Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 05

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 1,2 HAVO kunnen maximaal 84 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 beoordelingsmodel 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 Nerobergbahn

Maximumscore 3

1 □ uitkomst: Er is $9{,}0\cdot10^2$ liter water in wagon A gepompt.

voorbeeld van een berekening:
De totale massa van wagon A is gelijk aan de totale massa van wagon B.
Hieruit volgt dat $m_{water} = (40-25)\cdot 60 = 9{,}0\cdot10^2$ kg.

1 liter water heeft een massa van 1 kg. Er is dus $9{,}0\cdot10^2$ liter water in wagon A gepompt.

- inzicht dat de totale massa van wagon A gelijk is aan de totale massa van wagon B **1**
- berekenen van m_{water} **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

2 □ uitkomst: $m_{totaal} = 2{,}4\cdot10^4$ kg

voorbeeld van een berekening:
Voor de resulterende kracht op het hele systeem geldt: $F_R = m_{totaal}\cdot a$,
waarin $F_R = F_A - F_B = 23{,}5\cdot10^3 - 19{,}5\cdot10^3 = 4{,}0\cdot10^3$ N en $a = 0{,}17$ m/s^2.

Hieruit volgt dat $m_{totaal} = \dfrac{F_R}{a} = \dfrac{4{,}0\cdot10^3}{0{,}17} = 2{,}4\cdot10^4$ kg.

- gebruik van $F = ma$ **1**
- inzicht dat $F_R = F_A - F_B$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als F_R gelijk gesteld is aan F_A + F_B: maximaal 1 punt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

3 ☐ uitkomst: $F_K = 2{,}1 \cdot 10^4$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor de resulterende kracht op wagon B geldt: $F_R = F_K - F_B = m_B a$,
waarin $F_B = 19{,}5 \cdot 10^3$ N, $m_B = 10{,}5 \cdot 10^3$ kg en $a = 0{,}17$ m/s^2.
Hieruit volgt dat $F_K = 19{,}5 \cdot 10^3 + 10{,}5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}17 = 2{,}1 \cdot 10^4$ N.

- inzicht dat $F_R = F_K - F_B$ **1**
- inzicht $F_R = m_B a$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als F_R gelijk gesteld is aan F_K + F_B: maximaal 1 punt.

Maximumscore 3

4 ☐ uitkomst: $v_{gem} = 7{,}5$ km/h

voorbeeld van een berekening:
Voor de gemiddelde snelheid geldt: $v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, waarin $\Delta s = 0{,}438$ km en
$\Delta t = \frac{3{,}5}{60} = 0{,}0583$ h. Hieruit volgt dat $v_{gem} = \frac{0{,}438}{0{,}0583} = 7{,}5$ km/h.

- gebruik van $v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ **1**
- omrekenen van Δs in km en Δt in h (of berekenen van v_{gem} in m/s) **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

5 ☐ uitkomst: Het minimale vermogen dat de pomp moet leveren, is $1{,}4 \cdot 10^4$ W.

voorbeeld van een berekening:
Voor de toename van de zwaarte-energie ΔE_z van het water dat in 1,0 uur omhoog wordt gepompt, geldt: $\Delta E_z = mg\Delta h$, waarin $m = 60 \cdot 10^3$ kg, $g = 9{,}81$ m/s^2 en $\Delta h = 83$ m.
Hieruit volgt dat $\Delta E_z = 60 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 83 = 4{,}89 \cdot 10^7$ J.
Voor het vermogen geldt: $P = \frac{\Delta E_z}{\Delta t}$, waarin $\Delta E_z = 4{,}89 \cdot 10^7$ J en $t = 60 \cdot 60 = 3{,}6 \cdot 10^3$ s.
Het minimale vermogen dat de pomp moet leveren, is dus $\frac{4{,}89 \cdot 10^7}{3{,}6 \cdot 10^3} = 1{,}4 \cdot 10^4$ W.

- gebruik van $E_z = mgh$ **1**
- inzicht dat de massa van 60 m^3 water gelijk is aan $60 \cdot 10^3$ kg **1**
- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Cyclotron

Maximumscore 3

6 □ antwoord:

$$^{68}_{30}\mathrm{Zn} + {}^{1}_{1}\mathrm{p} \rightarrow {}^{67}_{31}\mathrm{Ga} + 2\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

- invullen van het atoomnummer **1**
- invullen van de naam van de isotoop **1**
- invullen van het massagetal **1**

Maximumscore 4

7 □ uitkomst: $E_{\text{proton}} = 1{,}91 \cdot 10^{-12}$ J of $E_{\text{proton}} = 11{,}9$ MeV

voorbeelden van een berekening:

methode 1
De energie van het proton moet minimaal gelijk zijn aan de energie die correspondeert met het massaverschil links en rechts van de pijl: $E_{\text{proton}} = \Delta m c^2$.

Hierin is $\Delta m = (68{,}9285 - 68{,}9157)\ \text{u} = 0{,}0128 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \text{kg} = 2{,}125 \cdot 10^{-29}\ \text{kg}$ en $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s.

Hieruit volgt dat $E_{\text{proton}} = 2{,}125 \cdot 10^{-29} \cdot (3{,}00 \cdot 10^{8})^2 = 1{,}91 \cdot 10^{-12}$ J.

- inzicht dat $E_{\text{proton}} = \Delta m c^2$ **1**
- berekenen van Δm in kg **1**
- opzoeken van c **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2
De energie van het proton moet minimaal gelijk zijn aan de energie die correspondeert met het massaverschil links en rechts van de pijl.
$\Delta m = 68{,}9285 - 68{,}9157 = 0{,}0128$ u en $1\ \text{u} = 931{,}49$ MeV.
Hieruit volgt dat $E_{\text{proton}} = 0{,}0128 \cdot 931{,}49 = 11{,}9$ MeV.

- inzicht de energie van het proton minimaal gelijk moet zijn aan de energie die correspondeert met het massaverschil links en rechts van de pijl **1**
- berekenen van Δm in u **1**
- opzoeken dat 1 u overeenkomt met 931,49 MeV **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

8 ☐ uitkomst: $v = 6{,}19 \cdot 10^{6}$ m/s

voorbeeld van een berekening:
Voor de kinetische energie geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,
waarin $E_k = 200 \cdot 10^{3} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 3{,}204 \cdot 10^{-14}$ J en $m = 1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg.
Hieruit volgt dat $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3{,}204 \cdot 10^{-14}}{1{,}673 \cdot 10^{-27}}} = 6{,}19 \cdot 10^{6}$ m/s.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ **1**
- omrekenen van keV naar J **1**
- opzoeken van de massa van het proton **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

9 ☐ uitkomst: $B = 0{,}54$ T

voorbeeld van een berekening:
Voor de middelpuntzoekende kracht geldt: $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$,
waarin $m = 1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg, $v = 2{,}5 \cdot 10^{7}$ m/s en $r = 0{,}48$ m.
Dus $F_{mpz} = \frac{1{,}673 \cdot 10^{-27} \cdot (2{,}5 \cdot 10^{7})^2}{0{,}48} = 2{,}18 \cdot 10^{-12}$ N.
Omdat de lorentzkracht de middelpuntzoekende kracht levert, geldt: $F_{mpz} = Bqv$,
waarin $v = 2{,}5 \cdot 10^{7}$ m/s en $q = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C.
Hieruit volgt dat $B = \frac{F_{mpz}}{qv} = \frac{2{,}18 \cdot 10^{-12}}{1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{7}} = 0{,}54$ T.

- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ **1**
- berekenen van F_{mpz} **1**
- inzicht dat $F_{mpz} = Bqv$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als in de vorige vraag met een verkeerde waarde voor de massa van het proton en/of de eenheidslading is gerekend en dat hier wordt herhaald: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

10 ☐ uitkomst: Bij de productie moet het gallium een activiteit van $4{,}0 \cdot 10^5$ Bq hebben.

voorbeeld van een berekening:

Tussen productie en gebruik van het gallium-67 verlopen $\frac{10}{3{,}33} = 3{,}0$ halveringstijden.

Bij de productie is de activiteit dus $2^{3{,}0}$ maal groter dan bij het gebruik.
Hieruit volgt dat het gallium bij de productie een activiteit van $2^{3{,}0} \cdot 5{,}0 \cdot 10^4 = 4{,}0 \cdot 10^5$ Bq moet hebben.

- inzicht dat er 3,0 halveringstijden zijn verstreken **1**
- inzicht dat de activiteit bij de productie $2^{3{,}0}$ maal groter is dan bij het gebruik **1**
- completeren van de berekening **1**

[redacted] **Opgave 3 Duikloep**

Maximumscore 3

11 ☐ uitkomst: $N = 1{,}8$ (met een marge van 0,2)

voorbeeld van een bepaling:

Voor de lineaire vergroting geldt: $N = \frac{\text{grootte van het beeld}}{\text{grootte van het voorwerp}}$.

Een afstand van 7,5 cm op het lint onder de loep is op de foto 5,1 cm; een afstand van 7,5 cm op het lint naast de loep is 2,9 cm.

Hieruit volgt dat $N = \frac{5{,}1}{2{,}9} = 1{,}8$.

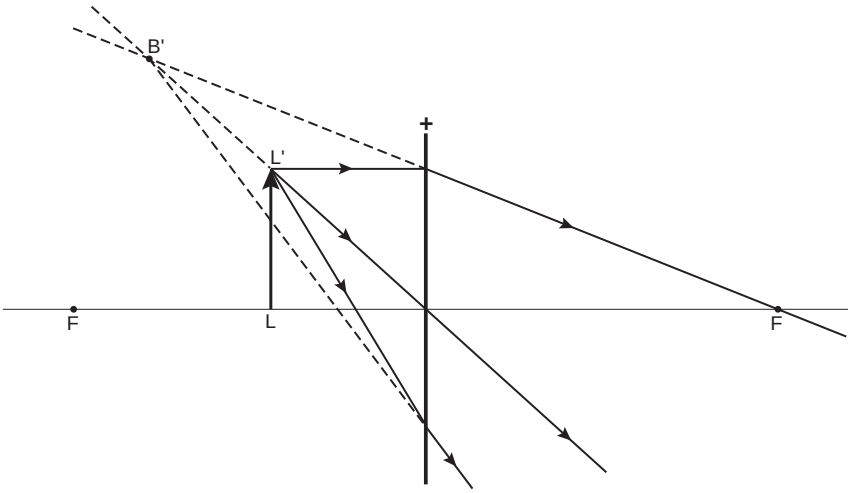
- inzicht dat $N = \frac{\text{grootte van het beeld}}{\text{grootte van het voorwerp}}$ **1**
- opmeten van twee overeenkomstige afstanden onder en naast de loep **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerkingen
- *Als op het lint een afstand kleiner dan 4 cm is afgelezen: maximaal 2 punten.*
- *Bij het drukken van het examen kunnen kleine afwijkingen ontstaan in de afmetingen van figuren. Om die reden zijn niet de bovengenoemde meetwaarden maatgevend maar die van de examinator zelf. Daarbij moet wel de genoemde marge in acht worden genomen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

12 □ antwoord:



- tekenen van het verdere verloop van de bovenste twee lichtstralen **1**
- construeren van het virtuele beeld van L' **1**
- tekenen van het verdere verloop van de onderste lichtstraal **1**

Maximumscore 2

13 □ uitkomst: $f = 9,2$ cm (met een marge van 0,2 cm)

voorbeeld van een bepaling:

In de figuur is de diameter van de lens 4,7 cm, dus 1,0 cm komt overeen met $\frac{7,0}{4,7} = 1,49$ cm.

De afstand van het midden van de lens tot het brandpunt is 6,2 cm.
Hieruit volgt dat de brandpuntsafstand van de lens gelijk is aan $6,2 \cdot 1,49 = 9,2$ cm.

- bepalen van de schaal **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Als voor f de afstand tussen het brandpunt en de rand van de lens is genomen (5,7 cm): *goed rekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

14 ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de breking bij het linker grensvlak geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = n$.

Hierin is: $i = 17^\circ$ en $r = 12{,}5^\circ$.

Hieruit volgt dat $n = \frac{\sin 17^\circ}{\sin 12{,}5^\circ} = \frac{0{,}292}{0{,}216} = 1{,}35$.

De brekingsindex van water is 1,33 / 1,34. De brekingsindex van de kunststof is dus ongeveer gelijk aan die van water.

- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ **1**
- aflezen van i en r (elk met een marge van 1°) **1**
- berekenen van n **1**
- opzoeken van de brekingsindex van water en conclusie **1**

methode 2

Voor de breking bij het rechter grensvlak geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$.

Hierin is: $i = 21^\circ$ en $r = 29^\circ$.

Hieruit volgt dat $n = \frac{\sin 29^\circ}{\sin 21^\circ} = \frac{0{,}485}{0{,}358} = 1{,}35$.

De brekingsindex van water is 1,33 / 1,34. De brekingsindex van de kunststof is dus ongeveer gelijk aan die van water.

- inzicht dat bij het rechter grensvlak geldt dat $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ **1**
- aflezen van i en r (elk met een marge van 1°) **1**
- berekenen van n **1**
- opzoeken van de brekingsindex van water en conclusie **1**

Opmerking
Bij het drukken van het examen kunnen kleine afwijkingen ontstaan in de afmetingen van figuren. Om die reden zijn niet de bovengenoemde meetwaarden maatgevend maar die van de examinator zelf. Daarbij moet wel de genoemde marge in acht worden genomen.

Maximumscore 3

15 ☐ voorbeeld van een antwoord:
Bij het rechtervlak worden de lichtstralen naar de normaal toe gebroken.
Het snijpunt van de lichtstralen ligt dus rechts van punt P.

- inzicht dat de lichtstralen naar de normaal toe worden gebroken **2**
- conclusie dat het snijpunt van de lichtstralen rechts van punt P ligt **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Dimmers

Maximumscore 2

16 voorbeeld van een antwoord:
De dimmer werkt niet op gelijkspanning.
Omdat de flux in de primaire spoel dan niet verandert (dus ook niet in de secundaire spoel), wordt er in de secundaire spoel geen spanning opgewekt.

- constatering dat de dimmer niet op gelijkspanning werkt — **1**
- inzicht dat er in de secundaire spoel geen spanning wordt opgewekt omdat de flux in de primaire spoel niet verandert — **1**

Opmerking
Als gezegd wordt dat in de secundaire spoel geen spanning wordt opgewekt omdat de stroom door / de spanning over de primaire spoel niet verandert: goed rekenen.

Maximumscore 3

17 voorbeeld van een antwoord:
Het vermogen van de lamp is gelijk aan *UI*.
Omdat de spanning wordt verlaagd, wordt ook de stroomsterkte door de lamp kleiner.
Het elektrisch vermogen van de lamp wordt dan kleiner dan 20 W.

- gebruik van $P = UI$ — **1**
- inzicht dat de stroomsterkte door de lamp kleiner wordt omdat de spanning wordt verlaagd — **1**
- conclusie dat het elektrisch vermogen van de lamp dan kleiner wordt dan 20 W — **1**

Maximumscore 2

18 uitkomst: $N_s = 167$

voorbeeld van een berekening:
Voor een transformator geldt: $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$, waarin $U_p = 230$ V, $U_s = 76{,}7$ V en $N_p = 500$.

Hieruit volgt dat $N_s = \frac{U_s}{U_p} N_p = \frac{76{,}7}{230} \cdot 500 = 167$.

- gebruik van $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$ — **1**
- completeren van de berekening — **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

19 ☐ voorbeeld van een antwoord:
Voor een transformator geldt: $P_p = P_s$, dus $U_p I_p = U_s I_s$.
Als de lamp wordt gedimd, wordt P_s, dus ook P_p, kleiner.
Daaruit volgt dat I_p kleiner wordt (omdat U_p constant is).

- gebruik van $P_p = P_s$ **1**
- inzicht dat P_s, dus ook P_p, kleiner wordt als de lamp wordt gedimd **1**
- conclusie dat I_p kleiner wordt **1**

Opmerking

Een oplossing in de trant van "Omdat geldt $\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$ *zal* I_p *afnemen als* N_s *afneemt":*

2 punten.

Maximumscore 3

20 ☐ uitkomst: $t = 5{,}0 \cdot 10^{-3}$ s

voorbeeld van een bepaling:
De periode T van de wisselspanning komt overeen met 4 hokjes.
Uit $f = \frac{1}{T}$ volgt dat $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0{,}020$ s.
1 hokje komt dus overeen met $\frac{0{,}020}{4} = 5{,}0 \cdot 10^{-3}$ s.

- inzicht dat T overeenkomt met 4 hokjes **1**
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 1

21 ☐ antwoord: De effectieve waarde van de spanning in figuur 12 is kleiner dan die in figuur 11.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Hybride auto

Maximumscore 3

22 ☐ uitkomst: $E = 1{,}9 \cdot 10^6$ J

voorbeeld van een berekening:
Voor de kinetische energie van de auto geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,

waarin $m = 1{,}3 \cdot 10^3$ kg en $v = \frac{50}{3{,}6} = 13{,}9$ m/s.

Er wordt dus $15 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}3 \cdot 10^3 \cdot (13{,}9)^2 = 1{,}9 \cdot 10^6$ J aan de accu toegevoerd.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ **1**
- omrekenen van km/h naar m/s **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

23 ☐ uitkomst: De nuttige arbeid die de auto per seconde verricht is $17 \cdot 10^3$ J.

voorbeeld van een berekening:
Voor het rendement van de motor geldt: $\eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \cdot 100\%$,

waarin $\eta = 37\%$, W_{uit} de nuttige arbeid die de auto per seconde verricht en E_{in} de energie

die per seconde bij de verbranding van benzine vrijkomt $= \frac{20 \cdot 33 \cdot 10^6}{4{,}0 \cdot 3600} = 45{,}8 \cdot 10^3$ J.

Hieruit volgt dat de auto per seconde $0{,}37 \cdot 45{,}8 \cdot 10^3 = 17 \cdot 10^3$ J nuttige arbeid verricht.

- gebruik van $\eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \cdot 100\%$ **1**
- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

24 ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als de auto 1,0 liter benzine verbruikt, wordt er $\frac{93}{50} = 1{,}86$ kg CO_2 uitgestoten.

Als de auto 5,5 liter benzine verbruikt, is de uitstoot $5{,}5 \cdot 1{,}86 = 10{,}2$ kg.

Per gereden km heeft de auto dan $\frac{10{,}2}{100} = 0{,}10$ kg CO_2 uitgestoten. Dat is minder dan

0,120 kg. De hybride auto voldoet dus aan de Europese richtlijn.

- berekenen van de uitstoot per liter benzine **1**
- berekenen van de uitstoot bij een verbruik van 5,5 liter benzine **1**
- completeren van de berekening en conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2

Als de tank leeg is, heeft de auto $\frac{50}{5,5}\cdot 100 = 909$ km gereden.

Per gereden km heeft de auto dan $\frac{93}{909} = 0{,}10$ kg CO_2 uitgestoten.

Dat is minder dan 0,120 kg. De hybride auto voldoet dus aan de Europese richtlijn.

- inzicht dat de auto $\frac{50}{5,5}\cdot 100$ of $\frac{50}{0{,}055}$ km heeft gereden als de tank leeg is **1**
- inzicht dat de uitstoot per gereden km gelijk is aan $\frac{\text{de totale uitstoot}}{\text{aantal gereden km}}$ **1**
- consistente conclusie **1**

Opmerking
Bij beide methodes hoeft niet gelet te worden op het aantal significante cijfers van de uitkomst van de berekening.

Maximumscore 4

25 ☐ uitkomst: $k = 0{,}93$ (kg/m)

voorbeeld van een berekening:
Voor de aandrijfkracht van de motor geldt:

$F_m = \frac{P}{v}$, waarin $P = 20\cdot 10^3$ W en $v = \frac{100}{3,60} = 27,78$ m/s.

Dus $F_m = \frac{20\cdot 10^3}{27,78} = 7,20\cdot 10^2$ N.

Bij een constante snelheid geldt: $F_m = F_w$.

Omdat $k = \frac{F_w}{v^2}$ volgt hieruit dat $k = \frac{F_m}{v^2} = \frac{7,20\cdot 10^2}{(27,78)^2} = 0{,}93$ (kg/m).

- gebruik van $P = Fv$ **1**
- berekenen van F_m **1**
- inzicht dat bij een constante snelheid geldt dat $F_m = F_w$ **1**
- completeren van de berekening **1**

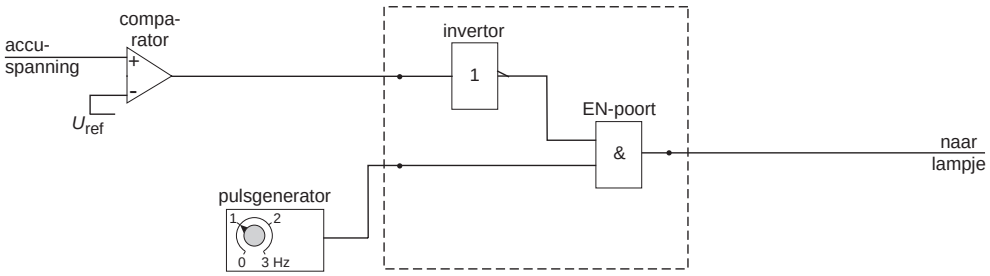
Opmerking
- *Als de eerste en derde stap zijn gecombineerd, dat wil zeggen als $P = F_w v$ als uitgangspunt is genomen: goed rekenen.*
- *Als bij de uitkomst van k geen of een verkeerde eenheid is vermeld: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Waarschuwingslampje

Maximumscore 3

26 □ voorbeeld van een antwoord:



- een invertor aangesloten op de uitgang van de comparator **1**
- de uitgang van de comparator (via een invertor) aangesloten op een van de ingangen van een EN-poort **1**
- de uitgang van de pulsgenerator aangesloten op de andere ingang van de EN-poort en completeren van de schakeling **1**

Opmerking
Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet juist werkende schakeling is ontstaan: maximaal 1 punt.

Maximumscore 5

27 □ voorbeeld van antwoorden:

- Wanneer de teller op 32 staat, wordt de uitgang van de teller dus ook de set van de geheugencel hoog. De invertor zorgt er dan voor dat de bovenste ingang van de EN-poort laag wordt waardoor ook de uitgang van de EN-poort laag wordt. (De lift stopt dus.)
- Als de accu is opgeladen, is de uitgang van de comparator hoog waardoor de teller en de geheugencel zijn gereset. De invertor zorgt er voor dat de bovenste ingang van de EN-poort dan hoog is. Wanneer de bedieningsknop wordt ingeduwd, zijn beide ingangen van de EN-poort hoog dus ook de uitgang. (De lift werkt weer normaal.)

- inzicht dat de uitgang van de teller dus ook de set van de geheugencel hoog wordt wanneer de teller op 32 staat **1**
- inzicht dat de uitgang van de geheugencel dan hoog wordt en de invertor er voor zorgt dat de bovenste ingang van de EN-poort dan laag wordt **1**
- inzicht dat de teller en de geheugencel gereset worden als de accu is opgeladen / als de uitgang van de comparator hoog is **1**
- inzicht dat dan de bovenste ingang van de EN-poort hoog is **1**
- inzicht in de functie van de EN-poort (zowel bij het eerste als bij het tweede antwoord) **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 24 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