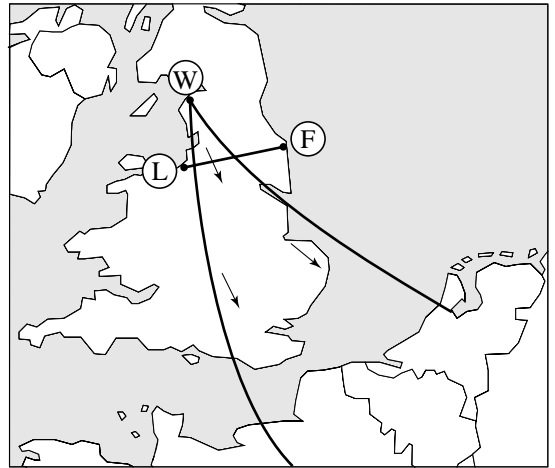


Opgave 1 Brand in kernreactor

Lees eerst onderstaande tekst.

In oktober 1957 brak er brand uit in een van de kernreactoren van Windscale in Engeland. Allerlei radioactieve stoffen kwamen in de lucht terecht. Engeland had toen al een net van meetstations om de lucht te controleren op radioactiviteit. In zo'n station werd continu buitenlucht door een filter gezogen om stofdeeltjes te vangen. Elke dag werd een nieuw filter geplaatst. Het oude filter werd onder een Geiger-Müllerteller gelegd om de radioactiviteit ervan te meten. In de dagen na de brand meldden de Engelse meetstations ten zuidoosten van Windscale een hoge uitslag van hun Geigertellers.



Men kon al snel vaststellen dat de isotoop jodium-131 ($I-131$) een van de boosdoeners was.

- 3p 1 Geef de vervalvergelijking van $I-131$.

De kaart bij de tekst laat zien hoe de radioactieve wolk vanuit Windscale (W) door de wind in zuidoostelijke richting werd meegenomen. De meetstations op de lijn Liverpool (L) - Flamborough (F) leverden de gegevens waarmee men de hoeveelheid ontsnapt $I-131$ kon berekenen.

Op de lijn LF had de radioactieve wolk een breedte van 120 km en een hoogte van 900 m. De wolk had 48 uur nodig om de lijn LF te passeren bij een windsnelheid van 5,0 m/s.

De gemiddelde activiteit van het $I-131$ in de wolk was tijdens het passeren van de lijn LF 9,5 Bq per m^3 lucht.

- 4p 2 Bereken de totale activiteit van het $I-131$ in de radioactieve wolk tijdens het passeren van de lijn LF.

Een deel van het radioactieve jodium daalde neer op de grond. Via gras en koeien kwam het in melk terecht.

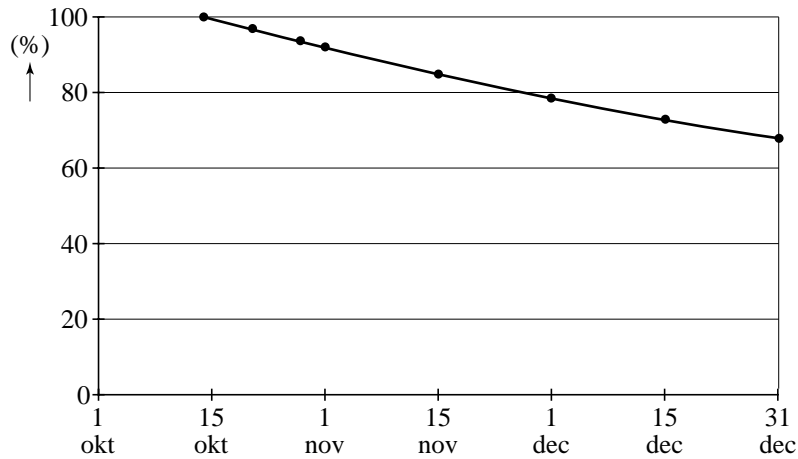
- 2p 3 Is er bij het consumeren van deze melk sprake van **bestraling** of van **besmetting**? Licht je antwoord toe.

Ook de Nederlandse meetstations namen de radioactieve wolk waar. Daar constateerde men dat in de filters een radioactieve stof was achtergebleven die α -straling uitzond. De hypothese was dat het plutonium-239 of uranium-238 betrof.

Om zekerheid te verkrijgen werd elk filter met tussenpozen een aantal keer doorgemeten. Figuur 1 geeft de meetresultaten van het filter dat vanaf 14 oktober werd doorgemeten. De activiteit van 14 oktober is op 100% gesteld.

figuur 1

Verloop van de activiteit (α -straling) van het filter van 14 oktober 1957



1p **4** Op grond van deze metingen concludeerde men dat de hypothese onjuist was. Leg uit hoe dat uit figuur 1 blijkt.

2p **5** Inmiddels waren er aanwijzingen dat de α -straling afkomstig was van polonium. Leg met behulp van figuur 1 uit welke isotoop van polonium dit zou kunnen zijn.

Opgave 2 Centennial light

In een brandweerkazerne in de VS brandt sinds 1901, dus al meer dan een eeuw, een gloeilamp (figuur 1); vandaar de naam Centennial light.

Je mag aannemen dat de lamp al die tijd was aangesloten op een spanning van 110 V en dat zijn elektrisch vermogen steeds 4,0 W is geweest.

figuur 1

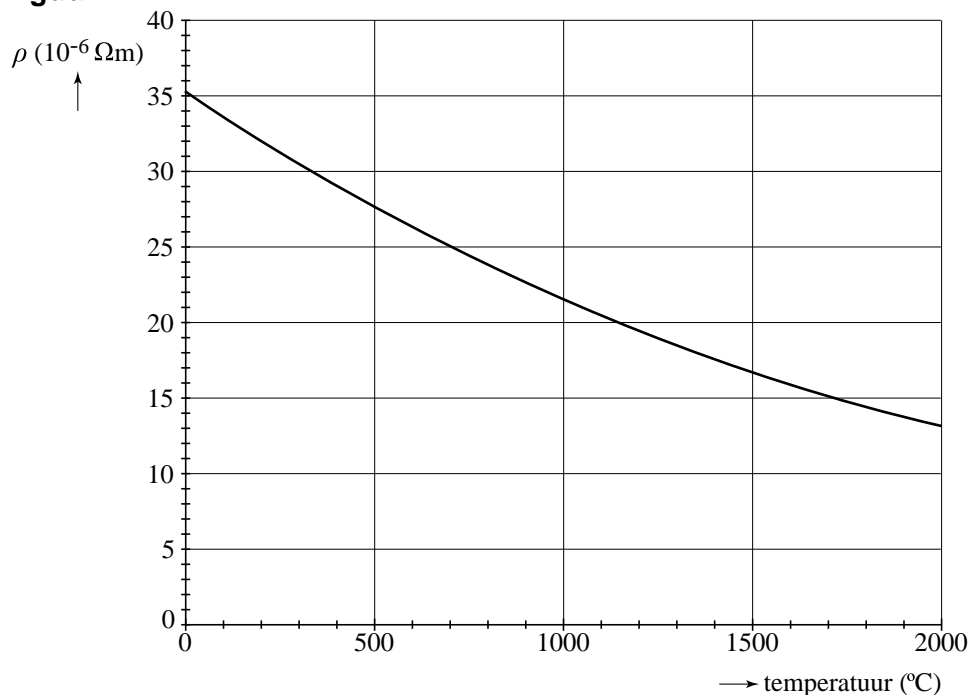


- 4p **6** Bereken de hoeveelheid energie in kWh die deze lamp heeft verbruikt sinds 1901. Maak daartoe eerst een schatting van het aantal uur dat de lamp heeft gebrand.

- 5p **7** Bereken het aantal elektronen dat in die tijd door (een doorsnede van) de gloeidraad is gestroomd.

De gloeidraad van deze lamp is van koolstof gemaakt. In figuur 2 is weergegeven hoe de soortelijke weerstand van koolstof afhangt van de temperatuur.

figuur 2



Er zijn drie soorten weerstanden:

- Ohmse weerstanden; de weerstand hiervan is onafhankelijk van de temperatuur.
- PTC's; de weerstand hiervan neemt toe als de temperatuur stijgt.
- NTC's; de weerstand hiervan neemt af als de temperatuur stijgt.

- 2p **8** Leg uit of een gloeidraad van koolstof een ohmse weerstand, een PTC of een NTC is.

De soortelijke weerstand van koolstof kan berekend worden met:

$$\rho = \frac{RA}{\ell}$$

Hierin is:

- ρ de soortelijke weerstand in Ωm ;
- R de weerstand van de draad in Ω ;
- A de oppervlakte van de doorsnede van de draad in m^2 ;
- ℓ de lengte van de draad in m.

De lengte van de gloeidraad is 14 cm. De oppervlakte van de doorsnede van de draad is $7,55 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$.

3p **9** Beantwoord nu de volgende vragen:

- Bereken de soortelijke weerstand van koolstof als de lamp brandt.
- Bepaal de temperatuur van de brandende gloeidraad.

Als men de spanning over een gloeilamp verhoogt, neemt de temperatuur van de gloeidraad toe. De lamp zal dan eerder stuk gaan. Een veel gebruikte vuistregel is: de levensduur van een gloeilamp is omgekeerd evenredig met U^{16} .

De levensduur van de Centennial light is (ongeveer) 150 jaar.

Veronderstel dat deze lamp niet op 110 V maar op 120 V zou hebben gebrand.

2p **10** Bereken de levensduur die de lamp dan zou hebben gehad.

Opgave 3 Blauw oog voor Jupiter

Op 20 juli 2009 werd de planeet Jupiter getroffen door een onbekend object. Alex en Inge lazen de volgende dag een artikel in de krant over deze inslag. Lees dit artikel en bekijk de foto.

'Blauw oog' voor Jupiter

De planeet Jupiter heeft sinds enkele dagen een litteken, nadat een onbekend object met grote snelheid vlakbij de zuidpool is ingeslagen. De diameter van het litteken is groter dan de diameter van de aarde. Astronomen denken dat het object een komeet met een diameter van 40 km en een massa van $2 \cdot 10^{12}$ kg geweest zou kunnen zijn. Men schat dat hij met een snelheid van ongeveer 30 kilometer per seconde tegen Jupiter is gebotst.



In het artikel wordt beweerd dat de diameter van het litteken van de inslag groter is dan de diameter van de aarde. Alex en Inge willen aan de hand van de foto nagaan of deze bewering klopt. Op de uitwerkbijlage is deze foto vergroot weergegeven. Het litteken van de inslag is hierop met een pijltje aangegeven.

- 4p 11 Ga met behulp van de uitwerkbijlage na of de diameter van het litteken groter is dan de diameter van de aarde.

Veronderstel dat alle kinetische energie van de komeet die bij de inslag vrijkomt, gebruikt zou kunnen worden als elektrische energie.

Een Nederlands huishouden gebruikt per jaar gemiddeld 4500 kWh elektrische energie. Er zijn 6 miljoen huishoudens in Nederland.

- 4p 12 Hoe lang zouden alle Nederlandse huishoudens samen met de energie die vrijkomt bij de inslag kunnen doen?

Alex en Inge willen naar aanleiding van deze gebeurtenis meer te weten komen over Jupiter. Inge berekent de snelheid waarmee een punt op de evenaar van de aarde ronddraait. Zij vindt daarvoor $1,7 \cdot 10^3$ km/h.

Een punt op de evenaar van Jupiter draait rond in 0,413 d. Inge beweert dat de snelheid van een punt op de evenaar van Jupiter groter is dan $1,7 \cdot 10^3$ km/h.

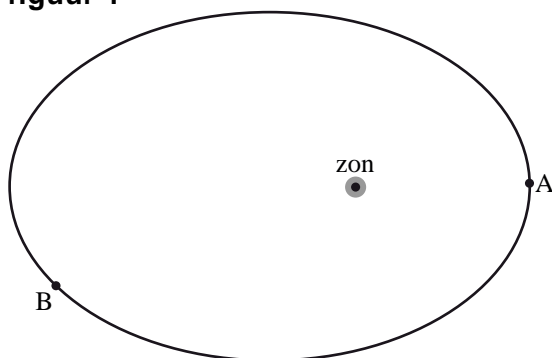
- 4p 13 Beredeneer (of bereken) of Inge gelijk heeft.

Zowel de aarde als Jupiter draaien om de zon. Alex neemt aan dat de banen cirkelvormig zijn. Hij berekent dat de aarde met een snelheid van 30 km/s om de zon draait. Alex beweert dat Jupiter met een grotere snelheid om de zon draait dan de aarde.

- 4p 14 Beredeneer (of bereken) of Alex gelijk heeft.

Inge merkt op dat de banen van de planeten in werkelijkheid niet cirkelvormig zijn maar een ellipsvorm hebben. Dit is schematisch weergegeven in figuur 1. Zij vergelijkt de snelheid van een planeet in punt A met de snelheid in punt B.

figuur 1



- 2p 15 Hieronder staan drie beweringen over de snelheid van een planeet in punt A vergeleken met de snelheid in punt B. Welke bewering is juist?
- A De snelheid van de planeet in punt A is kleiner dan de snelheid in punt B.
 - B De snelheid van de planeet in punt A is gelijk aan de snelheid in punt B.
 - C De snelheid van de planeet in punt A is groter dan de snelheid in punt B.

Jupiter heeft een veel grotere massa dan de aarde en staat veel verder weg van de zon dan de aarde.

- 4p 16 Beredeneer (of bereken) of de gravitatiekracht van de zon op Jupiter groter of kleiner is dan de gravitatiekracht van de zon op de aarde.

Inge heeft thuis een weegschaal die 62 kg aanwijst als zij er op staat. In de weegschaal zit een veer die wordt ingedrukt bij belasting. Inge vraagt zich af wat de weegschaal zou aanwijzen als zij op het oppervlak van Jupiter op deze weegschaal zou kunnen staan.

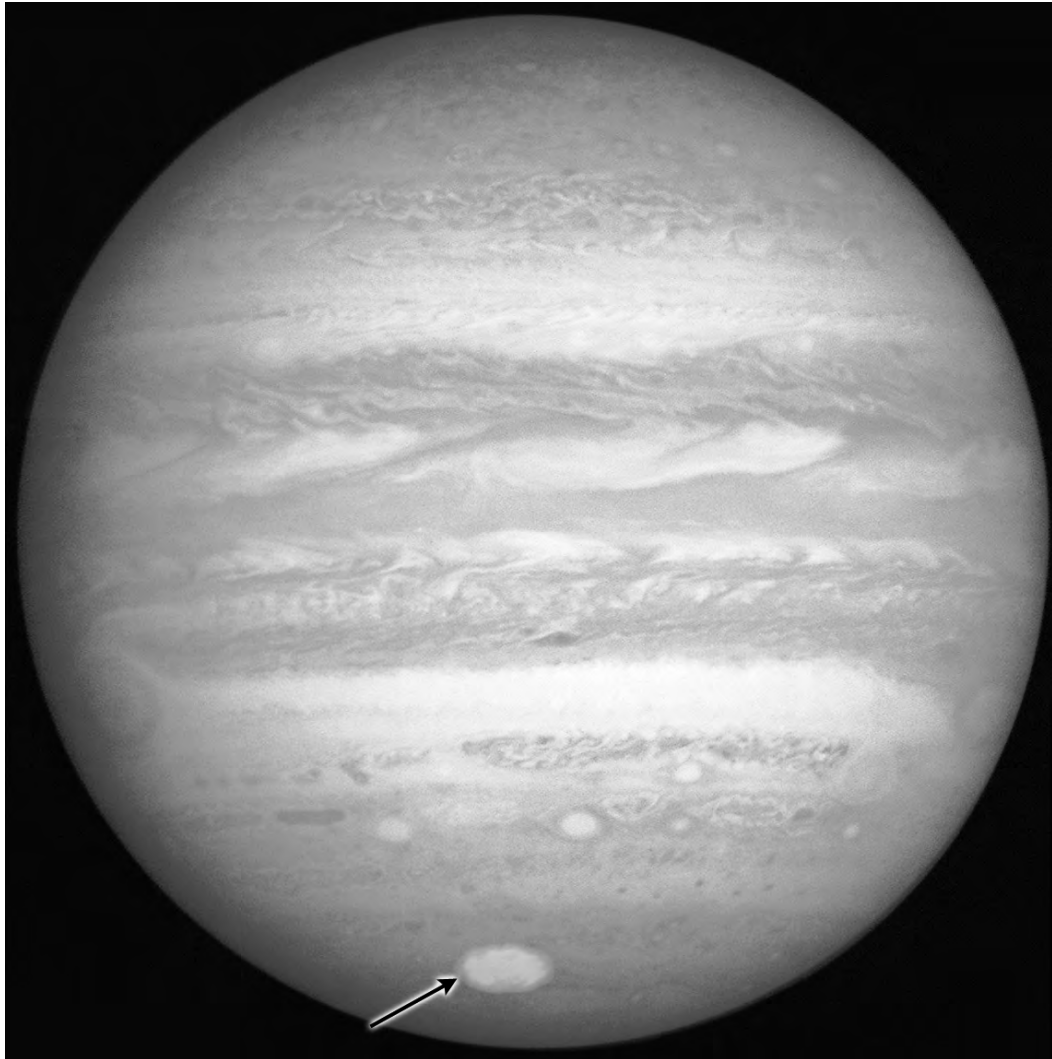
- 3p 17 Beantwoord de volgende vragen:
- Hoe groot is de massa van Inge op Jupiter?
 - Bereken hoeveel de weegschaal op Jupiter zou aanwijzen als Inge er daar op zou kunnen staan.

Alex leest op het internet dat de Italiaanse wetenschapper Galileo Galilei in 1610 de vier grootste manen van Jupiter ontdekte. Galilei beseftte dat deze ontdekking belangrijk was voor de vraag of ons zonnestelsel voldoet aan het geocentrisch wereldbeeld of aan het heliocentrisch wereldbeeld.

- 2p 18 Welk van deze twee wereldbeelden werd met deze ontdekking onderuitgehaald? Licht je antwoord toe.

uitwerkbijlage

11



Opgave 4 Valmeercentrale

Het elektrisch vermogen dat een windmolen kan leveren, is sterk afhankelijk van de windsnelheid. Men kan afleiden dat de volgende formule geldt:

$$P = kv^3$$

Hierin is:

- P het elektrisch vermogen van de windmolen (in W);
- k een constante die afhangt van eigenschappen van de windmolen;
- v de windsnelheid (in m/s).

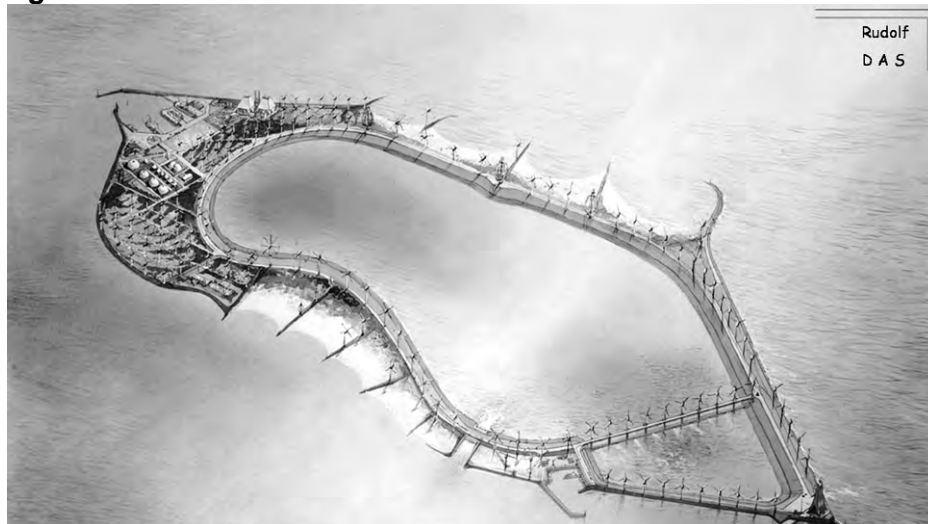
Uit deze formule volgt dat het elektrisch vermogen van de windmolen afneemt met 87,5% als de windsnelheid halveert.

2p **19** Toon dat met een berekening aan.

1p **20** Noem een eigenschap van een windmolen die van invloed is op de grootte van de constante k .

Onlangs zijn plannen gelanceerd om voor de kust van Zeeland een zogenaamde valmeercentrale te bouwen. Zie figuur 1.

figuur 1



Bron: Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.

Het is een kunstmatig eiland waarin zich het valmeer bevindt: een meer waarin het waterniveau een stuk lager is dan dat van de zee. Op de dijk rondom het valmeer bevinden zich windmolens. Bij voldoende wind pompen ze water uit het meer naar de zee. Bij weinig wind laat men zeewater het meer in lopen; de generatoren die in de dijk zijn aangebracht, wekken dan elektrische energie op. Zie figuur 2.

figuur 2



Bron: Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.

Het valmeer krijgt een oppervlakte van 40 km^2 . Het waterniveau in het meer varieert tussen 32,0 m en 40,0 m onder het zeeniveau. Wanneer het water in het meer van het hoogste naar het laagste niveau wordt gebracht, moet er $3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg}$ zeewater van het meer naar de zee worden gepompt.

4p **21** Toon dat met een berekening aan.

Op het eiland worden 75 windmolens geplaatst die elk een topvermogen hebben van 5,0 MW.

5p **22** Bereken hoeveel uur het minimaal duurt om het water in het meer van het hoogste naar het laagste niveau te brengen. Bereken daartoe eerst de toename van de zwaarte-energie van het weggepompte water.

Je kunt je afvragen wat het nut is van de valmeercentrale. De elektrische energie die de windmolens opwekken, zou immers ook rechtstreeks aan het elektriciteitsnet kunnen worden toegevoerd. Ondanks dit argument en de aanzienlijke kosten van het project zijn er toch sterke voorstanders van de valmeercentrale.

1p **23** Noem een argument voor zo'n centrale.

Opgave 5 Bepalen van de valversnelling

Mireille bepaalt met behulp van twee verschillende opstellingen de valversnelling g .

methode 1

Ze heeft een slinger aan een statief gehangen. Zie figuur 1.

Met een meetlint bepaalt ze de lengte van de slinger: 52,0 cm.

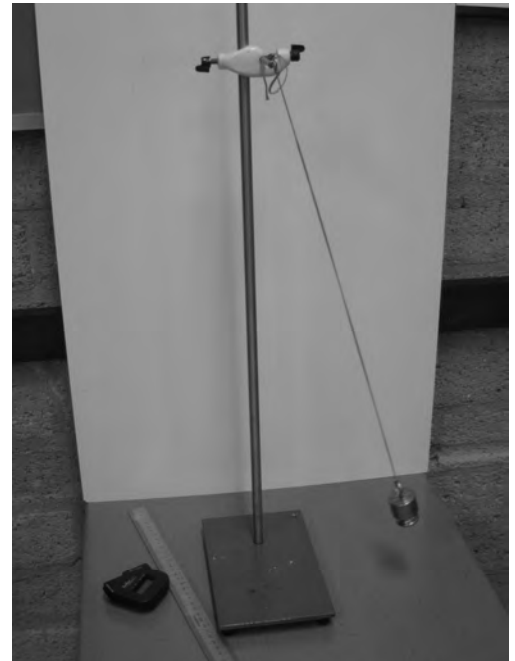
Met een stopwatch heeft ze drie keer 10 slingertijden gemeten:

meting 1	meting 2	meting 3
$10T = 14,6 \text{ s}$	$10T = 14,4 \text{ s}$	$10T = 14,5 \text{ s}$

Aan de hand van deze metingen kan Mireille de valversnelling g berekenen.

3p **24** Voer deze berekening uit.

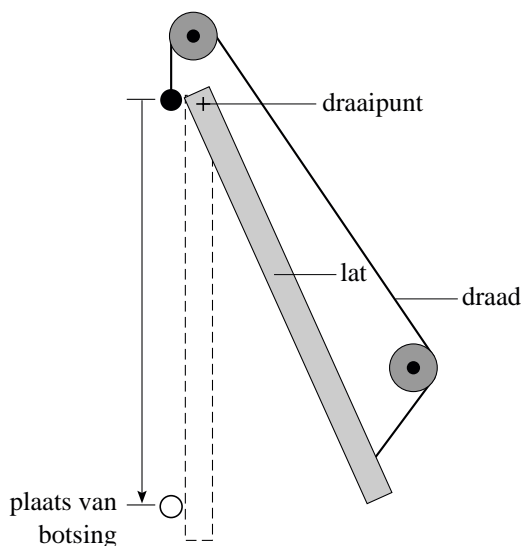
figuur 1



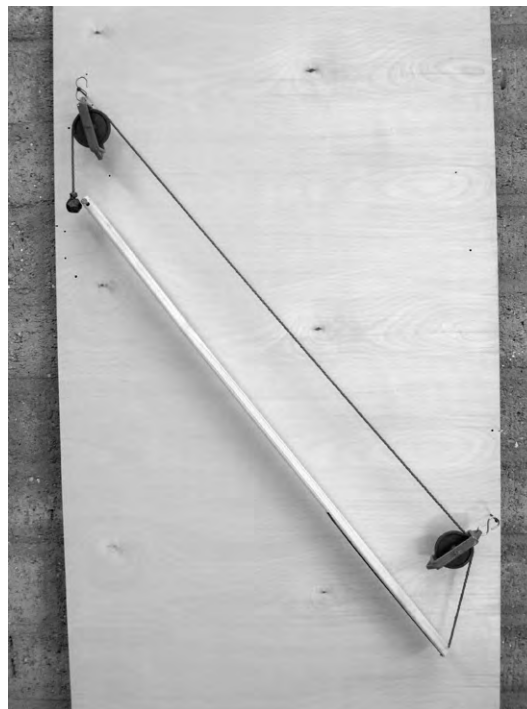
methode 2

Het idee voor haar tweede opstelling komt van internet. Zie figuur 2. Figuur 3 is een foto van haar opstelling.

figuur 2



figuur 3



Een kogel hangt aan een draad. Via twee katrollen houdt het andere uiteinde van de draad een lat in evenwicht. De lat kan draaien om zijn ophangpunt dat zich vlakbij de kogel bevindt. Als Mireille de draad doorbrandt, valt de kogel naar beneden en begint tegelijkertijd de lat naar links te zwaaien. Korte tijd later botsen de kogel en de lat tegen elkaar.

Ze voert de proef vier keer uit. De kogel laat bij elke botsing een afdruk achter op de lat. Met een meetlint meet Mireille de afstanden waarover de kogel is gevallen. Zie de foto op de uitwerkbijlage.

Daarna laat ze de lat slingeren en meet ze drie keer 10 slingertijden. Zo bepaalt ze dat $T = 1,48$ s.

Aan de hand van haar metingen kan Mireille de valversnelling g berekenen.

4p **25** Voer deze berekening uit.

NB De invloed van de doorgebrande draad op de val van de kogel en de beweging van de lat is te verwaarlozen.

Tot slot denkt ze na over de nauwkeurigheid van beide methodes.

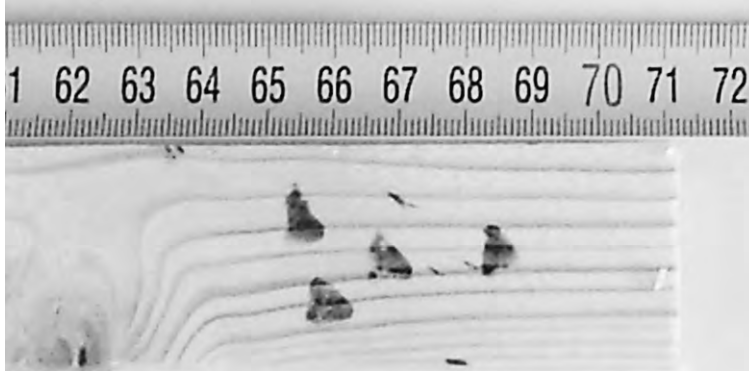
Ze denkt het volgende:

Zelfs als de tweede methode een betere waarde voor g oplevert dan de eerste methode, is de tweede methode toch minder betrouwbaar dan de eerste.

2p **26** Ben je het met Mireille eens? Licht je antwoord toe; gebruik daarbij de figuur op de uitwerkbijlage.

uitwerkbijlage

25 en 26



ruimte voor de berekening:

.....

.....

.....

.....

.....