NAH1001DF-CRV.QXD 9-12-99 14:04 Pagina 1

Natuurkunde 1

Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**00**

Tijdvak 1

Inzenden scores
Uiterlijk 2 juni de scores van de alfabetisch eerste tien, maar bij voorkeur vijftien kandidaten per school op de daartoe verstrekte optisch leesbare formulieren naar het Cito zenden; bovendien per school ook de totaalscores van alle kandidaten.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator 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 examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het procesverbaal en de regels voor het bepalen van de cijfers onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde 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 examinator en de gecommitteerde 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 examinator 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 examinator en door de gecommitteerde 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, 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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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 examinator of de gecommitteerde 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 90 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 HAVO 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

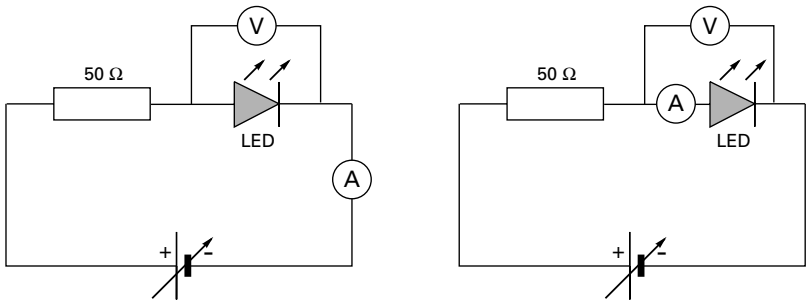
4 Antwoordmodel

Antwoorden	Deel-scores

Opgave 1 LEDs

Maximumscore 3

1 □ voorbeelden van schakelschema's:



Opmerking
Als slechts één meter juist is geschakeld: 1 punt.

Maximumscore 2

2 □ voorbeeld van een antwoord:
De 'doorlaatspanning' is de spanning waar beneden geen stroom loopt door de diode (en/of waarboven wel stroom loopt door de diode).

Opmerking
Naast het kunnen interpreteren van de grafiek gaat het in deze vraag om een fysisch correcte en volledige formulering. Antwoorden in de trant van „Vanaf 1,4 V *laat de LED spanning door" of „Dan begint de LED te werken": 1 punt.*

Maximumscore 3

3 □ uitkomst: $R = 45\ \Omega$ (met een marge van $1\ \Omega$)

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van de LED geldt: $R = \frac{U}{I}$.

In de grafiek kan worden afgelezen dat, bij $I = 50$ mA, $U = 2{,}25$ V.

Dus $R = \frac{U}{I} = \frac{2{,}25}{50 \cdot 10^{-3}} = 45\ \Omega$.

- gebruik van $U = IR$ **1**
- aflezen van U bij $I = 50$ mA (met een marge van 0,05 V) **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 4

4 □ uitkomst: $U_{bron} = 8{,}0$ V

voorbeeld van een berekening:
Uit de grafiek blijkt dat, bij $I = 100$ mA, $U_{LED} = 3{,}0$ V.
Voor de spanning U_R over de weerstand geldt: $U_R = IR = 0{,}100 \cdot 50 = 5{,}0$ V.
Voor de spanning van de bron geldt: $U_{bron} = U_{LED} + U_R$.
Dus $U_{bron} = 3{,}0 + 5{,}0 = 8{,}0$ V.

- aflezen van U_{LED} bij $I = 100$ mA **1**
- berekenen van U_R **1**
- inzicht dat $U_{bron} = U_{LED} + U_R$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Een antwoord in de trant van $U = 0{,}1 \cdot 50 = 5{,}0$ V*: 1 punt.*

Maximumscore 4

5 □ uitkomst: $n = 1{,}2$ (met een marge van 0,1)

voorbeeld van een berekening:

Voor de breking van de lichtstralen van een medium naar lucht geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$.

Na het trekken van de normaal, van punt M naar de plaats waar een lichtstraal breekt, is gemeten dat $i = 39°$ en $r = 51°$.

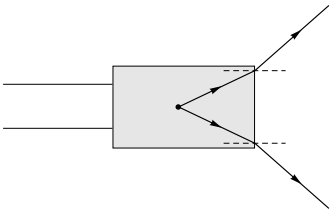
Dus $n = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{0{,}777}{0{,}629} = 1{,}2$.

- tekenen van de normaal **1**
- bepalen van i en r (elk met een marge van 2°) **1**
- inzicht dat $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als de reciproque waarde (0,82) *is berekend: maximaal 3 punten.*

Maximumscore 4

6 □ voorbeeld van een antwoord:



(De voorkant van) de bolle LED heeft een convergerende werking en (de voorkant van) de platte LED heeft een divergerende werking.
Daardoor is de lichtintensiteit (in de richting van de waarnemer) bij de bolle LED groter.

- tekenen van lichtstralen die van de normaal af breken **2**
- constatering dat de platte LED een divergerende werking heeft en de bolle LED een convergerende werking **1**
- inzicht dat bij een bolle LED de lichtintensiteit (voor de waarnemer) groter is **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Opgave 2 Arsenicumvergiftiging?

Maximumscore 3

7 □ antwoord: ${}^{76}_{33}\text{As} \rightarrow {}^{76}_{34}\text{Se} + {}^{0}_{-1}\text{e}$ $(+\,\gamma)$ of: ${}^{76}\text{As} \rightarrow {}^{76}\text{Se} + {}^{0}_{-1}\text{e}$ $(+\,\gamma)$

- β-deeltje rechts van de pijl **1**
- Se als vervalproduct **1**
- aantal nucleonen links en rechts kloppend **1**

Opmerking
Als Se *via een foutieve weg gevonden wordt: maximaal 1 punt.*

Maximumscore 5

8 □ voorbeeld van een antwoord:
Gecorrigeerd voor de achtergrondstraling meet men bij de bestraalde haar
164 – 24 = 140 pulsen/min.
Na 53,6 uur meet men 59 – 24 = 35 pulsen/min.
De activiteit is dus $\frac{140}{35}$ = 4 maal zo klein geworden.
Dat komt overeen met 2 halveringstijden.
De halveringstijd van arseen-76 is 26,8 uur.
De onderzochte stof zou inderdaad arseen kunnen zijn, want 2·26,8 = 53,6 uur.

- in rekening brengen van de achtergrondstraling **1**
- berekenen van de factor waarmee de activiteit daalt **1**
- berekenen van of inzicht in het aantal halveringstijden **1**
- opzoeken van τ_{As} **1**
- consistente conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Opgave 3 Autolamp

Maximumscore 3

9 □ uitkomst: $R = 3{,}2\ \Omega$

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte door de lamp is $I = \frac{P}{U} = \frac{45}{12} = 3{,}75$.

De weerstand van de lamp is $R = \frac{U}{I} = \frac{12}{3{,}75} = 3{,}2\ \Omega$.

- gebruik van $P = UI$ **1**
- gebruik van $U = IR$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

10 □ voorbeeld van een antwoord:
Gedestilleerd water geleidt niet (en leidingwater wel).

Opmerking
Een antwoord in de trant van „In leidingwater zitten opgeloste stoffen": 1 punt.

Maximumscore 4

11 □ uitkomst: $P_w = 40$ W (met een marge van 1 W)

voorbeeld van een bepaling:
De hoeveelheid warmte die de lamp in 10 minuten = 600 s afgeeft (= warmte die het glas + inhoud opneemt) is: $Q = C\Delta T = 2{,}3 \cdot 10^3 \cdot (25{,}6 - 15{,}1) = 2{,}42 \cdot 10^4$ J.
Voor het warmtevermogen geldt: $P_w = \frac{Q}{t} = \frac{2{,}42 \cdot 10^4}{600} = 40$ W.

- gebruik van $Q = C\Delta T$ **1**
- bepalen van ΔT (met een marge van 0,2 °C) **1**
- inzicht dat $P_w = \frac{Q}{t}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

12 □ voorbeeld van een antwoord:
Het lichtvermogen is gelijk aan het elektrisch vermogen – het warmtevermogen.
Het rendement kan worden berekend door het lichtvermogen te delen door het elektrisch vermogen (en te vermenigvuldigen met 100%).

- inzicht dat het lichtvermogen = het elektrisch vermogen – het warmtevermogen **2**
- inzicht dat het rendement = het lichtvermogen/het elektrisch vermogen (·100%) **1**

Opmerking

Als alleen een formule is gegeven, $\eta = (1 - \frac{P_w}{P_e})(100\%)$ *of* $\eta = \frac{P_e - P_w}{P_e}(100\%)$*:*

goedrekenen.

Als is geantwoord $\eta = \frac{P_w}{P_e}(100\%)$ *of een uitleg is gegeven van deze strekking: 1 punt.*

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 3

13 □ voorbeeld van een antwoord:
Coby heeft geen gelijk. De folie en het isolatiemateriaal beperken weliswaar het warmteverlies, maar veel licht wordt nu geabsorbeerd en in warmte omgezet.

- inzicht dat er nu geen/weinig warmteverlies optreedt **1**
- inzicht dat nu veel licht wordt geabsorbeerd **1**
- conclusie dat Coby ongelijk heeft **1**

Opmerkingen
Als het tegengaan van het warmteverlies niet wordt genoemd, maar ingezien wordt dat de methode ten gevolge van de lichtabsorptie onjuist is: 3 punten.
Als wordt geconcludeerd dat de methode beter is omdat het warmteverlies wordt tegengegaan: 1 punt.

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Opgave 4 Autotest

Maximumscore 3

14 □ voorbeeld van een antwoord:
De actieradius van de auto is 750 km en de inhoud van de tank 63 liter.
Per 100 km is het verbruik dan $\frac{63}{750}\cdot 100 = 8{,}4$ (liter/100 km).
De actieradius is dus met behulp van het gemiddelde verbruik bepaald.

- aflezen van de actieradius en de tankinhoud **1**
- berekenen van het verbruik per 100 km **1**
- conclusie **1**

Maximumscore 3

15 □ voorbeelden van goede factoren:
- soort banden (smal/breed, hard/zacht, zomer-/winterbanden)
- soort wegdek/toestand wegdek (nat/droog)
- massa auto (+ inzittenden)
- remkracht
- kwaliteit van de remmen/remschijven
- het blokkeren van wielen/ABS-remsysteem

per factor **1**

Opmerking
Ten overvloede zij vermeld dat conform de opmerkingen op het schutblad alleen de eerste drie genoemde factoren worden beoordeeld.

Maximumscore 4

16 □ uitkomst: $F_w = 1{,}5\cdot 10^3$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor de wrijvingskracht geldt bij constante snelheid: $P = F_w\, v$.
Volgens het testrapport is $v = 180$ km/h $= 50$ m/s en $P = 76\cdot 10^3$ W.
Dus $F_w = \frac{P}{v} = \frac{76\cdot 10^3}{50} = 1{,}5\cdot 10^3$ N

- inzicht dat $P = F_w v$ **2**
- aflezen van de topsnelheid **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

17 □ voorbeeld van een antwoord:
Bij een hogere snelheid verbruikt de auto meer benzine voor elke afgelegde km. (De tijd doet dus niet terzake.)
Annabel heeft gelijk.

- inzicht/constatering dat een auto met hogere snelheid per kilometer meer benzine verbruikt **1**
- Annabel heeft gelijk **1**

Opmerking
Omdat in de tekst het 'benzineverbruik' is gedefinieerd als „het aantal liters benzine dat wordt verbruikt als een auto 100 km *aflegt", mag ook een antwoord in de trant van „Annabel heeft gelijk want een auto met hogere snelheid heeft een hoger benzineverbruik" worden goedgerekend.*

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Opgave 5 Megawatt-turbine

Maximumscore 3

18 □ uitkomst: Het aantal bedrijfsuren per jaar is $2{,}3 \cdot 10^3$.

voorbeeld van een berekening:

Voor het elektrisch vermogen dat de turbine opwekt, geldt: $P = \frac{E}{t}$ dus $t = \frac{E}{P}$.

Hierin is $E = 2{,}3 \cdot 10^9$ Wh en $P = 1{,}0 \cdot 10^6$ W.

Het aantal bedrijfsuren is dus $2{,}3 \cdot 10^3$ h.

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ **1**
- inzicht dat $t\text{(in h)} = \frac{E\text{(in Wh)}}{P\text{(in W)}}$ (of andere eenhedenverwerking) **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

19 □ uitkomst: Het percentage is 16%.

voorbeeld van een berekening:

De massa van de lucht die per seconde de wieken passeert is $37 \cdot 10^3 \cdot 1{,}29 = 4{,}77 \cdot 10^4$ kg.

De kinetische energie van deze massa is $\frac{1}{2} \cdot 4{,}77 \cdot 10^4 \cdot (16)^2 = 6{,}11 \cdot 10^6$ J.

Het percentage kinetische energie dat in elektrische energie wordt omgezet, is $\frac{P_{el}}{P_{kin}}\ 100\%$,

waarin $P_{el} = 1{,}0 \cdot 10^6$ W.

Het percentage is dus $\frac{1{,}0 \cdot 10^6}{6{,}11 \cdot 10^6}\ 100\% = 16\%$.

- berekenen van de massa van de lucht die per seconde passeert **1**
- berekenen van E_{kin} van de lucht die per seconde passeert **1**
- inzicht dat het percentage is $\frac{P_{el}}{P_{kin}}\ 100\%$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

20 □ voorbeelden van voordelen:
- geen luchtvervuiling
- geen verhoogd broeikaseffect
- geen zure regen
- geen uitputting van fossiele brandstoffen/duurzame energiebron

voorbeelden van nadelen:
- turbine niet bruikbaar bij onvoldoende of te veel wind
- vogelsterfte
- horizonvervuiling
- (nog) (relatief) duur
- geluidsoverlast

per voordeel **1**
het nadeel **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 3

21 □ uitkomst: $h = 33$ m

voorbeeld van een berekening:
De hoogte van de mast op de foto is 8,0 cm.
De hoogte op het negatief dus $\frac{8,0}{3,4} = 2,35$ cm.
De werkelijke hoogte van de mast is $1,4 \cdot 10^3 \cdot 0,0235 = 33$ m.

- opmeten van de hoogte op de foto (met een marge van 0,1 cm) **1**
- berekenen van de hoogte op het negatief **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

22 □ uitkomst: $v = 56$ m

voorbeeld van een berekening:
Voor de vergroting geldt: $N = \frac{b}{v}$.
Hierin is $N = \frac{1}{1,4 \cdot 10^3}$.
Omdat de mast op (relatief) grote afstand staat geldt $b = f = 0,040$ m.
Dus de mast staat op $1,4 \cdot 10^3 \cdot 0,040 = 56$ m.

- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ **1**
- inzicht dat $b \approx f$ of gebruik van $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

NAH1001DF-CRV.QXD 9-12-99 14:04 Pagina 12

	Antwoorden	Deel-scores

Opgave 6 Ophaalbrug

Maximumscore 3

23 □ uitkomst: $m = 1{,}2 \cdot 10^2$ kg

voorbeeld van een berekening:
Bij het openen van de brug werken er twee krachtmomenten die in evenwicht zijn:
$M_{kabel} + M_{wegdek} = 0$.
Hierin is (afgezien van het teken) $M_{kabel} = 5{,}9 \cdot 10^2 \cdot 3{,}2 = 1{,}89 \cdot 10^3$ N
en $M_z = m_{wegdek} \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}6$.
Dus $m = \dfrac{1{,}89 \cdot 10^3}{9{,}81 \cdot 1{,}6} = 1{,}2 \cdot 10^2$ kg.

- toepassen van de momentenwet **1**
- inzicht dat de arm van het moment van de zwaartekracht op het wegdek is 1,6 m **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

24 □ uitkomst: $F_{tr} = 1{,}1 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een berekening:
Op de toplat kan de momentenwet worden toegepast: $F_E \cdot 2{,}6 - F_C \cdot 3{,}2 = 0$.
Hierin is $F_C = 590$ N en $F_E = F_{tr} + 63 \cdot 9{,}81$.
Dus $F_{tr} = F_E - 618 = \dfrac{590 \cdot 3{,}2}{2{,}6} - 618 = 1{,}1 \cdot 10^2$ N.

- toepassen van de momentenwet op de toplat **1**
- inzicht dat $F_C = 5{,}9 \cdot 10^2$ N **1**
- inzicht dat $F_{tr} = F_E - m_E g$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

25 □ uitkomst: $F_w = 6{,}4$ N

voorbeeld van een berekening:
Als de steen met een constante snelheid naar beneden schuift, geldt dat de component van de zwaartekracht langs het hellende vlak gelijk is aan de wrijvingskracht:
$F_w = mg\sin 28^\circ = 1{,}4 \cdot 9{,}81 \cdot \sin 28^\circ = 6{,}4$ N.

- inzicht dat $F_w = mg\sin 28^\circ$ **2**
- berekenen van F_z op baksteen **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

NAH1001DF-CRV.QXD 9-12-99 14:04 Pagina 13

Opgave 7 Temperatuurregeling

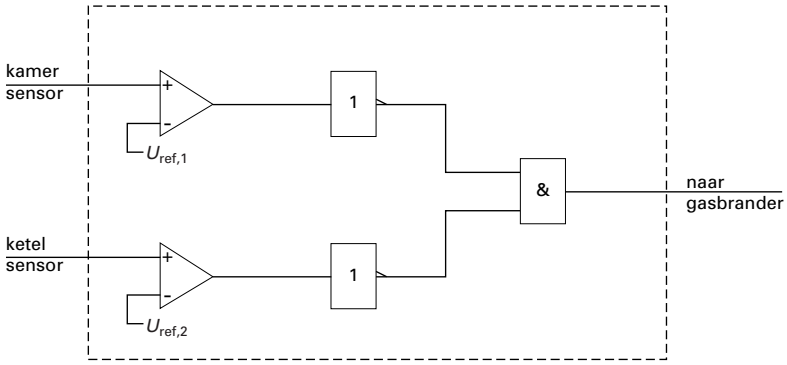
Maximumscore 4

26 □ voorbeeld van een antwoord:
Sensor 2.
Sensor 1 is minder gevoelig dan sensor 2.
Sensor 3 heeft niet het goede bereik.
Sensor 4 is minder gevoelig dan sensor 2.

- constatering dat sensor 2 gekozen moet worden **1**
- constatering dat sensor 1 minder gevoelig is dan sensor 2 **1**
- constatering dat sensor 3 niet het juiste bereik heeft **1**
- constatering dat sensor 4 minder gevoelig is dan sensor 2 **1**

Maximumscore 4

27 □ voorbeelden van een ontwerp:
ontwerp 1:

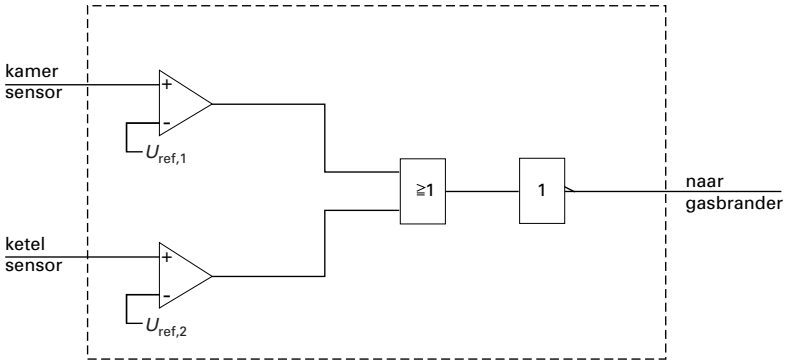


- de sensoren verbonden met de +ingang van een comparator **1**
- de kamersensor (via een comparator) verbonden met een invertor **1**
- de ketelsensor (via een comparator) verbonden met een invertor **1**
- beide invertoren verbonden met een EN-poort **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Antwoorden	Deel-scores

ontwerp 2:



- de sensoren verbonden met de +ingang van een comparator **1**
- de sensoren (via de comparatoren) verbonden met een OF-poort **2**
- de OF-poort verbonden met een invertor **1**

Opmerkingen
Als de schakeling niet aan de gestelde eisen voldoet: maximaal 3 punten.
De referentiespanning aan de –ingang van de comparatoren hoeft niet te worden aangegeven.

Einde

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl