

Het correctievoorschrift bestaat uit:

- 1 Regels voor de beoordeling
- 2 Algemene regels
- 3 Vakspecifieke regels
- 4 Beoordelingsmodel
- 5 Inzenden scores

## 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 het College voor Examens (CvE) op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet CvE de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 36, 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 examinerator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinerator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door het College voor Examens.
- 2 De directeur doet de van de examinerator 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 het College voor Examens.

De gecommiteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommiteerde.

- 4 De examinerator en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examinerator en de gecommiteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommiteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examinerator. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke gecommiteerde aanwijzen. De beoordeling van de derde gecommiteerde komt in de plaats van de eerdere beoordelingen.

## 2 Algemene regels

---

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de regeling van het College voor Examens van toepassing:

- 1 De examinerator 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 examinerator en door de gecommiteerde 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.
- 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;
- 3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.
- 4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal scorepunten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.
- 5 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.
- 6 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
- 7 Indien de examinerator of de gecommiteerde 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 het College voor Examens. 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.
- 8 Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.
- 9 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.
- NB1 Het College voor Examens heeft de correctievoorschriften bij regeling vastgesteld. Het correctievoorschrift is een zogeheten algemeen verbindend voorschrift en valt onder wet- en regelgeving die van overheidswege wordt verstrekt. De corrector mag dus niet afwijken van het correctievoorschrift.
- NB2 Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.  
Evenmin is er een standaardformulier voorgeschreven voor de vermelding van de scores van de kandidaten.  
Het vermelden van het schoolexamencijfer is toegestaan, maar niet verplicht.  
Binnen de ruimte die de regelgeving biedt, kunnen scholen afzonderlijk of in gezamenlijk overleg keuzes maken.
- NB3 Als het College voor Examens vaststelt dat een centraal examen een onvolkomenheid bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.  
Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk nadat de onvolkomenheid is vastgesteld via Examenblad.nl verstuurd aan de examensecretarissen.

Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

NB

- a. Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
  - b. Als de aanvulling niet is verwerkt in de naar Cito gezonden WOLF-scores, voert Cito dezelfde wijziging door die de correctoren op de verzamelstaat doorvoeren.
- Een onvolkomenheid kan ook op een tijdstip geconstateerd worden dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt. In dat geval houdt het College voor Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

### 3 Vakspecifieke regels

---

Voor dit examen kunnen maximaal 73 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

- 1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
- 2 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening/bepaling', wordt niet toegekend als:
  - een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
  - een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
  - de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is, (In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.)
  - antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,
  - een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.
- 3 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.
- 4 Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
  - de juiste formule is geselecteerd, én
  - voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootte.

## 4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

### Opgave 1 Tsunami

#### 1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de zwaarte-energie van de waterberg geldt:  $E_z = mgh$ .

Voor de massa van het water  $m$  geldt:  $m = \rho V$ .

Voor het volume van de waterberg geldt:  $V = \ell bh$ .

Invullen levert:  $V = 1200 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 1,8 = 3,24 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$ .

De hoogte van het zwaartepunt ligt op 0,90 m.

Dus geldt:  $E_z = mgh = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 3,24 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 0,90 = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ J} = 2,9 \text{ PJ}$ .

(Dus de energie overschrijdt de waarde van 0,5 PJ.)

- gebruik van  $E_z = mgh$  1
- inzicht dat  $m = \rho V$  met  $V = \ell bh$  1
- inzicht dat het zwaartepunt van de waterberg op de halve hoogte ligt 1
- completeren van de berekening en uitkomst vergelijken met 0,5 PJ 1

#### Opmerking

- Voor de dichtheid mag ook ingevuld worden:  $0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  (water) en  $1,024 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  (zeewater), (zoals aangegeven in BINAS tabel 11).
- om te vergelijken moet de uitkomst en/of de grenswaarde naar dezelfde eenheid zijn omgerekend.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**2 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Doordat de diepte kleiner wordt, wordt de golfsnelheid kleiner. Uit  $v = f\lambda$  volgt (omdat de frequentie niet verandert,) dat de golflengte kleiner wordt en dus de golfberg smaller.

Omdat de energie behouden blijft, wordt de golfberg hoger.

- inzicht dat de golfsnelheid kleiner wordt 1
- inzicht in  $v = f\lambda$  1
- inzicht in energiebehoud 1

*Opmerkingen*

- *Het eerste en tweede scorepunt mogen ook beantwoord worden met het inzicht dat de voorkant van de golf minder snel gaat dan de achterkant.*
- *Bij het tweede scorepunt hoeft niet expliciet vermeld te worden dat de frequentie gelijk blijft.*
- *Het derde scorepunt mag ook beantwoord worden met behulp van het continuïteitsprincipe dat de hoeveelheid water behouden blijft.*
- *Een antwoord gebaseerd op de gedachte dat het gaat over de waterkolom vanaf de bodem; geen scorepunten toekennen.*

**3 maximumscore 4**

uitkomst:  $t = 4,0$  h

voorbeeld van een berekening:

De geluidssnelheid in gesteente bedraagt  $3,6 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ . Dus de voortplantingssnelheid van schokgolven bedraagt  $7,2 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ .

Voor de tijd van de schokgolf door de aardkorst geldt:

$$s = v_1 t_1 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 7,2 \cdot 10^3 \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 347 \text{ s.}$$

Voor de snelheid van de tsunami geldt:

$$v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 3,0 \cdot 10^3} = 1,72 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

Voor de tijd die de tsunami nodig heeft, geldt:

$$s = v_2 t_2 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 1,72 \cdot 10^2 \cdot t_2 \rightarrow t_2 = 14573 \text{ s.}$$

Voor de tijd tussen het waarnemen van de schokgolf en de komst van de tsunami geldt:  $t = 14573 - 347 = 14226 \text{ s} = 4,0 \text{ h.}$

- gebruik van  $s = vt$  1
- opzoeken van de geluidssnelheid in gesteente 1
- gebruik van  $v = \sqrt{gd}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*De uitkomst mag uiteraard ook in een andere eenheid gegeven worden.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**4 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Eerst (vanaf  $t = 9$  min) neemt de diepte af. De tsunami is dus voorafgegaan door een golfdal (waardoor het water zich eerst van het strand terugtrok).

- inzicht dat eerst de diepte kleiner wordt 1
- consequente conclusie 1

**5 maximumscore 3**

uitkomst:  $\lambda = 13$  km

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen levert dat de periode gelijk is aan 20 min.

Dit levert:  $T = 20 \cdot 60 = 1200$  s.

Voor de snelheid geldt:  $v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 12} = 10,8 \text{ ms}^{-1}$ .

Dus geldt:  $\lambda = vT = 10,8 \cdot 1200 = 13 \cdot 10^3 \text{ m} = 13 \text{ km}$ .

- aflezen van  $T$  1
- gebruik van  $\lambda = vT$  met  $v = \sqrt{gd}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerkingen*

*Om het laatste scorepunt te krijgen:*

- *moet de waarde van  $T$  liggen tussen 10 en 28 min;*
- *moet de waarde van de diepte  $d$  liggen tussen 10 en 14 m.*

## Opgave 2 Strategiebepaling bij wielrennen

### 6 maximumscore 5

uitkomst:  $P = 5,9 \cdot 10^2$  W

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Voor het vermogen geldt:  $P = Fv$ .

Een schatting voor de gemiddelde kracht levert:  $F_{\text{gem}} = 1,9 \cdot 10^2$  N.

Voor de snelheid van de voet in één omwenteling geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ .

De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert  $T = 0,71$  s

Invullen levert voor twee voeten:

$$P = F_{\text{gem}} v = 2 \cdot 1,9 \cdot 10^2 \cdot \frac{2\pi \cdot 0,175}{0,71} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

- gebruik van  $P = Fv$  1
- schatten van  $F_{\text{gem}}$  (met een marge van  $0,4 \cdot 10^2$  N) 1
- inzicht dat  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- aflezen van  $T$  uit figuur 2 (met een marge van 0,03 s) 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

Voor de arbeid geldt:  $W = Fs$ .

Een schatting voor de gemiddelde kracht levert:  $F_{\text{gem}} = 1,9 \cdot 10^2$  N.

Voor de afstand van de voet in één omwenteling geldt:  $s = 2\pi r$ .

Voor het vermogen geldt:  $P = \frac{W}{t}$  met  $t =$  omlooptijd  $T$ .

De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert  $T = 0,71$  s

$$\text{Invullen levert: } P = \frac{W}{T} = \frac{2F_{\text{gem}} \cdot 2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 1,9 \cdot 10^2 \cdot 2\pi \cdot 0,175}{0,71} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

- gebruik van  $P = \frac{W}{t}$  met  $W = Fs$ . 1
- schatten van  $F_{\text{gem}}$  (met een marge van  $0,4 \cdot 10^2$  N) 1
- inzicht dat  $s = 2\pi r$  1
- aflezen van  $T$  uit figuur 2 (met een marge van 0,03 s) 1
- completeren van de bepaling 1



Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

7 **maximumscore 4**  
uitkomst:  $s = 2,9$  km

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen uit het diagram geeft dat bij een totaal geleverd vermogen van 0,60 kW een snelheid hoort van  $6,5 \text{ ms}^{-1}$ .

Omdat Alberto dit 7,5 minuut volhoudt, geldt voor de afstand:

$$s = vt = 6,5 \cdot 7,5 \cdot 60 = 2,9 \cdot 10^3 \text{ m} = 2,9 \text{ km}.$$

- inzicht dat snelheid afgelezen moet worden waarbij de som van de vermogens gelijk is aan 0,60 kW 1
- aflezen van de snelheid (met een marge van  $0,3 \text{ ms}^{-1}$ ) 1
- gebruik van  $s = vt$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als de leerling bij 600 W de snelheid van  $8,4 \text{ ms}^{-1}$  afleest en daarmee verder rekent: maximaal 2 scorepunten toekennen.*

## Opgave 3 Gloeidraden

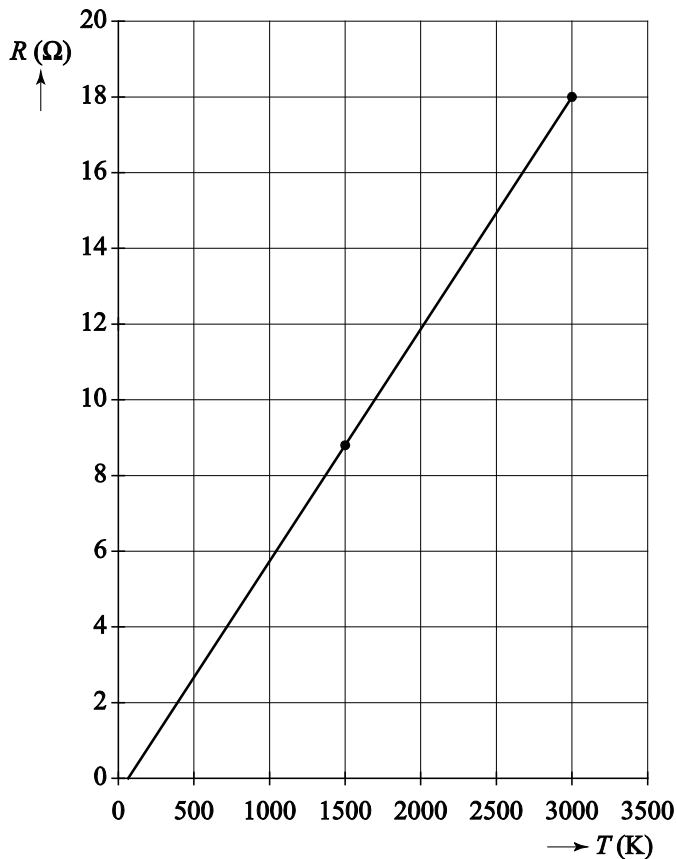
### 8 maximumscore 4

uitkomst:  $R = 1,2 \Omega$  (met een marge van  $0,3 \Omega$ )

voorbeeld van de bepalingen:

Bij een temperatuur van 1500 K geldt:  $P_{\text{el}} = 16,5 \text{ W}$ . Er geldt:  $P_{\text{el}} = \frac{U^2}{R_{1500}}$ .

Invullen levert:  $16,5 = \frac{12^2}{R_{1500}}$ . Dit geeft:  $R_{1500} = 8,7 \Omega$ .



Aflesen bij  $T = 293 \text{ K}$  levert:  $R = 1,2 \Omega$ .

- aflezen van het elektrisch vermogen in figuur 1 1
- inzicht dat  $R_{1500} = \frac{U^2}{P_{\text{el}}}$  1
- tekenen van  $R_{1500}$  en trekken van de rechte lijn door de twee punten 1
- completeren van de bepalingen 1

#### Opmerking

Als de kandidaat een lijn door het gegeven punt en door de oorsprong tekent: maximaal 1 scorepunt toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**9 maximumscore 3**

uitkomst:  $A = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$  (met een marge van  $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ )

voorbeeld van een bepaling:

Voor het uitgestraald vermogen per oppervlakte geldt:  $\frac{P}{A} = \sigma T^4$  met

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ (W m}^{-2} \text{ K}^{-4}\text{)}$ .

Aflesen in figuur 1 levert (bijvoorbeeld):  $P = 10\text{W}$  bij  $T = 2400 \text{ K}$ .

Invullen levert:  $\frac{10}{A} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 2400^4$ . Dit geeft:  $A = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ .

- gebruik van  $\frac{P}{A} = \sigma T^4$  met  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ (W m}^{-2} \text{ K}^{-4}\text{)}$  1
- aflesen van de gegevens in figuur 1 1
- completeren van de bepaling 1

**10 maximumscore 3**

voorbeeld van antwoorden:

- Het elektrisch vermogen is dan groter, omdat de weerstand dan nog klein is.
  - Na enige tijd is er stralingsevenwicht.
  - Boven de evenwichtstemperatuur wordt de weerstand groter, waardoor het elektrisch vermogen niet groter kan worden.
- 
- inzicht dat het elektrisch vermogen dan groter is, omdat de draad dan nog een lage temperatuur heeft 1
  - inzicht dat na enige tijd stralingsevenwicht ontstaat 1
  - inzicht dat de temperatuur niet boven de temperatuur van het stralingsevenwicht kan komen 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**11 maximumscore 4**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Bij gelijke temperatuur is het uitgestraald vermogen evenredig met de oppervlakte van de draden.

Aflesen (bij voorbeeld) bij  $T = 2500 \text{ K}$  levert:

$$P_{1 \text{ str}} = 12 \text{ W} \text{ en } P_{2 \text{ str}} = 3,8 \text{ W}.$$

Het uitgestraald vermogen en dus ook de draadoppervlakte  $A$  is bij een gloeilamp ongeveer 3 maal groter dan bij een halogeenlamp.

Er geldt:  $A = \pi d \ell$ .

De draaddikte  $d$  van een gloeilamp is slechts een factor 1,3 groter dan die van een halogeenlamp. Dus moet de draadlengte  $\ell$  van een gloeilamp groter zijn dan de draadlengte  $\ell$  van een halogeenlamp.

- inzicht dat bij gelijke  $T$  geldt:  $\frac{P_{1 \text{ str}}}{A_1} = \frac{P_{2 \text{ str}}}{A_2}$  1
- aflesen van waarden voor de vermogens bij gelijke temperatuur 1
- inzicht dat  $A = \pi d \ell$  1
- completeren van de uitleg 1

methode 2

De waarden van de weerstanden zijn omgekeerd evenredig met het vermogen.

Bij gelijke temperatuur zijn de soortelijke weerstanden gelijk.

Aflesen bij  $T = 2500 \text{ K}$  levert:  $P_{1 \text{ el}} = 9,5 \text{ W}$  en  $P_{2 \text{ el}} = 13 \text{ W}$ .

Dus de grootte van de weerstand van een gloeilamp is (ongeveer 1,5 maal) groter dan de weerstand van een halogeenlamp.

Voor de weerstand geldt:  $R = \rho \frac{\ell}{\pi(\frac{1}{2}d)^2}$ .

Omdat de draaddikte  $d$  van een gloeilamp groter is dan bij een halogeenlamp, moet de draadlengte  $\ell$  van een gloeilamp groter zijn dan de draadlengte  $\ell$  van een halogeenlamp.

- inzicht dat bij gelijke  $T$  geldt:  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{P_2}{P_1}$  1
- aflesen van waarden voor de vermogens bij gelijke temperatuur 1
- inzicht dat  $R = \rho \frac{\ell}{\pi(\frac{1}{2}d)^2}$  1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**12 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Bij de Planck-krommen in BINAS gaat men steeds uit van gelijke oppervlakten van het stralend voorwerp. Bij de krommen in figuur 3 zijn de oppervlakten niet gelijk, dus kunnen ze elkaar snijden.

Dus Jan heeft geen gelijk.

- inzicht dat bij de Planck-krommen in BINAS uitgegaan wordt van een gelijke oppervlakte 1
- inzicht dat de oppervlakten van de krommen in figuur 3 niet gelijk hoeven te zijn en conclusie 1

**13 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Voor het rendement geldt:  $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{el}}}$ . Van beide lampen is  $P_{\text{el}}$  gelijk.

$P_{\text{nuttig}}$  is gelijk aan de oppervlakte onder de Planck-krommen tussen 400 nm en 800 nm. Dus de verhouding van de rendementen is gelijk aan de verhouding van de oppervlakten tussen 400 nm en 800 nm.

- inzicht dat  $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{el}}}$  1
- inzicht dat  $P_{\text{el}}$  gelijk is 1
- inzicht dat  $P_{\text{nuttig}}$  gelijk is aan de oppervlakte onder de Planck-krommen tussen 400 nm en 800 nm 1
- completeren van de uitleg 1

## Opgave 4 Onderzoek aan $\beta^-$ -straling

### 14 maximumscore 5

uitkomst:  $t = 1,7 \cdot 10^2$  dag (= 0,47 jaar)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de activiteit geldt:  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ .

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}.$$

$$\text{Invullen levert: } N(0) = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{32,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,88 \cdot 10^{22}.$$

Dit levert voor de activiteit bij de productie:

$$A(0) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(0) = \frac{0,693}{14,3 \cdot 3600 \cdot 24} 1,88 \cdot 10^{22} = 1,05 \cdot 10^{16} \text{ Bq.}$$

Voor de activiteit geldt:  $A(t) = A(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ .

$$\text{Invullen levert: } 2,5 \cdot 10^{12} = 1,05 \cdot 10^{16} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14,3}}.$$

Dit levert:  $t = 1,7 \cdot 10^2$  dag = 0,47 jaar.

- gebruik van  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$  1
- inzicht dat  $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$  of dat  $N(0) = \frac{1}{32} N_A$  1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat  $A(t) = A(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

methode 2

Voor de activiteit geldt:  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ .

Invullen levert:  $2,5 \cdot 10^{12} = \frac{0,693}{14,3 \cdot 3600 \cdot 24} N(t)$ .

Dit levert  $N(t) = \frac{2,5 \cdot 10^{12} \cdot 14,3 \cdot 3600 \cdot 24}{0,693} = 4,46 \cdot 10^{18}$ .

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$ .

Invullen levert:  $N(0) = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{32,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,88 \cdot 10^{22}$ .

Er geldt:  $N(t) = N(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ .

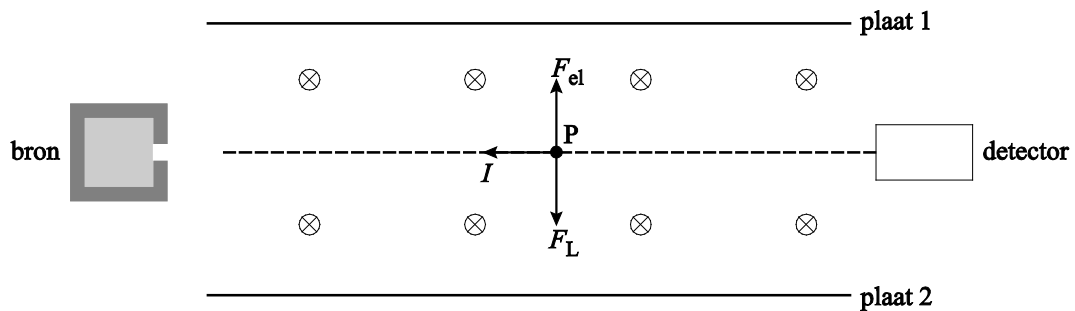
Invullen levert:  $4,46 \cdot 10^{18} = 1,88 \cdot 10^{22} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14,3}}$ .

Dit levert:  $t = 1,7 \cdot 10^2$  dag = 0,47 jaar.

- gebruik van  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$  1
- inzicht dat  $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$  of dat  $N(0) = \frac{1}{32} N_A$  1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat  $N(t) = N(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

15 maximumscore 4  
voorbeeld van een antwoord:



(De snelheidsrichting in punt P is naar rechts.) De stroomrichting in punt P is dus naar links.

De richting van het magneetveld is het papier in gericht, loodrecht op het vlak van tekening. Dus is de lorentzkracht naar beneden gericht. Om de elektronen rechtdoor te laten bewegen moet de elektrische kracht naar boven zijn gericht.

Daarom (moet het E-veld naar beneden zijn gericht. Omdat het E-veld van positief naar negatief gericht is,) moet plaat 1 op de positieve pool worden aangesloten en plaat 2 op de negatieve pool.

- aangeven van de stroomrichting in punt P 1
- consequent aangeven van de richting van de lorentzkracht 1
- tekenen van de elektrische kracht, tegengesteld aan de lorentzkracht 1
- consequent aangeven van de polariteit van plaat 1 en plaat 2 1



Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**16 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Als het elektron rechtdoor beweegt, geldt:  $F_e = F_L$ .

Invullen van  $F_e = qE = q \frac{U}{d}$  en van  $F_L = Bqv$  levert:  $v = \frac{U}{Bd}$ .

- inzicht dat  $F_e = F_L$  1
- gebruik van  $F_e = qE$  en van  $F_L = Bqv$  1
- completeren van het antwoord 1

**17 maximumscore 3**

voorbeeld van een berekening:

De (klassieke) formule voor kinetische energie luidt:  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ .

BINAS geeft:  $E_k = 1,72 \text{ MeV}$ .

Invullen levert:  $1,72 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} v^2$ .

Dit levert  $v = 7,8 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ . (Dit is niet gelijk aan de meest voorkomende snelheid.)

- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- opzoeken van de massa van het elektron en omrekenen van MeV naar J 1
- completeren van de berekening 1

**18 maximumscore 3**

voorbeeld van een uitleg:

Bij dit verval is (het baryongetal (het aantal nucleonen) en) het leptongetal behouden.

Vóór de reactie is het leptongetal gelijk aan nul. Dus moet door behoud van lading na de reactie het leptongetal ook gelijk zijn aan nul. Een elektron heeft het leptongetal 1. Dus moet er een deeltje ontstaan met leptongetal  $-1$ . Dus is het deeltje een antineutrino.

- inzicht dat (het baryongetal en) het leptongetal behouden is 1
- inzicht dat het elektron leptongetal 1 heeft 1
- completeren van de uitleg 1

**19 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De energie die vrijkomt, wordt verdeeld over het elektron en het (anti)neutrino. Dus bij elke waarde van  $n$  is de som van de bijbehorende energieën gelijk aan 1,72 MeV.

Dus is grafiek d de juiste.

- inzicht dat bij elke  $n$  de som van de energieën gelijk is aan 1,72 MeV 1
- keuze voor grafiek d 1

## Opgave 5 Dubbel-planetoïde 1999 KW4

### 20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Het volume van  $\alpha$  schatten we als een deel van een kubus:

$$V = (1,5 \cdot 10^3)^3 = 3,375 \cdot 10^9 \text{ m}^3.$$

$\alpha$  neemt iets minder dan 40% van dat volume in:  $V_\alpha \approx 1,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ .

Dit levert voor de dichtheid:  $\rho_\alpha = \frac{m}{V} = \frac{2,6 \cdot 10^{12}}{1,3 \cdot 10^9} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .

Omdat  $\rho_{\text{ijzer}} = 7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  is de hypothese onaannemelijk.

methode 2

Het volume van  $\alpha$  schatten we als een bol:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (0,75 \cdot 10^3)^3 = 1,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3.$$

Dit levert voor de dichtheid:  $\rho_\alpha = \frac{m}{V} = \frac{2,6 \cdot 10^{12}}{1,8 \cdot 10^9} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .

Omdat  $\rho_{\text{ijzer}} = 7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  is de hypothese onaannemelijk.

- onderbouwde schatting van  $1,0 \cdot 10^9 < V_\alpha < 2,0 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  1
- gebruik van  $\rho = \frac{m}{V}$  en opzoeken  $\rho_{\text{ijzer}}$  1
- vergelijking van  $\rho_\alpha$  en  $\rho_{\text{ijzer}}$  met consequente conclusie 1

### 21 maximumscore 2

uitkomst:  $r = 2,6 \cdot 10^3 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

$$\frac{GM}{4\pi^2} = \frac{r^3}{T^2} \rightarrow r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,6 \cdot 10^{12} \cdot (17,4 \cdot 3600)^2}{4\pi^2} = 1,724 \cdot 10^{10}.$$

Dit levert:  $r = 2,6 \cdot 10^3 \text{ m}$ .

- opzoeken van de waarden voor  $G$ ,  $M$  en  $T$  in de juiste eenheden 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**22 maximumscore 3**

uitkomst:  $T_{\text{rot}} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ s} = 2,3 \text{ h}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de middelpuntzoekende versnelling van  $\alpha$  geldt:  $a_{\text{mpz}} = \frac{v^2}{r}$ .

Invullen levert:  $4,3 \cdot 10^{-4} = \frac{v^2}{7,5 \cdot 10^2}$ . Dit geeft  $v = 0,568 \text{ ms}^{-1}$ .

Er geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T_{\text{rot}}}$ . Invullen levert:  $0,568 = \frac{2\pi \cdot 7,5 \cdot 10^2}{T_{\text{rot}}}$ .

Dit geeft:  $T_{\text{rot}} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ s} = 2,3 \text{ h}$ .

- gebruik van  $a_{\text{mpz}} = \frac{v^2}{r}$  1
- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- completeren van de berekening 1

## 5 Inzenden scores

---

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in het programma WOLF.  
Zend de gegevens uiterlijk op 30 mei naar Cito.

De normering in het tweede tijdvak wordt mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Als het tweede tijdvak op uw school wordt afgenomen, zend dan ook van uw tweede-tijdvak-kandidaten de deelscores in met behulp van het programma WOLF.