Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 06

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 natuurkunde 1 HAVO kunnen maximaal 75 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 Itaipu

Maximumscore 3

1 □ uitkomst: In dat jaar waren er gemiddeld 15 generatoren in bedrijf.

voorbeelden van een berekening:

methode 1
Als een generator continu draait, levert hij in een jaar een hoeveelheid energie gelijk aan:
$E = Pt = 365 \cdot 24 \cdot 7{,}0 \cdot 10^5 = 6{,}13 \cdot 10^9$ kWh.

De totale hoeveelheid energie die de centrale in 2000 heeft geleverd, is $9{,}3 \cdot 10^{10}$ kWh.

Er waren dus gemiddeld $\frac{9{,}3 \cdot 10^{10}}{6{,}13 \cdot 10^9} = 15$ generatoren in bedrijf.

- inzicht dat $E = Pt$ — 1
- inzicht dat het gemiddeld aantal generatoren dat in bedrijf is, gelijk is aan de totaal geleverde energie gedeeld door de door één generator geleverde energie — 1
- completeren van de berekening — 1

methode 2
De totale hoeveelheid energie die de centrale in 2000 heeft geleverd, is $9{,}3 \cdot 10^{10}$ kWh.

Met vol vermogen zou de centrale dan $t = \frac{E}{P} = \frac{9{,}3 \cdot 10^{10}}{18 \cdot 7{,}0 \cdot 10^5} = 7{,}38 \cdot 10^3$ h hebben gewerkt.

De centrale heeft dan $\frac{7{,}38 \cdot 10^3}{365 \cdot 24} \cdot 100\% = 84{,}3\%$ van de maximaal mogelijke tijd gewerkt.
Er waren dus gemiddeld $0{,}843 \cdot 18 = 15$ generatoren in bedrijf.

- inzicht dat $t = \frac{E}{P}$ — 1
- inzicht dat het percentage generatoren dat gemiddeld in bedrijf was, gelijk is aan $\frac{\text{bedrijfstijd bij vol vermogen}}{\text{aantal uren in een jaar}} \cdot 100\%$ — 1
- completeren van de berekening — 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 3

Het gemiddeld vermogen van de centrale in 2000 was $\frac{9,3\cdot10^{10}}{365\cdot24}=1,06\cdot10^{7}$ kW.

Er waren dus gemiddeld $\frac{1,06\cdot10^{7}}{7,0\cdot10^{5}}=15$ generatoren in bedrijf.

- gebruik van $P=\frac{E}{t}$ **1**
- inzicht dat het aantal generatoren dat in bedrijf was, gelijk is aan $\frac{\text{het gemiddeld vermogen van de centrale}}{\text{het vermogen van een generator}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 5

2 □ uitkomst: $\eta=84\%$ of $\eta=0,84$

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen geldt: $\eta=\frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}\cdot100\%$,

waarin $P_{\text{nuttig}}=7,0\cdot10^{5}$ kW en $P_{\text{in}}=$ de kinetische energie plus de verandering van de zwaarte-energie van het water dat per seconde de pijp in stroomt.

$E_{\text{k}}=\frac{1}{2}mv^{2}=\frac{1}{2}\cdot690\cdot10^{3}\cdot(8,0)^{2}=2,21\cdot10^{7}$ J.

en $\Delta E_{\text{z}}=mg\Delta h=690\cdot10^{3}\cdot9,81\cdot120=8,12\cdot10^{8}$ J.

Hieruit volgt dat $\eta=\frac{7,0\cdot10^{8}}{2,21\cdot10^{7}+8,12\cdot10^{8}}\cdot100\%=84\%$.

- gebruik van $\eta=\frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}\cdot100\%$ **1**
- inzicht dat $P_{\text{nuttig}}=7,0\cdot10^{5}$ kW en $P_{\text{in}}=$ de kinetische energie plus de verandering van de zwaarte-energie van het water dat per seconde de pijp in stroomt **1**
- gebruik van $E_{\text{k}}=\frac{1}{2}mv^{2}$ en $E_{\text{z}}=mgh$ **1**
- berekenen van E_{k} en ΔE_{z} **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

3 □ uitkomst: Het waterniveau daalt $3{,}3$ (mm).

voorbeeld van een berekening:
In 12 uur stroomt er $12 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 6{,}2 \cdot 10^4 = 2{,}68 \cdot 10^9$ m^3 water uit het stuwmeer.

Het waterniveau in het meer daalt dan $\frac{2{,}68 \cdot 10^9}{8{,}2 \cdot 10^5 \cdot 10^6} = 3{,}3 \cdot 10^{-3}$ m $= 3{,}3$ mm.

- berekenen van de hoeveelheid water die uit het meer stroomt **1**
- inzicht dat de daling van het waterniveau gelijk is aan $\frac{\text{hoeveelheid uitgestroomd water}}{\text{oppervlakte van het stuwmeer}}$ **1**
- omrekenen van km^2 naar m^2 **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Een uitkomst in m*: goed rekenen.*

Maximumscore 3

4 □ – voorbeelden van voordelen:
- geen uitputting van fossiele brandstoffen
- schone energieopwekking / geen luchtvervuiling door verbranding van brandstoffen / geen afval
- energie is (normaal gesproken) altijd en direct voorradig / geen aanvoerproblemen

– voorbeelden van nadelen:
- neemt veel ruimte in / er moeten grote gebieden onder water gezet worden
- richt grote schade aan bij dambreuk
- in tijden van extreme droogte kan de energievoorziening in gevaar komen
- ontregeling van de waterhuishouding in het gebied onder de dam

- per voordeel (tot een maximum van twee) **1**
- nadeel **1**

Opgave 2 Fiets met pedaalbekrachtiging

Maximumscore 2

5 □ voorbeeld van een antwoord:

Tot 16 km/h is $\frac{P_{\text{motor}}}{P_{\text{fietser}}}$ gelijk aan 1 (dus $P_{\text{motor}} = P_{\text{fietser}}$).

Opmerking
Antwoorden in de trant van "De grafiek is tot 16 km/h horizontaal (en/of recht)" en "$\frac{P_{\text{motor}}}{P_{\text{fietser}}}$ *is constant": 0 punten.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

6 ☐ uitkomst: $F_w = 13$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor het aandrijvend vermogen van de fiets geldt: $P = Fv$.

Hierin is: $v = \frac{16}{3,6} = 4,44$ m/s, $P = 2 \cdot 28 = 56$ W en F de totale aandrijfkracht van de fiets.

Dus $F = \frac{56}{4,44} = 13$ N. Omdat de snelheid constant is, geldt ook dat $F_w = 13$ N.

- gebruik van $P = Fv$ **1**
- toepassen van de factor 2 **1**
- inzicht dat de wrijvingskracht en stuwkracht even groot zijn **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als wordt uitgegaan van de formule $P = F_w v$: goed rekenen.

Maximumscore 4

7 ☐ uitkomst: $s = 99$ km

voorbeeld van een berekening:

Voor het rendement geldt: $\eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \cdot 100\%$, waarin $E_{in} = 0,32$ kWh en $\eta = 54\%$.

Hieruit volgt dat $W_{uit} = 0,54 \cdot 0,32 = 0,173$ kWh.

Voor de arbeid die de motor levert, geldt: $W_{uit} = Pt$, waarin $P = 0,028$ kW.

Hieruit volgt dat $t = \frac{W_{uit}}{P} = \frac{0,173}{0,028} = 6,17$ h.

Dus de fietser kan $s = vt = 16 \cdot 6,17 = 99$ km afleggen.

- gebruik van $\eta = \frac{W_{uit}}{E_{in}} \cdot 100\%$ met $E_{in} = 0,32$ kWh **1**
- inzicht dat $E = Pt$ **1**
- berekenen van de rijtijd **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

8 ☐ uitkomst: $I = 0,31$ A

voorbeeld van een berekening:

Het vermogen waarmee de accu wordt opgeladen, is $P = \frac{E}{t} = \frac{1,15 \cdot 10^6}{4,5 \cdot 3600} = 71,0$ W.

Voor de stroomsterkte die het lichtnet levert, geldt: $I = \frac{P}{U} = \frac{71,0}{230} = 0,31$ A.

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ **1**
- berekenen van t in s **1**
- gebruik van $P = UI$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 2

9 □ – voorbeelden van argumenten voor:
- De fiets produceert geen uitlaatgassen.
- De motor levert alleen vermogen als dat echt nodig is.
- De fiets gebruikt weinig energie.

– voorbeelden van argumenten tegen:
- Deze fiets verbruikt (elektrische) energie / gewoon fietsen is milieuvriendelijker.
- De opwekking van de elektriciteit om de accu op te laden, kan milieubelastend zijn.
- Een versleten accu is milieubelastend.

- een juist argument voor **1**
- een juist argument tegen **1**

Opmerking
Argumenten voor en/of tegen die geen betrekking hebben op milieuaspecten niet goed rekenen.

Opgave 3 Bewegen op de maan

Maximumscore 3

10 □ uitkomst: $h = 2{,}8\ \text{m}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1
Er geldt: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, waarin $g = 1{,}63\ \text{m/s}^2$ en $v = 3{,}0\ \text{m/s}$.

Hieruit volgt dat $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(3{,}0)^2}{2 \cdot 1{,}63} = 2{,}8\ \text{m}$.

- inzicht dat $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ **1**
- inzicht dat m wegvalt of kiezen van een waarde voor m **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2
Als een voorwerp op de maan valt, geldt: $h = \frac{1}{2}g_{\text{maan}}t^2$, waarin $g_{\text{maan}} = 1{,}63\ \text{m/s}^2$.

De tijd volgt uit $v = g_{\text{maan}}t$, waarin $v = 3{,}0\ \text{m/s}$, dus $t = \frac{3{,}0}{1{,}63} = 1{,}84\ \text{s}$.

Hieruit volgt dat $h = \frac{1}{2} \cdot 1{,}63 \cdot (1{,}84)^2 = 2{,}8\ \text{m}$.

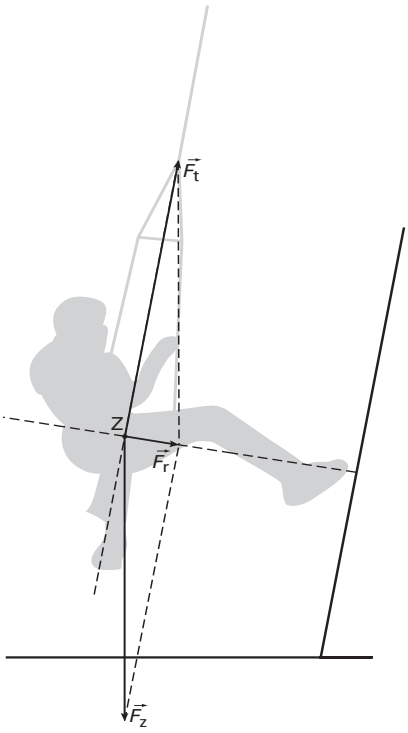
- inzicht dat $h = \frac{1}{2}g_{\text{maan}}t^2$ **1**
- berekenen van t **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als de tijd verkeerd is berekend: maximaal 1 punt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

11 □ voorbeeld van een antwoord:



De resultante van $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_t$ is loodrecht op de wand gericht.

De resultante moet ongeveer 6 maal zo klein zijn als $\vec{F}_z$ (omdat g_{maan} 6 maal zo klein is als g_{aarde}) en dat is ook zo in de figuur.
(De jongen springt dus als het ware op de maan.)

- construeren van het krachtenparallellogram of ontbinden van $\vec{F}_z$ **1**
- tekenen van de resultante van $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_t$ (de richting mag maximaal 5^o afwijken van de lijn loodrecht op de wand) **1**
- inzicht dat de resultante van $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_t$ loodrecht op de wand gericht is **1**
- constatering dat in de figuur de resultante ongeveer 6 maal zo klein is als $\vec{F}_z$ **1**

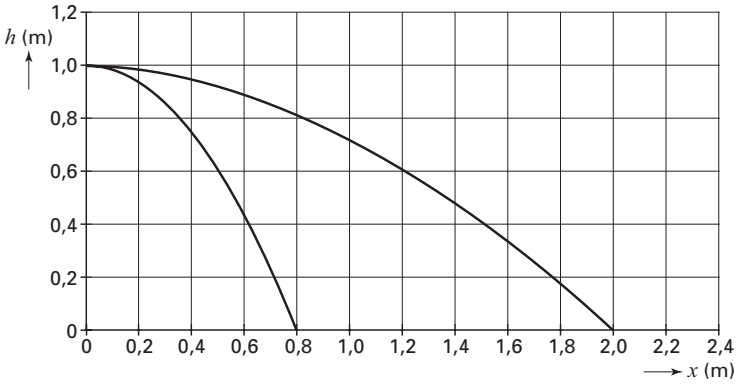
Opmerking
Als uit de uitleg blijkt dat de kandidaat begrepen heeft dat de resultante van F_z en F_t de zwaartekracht op de 'maan' voorstelt, hoeft niet expliciet te zijn vermeld dat de resultante loodrecht op de wand is gericht.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 5

12 □ voorbeeld van een antwoord:

berekenen van de horizontale afstand:
Voor de beweging in verticale richting geldt: $\Delta h = \frac{1}{2} g_{\text{maan}} t^2$,
waarin $\Delta h = 1{,}00$ m en $g_{\text{maan}} = 1{,}63$ m/s^2.
Dus de valtijd op de maan is: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}00}{1{,}63}} = 1{,}108$ s.
Voor de horizontale verplaatsing geldt: $x = v_0 t$,
waarin $v_0 = 1{,}80$ m/s en $t = 1{,}108$ s.
Hieruit volgt dat de horizontale verplaatsing gelijk is aan $1{,}80 \cdot 1{,}108 = 1{,}99$ m.
De grafiek ziet er ongeveer als volgt uit:



- inzicht dat voor de beweging in verticale richting geldt dat $\Delta h = \frac{1}{2} g_{\text{maan}} t^2$ **1**
- berekenen van de valtijd **1**
- inzicht dat voor de horizontale verplaatsing geldt dat $x = v_0 t$ **1**
- berekenen van de horizontale verplaatsing **1**
- tekenen van de grafiek **1**

Opmerkingen
- *Er hoeft niet gelet te worden op het aantal significante cijfers van de uitkomst van de berekening.*
- *Als met een verkeerde formule voor de beweging in horizontale of verticale richting is gewerkt of als voor een van deze bewegingen van een verkeerde aanname is uitgegaan: maximaal 3 punten.*
- *Als met een verkeerde formule voor de beweging in horizontale én verticale richting is gewerkt of als voor beide bewegingen van een verkeerde aanname is uitgegaan: maximaal 1 punt.*
- *De vorm van de parabool mag met enige souplesse beoordeeld worden.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Rookmelder

Maximumscore 3

13 □ antwoord:

$^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^{4}_{2}\text{He}\,(+\gamma)$ of: $^{226}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}\text{Rn} + \alpha\,(+\gamma)$

- α-deeltje rechts van de pijl **1**
- Rn als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) **1**
- aantal nucleonen links en rechts gelijk **1**

Maximumscore 3

14 □ uitkomst: $s = 7{,}5 \cdot 10^{-2}$ m

voorbeelden van een bepaling:

methode 1
De afstand die het α-deeltje aflegt, is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek.
Dus $s = \frac{1}{2} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{7} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-8} = 7{,}5 \cdot 10^{-2}$ m.

- inzicht dat de afstand die het α-deeltje aflegt, gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek **1**
- inzicht dat de oppervlakte $= \frac{1}{2} \times$ basis $\times$ hoogte **1**
- completeren van de bepaling **1**

methode 2
Voor de afstand die het α-deeltje aflegt, geldt: $s = v_{\text{gem}} t$,
waarin $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{7} = 0{,}75 \cdot 10^{7}$ m/s en $t = 1{,}0 \cdot 10^{-8}$ s.
Hieruit volgt dat $s = 0{,}75 \cdot 10^{7} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-8} = 7{,}5 \cdot 10^{-2}$ m.

- gebruik van $s = v_{\text{gem}} t$ **1**
- bepalen van v_{gem} **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 2

15 □ uitkomst: $I = 1{,}3 \cdot 10^{-10}$ A

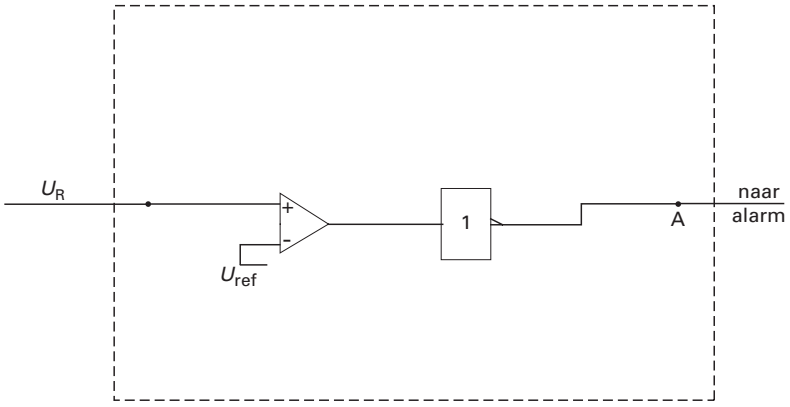
voorbeeld van een berekening:
Voor de stroomsterkte geldt: $I = \dfrac{U}{R}$, waarin $U = 5{,}0$ V en $R = 3{,}8 \cdot 10^{10}$ Ω.
Hieruit volgt dat $I = \dfrac{5{,}0}{3{,}8 \cdot 10^{10}} = 1{,}3 \cdot 10^{-10}$ A.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

16 □ voorbeeld van een schakeling:



- verbinden van U_R met de ingang van een comparator **1**
- inzicht dat er een invertor nodig is **1**
- completeren van de schakeling **1**

Opmerkingen
- *Een goede oplossing is dat de uitgang van de invertor verbonden wordt met de set van een geheugencel en de uitgang van de geheugencel met A.*
- *Als er geen of een foute waarde voor U_{ref} is ingevuld: geen aftrek.*
- *Als door extra of foute verbindingen of verwerkers een niet naar behoren werkende schakeling is getekend: maximaal 1 punt.*

Maximumscore 2

17 □ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Radium-226 zendt ook γ-straling uit.
De γ-straling kan wel door de wand dringen.

- constatering dat radium-226 ook γ-straling uitzendt **1**
- constatering dat γ-straling wel door de wand kan dringen **1**

methode 2
De dochterkernen van radium-226 kunnen γ-straling en/of β-straling uitzenden.
Deze straling kan wel door de wand dringen.

- inzicht dat de dochterkernen van radium-226 γ-straling en/of β-straling kunnen uitzenden **1**
- constatering dat deze straling wel door de wand kan dringen **1**

Maximumscore 2

18 □ voorbeeld van een antwoord:
Radium-226 heeft een halveringstijd van $1{,}60 \cdot 10^3$ jaar.
Die tijd is zo groot dat in een jaar de activiteit nauwelijks zal afnemen.
(Het is dus een redelijke veronderstelling.)

- opzoeken van de halveringstijd van radium-226 **1**
- inzicht dat bij een zeer grote halveringstijd de activiteit in een jaar nauwelijks zal afnemen **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

19 □ uitkomst: $H = 0{,}97\ \text{Sv}$

voorbeeld van een berekening:
Een activiteit van 10 Bq betekent dat er per seconde 10 radiumkernen vervallen.
Per seconde komt er dus $10 \cdot 7{,}7 \cdot 10^{-13} = 7{,}7 \cdot 10^{-12}$ J vrij.
In een jaar komt er dus $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 7{,}7 \cdot 10^{-12} = 2{,}43 \cdot 10^{-4}$ J vrij.
Hieruit volgt dat $H = 20 \cdot \frac{2{,}43 \cdot 10^{-4}}{5{,}0 \cdot 10^{-3}} = 0{,}97\ \text{Sv}$.

- inzicht dat er 10 radiumkernen per seconde vervallen **1**
- berekenen van het aantal seconden in een jaar **1**
- berekenen van de energie die in een jaar vrijkomt **1**
- completeren van de berekening **1**

Opgave 5 Inschakelen van een lampje

Maximumscore 2

20 □ voorbeeld van een antwoord:
Als R niet veel kleiner is dan de weerstand van het lampje zou de stroomsterkte door / de spanning over het lampje te veel beïnvloed worden.

Maximumscore 1

21 □ antwoord:

$$I = \frac{U}{2{,}0}$$

Opmerkingen

- *Als is geantwoord* $I = \frac{U}{R}$*: goed rekenen.*
- *Als is geantwoord* $U = IR$*: 0 punten.*

Maximumscore 4

22 □ uitkomst: $R_L = 15\ \Omega$

voorbeeld van een bepaling:
Op $t = 0\ \text{s}$ is de stroomsterkte 0,35 A.
Dan is de totale weerstand van het circuit: $R_{\text{totaal}} = \frac{U_{\text{bron}}}{I} = \frac{6{,}0}{0{,}35} = 17{,}1\ \Omega$.
Hieruit volgt dat $R_L = 17{,}1 - 2{,}0 = 15\ \Omega$.

- aflezen van de stroomsterkte op $t = 0\ \text{s}$ **1**
- inzicht dat $R_{\text{totaal}} = \frac{U_{\text{bron}}}{I}$ **1**
- inzicht dat $R_L = R_{\text{totaal}} - 2{,}0$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als R_L *gelijkgesteld is aan* R_{totaal}*: maximaal 2 punten.*

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 2

23 □ voorbeeld van een antwoord:
Door het inschakelen van de stroom stijgt de temperatuur van de gloeidraad.
Als de temperatuur stijgt, neemt de weerstand van de gloeidraad toe.
(Hierdoor neemt de totale weerstand van het circuit toe en daalt de stroomsterkte.)

- constatering dat door het inschakelen van de stroom de temperatuur van de gloeidraad stijgt **1**
- inzicht dat de weerstand van de gloeidraad toeneemt als de temperatuur stijgt **1**

Maximumscore 4

24 □ uitkomst: $P_L = 0,47$ W

voorbeeld van een berekening:
Voor het vermogen dat het lampje opneemt, geldt: $P = U_L I$.
Uit de grafiek blijkt dat $I = 0,080$ A.
De spanning over het lampje is: $U_L = U_{bron} - IR = 6,0 - 0,080 \cdot 2,0 = 5,84$ V.
Hieruit volgt dat $P_L = 5,84 \cdot 0,080 = 0,47$ W.

- gebruik van $P = UI$ **1**
- aflezen van I (met een marge van 0,05 A) **1**
- berekenen van U_L **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als U_L gelijkgesteld is aan U_{bron}: maximaal 2 punten.

inzenden scores
Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 7 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