

# Correctievoorschrift VWO

# 2015

tijdvak 1

## natuurkunde (pilot)

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 Toetsen en Examens op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet College voor toetsen en examens 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 Toetsen en 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 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 Toetsen en 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 Toetsen en 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 Toetsen en 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 Toetsen en 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 Toetsen en 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

Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.

Een onvolkomenheid kan ook op een tijdstip geconstateerd worden dat een aanvulling op het correctievoorschrift te laat zou komen.

In dat geval houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

### 3 Vakspecifieke regels

---

Voor dit examen kunnen maximaal 75 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 Schrikdraadinstallatie

#### 1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- De stroomkring bestaat uit de onderdelen: hoogspanningsbron, (verbindings)draden, schrikdraad, dier, aarde, metalen pen, hoogspanningsbron.
- Als de draad niet aangeraakt wordt, is er geen gesloten stroomkring en loopt er geen stroom. Er wordt dus ook geen elektrische energie verbruikt.

- noemen van ten minste de onderdelen: hoogspanningsbron, schrikdraad, dier, aarde, metalen pen 1
- inzicht dat er geen gesloten stroomkring is als de draad niet wordt aangeraakt 1
- inzicht dat dan geen elektrische energie verbruikt wordt 1

*Opmerking*

*Als bij de eerste deelvraag (het eerste scorepunt) genoemd worden paal en/of lucht: geen scorepunt voor deze deelvraag toekennen.*

#### 2 maximumscore 3

uitkomst:  $R = 36 \Omega$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $R = \frac{\rho \ell}{A}$ , met  $A = \pi \left(\frac{1}{2}d\right)^2$ .

Invullen levert:  $R = \frac{0,72 \cdot 10^{-6} \cdot 400}{\pi \left(\frac{1}{2} \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}\right)^2} = 36 \Omega$ .

- gebruik van  $R = \frac{\rho \ell}{A}$  met  $\rho = 0,72 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$  1
- inzicht dat  $A = \pi \left(\frac{1}{2}d\right)^2$  1
- completeren van de berekening 1

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

**3 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $P = \frac{U^2}{R}$ . Aflezen van de spanningswaarden in figuur 2 en

invullen levert voor het maximale vermogen van de belaste pulsen:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(4,5 \cdot 10^3)^2}{500} \approx \frac{(2,0 \cdot 10^3)^2}{100} = 40 \cdot 10^3 \text{ W.}$$

(Dit komt overeen met het maximale vermogen in figuur 3.)

- gebruik van  $P = \frac{U^2}{R}$  (of  $P = UI$  en  $U = IR$ ) 1
- aflezen van de waarden uit figuur 2 1
- completeren van de bepalingen 1

**4 maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:

In volgorde van EN-normen:

- 1 De onbelaste uitgangsspanning is die van het open circuit. Deze bedraagt 8 kV. (Deze voldoet aan de norm.)
- 2 De duur van één puls is (minder dan) 0,3 ms. (Deze voldoet aan de norm.)
- 3 Voor de maximale stroomsterkte bij een belasting van 100 Ω geldt:

$$I_{100} = \frac{U}{R} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{100} = 20 \text{ A. (Deze voldoet niet aan de norm.)}$$

(Voor de maximale stroomsterkte bij een belasting van 500 Ω geldt:

$$I_{500} = \frac{U}{R} = \frac{4,5 \cdot 10^3}{500} = 9,0 \text{ A. (Deze voldoet aan de norm.)}$$

- 4 De energie in één puls komt overeen met de oppervlakte onder de  $(P, t)$ -grafiek. Deze is gelijk aan 4,7 J (met een marge van 0,5 J). (Deze voldoet aan de norm.)
- controleren van norm 1 en 2 1
  - gebruik van  $U = IR$  /  $P = I^2 R$  1
  - uitrekenen van de maximale stroomsterkte bij een belasting van 100 Ω 1
  - inzicht dat de energie in één puls overeenkomt met de oppervlakte onder de  $(P, t)$ -grafiek 1
  - schatten van de oppervlakte onder de grafiek als 4,7 J (met een marge van 0,5 J) 1

*Opmerking*

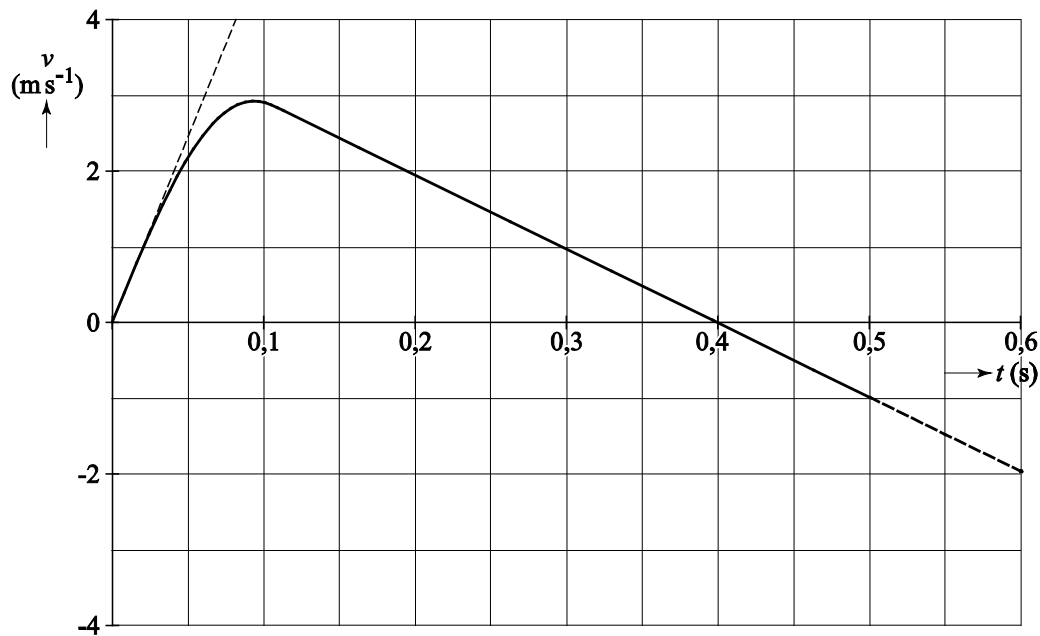
*De conclusies mogen impliciet zijn en hoeven dus niet expliciet genoemd te worden.*

## Opgave 2 Een sprong bij volleybal

### 5 maximumscore 4

uitkomst:  $F_{\text{afzet}} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 4,5 \text{ kN}$

voorbeeld van een bepaling:



De versnelling op  $t = 0,0 \text{ s}$  is gelijk aan de helling van de raaklijn.

Dit levert:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4,0}{0,080} = 50 \text{ ms}^{-2}$  (met een marge van  $5 \text{ ms}^{-2}$ ).

Er geldt:  $F_{\text{res}} = F_{\text{afzet}} - F_z = ma$ . Invullen levert:  $F_{\text{afzet}} - 75 \cdot 9,81 = 75 \cdot 50$ .

Dit levert:  $F_{\text{afzet}} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 4,5 \text{ kN}$ .

- inzicht dat de steilheid van de raaklijn aan het steilste stuk bepaald moet worden 1
- gebruik van  $F_{\text{res}} = ma$  met  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  1
- inzicht dat  $F_{\text{res}} = F_{\text{afzet}} - F_z$  1
- completeren van de bepaling 1

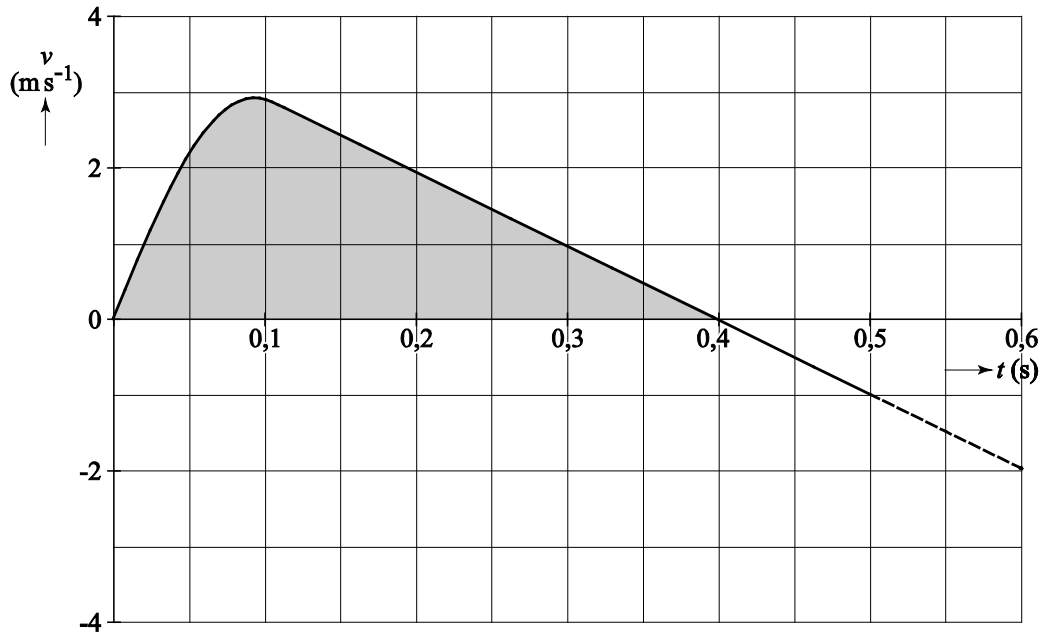
#### Opmerking

Als in de berekening geen rekening gehouden wordt met  $F_z$ :  
maximaal 2 scorepunten toekennen.

**6 maximumscore 3**

uitkomst:  $\Delta y = 0,64 \text{ m}$  (met een marge van  $0,03 \text{ m}$ )

voorbeeld van een bepaling:



Het hoogteverschil komt overeen met de oppervlakte onder de grafiek.

Deze oppervlakte is  $0,64 \text{ m}$ .

- inzicht dat het hoogteverschil overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- inzicht dat de beweging tot het hoogste punt plaatsvindt tussen  $t = 0,0 \text{ s}$  en  $t = 0,4 \text{ s}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerkingen*

- *Als de vraag beantwoord wordt met  $s = v_{\text{gem}} t$  en het antwoord buiten de marge ligt, maximaal 2 scorepunten toekennen.*
- *Als het tweede scorepunt niet gescoord wordt, voor deze vraag maximaal 1 scorepunt toekennen.*

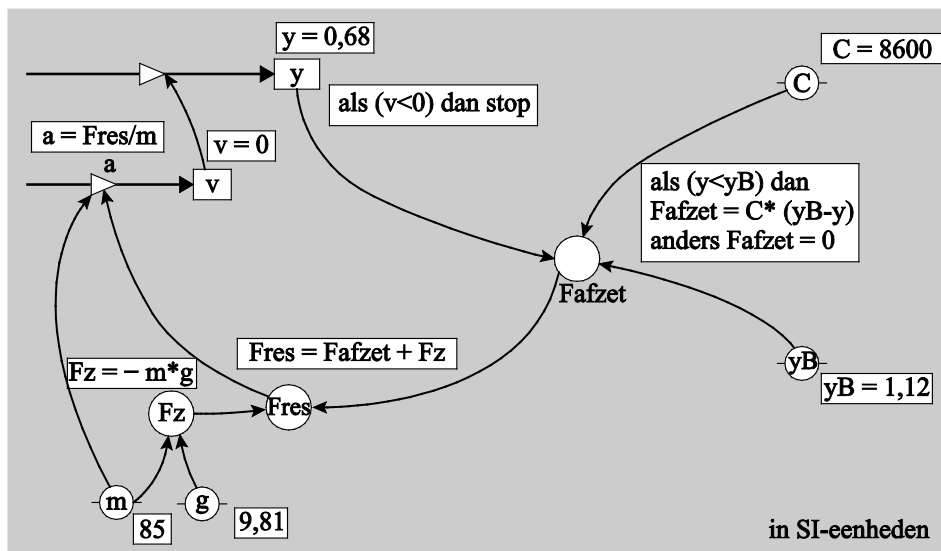


## 7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

model	startwaarden (in SI-eenheden)
$F_z = -m * g$	$t = 0$
als $(y < y_B)$ dan $F_{afzet} = C * (y_B - y)$	$dt = 0,001$
anders $F_{afzet} = 0$	$y = 0,68$
eindals	$v = 0$
$F_{res} = F_{afzet} + F_z$	$m = 85$
$a = F_{res} / m$	$g = 9,81$
$v = v + a * dt$	$C = 8600$
$y = y + v * dt$	$y_B = 1,12$
$t = t + dt$	
als $(v < 0)$ dan stop	
eindals	

of



- inzicht dat voor  $y < y_B$  geldt  $F_{afzet} = C(y_B - y)$  1
- inzicht dat  $F_{afzet} = 0$  voor  $y > y_B$  1
- inzicht dat de stopvoorwaarde is  $v < 0$  1

*Opmerking*

Als in plaats van de tekens  $<$  en/of  $>$  de tekens  $\leq$  en/of  $\geq$  gebruikt worden: goed rekenen.

**8 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

$$E_{\text{afzet}} = \frac{1}{2} C (y_B - y)^2$$

- inzicht dat geldt  $E_v = \frac{1}{2} C u^2$  1
- noteren van  $E_{\text{afzet}} = \frac{1}{2} C (y_B - y)^2$  1

**9 maximumscore 2**

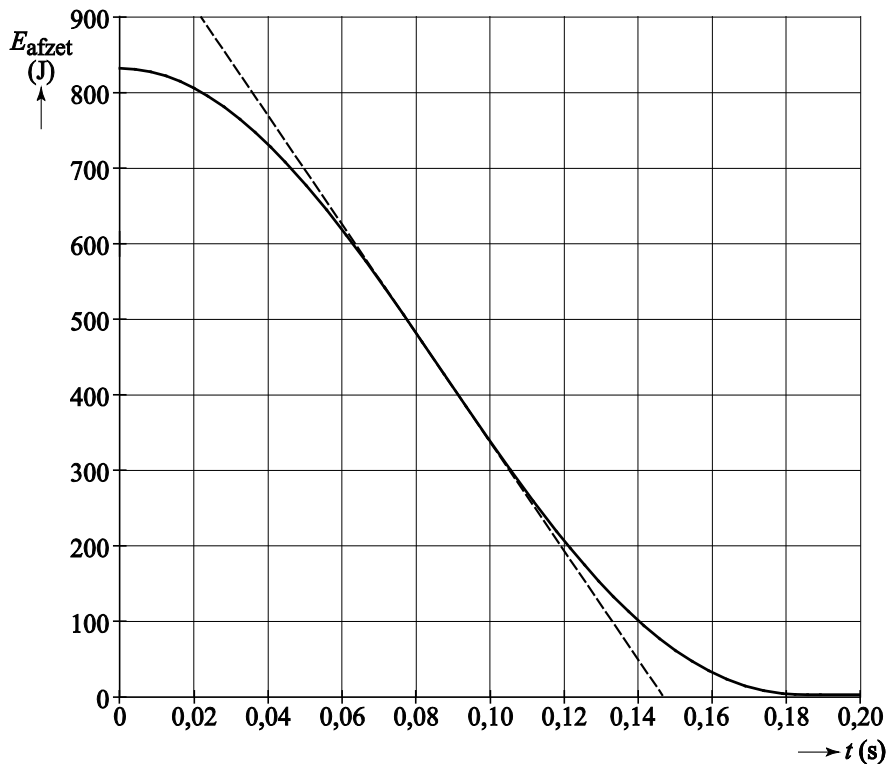
uitkomst:  $t = 0,09$  s

voorbeeld van een bepaling:

Het vermogen correspondeert met de helling van de grafiek.

Het vermogen is maximaal als de helling het grootst is.

Dit is op  $t = 0,09$  s.



- inzicht dat het vermogen correspondeert met de helling van (de raaklijn aan) de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

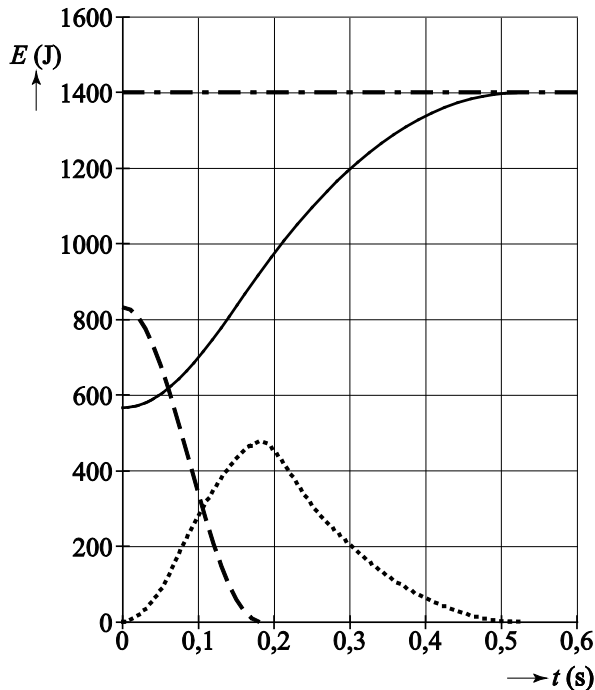
*Opmerking*

*Alle tijden en tijdsintervallen tussen  $t = 0,06$  s en  $t = 0,12$  s goed rekenen.*

## 10 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Op  $t = 0,52$  s bevindt de volleyballer zich op het hoogste punt. (Dan is de kinetische energie gelijk aan 0.) (De veerenergie is ook gelijk aan 0.) De totale energie is dus gelijk aan 1400 J.  
Op  $t = 0,18$  s geldt:  $E_k = E_{\text{tot}} - E_z(-E_{\text{afzet}}) = 1400 - 920(-0) = 480$  J.
- Op  $t = 0$  en op  $t = 0,52$  s is de kinetische energie gelijk aan 0 J.  
Dit levert de volgende grafiek voor de kinetische energie:



- inzicht dat  $E_{\text{tot}} = E_z + E_{\text{afzet}} + E_{\text{kin}}$  1
- op  $t = 0,18$  s geldt  $E_k = 480$  J (met een marge van 20 J) 1
- inzicht dat op  $t = 0$  s en  $t = 0,52$  s de kinetische energie gelijk is aan 0 1
- tekenen van de grafiek van  $E_k$  1

*Opmerkingen*

- *Om het laatste scorepunt te krijgen moet de grafiek omhoog lopen van de oorsprong tot het getekende punt voor de kinetische energie op  $t = 0,18$  s en moet de kromme enigszins parabolvormig naar beneden lopen tot  $t = 0,52$  s.*
- *Als de tweede en derde deelscore niet behaald zijn: de vierde deelscore niet toekennen.*

### Opgave 3 Terug uit de ruimte

#### 11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } F_g = F_{\text{mpz}} \rightarrow \frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}.$$

Dit levert voor de omloopsnelheid:

$$v_{\text{omloop}} = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6 + 500 \cdot 10^3)}} = 7,62 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}.$$

(Deze snelheid is groter dan de gegeven baansnelheid.)

- inzicht dat  $F_g = F_{\text{mpz}}$  1
- gebruik van  $F_g = \frac{GmM}{r^2}$  1
- gebruik van  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat gebruikt:  $mg = \frac{mv^2}{r}$ , maximaal 2 scorepunten toekennen.*

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

**12 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

- De zwaarte-energie is gelijk aan de arbeid die men tegen de gravitatiekracht moet leveren om een massa tot een hoogte  $h$  van het aardoppervlak te tillen. De gravitatiekracht neemt echter op grotere hoogte af, waarbij  $a_g < g$  dus geldt:  $\Delta E_g < E_z$ .
- De snelheid bij landing moet zeker kleiner dan  $10 \text{ ms}^{-1}$  zijn. Voor de hoeveelheid energie  $Q$  die de capsule moet verliezen geldt dan:

$$Q = E_A - E_B = \frac{1}{2}mv_A^2 + 0,927 \cdot mgh_A - \frac{1}{2}mv_B^2 =$$

$$5,8 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{1}{2} (7,5 \cdot 10^3)^2 + 0,927 \cdot 9,81 \cdot 5,0 \cdot 10^5 - \frac{1}{2} 10^2 \right) = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Dus schatting c is de beste.

- inzicht dat de valversnelling en dus de zwaarte-energie op grote hoogte afneemt 1
- inzicht in de wet van behoud van energie 1
- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat in de berekening de eindsnelheid niet meeneemt: niet aanrekenen.*

**13 maximumscore 3**

antwoord:

	I te heet	II snelheid bij landing te groot	III ketst af tegen atmosfeer	IV daaltijd te groot	V remkracht te groot
$\gamma < \gamma_0$			X	X	
$\gamma > \gamma_0$	X	X			X

- indien vijf antwoorden goed 3
- indien vier antwoorden goed 2
- indien drie antwoorden goed 1

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

**14 maximumscore 2**

uitkomst:  $P = 4,4 \cdot 10^6$  W

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $\frac{P}{A} = \sigma T^4$ .

Invullen levert:  $P = \sigma AT^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 3,9^2 \cdot (1,6 \cdot 10^3)^4 = 4,4 \cdot 10^6$  W.

- gebruik van  $\frac{P}{A} = \sigma T^4$  1
- completeren van de berekening 1

**15 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de meest voorkomende straling in het spectrum geldt:  $\lambda_{\max} T = k_w$ .

Invullen levert:  $\lambda_{\max} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^3} = 1,8 \cdot 10^{-6}$  m.

Deze golflengte ligt in het infraroodgebied. Dus zal de kleur van het schild roodgloeiend zijn.

- gebruik van  $\lambda_{\max} T = k_w$  1
- uitrekenen van  $\lambda_{\max}$  1
- noemen in welk gebied deze golflengte ligt en conclusie 1

**16 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:

Dit betekent dat de opening in het plasma niet aan de onderkant zit (waardoor communicatie alleen met satellieten mogelijk is).

**17 maximumscore 2**

uitkomst:  $d = 0,14$  m

voorbeeld van een berekening:

Voor de golflengte geldt:  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,2 \cdot 10^9} = 0,14$  m.

Dus de afstand  $d = 0,14$  m.

- inzicht dat  $\lambda = \frac{c}{f}$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>18</b>	<p><b>maximumscore 1</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Men lost daarmee het probleem op dat bij gelijke frequenties de down- en uplink signalen met elkaar zouden interfereren.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht in negatieve interferentie / uitdoving</li> </ul>	1
<b>19</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Zwakke signalen moeten versterkt worden. Als een analoog signaal versterkt wordt, wordt de ruis meeversterkt. Bij digitalisering neemt men geen (of veel minder) achtergrondruis mee / wordt de ruis niet versterkt / kan men bij reconstructie van binaire signalen de ruis wegfilteren.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat bij analoge signalen de ruis wordt meeversterkt</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat bij digitalisering de ruis niet wordt meeversterkt / wordt weggefilterd</li> </ul>	1
<b>20</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Bij AM moet de verhouding tussen de maximumamplitude en de minimumamplitude groot zijn om ruis te onderdrukken. Omdat het uitgezonden vermogen evenredig is met het kwadraat van de amplitude: <math>P = I^2 R</math>, moet het communicatiesysteem bij AM een hoog vermogen leveren.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat bij AM de verhouding tussen de maximumamplitude en de minimumamplitude groot moet zijn om ruis te onderdrukken</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat een grote amplitude een hoog vermogen betekent</li> </ul>	1

## Opgave 4 Tokamak

### 21 maximumscore 3

uitkomst:  $E = 17,590 \text{ MeV} (= 2,8182 \cdot 10^{-12} \text{ J})$

voorbeeld van een berekening:

Bij deze reactie wordt massa omgezet in energie.

Er geldt:  $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$ .

(Omdat het aantal elektronen in de atomen voor en na de reactie gelijk is, kan er in plaats van met kernmassa's gerekend worden met atoommassa's.)

$$m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}} = 2,014102 + 3,016050 = 5,030152 \text{ u.}$$

$$m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}} = 4,002603 + 1,008665 = 5,011268 \text{ u.}$$

Hieruit volgt:  $\Delta m = 0,018884 \text{ u.}$

Dit levert:  $E = 0,018884 \cdot 931,49 = 17,590 \text{ MeV} = 2,8182 \cdot 10^{-12} \text{ J.}$

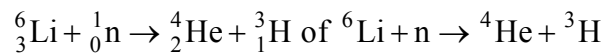
- inzicht dat  $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$  met  $m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}}$  en  $m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}}$  1
- omrekenen van massa naar energie 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerkingen*

- *Als het massaverlies negatief genomen wordt: uiteraard goed rekenen.*
- *Een uitkomst in 3 tot en met 7 significante cijfers goed rekenen.*

### 22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- één neutron links van de pijl 1
- He en T als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1



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

**23 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

- Het magneetveld heeft geen invloed op de snelheidscomponent evenwijdig aan het magneetveld. Op de snelheidscomponent loodrecht op het magneetveld werkt een Lorentzkracht, waardoor het deeltje (in dit vlak) in een cirkel gaat bewegen. Samen met de snelheid in de richting van het magneetveld ontstaat dan een baan in een spiraalvorm.
- In figuur 1 en 2 is  $F_L$  naar achter gericht en is  $B$  naar rechts gericht. Volgens een richtingsregel is de stroomrichting dan naar boven. De snelheid van het deeltje is ook naar boven. Het deeltje is dus een positief deeltje.

- inzicht dat  $F_L$  loodrecht staat op  $v_{\perp}$  1
- inzicht dat de cirkelbeweging loodrecht op het magneetveld samen met  $v_{\parallel}$  een spiraalvormige baan oplevert 1
- gebruik van een richtingsregel in figuur 1 en 2 1
- consequente conclusie 1

**24 maximumscore 4**

uitkomst:  $B = 0,53 \text{ T}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $F_L = F_{\text{mpz}}$ . Invullen levert:  $Bqv_{\perp} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$ .

Omschrijven levert:  $B = \frac{mv_{\perp}}{qr} = \frac{2,01 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 5,1 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,20} = 0,53 \text{ T}$ .

- inzicht dat  $F_L = F_{\text{mpz}}$  1
- gebruik van  $F_L = Bqv$  1
- inzicht dat  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$  1
- completeren van de berekening 1

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

**25 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Als de lengte van de Tokamak-ITER een factor  $k$  groter wordt dan een gewone Tokamak, neemt het volume met factor  $k^3$  toe en de energieproductie dus ook. Stralingsverliezen treden op bij het oppervlak en het oppervlak neemt toe met een factor  $k^2$ .

Dus bij een schaalvergroting neemt de energieproductie meer toe dan de verliezen.

- inzicht dat energieproductie toeneemt met  $k^3$  1
- en de verliezen toenemen met  $k^2$  1
- completeren van de uitleg 1

**26 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Bij een langere opsluittijd  $\tau$  wordt de temperatuur  $T$  lager door meer energieverlies door straling.

- noemen van de temperatuur 1
- geven van de reden 1

## 5 Inzenden scores

---

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinerator in het programma WOLF. Zend de gegevens uiterlijk op 26 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.