

Correctievoorschrift HAVO

2014

tijdvak 2

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 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 examiner en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examiner 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 examiner. 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 examiner 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 examiner 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 76 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
-------	----------	--------

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Opgave 1 Koolstof-14-methode

1 maximumscore 3

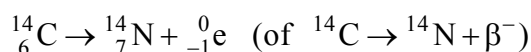
antwoord:

aantal protonen	aantal elektronen	aantal neutronen	massa	halveringstijd
nee	nee	ja	ja	ja

- nee bij aantal protonen en bij aantal elektronen 1
- ja bij aantal neutronen en bij massa 1
- ja bij halveringstijd 1

2 maximumscore 3

antwoord:

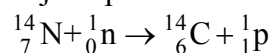


- bèta deeltje rechts van de pijl 1
- N als vervelproduct mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij dit proces komt een proton vrij, want er geldt:



- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1
- ${}^1_1\text{p}$ rechts mits verkregen via een kloppende reactievergelijking 1

4 maximumscore 2

antwoord: 11460 jaar

voorbeeld van een antwoord:

Als de verhouding R nog een kwart is van de oorspronkelijke waarde, zijn er precies twee halveringstijden verstreken. De halveringstijd van C-14 is 5730 jaar, dus de schedel is 11460 jaar oud.

- inzicht dat er twee halveringstijden van C-14 verstreken zijn 1
- opzoeken van de halveringstijd van C-14 en completeren 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

5 maximumscore 2

uitkomst: $9,8 \cdot 10^{-2} \%$ (of 0,10%)

voorbeeld van een antwoord:

Na 10 halveringstijden is er nog $\left(\frac{1}{2}\right)^{10} \cdot 100\% = 9,8 \cdot 10^{-2} \%$ C-14 over.

- inzicht dat de activiteit afneemt met $\left(\frac{1}{2}\right)^{10}$ (of 2^{10} kleiner wordt) 1
- completeren van de berekening 1

Opgave 2 Slinger van Wilberforce

6 maximumscore 3

uitkomst: 32 N

voorbeeld van een berekening:

De zwaartekracht op het blok is: $F_z = mg = (2,8 \cdot 9,81) \text{ N}$.

Om de veer een uitrekking van 9,0 cm is $F_v = Cu = (49 \cdot 0,090) \text{ N}$ nodig.

De kracht van de veer op het blok is dan

$F = F_z + F_v = (2,8 \cdot 9,81) + (49 \cdot 0,090) = 32 \text{ N}$.

- gebruik van $F_z = mg$ 1
- gebruik van $F_v = Cu$ 1
- completeren van de berekening 1

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de trillingstijd geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{2,8}{49}} = 1,5 \text{ s}$.

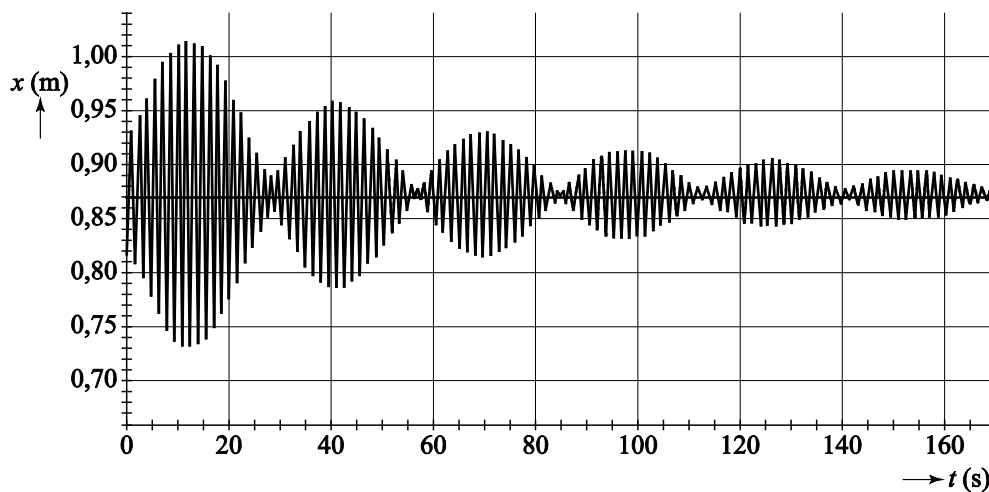
De frequentie is dan: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,5} = 0,67 \text{ Hz}$.

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren 1

8 maximumscore 1

antwoord: 0,87 m (met een marge van 0,5 cm)

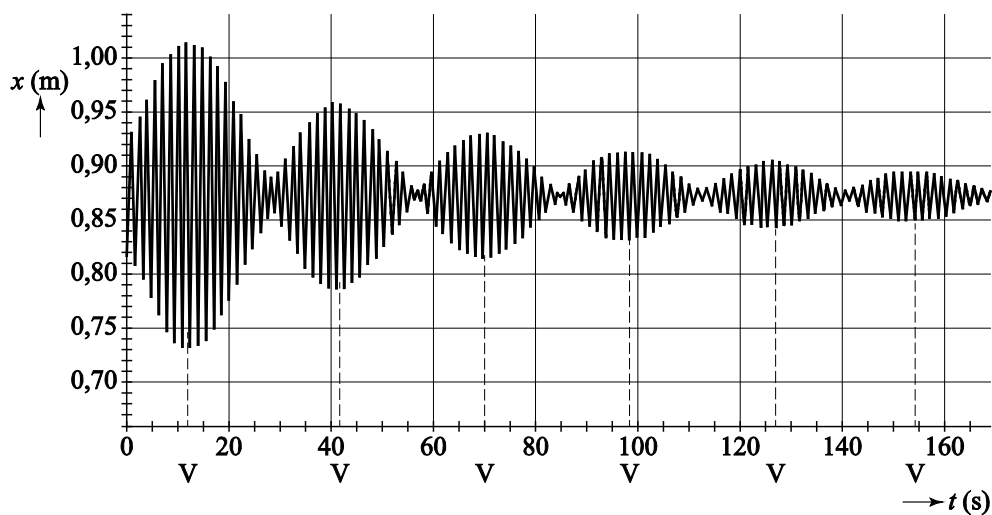
voorbeeld van een antwoord:



Uit de figuur blijkt dat de evenwichtsstand van de trilling ligt op 0,87 m, zie bovenstaande figuur. Dit is tevens de hoogte boven de sensor.

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat het gewicht alleen verticaal op en neer beweegt als de uitwijking maximaal is
- alle 6 de tijdstippen juist aangegeven

1

1

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

10 maximumscore 4

voorbeeld van antwoorden:

- Uit de figuur op de uitwerkbijlage blijkt dat het gewicht 20 keer draait in 30 s. De trillingstijd is dan gelijk aan $\frac{30}{20} = 1,5$ s. De frequentie is

$$f = \frac{1}{T} = 0,67 \text{ Hz.}$$

- bepalen van de trillingstijd met gebruik van minstens $5T$ 1
- completeren 1
- De frequentie van draaien is (bijna) gelijk aan de frequentie waarmee de veer op en neer beweegt. Er is dus sprake van resonantie.
- inzicht dat $f_{\text{veer}} = f_{\text{draai}}$ 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als de frequentie in het eerste deel onjuist bepaald is: maximaal 2 scorepunten toekennen.

Opgave 3 Haarföhn

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De eenheid van $[Q] = \text{kg s}^{-1}$; de eenheid van

$[Av\rho] = \text{m}^2 \cdot \text{m s}^{-1} \cdot \text{kg m}^{-3} = \text{kg s}^{-1}$. Beide termen hebben dus dezelfde eenheid.

- eenheid van Q 1
- eenheid van A , van v , en van ρ 1
- vermenigvuldigen van de eenheden A , v , ρ en consequente conclusie 1

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

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $Q = Av\rho$, waarbij:

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{1}{2} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2} \right)^2 = 1,59 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2; v = 9,5 \text{ ms}^{-1}; \text{ en } \rho = 1,19 \text{ kg m}^{-3}.$$

$$\text{Invullen geeft: } Q = Av\rho = 1,59 \cdot 10^{-3} \cdot 9,5 \cdot 1,19 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg s}^{-1}.$$

- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2} \cdot 4,5 \text{ cm}$ 1
- bepalen van de dichtheid van lucht bij 20°C met een marge van $0,01 \text{ kg m}^{-3}$ 1
- completeren 1

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1:

De plastic zak van 60 liter wordt in 3,9 sec opgeblazen. Dit is

$$\frac{60}{3,9} = 15,4 \text{ L s}^{-1}. \text{ De massa van 1000 L lucht is 1,19 kg, dus er wordt}$$

$$\frac{15,4}{1000} \cdot 1,19 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg s}^{-1} \text{ lucht in de plastic zak geblazen.}$$

- berekenen van het aantal liter lucht per sec 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- completeren 1

methode 2:

In de zak zit 60 liter lucht, dit is $1,19 \cdot 60 = 71,4 \text{ g}$.

$$\text{Het opblazen duurt 3,9 s, dus er wordt } \frac{71,4}{3,9} = 18,3 \text{ g s}^{-1} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg s}^{-1}$$

lucht in de plastic zak geblazen.

- inzicht dat $m = \rho V$ 1
- inzicht dat $Q = \frac{m}{t}$ 1
- completeren 1

Opmerking

Als ook hier dezelfde foutieve waarde voor de dichtheid gebruikt is als in de vorige vraag: niet opnieuw aanrekenen

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

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het vermogen van de draad in stand 1 is $(6,5 \cdot 10^2 - 1,0 \cdot 10^2) = 5,5 \cdot 10^2$ W.

In stand 2 is het vermogen van beide draden $(1,2 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^2) = 1,1 \cdot 10^3$ W,

dit is precies twee maal zoveel als het vermogen van één draad.

(De weerstandsdraaden hebben dus hetzelfde elektrische vermogen).

- inzicht dat $P_{\text{el,1 draad}} = P_{\text{stand 1}} - P_{\text{koud}}$ 1
- inzicht dat $P_{\text{el,stand 2}} = 2 \cdot P_{\text{el,stand 1}}$ 1

15 maximumscore 4

uitkomst: 8,4 m

voorbeeld van een berekening:

Het elektrisch vermogen van één draad is $(6,5 \cdot 10^2 - 1,0 \cdot 10^2) = 5,5 \cdot 10^2$ W.

Er geldt: $P = \frac{U^2}{R}$ zodat $R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{5,5 \cdot 10^2} = 96,18 \Omega$.

Voor de weerstand van een draad geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$; invullen geeft

$96,18 = 1,10 \cdot 10^{-6} \frac{\ell}{0,096 \cdot 10^{-6}}$. Hieruit volgt dat $\ell = 8,4$ m.

- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ (of $P = UI$ en $U = IR$) 1
- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ met $\rho = 1,10 \cdot 10^{-6} \Omega \text{m}$ 1
- omrekenen van mm^2 naar m^2 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als in deze opgave opnieuw een verkeerde waarde voor het vermogen van de weerstandsdraad gebruikt is: niet opnieuw aanrekenen.

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

16 maximumscore 3

uitkomst: 0,73 (of 73%)

voorbeeld van een berekening:

Om $1,8 \cdot 10^{-2}$ kg lucht op te warmen van $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ is er

$Q = cm\Delta T = 1,01 \cdot 10^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot (65 - 21) = 799,9\text{ J}$ nodig.

De weerstandsdraden gebruiken daarvoor $P_{\text{el}} = P_{\text{stand 2}} - P_{\text{koud}} =$

$(1,2 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^2) = 1,1 \cdot 10^3\text{ J}$.

Het rendement is dan: $\eta = \frac{Q}{P_{\text{el}}} = \frac{799,9}{1,1 \cdot 10^3} = 0,73$ (of 73%)

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{Q}{P_{\text{stand 2}} - P_{\text{koud}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opgave 4 Botsproef

17 maximumscore 3

antwoord: 20 m s^{-1} (met een marge van $2,0 \text{ m s}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid van de auto op een bepaald tijdstip kan bepaald worden met behulp van de helling van de raaklijn aan de grafiek in het (s,t) -diagram. In het gegeven (s,t) -diagram is de snelheid van de auto op $t = 0 \text{ s}$ maximaal.

Voor die snelheid geldt: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1,4}{0,07} = 20 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat de snelheid op een tijdstip bepaald kan worden met de helling van de raaklijn op dat tijdstip aan het (s,t) -diagram 1
- inzicht dat de snelheid van de auto maximaal is op $t = 0 \text{ s}$ 1
- completeren van de bepaling 1

18 maximumscore 3

voorbeelden van antwoorden:

- aanraking muur: punt B, want daar begint de snelheid af te nemen.
- maximale vertraging: punt C, want daar loopt het (v,t) -diagram het steilst.
- stopt met verder indeuken: punt D want daar is de snelheid 0.

per juist antwoord 1

Opmerking

Juist tijdstip, maar met een foutieve uitleg: geen scorepunt.

Vraag	Antwoord	Scores
19	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De vertraging van het hoofd van de pop is maximaal als de grafiek in het (v,t)- diagram zo steil mogelijk loopt. De vertraging is de helling van de raaklijn op dat tijdstip. Voor de maximale vertraging geldt:</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{0,052} = 385 \text{ ms}^{-2} = 39g .$ <p>De vertraging blijft hier onder de wettelijke richtlijnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ inzicht dat de vertraging maximaal is als de (v,t)-grafiek zo steil mogelijk loopt completeren van de bepaling van a (met een marge van 15g) consequente conclusie 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
20	<p>maximumscore 3</p> <p>antwoorden:</p> <p>1 niet waar</p> <p>2 waar</p> <p>3 niet waar</p> <p>per juist antwoord</p>	<p>1</p>
21	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: 17 ms^{-1}</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, invullen geeft: $m \cdot 9,81 \cdot 15 = \frac{1}{2}mv^2$, zodat</p> $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17 \text{ ms}^{-1} .$ <ul style="list-style-type: none"> gebruik van $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ inzicht dat de massa niet van belang is completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
22	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>In de middelste foto is $F_N > F_Z$ want de auto wordt afgeremd.</p> <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $F_N > F_Z$ juiste toelichting 	<p>1</p> <p>1</p>

Opgave 5 Telstar satelliet

23 maximumscore 4

uitkomst: $5,7 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een berekening:

Voor de gravitatiekracht geldt: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$.

Hierin is $G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, $m_1 = m_{\text{aarde}} = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$,

$m_2 = 77 \text{ kg}$ en $r = r_{\text{aarde}} + h$.

Als de afstand r klein is, is de gravitatiekracht groot. De hoogte h boven het aardoppervlak is daar $h = 952 \text{ km}$, zodat

$r = r_{\text{aarde}} + h = (6,378 + 0,952) \cdot 10^6 \text{ m}$.

Invullen geeft:

$$F_g = 6,6726 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,976 \cdot 10^{24} \cdot 77}{((6,378 + 0,952) \cdot 10^6)^2} = 5,7 \cdot 10^2 \text{ N}.$$

- gebruik van $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ met $G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ 1
- opzoeken van m_{aarde} en r_{aarde} 1
- gebruik van $r = r_{\text{aarde}} + h$ met $h = 952 \text{ km}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als er geen rekening gehouden is met de straal van de aarde: maximaal 2 scorepunten toekennen.

24 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\frac{m_2 v^2}{r} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ dus $v^2 = \frac{G m_1}{r}$. Als de afstand r tot de aarde klein

is, is de snelheid v groot. De snelheid in het perigeum P is dus groter dan de snelheid in het apogeum A.

- gebruik van $\frac{m_2 v^2}{r} = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$ 1
- inzicht dat de snelheid groot is als de afstand tot de aarde klein is 1
- conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
25	maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Voor een geostationair baan geldt dat de omlooptijd gelijk is aan 24 uur (en dat de snelheid in de baan constant is), de Telstar draait dus niet in een geostationaire baan.	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van 24 uur als omlooptijd van een geostationaire baan • conclusie 	1 1
26	D	
27	maximumscore 4 uitkomst: ongeveer 1 golflengte voorbeeld van een bepaling: De golflengte van de uitgezonden signalen is gelijk aan $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{4170 \cdot 10^6} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 72 \text{ mm}.$ De diameter van de satelliet is op de foto gelijk aan 10,5 cm. Dit is in werkelijkheid 88 cm, dus de foto is 8,4 keer verkleind. Opening X is (ongeveer) 9 mm hoog, de werkelijke hoogte is dan $8,4 \cdot 9 = 76 \text{ mm}$. In de hoogte van opening X past dus ongeveer 1 golflengte.	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $\lambda = \frac{c}{f}$ met $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-2}$ • bepalen van de vergrotingsfactor van de foto • bepalen van de werkelijke hoogte van X • conclusie 	1 1 1 1
28	B	

5 Inzenden scores

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