

6.1 Natuurkundige vragen

Opgave 1

Bij een onderzoek is het doel nieuwe kennis en bij een ontwerp is het doel een nieuw product.

- a ontwerp
- b onderzoek
- c onderzoek
- d onderzoek

Opgave 2

Als een modelstudie wordt gebruikt om een product te testen, dan hoort het bij een ontwerp. Wordt de modelstudie gebruikt om erachter te komen hoe iets gebeurt of wat het verband is tussen grootheden, dan is het een deel van een onderzoek.

- a ontwerp
- b onderzoek
- c ontwerp
- d onderzoek

Opgave 3

- a $s = v \cdot t$
- b De snelheid van de wolken is niet constant.
De vorm van de wolken verandert in de loop van de tijd.
Er ontstaan nieuwe wolken en er verdwijnen wolken.

Opgave 4

In een goede onderzoeksvraag staan de grootheden die voor het onderzoek van belang zijn. Volgens de wet van Ohm bereken je de weerstand van een lamp met de spanning over en de stroomsterkte door de lamp.

Voorbeelden van goede onderzoeksvragen zijn:

Voldoet het verband tussen de spanning over en de stroomsterkte door de lamp aan de wet van Ohm?
Is er een recht evenredig verband tussen de spanning over en de stroomsterkte door de lamp?

Opgave 5

Een onderzoeksvraag moet je met behulp van metingen kunnen beantwoorden. Een hypothese is een voorspelling van de uitkomst.

- a Onderzoeksvraag: Hoeveel energie per tijdseenheid gebruikt een VR-bril?
Hypothese: Een VR-bril gebruikt niet meer energie per tijdseenheid dan een smartphone.
- b Onderzoeksvraag: Wat gebeurt er met de totale stroomsterkte wanneer je meerdere apparaten op één stekkerdoos aansluit?
Hypothese: Hoe meer apparaten parallel aangesloten zijn, des te groter is de totale stroomsterkte.
- c Onderzoeksvraag: Neemt de wrijvingskracht op een fietser toe met de frontale oppervlakte van de fietser? Zo ja, hoe verandert de wrijvingskracht als de frontale oppervlakte groter wordt?
Hypothese: Er is een recht evenredig verband tussen de wrijvingskracht en de frontale oppervlakte.

Opgave 6

- a Vloeistoffen zetten meer uit dan vaste stoffen als ze worden verwarmd.
- b Tijdens een faseovergang van een zuivere stof verandert de temperatuur niet. Het smeltpunt van ijs en het kookpunt van water zijn bekend.
- c De afstand tussen twee maatstreepjes bij een temperatuurverschil van 5 °C bereken je met behulp van een verhoudingstabel van temperatuurverschil en afstand.

$$t_{\text{ijs}} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{kokend water}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Δt (°C)	100	5
Δx (cm)	15,0	x

Tabel 6.1

- $x = 0,75$ cm
- d Het meten van de vloeistofhoogte tijdens het smelten en koken hoort bij het onderzoeken. Het bedenken van de schaal en het zetten van de streepjes hoort bij het ontwerpen, want het doel is het maken van een product.

6.2 Onderzoeken

Opgave 7

- a Voorbeelden van een hypothese zijn:
- 1 Het verband tussen de massa en de remweg is recht evenredig.
 - 2 Het verband tussen de massa en de remweg is niet recht evenredig.
- b De beginsnelheid is voor alle situaties gelijk. In figuur 6.15 van het basisboek volgt de snelheid uit de steilheid van de (x,t) -grafiek. De steilheid op $t = 0$ s is voor elke grafiek hetzelfde.
- c Uit de tweede wet van Newton $F_{\text{res}} = m \cdot a$ volgt dat de versnelling afneemt als de massa toeneemt en de remkracht gelijk blijft. In dit geval is het een negatieve versnelling of vertraging. Neemt de vertraging af, dan duurt het langer voordat de fietser stilstaat. De remweg neemt dus toe.
- d Bij meting 1 is de massa 40 kg en bij meting 5 is de massa 80 kg. De massa is verdubbeld en uit figuur 6.15 van het basisboek blijkt dat ook de remweg is verdubbeld van 10 naar 20 m. Dit komt overeen met een recht evenredig verband. Afhankelijk van de gestelde hypothese, is deze dus juist of onjuist.

Opgave 8

- a voltmeter en ampèremeter
- b stopwatch en meetlint
- c liniaal of meetlint en stopwatch
- d thermometer

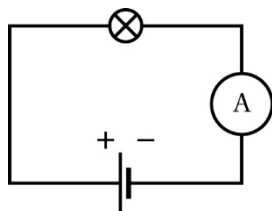
Opgave 9

De grootheid die je instelt, is de grootheid waarvan je de waarde zelf verandert. De grootheid die hiervan afhangt meet je. De overige grootheden houd je constant.

- a Je doet twee onderzoeken waarbij je telkens de slingertijd meet.
Bij een onderzoek verander je de lengte van de slinger terwijl je de massa van het blokje gelijk houdt. Bij een ander onderzoek verander je de massa van het blokje terwijl je de lengte van de slinger gelijk houdt.
- b Bij het vergelijken van de twee lampen houd je de spanning constant en meet je de lichtsterkte. Je stelt geen grootheid. Je verandert alleen het type lamp.
- c Je verandert de indrukking van de veer. Je meet de hoogte. De veerconstante houd je constant.

Opgave 10

- a Zie figuur 6.1.



Figuur 6.1

- b In een werkplan beschrijf je wat je gaat meten en hoe je gaat meten.

Voorbeeld van een werkplan:

- Maak de opstelling van het schakelschema van vraag a.
 - Stel de ampèremeter in op de juiste schaal.
 - Stel de spanning in op 20 V.
 - Meet de stroomsterkte.
- c Het meetbereik dat Alex en Nadima kiezen, moet ervoor zorgen dat de afleesfout zo klein mogelijk is. Dan moet de uitslag van de stroommeter zo groot mogelijk zijn. Daartoe bereken je de minimale en de maximale stroomsterkte met de spanning en het vermogen.

$$P = U \cdot I$$

$$P_{\min} = 2,0 \text{ W}$$

$$U = 20 \text{ V}$$

$$2,0 = 20 \times I_{\min}$$

$$I_{\min} = 0,10 \text{ A}$$

$$P_{\max} = 5,0 \text{ W}$$

$$U = 20 \text{ V}$$

$$5,0 = 20 \times I_{\max}$$

$$I_{\max} = 0,25 \text{ A}$$

De maximale stroomsterkte is te groot voor meetbereik III, maar past wel in bereik II.
De beste keuze is dus meetbereik II.

Opgave 11

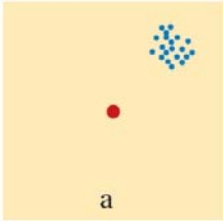
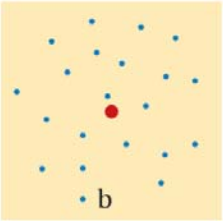
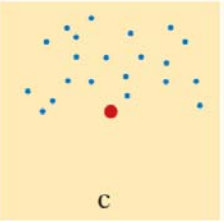
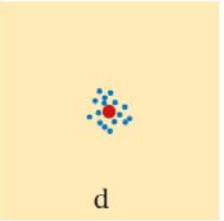
- a Een onderzoeksvraag moet je met behulp van metingen kunnen beantwoorden.
Voorbeelden van een goede onderzoeksvraag zijn:
- 1 Hoeveel energie is er nodig om 1,0 liter water 1,0 °C in temperatuur te laten stijgen?
 - 2 Hoe groot is de soortelijke warmte van water?
- b Voorbeeld van een werkplan:
- Gebruik de meetopstelling van vraag b.
 - Bepaal de massa van een lege joulemeter.
 - Meet ongeveer 100 mL water af.
 - Bepaal de massa van de joulemeter met water.
 - Meet de begintemperatuur van het water.
 - Zet de spanningsbron op een constante spanning.
 - Zet de schakeling aan en begin de tijdsmeting.
 - Meet de stroomsterkte.
 - Blijf roeren en de temperatuur meten totdat deze ongeveer 80 °C heeft bereikt.
 - Meet de eindtemperatuur.
 - Noteer de tijd die nodig was voor de temperatuurstijging;

Opgave 12

- a De meetpunten hebben een meetonzekerheid. Een grafieklijn moet dus zo dicht mogelijk langs alle punten gaan en hoeft dus niet door de meetpunten te gaan.
Beide grafieklijnen zijn zonder verdere gegevens mogelijk.
- b Nee, het is geen recht evenredig verband. Bij een recht evenredig verband is de grafieklijn een rechte lijn die door de oorsprong gaat.
- c Bekijk de meetpunten: (1; 1); (2; 4) en (3; 9). Als de x-waarde n keer zo groot wordt, wordt de y-waarden² keer zo groot. Er is dus sprake van een kwadratisch evenredig verband.
- d
- 1 Je kunt dit onderzoeken door meer metingen te doen waardoor je meer meetpunten in het diagram krijgt.
 - 2 Herhaal de metingen om daarmee een indruk te krijgen van de grootte van de meetonzekerheid.
 - 3 Doe een meting waarbij je controleert of (0; 0) een meetpunt is.

Opgave 13

- a Een meting is valide als de meetwaarden rond de werkelijke waarde liggen.
Een meting is betrouwbaar als de meetwaarden dicht bij elkaar liggen.
Zie tabel 6.2.

				
	a	b	c	d
Valide		X		X
Betrouwbaar	X			X

Tabel 6.2

- b Bij proef a is sprake van een systematische fout.
- c Proef b levert een juiste resultaat op als je de proef vaak herhaalt. Herhaal je de proef maar een paar keer dan is de kans groot dat het gemiddelde niet overeenkomt met de werkelijke waarde.

6.3 Ontwerpen

Opgave 14

Het programma van eisen aan een ontwerp zet je in een tabel. Zie tabel 6.3.

eis	brandalarm voor doven	VR-bril die gebruiksvriendelijk is	theemok
1	gaat af in geval van brand	is eenvoudig te monteren	heeft voldoende inhoud
2	gaat af bij te veel rook-ontwikkeling	zit comfortabel	is makkelijk vast te houden
3	waarschuwt de persoon	Is eenvoudig te bedienen	reageert op temperatuur
4	werkt niet op basis van geluid	Is niet vermoeiend voor de ogen	geeft signaal af afhankelijk van de temperatuur
5	is betrouwbaar	is duurzaam	is waterbestendig

Tabel 6.3

Opgave 15

- a Mogelijke eisen zijn:
- Het pak moet hem beschermen tegen zeer lage temperaturen.
 - Het pak moet hem voorzien van zuurstof.
 - Het pak moet voorzien zijn van parachute.
 - Het pak moet flexibel zijn zodat hij gemakkelijk kan bewegen om zich voor te bereiden op de landing.
- b De luchtdichtheid is recht evenredig met de luchtdruk. Als de temperatuur toeneemt, neemt de kinetische energie van de moleculen toe. De moleculen botsen met grotere snelheid en krachtiger tegen een wand. De luchtdruk neemt dus toe en daardoor ook de luchtdichtheid.
- c Door de hogere luchtdruk boven de 25 km ondervond Baumgartner een grotere luchtweerstand. Hierdoor was zijn versnelling kleiner en had hij dus een grotere valhoogte dan 37 km nodig om de gewenste snelheid te bereiken.

Opgave 16

Eis 1: genoeg ruimte voor de bestuurder. In figuur 6.1 is te zien dat er gekozen is voor een nieuw soort model. De vorm lijkt op die van een ligfiets, maar is veel breder.

Eis 2: opgewekt vermogen is groter dan benodigd vermogen bij maximale snelheid: Je ziet in figuur 6.1 dat de gehele bovenkant is bedekt met zonnepanelen. De efficiëntie van de zonnepanelen en van de elektromotor kun je niet bepalen uit de foto.

Eis 3: c_w -waarde kleiner dan 0,10: Uit figuur 6.1 blijkt dat is gekozen voor alle drie de oplossingen. De wagen is plat, gestroomlijnd en glad.

Opgave 17

- a Het materiaal moet een zo klein mogelijke dichtheid hebben, zodat de massa van de prothese zo laag mogelijk is.
- b De veerkracht van de prothese zorgt ervoor dat Marlou van Rhijn zich kan afzetten tegen de ondergrond. Zonder vering zou een groot gedeelte van haar energie verloren gaan.
- c De krachtoverbrenging bij een bladerunner is 9% lager dan bij andere atleten. In dat opzicht hebben protheses geen voordeel. Daar staat tegenover dat de massa van de veren kleiner is dan van een normaal onderbeen. Het is lastig om de voor- en nadelen exact in te schatten.

Opgave 18

- a $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- b Een thermometer is nauwkeurig als de meting valide en betrouwbaar is. Een meting is betrouwbaarder als de uitzetting groter is bij dezelfde temperatuurstijging.

Manieren om de thermometer nauwkeuriger te maken:

- 1 een groter reservoir
- 2 een smallere en daardoor langere stijgbuis
- 3 een vloeistof met een grotere kubieke uitzettingscoëfficiënt

6.4 Afsluiting

Opgave 19

- a Het stralingsvermogen per m² zonnecel bereken je met het totaal geleverde vermogen en de totale oppervlakte aan zonnecellen.
Het totaal geleverde vermogen bereken je met het rendement en het nuttig geleverde vermogen.

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = 25\%$$

$$P_{\text{nuttig}} = 1,5 \text{ kW} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$25\% = \frac{1,5 \cdot 10^3}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

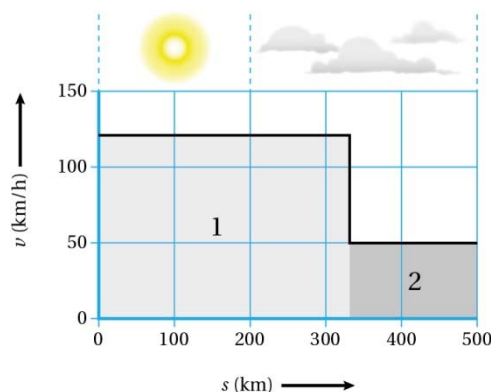
$$P_{\text{in}} = 6,0 \cdot 10^3 \text{ W}$$

De Nuna was bedekt met 8,4 m² zonnecellen.

Dus per m² is het stralingsvermogen $\frac{6,0 \cdot 10^3}{8,4} = 7,14 \cdot 10^2 \text{ W}$

Afgerond: $7,1 \cdot 10^2 \text{ W per m}^2$

- b Uit tabel 6.5 blijkt dat er 1,7 kW nodig is bij een snelheid van 100 km h⁻¹. De zonnepanelen leveren slechts 1,5 kW. Er is dus nog $1,7 - 1,5 = 0,2 \text{ kW}$ nodig van de accu.
c Zie figuur 6.2.
De tijdsduur is de tijd nodig voor deel 1 en deel 2 samen. Een tijd bereken je met behulp van de afstand en de bijbehorende snelheid. Deze lees je af in figuur 6.2.



Figuur 6.2

$$s = v \cdot t$$

deel 1:

$$s_1 = 330 \text{ km}$$

$$v_1 = 120 \text{ km h}^{-1}$$

$$330 = 120 \times t_1$$

$$t_1 = 2,75 \text{ uur}$$

deel 2:

$$s_2 = 170 \text{ km}$$

$$v_2 = 50 \text{ km h}^{-1}$$

$$170 = 50 \times t_2$$

$$t_2 = 3,4 \text{ uur}$$

$$t = t_1 + t_2$$

$$t = 2,75 + 3,4 = 6,15 \text{ uur}$$

Afgerond: $t = 6,2 \text{ uur}$

- d Als de accu bijna leeg is, is de hoeveelheid energie die de accu moet leveren bijna 5,0 kWh.. De hoeveelheid energie die de accu moet leveren, bereken je met het benodigde vermogen en de tijd. Het benodigde vermogen hangt af van de hoeveelheid zon. De tijd bereken je met de afstand en de snelheid.

Tijdens de eerste 200 km is het zonnig en leveren de zonnecellen 1,5 kW. Zie introductie van opgave 19.

Er is 1,7 kW nodig om 100 km h^{-1} te rijden. Zie tabel 6.5 van het basisboek.

$$P_1 = 1,7 - 1,5 = 0,2 \text{ kW}$$

$$s_1 = v \cdot t_1$$

$$s_1 = 200 \text{ km}$$

$$v = 100 \text{ km h}^{-1}$$

$$200 = 100 \times t_1$$

$$t_1 = 2,00 \text{ uur}$$

$$E_1 = P_1 \cdot t_1$$

$$P_1 = 0,20 \text{ kW}$$

$$E_1 = 0,20 \times 2,00 = 0,40 \text{ kWh}$$

Tijdens de laatste 300 km leveren de zonnecellen 0,24 kW en is er 1,7 kW nodig.

$$P_2 = 1,07 - 0,24 = 1,44 \text{ kW}$$

$$s_2 = v \cdot t_2$$

$$s_2 = 300 \text{ km}$$

$$v = 100 \text{ km h}^{-1}$$

$$300 = 100 \times t_2$$

$$t_2 = 3,00 \text{ uur}$$

$$E_2 = P_2 \cdot t_2$$

$$P_2 = 1,44 \text{ kW}$$

$$E_2 = 1,44 \times 3,00 = 4,40 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{tot}} = E_1 + E_2$$

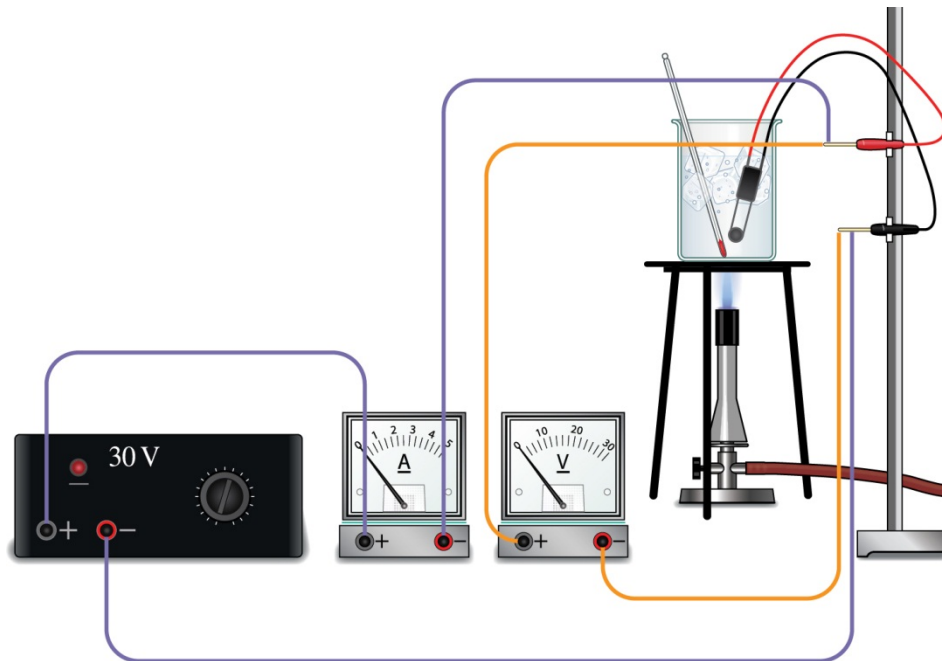
$$E_{\text{tot}} = 0,4 + 4,4 = 4,8 \text{ kWh}$$

Er wordt 4,8 van de 5,0 kWh verbruikt, dus de accu is inderdaad bijna leeg.

- e In figuur 6.26 van het basisboek zie je dat het ontwerp erg laag en gestroomlijnd is. Ook heeft het vloeiende lijnen en is het oppervlak glad. Dit betekent dat de c_w -waarde en de frontale oppervlakte A zo klein mogelijk gehouden zijn. De luchtdichtheid kun je niet beïnvloeden en de snelheid wil je juist zo groot mogelijk krijgen.

Opgave 20

- a Zie figuur 6.3.
De ampèremeter moet opgenomen zijn in de stroomkring. De NTC moet via de ampèremeter aangesloten worden op de spanningsbron. De voltmeter moet de spanning over P en Q meten.

**Figuur 6.3**

- b Zij stellen de temperatuur in en meten de spanning en de stroomsterkte.
(De spanning verandert niet tijdens de metingen; de stroomsterkte wel.
Met de spanning en stroomsterkte berekenen ze de weerstand.)
- c Bij een omgekeerd evenredig verband wordt de ene grootheid n keer zo klein als je de andere grootheid n keer zo groot maakt.

Bij de temperatuur van 20 °C is de weerstand 0,6 kΩ. Bij de temperatuur van 80 °C is de weerstand 0,08 kΩ. De temperatuur is vier keer zo groot maar de weerstand is niet vier keer zo klein. Dus temperatuur en weerstand zijn niet omgekeerd evenredig met elkaar.

- d Een meting is betrouwbaar als de toevallige fout klein is. Een meting is valide als er geen systematisch fout is.

De meetpunten liggen dicht bij de grafieklijn: de toevallige fout is klein.

De meting dus betrouwbaar.

Je kunt niets zeggen over de validiteit van de metingen want dan moet je deze kunnen vergelijken met de werkelijke meetwaarde en die is niet bekend.

- e De minimale stroomsterkte die nodig is om de LED te laten branden, is 1,0 mA. Aflezen in figuur 6.32 geeft dat de spanning dan minstens 1,5 V moet zijn.
De regelbare weerstand staat parallel aan de LED geschakeld en heeft dus dezelfde spanning: 1,5 V.

- f De stroomsterkte door de NTC-weerstand bereken je met de wet van Ohm toegepast op de NTC. De spanning over de NTC bereken je uit de bronspanning en de spanning over de combinatie van de LED en de regelbare weerstand.
De grootte van de NTC weerstand bepaal je met behulp van figuur 6.30 van het basisboek.

$$R_{\text{NTC}} = 0,59 \text{ k}\Omega = 590 \text{ }\Omega$$

$$U_{\text{bron}} = U_{\text{NTC}} + U_{\text{LED,R}}$$

$$U_{\text{bron}} = 5,0 \text{ V}$$

$$U_{\text{LED,R}} = U_{\text{LED}} = 1,5 \text{ V}$$

$$5,0 = U_{\text{NTC}} + 1,5$$

$$U_{\text{NTC}} = 3,5 \text{ V}$$

$$U_{\text{NTC}} = I_{\text{NTC}} \cdot R_{\text{NTC}}$$

$$3,5 = I_{\text{NTC}} \cdot 590$$

$$I_{\text{NTC}} = 5,93 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Afgerond: $5,9 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

- g De grootte van de regelbare weerstand bereken je met de wet van Ohm toegepast op de regelbare weerstand.

De stroomsterkte door de regelbare weerstand bereken je met de totale stroomsterkte en de stroomsterkte door de LED.

$$I_{\text{NTC}} = I_{\text{LED}} + I_{\text{R}}$$

$$I_{\text{NTC}} = 5,9 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{\text{LED}} = 1,0 \text{ mA} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$5,9 \cdot 10^{-3} = 1,0 \cdot 10^{-3} + I_{\text{R}}$$

$$I_{\text{R}} = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$U_{\text{R}} = I_{\text{R}} \cdot R$$

$$U_{\text{R}} = 1,5 \text{ V}$$

$$I_{\text{R}} = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$1,5 = 4,9 \cdot 10^{-3} \times R$$

$$R = 306 \Omega$$

Afgerond: $R = 3,1 \cdot 10^2 \Omega$