje werd verzwaard. (1p)



Opgave 11 Bepaal de richtingscoëfficiënt van de grafiek. (2p)

Opgave 12 Bepaal het frontaal oppervlak A van de ballon. (2p)

Opgave 13 Bereken hieruit de waarde van c_w voor de ballon. (3p)

Opgave 14 Beredeneer aan de hand van de waarden op het formuleblad in hoeverre deze waarde van c_w een redelijke waarde is. (1p)

Formuleblad

Omtrek cirkel: $O = 2 \pi r$

Oppervlakte cirkel: $A = \pi r^2$

Inhoud bol: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

Dichtheid lucht: $\rho_{lucht} = 1,20 \text{ kg/m}^3$

Dichtheid helium: $\rho_{helium} = 0,163 \text{ kg/m}^3$

Zwaartekrachtsversnelling: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Een aantal voorbeeldwaarden voor de luchtweerstandscoefficiënt c_w (drag coefficient, Wikipedia):

Shape		Drag Coefficient
Sphere		0.47
Half-sphere		0.42
Cone		0.50
Cube		1.05
Angled Cube		0.80
Long Cylinder		0.82
Short Cylinder		1.15
Streamlined Body		0.04
Streamlined Half-body		0.09
Measured Drag Coefficients		

Klaar met dit practicum?

Ga naar exactwatjezoekt.nl voor hulp bij de exacte vakken. Ook vind je informatie over studies en beroepen in de bèta en techniek.



Oefenen met natuurkunde?

Ga naar <https://exactwatjezoekt.nl/hulp-bij-leren/>



Doe de studiekeuze test en check welke studies het beste bij jou passen op

<https://exactwatjezoekt.nl/studiekeuze/>



Wil je iets met bèta of techniek?

Maak kennis met de beroepen op

<https://exactwatjezoekt.nl/overzicht-beroepen/>

Colofon

Dit practicum is gemaakt voor de eindronde van de EOES in 2018-2019 door

Radboud Universiteit



Radboud Universiteit is intellectueel eigenaar van de inhoud van dit practicum.

Dit practicum is een uitgave van



Centrum

JongerenCommunicatie

Chemie

Ontdek, ervaar, kies

Dit practicum en alle bijbehorende materialen zijn onderhevig aan de C3 disclaimer zoals vermeld op c3.nl/disclaimer. Uiteraard is door Centrum JongerenCommunicatie Chemie veel zorg aan deze handleiding besteed. Centrum JongerenCommunicatie Chemie aanvaardt echter geen aansprakelijkheid voor schade die eventueel is ontstaan bij het geven van het practicum 'Luchtweerstand'.

© Centrum JongerenCommunicatie Chemie, december 2025