Correctievoorschrift VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 05

Tijdvak 1

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 vak natuurkunde 1 VWO kunnen maximaal 78 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 Nucleaire diagnostiek

Maximumscore 3

1 □ uitkomst: $N = 5{,}3 \cdot 10^{18}$

voorbeeld van een berekening:

$A = 400 \cdot 3{,}7 \cdot 10^{10} = 1{,}48 \cdot 10^{13}$ Bq.

Er geldt $A = \frac{\ln 2}{\tau} \cdot N$, zodat $1{,}48 \cdot 10^{13} = \frac{\ln 2}{68{,}3 \cdot 3600} \cdot N$. Hieruit volgt $N = 5{,}3 \cdot 10^{18}$.

- omrekenen van curie naar Bq **1**
- opzoeken van de halveringstijd van ^{99}Mo en omrekenen in seconde **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

2 □ voorbeeld van een antwoord:
Met een badge registreert men de in een bepaalde periode opgelopen straling(sbelasting) / dosis(equivalent). / Hoe meer straling, des te hoger de meetwaarde bij het uitlezen van de badge.
Door de meetperiode niet te lang te maken, kan de laborant tijdig gewaarschuwd worden. / Bij een te hoge gemeten dosis kan de laborant tijdelijk op non-actief worden gesteld / minder met radioactieve preparaten in aanraking gebracht worden.

- inzicht dat een badge de opgelopen stralingsdosis registreert **1**
- inzicht dat de radiodiagnostisch laborant enige tijd niet blootgesteld mag worden aan radioactiviteit indien de badge een te hoge dosis heeft geregistreerd **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

3 ☐ uitkomst: $\tau_{bio} = 3{,}0$ uur

voorbeelden van een berekening:
methode 1

In de formule kan men drie gegevens invullen: $\frac{A(t)}{A(0)} = 0{,}50 \cdot 10^{-3}$; $t = 22$ u; $\tau = 6{,}0$ u.

Dit geeft:

$0{,}50 \cdot 10^{-3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{22/6{,}0} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{22/\tau_{bio}} \rightarrow 6{,}35 \cdot 10^{-3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{22/\tau_{bio}} \rightarrow \log 6{,}35 \cdot 10^{-3} = \frac{22}{\tau_{bio}} \log \frac{1}{2}$

$\tau_{bio} = 3{,}0$ u.

- inzicht dat $\frac{A(t)}{A(0)} = 0{,}50 \cdot 10^{-3}$ **1**
- opzoeken halveringstijd van ^{99m}Tc en invullen in de gegeven formule **1**
- invullen van t = 22 (uur) in de gegeven formule **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2

Na 22 uur is over ten gevolge van het γ-verval: $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{22/6} = 0{,}079 \cdot A(0)$.

Vervolgens: $0{,}00050 \cdot A(0) = 0{,}079 \cdot A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{22/\tau_{bio}}$, zodat $\left(\frac{1}{2}\right)^{22/\tau_{bio}} = 6{,}35 \cdot 10^{-3}$.

Hieruit volgt $\tau_{bio} = 3{,}0$ u.

- inzicht dat eerst $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau}$ met $\tau = 6{,}0$ u gebruikt moet worden **1**
- $A(t) = 0{,}079 \cdot A(0)$ **1**
- inzicht dat vervolgens $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau_{bio}}$ gebruikt moet worden waarin $A(t) = 0{,}00050 \cdot A(0)^*$ waarin $A(0)^*$ de uitkomst van de eerste stap is **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

4 ☐ voorbeeld van een antwoord:
^{99m}Tc is geschikt voor medisch onderzoek omdat:
1. de bij het verval ontstane gammastraling een groot doordringend vermogen heeft en dus nauwelijks in het lichaam wordt geabsorbeerd;
2. de halveringstijd (6,0 uur) is lang genoeg om onderzoek te kunnen doen;
3. de dochterkern is (vanwege de grote halveringstijd) vrijwel niet radioactief.

- Gammastraling heeft een groot doordringend vermogen en is dus goed te detecteren aan de buitenkant (of: nauwelijks in het lichaam geabsorbeerd) **1**
- De halveringstijd (6,0 uur) is lang genoeg om onderzoek te kunnen doen (of: de halveringstijd (6,0 uur) is zodanig, dat na enkele dagen de activiteit flink is afgenomen) **1**
- De dochterkern is (vanwege de grote halveringstijd) vrijwel niet radioactief **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Schommelboot

Maximumscore 3

5 □ uitkomst: $\ell = 13$ m

voorbeeld van een berekening:

De slingertijd $T = 2 \cdot 3,6 = 7,2$ s. Dit ingevuld in de slingerformule $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ levert

$7,2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{9,81}}$. Hieruit volgt: $\ell = 13$ m.

- gebruik van slingerformule — 1
- inzicht dat de gemeten tijd de helft is van de slingertijd — 1
- completeren van de berekening — 1

Maximumscore 2

6 □ voorbeelden van argumenten (twee van de volgende):

- De boot heeft een te grote uitwijking(shoek) om de formule te mogen gebruiken.
- Door de eigen afmetingen van de boot is de afstand PQ groter dan de slingerlengte ℓ (aangezien het zwaartepunt van de boot niet samenvalt met Q).
- De massa van de stellage waarmee de boot is opgehangen mag niet verwaarloosd worden (zodat het zwaartepunt van de slinger niet samenvalt met Q).
- De boot wordt aangedreven en slingert dus niet noodzakelijkerwijs in zijn eigenfrequentie.
- Het is geen mathematische slinger, terwijl wel de daarbij behorende formule wordt gebruikt.

per juist argument — 1

Maximumscore 4

7 □ uitkomst: PQ = 15 m

voorbeeld van een bepaling:
De foto is 72×48 mm en het negatief 36×24 mm.
De foto is dus 2,0 keer zo groot als het negatief.
PQ op de foto is 3,95 cm. De lengte van PQ op het negatief is dus $0,50 \cdot 3,95 = 2,0$ cm.

Voor de vergroting geldt $N = \frac{b}{v} \approx \frac{f}{v}$ dus $N = \frac{0,050}{37} = 1,35 \cdot 10^{-3}$.

De werkelijke lengte PQ is $\frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{1,35 \cdot 10^{-3}} = 15$ m.

- inzicht dat de vergrotingsfactor van het negatief naar de foto bepaald moet worden — 1
- opmeten van PQ op de foto en inzicht dat de afmeting van PQ op het negatief bepaald moet worden — 1
- inzicht $N = \frac{f}{v}$ of gebruik van $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ en $N = \frac{b}{v}$ — 1
- completeren van de bepaling — 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 2

8 □ voorbeeld van een antwoord:

juist argument voor Anne:
Als de stokken dicht bij elkaar staan, ligt de aldus bepaalde snelheid vlakbij de maximale snelheid.

juist argument voor Bas:
Als de stokken ver uit elkaar staan is de tijdsduur nauwkeuriger te meten.
(Bovendien is de fout in de afstandsmeting kleiner.)

- juist argument voor Anne **1**
- juist argument voor Bas **1**

Maximumscore 3

9 □ uitkomst: $v = 7{,}96\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $f_w = f_b \cdot \frac{v}{v - v_b}$, dus in het laagste punt geldt: $819 = 800 \cdot \frac{343}{343 - v_b}$.

Hieruit volgt $v_b = 7{,}96\ \text{m s}^{-1}$.

- gebruik van $f_w = f_b \cdot \frac{v}{v - v_b}$ **1**
- opzoeken van de geluidssnelheid **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Pelikanen

Maximumscore 3

10 uitkomst: $s = 19$ m

voorbeelden van een schatting:

methode 1
Per minuut maakt een pelikaan 45 slagen.
Dat is $45 \cdot 60 = 2{,}7 \cdot 10^3$ slagen per uur. In één uur vliegt hij 50 km.
Dus per slag legt hij gemiddeld $\frac{50 \cdot 10^3}{2{,}7 \cdot 10^3} = 19$ m af.

- berekenen aantal vleugelslagen per uur óf afstand per minuut **1**
- inzicht afstand van één slag is afstand per uur (of per minuut) gedeeld door het aantal slagen per uur (of per minuut) **1**
- completeren van de schatting **1**

methode 2
45 slagen per minuut komt neer op een tijd van $\frac{60}{45} = 1{,}33$ s per vleugelslag.
De snelheid is $50 \text{ km h}^{-1} = 13{,}9 \text{ m s}^{-1}$. Dus $s = vt = 13{,}9 \cdot 1{,}33 = 19$ m.

- berekenen tijd per vleugelslag **1**
- gebruik van $s = vt$ met v omgerekend in m s^{-1} **1**
- completeren van de schatting **1**

Maximumscore 4

11 uitkomst: $F = 39$ N

voorbeeld van een bepaling:
De kracht die de pelikaan uitoefent, is te berekenen met de formule $F - F_w = ma$,
waarbij a kan worden bepaald uit de helling van de grafiek op een punt waar de grafiek het steilst omhoog loopt. Uit de raaklijn in dat punt volgt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2{,}8 \text{ m s}^{-2}$. Voor de kracht volgt hiermee: $F = 7{,}5 \cdot 2{,}8 + 18 = 39$ N.

- gebruik van $F - F_w = ma$ **1**
- tekenen van een raaklijn op t = 0 s of t = 4,1 s of t = 8,2 s **1**
- bepalen van a met een marge van $0{,}2 \text{ m s}^{-2}$ **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Wanneer steilheid bepaald voor $\Delta t \leq 1$ s: maximaal 3 punten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 5

12 ☐ uitkomst: $k = 0,48\ (\text{kg m}^{-3})$

voorbeeld van een bepaling:
Het silhouet van de pelikaan bestaat uit 25 hokjes.
Dat komt overeen met een oppervlakte van $25 \cdot 1,0 \cdot 10^2\ \text{cm}^2 = 2,5 \cdot 10^3\ \text{cm}^2 = 0,25\ \text{m}^2$.
De snelheid v van de pelikaan op t = 4,1 s is $12,3\ \text{m s}^{-1}$.
De waarde van k valt nu te berekenen uit: $18 = k \cdot 0,25 \cdot 12,3^2$. Hieruit volgt: $k = 0,48\ \text{kg m}^{-3}$.

- bepalen aantal hokjes van de frontale oppervlakte (met een marge van 4) **1**
- berekenen werkelijke frontale oppervlakte **1**
- aflezen snelheid op t = 4,1 s (met een marge van $0,2\ \text{m s}^{-1}$) **1**
- gebruik van de formule $F_w = k A v^2$ met $F_w = 18$ N **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 4

13 ☐ antwoord: 28%

voorbeeld van een berekening:
Er geldt $E = Pt$.
Omdat $E_{\text{V-vlucht}} = E_{\text{solo-vlucht}}$ geldt $(Pt)_{\text{V}} = (Pt)_{\text{solo}}$, zodat

$$t_{\text{V-vlucht}} = t_{\text{solo}} \cdot \frac{P_{\text{solo}}}{P_{\text{V-vlucht}}} = t_{\text{solo}} \cdot \frac{1}{(1-0,14)} = 1,16 \cdot t_{\text{solo}}.$$

Ook geldt $s = \langle v \rangle \cdot t$ zodat $s_{\text{V-vlucht}} = (vt)_{\text{V-vlucht}} = 1,10 \cdot v_{\text{solo}} \cdot 1,16 \cdot t_{\text{solo}} = 1,28 \cdot s_{\text{solo}}$.
De afstand die de pelikanen kunnen afleggen neemt dus met 28% toe.

- gebruik van $E = Pt$ **1**
- inzicht dat $t_{\text{V-vlucht}} = 1,16 \cdot t_{\text{solo}}$ **1**
- gebruik van $s = \langle v \rangle \cdot t$ en inzicht dat $v_{\text{V-vlucht}} = 1,10 \cdot v_{\text{solo}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Wanneer op grond van lineaire benadering antwoord 24% gevonden: maximaal 2 punten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Helios

Maximumscore 4

14 ☐ uitkomst: $\rho = 0{,}015\ \text{kg m}^{-3}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Gebruik $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ met $V_1 = 1\ \text{m}^3$ levert: $\frac{1{,}013 \cdot 10^5 \cdot 1}{273} = \frac{1{,}00 \cdot 10^3 \cdot V_2}{230} \rightarrow V_2 = 85{,}3\ \text{m}^3$.

Dezelfde massa lucht heeft op 30 km hoogte een 85,3 maal zo groot volume.

Dus geldt voor de dichtheid van lucht op 30 km hoogte: $\rho = \frac{1{,}293}{85{,}3} = 0{,}015\ \text{kg m}^{-3}$.

- gebruik van $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ **1**
- waarden voor p_1 en T_1 op de grond en p_2 en T_2 op 30 km hoogte ingevuld **1**
- inzicht dat (bij dezelfde massa of aantal mol) de verhouding van de dichtheid van de lucht omgekeerd evenredig is met de verhouding van het volume **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2

De algemene gaswet luidt $pV = nRT$ dus $V = \frac{nRT}{p}$.

Omdat geldt $\rho = \frac{m}{V}$ kan men schrijven: $\rho = \frac{mp}{nRT}$ waarin *m*, *n* en *R* constanten zijn.

Als men de dichtheid op 30 km hoogte vergelijkt met die op zeeniveau, geldt:

$\rho(30) = \frac{p(30)}{p(0)} \cdot \frac{T(0)}{T(30)} \cdot \rho(0) = \frac{1{,}00 \cdot 10^3}{1{,}013 \cdot 10^5} \cdot \frac{273}{230} \cdot 1{,}293 = 0{,}015\ \text{kg m}^{-3}$.

- gebruik van $pV = nRT$ **1**
- inzicht dat dichtheid alleen afhangt van *p* en *T* **1**
- waarden voor *p* en *T* op de grond en op 30 km hoogte ingevuld **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

15 ☐ uitkomst: 0,40%

voorbeeld van een berekening:

De snelheid $v = \frac{50}{3,6} = 13,9\ \text{m s}^{-1}$.

De arbeid die per s nodig is: $P_{\text{nuttig}} = Fv = 6,0 \cdot 13,9 = 83,3$ W.

Het elektrische vermogen $P_{\text{el}} = 14 \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 2,1 \cdot 10^4$ W.

Het percentage van het elektrisch vermogen dat in nuttig vermogen wordt omgezet is

$\frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{el}}} \cdot 100\% = \frac{83,3}{2,1 \cdot 10^4} \cdot 100\% = 0,40\%$.

- snelheid omgerekend naar m s^{-1} **1**
- gebruik van $P_{\text{nuttig}} = Fv$ of $W_{\text{nuttig}} = Fs$ èn $P_{\text{nuttig}} = \frac{W_{\text{nuttig}}}{t}$ **1**
- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{el}}} (\cdot 100\%)$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

16 ☐ uitkomst: $E_{\text{el}} = 26$ MJ (of 7,3 kWh)

voorbeeld van een berekening:

Het vermogen dat van de zonnestraling afkomt en in elektrische energie wordt omgezet is:

$P_{\text{el}} = 0,08 \cdot 0,95 \cdot 74 \cdot 3,6 \cdot 1,4 \cdot 10^3 = 2,83 \cdot 10^4$ W.

Daarvan wordt $14 \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 2,1 \cdot 10^4$ W gebruikt door de motoren.

Het vermogen dat overblijft voor de accu's is $7,3 \cdot 10^3$ W.

Dus wordt in één uur aan de accu's een energie van $E = Pt = 7,3 \cdot 10^3 \cdot 3600 = 2,6 \cdot 10^7$ J geleverd.

- inzicht dat het oppervlak dat zonlicht opvangt, gelijk is aan $0,95 \cdot \ell \cdot b$ van de Helios **1**
- inzicht dat het opvallend vermogen gelijk is aan de intensiteit maal het oppervlak èn het rendement van de zonnecellen in rekening gebracht **1**
- inzicht dat het vermogen voor de accu's gelijk is aan $P_{\text{el}} - 14 \cdot 1,5 \cdot 10^3$ W **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Sauna

Maximumscore 3

17 voorbeeld van een antwoord:

De spanning van 398 V is $\frac{398}{230} = 1{,}73$ maal zo hoog als de netspanning van 230 V.

Voor het vermogen geldt: $P = \frac{U^2}{R}$. Dus bij gelijkblijvende weerstand R wordt het vermogen $(1{,}73)^2 = 3$ maal zo groot.

- inzicht dat spanning 1,73 maal zo groot wordt **1**
- gebruik van $P = UI$ of inzicht dat $P = \frac{U^2}{R}$ of $P = I^2R$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

18 voorbeeld van een antwoord:

Het zweet verdampt. Hiervoor is warmte nodig. Deze warmte wordt aan de (lucht om de) huid onttrokken.

- inzicht dat het zweet verdampt **1**
- inzicht dat hiervoor warmte nodig is **1**
- inzicht dat deze warmte aan de (lucht om de) huid onttrokken wordt **1**

Maximumscore 3

19 uitkomst: $m = 0{,}71$ kg

voorbeeld van een berekening:
De (waterdamp)druk = 3,5 kPa. Het aantal mol waterdamp is te berekenen met de algemene gaswet: $n = \frac{pV}{RT} = \frac{3{,}5 \cdot 10^3 \cdot 34}{8{,}31 \cdot 363} = 39{,}4$ mol. De massa is $39{,}4 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 0{,}71$ kg.

- gebruik van de ideale gaswet met R opgezocht **1**
- inzicht $p_{\text{waterdamp}} = 3{,}5 \cdot 10^3$ Pa **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

20 ☐ uitkomst: $C = 7{,}4 \cdot 10^4$ J K^{-1}

voorbeeld van een berekening:
Bij het verwarmen geldt: $Q = C_{\text{totaal}} \cdot \Delta T$.
Beschouw een tijdsduur van 1,0 s.
Invullen geeft: $32{,}6 \cdot 10^3 = C_{\text{totaal}} \cdot 0{,}27$.
Hieruit volgt: $C_{\text{totaal}} = 121$ kJ K^{-1}.
Voor de lucht geldt: $C_{\text{damp+lucht}} = 47$ kJ K^{-1}.
Zodat: $C_{\text{wanden, banken en andere voorwerpen}} = 121 - 47 = 74$ kJ K^{-1}.

- inzicht dat er $\frac{1{,}0}{0{,}27}$ maal het vermogen nodig is per K temperatuurstijging **1**
- berekenen totale warmtecapaciteit **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

21 ☐ uitkomst: sensor *a* is het meest geschikt

voorbeeld van een uitleg:
Met een sensor die in de buurt van 90 °C de grootste gevoeligheid heeft kan men het nauwkeurigst de temperatuur regelen. De gevoeligheid is de steilheid van de karakteristiek, dus kan sensor *a* het best gebruikt worden.

- inzicht dat de gevoeligheid van de sensor bepalend is voor de nauwkeurigheid van de temperatuurregeling **1**
- inzicht dat sensor *a* bij 90 °C de grootste gevoeligheid heeft **1**

Opmerking
Antwoord zonder 'gevoeligheid': 0 punten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Etalageverlichting

Maximumscore 2

22 ☐ uitkomst: 256 s

voorbeeld van een bepaling:
(Op t = 0 gaat de rode lamp aan.) Omdat de pulsgenerator is ingesteld op 1 Hz, ontvangt de teller 1 puls per s en zal de 256-uitgang pas hoog worden na 256 s. Op dat moment gaat de rode lamp uit. De rode lamp brandt dus van t = 0 tot t = 256, dus 256 s.

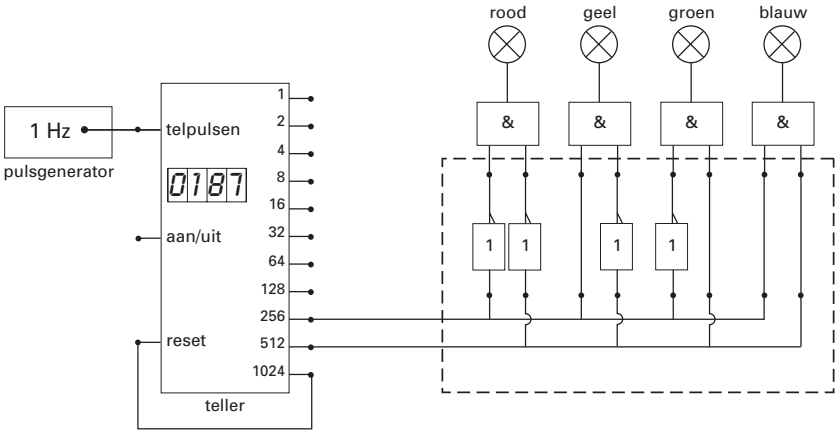
- inzicht dat de tellerstand elke seconde 1 hoger gaat **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Juiste inzicht maar als antwoord gegeven 255 s: goed rekenen.

Maximumscore 3

23 ☐ antwoord:

kleur lamp	brandt bij tellerstand	uitgang 256	uitgang 512
rood	0 t/m 255	laag	laag
geel	256 t/m 511	hoog	laag
groen	512 t/m 767	laag	hoog
blauw	768 t/m 1023	hoog	hoog

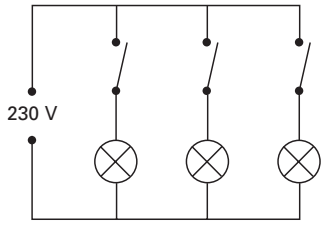


- tabel volledig goed **1**
- één van de lampen conform de tabel aangesloten **1**
- completeren van de schakeling **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 2

24 ☐ antwoord:



- de drie lampen parallel geschakeld **1**
- schakelaars in serie met de lampen **1**

Maximumscore 3

25 ☐ antwoord: De twee halogeenlampen mogen niet worden aangesloten.

voorbeeld van een bepaling:
De schijf maakt 36 omwentelingen in 60 s, dus $60 \cdot 36 = 2{,}16 \cdot 10^3$ omwentelingen per uur.
Dit komt overeen met een vermogen van $\frac{2{,}16 \cdot 10^3}{600} = 3{,}60$ kW.
Het maximale vermogen dat op de smeltveiligheid mag worden aangesloten, bedraagt $P = UI = 230 \cdot 16 = 3{,}68$ kW. Er is dus nog 3,68 – 3,60 = 0,08 kW over en dat is onvoldoende voor de extra lampen.

- berekenen van het huidige vermogen in de etalage **1**
- gebruik van $P = UI$ voor het maximale vermogen van de smeltveiligheid **1**
- consequente conclusie **1**

inzenden scores
Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma Wolf of vul de scores in op de optisch leesbare formulieren.
Zend de gegevens uiterlijk op 1 juni naar de Citogroep.

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