Correctievoorschrift VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 06

Tijdvak 2

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.-v.b.o. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de *Regeling beoordeling centraal examen* vastgesteld (CEVO-02-806 van 17 juni 2002 en bekendgemaakt in Uitleg Gele katern nr. 18 van 31 juli 2002).

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

1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen 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 proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past de beoordelingsnormen en de regels voor het bepalen van de score 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 beoordelingsmodel.
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 zijn niet geoorloofd.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 beoordelingsmodel;
3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel 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 beoordelingsmodel;
3.4 indien slechts 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 afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;
3.7 indien in het beoordelingsmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord of onderdeel van dat antwoord;
3.8 indien in het beoordelingsmodel 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 vraag aanzienlijk vereenvoudigd wordt en/of tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.

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

6 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een examen of in het beoordelingsmodel bij dat examen een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof examen en beoordelingsmodel juist zijn.
Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO. Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het beoordelingsmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.

7 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.

N.B. Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.

3 Vakspecifieke regels

Voor het examen natuurkunde 1 VWO kunnen maximaal 80 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn verder 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 Beoordelingsmodel

Antwoorden	Deel-scores

Opgave 1 Hogesnelheidstrein

Maximumscore 3

1 □ uitkomst: 151 $\mathrm{km\,h^{-1}}$ of 42,0 $\mathrm{m\,s^{-1}}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

De rit duurt 5 uur en 37 minuten; $t = 5{,}617$ uur. $v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{850}{5{,}617} = 151\ \mathrm{km\,h^{-1}}$.

- gebruik van $v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ **1**
- uitdrukken van Δt in h **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2

De rit duurt 5 uur en 37 minuten; $t = 2{,}022 \cdot 10^4$ s. $v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{850 \cdot 10^3}{2{,}022 \cdot 10^4} = 42{,}0\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

- gebruik van $v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ **1**
- uitdrukken van Δt in s **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

2 ☐ uitkomst: $1{,}3\ \text{m s}^{-2}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1
De beginsnelheid is $250\ \text{km h}^{-1} = 69{,}4\ \text{m s}^{-1}$; $v_{gem} = \frac{1}{2}v_{max} = 34{,}7\ \text{m s}^{-1}$.

$s = v_{gem}t$ ofwel $t = \frac{s}{v_{gem}} = \frac{1{,}8 \cdot 10^3}{34{,}7} = 51{,}8\ \text{s}$; $\rightarrow$ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-69{,}4}{51{,}8} = -1{,}3\ \text{m s}^{-2}$.

- gebruik van $s = v_{gem}t$ **1**
- inzicht $v_{gem} = \frac{1}{2}v_{max}$ **1**
- gebruik van $v = at$ met v in m s^{-1} **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerkingen
Als gebruik gemaakt is van de formules $s = \frac{1}{2}at^2$ en $v = at$ *: goed rekenen.*
Wanneer $s = vt$ *is toegepast zonder notie dat* $v = \frac{1}{2}v_{max}$ *: maximaal 2 punten toekennen.*

methode 2
Wet van arbeid en kinetische energie: $\frac{1}{2}mv_e^{\,2} - \frac{1}{2}mv_b^{\,2} = F_w s$.
Omdat $F_w = ma$ geldt: $\frac{1}{2}v_e^{\,2} - \frac{1}{2}v_b^{\,2} = as$.
Invullen levert: $0 - \frac{1}{2} \cdot 69{,}4^2 = a \cdot 1{,}8 \cdot 10^3$ $\rightarrow$ $a = -1{,}3\ \text{m s}^{-2}$.

- gebruik van de wet van arbeid en kinetische energie **1**
- gebruik van de formules $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, $W = Fs$ en $F = ma$ **1**
- inzicht dat $\frac{1}{2}v_e^{\,2} - \frac{1}{2}v_b^{\,2} = as$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 1

3 ☐ antwoord: De trein remt af.

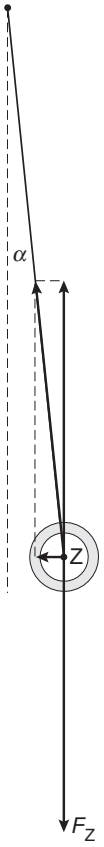
Maximumscore 5

4 ☐ antwoord: $a = (-)1\ \text{m s}^{-2}$

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
F_z = 6,0 cm lang.
F_z correspondeert met een kracht van $0{,}092 \cdot 9{,}81 = 0{,}90$ N.
Lengte van F_{res} is 6 mm (met een marge van 1 mm);
6 mm in de tekening komt overeen met een kracht van 0,090 N.
$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{0{,}090}{0{,}092} = 1\ \text{m s}^{-2}$.

natuurkundeuitgelegd.nl



- construeren van F_s **1**
- construeren van F_{res} **1**
- bepalen van de lengte van F_{res} (met een marge van 1 mm) **1**
- gebruik van $F_{res} = ma$ en $F_z = mg$ of inzicht $a = 0{,}1 \cdot g$ **1**
- completeren van de bepaling **1**

methode 2
In de figuur is op te meten dat $\alpha = 6°$.
Er geldt: $\tan \alpha = \frac{F_{res}}{F_z} = \frac{a_{res}}{g}$ ofwel $a_{res} = g \cdot \tan 6° = 9{,}81 \cdot 0{,}105 = 1 \text{ m s}^{-2}$.

- construeren van F_s **1**
- construeren van F_{res} **1**
- bepalen van α (met een marge van 1°) **1**
- inzicht $\tan \alpha = \frac{F_{res}}{F_z}$ of $\tan \alpha = \frac{a_{res}}{g}$ **1**
- completeren van de bepaling **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

5 ☐ uitkomst: 0,28 m

voorbeeld van een berekening:

$T = \frac{4,02}{3} = 1,340$ s ; $T = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2 = 1,340$ s ;

$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,650}{9,81}} = 1,617$ s $\rightarrow$ $\frac{1}{2}T_1 = 0,8087$ s.

$\frac{1}{2}T_2 = 1,340 - 0,8087 = 0,5313$ s $= \pi\sqrt{\frac{x}{9,81}}$ $\rightarrow$ $x = 9,81 \cdot \left(\frac{0,5313}{\pi}\right)^2 = 0,28$ m.

- berekenen van T **1**
- inzicht $T = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2$ **1**
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opgave 2 SoloTrek

Maximumscore 4

6 ☐ uitkomst: $F_{stuw} = 2,66 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een berekening:
Omdat de krachten constant zijn, is de beweging eenparig versneld, zodat geldt: $s = \frac{1}{2}at^2$.

Invullen geeft: $5,0 = \frac{1}{2}a(4,0)^2$ zodat $a = 0,625$ m s^{-2}.

Voor de krachten geldt: $\sum F = ma$, zodat $F_{stuw} - F_z = ma$.
Invullen geeft: $F_{stuw} - 255 \cdot 9,81 = 255 \cdot 0,625$. Hieruit volgt: $F_{stuw} = 2,66 \cdot 10^3$ N.

- gebruik van $s = \frac{1}{2}at^2$ **1**
- inzicht $F_{stuw} - F_z = ma$ **1**
- gebruik van $F_z = mg$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 5

7 ☐ uitkomst: $t = 5{,}3 \cdot 10^3$ s (=1,5 h)

voorbeeld van een berekening:
De stookwaarde van benzine is $33 \cdot 10^9$ Jm^{-3}.
De chemische energie van 47 liter benzine bedraagt: $E_{in} = 47 \cdot 10^{-3} \cdot 33 \cdot 10^9 = 1{,}55 \cdot 10^9$ J.
Voor het rendement geldt: $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}} \cdot 100\%$, zodat $P_{in} = \left(\frac{120 \cdot 735{,}5}{0{,}30}\right) = 2{,}94 \cdot 10^5$ W.
Uit $E_{in} = P_{in}\, t$ volgt dat de tijd kan worden berekend met $t = \frac{E_{in}}{P_{in}}$.
Invullen geeft: $t = \frac{1{,}55 \cdot 10^9}{2{,}94 \cdot 10^5} = 5{,}3 \cdot 10^3$ s (=1,5 h).

- opzoeken omrekeningsfactor van pk naar W **1**
- gebruik van $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}} \cdot 100\%$ **1**
- inzicht $E_{in} = V_{benzine}$·stookwaarde en opzoeken van stookwaarde van benzine **1**
- gebruik van $E_{in} = P_{in}t$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opgave 3 Ding-dong

Maximumscore 3

8 ☐ uitkomst: $v = 59$ ms^{-1}

voorbeeld van een berekening:
De klankstaaf heeft twee knopen bij P en Q. Voor de grondtoon geldt: PQ = $\frac{1}{2}\lambda$ = 7,5 cm.
λ = 15 cm; $v = f\lambda = 392 \cdot 0{,}15 = 59$ ms^{-1}.

- inzicht dat PQ = $\frac{1}{2}\lambda$ **1**
- gebruik van $v = f\lambda$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

9 ☐ voorbeeld van een antwoord:
De golflengte in beide klankstaven is hetzelfde. Een lagere toon betekent een kleinere frequentie. Met $v = f\lambda$ volgt dat bij een lagere frequentie de voortplantingssnelheid kleiner is. Dit is het geval voor de linker, dunnere klankstaaf. Dus de voortplantingssnelheid in de dunne klankstaven is kleiner.

- inzicht dat golflengte in beide klankstaven gelijk is **1**
- inzicht dat bij de linker klankstaaf een kleinere frequentie hoort **1**
- conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

10 □ uitkomst: $t = 0{,}05$ s

voorbeeld van een berekening:
4% van de elektrische energie wordt omgezet in zwaarte-energie. Voor de ontstane zwaarte-energie geldt dus $E_z = \eta \cdot UIt = 0{,}04 \cdot 6{,}0 \cdot 0{,}25 \cdot t = 0{,}06 \cdot t$.

$E_z = mgh = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}81 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 2{,}94 \cdot 10^{-3}$ J.

Bij de minimale indruktijd geldt: $0{,}04 \cdot E_{el} = E_z \rightarrow 0{,}06 \cdot t = 2{,}94 \cdot 10^{-3} \rightarrow t = 0{,}05$ s.

- inzicht dat $E_{el} = UIt$ **1**
- gebruik van $E_z = mgh$ **1**
- inzicht dat $t = \dfrac{E_z}{0{,}04 \cdot P_{el}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

11 □ uitkomst: $T = 0{,}13$ s

voorbeeld van een berekening:

$F_{veer} = Cu$ dus $C = \dfrac{F}{u}$. In de evenwichtsstand geldt: $Cu = mg$.

$C = \dfrac{mg}{u} = \dfrac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}81}{4{,}0 \cdot 10^{-3}} = 29{,}4$ N m^{-1}. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{12 \cdot 10^{-3}}{29{,}4}} = 0{,}13$ s.

- inzicht dat in de evenwichtsstand geldt: $Cu = mg$ **1**
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opgave 4 Sterilisatie

Maximumscore 2

12 □ voorbeeld van een antwoord:
Deze bezorgdheid is niet terecht. Na de bestraling met γ-straling bevatten deze voorwerpen geen radioactieve stoffen.

- inzicht dat de voorwerpen na de bestraling niet besmet zijn **1**
- consistente conclusie **1**

Maximumscore 3

13 □ voorbeeld van een antwoord:
$^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^{0}_{-1}\beta$ of $^{60}\text{Co} \rightarrow {}^{60}\text{Ni} + \text{e}^-$

- het elektron rechts van de pijl **1**
- Ni als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) **1**
- het aantal nucleonen links en rechts kloppend **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

14 □ uitkomst: t = 7 jaar

voorbeeld van een berekening:
De activiteit is evenredig met het aantal aanwezige radioactieve atoomkernen.
Voor de activiteit geldt dan: $A(t) = A(0)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau}$ met τ = 5,27 jaar.

Invullen geeft: $2\cdot10^{16} = 5\cdot10^{16}\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{t/5,27}$. Hieruit volgt: $\frac{t}{5,27} = \frac{\log\ 0,4}{\log\ 0,5} = 1,32$.

t = 7 jaar

- inzicht dat $A(t) = A(0)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau}$ **1**
- opzoeken van de halveringstijd **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

15 □ uitkomst: Het aantal γ-fotonen per seconde bedraagt $1\cdot10^3$.

voorbeeld van een berekening:
Voor de dosis geldt: $D = \frac{E_{str}}{m}$, zodat voor de benodigde stralingsenergie geldt: $E_{str} = Dm$.

Hieruit volgt: $E_{str} = 10^4\cdot0,020\cdot10^{-9} = 2,0\cdot10^{-7}$ J.
Deze energie moet in 15 minuten worden geleverd.

Per seconde moet dus $\frac{2,0\cdot10^{-7}}{15\cdot60} = 2,2\cdot10^{-10}$ J worden geleverd.

De energie van één γ-foton bedraagt 1,1 MeV = $1,1\cdot1,6\cdot10^{-13} = 1,8\cdot10^{-13}$ J.

Het aantal γ-fotonen per seconde bedraagt dus: $\frac{2,2\cdot10^{-10}}{1,8\cdot10^{-13}} = 1\cdot10^3$.

- inzicht dat $E_{str} = Dm$ **1**
- inzicht dat $N = \frac{E_{str}}{E_f}$ en omrekenen fotonenergie naar joule **1**
- omrekenen naar seconden **1**
- completeren van de berekening **1**

Opgave 5 Zonnetoren

Maximumscore 2

16 □ uitkomst: 9,59 uur

voorbeeld van een berekening:

De omgezette energie per dag is $\frac{700}{365} = 1,92$ GWh = $1,92\cdot10^3$ MWh.

Met $E = Pt$ volgt $t = \frac{1,92\cdot10^3}{200} = 9,59$ uur.

- gebruik $E = Pt$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

17 ☐ uitkomst: $\Delta T = 28$ K

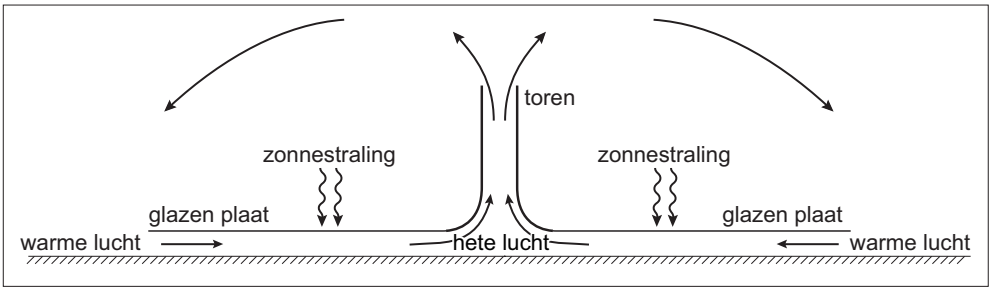
voorbeeld van een berekening:
Het vermogen dat de lucht van de zon ontvangt, is
$P = \eta \cdot I_{zon} \cdot \pi r^2 = 0{,}80 \cdot 1{,}3 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot \left(2{,}5 \cdot 10^3\right)^2 = 2{,}04 \cdot 10^{10}$ W.
De hoeveelheid warmte die de lucht per minuut ontvangt, is gelijk aan
$Q = Pt = 2{,}04 \cdot 10^{10} \cdot 60 = 1{,}22 \cdot 10^{12}$ J.

Voor de temperatuurstijging per minuut geldt: $\Delta T = \frac{Q}{mc} = \frac{1{,}22 \cdot 10^{12}}{4{,}3 \cdot 10^7 \cdot 1{,}00 \cdot 10^3} = 28$ K.

- inzicht dat $P = \eta \cdot I_{zon} \cdot \pi r^2$ **1**
- gebruik van $Q = Pt$ **1**
- gebruik van $Q = mc\Delta T$ met opzoeken c_{lucht} **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

18 ☐ voorbeeld van een antwoord:



uitleg:
Door het verwarmen zet lucht uit. Hierdoor wordt de dichtheid kleiner dan de dichtheid van koude lucht. De warme lucht gaat daardoor opstijgen (door de toren). Onder de glazen plaat ontstaat dan een lage druk. Daardoor zal er lucht vanuit de omgeving onder de glasplaat worden gezogen.

- tekening met pijlen voor de stroomrichting onder glasplaat en in de toren **1**
- tekenen van pijlen buiten de zonnetoren **1**
- inzicht dat de dichtheid van warme lucht kleiner is dan de dichtheid van koude lucht en dat de warme lucht hierdoor omhoog gaat **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

19 ☐ uitkomst: $1{,}1\cdot10^{9}$ J

voorbeeld van een berekening:
Het volume lucht dat per seconde passeert is $\pi r^2 v = \pi\cdot 65^2\cdot 54 = 7{,}17\cdot10^{5}$ m^3.

Het aantal mol is dan $n = \dfrac{pV}{RT} = \dfrac{1{,}02\cdot10^{5}\cdot 7{,}17\cdot10^{5}}{8{,}31\cdot 353} = 2{,}49\cdot10^{7}$ mol.

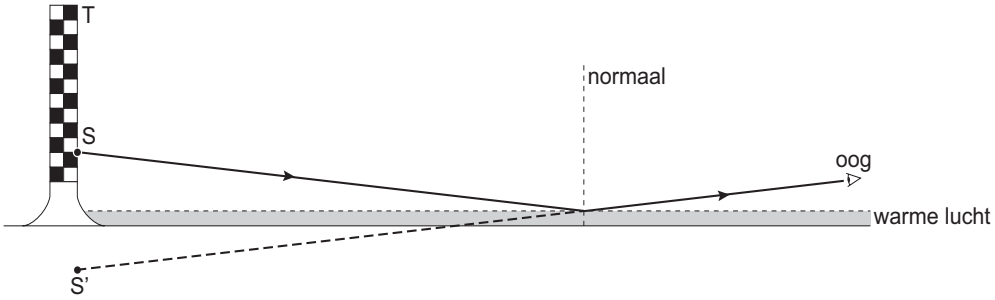
De massa van de lucht is dan $2{,}49\cdot10^{7}\cdot 0{,}029 = 7{,}23\cdot10^{5}$ kg.

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 7{,}23\cdot10^{5}\cdot(54)^2 = 1{,}1\cdot10^{9}$ J.

- inzicht dat $\Delta V = \pi r^2 v$ **1**
- gebruik van $n = \dfrac{pV}{RT}$ met R opgezocht **1**
- omrekening naar massa en gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

20 ☐ voorbeeld van een antwoord:



- punt S gespiegeld in de reflectielaag (of het oog gespiegeld) **1**
- met dit gespiegelde punt het punt gevonden waar de lichtstraal wordt gespiegeld **1**
- lichtstraal met pijl getekend van S via de reflectielaag **1**

Opmerking
Als een kandidaat niet S of het oog gespiegeld heeft, maar met behulp van hoek van inval = hoek van terugkaatsing de juiste lichtstraal heeft getekend: maximaal 2 punten toekennen.

Maximumscore 3

21 ☐ voorbeeld van een antwoord:
De lichtstraal die vanuit 'S' de overgang van koude naar warme lucht treft, zal een invalshoek hebben die groter is dan de grenshoek. Hierdoor ontstaat totale reflectie.
Een lichtstraal die vanuit de top 'T' de overgang van koude naar warme lucht treft, zal een invalshoek hebben die kleiner is dan de grenshoek. Er ontstaat nu vooral breking.
(De intensiteit van de teruggekaatste lichtstraal is nu te weinig om waar te nemen.)

- inzicht totale reflectie of noemen van de grenshoek **1**
- inzicht dat de lichtstraal die vanuit T na spiegeling het oog zou treffen, een kleinere invalshoek met de normaal op de luchtlaag heeft **1**
- inzicht dat er geen totale terugkaatsing meer optreedt als de invalshoek kleiner is dan de grenshoek **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Automatische lichtschakelaar

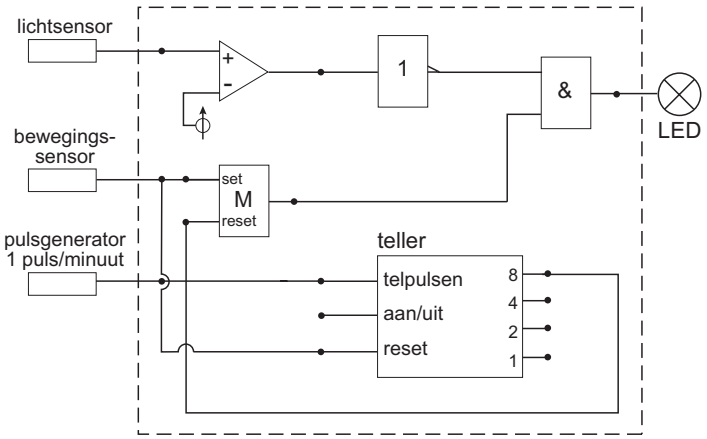
Maximumscore 2

22 □ voorbeeld van een antwoord:
Zij moeten weten hoe groot het totale vermogen van de lampen in het lokaal is en hoeveel tijd ze in de nieuwe situatie per dag minder branden dan in de oude situatie.

- het totale vermogen van de lampen **1**
- de tijd dat de lampen minder branden **1**

Maximumscore 4

23 □ voorbeeld van een antwoord:



- 8-uitgang teller naar reset van de geheugencel **1**
- reset teller aangesloten op de bewegingssensor **1**
- gebruik van invertor na de lichtsensor **1**
- completeren van de schakeling **1**

Opmerking
Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet werkende schakeling is getekend: maximaal 3 punten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 4

24 □ antwoord: Als de lichtintensiteit kleiner is dan $2{,}0 \cdot 10^2$ lux.

voorbeeld van een antwoord:
De ADC verdeelt de spanning van 5 V in 16 gelijke stappen.
Als de uitgangen 4 en 8 hoog zijn, is de spanning groter dan $\frac{12}{16}$ van 5,0 V = 3,75 V.

Uit figuur 10 volgt dan dat de lichtintensiteit kleiner is dan $2{,}0 \cdot 10^2$ lux.

- inzicht dat de 4-bits ADC de spanning omzet in 16 gelijke stappen **1**
- inzicht dat het omslagpunt ligt bij 3,75 V **1**
- bijbehorende waarde van de lichtintensiteit aflezen met marge van $0{,}1 \cdot 10^2$ lux **1**
- completeren van het antwoord **1**

[redacted]

inzenden scores
Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 23 juni naar Cito.

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