



-
-
-

Leg uit: hoe bereid ik mijn leerlingen voor op redeneervragen in het Natuurkunde-examen?

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

Gerdineke van Silfhout
G.vanSilfhout@slo.nl

slo

Downloaden, maar...

De popgroep Duploaders heeft de talentenshow Holland Has a Voice gewonnen. Als hoofdprijs heeft een muziekmaatschappij in 2010 haar eerste album uitgebracht. De vraag naar dit album kan worden weergegeven door de vraaglijn Vcd1 in bron 1. Het album is voor € 20 te koop als cd. Snel na het verschijnen van deze cd is het album ook vrij te downloaden via internet. Downloaden van het album is niet helemaal gratis: er zijn kosten, zoals het internetabonnement, tijd en moeite; deze drukken we uit in een prijs van € 2 per gedownload album.

De vraag naar de downloadversie wordt weergegeven door de vraaglijn Vdl in bron 1. Als gevolg van het beschikbaar komen van de downloadversie zal naar verwachting de vraag naar de cd kleiner worden. Dit wordt weergegeven door de verschuiving van de vraaglijn van Vcd1 naar Vcd2.

Gebruik bovenstaande tekst en bron 1 op de bijlage.

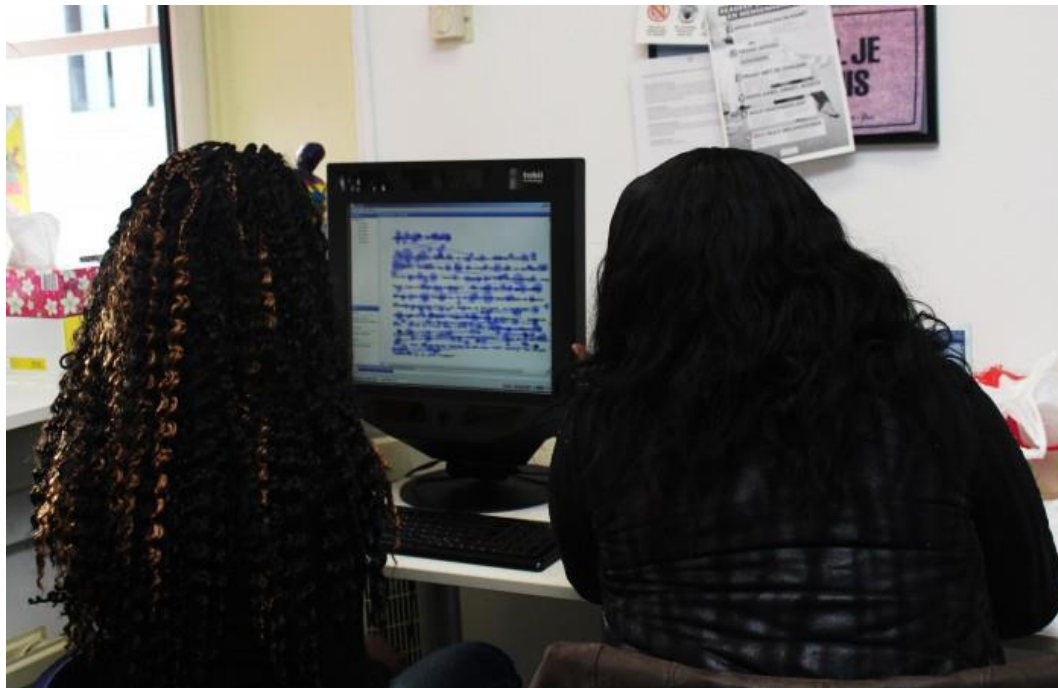
- 1p A In de tekst hierboven wordt er vanuit gegaan dat de cd en de downloadversie van het album van de popgroep Duploaders substitutiegoederen zijn. Leg uit wat hiermee bedoeld wordt.
- 1p B Ook wordt er vanuit gegaan dat de downloadversie van het album *meer* prijselastisch is dan het album zelf. Geef hier een verklaring voor.

Voorbeeld

- Jan was niet op zijn werk. Hij was ziek.
- Het gas was niet detecteerbaar. Er was ethanol aan toegevoegd.

Een voorbeeld...

- <http://www.schrijfgemak.nl/wp-content/uploads/2014/04/Kevin053.avi>



slo

Vooruitblik

- Een voorbeeld
- Achtergrond: centraal examen natuurkunde
- Toelichting
 - Handvatten vanuit de genredidactiek
 - Handvatten vanuit de argumentatieleer
- Aan de slag met het Toulminmodel en het CE 2015
- Reflectie bruikbaarheid model en schema

Achtergrond CE Natuurkunde

De meest opvallende gevolgen van het nieuwe-natuurkundeprogramma voor het centraal examen zijn:

- 1. Meer aandacht voor conceptueel begrip en redeneren bij examenvraagstukken.**
2. Nieuwe vraagvormen, waaronder meerkeuzevragen en korte kennisvragen.
3. Nieuwe onderwerpen, zowel conceptueel als contextueel.

Post-its: de problemen met redeneervragen

1. Op grond van formule x gebruikt Henk een rechte lijn door de oorsprong als trendlijn.
Leg uit waarom dit een juiste keuze is.
2. Beredeneer welke van de drie isotopen in P de grootste snelheid heeft.
3. Leg aan de hand van de figuren 2, 3 en 4 uit dat de LED niet brandt bij een lage temperatuur en wel brandt bij een hoge temperatuur.

Achtergrond CE Natuurkunde

1. Veel verschillende handelingswerkwoorden
2. Een opsomming van hww in de syllabus
 - Bereken
 - Bepaal
 - Beredeneer, leg uit (welke, wat, of...)
 - Noem, geef (aan), wat, welke, wanneer, hoeveel
 - Toon aan, laat zien dat, laat zien of
 - Construeer
 - Schets
 - Teken
 - Leid af
 - Schat

Achtergrond CE Natuurkunde

1. Maar de lijst is niet uitputtend: andere hww zijn mogelijk
 - Beargumenteer
 - Licht toe
 - Verklaar/ geef een verklaring voor
 - Ga na of
2. Deze werkwoorden kunnen bij andere vakken een andere betekenis hebben.
 - *Bepaal* bij wiskunde vs. natuurkunde

Achtergrond CE Natuurkunde

1. Bij redeneervragen zijn meerdere denkstappen maken noodzakelijk.
2. Deze denkstappen moeten ook opgeschreven worden, inclusief de claim.

Genre-analyse: een handig hulpmiddel?

1. Genre Procedure: doel – benodigd materiaal – stapsgewijze instructie.
2. Veld: aanwezigheid vak- en schooltaal.
3. Toon: -
4. Modus: aanwijzingen voor gegeven antwoord
 - Gegevens, motivering, claim, beredenering
 - Sequentie, proces, factoriale of consequentiële verklaring(en)

Voorbeeld 1.

Bij een volwassen mannetje is de hoorn 1,8 m lang. Eén **uiteinde** van deze hoorn is **open**, het andere uiteinde is **gesloten**. De **luchttemperatuur** in de hoorn is **20 C**. Onderzoek heeft uitgewezen dat een mannelijke Parasaurolophus een toon kon produceren met een **frequentie van $2,4 * 10^2$ Hz**. Dit is een **boventoon** van de **grondtoon** van **48 Hz**.

- c) **Beredeneer** of dit de eerste, de tweede, de derde, de vierde of de vijfde boventoon is.

Voorbeeld 2

De **radiumbevattende** verf werd door jonge meisjes met een penseel op de wijzers van een horloge gebracht. Met de mond werden de haartjes van het penseel tot een puntje gezogen. Daarbij kwam iedere keer een hele kleine hoeveelheid **radiumverf** via het speeksel in de maag terecht.

Neem aan dat daardoor in een bepaalde **periode** gemiddeld **1,0 μg radium-226** de maag met een massa van 2,5 kg bestraalde.

De **activiteit** van één gram **radium** is **$3,7 \cdot 10^{10}$ Bq**.

De toegestane **equivalente dosis** voor de maag bedraagt **0,2 mSv** per jaar.

Voor de equivalente dosis (**dosisequivalent**) H geldt: **$H = QE/m$** .

Genre-analyse: een handig hulpmiddel?

Hierin is:

- **Q** de (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor) die voor α -straling gelijk is aan 20;
- **E** de geabsorbeerde stralingsenergie in J;
- **m** de bestraalde massa in kg.

b) Doe een **beredeneerde** uitspraak over het gevaar van de **α -straling** van **radium-226** in deze verf voor de gezondheid van de jonge meisjes. Bereken daartoe eerst de **equivalente dosis** die de maag door de α -straling van **1,0 μg radium-226** in **1,0 uur** ontvangt.

Genre-analyse: een handig hulpmiddel?

1. Genre Procedure: doel – benodigd materiaal – stapsgewijze instructie. ***De instructie ontbreekt meestal.***
2. Veld: **grote verschillen** in hoeveelheid vak- en schooltaal.
3. Toon: -
4. Modus: aanwijzingen voor gegeven antwoord
Grote verschillen in explicietheid van de vraagstelling over het gewenste antwoord:

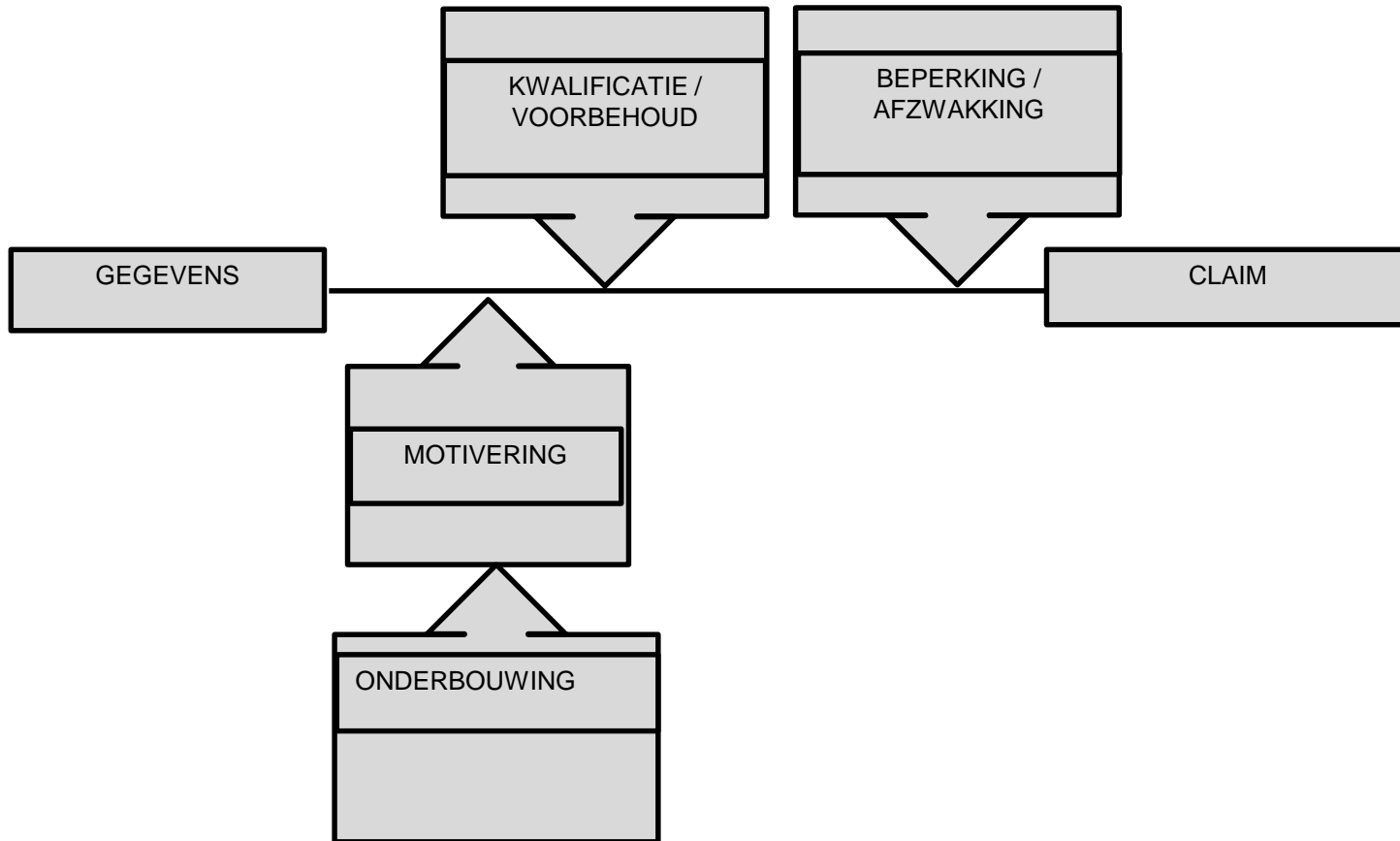
Leg uit welke boventoon dit is.

Toon met een berekening aan dat de weerstand van het ene koperdraad 0.41 A is.

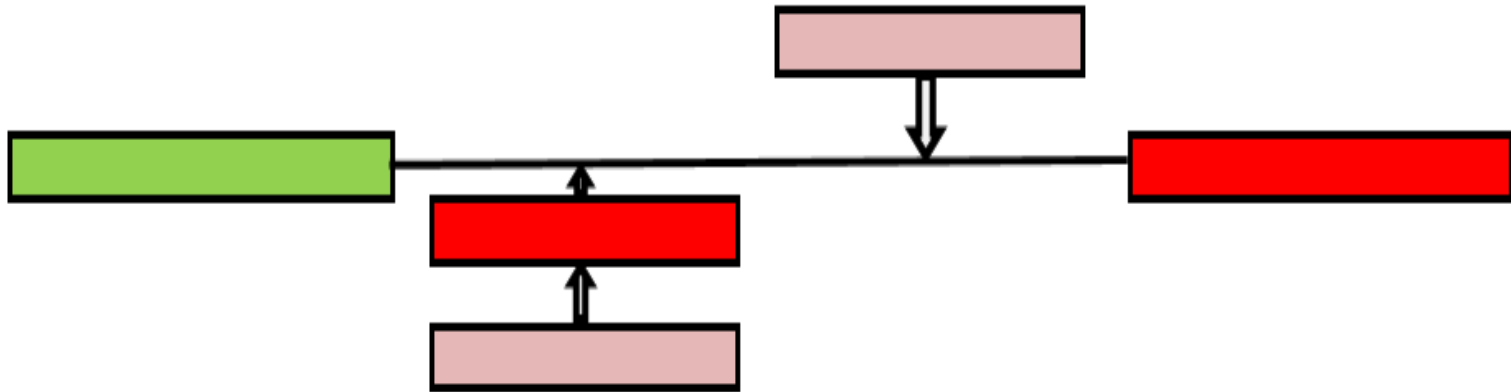
Het Toulminschema: een handig hulpmiddel?

1. Bij redeneervragen zijn meerdere denkstappen maken noodzakelijk.
2. Deze denkstappen moeten ook opgeschreven worden.

Het Toulminschema: een handig hulpmiddel?



Type 1. Motiveer een claim op basis van gegevens



1. Alleen de *gegevens* zijn gegeven. Er wordt om een gemotiveerde claim gevraagd.
2. Hww: leg uit welke..., wat voor ..., of

Een voorbeeld: CE 2015

Voor zijn onderzoek gebruikt Twan een meter waarmee stroomsterkte, spanning en vermogen gemeten kunnen worden. Zie figuur 2. Hij meet de stroomsterkte door, de spanning over en het vermogen van de frituurpan als de pan is uitgeschakeld en als de pan is ingeschakeld. De resultaten van zijn metingen staan in tabel 1.

tabel 1

frituurpan	U (V)	I (A)	P (W)
uitgeschakeld	230	0	0
ingeschakeld	224	7,3	1635

Het valt hem op dat de spanning daalt als hij de pan inschakelt. Twan veronderstelt dat deze daling van de spanning wordt veroorzaakt door de weerstand van de kabel naar de schuur.

- 3p 16 Ga met een berekening na of Twans veronderstelling juist is. Gebruik hierbij ook de gegevens uit tabel 1.

Door veroudering zal de weerstand van de nichroomdraad van het verwarmingselement in de frituurpan toenemen.

- 2p 17 Wordt het vermogen van het verwarmingselement daardoor groter, kleiner of blijft het gelijk? Licht je antwoord toe met behulp van formule(s).

figuur 2



Een voorbeeld: CE 2015

Ga met een berekening na

in tabel 1 staan:

- spanning
- stroomsterkte
- vermogen

over, door en van de pan bij ingeschakelde en uitgeschakelde toestand

uit de vorige vraag:
 $R_{\text{draad}}=0,41 \Omega$

De veronderstelling:

de daling van de spanning wordt veroorzaakt door de weerstand van de kabel

dus: vergelijking van U_{pan} met tabel 1 levert op dat de veronderstelling juist is

$$U_{\text{draad}}=I \cdot R_{\text{draad}}$$

invullen:

$$U_{\text{draad}}=7,3 \cdot (2 \cdot 0,41)$$

$$U_{\text{draad}}=6,0 \text{ V}$$

$$U_{\text{pan}}=230-6=224 \text{ V}$$

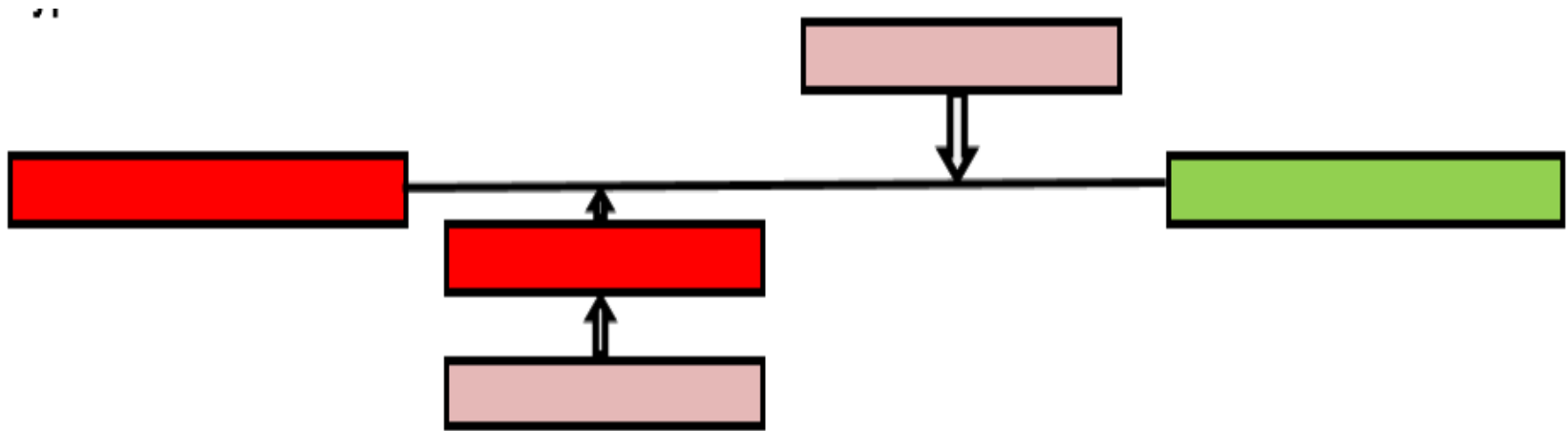
3p

uit de tabel:

$I=7,3 \text{ A}$ en
 $R_{\text{draad}}=0,41 \Omega$

twee draden!

Type 2. Onderbouw een claim met gegevens en motivatie



1. Er wordt een *claim* (uitspraak/stelling/bewering) gegeven en er wordt naar de onderliggende gegevens en motivatie gevraagd.
2. Soms moeten de gegevens of motivering (incl. formules) geselecteerd worden.
3. Hww: leg uit hoe..., waarvoor..., geef een verklaring voor

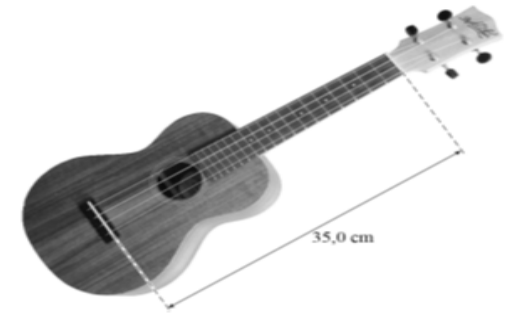
Een voorbeeld: CE 2015

Examen VWO 2015
tijdvak 2

Opgave 3 Ukelele

Een ukelele is een klein formaat gitaar met vier snaren. Zie figuur 1. Daarin is aangegeven tussen welke twee punten de snaren trillen. Een ukelele kan op verschillende manieren gestemd worden. Een van deze stemmingen is zoals weergegeven in tabel 1.

figuur 1



tabel 1

snaar	grondtoon	f (Hz)
1	G	392
2	C	262
3	E	330
4	A	440

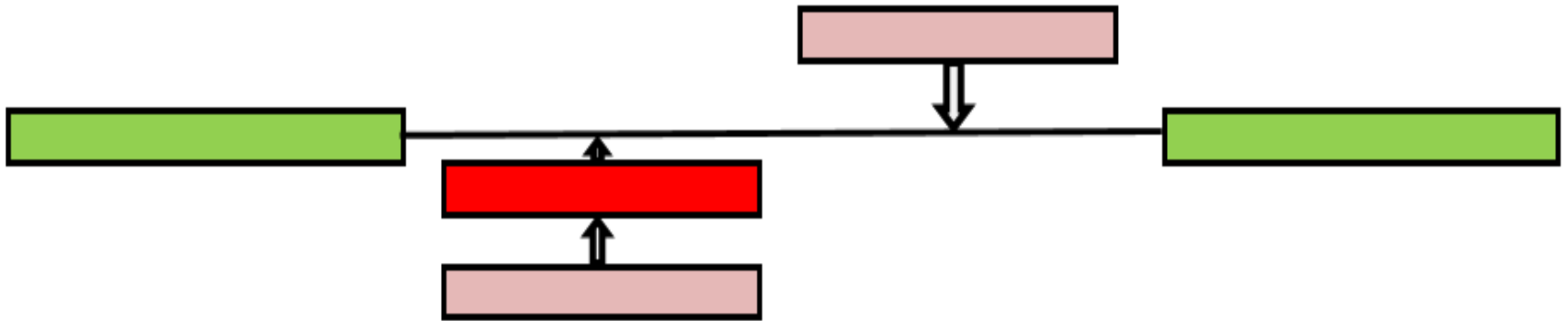
Hieruit blijkt dat de golfsnelheid in de snaren van de ukelele niet gelijk is.
Leg dat uit.

2p 11

Een voorbeeld: CE 2015

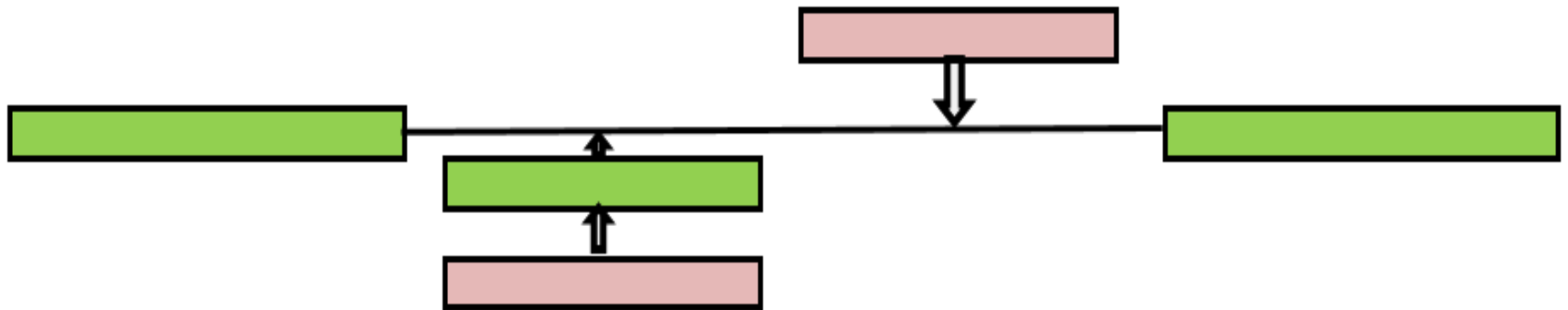


Type 3. Motiveer het verband tussen gegevens en claim



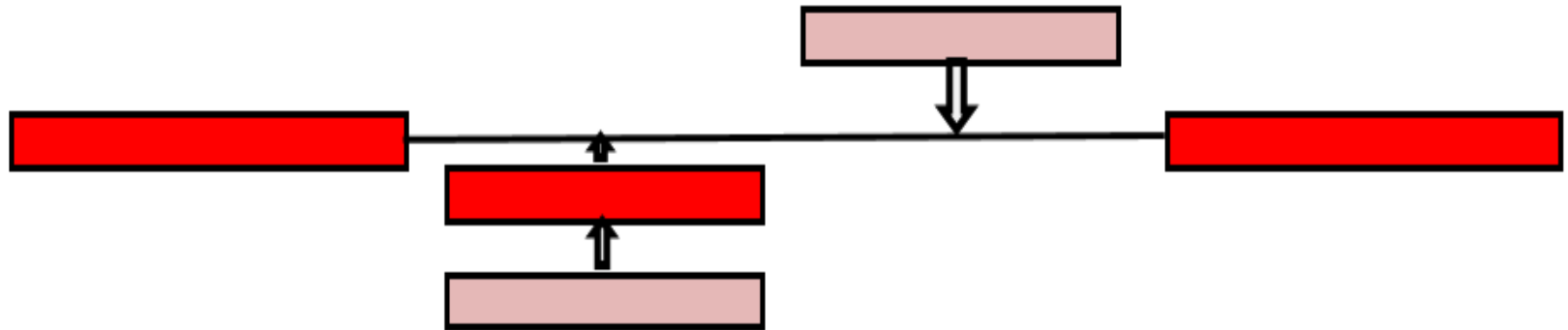
1. Zowel de *gegevens* als de *claim* zijn gegeven. Er wordt (minimaal één) motivering gevraagd om het verband te verhelderen.
2. Hww: leg uit dat..., waarvoor..., hoe... .

Type 4. Geef de onderbouwing en/of reikwijdte van de argumentatie aan



1. Er is een complete argumentatie. Gevraagd wordt naar de kwaliteit en/of geldigheid van de argumentatie d.m.v. een onderbouwing of beperking/voorbehoud.
2. Hww: leg uit dat/waarom... niet / geen .

Type 5. Bouw een argumentatie op met gegevens, motivatie en claim



1. Er is geen enkel onderdeel van een argumentatie gegeven. Gevraagd wordt die complete argumentatie te geven, met minimaal *Gegevens*, *Motivering* en *Claim*.
2. Hww: beredeneer of..., doe een beredeneerde uitspraak ...,

Een voorbeeld: CE 2015

Frituurpan

Twan onderzoekt een frituurpan die aangesloten kan worden op het lichtnet (230 V). Op het typeplaatje van de pan staat dat het elektrisch vermogen 1,8 kW is.

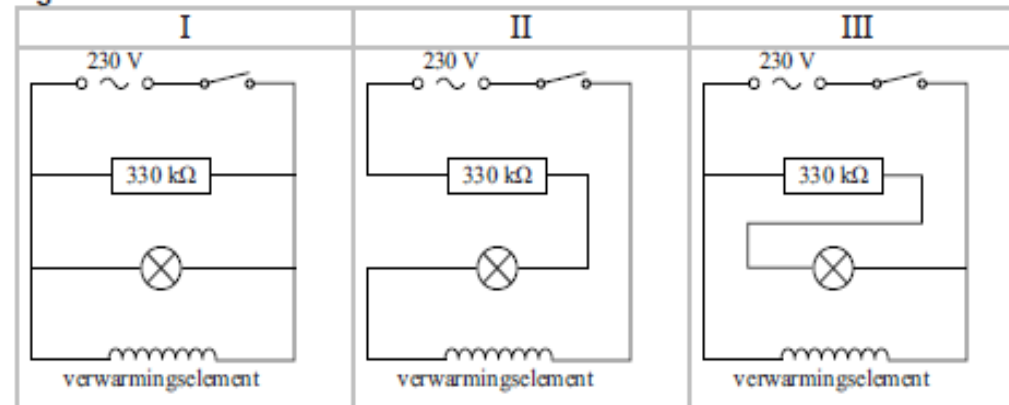
- 2p 13 Bereken de stroomsterkte die het lichtnet aan de pan levert als de pan is ingeschakeld.

Op de frituurpan zit een neonlampje dat brandt als het verwarmingselement met een schakelaar is ingeschakeld. Het neonlampje brandt op een spanning van 90 V. In de schakeling is ook een weerstand van 330 kΩ opgenomen.

Het vermogen van het neonlampje is te verwaarlozen ten opzichte van het vermogen van het verwarmingselement.

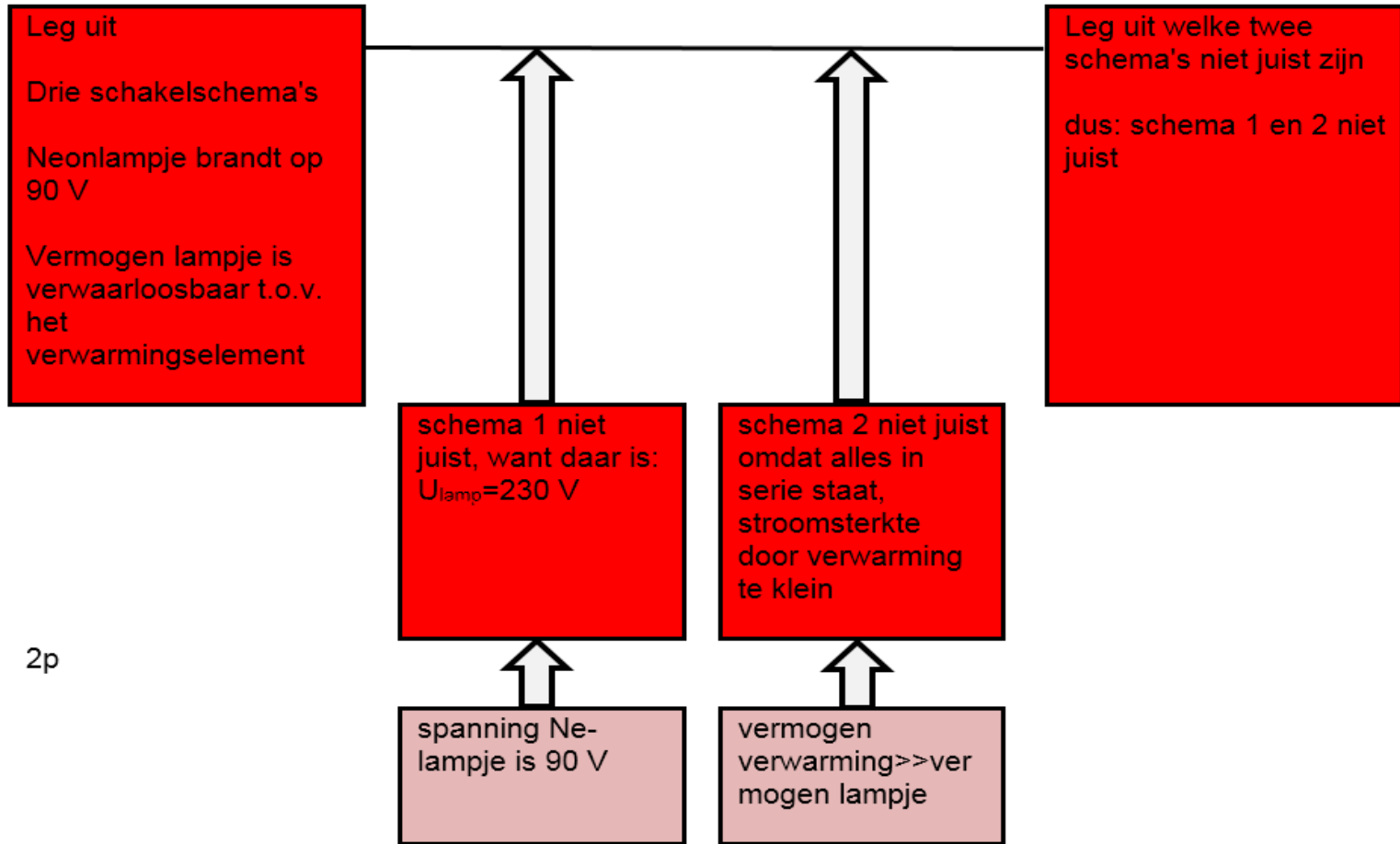
In figuur 1 zijn drie mogelijke schema's van deze schakeling getekend.

figuur 1



- 2p 14 Leg uit welke twee schema's niet juist zijn.

Een voorbeeld: CE 2015

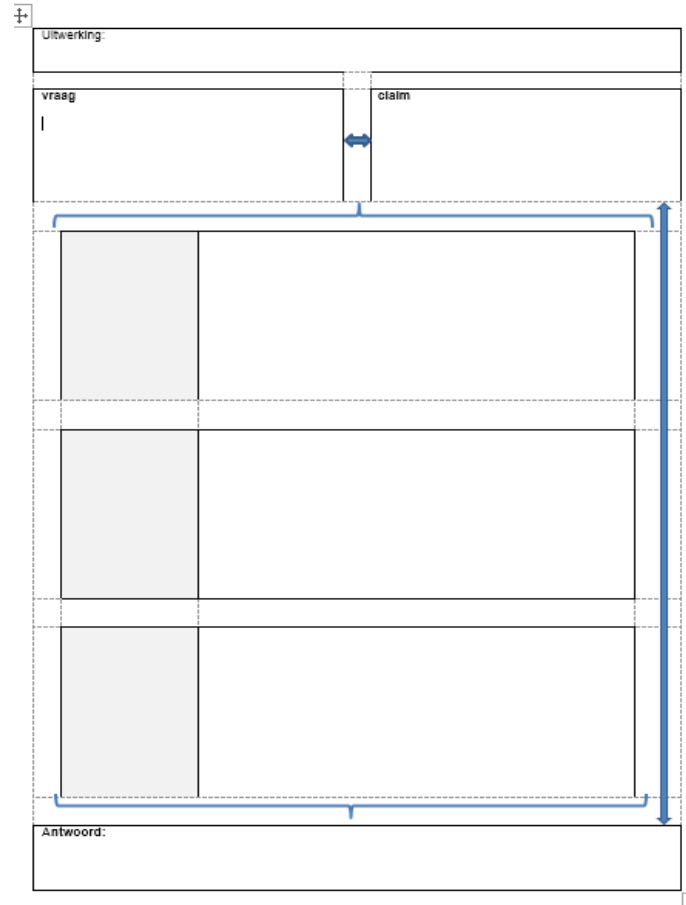


2p

Het Toulminschema: een handig hulpmiddel om:

- te letten op de handelingswerkwoorden, omdat deze kunnen aangeven op welke manier de opgave moet worden opgelost;
- de gegevens uit elkaar te trekken;
- de gegevens overzichtelijk te noteren en de te nemen stapjes duidelijk te maken;
- duidelijk aan te geven wat er gevraagd wordt om later daar naar te kijken: is de vraag beantwoord?
- duidelijk(er) aan te geven welke formules gebruikt moeten worden, ook in relatie met de claim: wat wordt gevraagd?
- duidelijk een conclusie te noteren waarbij gelet wordt op: is de vraag beantwoord, staat er de goede eenheid bij, is de significantie in orde.

Het Toulminschema: het leerlingmodel



Aan de slag met opgave 17

Voor zijn onderzoek gebruikt Twan een meter waarmee stroomsterkte, spanning en vermogen gemeten kunnen worden. Zie figuur 2. Hij meet de stroomsterkte door, de spanning over en het vermogen van de frituurpan als de pan is uitgeschakeld en als de pan is ingeschakeld. De resultaten van zijn metingen staan in tabel 1.

tabel 1

frituurpan	U (V)	I (A)	P (W)
uitgeschakeld	230	0	0
ingeschakeld	224	7,3	1635

Het valt hem op dat de spanning daalt als hij de pan inschakelt. Twan veronderstelt dat deze daling van de spanning wordt veroorzaakt door de weerstand van de kabel naar de schuur.

- 3p 16 Ga met een berekening na of Twans veronderstelling juist is. Gebruik hierbij ook de gegevens uit tabel 1.

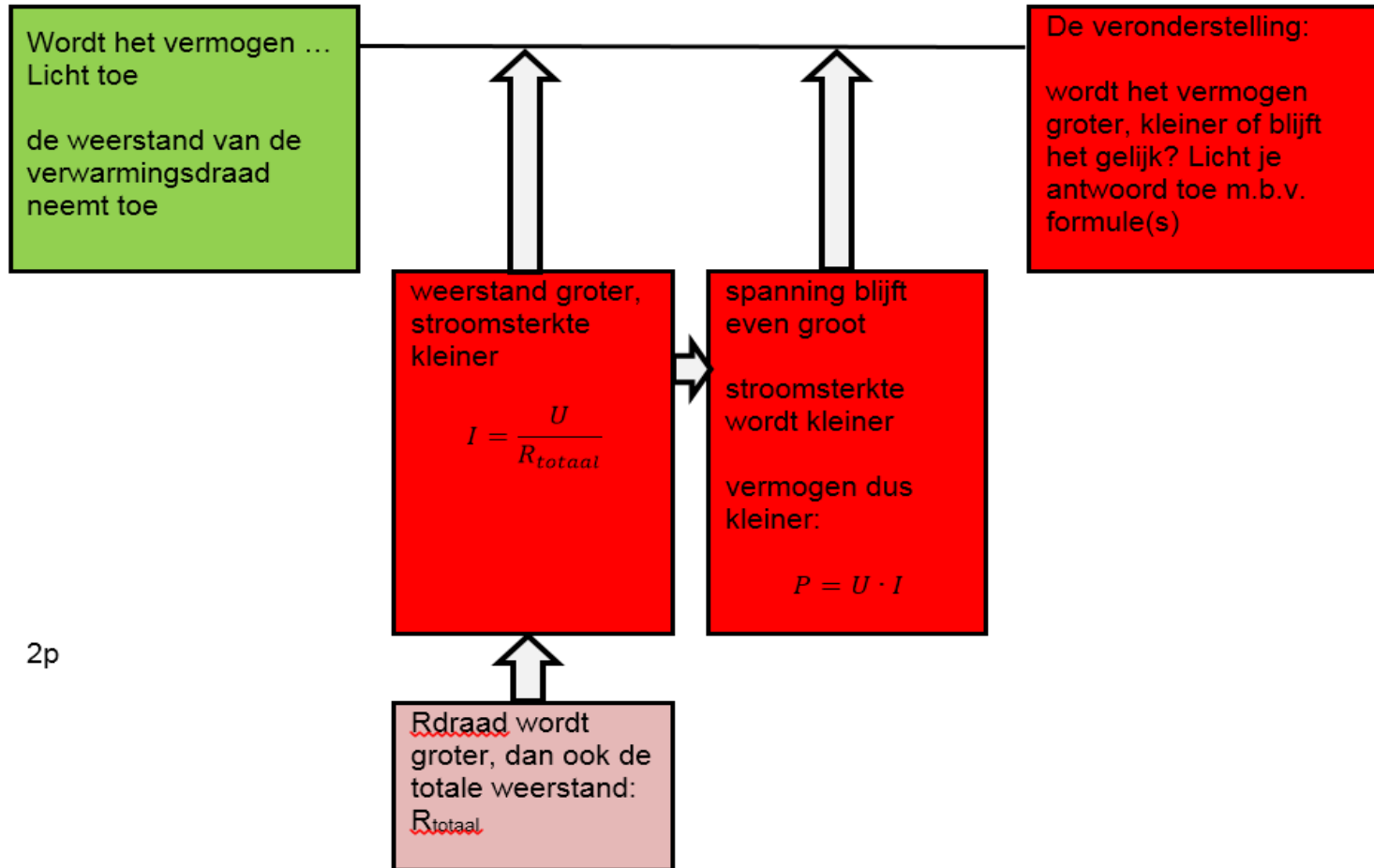
Door veroudering zal de weerstand van de nichroomdraad van het verwarmingselement in de frituurpan toenemen.

- 2p 17 Wordt het vermogen van het verwarmingselement daardoor groter, kleiner of blijft het gelijk? Licht je antwoord toe met behulp van formule(s).

figuur 2



Type 1.



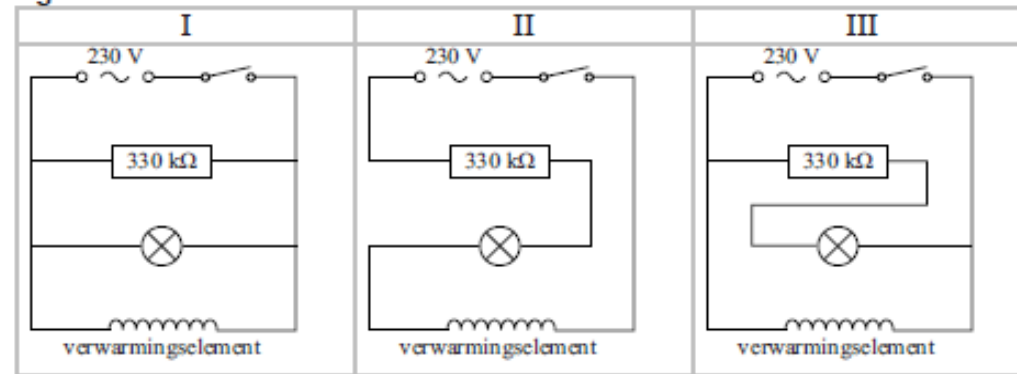
Aan de slag met opgave 15

Op de frituurpan zit een neonlampje dat brandt als het verwarmingselement met een schakelaar is ingeschakeld. Het neonlampje brandt op een spanning van 90 V. In de schakeling is ook een weerstand van 330 k Ω opgenomen.

Het vermogen van het neonlampje is te verwaarlozen ten opzichte van het vermogen van het verwarmingselement.

In figuur 1 zijn drie mogelijke schema's van deze schakeling getekend.

figuur 1

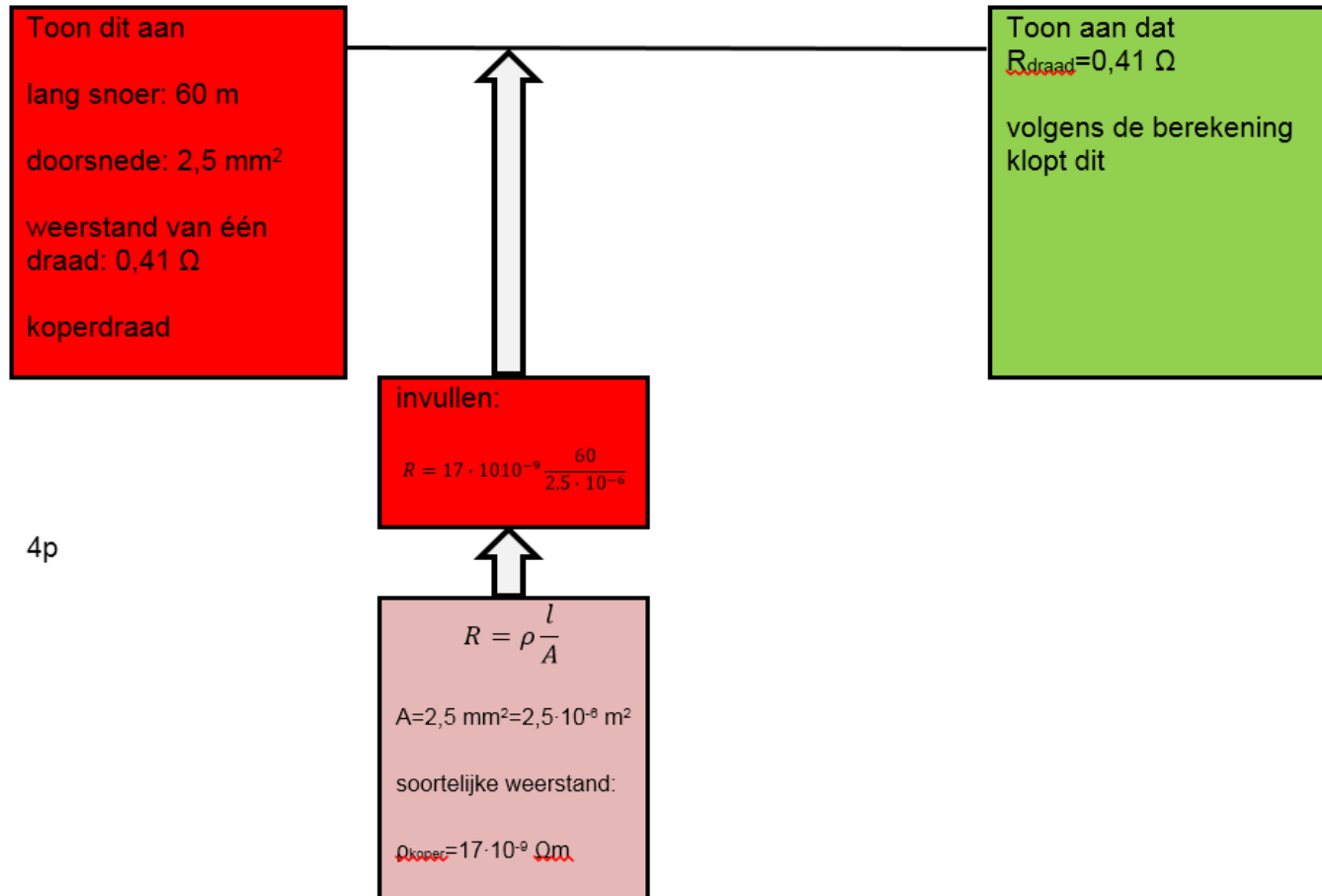


- 2p 14 Leg uit welke twee schema's niet juist zijn.

Twan neemt de pan mee naar de schuur. Daar sluit hij de pan aan op een stopcontact dat is aangelegd met een kabel vanuit het huis. De lengte van deze kabel is 60 m. De doorsnede van één koperdraad in de kabel is 2,5 mm². De weerstand van deze ene koperdraad is 0,41 Ω .

- 4p 15 Toon dit aan met een berekening.

Type 2.



vraag

Toon aan ...
Lengte kabel : 60 m
doorsnede kabel : $2,5 \text{ mm}^2$
kabel van koper

claim

Toon met een berekening aan
dat de weerstand van deze ene
koperdraad $0,41 \Omega$ is

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$
$$l = 60 \text{ m}$$

$$R = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{60}{2,5 \cdot 10^{-6}} = 0,41 \Omega$$

$$A = 2,5 \text{ mm}^2$$
$$1 \text{ mm}^2 \hat{=} 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A = 2,5 \text{ mm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

kabel van koper

$$\rho_{\text{koper}} = 17 \cdot 10^{-9} \Omega \text{ m}$$

(BINAS)

$$\rho_{\text{koper}} = 17 \cdot 10^{-9} \Omega \text{ m}$$

Antwoord:

De weerstand van een koperdraad is inderdaad $0,41 \Omega$.

Het Toulminschema: een handig hulpmiddel?

- koppeling handelingswerkwoorden en Toulmin-typen
- er is altijd minimaal een motivatie nodig
- kleine stapjes naar de claim -> behapbaar?!
- terugkeren naar de vraag -> beantwoord?

- is het bruikbaar?
 - in de huidige vorm?
 - aanpassingen: suggesties?