

Correctievoorschrift oefentoets V4 elektriciteit

natuurkunde vwo

Haspel (methodetoets)

1 maximumscore: 2

Een opgerolde kabel kan veel minder warmte aan de omgeving afstaan dan een afgerolde kabel. Daardoor kan de temperatuur zo hoog oplopen dat een gevaarlijke situatie kan ontstaan.

- inzicht dat een opgerolde kabel minder warmte af kan staan
- inzicht dat de temperatuur dan stijgt (tot een gevaarlijke waarde)

2 maximumscore: 3

Voor de weerstand van een ader geldt $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$ met $l = 40$ m.

$$\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m (zie BINAS tabel 8)}$$

Voor de dwarsdoorsnede geldt

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \text{ met } d = 1,0 \text{ mm} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (1,0 \cdot 10^{-3})^2 = 7,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$17 \cdot 10^{-9} = \frac{R_{\text{ader}} \cdot 7,85 \cdot 10^{-7}}{40}$$

$$R_{\text{ader}} = 0,87 \Omega$$

- gebruik van $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$
- bereken van de oppervlakte van de dwarsdoorsnede
- completeren van de berekening

3 maximumscore: 3

Voor de elektrische energie geldt: $E_{\text{lamp}} = P_{\text{lamp}} \cdot t$ met $P = 60 \text{ W}$.

$$t = 2,0 \text{ uur} = 2,0 \times 3600 = 7200 \text{ s}$$

$$E_{\text{lamp}} = 60 \times 7200$$

$$E_{\text{lamp}} = 4,32 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Voor het rendement geldt $\eta = \frac{E_{\text{licht}}}{E_{\text{lamp}}} \cdot 100\%$ met $\eta = 7,0\%$

$$7,0\% = \frac{E_{\text{licht}}}{4,32 \cdot 10^5} \cdot 100\%$$

$$E_{\text{licht}} = 3,02 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Afgerond: $3,0 \cdot 10^4 \text{ J}$.

- gebruik van $E_{\text{lamp}} = P_{\text{lamp}} \cdot t$
- gebruik van de formule voor het rendement
- berekenen van E_{licht}

4 maximumscore: 4

De straalkachel wordt parallel aangesloten. Dus wordt de totale weerstand kleiner. Daardoor wordt de stroomsterkte door de aders van de kachel groter. Hierdoor neemt de spanning over de aders van de kachel toe. De spanning over de lamp neemt dan af omdat de kabel in serie staat met de lamp en de kachel.

- inzicht dat de totale weerstand kleiner wordt
- inzicht dat daardoor de stroomsterkte groter wordt
- inzicht dat de spanning over de aders dan groter wordt
- inzicht dat de spanning over de lamp dus kleiner wordt

Centennial light (methodetoets)

5 maximumscore: 3

Voor de hoeveelheid energie geldt $E = P \cdot t$ met $P = 4,0 \text{ W}$.

Vanaf 1901 tot 2023 is er 122 jaar verstreken en heeft de lamp dus $122 \times 365 \times 24 = 1,068 \cdot 10^6 \text{ h}$ gebrand.

$$E = 4,0 \times 1,068 \cdot 10^6 = 4,27 \cdot 10^6 \text{ Wh} = 4,27 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

Afgerond: $4,3 \cdot 10^3 \text{ kWh}$.

- gebruik van $E = P \cdot t$
- berekening van het aantal uur dat de lamp heeft gebrand
- completeren van de berekening

6 maximumscore: 5

Er geldt: $P = U \cdot I$ met $P = 4,0 \text{ W}$ en $U = 110 \text{ V}$.

Invullen levert $4,0 = 110 \cdot I$.

Hieruit volgt $I = 0,03636 \text{ A}$

Per seconde stroomt er dus $0,03636 \text{ C}$ lading door de gloeidraad.

In 122 jaar is dat $1,068 \cdot 10^6 \times 3600 \times 0,03636 = 1,398 \cdot 10^8 \text{ C}$

De lading van 1 elektron is $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Dus totaal $\frac{1,398 \cdot 10^8}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 8,727 \cdot 10^{26}$ elektronen.

Afgerond: $8,7 \cdot 10^{26}$.

- gebruik van $P = U \cdot I$ met $P = 4,0 \text{ W}$ en $U = 110 \text{ V}$
- inzicht dat de stroomsterkte gelijk is aan het aantal C dat per s door de gloeidraad stroomt
- opzoeken van de lading van het elektron
- inzicht dat het aantal elektronen gelijk is aan de totale hoeveelheid lading gedeeld door de lading van een elektron
- completeren van de berekening

7 maximumscore: 2

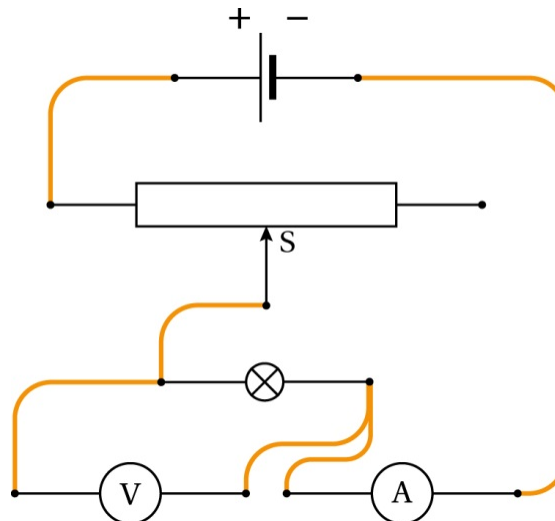
De soortelijke weerstand neemt af als de temperatuur stijgt. De weerstand van de draad zal dat dus ook doen. De koolstofdraad is dus een NTC.

- inzicht dat de weerstand van de koolstofdraad zich hetzelfde gedraagt als de soortelijke weerstand
- consequente conclusie

Gloeilampen (Methode toets)

8 maximumscore: 4

Zie figuur C.1.



figuur C.1

- verbinden van een pool van de spanningsbron met de regelbare weerstand
- verbinden van de andere pool via het lampje (en via de stroommeter) met punt S
- de spanningsmeter parallel geschakeld met het lampje
- de stroommeter in serie geschakeld met het lampje

9 maximumscore: 2

De lampen staan in serie. Dus de som van de deelspanningen moet samen 80 V zijn. Dit is het geval bij een stroomsterkte van $I = 0,084 \text{ A}$.

- inzicht dat de deelspanningen samen 80 V moeten zijn
- aflezen van de stroomsterkte

10 maximumscore: 2

Voor de weerstand geldt de wet van Ohm: $U = I \cdot R$.

Als je de spanning van 60 naar 90 V laat gaan (factor 1,5), gaat de stroomsterkte van 0,13 naar 0,16 A (factor 1,2). Spanning neemt sneller toe dan de stroomsterkte. Dus neemt de weerstand toe.

- inzicht dat de spanning sneller toeneemt dan de stroomsterkte
- consequente conclusie

Gecombineerde schakeling (methodetoets)

11 maximumscore: 1

$$R = 4,0 \, \Omega$$

- Inzicht dat de spanning deelt (serie)
- Gebruik van $R = \frac{U}{I}$
- Completeren van het antwoord

12 maximumscore: 1

$$I = 0,2 \, A$$

- Gebruik van $R = \frac{U}{I}$
- Inzicht dat de stroom opdeelt (parallel)
- Completeren van de berekening

Frituurpan (HAVO examen)

13 maximumscore: 2

uitkomst: $I = 7,8 \, A$

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen geldt: $P = UI$.

Invullen levert: $1,8 \cdot 10^3 = 230 \cdot I$ zodat $I = \frac{1,8 \cdot 10^3}{230} = 7,8 \, A$.

- gebruik van $P = UI$
- completeren van de berekening

14 maximumscore: 2

voorbeelden van een antwoord:

Schema I is onjuist omdat het lampje is aangesloten op 230 V in plaats van op 90 V.

Schema II is onjuist omdat het verwarmingselement niet op 230 V is aangesloten maar op een lagere spanning. / Schema II is onjuist omdat de stroomsterkte door het verwarmingselement (te) laag is.

- inzicht dat bij schema I het lampje niet op 90 V brandt
- inzicht dat bij schema II het verwarmingselement niet op 230 V is aangesloten of omdat de stroomsterkte door het verwarmingselement (te) laag is

Opmerking

Als bij de antwoorden een uitleg ontbreekt: geen scorepunten toekennen.

15 maximumscore: 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\rho = \frac{RA}{\ell}$. Hierin is:

$$\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega m; A = 2,5 \cdot 10^{-6} m^2; \ell = 60 m.$$

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

- gebruik $\rho = \frac{RA}{\ell}$
- opzoeken van de soortelijke weerstand van koper
- omrekenen mm^2 naar m^2
- completeren van de berekening

16 maximumscore: 3

Voorbeeld van een antwoord:

Voor de spanningsdaling geldt:

$$U = IR = 7,3 \cdot (2 \cdot 0,41) = 5,99 = 6,0 V.$$

Deze daling van de spanning is gelijk aan $(230 V - 224 V) = 6,0 V$.

De veronderstelling van Twan is dus juist.

- inzicht dat de weerstand van de kabel $2 \cdot 0,41 \Omega$ is
- gebruik $U = IR$
- consequente conclusie

17 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen van de pan geldt: $P = UI$. Verder geldt $U = IR$.

Als door veroudering de weerstand R van het verwarmingselement toeneemt, wordt de stroomsterkte I door de pan kleiner. Het vermogen van het verwarmingselement wordt dan kleiner. (De spanning U blijft constant).

- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$
- juiste conclusie

Accuboormachine (HAVO examen)

18 maximumscore: 3

uitkomst: 4,7 (minuten)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $P = UI$. Invullen geeft $180 = 10,8 \cdot I$ zodat $I = 16,7 A$.

De capaciteit van de boormachine is $1,3 Ah$. De boormachine kan dan

$$\frac{1,3}{16,7} = 0,078 h = 4,7 \text{ minuten werken.}$$

- gebruik van: $P = UI$
- gebruik van $It = 1,3$
- completeren van de berekening

19 maximumscore: 3

schakeling I	wel
schakeling II	niet
schakeling III	niet
schakeling IV	niet
schakeling V	niet

indien vijf juiste antwoorden 3

indien vier juiste antwoorden 2

indien drie juiste antwoorden 1

indien twee, één of geen juiste antwoorden 0

Lassen (HAVO examen)

20 maximumscore: 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de elektrische weerstand geldt:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{1,05 \cdot 10^{-7} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}}{6,4 \cdot 10^{-5}} = 2,95 \cdot 10^{-6} \Omega.$$

Hieruit volgt:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,20}{2,95 \cdot 10^{-6}} = 6,8 \cdot 10^4 \text{ A} (= 68 \text{ kA}).$$

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ met $\rho = 1,05 \cdot 10^{-7} \Omega m$
- gebruik van $U = IR$
- completeren van de berekening

21 maximumscore: 5

uitkomst: $t = 0,31$ s

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmte die het ijzer heeft opgenomen geldt:

$$Q = cm\Delta T = 0,46 \cdot 10^3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-4} \cdot (1811 - 293) = 6,35 \cdot 10^2 \text{ J.}$$

Voor de warmte die de elektroden leveren geldt:

$$Q = E = \eta Pt = \eta UI t$$

$$6,35 \cdot 10^2 = 0,15 \cdot 0,20 \cdot 68 \cdot 10^3 \cdot t \rightarrow t = \frac{6,35 \cdot 10^2}{2,04 \cdot 10^3} = 0,31 \text{ s.}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met $c = 0,46 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- inzicht dat geldt $\Delta T = 1811 \text{ K} - 293 \text{ K}$
- gebruik van $E = Pt$ en $P = UI$
- juist gebruik van de factor 0,15
- completeren van de berekening

Opmerking

Als er verkeerd is omgerekend van $^{\circ}\text{C}$ naar K vervalt de tweede deelscore en is de laatste deelscore nog wel te behalen.

22 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

Met iedere extra las wordt de geleidbaarheid G tussen de plaatjes groter. Er geldt $I = GU$. De stroom I neemt toe (bij een gelijke spanning U).

- inzicht dat G toeneemt (of R afneemt) bij meerdere lassen
- consequente conclusie over de stroomsterkte door de elektroden

23 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

Tijdens het toenemen van de lastijd neemt de temperatuur in de las toe. Volgens de figuur neemt de weerstand van het materiaal dan ook toe. Dit is een eigenschap van PTC-materiaal.

- inzicht dat de temperatuur én de weerstand toenemen gedurende de lastijd
- consequente conclusie

24 maximumscore: 2

Het heet worden van de elektroden wordt veroorzaakt door:	waar	niet waar
het hoge smeltpunt van het koper van de elektroden		<i>X</i>
de elektrische weerstand van de koperen elektroden	<i>X</i>	
de grote kracht die de elektroden uitoefenen op de ijzeren platen		<i>X</i>

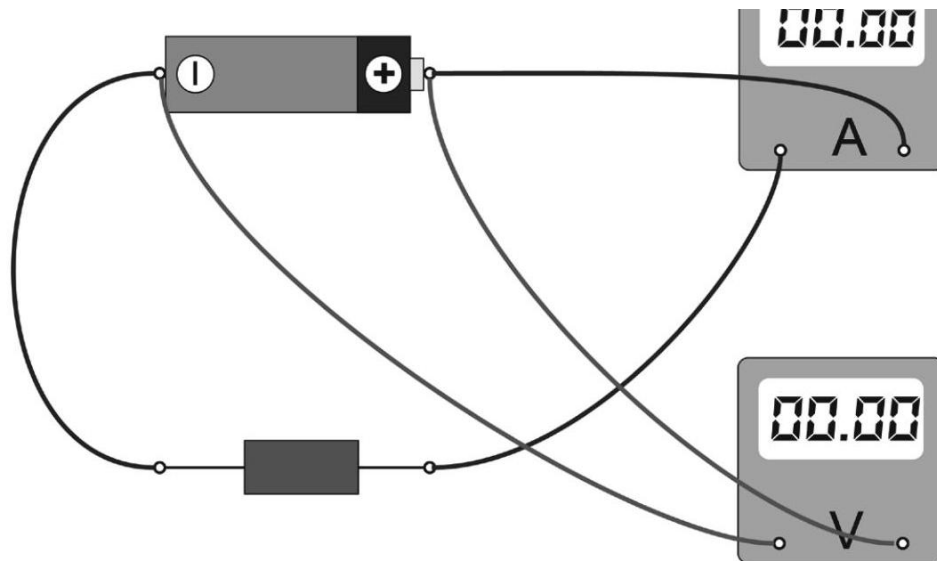
indien drie antwoorden goed: 2 punten

indien twee antwoorden goed: 1 punt

indien één of geen antwoord goed: 0 punten

AA-Batterijen (vwo examen)

25 maximumscore: 2



- stroommeter in serie met de weerstand in een gesloten stroomkring
- spanningsmeter parallel aan de batterij (of weerstand)

Opmerking

Als, bijvoorbeeld door het tekenen van extra verbindingen, een niet-werkende schakeling is ontstaan: maximaal 1 punt toekennen

26 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

Een kleine weerstand levert een grote stroomsterkte op. Dit veroorzaakt een groot vermogen, zodat de weerstand veel energie opneemt per tijdseenheid. De batterij raakt dan redelijk snel zijn energie kwijt.

- inzicht dat een kleine weerstand een grote stroomsterkte veroorzaakt
- inzicht dat de batterij dan meer vermogen levert / sneller zijn energie afgeeft

Opmerking

Als het antwoord alleen gebaseerd is op stroom, maximaal 1 scorepunt toekennen.

27 maximumscore: 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $R = \rho \frac{l}{A}$ met

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}\pi (1,0 \cdot 10^{-3})^2 = 7,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2.$$

$$\text{Dit levert: } R = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{2 \cdot 0,40}{7,85 \cdot 10^{-7}} = 0,017 \Omega$$

Dit is $\frac{0,017}{2,4} = 7,2 \cdot 10^{-3} = 0,72\%$ van de grootte van weerstand R .

(De weerstand van de verbindingssnoeren mag verwaarloosd worden.)

- gebruik van $R = \rho \frac{l}{A}$ en opzoeken ρ_{koper}
- inzicht dat $A = \frac{1}{4}\pi d^2$
- inzicht dat de snoeren in serie staan
- completeren van de berekening

Opmerking

Bij deze vraag significantie niet aanrekenen

28 maximumscore: 2

uitkomst: $P = 0,47 \text{ W}$ (met een marge van $0,02 \text{ W}$)

voorbeeld van een bepaling:

Op $t = 2,0$ uur is af te lezen: $U = 1,07 \text{ V}$

Voor de stroomsterkte volgt: $I = \frac{U}{R} = \frac{1,07}{2,4} = 0,44 \text{ A}$

Hieruit volgt voor het vermogen: $P = UI = 1,07 \cdot 0,44 = 0,47 \text{ W}$

- gebruik van $P = UI$ en $I = \frac{U}{R}$ of $P = \frac{U^2}{R}$
- completeren van de bepaling

29 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

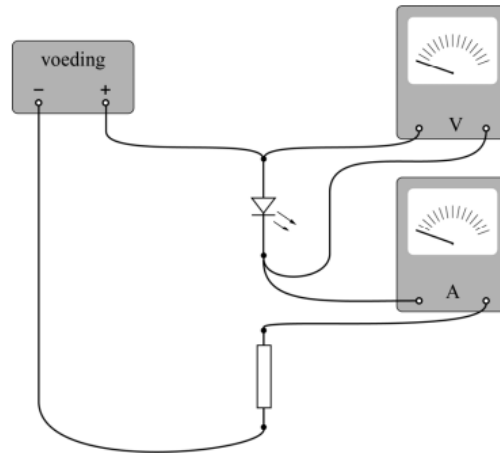
De oppervlakte onder de (P, t) -grafiek geeft de totale energie die de batterij heeft geleverd. Dus de verhouding van de oppervlakten is gelijk aan de verhouding van de energieopbrengsten. Door deze te vergelijken met de verhouding van de prijzen, is op te maken welke batterij meer energie per euro levert.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek gelijk is aan de totale energie
- inzicht dat de oppervlakteverhouding vergeleken moet worden met de prijsverhouding

Schakeling van LED's (VWO examen)

30 maximumscore: 3

voorbeeld van een antwoord:



- gesloten stroomkring met de stroommeter in serie met de LED en de weerstand
- spanningsmeter parallel aan de LED
- de LED in de geleidingsrichting aangesloten op de spanningsbron

Opmerking

Als, bijvoorbeeld door het tekenen van extra verbindingen, een nietwerkende schakeling is ontstaan: maximaal 2 scorepunten toekennen.

31 maximumscore: 4

uitkomst: $R = 1,7 \cdot 10^2 \Omega$ (met een marge van $.0,1 \cdot 10^2 \Omega$)

Voorbeeld van een berekening:

Voor de serieschakeling geldt:

$$U_{\text{batt}} = U_R + U_{\text{rood}} + U_{\text{groen}} + U_{\text{blauw}} = 9,0 \text{ V.}$$

Bij 10 mA lezen we de spanning over de LEDs af:

$$U_{\text{rood}} = 1,85 \text{ V}; U_{\text{groen}} = 2,57 \text{ V}; U_{\text{blauw}} = 2,85 \text{ V.}$$

$$\text{Hieruit volgt: } U_R = 9,0 - (1,85 + 2,57 + 2,85) = 1,73 \text{ V.}$$

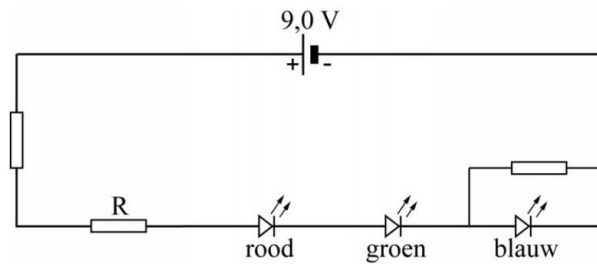
Voor de stroom door R geldt: $I = 0,010 \text{ A.}$

$$\text{Hieruit volgt: } R = \frac{U}{I} = \frac{1,73}{0,010} = 173 \Omega = 1,7 \cdot 10^2 \Omega. .$$

- gebruik van de spanningsregel voor de serieschakeling
- aflezen van de spanningen bij 0,010 A
- gebruik van $R = \frac{U}{I}$
- completeren van de berekening en significantie

32 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat een (regelbare) weerstand parallel staat aan de blauwe LED
- inzicht dat een andere (regelbare) weerstand in de seriekring geplaatst moet worden

Zonvolgsysteem (VWO examen)

33 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

De twee parallelle takken ABD en ACD zijn identiek. Dus staat er geen spanning over de motor en loopt er geen stroom door de motor.

- inzicht dat beide parallelle takken identiek zijn / inzicht in de symmetrie van de schakeling
- inzicht dat $U_{AB} = U_{AC}$ of $U_{DB} = U_{DC}$

34 maximumscore: 3

uitkomst: $E = 39 \cdot 10^3 \text{ lux}$ (met een marge van $2 \cdot 10^3 \sim \text{lux}$).

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Omdat door de hoofdkring een stroom loopt van 100 mA, loopt door elke tak een stroom van 50 mA. Voor elke tak geldt: $U_T = I_T R_T$

Invullen levert: $7,5 = 50 \cdot 10^{-3} R_T$

Dit geeft: $R_T = 150 \Omega$

Er geldt: $R_T = R_1 + R_{LDR}$

Dit levert: $R_{LDR} = 100 \Omega = 0,10 \text{ k}\Omega$

Aflezen in figuur 3 geeft: verlichtingssterkte $E = 39 \cdot 10^3 \text{ lux}$.

- gebruik van $U = IR$ met $I_{LDR} = \frac{1}{2}I_{bron}$
- inzicht dat $R_T = R_1 + R_{LDR}$
- completeren van de bepaling

of

methode 2

Omdat door de hoofdkring een stroom loopt van 100 mA, loopt door elke tak een stroom van 50 mA.

Voor weerstand R_1 geldt: $U_{R_1} = I_{R_1} R_1 = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 2,5 \text{ V}$.

Dan geldt voor LDR_1 : $U = U_{R_1} = 7,5 - 2,5 = 5,0 \text{ V}$.

Dan geldt: $R_{LDR} = \frac{U_{LDR_1}}{I} = \frac{5,0}{50 \cdot 10^{-3}} = 100 \Omega = 0,10 \text{ k}\Omega$

Aflezen in figuur 3 geeft: verlichtingssterkte $E = 39 \cdot 10^3 \text{ lux}$.

- gebruik van $U = IR$ met $I_{LDR} = \frac{1}{2}I_{bron}$
- inzicht dat $R_T = R_1 + R_{LDR}$
- completeren van de bepaling

35 maximumscore: 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als er minder licht op LDR_2 valt, neemt de weerstand van LDR_2 toe (en dus neemt U_{AC} af). Er geldt dus: $U_{BD} < U_{CD}$, (oftewel $U_{AB} > U_{AC}$).(Dus geldt: $U_{BC} < 0$.) Dus loopt de stroom van punt C naar punt B .

- inzicht dat bij minder licht de weerstand van LDR_2 groter wordt
- inzicht dat $U_{BD} < U_{CD}$
- completeren van de uitleg

of

methode 2

Als er minder licht op LDR_2 valt, neemt de weerstand van LDR_2 toe en dus ook U_{LDR_2} . Voor de kring BCDB geldt: $U_{BC} + U_{\text{LDR}_1} + U_{\text{LDR}_2} = 0$. Aangezien nu geldt: $|U_{\text{LDR}_1}| < |U_{\text{LDR}_2}|$ en de tekens van die spanningen tegengesteld zijn, geldt $U_{BC} < 0$. Dus loopt de stroom van punt C naar punt B .

- inzicht dat bij minder licht de weerstand van LDR_2 groter wordt
- toepassen van de spanningswet van Kirchhof op kring BCDB
- completeren van de uitleg

Opmerking

Aan een redenering die er (impliciet) van uitgaat dat $I_{AB} = I_{AC}$, *het tweede en derde scorepunt beide niet toekennen.*