

Werkwijzer tweede praktische opdracht natuurkunde 4L.

1. Inleiding:

De werkwijzer.

Deze opdracht maak je in groepen van twee leerlingen. In paragraaf 2 staat de opdracht die je moet uitvoeren. In paragraaf 3 lees je hoe je te werk moet gaan. In paragraaf 4 staan de eisen waaraan het verslag moet voldoen. Paragraaf 5 gaat over de beoordeling van je werk.

Tijd.

Deze praktische opdracht heeft een omvang van 6 klokuren, verdeeld over 2 lessen van 50 minuten en 260 minuten werken buiten lestijd.

Cijfer.

Hoe zwaar het cijfer meetelt staat in het reglement van het examendossier.

2. Opdracht.

Deze praktische opdracht bestaat uit het uitvoeren van een experiment. Je kunt kiezen uit 6 mogelijkheden:

- **De draaimolen.** 2 opstellingen
Met een speciaal toestel onderzoek je de snelheid tijdens een cirkelbeweging. Je probeert met behulp van je metingen een formule te vinden voor de kracht die nodig is om met deze snelheid rond te gaan.
- **De schommel.** 2 opstellingen
Met een voor deze proef gemaakt toestel, onderzoek je de gewichtstoename die optreedt in het laagste punt van een schommelbeweging.
- **De treinwagon.** 2 opstellingen
Een met een propeller motor aangedreven treinwagon laat je bergop rijden. Je onderzoekt welke factoren de snelheid van de wagon bepalen.
- **Het versnellend wiel.** 2 opstellingen
Bij deze proef ga je een stilstaand fietswiel steeds sneller laten draaien. Je onderzoekt waardoor de toename van de draaisnelheid bepaald wordt.
- **Snelheid meten met de computer.** 1 opstelling
Je laat een kleine treinwagon bergaf lopen en meet met behulp van een computer de snelheid van de beweging. Waar hangt die snelheid van af?
- **De horizontale worp.** 2 opstellingen
Bij deze proef ga je na waardoor de vorm van de baan van een horizontaal wegschietend kogeltje bepaald wordt. Je controleert hiermee de wet van behoud van energie.

3. De werkwijze.

Bij het onderzoek onderscheiden we steeds vier, op elkaar volgende fasen: **voorbereiding**, **planning**, **uitvoering** en **uitwerking**.

Voorbereiding:

- Maak een keuze uit de mogelijke experimenten. Het aantal opstellingen per proef is beperkt. Bij iedere proef is dit aantal vermeld. Houd hier rekening mee ! Als je klas klein is mag iedere proef maar één keer gekozen worden.
- Bereid de proef goed voor. Zonder deze voorbereiding krijg je de proef nooit af in de beschikbare lestijd. Dus:
 - Formuleer de onderzoeksvragen.
 - Stel de hypothesen op, je verwachtingen over de uitkomsten van het onderzoek. Bij voorkeur maak je gebruik van de theorie om *zinnvolle* hypothesen op te stellen.
 - Bestudeer deze theorie.

Planning:

- Maak een werkplan. Daarin staat:
 - Wat je gaat doen.
 - De volgorde van uitvoering.
 - Hoeveel tijd je ongeveer aan elk onderdeel gaat besteden.
 - Hoe je de taken onderling verdeelt.
 - De tabellen waarin je de verwachte metingen overzichtelijk kunt noteren. Houd daarbij rekening met:
 - ~ De geformuleerde onderzoeksvragen.
 - ~ De bepaling van de meetonzekerheid.
 - ~ De onderlinge taakverdeling.
- Zorg dat alle spullen die je nodig hebt aanwezig zijn.

Uitvoering:

- Voer de metingen uit.
- Zorg ervoor dat je de meetresultaten volledig, duidelijk en overzichtelijk noteert.
- Denk er aan dat je de nauwkeurigheid van de metingen kunt vergroten door ze te herhalen.
- Als je een verband zoekt moet je tenminste 5 duidelijk verschillende situaties instellen in een zo groot mogelijk meetgebied.
- Meet zo nauwkeurig mogelijk, zodat je betrouwbare conclusies kunt trekken.
- Bepaal de meetonzekerheid.
- Werk je metingen zo mogelijk tijdens het practicum al uit. Je kunt dan snel beoordelen of je verkeerd gemeten hebt.

Uitwerking:

- Overleg tijdens de uitwerkingsfase met je leraar als je er niet uitkomt of iets niet zeker weet. Dit gaat niet ten koste van je cijfer. Begin dus op tijd met uitwerken, zodat je kunt overleggen voor je het verslag moet inleveren
- Geef de meetresultaten van alle onderzoeken weer in diagrammen. Vermeld hierbij ook de grootheden die je constant gehouden hebt. Gebruik de bepaalde meetonzekerheid om de lijn die je in het diagram het verband tussen twee grootheden weergeeft zo goed mogelijk te tekenen
- Trek de conclusies. Een belangrijke activiteit daarbij is uit de verzamelde gegevens zo goed mogelijk af te leiden welke verbanden er bestaan tussen de onderzochte grootheden. Dit doe je door het interpreteren van de getekende diagrammen. Het is niet voldoende om je daarbij te beperken tot een uitspraak, die je ook zonder metingen wel had kunnen doen. Je moet verbanden vinden als: recht- of omgekeerd evenredig, kwadratisch enz. , zie de bijlage.

Verder ga je in deze fase na of je onderzoeksresultaten je eerder opgestelde hypothese bevestigen of juist tegen spreken. En in het laatste geval heb je een aanleiding om na te denken over mogelijke redenen.

1. Verslaggeving.

Elke groep zorgt gezamenlijk voor de verslaggeving. De uiterste inleverdatum wordt door je docent meegedeeld. De verslaggeving gaat in twee stappen:

1. Het conceptverslag.

Uiterlijk 1 schoolweek voor de einddatum lever je het z.g. conceptverslag in. Dit bestaat uit een ruwe opsomming van de onderzoeksvragen, de hypothesen, de metingen, de diagrammen en de voorlopige conclusies. Van je leraar krijg je vervolgens een ingevuld beoordelingsformulier terug, waarop je kunt zien of je resultaten in orde bevonden worden. Is dit niet het geval, dan zul je misschien aanvullende metingen moeten uitvoeren of de metingen anders moeten uitwerken. Lever je het conceptverslag zeer vroegtijdig in dan kun je ook nog aanvullende metingen of uitwerkingen uitvoeren, ook al was het oordeel voldoende.

2. Het eindverslag.

Dit bestaat uit twee onderdelen:

– Het procesverslag of logboek.

Hierin staat hoe je de praktische opdracht hebt uitgevoerd. Je schrijft dus *beknopt* op:

- Hoeveel tijd je waaraan hebt besteed.
- Welke bijzondere problemen je bent tegengekomen en hoe je deze hebt opgelost.
- Wanneer je overleg gehad hebt met je docent en waarover.
- Hoe de onderlinge samenwerking is geweest.
- Wie welk onderdeel van het verslag verzorgd heeft.

– Het experimentverslag.

Hierin staat voor iedere onderzoeksvraag een meetrapport. In een meetrapport staat zo kort mogelijk:

- De onderzoeksvraag.
- De hypothese.
- De meetomstandigheden indien deze niet voor zich spreken.
- De meetresultaten in tabelvorm. Denk daarbij aan het aantal significante cijfers.
- De meetonzekerheid.
- Een of meer diagrammen.
- De conclusies uit de diagrammen. Zijn die antwoorden in overeenstemming met de hypothesen?
- Vermeld kort je argumenten en je belangrijkste twijfels bij je conclusies.

5. De beoordeling.

Als je de aanwijzingen volgt op het beoordelingsformulier naar aanleiding van het conceptverslag, zul je normaal gesproken een voldoende krijgen. Alleen als je het conceptverslag niet op tijd hebt ingeleverd loop je kans een onvoldoende te krijgen, omdat dan je recht op verbetering of aanvulling vervalt.

Het beoordelingsschema:

Beoordelingscriteria	Punten	Toelichting
De formulering van de onderzoeksvragen en het onderbouwen van de hypothesen.	9	Heb je het probleem/onderwerp nauwkeurig omschreven. Weet je op welke onderzoeksvragen je een antwoord moet vinden. Heb je de juiste grootheden gevarieerd of constant gehouden. Heb je de theorie die de hypothesen ondersteunt voldoende besproken.
De uitvoering, spreiding en nauwkeurigheid van de metingen.	9	Heb je handig, systematisch en reproduceerbaar geëxperimenteerd. Is er een logische volgorde van de metingen. Zijn je metingen evenwichtig verdeeld over het meetgebied. Zijn de praktische en technische problemen goed opgelost. Heb je de juiste instrumenten gebruikt.
De verwerking van de meetresultaten en het trekken van de juiste conclusies.	9	Heb je de metingen op de juiste manier uitgewerkt en duidelijk het uiteindelijke resultaat laten zien met behulp van de juiste diagrammen, tabellen, eenheden, afleidingen, conclusies, significante cijfers en meetonzekerheid.
Theoretische diepgang, uitvoering van de extra opdrachten en eigen initiatief.	9	Is het gevonden resultaat in voldoende overeenstemming met de theorie. Geef je aan hoe groot de afwijking is tussen het experiment en de theorie. Kun je eventuele afwijkingen verklaren. Heb je de extra opdrachten goed uitgevoerd. Heb je zelf iets nieuws bedacht. Heb je een idee voor een zinvol vervolgonderzoek.
Manier van werken. Logische opbouw, duidelijkheid en verzorging van het verslag.	9	Hoe was het overleg met de leraar. Heb je zelfstandig gewerkt. Zijn de taken gelijkmatig onder de groepsleden verdeeld. Hoe is het logboek ingevuld. Hoe heb je het verslag ingedeeld. Is het netjes. Is het verhaal kort en duidelijk. Is er een literatuurlijst. Loopt er een rode draad door het werkstuk.

Je cijfer wordt berekend met: $(\text{aantal punten})/5 + 1$

BIJLAGE: HOE VIND JE VERBANDEN MET BEHULP VAN EEN DIAGRAM?

Bij vrijwel alle experimenten moet je de meetresultaten in een diagram weergeven. Een voorbeeld hiervan is het verband tussen spanning (V) en de stroomsterkte (I) van een konstantaandraad. Het resultaat is een **rechte lijn door de oorsprong**. Een dergelijk verband noemen we **rechtevenredig**. Zo'n resultaat geeft niet alleen aan dat I groter wordt bij toenemende V, maar zegt meer: Als V 2 x groter wordt, wordt I ook 2 x groter.

Met de formule: $\frac{V}{I} = C$

Hierin is C een constant getal (we noemen C meestal de weerstand R, wet van Ohm!).

Een dergelijk verband noemen we **rechtevenredig**. Op de zelfde manier kun je bij andere experimenten de bijbehorende formule vinden, als het resultaat een diagram met een rechte lijn door de oorsprong is.

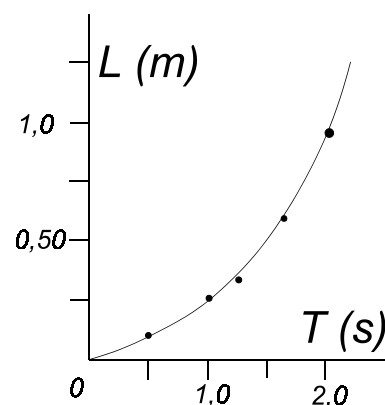
Maar welke verband geldt er als er in het diagram geen rechte lijn ontstaat?

Voorbeeld 1.

Als je b.v. het verband meet tussen slingerlengte L en slingertijd T vind je een kromme lijn. Als je naar het diagram kijkt zou de vorm van de lijn best wel eens een parabool kunnen zijn, dus een kwadratische functie.

(Wiskundig: $y = ax^2$ of $y/x^2 = a$)

L(m)	T(s)
0,063	0,50
0,25	1,00
0,38	1,25
0,65	1,60
0,99	2,00

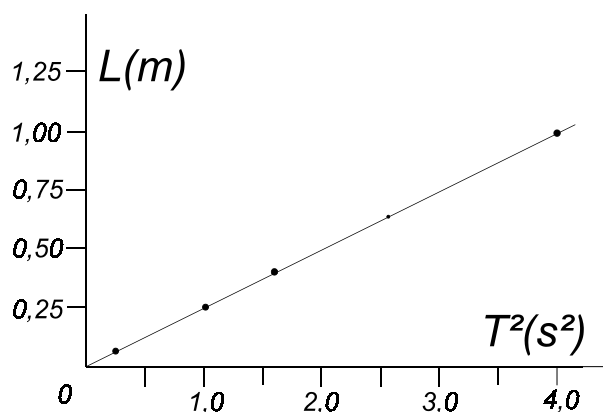


Je kunt dat niet zeker weten, het diagram lijkt er wel op maar misschien is de kromming te flauw of te scherp. Er is een methode om dat te controleren:

Laten we aannemen dat het verband kwadratisch is, dus $L = c \cdot T^2$ of $L/T^2 = c$.

Als we nu L tegen T^2 uitzetten in plaats van L tegen T zou het resultaat een rechte door de oorsprong moeten opleveren. Om dit te controleren berekenen we bij elke T de waarde van T^2 en zetten L uit tegen T^2 .

T(s)	$T^2(s^2)$	L(m)
0,50	0,25	0,063
1,00	1,00	0,25
1,25	1,56	0,38
1,60	2,56	0,65
2,00	4,00	0,99



Het is inderdaad een rechte lijn door de oorsprong.

Het verband is dus in formulevorm: $L/T^2 = C$

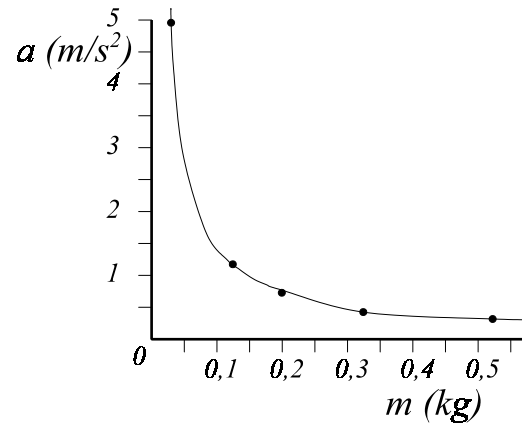
We noemen een dergelijk verband **kwadratisch**.

Als het diagram van L tegen T^2 geen rechte lijn had opgeleverd, had je verder moeten zoeken. Je zou dan een diagram kunnen gaan maken van L tegen T^3 , in de hoop dat er dan wel een rechte lijn verschijnt.

Voorbeeld 2.

m (kg)	a (m/s ²)
0,032	5,0
0,13	1,2
0,20	0,75
0,33	0,46
0,52	0,30

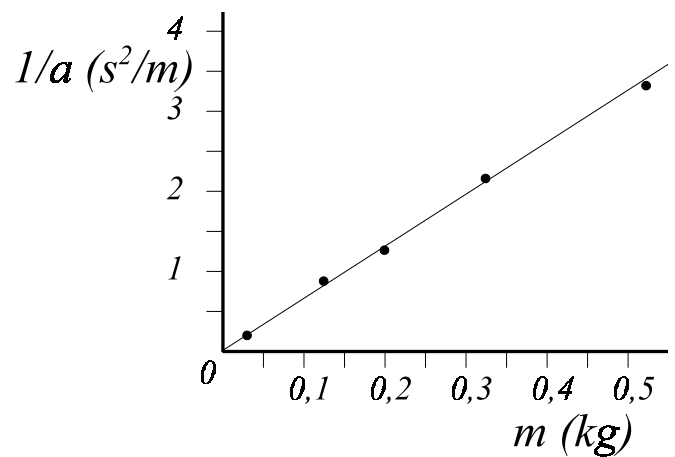
Je meet het verband tussen de versnelling van een karretje en de massa ervan (bij een constante kracht). In het diagram zou de vorm van de lijn best wel eens een hyperbool kunnen zijn, dus een omgekeerd evenredig verband. (m 2 x **groter** dan a 2 x **kleiner**)
(In formulevorm: $m \cdot a = \text{constant}$)



Je kunt dat niet zeker weten, het diagram lijkt er wel op, maar misschien is de kromming te flauw of te scherp. Er is een methode om dat te controleren:

m (kg)	a (m/s ²)	1/a (s ² /m)
0,032	5,0	0,20
0,13	1,2	0,83
0,20	0,75	1,3
0,33	0,46	2,2
0,52	0,30	3,3

Daartoe zet je niet a tegen m uit maar 1/a tegen m. Je berekent eerst de waarden van 1/a.



Het is inderdaad een rechte lijn door de oorsprong. Het verband is dus **omgekeerd evenredig**. Als het diagram van 1/a tegen m geen rechte lijn had opgeleverd, had je verder moeten zoeken. Je zou dan een diagram kunnen gaan maken van $1/a^2$ tegen m, in de hoop dat er dan wel een rechte lijn verschijnt.