

Praktische opdracht aanpassen

Het is mogelijk om leerlingen slechts delen van de oorspronkelijke praktische opdracht voor te leggen. Laat de leerlingen bijvoorbeeld de onderzoeksopzet beschrijven. Of geef resultaten en laat deze analyseren. De praktische handelingsvaardigheden worden niet getoetst, maar andere kennis en inzicht die ook van belang zijn zeker wel. Dan past het in een schriftelijke toets.

Ter illustratie hieronder een bewerking van een praktische opdracht die in het verleden door Cito ontwikkeld is. De originele bestanden (zipp) zijn [hier](#) te vinden:

Inleiding

De toets gaat over papieren bakvormpjes die je van een zekere hoogte boven de grond laat vallen. In deel 1 worden nog geen metingen verricht, maar is bedoeld om je op het onderzoek voor te bereiden.

Deel 1: Inleiding

Benodigdheden


- een bakvormpje
- Binasboek

Opdrachten

Bekijk het bakvormpje. Laat het eens -met de bodem naar beneden- van ongeveer twee meter hoogte naar beneden vallen. Als er niet teveel wind in het lokaal waait, moet het je zijn opgevallen dat de valbeweging langs een rechte lijn plaatsvindt. Ga nu de volgende vragen beantwoorden.

(2p) 1 Welke krachten werken tijdens de valbeweging op het bakvormpje?

(3p) 2 Schets in onderstaand diagram de wrijvingskracht op het bakvormpje als functie van de valtijd.



Een leerling laat een gebakvormpje vanaf het plafond in het klaslokaal vallen. Na een zekere valafstand is de snelheid van het bakvormpje constant.

- (3p) 3 Beschrijf een manier waarop deze leerling kan bepalen na welke valafstand de snelheid van het bakvormpje constant is.

In tabel 99C van Binas staat een formule voor de luchtwrijvingscoëfficiënt c_w . In die formule stelt A het effectieve oppervlak (in m^2) waar luchtdeeltjes tegen botsen en ρ de dichtheid van lucht voor. De dichtheid is op te zoeken in tabel 12. In tabel 3 zie je alle basisgrootheden van het SI-stelsel.

- (4p) 4 Druk de eenheid van c_w uit in basisgrootheden.

- (3p) 5 Druk de maximale valsnelheid v_{max} uit in c_w , m , A , ρ en g .

Maximumscore 15

1 maximumscore 2		
• zwaartekracht		1
• (lucht)wrijvingskracht		1
<i>Opmerking: voor elke onjuiste kracht; 1 punt aftrekken</i>		
2 maximumscore 3		
• grafiek start bij de oorsprong		1
• stijgende grafiek met afnemende steilheid		1
• vanaf zekere t loopt de grafiek horizontaal		1
3 maximumscore 3		
Een mogelijke manier:		
• een verticale meetlat achter de valweg plaatsen		1
• een stroboscopische foto maken van de valbeweging		1
• en kijken vanaf welk punt de opeenvolgende plaatsen op gelijke onderlinge afstand zijn gelegen		1
4 maximumscore 4		
• de formule voor c_w is: $c_w = \frac{F_w}{\frac{1}{2}\rho \cdot v^2 \cdot A}$		1
• de teller is in basisgrootheden $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$		1
• de noemer is in basisgrootheden $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$		1
• de teller en de noemer hebben dezelfde eenheid; c_w is dimensieloos ..		1
5 maximumscore 3		
• tijdens de eenparige beweging geldt: $F_w = F_z$		1
• dus geldt er: $\frac{1}{2} c_w \rho \cdot v^2 \cdot A = m \cdot g$		1
• $v_{\max} = \sqrt{\frac{2mg}{c_w \rho A}}$		1

Het eerste deel van deze praktische opdracht kan worden uitgevoerd. In het tweede deel van deze opdracht doet de kandidaat ook metingen. Als het niet mogelijk is om deze metingen zelf te laten uitvoeren, kunnen deze ook gegeven worden. De kandidaat kan dan nog steeds de vragen beantwoorden gericht op de analyse en het verwerken van de resultaten.

Maximumscore 46

Deel 2: Lichtpoort

Benodigheden

- lichtpoort bevestigd aan statief
- (wisselspannings)voeding
- teller
- rolmaat
- bakvormpjes

Opdrachten

We gaan bakvormpjes laten vallen en meten hoe groot de luchtwrijving is. Hiervoor moeten we meten bij een constante snelheid. We gaan eerst bepalen wanneer die snelheid constant is geworden.

- *Stel een lichtpoortje zodanig op dat een bakje er doorheen kan vallen.*
- *Sluit het lichtpoortje zodanig aan op de teller, dat je de passeertijd kunt meten.*
- *Laat een bakvormpje vallen van een hoogte van 0,20 m boven de lichtpoort.*
- *Herhaal dit vijfmaal.*

(3p) 1 Noteer je metingen in onderstaande tabel.

val van één bakje					
t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_4 (s)	t_5 (s)	t_{gem} (s)

De teller meet de tijd die het bakvormpje nodig heeft om de lichtpoort te passeren.

(1p) 2 Bepaal de grootte (hoogte) van het bakvormpje.

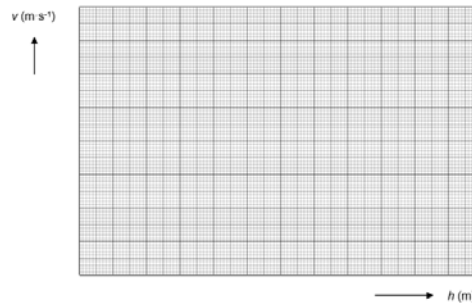
(2p) 3 Bereken de snelheid van het bakvormpje na 0,20 m vallen.

(3p) 4 Noteer je metingen in de onderstaande tabel. De waarden bij $h = 0,20$ m zijn al bekend.

h (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_4 (s)	t_5 (s)	t_{gem} (s)	v (m/s)
0,20							
0,40							
0,60							
0,80							
1,00							
1,20							

De snelheid van een vallend bakvormpje zal aanvankelijk toenemen, maar na een bepaalde valafstand constant worden. Je gaat deze afstand nu bepalen.

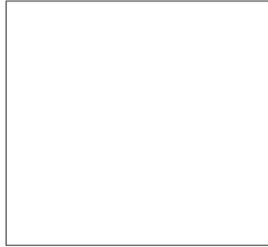
(2p) 5 Teken een grafiek waarin je de snelheid v uitzet tegen de valhoogte h .



- (2p) 6 Bepaal uit de grafiek vanaf welke valhoogte de snelheid van een bakvormpje constant wordt. Leg kort uit hoe je aan deze waarde bent gekomen.
-
-
-

Je hebt nu gezien dat bij een bepaalde valhoogte de snelheid constant is geworden. Vanaf deze hoogte mogen we zeggen dat de zwaartekracht gelijk is aan de luchtweerstand. $F_z = F_w$. De snelheid die het bakvormpje nu heeft is de eindsnelheid. De grootte van $F_z = m \cdot g$ en de grootte van $F_w = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$. Hierin is:

- c_w de c_w -waarde (de luchtweerstandcoëfficiënt zonder eenheid); deze wordt bepaald door de vorm van een voorwerp,
 A het effectieve oppervlak van het bakje in m^2 ,
 ρ de dichtheid van lucht in $kg \cdot m^{-3}$,
 v de constante eindsnelheid van het bakje in $m \cdot s^{-1}$.



- Zet het bakvormpje met de opening naar beneden in het vierkant! Haemaast.
- Teken een cirkel om de omtrek van het bakvormpje.
- Het oppervlak van de zo ontstane cirkel is gelijk aan het effectieve oppervlak A .

- (3p) 7 Bepaal hoe groot het effectieve oppervlak van het bakvormpje is.
-
-
-
-

De massa van een bakvormpje is 0,30 g.

- (6p) 8 Bereken de c_w -waarde van het bakvormpje.
-
-
-
-
-

De volgende metingen voer je uit met meerdere bakjes. De hoogte waarover het bakje nu moet vallen om een constante snelheid te bereiken wordt dan groter.

Alle volgende metingen voer je daarom uit met een valhoogte van 2,0 m.

- Neem twee bakjes die netjes in elkaar zitten (neem eventueel twee nieuwe uit de stapel).
- Laat deze bakjes van een hoogte van 2,0 m boven de lichtpoort vallen.
- Meet de passeertijd.
- Herhaal deze meting vijfmaal.
- Doe hetzelfde voor 3 bakjes en 4 bakjes.

- (3p) 9 Noteer je metingen in onderstaande tabel. Bereken ook de eindsnelheid van de bakjes.

aantal bakjes	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_4 (s)	t_5 (s)	t_{gem} (s)	v ($m \cdot s^{-1}$)
2							
3							
4							

3.4 Het antwoordmodel bij deel 2: lichtpoort

Antwoorden	Deelscores
Maximumscore 46	
1 maximumscore 3	
• 5 valtijden met identieke en juiste significantie	1
• waarde van gemiddelde valtijd juist berekend	1
• significantie van gemiddelde valtijd in overeenstemming met variatie in de metingen	1
2 maximumscore 1	
• gemeten hoogte is 25 mm	1
3 maximumscore 2	
• gebruik van formule $v = \frac{\Delta h}{t_{\text{gem}}}$	1
• snelheid berekend in juiste significantie, uitgedrukt in $m \cdot s^{-1}$	1
4 maximumscore 3	
• 30 tijden van teller genoteerd	1
• 6 gemiddelde tijden juist berekend	1
• 6 keer de snelheid juist berekend	1
5 maximumscore 2	
• waarden langs beide assen optimaal uitgezet	1
• grafiek is 'gladde' kromme die horizontaal eindigt	1
6 maximumscore 2	
• op juiste wijze waarde voor de valhoogte bepaald	1
• juiste uitleg: hoogte waarbij grafiek horizontaal gaat lopen	1
7 maximumscore 3	
• gemiddelde straal r van cirkel is 32 ± 2 mm	1
• effectieve oppervlak berekend met formule $A = \pi \cdot r^2$	1
• de waarde voor A is $3,2 \pm 0,4 \cdot 10^{-3} m^2$	1
8 maximumscore 6	
• gebruik van de vergelijking: $\frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 = m \cdot g$	1
• hieruit afgeleid dat $c_w = \frac{m \cdot g}{\frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v^2}$ of $c_w = \frac{2 \cdot m \cdot g}{A \cdot \rho \cdot v^2}$	1
• voor de waarde 1,293 $kg \cdot m^{-3}$ ingevuld	1
• voor m de waarde $3,0 \cdot 10^{-4} kg$ ingevuld	1
• voor A de waarde in m^2 en voor g de waarde 9,81 ingevuld	1
• de juiste waarde voor c_w berekend	1
9 maximumscore 3	
• 15 tijden van teller genoteerd	1
• 3 gemiddelde tijden juist berekend	1
• 3 keer de snelheid juist berekend	1

10 maximumscore 3

- waarden langs verticale as lineair uitgezet, in de oorsprong met 0 begonnen en meer dan de helft van de as gebruikt
 1 |
- 3 meetpunten juist uitgezet
 1 |
- juiste grafiek bij die meetpunten getrokken
 1 |

11 maximumscore 1

- notitie van 4 juiste waarden
 1 |

12 maximumscore 3

- waarden langs verticale as lineair uitgezet, in de oorsprong met 0 begonnen en meer dan de helft van de as gebruikt
 1 |
- 4 meetpunten juist uitgezet
 1 |
- juiste rechte lijn bij die meetpunten getrokken
 1 |

13 maximumscore 1

- als je meerdere bakjes laat vallen heb je nog steeds dezelfde vorm
 1 |

14 maximumscore 2

- van een punt van de grafiek de waarde op de y-as gedeeld door de bijbehorende waarde op de x-as
 1 |
- de eenheid $m^2 \cdot s^{-2}$ vermeld
 1 |

15 maximumscore 4

- $\frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 = m \cdot g$ 1 |
- $c_w = \frac{m \cdot g}{\frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v^2}$ of $c_w = \frac{2 \cdot m \cdot g}{A \cdot \rho \cdot v^2}$ 1 |
- $m = \text{aantal bakjes} \cdot m_p$ 1 |
- juist aangegeven wat hierin de constante is
 1 |

16 maximumscore 3

- m , A , ρ en g juist ingevuld
 1 |
- het quotiënt berekend van de constante en de steilheid
 1 |
- c_w juist berekend
 1 |

17 maximumscore 4

- het gevulde cakebakje heeft een massa van 100 lege bakjes
 1 |
- uit de grafiek de waarde voor v^2 bij 1 bakje afgelezen
 1 |
- deze waarde met 100 vermenigvuldigd
 1 |
- de wortel berekend van deze waarde met eenheid $m \cdot s^{-1}$ 1 |

Enkele resultaten

aantal bakjes	snelheid m/s	Formule 1	Formule 2	Formule 3
1,00	1,36	1,85	0,54	0,72
2,00	1,98	3,92	0,51	0,68
3,00	2,48	6,15	0,49	0,65
4,00	2,79	7,78	0,51	0,69
5,00	3,10	9,61	0,52	0,70

Formule 1: v^2

Formule 2: aantal bakjes / v^2

Formule 3: berekent de c_w -waarde. Leerlingen moeten een aantal grootheden dan bepaald hebben. Met behulp van formule 2, de andere meetwaarden en de juist ingevoerde formule kan deze waarde berekend worden.

In diagramvorm:

