

**Inzenden scores**

Uiterlijk op 22 juni de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school op de daartoe verstrekte optisch leesbare formulieren naar de Citogroep zenden.

## 1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de Regeling beoordeling centraal examen vastgesteld (CEVO-94-427 van september 1994) en bekendgemaakt in het Gele Katern van Uitleg, nr. 22a van 28 september 1994.

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:

1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven en het procesverbaal van het examen toekomen aan de examinerator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinerator past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.

2 De directeur doet de van de examinerator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het procesverbaal en de regels voor het bepalen van de cijfers onverwijld aan de gecommiteerde toekomen.

3 De gecommiteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.

4 De examinerator en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.

5 Komen zij daarbij niet tot overeenstemming, dan wordt het aantal scorepunten bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het door ieder van hen voorgestelde aantal scorepunten, zo nodig naar boven afgerond.

## 2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling van toepassing:

1 De examinerator vermeldt op een lijst de namen en/of nummers van de kandidaten, het aan iedere kandidaat voor iedere vraag toegekende aantal scorepunten en het totaal aantal scorepunten van iedere kandidaat.

2 Voor het antwoord op een vraag worden door de examinerator en door de gecommiteerde scorepunten toegekend in overeenstemming met het antwoordmodel. Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, ..., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 punten, zijn niet geoorloofd.

3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:

3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;

3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend in overeenstemming met het antwoordmodel;

3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het antwoordmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het antwoordmodel;

3.4 indien één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;

3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;

3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of berekening of afleiding ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het antwoordmodel anders is aangegeven;

3.7 indien in het antwoordmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord.

3.8 indien in het antwoordmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.

4 Een fout mag in de uitwerking van een vraag maar één keer worden aangerekend, tenzij daardoor de opgave aanzienlijk vereenvoudigd wordt en tenzij in het antwoordmodel anders is vermeld.

5 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het antwoordmodel anders is vermeld.

6 Indien de examinerator of de gecommiteerde meent dat in een toets of in het antwoordmodel bij die toets een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof toets en antwoordmodel juist zijn.

Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO.

Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het antwoordmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.

7 Voor deze toets kunnen maximaal 86 scorepunten worden behaald. Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.

8 Het cijfer voor het centraal examen wordt als volgt verkregen.

Eerste en tweede corrector stellen de score voor iedere kandidaat vast. Deze score wordt meegedeeld aan de directeur.

De directeur stelt het cijfer voor het centraal examen vast op basis van de regels voor omzetting van score naar cijfer (artikel 42, tweede lid, Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO).

Dit cijfer kan afgelezen worden uit tabellen die beschikbaar worden gesteld. Tevens wordt er een computerprogramma verspreid waarmee voor alle scores het cijfer berekend kan worden.

### 3 Vakspecifieke regels

Voor het vak Natuurkunde 1 (nieuwe stijl) VWO zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.

2 De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.

3 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening', wordt niet toegekend in de volgende gevallen:

- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst
- een of meer rekenfouten
- het niet of verkeerd vermelden van de eenheid van een uitkomst, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.

4 Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.

5 In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.

## 4 Antwoordmodel

Antwoorden

Deel-  
scores

### Opgave 1 Seconde

#### Maximumscore 3

- 1  uitkomst:  $l = 0,248$  m  
voorbeeld van een berekening:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ dus } l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 0,248 \text{ m}$$

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- completeren van de berekening

1

2

#### Maximumscore 2

- 2  antwoord: De frequentie van de straling is ongeveer  $9 \cdot 10^9$  Hz. Uit tabel 19B van Binas blijkt dat deze straling hoort in het SHF-gebied / UHF-gebied / gebied tussen de 'ultra korte golf' en 'microgolven'.

- inzicht  $f \approx 9 \cdot 10^9$  Hz
- gebruik van tabel 19B van Binas en benoemen van de soort straling

1

1

#### Maximumscore 4

- 3  antwoord: Bij de expansie verricht het gas uitwendige arbeid ( $W > 0$ ). Daar is energie voor nodig. Bij een adiabatisch proces kan deze energie niet van buitenaf komen ( $Q = 0$ ). De benodigde energie wordt daarom onttrokken aan het gas zelf. De potentiële energie van de gasatomen neemt niet af ( $\Delta E_p > 0$ ). Daardoor neemt de kinetische energie van de gasatomen af ( $\Delta E_k < 0$ ). (Het gas koelt dus af.)

- inzicht dat het gas bij expansie uitwendige arbeid verricht waarvoor energie nodig is
- inzicht dat er geen energie van buitenaf wordt toegevoerd
- inzicht dat de potentiële energie van de gasatomen niet afneemt
- completeren van het antwoord

1

1

1

1

#### Opmerking

*Alleen geantwoord: bij adiabatische expansie wordt energie aan het gas onttrokken, waardoor het afkoelt: maximaal 1 punt.*

**Opgave 2 Millenniumrad****Maximumscore 4**

- 4  antwoord: De persoon heeft gelijk, want voor ver verwijderde voorwerpen geldt:

$$N_b : N_g (= N_{b, \text{neg}} : N_{g, \text{neg}}) = \frac{b_b}{v_b} : \frac{b_g}{v_g} = \frac{f}{v_b} : \frac{f}{v_g} = v_g : v_b$$

- inzicht dat  $b \approx f$  voor ver verwijderde voorwerpen 1
- gebruik van  $N = \frac{b}{v}$  1
- inzicht dat  $N_{\text{boot}} : N_{\text{gebouw}} = v_{\text{gebouw}} : v_{\text{boot}}$  alleen geldt als  $b \approx f$  1
- conclusie 1

**Maximumscore 3**

- 5  antwoord:

$$\text{Er geldt: } N = \frac{\text{lengte beeld op foto}}{\text{lengte voorwerp}} .$$

$$\text{Dit levert voor de straal van het rad } N_{\text{rad}} = \frac{0,040}{75,5} \text{ en voor de lengte van de bus } N_{\text{bus}} = \frac{0,011}{10} .$$

$$\text{Dus } v_{\text{rad}} : v_{\text{bus}} = N_{\text{bus}} : N_{\text{rad}} = \frac{0,011}{10} : \frac{0,040}{75,5} = 2,1 \approx 2 .$$

- opmeten van de straal van het rad en de lengte van de bus in de foto 1
- berekenen van  $N_{\text{rad}}$  en  $N_{\text{bus}}$  1
- completeren van het antwoord 1

**Maximumscore 2**

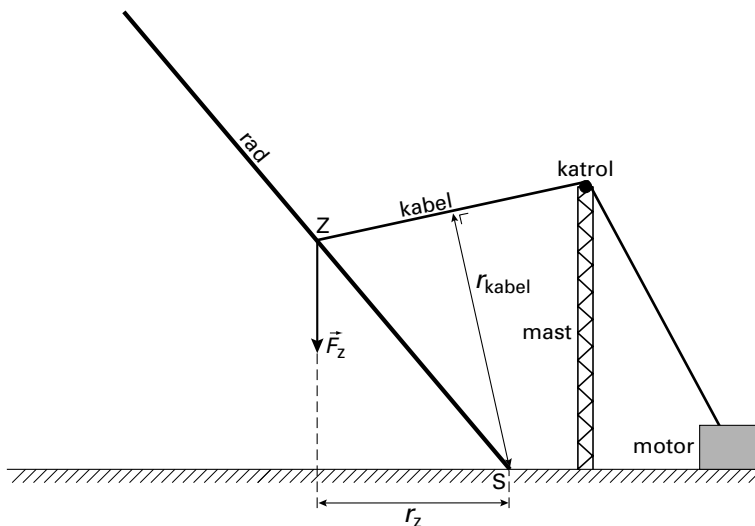
- 6  antwoord: Wie veraf niet scherp kan zien en dichtbij wel, is bijziend / heeft een te lange oogas / heeft een te sterke ooglens. Er is een negatieve (holle) lens nodig.

- inzicht dat er sprake is van bijziendheid 1
- conclusie dat de contactlens negatief (hol) is 1

**Maximumscore 4**7 □ uitkomst:  $F = 1,1 \cdot 10^7$  N

voorbeeld van een berekening:

$$F_z \cdot r_z = F_{\text{kabel}} \cdot r_{\text{kabel}}$$



Door opmeten in de tekening kan  $\frac{r_z}{r_{\text{kabel}}}$  worden bepaald:

$$r_z = 3,3 \text{ cm en } r_{\text{kabel}} = 4,5 \text{ cm.}$$

$$F_z = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 14,7 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$F_{\text{kabel}} = \frac{3,3}{4,5} \cdot 14,7 \cdot 10^6 = 1,1 \cdot 10^7 \text{ N}$$

- inzicht  $F_z \cdot r_z = F_{\text{kabel}} \cdot r_{\text{kabel}}$
- tekenen en opmeten van  $r_z$  (met een marge van 1 mm)
- tekenen en opmeten van  $r_{\text{kabel}}$  (met een marge van 1 mm)
- completeren van de berekening

1
1
1
1

*Opmerkingen*

*Een oplossing met toelichting met de resultante van beide krachten door S: goed rekenen.*

*Door andere waarden van  $r_z$  en  $r_{\text{kabel}}$  kan de uitkomst ook zijn:  $F = 1,0 \cdot 10^7$  N.*

**Opgave 3 Kernfusiereactor****Maximumscore 3**

- 8  voorbeelden van benodigde gegevens:
- de massa van een  ${}^6\text{Li}$ -kern;
  - het aantal tritiumkernen dat uit een  ${}^6\text{Li}$ -kern gemaakt kan worden;
  - de grootte van de wereldbevolking;
  - de energie die bij de beschreven fusie vrijkomt;
  - de energie die nodig is om  ${}^3\text{H}$  te produceren;
  - het rendement van de centrale.

per onafhankelijk benodigd gegeven

1**Maximumscore 3**

- 9  antwoord:  ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^3_2\text{He}$

- elektron rechts van de pijl
- He als vervalproduct
- aantal nucleonen links en rechts van de pijl kloppend

111**Maximumscore 5**

- 10  antwoord:  $H = 4,0 \cdot 10^2$  mSv, de limiet is 500 mSv per jaar en wordt niet overschreden. voorbeeld van een berekening:

$$E_{\text{tot}} = 1,5 \cdot 60 \cdot 6,0 \cdot 10^2 \cdot 1,7 \cdot 10^7 \cdot 0,013 \cdot 10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 1,91 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

Het volume van het bestraalde huidweefsel is  $6,0 \cdot 10^{-2} \cdot 80 \cdot 10^{-6} = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .

Dus  $m = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ .

$$\text{Dan is } H = 1 \cdot \frac{1,91 \cdot 10^{-3}}{4,8 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ Sv} = 4,0 \cdot 10^2 \text{ mSv.}$$

De limiet in tabel 99E is 500 mSv per jaar en wordt dus niet overschreden.

- inzicht dat  $E_{\text{tot}} = tAN_{\text{per s}}E_{\beta}$
- berekenen van  $E_{\text{tot}}$
- berekenen van de massa van het bestraalde weefsel
- berekenen van  $H$
- opzoeken van de dosislimiet voor de huid in tabel 99E en conclusie

11111**Maximumscore 3**

- 11  uitkomst:  $t = 1,3 \cdot 10^2$  (jaar)  
voorbeeld van een berekening:

$$\text{De halveringstijd is 12,3 jaar. Dus } 6 = 9,2 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{12,3}}.$$

Hieruit volgt  $t = 1,3 \cdot 10^2$  jaar.

- opzoeken van de halveringstijd
- volledig invullen van de formule voor halveringstijd
- completeren van de berekening

111

**Opgave 4 Bungee jump****Maximumscore 3**12  uitkomst:  $v = 17 \text{ ms}^{-1}$ 

voorbeelden van berekeningen:

methode 1

$$\text{Uit } mgh = \frac{1}{2}mv^2 \text{ volgt } v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17 \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van  $mgh$  of van  $\frac{1}{2}mv^2$
- inzicht  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$
- completeren van de berekening

111

methode 2

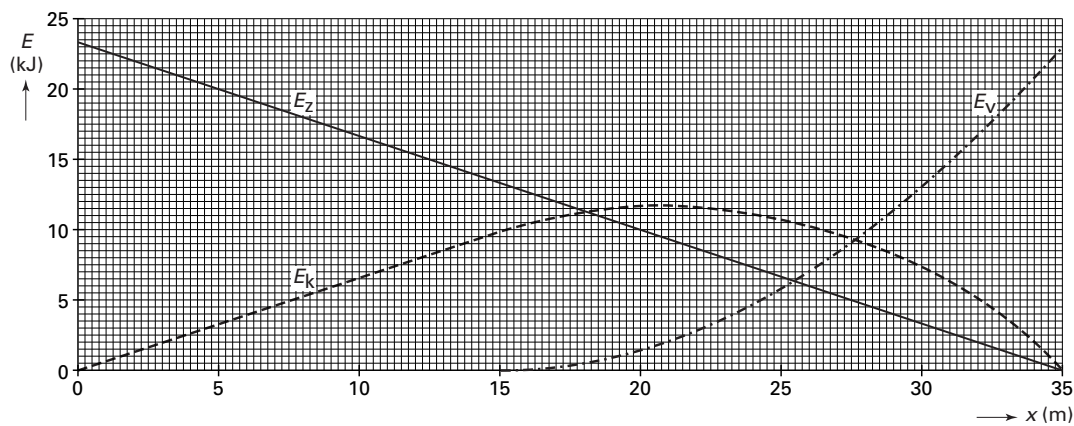
$$\text{Er geldt: } s = \frac{1}{2}at^2, \text{ dus } 15 = \frac{1}{2}9,81 \cdot t^2. \text{ Hieruit volgt } t = 1,75 \text{ s.}$$

$$\text{Dus } v = at = 9,81 \cdot 1,75 = 17 \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van  $s = \frac{1}{2}at^2$
- gebruik van  $v = at$
- completeren van de berekening

111**Maximumscore 4**13  antwoord: Tussen R en E geldt  $F_z > F_v$ . Dus tussen R en E is de resulterende kracht op Joop omlaag gericht. Hij versnelt daar dus, omdat hij al omlaag beweegt.

- inzicht dat boven E geldt  $F_z > F_v$
- conclusie op basis van een consistente redenering

22**Maximumscore 4**14  antwoord: De som van  $E_z$ ,  $E_v$  en  $E_k$  is constant, te weten  $E_z(0) = 23 \text{ kJ}$ . Daarom geldt voor de kinetische energie:  $E_k(x) = 23 \text{ kJ} - E_z(x) - E_v(x)$ . Zie figuur.

- inzicht dat de som van  $E_z$ ,  $E_v$  en  $E_k$  constant is
- grafiek recht voor  $0 \text{ m} \leq x \leq 15 \text{ m}$
- bepalen van  $E_k$  voor begin- en eindpunt
- tekenen van de grafiek

1111**Maximumscore 2**15  antwoord: Als er geen wrijvingskrachten (in het koord en de lucht) waren, dan zou de bungee jumper een ongedempte trilling gaan uitvoeren. In werkelijkheid wordt de trilling gedempt en komt de jumper in punt E tot stilstand.

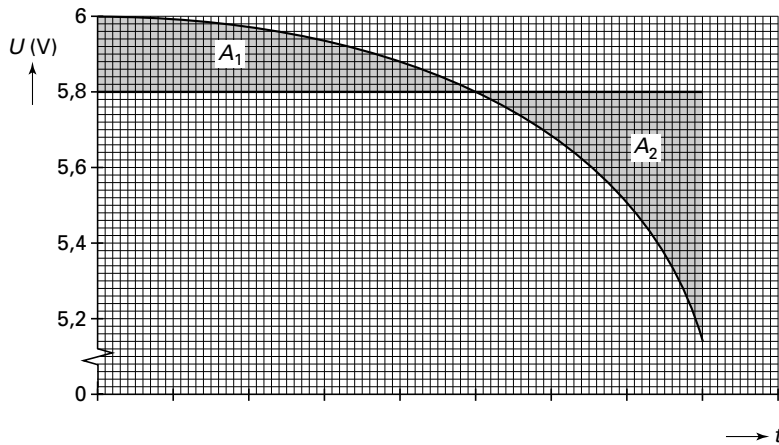
inzicht in demping

2



**Opgave 5 Controlelampje****Maximumscore 2**

16 □ antwoord:



Omdat  $A_1 \approx A_2$  bij een horizontale lijn bij  $U = 5,8 \text{ V}$  is deze laatste waarde een goede benadering.

- inzicht dat van de oppervlakte onder de grafiek gebruik moet worden gemaakt
- inzicht dat  $A_1 \approx A_2$  bij  $U = 5,8 \text{ V}$

11**Maximumscore 4**17 □ uitkomst:  $1,7 \cdot 10^3$  gulden

voorbeeld van een berekening:

$$E = Pt = UIt = 5,8 \cdot 0,700 \text{ (VAh)} = 4,06 \text{ (Wh)} = 0,00406 \text{ kWh} .$$

Voor 0,00406 kWh is blijkbaar  $f$  6,95 betaald.

$$1 \text{ kWh kost hier dus } \frac{6,95}{0,00406} = 1712 \text{ gulden} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ gulden.}$$

- gebruik van  $E = Pt = UIt$
- inzicht dat 0,700 Ah moet worden genomen voor  $It$
- berekenen van de energie in Wh of kWh
- completeren van de berekening

1111*Opmerking**Fout in aantal significante cijfers: geen aftrek.*

**Maximumscore 4**

- 18 □ uitkomst:  $t = 1,9 \cdot 10^3$  uur  
voorbeeld van een berekening:

$$\text{De gemiddelde stroomsterkte is } \langle I \rangle = \frac{\langle U \rangle}{R} = \frac{5,8}{16,0 \cdot 10^3} = 0,363 \text{ mA.}$$

$$\text{Uit } \langle I \rangle t = 700 \text{ mAh volgt } t = \frac{700 \cdot 10^{-3}}{0,363 \cdot 10^{-3}} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ uur.}$$

- inzicht dat met  $\langle U \rangle$  gerekend moet worden

1

- inzicht dat  $\langle I \rangle = \frac{\langle U \rangle}{R}$  met  $R = 16,0 \text{ k}\Omega$

1

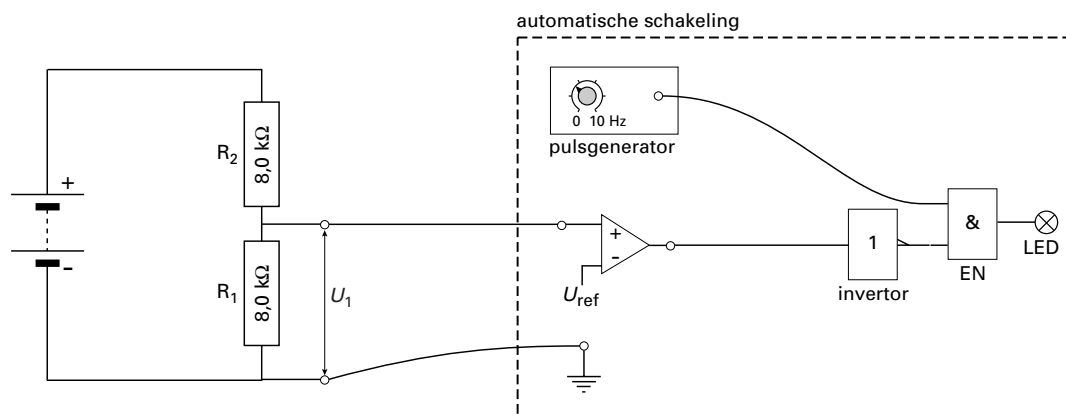
- inzicht dat  $t = \frac{700 \text{ mAh}}{\langle I \rangle}$

1

- completeren van de berekening

1**Maximumscore 5**

- 19 □ antwoord:  
methode 1



- verbinden van de + van  $R_1$  met de comparator

1

- verbinden van de - van  $R_1$  met 'aarde'

1

- verbinden van de comparator met een inverter

1

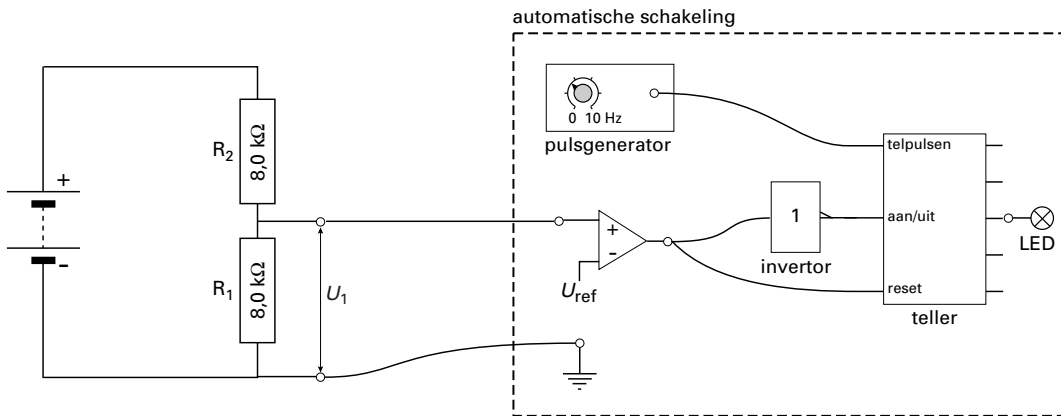
- verbinden van de inverter met een EN-poort

1

- verbinden van de pulsgenerator met de EN-poort en de uitgang van de EN-poort met de LED

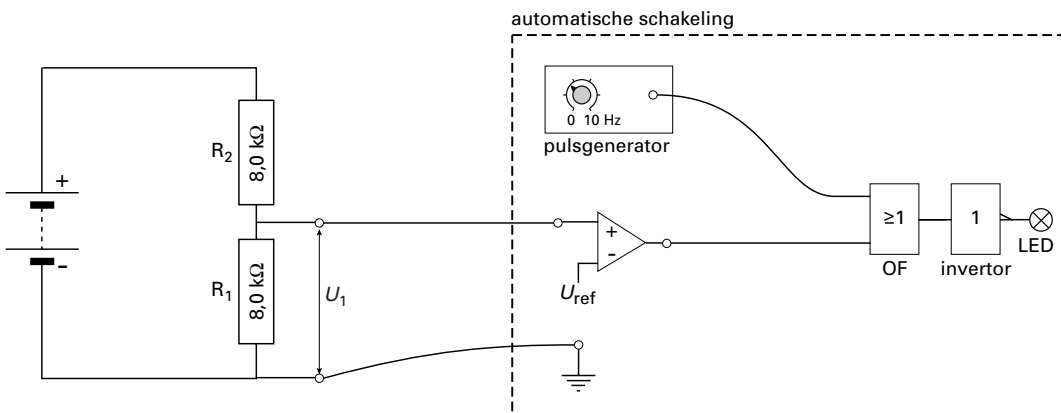
1

methode 2



- verbinden van de + van  $R_1$  met de comparato 1
- verbinden van de - van  $R_1$  met 'aarde' 1
- verbinden van de comparator met 'reset teller', of via een invertor met 'aan/uit teller', of beide 1
- verbinden van de pulsgenerator met 'telpulsen' 1
- verbinden van de uitgang van de teller met de LED 1

methode 3



- verbinden van de + van  $R_1$  met de comparator (eventueel via de sensingang) 1
- verbinden van de - van  $R_1$  met 'aarde' 1
- verbinden van de comparator met een OF-poort 1
- verbinden van de pulsgenerator met de OF-poort 1
- verbinden van de uitgang van de OF-poort via een invertor met de LED 1

**Maximumscore 4**

20 □ antwoord: De weerstand van de automatische schakeling staat parallel aan  $R_1$ . Hun vervangingsweerstand is hierdoor lager dan  $8,0 \text{ k}\Omega$ . Met een spanning van  $5,2 \text{ V}$  over de batterijen correspondeert nu een lagere  $U_1$ . Daarom moet de referentiespanning van de comparator lager worden dan  $2,6 \text{ V}$ .

- inzicht parallelschakeling van de weerstand van de automatische schakeling en  $R_1$  1
- inzicht dat hun vervangingsweerstand lager is dan  $8,0 \text{ k}\Omega$  1
- inzicht dat  $U_1$  nu lager is 1
- conclusie 1

**Opgave 6 Bewegingssensor****Maximumscore 4**

- 21  antwoord:  
methode 1

Er geldt  $v = \lambda f$ . Dus bij 20 °C is  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{2,9 \cdot 10^5} = 1,2 \text{ mm}$ .

Volgens de vuistregel moet  $\lambda \leq 2,0 \text{ mm}$  (wat inderdaad het geval is) dus  $2,9 \cdot 10^5 \text{ Hz}$  is geschikt.

- gebruik van  $\lambda = \frac{v}{f}$  met  $f = 2,9 \cdot 10^5 \text{ Hz}$  1

- opzoeken van de geluidsnelheid bij 20 °C 1
- completeren van de berekening van  $\lambda$  1
- conclusie 1

methode 2

Er geldt  $v = \lambda f$ . Dus bij 20 °C is  $f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{2,0 \cdot 10^{-3}} = 1,7 \cdot 10^5 \text{ Hz}$ .

Volgens de vuistregel moet  $f \geq 1,7 \cdot 10^5 \text{ Hz}$ , dus  $2,9 \cdot 10^5 \text{ Hz}$  is geschikt.

- gebruik van  $f_1 = \frac{v}{\lambda}$  met  $\lambda = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  1

- opzoeken van de geluidsnelheid bij 20 °C 1
- completeren van de berekening van  $f_1$  1
- conclusie 1

**Maximumscore 3**

- 22  antwoord: Bij de berekening van de afstand met  $s = vt$  wordt een te kleine waarde voor de geluidssnelheid gebruikt. De sensor berekent dan een te kleine afstand.

- inzicht dat de sensor  $s = vt$  berekent met een vaste waarde voor  $v$  1
- inzicht dat de gebruikte waarde voor  $v$  te klein is 1
- conclusie 1

**Maximumscore 4**

- 23  uitkomst:  $\Delta L = 12 \text{ (dB)}$   
voorbeeld van een berekening:

Voor de geluidssterkte geldt  $L = 10 \log\left(\frac{I}{1 \cdot 10^{-12}}\right) = 10 \log(I \cdot 10^{12})$ .

De afstand neemt met een factor 4 toe.

Volgens  $I = \frac{P}{4\pi r^2}$  neemt  $I$  dan met een factor 16 af.

Invullen geeft:  $L_2 = 10 \log\left(\frac{I \cdot 10^{12}}{16}\right) = 10 \log(I \cdot 10^{12}) - 10 \log 16$ .

Het verschil is  $\Delta L = 10 \log 16 = 12 \text{ dB}$ .

- inzicht dat  $I$  omgekeerd evenredig is met  $r^2$  1
- bepalen van de factor 16 1
- inzicht dat  $L$  afneemt met  $10 \log 16$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Berekening met het gegeven dat 3 dB overeenkomt met een factor 2: goed rekenen.*

**Maximumscore 3**

- 24  voorbeeld van een antwoord:  
Met behulp van de steilheid kan uit het  $(x,t)$ -diagram de constante snelheid worden bepaald.  
Gegeven is dat  $\Delta t = 2,5$  s, dus de afstand kan berekend worden met  $s = v \Delta t$ .

- inzicht in steilheid 1
- gebruik van  $s = v \Delta t$  1
- completeren van de uitleg 1

*Opmerking*

*Een uitleg waarin geconcludeerd wordt dat extrapoleren van de rechter 'helling' van de  $(x,t)$ -grafiek  $s$  levert als snijpunt met de  $x$ -as: goed rekenen.*

**Maximumscore 4**

- 25  uitkomst:  $\Delta t_p = 2,3 \cdot 10^{-3}$  s  
voorbeeld van een berekening:  
Op 40 cm van de muur komt de echo van het begin van een puls binnen, terwijl de sensor nog (net) bezig is met het uitzenden van (het einde van) diezelfde puls.

$$\text{Dus } \Delta t_p = \frac{2 \cdot 0,40}{343} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

- inzicht dat op 40 cm van de muur de echo van het begin van een puls binnenkomt, terwijl de sensor nog (net) bezig is met het uitzenden van (het einde van) diezelfde puls 2
  - inzicht in factor 2 1
  - completeren van de berekening 1
- 

**Einde**