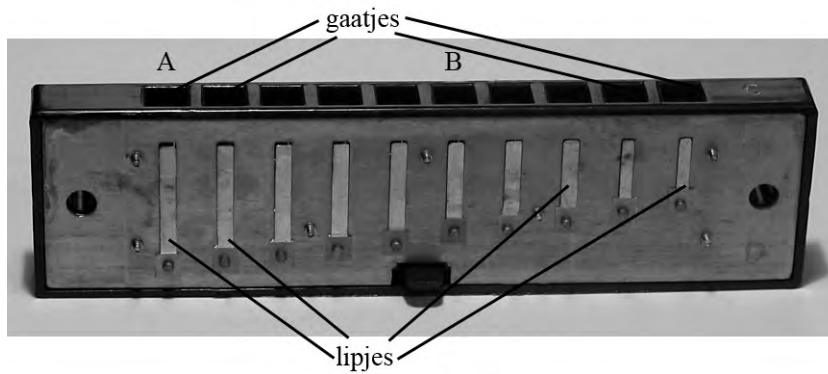


### Opgave 1 Mondharmonica

Van een mondharmonica is de beschermkap weggehaald. Zie figuur 1.

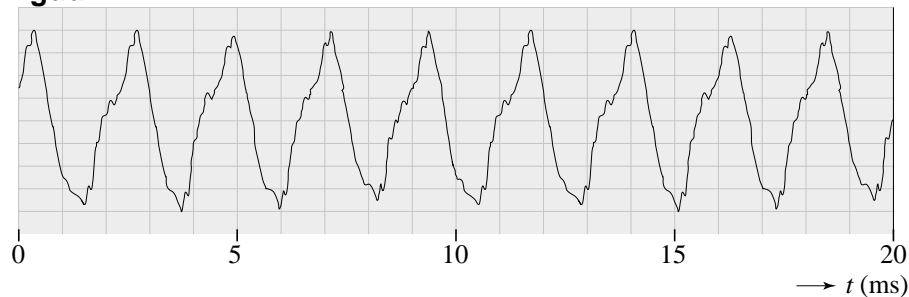
figuur 1



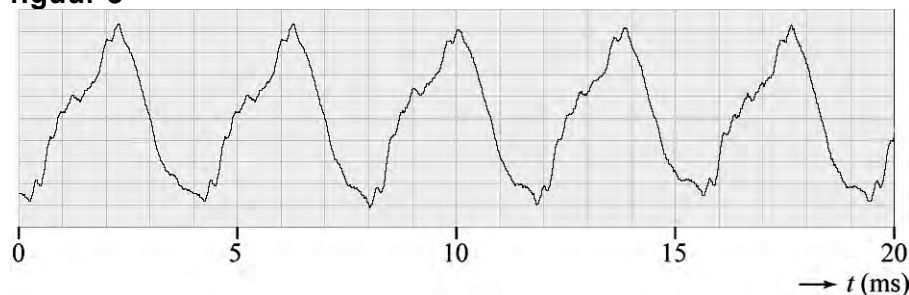
Deze mondharmonica heeft tien gaatjes. Onder elk gaatje zit een metalen lipje. Als een speler lucht door een gaatje blaast, ontstaat in het lipje onder dat gaatje een staande golf. Het lipje trilt dan in de grondtoon. De lipjes onder de gaatje A en B zijn even dik en even breed.

Met behulp van een microfoon en een computer zijn twee opnames gemaakt van het geluid, een bij het blazen in gat A en een bij het blazen in gat B. In figuur 2 en 3 zie je het resultaat van de opnames. Elke opname duurde 20 ms.

figuur 2



figuur 3

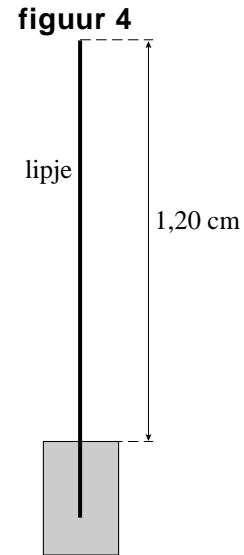


3p 1 Leg uit welke van deze figuren correspondeert met gat A.

- 3p 2 Bepaal welke toon in figuur 2 weergegeven is. Gebruik tabel 15C van Binas. Geef je antwoord met een letter en een cijfer zoals dat voorkomt in tabel 15C.

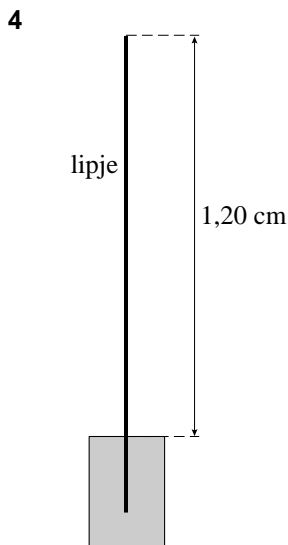
Een lipje is een dun koperen stripje dat aan één kant is vastgemaakt. Het andere uiteinde kan vrij trillen. Een zijaanzicht van een lipje zie je in figuur 4.

- 3p 3 Als het lipje van figuur 4 in de grondtoon trilt, ontstaat een toon van 392 Hz. Bereken de voortplantingssnelheid van de golven in het lipje.



- 2p 4 Naast de grondtoon gaat het lipje (zeker bij hard blazen) ook trillen in de eerste boventoon. Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage. Geef in de figuur op de uitwerkbijlage de plaatsen aan van de buiken en de knopen in het lipje als het trilt in de eerste boventoon.

**uitwerkbijlage**



## Opgave 2 Lekkende condensator

Een condensator wordt gebruikt om lading op te slaan, die later weer beschikbaar moet zijn. In de praktijk blijkt de condensator echter niet volledig geïsoleerd te zijn. Na verloop van tijd lekt er altijd wel wat lading weg. Gerard wil een automatisch systeem ontwerpen, dat de condensator weer oplaadt als er te veel lading weggelekt is.

Allereerst bouwt Gerard de schakeling die in figuur 1 staat.

Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

Het lekken van de condensator wordt gesimuleerd door de weerstand  $R$ . Door schakelaar  $S$  te sluiten, wordt de condensator weer opgeladen.

Gerard gebruikt een condensator  $C$  met een capaciteit van  $50 \text{ mF}$ , een weerstand  $R$  van  $1,5 \text{ k}\Omega$  en een spanningsbron  $B$  die een spanning van  $5,0 \text{ V}$  levert.

Om de grootte van de ontladstroom te meten, wil Gerard een mA-meter in de schakeling opnemen.

- 1p **5** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de mA-meter op de juiste plaats.

De gebruikte ideale mA-meter heeft zes bereiken:  $0,30 \text{ mA}$ ,  $0,50 \text{ mA}$ ,  $1,0 \text{ mA}$ ,  $3,0 \text{ mA}$ ,  $5,0 \text{ mA}$  en  $10 \text{ mA}$ .

- 3p **6** Ga met een berekening na op welk bereik de mA-meter moet staan om zo nauwkeurig mogelijk de ontladstroom te meten direct nadat de schakelaar geopend is.

Voor de spanning van de condensator tijdens het ontladproces geldt:

$$U(t) = U(0)e^{-\frac{t}{RC}}$$

- 2p **7** Gerard berekent de tijd waarin de spanning daalt van  $5,0 \text{ V}$  naar  $3,0 \text{ V}$ . Bereken die tijd.

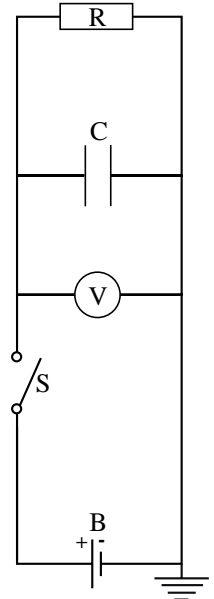
Het opladen van de condensator gaat een stuk sneller dan het ontladen.

Voor de tijd die het duurt om een condensator van  $3,0 \text{ V}$  naar  $5,0 \text{ V}$  op te laden geldt:  $t = 6RC$  waarin  $R$  de weerstand van de oplaadkring is.

De koperdraden in de oplaadkring hebben een totale lengte van  $65 \text{ cm}$ .

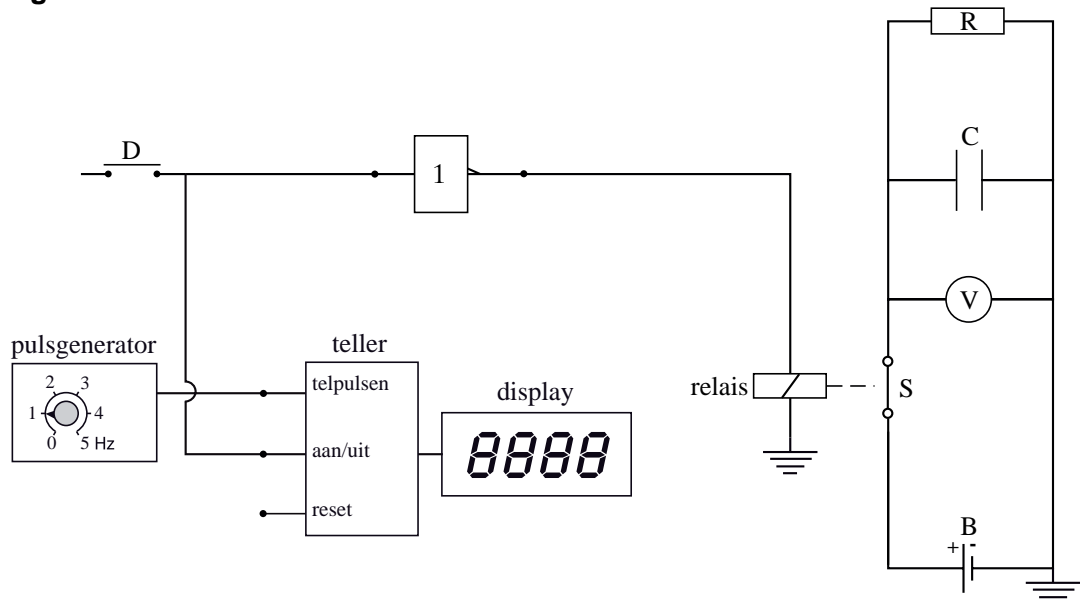
- 4p **8** Bereken de minimale dikte (diameter) van de draden, waarbij de oplaadtijd kleiner is dan  $1 \text{ ms}$ .

figuur 1



Gerard wil eerst een automatisch systeem bouwen om de ontladtijd te bepalen. Hij maakt hiervoor het ontwerp dat getekend staat in figuur 2.

figuur 2



De pulsgenerator is ingesteld op 1,0 Hz. Schakelaar S is gesloten als het relais een hoog signaal krijgt en open als het relais een laag signaal krijgt. Gerard leest de spanning af op de voltmeter. Hij wil meten hoe lang het duurt dat de spanning daalt van 5,0 V tot 3,0 V.

- 3p **9** Beschrijf welke handelingen Gerard moet verrichten en leg aan de hand van zijn ontwerp uit hoe dit systeem het gewenste resultaat oplevert.

Gerard maakt vervolgens een ontwerp voor een automatisch systeem om de condensator op te laden als er te veel lading is weggelekt. Op de uitwerkbijlage is het begin van zijn ontwerp van het automatisch systeem weergegeven.

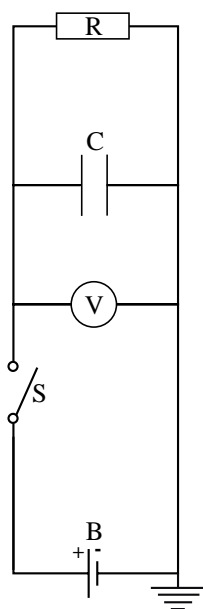
Het automatisch systeem moet aan de volgende eisen voldoen:

- het ontladen van de condensator moet met een korte druk op drukschakelaar D worden gestart,
- als de spanning van de condensator daalt tot onder 3,0 V, moet de condensator C direct worden opgeladen.

- 4p **10** Voltooi in de figuur op de uitwerkbijlage het schakelschema, zodat het ontwerp aan de gestelde eisen voldoet.

uitwerkbijlage

5



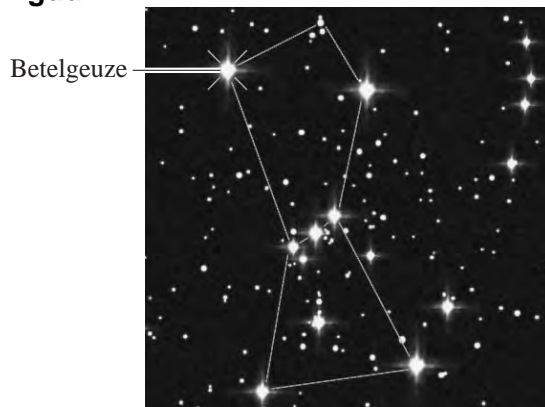
### Opgave 3 Betelgeuze

Gegevens over de zon, andere sterren en planeten zijn te vinden in de tabellen 31, 32B en 32C van het informatieboek Binas.

De ster Betelgeuze in het sterrenbeeld Orion is een zogenaamde rode superreus. Zie figuur 1.

Een rode superreus dankt zijn naam aan de kleur licht die hij uitzendt en aan zijn enorme omvang.

figuur 1



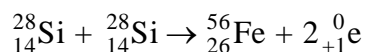
Stel je voor dat het middelpunt van Betelgeuze zich op de plaats van de zon zou bevinden.

- 2p 11 Ga na welke planetenbanen dan geheel binnen de omvang van Betelgeuze zouden vallen.

Tijdens zijn levensloop is Betelgeuze enorm uitgezet, waarbij zijn temperatuur gedaald is tot een waarde die lager is dan die van de zon. Zijn stralingskromme valt daardoor grotendeels in het rode en infrarode gebied van het stralingsspectrum.

- 3p 12 Bereken de golflengte die hoort bij de top van de stralingskromme van Betelgeuze.

Als in een ster de voorraad waterstof is verbruikt, kunnen fusiereacties optreden tussen zwaardere elementen. In zeer zware sterren kunnen zelfs twee silicium-28-kernen fuseren tot één ijzer-56-kern. Hierbij hoort de volgende kernreactievergelijking:



- 4p 13 Bereken hoeveel energie er bij één zo'n fusiereactie vrijkomt.

Voor het vermogen dat een ster uitstraalt in de vorm van stralingsenergie geldt:

$$P = cr^2T^4$$

Hierin is:

- $c$  een constante;
- $r$  de straal van de ster in m;
- $T$  de temperatuur van de ster in K.

Uit waarnemingen blijkt dat er voor de meeste sterren ook een verband bestaat tussen het vermogen  $P_{\text{ster}}$  dat de ster uitstraalt en de massa  $M_{\text{ster}}$  van de ster.

Ten opzichte van de zon geldt de volgende relatie:

$$\frac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left( \frac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}} \right)^{\frac{7}{2}}$$

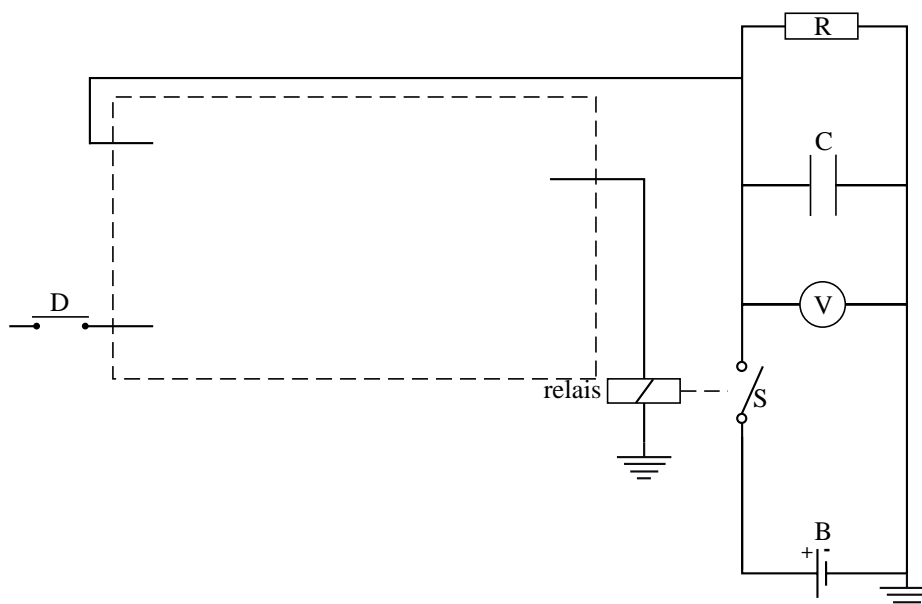
Als de massa van een ster groter is dan 10 maal de massa van de zon, zal de ster aan het eind van haar leven ontploffen als een zogenaamde supernova.

- 4p **14** Ga door middel van een berekening na of Betelgeuze zal ontploffen als een supernova.

*Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer niet wordt gebruikt.*

**uitwerkbijlage**

10



Als je gevraagd wordt resultaten op te slaan, doe je dat in de examenmap. In het openingsscherm is de naam van deze map gegeven.

Sla het resultaat op in de examenmap als **vraagnummer\_examnummer**.


Bijvoorbeeld **vr99\_010** als 99 het vraagnummer is en 010 je examnummer is.

## Opgave 4 Ariane-5-raket en Smart-1


Enkele jaren geleden is door de Europese ruimtevaartorganisatie ESA de Ariane-5-raket gelanceerd met aan boord de satelliet Smart-1.

- 2p **15** Door het uitstoten van verbrandingsgassen wordt de raket voortgestuwd.  
Leg dit uit met een natuurkundige wet.

De beweging tijdens de start van de Ariane-5-raket met Smart-1 aan boord wordt onderzocht met behulp van een model.


 Klik in het openingsscherm op **Start (model)** en bekijk het filmpje.

Van de start is met behulp van videometen de hoogte als functie van de tijd vastgelegd. De meetgegevens zijn in het  $(h,t)$ -diagram zichtbaar gemaakt.

 Open het modelvenster en bekijk en run het model.

In het model wordt ervan uitgegaan dat er elke seconde 3,6 ton brandstof wordt uitgestoten met een snelheid  $u$  ten opzichte van de raket. Het model geeft geen goede fit met de metingen, omdat de waarde voor de snelheid  $u$  in het model niet overeenkomt met de werkelijke waarde.

- 2p **16** Bepaal met de computer de snelheid  $u$  waarbij de grafiek van het model het beste overeenkomt met de grafiek van de videometing.  
Noteer deze snelheid op papier.


 Bewaar het resultaat als **vr16\_examnummer**. Sluit Coach.

 Klik in het openingsscherm op **Atmosfeer** en bekijk en run het model.

Over dit model gaan de volgende drie vragen

Dit model beschrijft de beweging van de Ariane-5-raket tot op grotere hoogte.

- 4p **17** Voer de volgende opdrachten uit:
- bepaal op welke hoogte  $F_w$  maximaal is;
  - leg uit waarom  $F_w$  eerst toeneemt en dan weer afneemt.

 Bewaar het resultaat als **vr17\_examnummer**.

De voortstuwingskracht  $F_{\text{stuw}}$  die op de raket werkt, is constant.  
De versnelling van de raket blijkt niet constant te zijn.

- 4p **18** Leg uit of de versnelling op 100 km hoogte groter of kleiner is dan op 40 km.  
Gebruik in de uitleg drie grootheden die de versnelling van de raket beïnvloeden en die tijdens de lancering veranderen.


Bij ESA gebruikt men voor de snelheid van de raket in de atmosfeer de formule:

$$v(t) = u \cdot \ln\left(\frac{m(0)}{m(t)}\right) - gt$$

Hierin is:

- $m(0)$  de totale massa bij de start in kg;
- $m(t)$  de totale massa op tijdstip  $t$  in kg;
- $g$  de plaatselijke valversnelling:  $g = 9,78 \text{ ms}^{-2}$ .

- 4p **19** Onderzoek of bovenstaande formule dezelfde  $(v, t)$ -grafiek oplevert als het model. Neem daarbij voor  $u$  de waarde  $3,0 \text{ km s}^{-1}$ .

 Bewaar het resultaat als **vr19\_examennummer**. Sluit Coach.

Als de raket op de goede hoogte is, wordt de satelliet Smart-1 losgekoppeld en in een ellipsvormige baan om de aarde gebracht. De motor van Smart-1 wordt gebruikt om de satelliet naar een steeds hogere baan om de aarde te brengen, totdat hij door de maan wordt 'ingevangen'.


De ellipsvormige banen om de aarde worden met het model 'Naar de Maan' beschreven.

 Klik in het openingsscherm op **Naar de Maan** en run het model. Je hoeft dit model niet te bekijken.


Het motorvermogen  $P_{\text{motor}}$  is de toename van  $W_{\text{motor}}$  per tijdseenheid.

De voortstuwingskracht  $F_{\text{motor}}$  is constant maar het motorvermogen  $P_{\text{motor}}$  niet.

- 4p **20** Leg uit waarom  $P_{\text{motor}}$  niet constant is. Maak daarvoor eerst een grafiek van  $P_{\text{motor}}$  tegen  $t$ .

 Bewaar het resultaat als **vr20\_examennummer**. Sluit Coach.

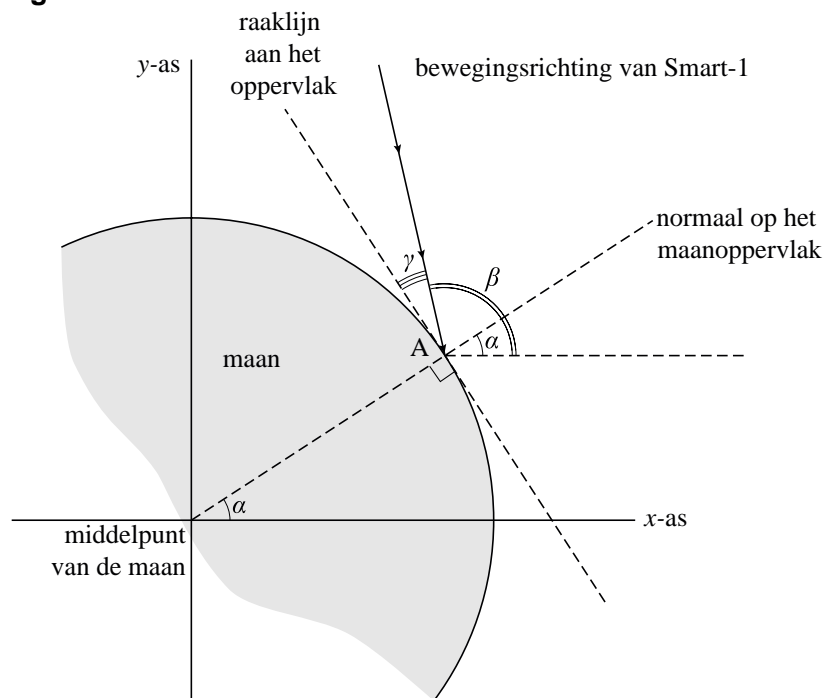
Uiteindelijk komt Smart-1 in een baan om de maan. Vlak voordat de brandstof van de motor helemaal op is, laat men Smart-1 op het maanoppervlak neerstorten. Dit doet men expres onder een kleine hoek  $\gamma$ , zodat de inslag door de opgeworpen stofwolk goed te zien is vanaf de aarde.

 *Klik in het openingsscherm op **Crash** en run het model.*

Het model beschrijft de laatste twee omwentelingen van Smart-1 om de maan. In het  $(v, t)$ -diagram is te zien dat de satelliet op  $t = 26540$  s iets wordt afgeremd. Daardoor slaat Smart-1 enige tijd later op  $t = 34937,5$  s in bij A.

Figuur 1 is een schematische tekening van de situatie bij punt A, de plaats waar Smart-1 inslaat op de maan.

**figuur 1**




$\alpha$  is de hoek die de normaal op het maanoppervlak in A maakt met de  $x$ -as.

$\beta$  is de hoek die de snelheid in A maakt met de  $x$ -as.

$\gamma$  is de hoek waaronder Smart-1 het maanoppervlak treft.

- 4p **21** Bereken hoek  $\gamma$ . Bepaal daartoe eerst de hoeken  $\alpha$  en  $\beta$  uit de resultaten van het model.

 *Bewaar het resultaat als **vr21\_examenummer**. Sluit Coach.*

*Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer wordt gebruikt.*

 *Klik op **Controleren of Inleveren** en controleer of de resultaten zijn opgeslagen. Klik daarna op **Inleveren en afsluiten** of op **Terug**.*