

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 gecommiteerde toekomen.
- 3 De gecommiteerde 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 72 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.

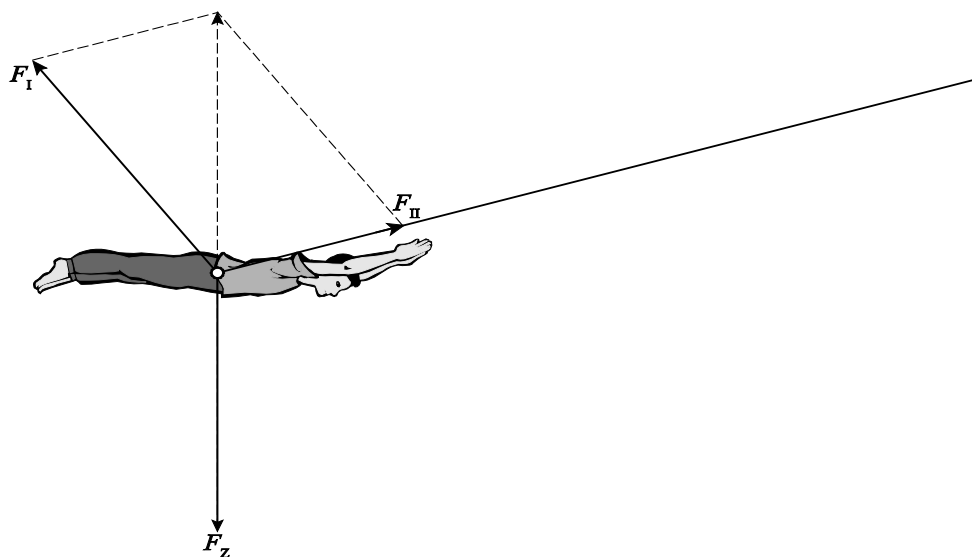
## 4 Beoordelingsmodel

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

### Opgave 1 Skydiver

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



Voor de zwaartekracht geldt:  $F_z = mg = 200 \cdot 9,81 = 1,96 \cdot 10^3$  N.

Als je dit aangeeft met een pijl met een lengte van 4,0 cm, levert opmeten:

$F_I = 2,1 \cdot 10^3$  N, met een marge van  $0,3 \cdot 10^3$  N

$F_{II} = 1,3 \cdot 10^3$  N, met een marge van  $0,3 \cdot 10^3$  N.

- tekenen van de vector van de zwaartekracht 1
- ontbinden van deze in de richtingen van de kabels 1
- completeren van de bepaling 1

**2 maximumscore 3**

uitkomst:  $v = 24 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De wet van behoud van energie op de punten 1 en 2 levert:  $E_{\text{tot},1} = E_{\text{tot},2}$ .

Dit levert:  $E_{z,1} = E_{z,2} + E_{k,2}$ . Invullen levert:  $mgh_1 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ .

Invullen en wegdelen van de massa geeft:  $9,81 \cdot 54 = 9,81 \cdot 25 + \frac{1}{2} \cdot v_2^2$ .

Dit levert:  $v_2 = 24 \text{ ms}^{-1}$ .

- gebruik van de wet van behoud van energie voor de punten 1 en 2 1
- inzicht dat  $E_z = mgh$  en  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- completeren van de bepaling 1

**3 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Het oppervlak onder het  $(v,t)$ -diagram geeft de afgelegde afstand.

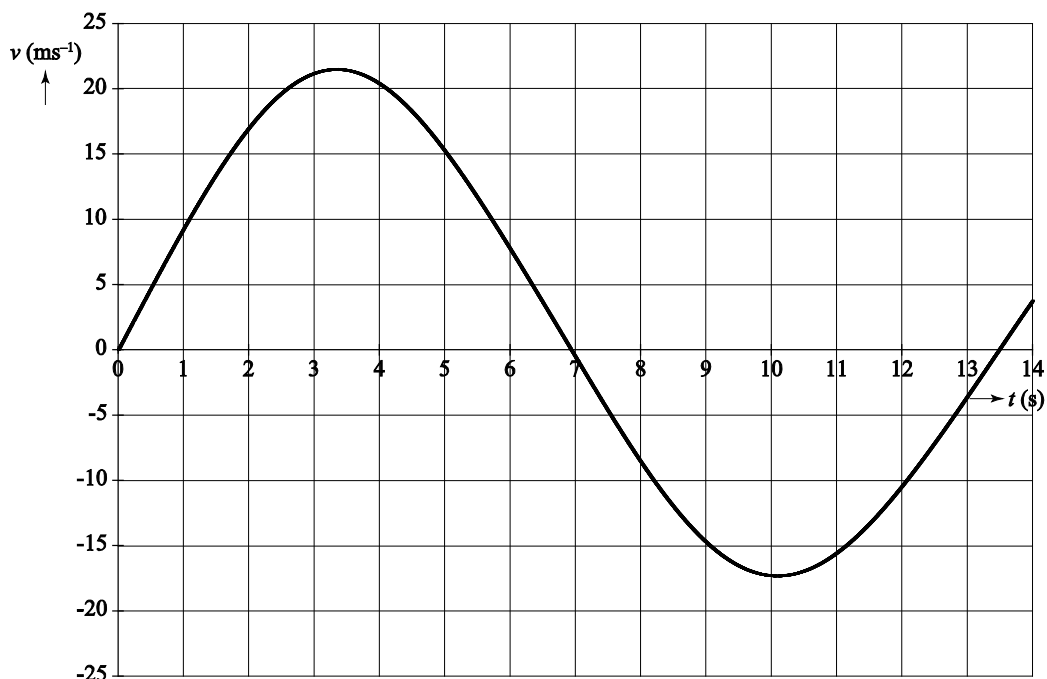
In de heengaande beweging bedraagt deze afstand:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 7,0 \cdot 25 = 88 \text{ m.}$$

In de teruggaande beweging bedraagt deze afgelegde afstand:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 6,5 \cdot 20 = 65 \text{ m. Deze afstand is veel kleiner.}$$

Dus zijn de wrijvingskrachten niet verwaarloosbaar.



- inzicht dat de oppervlakte onder het  $(v,t)$ -diagram gelijk is aan de afgelegde afstand 1
- bepalen van de afgelegde afstand van de heengaande beweging 1
- bepalen van de afgelegde afstand van de teruggaande beweging 1
- completeren van het antwoord 1

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

**4 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de slingertijd geldt:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{40}{9,81}} = 12,7 \text{ s.}$

Uit het  $(v,t)$ -diagram volgt een trillingstijd van 13,5 s.

Deze is niet gelijk aan de trillingstijd volgens de formule (dus geldt deze formule niet).

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  1
- aflezen van de trillingstijd uit figuur 5 1
- completeren van het antwoord 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat kwalitatief aantoont dat de beweging niet harmonisch is: maximaal één scorepunt toekennen.*

**5 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De frequentie in de hoogte (figuur 6) is het dubbelde van de frequentie in de snelheid (figuur 5). De reden hiervoor is dat de passagiers in één slingering twee maal de maximale hoogte bereiken.

- inzicht dat de frequentie in figuur 6 het dubbele is van de frequentie in figuur 5 1
- inzicht dat in één slingering tweemaal de maximale hoogte bereikt wordt 1

## Opgave 2 Spectroscopische dubbelster

**6 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:

Als de ene ster een hele cirkel aflegt, moet de andere ster dat ook doen.

**7 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:

In BINAS staat bij ‘balmer’ het getal 410. Dit is de beoogde  $H_\delta$ -lijn van 410,17 nm. Deze lijn hoort bij de overgang  $n = 6 \rightarrow n = 2$ .

**8 maximumscore 2**

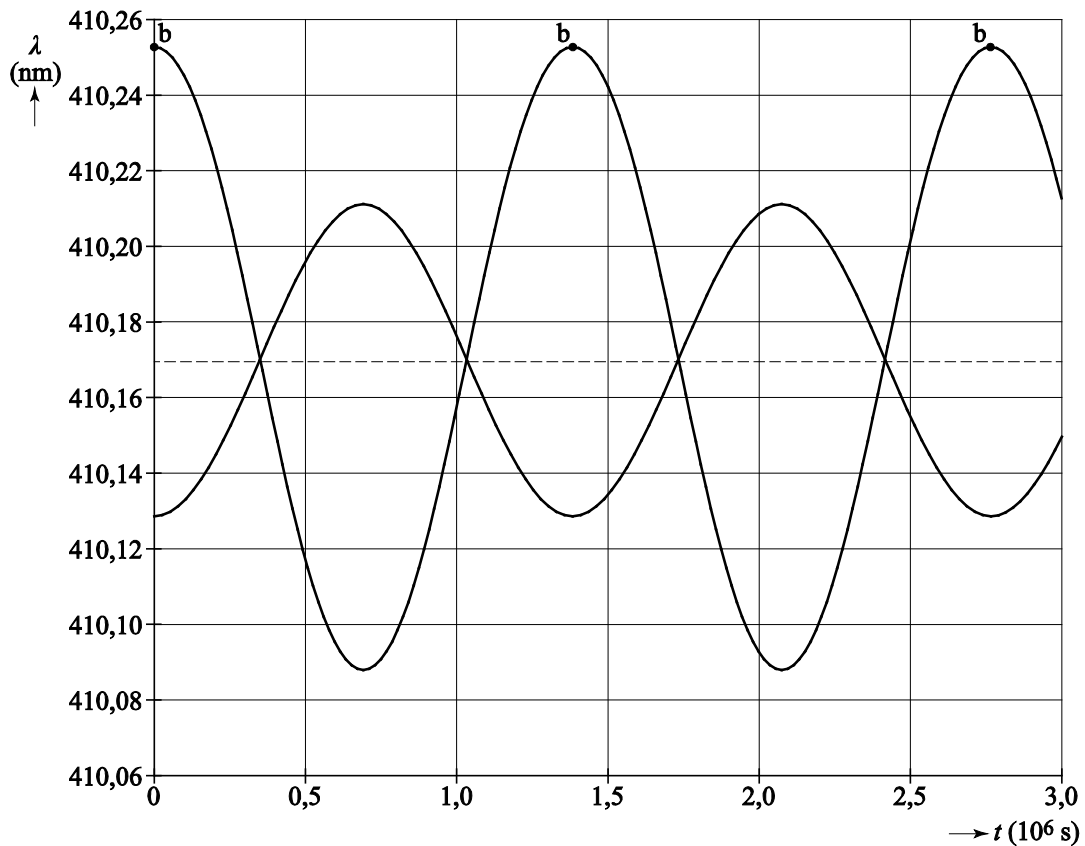
voorbeeld van een antwoord:

Het dopplereffect van A is kleiner omdat de snelheid (en de straal) kleiner is.

- inzicht dat het dopplereffect afhangt van de snelheid (in de richting van de waarnemer) 1
- inzicht dat het dopplereffect bij A kleiner is 1

**9 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



Toelichting: In figuur 1b gaat B van de waarnemer af, dus maximale roodverschuiving.

- inzicht dat bij verwijderen van de waarnemer de golflengte groter wordt 1
- inzicht dat het effect maximaal is bij een maximale component van de snelheid in de richting van de waarnemer en tekenen van punt b 1



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

**10 maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$ .

Aflezen in figuur 3 geeft  $\Delta\lambda_A = 0,041 \text{ nm}$ .

Dit levert:  $v_A = \frac{0,041}{410,17} \cdot 3,0 \cdot 10^8 = 3,0 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1} = 30 \text{ kms}^{-1}$ .

Aflezen levert:  $\Delta\lambda_B = 2 \cdot \Delta\lambda_A \rightarrow v_B = 2v_A = 60 \text{ kms}^{-1}$ .

Aflezen in figuur 3 levert:  $T = 1,38 \cdot 10^6 \text{ s}$ .

Er geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ .

Dit levert:  $v_A = \frac{2\pi r_A}{T} \rightarrow 3,0 \cdot 10^4 = \frac{2\pi r_A}{1,38 \cdot 10^6} \rightarrow r_A = 6,6 \cdot 10^9 \text{ m}$ .

Dus geldt:  $r_B = 2r_A = 13,2 \cdot 10^9 \text{ m}$ .

- gebruik van  $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$  1
- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- aflezen van waarden van  $\Delta\lambda$  in figuur 3 1
- aflezen van  $T$  1
- completeren van de bepaling 1

**11 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

– De gravitatiekrachten zijn actie en reactie krachten, dus gelijk aan elkaar.

– Er geldt:  $F_{\text{mpz},A} = F_{\text{mpz},B}$ . Invullen levert:  $\frac{m_A v_A^2}{r_A} = \frac{m_B v_B^2}{r_B}$ .

Met  $v = \frac{2\pi r}{T}$  geeft dit:  $\frac{m_A 4\pi^2 r_A}{T^2} = \frac{m_B 4\pi^2 r_B}{T^2}$ .

Wegdelen levert:  $m_A r_A = m_B r_B$  ofwel:  $\frac{m_A}{m_B} = \frac{r_B}{r_A} = \frac{2}{1}$ .

- inzicht dat de gravitatiekrachten op de sterren gelijk aan elkaar zijn 1
- gebruik van  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  1
- inzicht dat  $v \propto r$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Een antwoord gebaseerd op de momentenwet: goed rekenen.*

### Opgave 3 Magneetveld van de aarde

#### 12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de lengte van de koperdraad geldt:  $\ell = N\pi d = 60 \cdot \pi \cdot 0,072 = 13,6$  m.

Voor de doorsnede van de draad geldt:

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}\pi(0,14 \cdot 10^{-3})^2 = 1,54 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2.$$

Voor de weerstand geldt dan:  $R = \rho \frac{\ell}{A} = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{13,6}{1,54 \cdot 10^{-8}} = 15 \text{ } \Omega$ .

- inzicht dat geldt:  $\ell = N\pi d$  1
- gebruik van  $A = \frac{1}{4}\pi d^2$  1
- gebruik van  $R = \rho \frac{\ell}{A}$  met  $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \text{ } \Omega\text{m}$  1
- completeren van de berekening 1

#### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen in een draad geldt:  $P = I^2 R$ .

Invullen levert:  $0,18 = I^2 \cdot 15$ . Dit levert:  $I = 0,11$  A.

- gebruik van  $P = I^2 R$ . 1
- completeren van de berekening 1

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

**14 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Als de maximale stroomsterkte door de schakeling 0,11 A bedraagt, geldt

voor de totale weerstand van de kring:  $R = \frac{U}{I} = \frac{9,0}{0,11} = 82 \Omega$ .

De weerstand van de spoel is gelijk aan 15  $\Omega$ . Dus geldt voor de weerstand van de regelbare weerstand dan:  $R_R = 82 - 15 = 67 \Omega$ .

Weerstand  $R_A$  is te klein en de weerstanden  $R_C$  en  $R_D$  zijn te groot voor gevoelig regelen. Dus de meest geschikte weerstand is  $R_B$ .

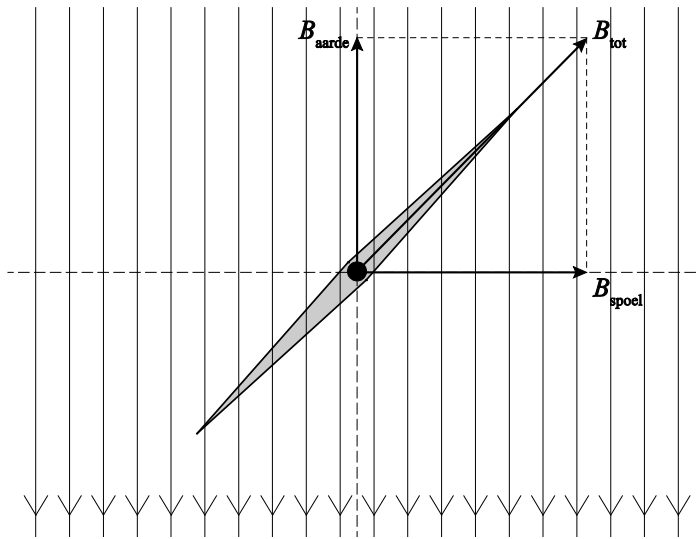
- gebruik van  $R = \frac{U}{I}$  1
- gebruik van de weerstandsregel in een serieschakeling 1
- inzicht dat weerstand  $R_A$  te klein is 1
- inzicht dat de weerstanden  $R_C$  en  $R_D$  te groot zijn voor het gevoelig regelen 1

*Opmerkingen*

- *Het antwoord zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.*
- *Als na het berekenen van de weerstand de conclusie getrokken wordt dat  $R_B$  de juiste is zonder nadere uitleg: maximaal 3 scorepunten toekennen.*

## 15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



(Bij een richting van het magneteveld van de spoel naar rechts hoort een stroomrichting die in de draden boven het kompas in de aangegeven richting loopt.)

- tekenen van de richting van  $B_{\text{aarde}}$  in verticale richting 1
- tekenen van de richting van  $B_{\text{spoel}}$  in horizontale richting 1
- tekenen van de stroomrichting voor een spoel kloppend met de richting van het magneteveld van de spoel 1

## 16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De richting van het aardmagneteveld en van het magneteveld van de spoel staan loodrecht op elkaar. De stand van de kompasnaald onder een hoek van  $45^\circ$  geeft de richting van het resultante magneteveld aan. In dit geval zijn de twee componenten even groot.

- inzicht dat de twee magnetevelden loodrecht op elkaar staan 1
- inzicht dat de stand van de kompasnaald onder een hoek van  $45^\circ$  de richting van het resultante magneteveld aangeeft 1
- inzicht dat in dat geval de componenten even groot zijn 1

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

**17 maximumscore 3**

uitkomst:  $B = 2,2 \cdot 10^{-5}$  T (met een marge van  $0,2 \cdot 10^{-5}$  T)

voorbeeld van een bepaling:

De stroommeter moet worden afgelezen op de middelste schaal.

De gemeten stroomsterkte bedraagt:  $I = 0,070$  A.

Voor de sterkte van het magneetveld geldt dan:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{L} = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{60 \cdot 0,070}{0,24} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

- aflezen van de stroommeter op de middelste schaal 1
- invullen van  $B = \mu_0 \frac{NI}{L}$  1
- completeren van de bepaling 1

**18 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

- De opstelling staat horizontaal opgesteld. Dit betekent dat alleen de horizontale component van het aardmagneetveld gemeten wordt.
- Om de daadwerkelijke waarde van het aardmagneetveld te bepalen zal ook de verticale component van het veld / de hoek van het aardmagneetveld met de horizon bepaald moeten worden. (Hiermee kan de literatuurwaarde dan worden bepaald.)

- inzicht dat alleen de horizontale component van het aardmagneetveld bepaald is 1
- inzicht dat ook de verticale component van het aardmagneetveld / de hoek van het magneetveld met de horizon nog bepaald moet worden 1

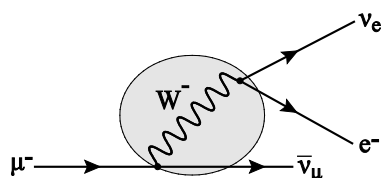
## Opgave 4 Verval van muonen

**19 maximumscore 1**

antwoord: elektromagnetische wisselwerking

**20 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- een anti-elektronneutrino 1
- een (gewoon) muonneutrino 1

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

**21 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Op de volle breedte van de grafiek gaat het om  $16 \cdot 10 = 160$  intervallen. Bij een gemiddelde hoogte van 250 levert dat  $250 \cdot 160 = 40000$  tweelingpulsen. Dus antwoord c is de beste schatting.

- inzicht dat het aantal hits gelijk is aan het aantal intervallen vermenigvuldigd met het gemiddelde aantal 1
- schatten van het gemiddelde aantal 1
- completeren van het antwoord en consequente conclusie 1

**22 maximumscore 2**

uitkomst:  $t_{\frac{1}{2}} = 1,7 \mu\text{s}$  (met een marge van  $0,3 \mu\text{s}$ )

voorbeeld van een bepaling:

De tijd waarbij het aantal pulsen tot een kwart is afgenomen (bijvoorbeeld van 1540 tot 385), bedraagt  $3,4 \mu\text{s}$ . Dus is de halveringstijd gelijk aan  $1,7 \mu\text{s}$ .

- inzicht in het begrip halveringstijd 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat compenseert voor het aantal na  $10 \mu\text{s}$ : niet aanrekenen.*

**23 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:

Het gaat om twee afzonderlijke muonen die toevallig kort na elkaar door de detector gaan.

*Opmerking*

*Aan het antwoord "achtergrondstraling": geen scorepunten toekennen.*

**24 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:

De halveringstijd heeft te maken met de kans om in een volgend tijdsinterval te vervallen en is onafhankelijk van de voorgeschiedenis.

*Opmerking*

*Aan antwoorden die gaan over de relativistische snelheid van de muonen waardoor voor het muon de 30 km veel korter is (of zijn  $100 \mu\text{s}$  veel langer duren dan die van de waarnemer): geen scorepunten toekennen.*

## Opgave 5 Kogelstoten

---

25 maximumscore 3

uitkomst:  $x = 8,6$  m

voorbeeld van een berekening:

Voor de beweging in de  $y$ -richting geldt:

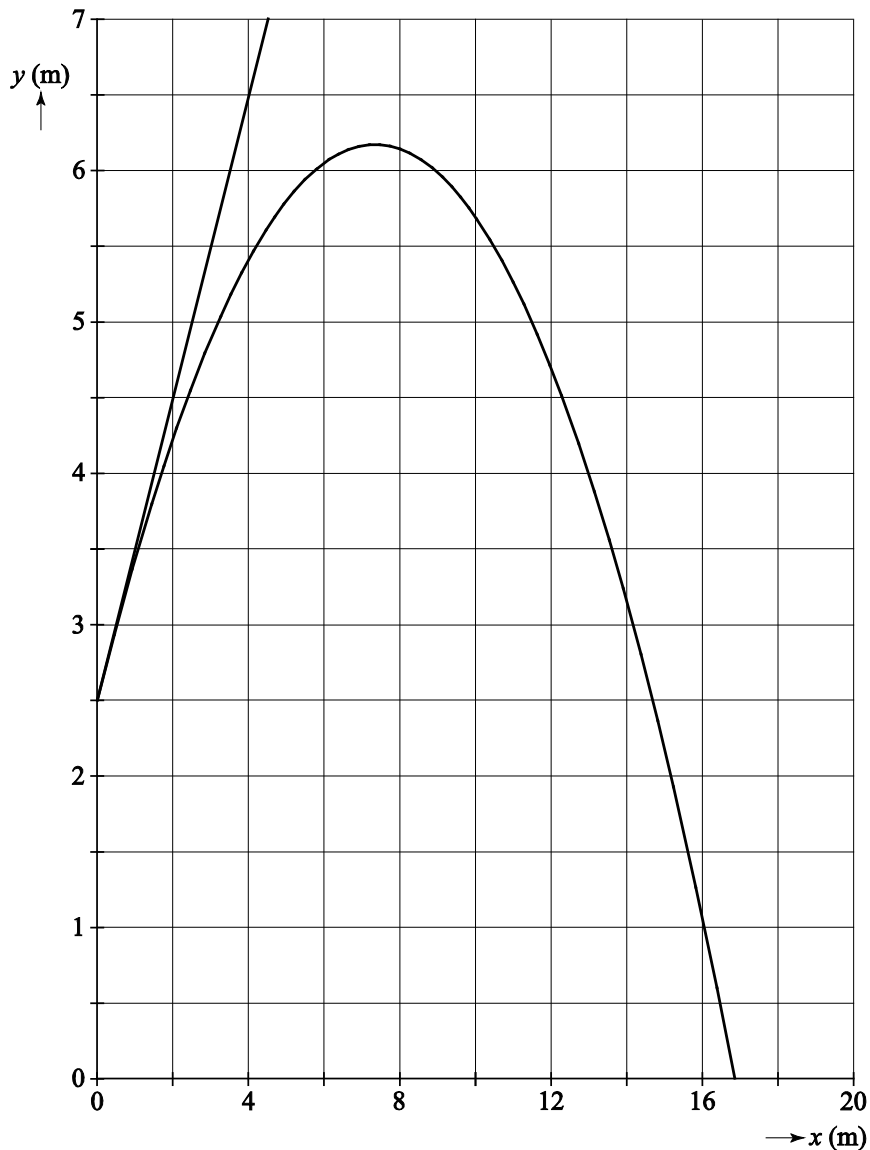
$$y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 2,5 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 0,714 \text{ s.}$$

Voor de beweging in de  $x$ -richting geldt:  $x = v_x t = 12 \cdot 0,714 = 8,6$  m.

- gebruik van  $y = \frac{1}{2}gt^2$  1
- gebruik van  $x = v_x t$  1
- completeren van de berekening 1

## 26 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



De richting van de snelheid op  $t = 0$  wordt gegeven door de raaklijn. Deze raaklijn gaat door het punt  $(4,0, 6,5)$ . De helling van de raaklijn is dus:  $\frac{6,5 - 2,5}{4} = 1 = \tan \alpha \rightarrow \alpha = 45^\circ$ . (De stoothoek is inderdaad  $45^\circ$ .)

- inzicht dat richting wordt bepaald door de raaklijn op  $t = 0$  1
- bepaling van de helling van de raaklijn 1
- completeren van het antwoord 1



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

**27 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

- In de x-richting blijft de snelheid  $v_x$  constant.
- De kogel wordt door de zwaartekracht versneld in de y-richting. Dus geldt:  
 $v_y = v_y - g \cdot dt$  /  $v_y = v_y - gt$
- De stopvoorwaarde is:  $y < 0$ .

- inzicht dat de snelheid  $v_x$  constant blijft 1
- aanvullen van de modelregel tot  $v_y = v_y - g \cdot dt$  /  $v_y = v_y - gt$  1
- stopvoorwaarde 1

*Opmerking*

*De stopvoorwaarden  $y \leq 0$  en  $y = 0$ : goed rekenen.*

**28 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Omdat de kogel bij grotere stoothoeken een grotere hoogte bereikt, zal de kogel steeds langer in de lucht zijn. Dus in figuur 4a staat  $t$  op de horizontale as (en in figuur 4b de grootte  $x$ .)

- inzicht dat bij grotere hoogte een langere vluchttijd hoort 1
- keuze voor figuur 4a 1

## 5 Inzenden scores

---

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in het programma WOLF.  
 Zend de gegevens uiterlijk op 20 juni naar Cito.