

2023-2024

oefentoets V4 elektriciteit vwo bovenbouw

Natuurkunde

Opgavenblad

Bij deze toets hoort een uitwerkbijlage.

Deze toets bestaat uit 35 vragen. Voor deze toets zijn maximaal 94 punten te behalen. Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg of berekening vereist is, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

Open vragen

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Haspel (methodetoets)

Er zijn verlengsnoeren te koop die op een haspel gewikkeld zijn. Zie figuur 1.



figuur 1

Op een kabelhaspel staan de volgende gegevens:

- Lengte kabel 40 m
- Spanning 230 V

Maximaal aan te sluiten vermogen:

- opgerold 1000 W
- afgerold 3500 W

- 2p **1** Leg uit waarom op een opgerolde kabel veel minder vermogen mag worden aangesloten dan op een afgerolde kabel.

In de kabel zitten twee koperen aders. Elke ader heeft een cirkelvormige doorsnede met een diameter van 1,0 mm.

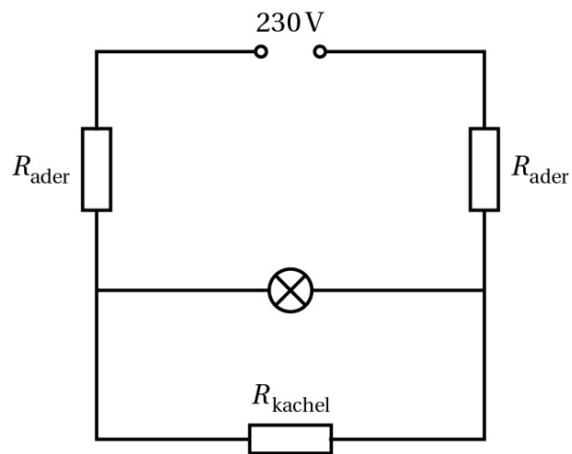
- 3p **2** Bereken de weerstand van een ader.

Een lamp is aangesloten op de haspel. Op een lamp staat 60 W / 230 V. De lamp heeft een rendement van 7,0 %.

- 3p **3** Bereken hoeveel elektrische energie er in 2,0 uur tijd wordt omgezet in stralingsenergie (licht) als de lamp op 230 V brandt.

Nu wordt parallel aan de lamp ook een straalkachel aangesloten op de haspel. Zie figuur 2.

Na aansluiten van de straalkachel blijkt de lamp minder fel te branden.



figuur 2

4p **4** Leg uit waarom.

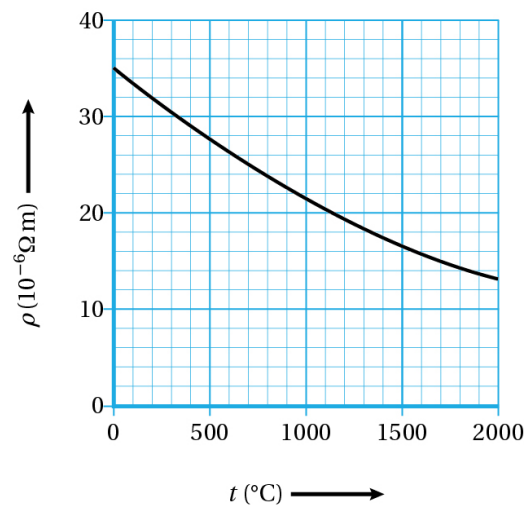
Centennial light (methodetoets)

In een brandweerkazerne in de VS brandt sinds 1901, dus al meer dan een eeuw, een gloeilamp. De lamp draagt daarom 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.

- 3p **5** Bereken de hoeveelheid energie in kWh die deze lamp heeft gebruikt sinds 1901. Je hoeft geen rekening te houden met 'schrikkeljaren'.
- 5p **6** 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 3 is weergegeven hoe de soortelijke weerstand van koolstof afhangt van de temperatuur.

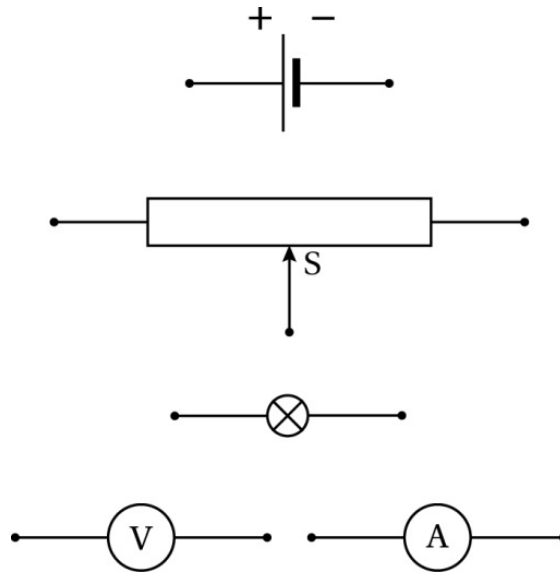


figuur 3

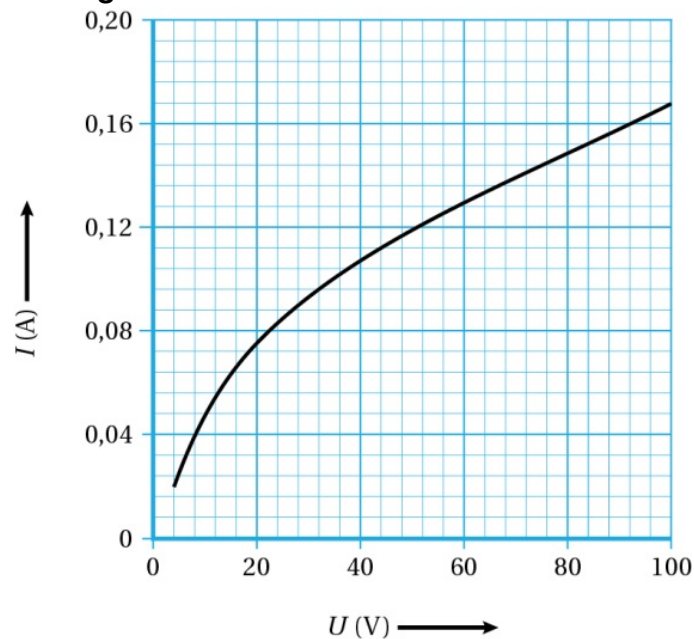
- 2p **7** Leg uit of een gloeidraad van koolstof een ohmse weerstand, een PTC of een NTC is.

Gloeilampen (Methode toets)

Een gloeilamp (lamp 1) wordt in een schakeling met een regelbare weerstand opgenomen. In figuur 4 zie je de onderdelen van de schakeling. De schakeldraden ontbreken. Met deze schakeling wordt het verband tussen de spanning over de lamp en de stroomsterkte door de lamp bepaald. Het resultaat van dergelijke metingen wordt weergegeven in een zogeheten (I, U) -karakteristiek. In figuur 5 zie je de (I, U) -karakteristiek van lamp 1.



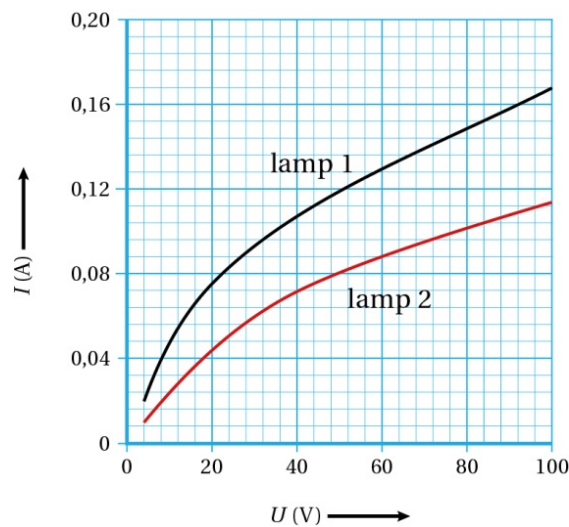
figuur 4



figuur 5

- 4p **8** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de draden zo, dat je met de schakeling metingen kunt doen om het diagram in figuur 5 te maken.

Van een andere gloeilamp (lamp 2) is ook een (I, U) -karakteristiek gemeten. Deze karakteristiek is samen met die van lamp 1 uitgezet in figuur 6.



figuur 6

Lamp 1 en lamp 2 worden in serie aangesloten op een spanningsbron van 80 V.

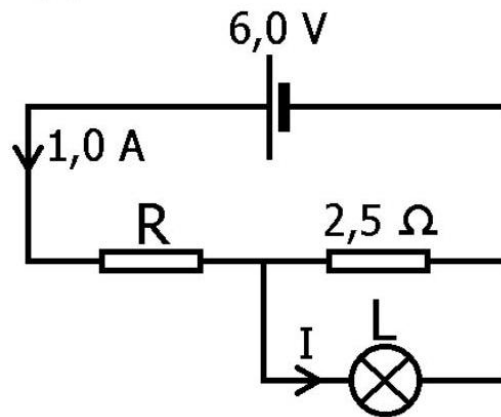
- 2p **9** Bepaal met behulp van figuur 6 de stroomsterkte in de lampen.

In de loop van deze serie metingen werd de spanning steeds groter gemaakt. Zoals je in figuur 5 kunt zien is de grafiek bij spanningen boven 60 V een rechte lijn.

- 2p **10** Beredeneer met behulp van figuur 5 of de weerstand van de gloeidraad van de lamp groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft als de spanning vanaf 60 V toeneemt.

Gecombineerde schakeling (methodetoets)

Gebruik onderstaande schema.



De spanning over lampje L is $2,0 \text{ V}$.

1p **11** Bereken de weerstand R .

1p **12** Bereken de stroomsterkte I door het lampje.

Frituurpan (HAVO examen)

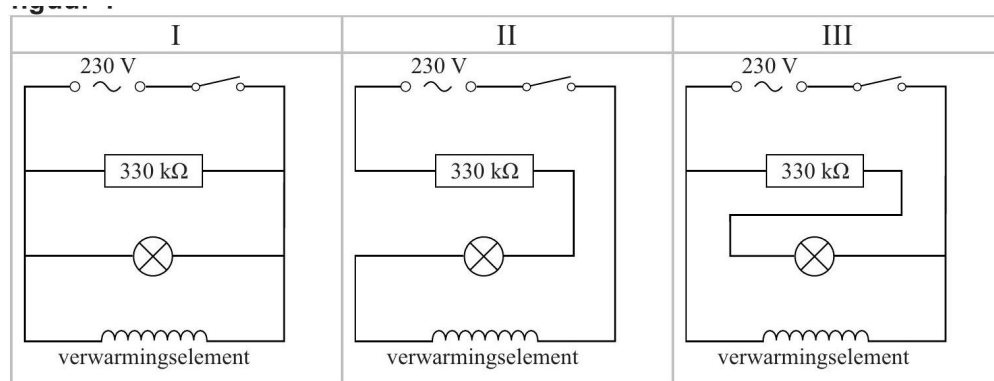
Twan onderzoekt een frituurpan die aangesloten kan worden op het lichtnet (230 V). Op het typeplaatje van de pan staat dat het elektrisch vermogen 1,8 kW is.

- 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 $330\text{ k}\Omega$ opgenomen.

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

In figuur 7 zijn drie mogelijke schema's van deze schakeling getekend.



figuur 7

- 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 $2,5\text{ mm}^2$. De weerstand van deze ene koperdraad is $0,41\text{ }\Omega$.

- 4p **15** Toon dit aan met een berekening.

Voor zijn onderzoek gebruikt Twan een meter waarmee stroomsterkte, spanning en vermogen gemeten kunnen worden. Zie figuur 8



figuur 8

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

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

tabel 1

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).

Accuboormachine (HAVO examen)

Inge gebruikt regelmatig een accuboormachine. Het valt haar op dat deze boormachine niet voor iedere boorklus geschikt is. Zij wil weten hoe dat komt en besluit daarom enkele eigenschappen van de boormachine te onderzoeken.

Op de doos van de boormachine staat een tabel met eigenschappen van de boormachine. Zie figuur 9.

	capaciteit	1,3 Ah
	spanning	10,8 V
	(maximaal) vermogen	180 W
	(maximaal) koppel	16 Nm

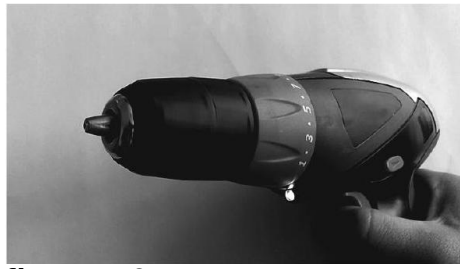
figuur 9

Inge is vergeten wat capaciteit betekent. Ze zoekt op internet en vindt het volgende:

“Met capaciteit wordt bedoeld hoeveel stroomsterkte de accu gedurende een bepaalde tijd kan leveren. 3,0 Ah betekent dat de accu gedurende één uur 3,0 A kan leveren, of 1,5 A gedurende twee uur.”

- 3p **18** Bereken hoeveel minuten Inge met deze boormachine op maximaal vermogen kan boren met één volle accu.

Sommige accuboormachines zijn voorzien van een lampje dat de plek verlicht waar geboord wordt. Zie figuur 10.



figuur 10

De schakeling hiervoor voldoet aan de volgende eisen:

- Als de motor van de boor met een schakelaar wordt ingeschakeld, gaat het lampje ook branden.
- Door het lampje loopt een kleine stroomsterkte, door de motor loopt een grote stroomsterkte.

Op de uitwerkbijlage zijn vijf verschillende schakelingen getekend.

- 3p **19** Geef op de uitwerkbijlage per schakeling aan of deze wel of niet aan de gestelde eisen voldoet.

Lassen (HAVO examen)

Voor deze opgave moet je gebruikmaken van de tabel met stoffeigenschappen van ijzer in tabel 2.

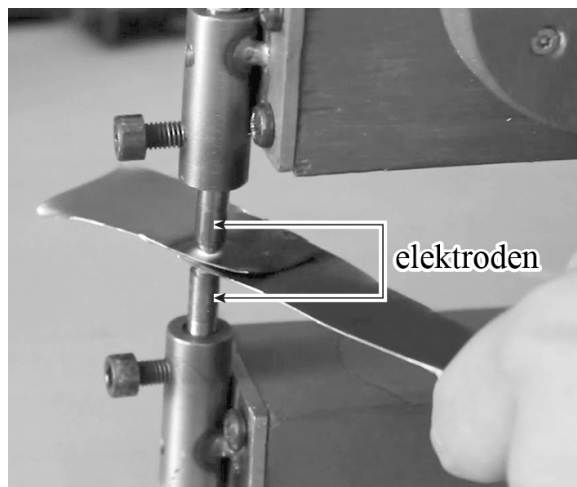
stoffeigenschap	waarde
dichtheid	$7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
elasticiteitsmodulus	$2,20 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$
smeltpunt	$1,811 \cdot 10^3 \text{ K}$
soortelijke warmte	$0,46 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
soortelijke weerstand	$1,05 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$
treksterkte	$3,5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$
warmtegeleidingscoëfficiënt	$80,3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

tabel 2

Lassen is een techniek om metalen delen aan elkaar te bevestigen. Dit kan door die delen met een brander zo te verhitten dat op de plek van de verhitting het materiaal van beide delen smelt en vervolgens na afkoeling tot één geheel samen vast wordt. Zie figuur 11. Deze plek wordt een 'las' genoemd.



figuur 11

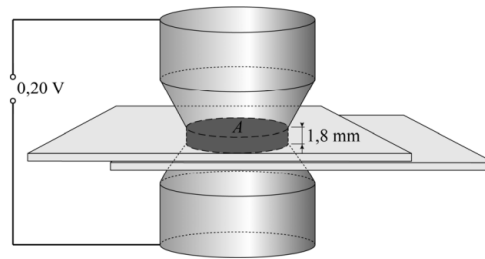


figuur 12

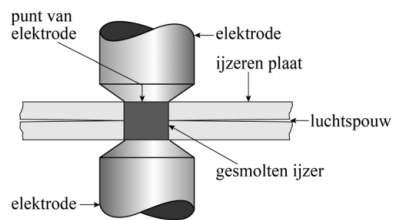
Het smeltpunt kan ook bereikt worden door een elektrische stroom door de metalen delen te laten lopen. Hiervoor wordt een puntlasapparaat gebruikt. Een puntlasapparaat levert een hoge stroomsterkte bij een lage spanning over twee elektroden. Twee plaatjes ijzer worden met een puntlasapparaat aan elkaar gelast. Zie figuur 12. De plaatjes worden op elkaar gelegd en krachtig op elkaar gedrukt door de twee elektroden.

Als de elektroden tegen de plaatjes worden gedrukt gaat er een stroom door het ijzer tussen de elektroden lopen. Het ijzer tussen de elektroden is bij benadering cilindervormig. Zie figuur 13a. De ijzeren plaatjes tussen de elektroden zijn samen 1,8 mm dik en raken elkaar alleen tussen de elektroden. De oppervlakte A waarmee de ijzeren plaatjes elkaar raken, is $6,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$; deze is even groot als de oppervlakte van de punt van een elektrode. Zie figuur 13a en figuur 13b.

figuur a



figuur b



figuur 13

Over de plaatjes staat een spanning van 0,20 V. De stroomsterkte door het ijzer is op dat moment gelijk aan 68 kA.

3p **20** Toon dat aan met een berekening.

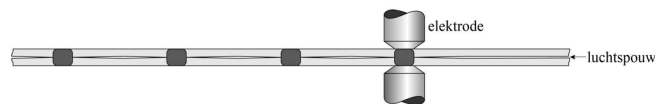
De massa van het cilindervormige deel ijzer tussen de elektroden is $9,1 \cdot 10^{-4}$ kg. Het ijzer heeft een begintemperatuur van 20°C . Van de warmte die ontstaat tussen de elektroden wordt 15 % gebruikt om het ijzer tussen de elektroden tot het smeltpunt te verhitten. De weerstand van het ijzer tussen de elektroden wordt als constant beschouwd.

5p **21** Bereken na hoeveel tijd het ijzer begint te smelten.

Vaak worden meerdere lassen naast elkaar gemaakt. Zie figuur 14 en schematisch in figuur 15. De elektrische spanning over de elektroden is voor iedere las even groot.



figuur 14

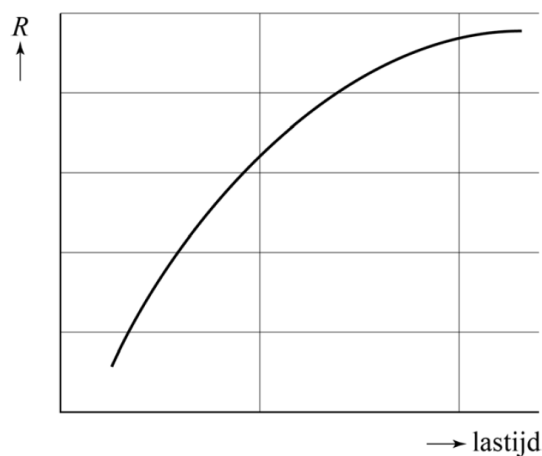


figuur 15

De platen raken elkaar alleen op de lassen. Zie figuur 15.

- 2p **22** Leg uit of de stroomsterkte door de elektroden tijdens het maken van meerdere lassen naast elkaar groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

In werkelijkheid blijft de weerstand van het ijzer tussen de elektroden niet constant gedurende het vormen van een las (de 'lastijd'). Zie figuur 16.



figuur 16

- 2p **23** Leg met behulp van figuur 16 uit of ijzer een PTC-materiaal of een NTC-materiaal is.

De koperen elektroden worden heet tijdens het lassen. Ze moeten daarom gekoeld worden door er met slangen water doorheen te pompen. Zie figuur 17.



figuur 17

Op de uitwerkbijlage staan drie stellingen over het heet worden van de elektroden.

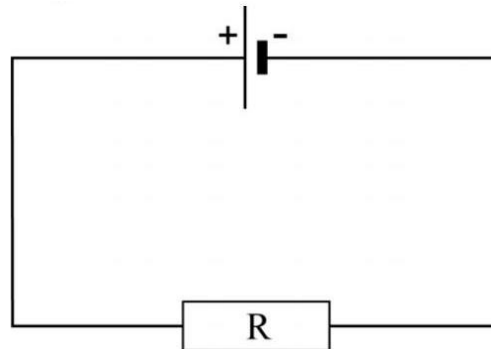
- 2p **24** Geef op de uitwerkbijlage per stelling met een kruisje aan of deze waar of niet waar is.

AA-Batterijen (vwo examen)

Lees onderstaand artikel.

Batterijen zijn er in allerlei soorten en maten. Veel gebruikt is de AA-batterij (ook bekend onder de naam penlite) met opschrift 'spanning 1,5 volt'. AA-batterijen zijn te koop in verschillende prijsklassen en met verschillende levensduur.

John en Philippe vragen zich af of er een verband bestaat tussen de hoeveelheid elektrische energie in de batterij en de prijs. Ze zetten een onderzoek op waarin ze een batterij in een paar uur 'leeg laten lopen'. Hiervoor bouwen ze een schakeling volgens het schema van figuur 18. Ze willen daarbij zowel de stroom door als de spanning over de weerstand meten. De middelen die John en Philippe gebruiken staan weergegeven op de uitwerkbijlage.



figuur 18

2p **25** Teken op de uitwerkbijlage de benodigde verbindingen.

Om het leeglopen van de batterij niet erg lang te laten duren, is het belangrijk dat de weerstand een niet al te grote waarde heeft.

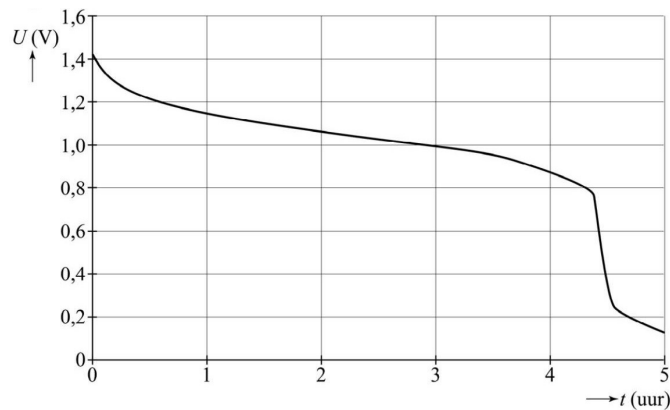
2p **26** Leg uit waarom.

Het voortdurend aflezen van de spanningsmeter en de stroommeter blijkt tijdrovend te zijn. Daarom willen John en Philippe het leeglopen registreren met behulp van de computer. De batterijspanning is via een interface direct te meten. Met de stroomsterkte lukt dat niet. Via de interface kan de computer uitsluitend spanningen meten. Maar de computer kan de stroomsterkte wel berekenen. De weerstand R in de schakeling van figuur 18 heeft een waarde van $2,4 \Omega$. De verbindingssnoeren van de batterij naar de weerstand hebben elk een lengte van 40 cm. De aders in de snoeren zijn van koper met een diameter van 1,00 mm. John en Philippe verwaarlozen de weerstand van deze verbindingssnoeren.

Dit is acceptabel als de weerstand van de verbindingssnoeren minder dan 1% van de weerstand R is.

- 4p **27** Toon met behulp van een berekening aan dat de weerstand van de verbindingssnoeren verwaarloosd mag worden.

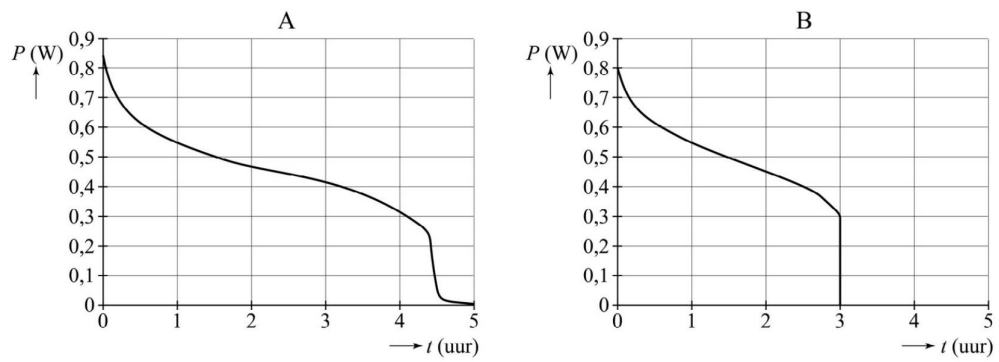
De gemeten spanning als functie van de tijd is weergegeven in figuur 19.



figuur 19

- 2p **28** Bepaal met behulp van figuur 19 het vermogen dat de batterij levert op het tijdstip $t = 2,0$ uur.

John en Philippe maken een (P, t) -diagram van twee andere merken batterijen (A en B). Het resultaat staat weergegeven in figuur 20.



figuur 20

Merk A heeft een winkelprijs van € 0,62 en merk B van € 0,31. Met behulp van figuur 20 is te bepalen welke batterij, A of B, de meeste energie per euro bevat.

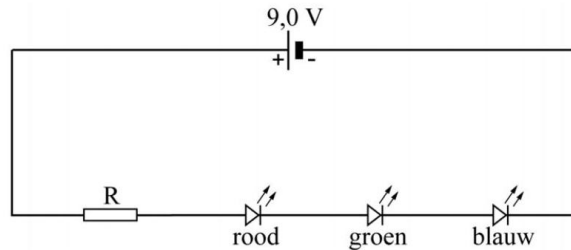
- 2p **29** Leg uit welke stappen je daartoe moet zetten (de bepaling hoeft niet uitgevoerd te worden).

Schakeling van LED's (VWO examen)

Twee leerlingen willen de stroom-spanning-karakteristiek van een (rode) LED opmeten. Daartoe maken ze een schakeling waarin opgenomen zijn: de LED, een weerstand die in serie staat met de LED, een spanningsbron, een spanningsmeter en een stroommeter. Deze zijn weergegeven op de uitwerkbijlage.

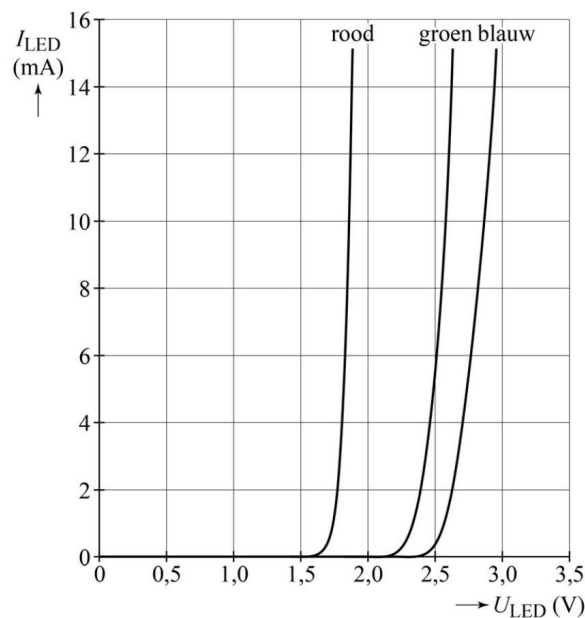
3p **30** Teken op de uitwerkbijlage de benodigde verbindingen.

Om 'wit' licht te maken zijn drie LED's, een rode, een groene en een blauwe, vlak bij elkaar geplaatst. De menging van deze drie kleuren geeft de indruk van wit licht. De LED's worden in serie geschakeld met een weerstand R en aangesloten op een spanningsbron van 9,0 V, zoals in figuur 21 is weergegeven.



figuur 21

In figuur 22 staan de stroom-spanning-karakteristieken van de drie LED's.



figuur 22

De gewenste stroomsterkte door de LED's bedraagt 10 mA.

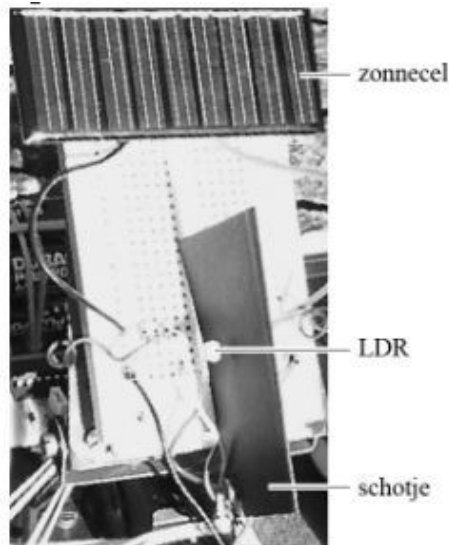
- 4p **31** Bepaal de grootte die de weerstand R moet hebben zodat hieraan voldaan is. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Het kan voorkomen dat in het licht van deze LED's samen te veel blauw zit. In dat geval willen de leerlingen de schakeling aanpassen zodat de stroomsterkte door de blauwe LED minder wordt, terwijl de stroomsterkte door de andere LED's niet verandert.

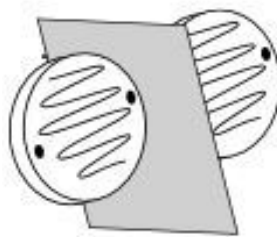
Ze doen dit door in de schakeling van figuur 21 twee (regelbare) weerstanden aan te brengen. figuur 21 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 2p **32** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de twee (regelbare) weerstanden op de juiste plaatsen.

Tammo en Jelle hebben voor hun profielwerkstuk een 'zonvolgsysteem' gemaakt. Dit is een opstelling met een zonnepaneel dat meedraait met de zon, zodat het zonnepaneel steeds loodrecht op de invallende zonnestralen staat. Het zonvolgsysteem bevat onder andere twee exact dezelfde LDR's (light dependent resistor) met daartussen een schotje. Zie figuur 23 en figuur 24

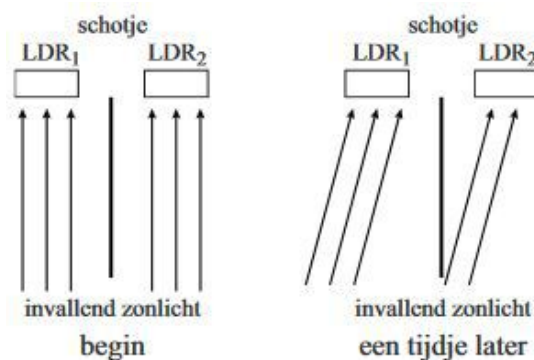


figuur 23



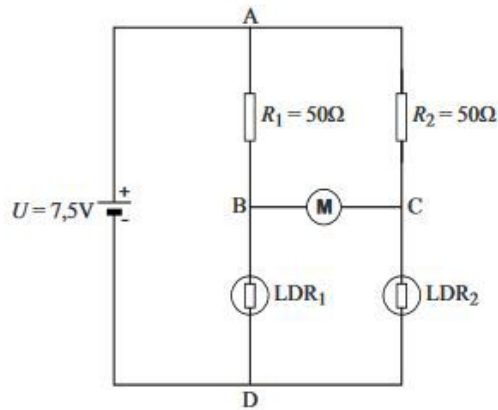
figuur 24

Als de zon niet recht boven de twee LDR's staat, valt er een schaduw van het schotje op één van de twee LDR's. Zie figuur 25



figuur 25

Tammo en Jelle plaatsen de twee LDR's in een schakeling met een elektromotor die de opstelling met het zonnepaneel kan laten draaien. Het schakelschema van het zonvolgsysteem staat in figuur 26

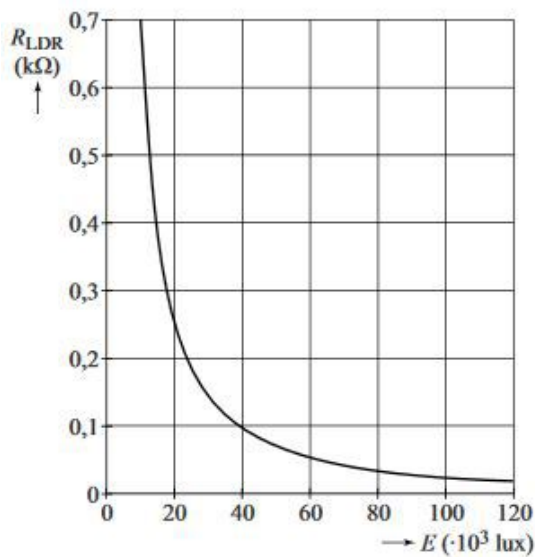


figuur 26

Om de schakeling te testen laten ze op beide LDR's evenveel licht vallen, zodat de weerstand van beide LDR's gelijk is.

2p **33** Leg uit dat er in dit geval geen elektrische stroom door de motor loopt.

In deze situatie levert de voeding een elektrische stroom van 100 mA. De grootte van de weerstand van één zo'n LDR als functie van de verlichtingssterkte E in lux staat in figuur 27 weergegeven.



figuur 27

3p **34** Bepaal de verlichtingssterkte op een LDR in deze situatie.

Tammo en Jelle zetten het zonvolgsysteem met het zonnepaneel en de twee LDR's loodrecht op het zonlicht. Door het draaien van de aarde valt er na verloop van tijd een schaduw van het schotje op LDR₂, zoals weergegeven in figuur 25. De richting van de stroom tussen B en C bepaalt welke kant de elektromotor op draait.

- 3p **35** Leg uit of de stroom in de schakeling van B naar C door de motor loopt of andersom.