

# Examen HAVO 2014

tijdvak 2  
woensdag 18 juni  
13.30 - 16.30 uur

**natuurkunde (pilot)**

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 28 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 76 punten te behalen.

Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.



## Opgave 1 Koolstof-14-methode

Om de ouderdom van organisch materiaal te bepalen, kan men gebruik maken van de koolstof-14-methode. Koolstof-14 is een radioactieve isotoop die in de atmosfeer van de aarde voorkomt. De koolstof-14-methode is in 1949 ontdekt door Willard Frank Libby, die er in 1960 de Nobelprijs voor scheikunde voor ontving. In deze opgave gaan we stapsgewijs op deze methode in.

In de natuur vinden we drie isotopen van koolstof:  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ . In de tabel op de uitwerkbijlage staan een aantal eigenschappen van deze isotopen.

- 3p 1 Omcirkel in de tabel op de uitwerkbijlage het juiste alternatief.

Het aantal C-14 kernen neemt in de loop van de tijd af want C-14 is radioactief via  $\beta^-$ -verval.

- 3p 2 Geef de vervalvergelijking van het radioactieve verval van C-14.

Tegelijkertijd wordt het aantal C-14 kernen in de bovenste lagen van de atmosfeer aangevuld. Neutronen worden ingevangen door stikstof-14 kernen, waarna koolstof-14 ontstaat. Bij dit proces komt nog een ander deeltje vrij.

Het invangen van een neutron door een stikstof-14 kern kan als volgt worden weergegeven:  $^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + \dots$

- 2p 3 Welk deeltje er bij dit proces vrij? Licht je antwoord toe door de reactievergelijking compleet te maken.

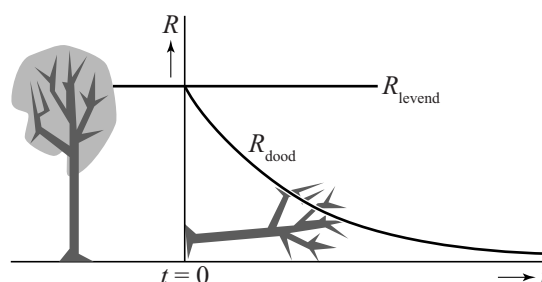
In alle levende planten en dieren vindt men dezelfde constante verhouding van

$$R = \frac{\text{aantal } ^{14}\text{C-kernen}}{\text{aantal } ^{12}\text{C-kernen}}.$$

Als een plant of dier sterft, verandert  $R$ , want het koolstof-14 verval en wordt niet meer aangevuld.

De afname van  $R$  is schematisch weergegeven in figuur 1.

figuur 1



Een archeologe heeft een schedel van een sabeltandtijger gevonden waarvan zij de ouderdom wil weten. In het laboratorium meet ze dat  $R$  precies een kwart is van die van levende dieren.

- 2p 4 Hoe oud is de schedel? Licht je antwoord toe.

De C-14 methode is bruikbaar voor materialen tot 10 halveringstijden oud.

- 2p 5 Hoeveel procent van de oorspronkelijk hoeveelheid koolstof-14 is er dan nog over? Geef je antwoord in 2 significante cijfers.

## Opgave 2 Slinger van Wilberforce

De slinger van Wilberforce bestaat uit een veer waar een blok aan hangt. Zie figuur 1.

Als het blok verticaal omlaag getrokken wordt en dan wordt losgelaten, ontstaat er een bijzondere beweging. Eerst beweegt het blok op en neer en draait nauwelijks heen en weer. Het draaien neemt toe en het op en neer bewegen neemt af. Na een tijdje draait het blok alleen nog maar heen en weer en is de verticale trilling verdwenen.

Vervolgens komt de verticale beweging weer langzaam op gang en neemt het draaien af totdat het blok alleen nog maar op en neer beweegt en niet meer heen en weer draait.

Dit herhaalt zich net zo lang totdat het blok door demping tot stilstand komt.

figuur 1



In de opstelling van figuur 1 heeft het blok een massa van 2,8 kg.

De veerconstante van de veer is gelijk aan  $49 \text{ N m}^{-1}$ .

Om de beweging te demonstreren, wordt het blok aan de veer voorzichtig 9,0 cm omlaag getrokken, maar nog niet losgelaten.

- 3p 6 Bereken de kracht van de veer die dan op het blok werkt.

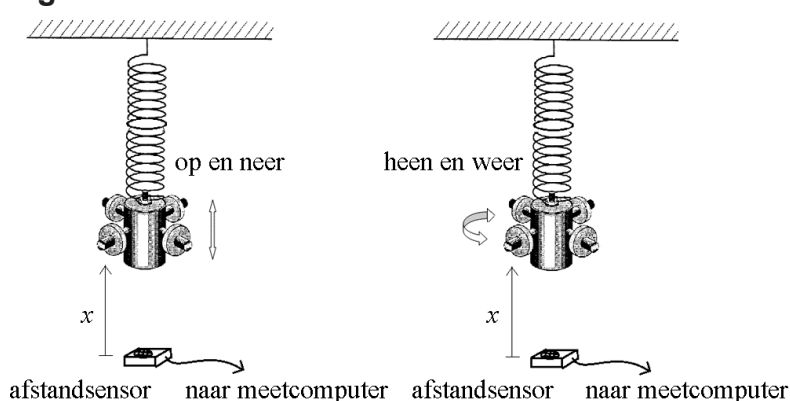
Als het blok wordt losgelaten, gaat de veer trillen met een frequentie van 0,67 Hz.

- 3p 7 Toon dit aan met behulp van een berekening.

Onder de slinger wordt een afstandssensor gelegd, zodat de afstand van de onderkant van het blok tot de sensor als functie van de tijd gemeten kan worden. Zie figuur 2.

Het resultaat van zo'n meting is op de uitwerkbijlage in een  $(x, t)$ -diagram weergegeven.

figuur 2



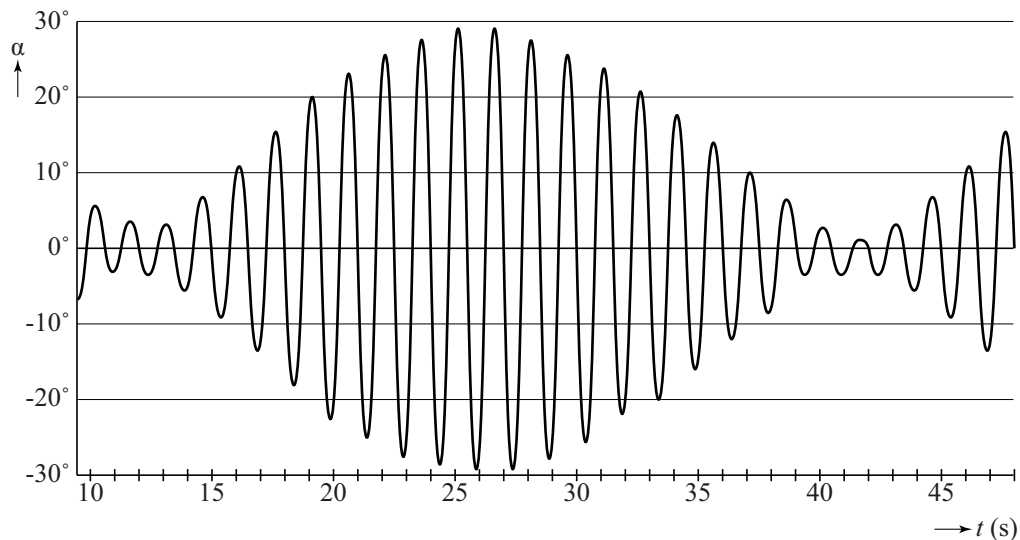
- 1p 8 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand van de onderkant van het blok tot de sensor, als het blok tot stilstand is gekomen.

- 2p 9 Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met de letter V alle tijdstippen aan waarop het blok alléén verticaal op en neer beweegt en niet draait.

Met een draaihoeksensor wordt vervolgens de hoek waarover het blok draait als functie van de tijd gemeten. Het resultaat van deze meting is in figuur 3 weergegeven.

Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

**figuur 3**



- 4p 10 Beantwoord nu de volgende vragen:
- Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de draaifrequentie van de slinger van Wilberforce. Licht je antwoord toe.
  - Leg uit of er bij de slinger van Wilberforce sprake is van resonantie.

### Opgave 3 Haarföhn

Feline onderzoekt een aantal eigenschappen van een haarföhn. Ze wil allereerst weten hoeveel kg lucht de föhn per seconde uitblaast. Daarvoor gebruikt ze de volgende formule:

$$Q = Av\rho$$

Hierin is:

- $Q$  de massa van de lucht die per seconde verplaatst wordt,
- $A$  de oppervlakte van de luchtopening van de föhn,
- $v$  de snelheid van de uitgeblazen lucht,
- $\rho$  de dichtheid van de lucht.

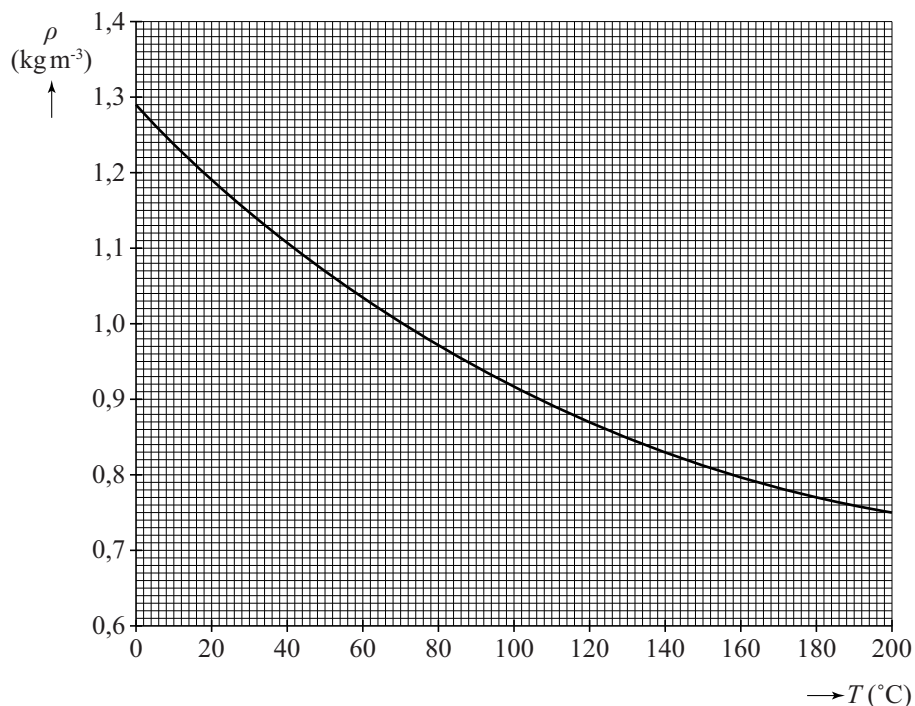
3p 11 Laat zien dat  $Q$  dezelfde eenheid heeft als  $Av\rho$ .

Om  $Q$  te kunnen berekenen, meet Feline de snelheid van de uitgeblazen lucht en de diameter van de luchtopening. De windsnelheidsmeter geeft voor de snelheid van de lucht  $9,5 \text{ m s}^{-1}$ . Zie figuur 1. De diameter van de luchtopening is 4,5 cm. De dichtheid van lucht is afhankelijk van de temperatuur. Dit is weergegeven in figuur 2. De föhn blaast lucht van  $20^\circ\text{C}$ .

figuur 1



figuur 2



Uit de metingen van Feline volgt dat  $Q = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg s}^{-1}$ .

- 3p **12** Toon dit met een berekening aan.

Om deze berekening te controleren voert Feline een tweede experiment uit. Ze blaast met de föhn een plastic zak met een volume van 60 liter op. Het opblazen duurt 3,9 s.

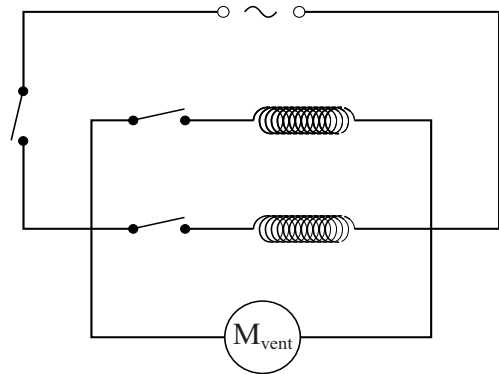
- 3p **13** Controleer met deze gegevens dat  $Q = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg s}^{-1}$ .

Feline meet het elektrisch vermogen van de föhn in vier standen: uit, koud, lauw (1) en warm (2). Ze verzamelt haar metingen in een tabel.

Stand	$P \text{ (W)}$
uit	0
koud	$1,0 \cdot 10^2$
1	$6,5 \cdot 10^2$
2	$1,2 \cdot 10^3$

In de föhn zitten twee weerstandsdraden en een ventilator. In de stand 'koud' worden de weerstandsdraden niet gebruikt. In stand 1 is één weerstandsdraad aangesloten, in stand 2 zijn beide weerstandsdraden in gebruik. De ventilator en de weerstandsdraden zijn parallel aangesloten. Zie figuur 3.

figuur 3



- 2p **14** Leg met behulp van figuur 3 en de tabel uit dat de weerstandsdraden hetzelfde elektrische vermogen hebben.

De föhn werkt op een spanning van 230 V. Eén weerstandsdraad heeft een doorsnede van  $0,096 \text{ mm}^2$  en is gemaakt van nichroom.

- 4p **15** Bereken de lengte van deze weerstandsdraad.

Vervolgens meet Feline de temperatuur van de aangezogen en uitgeblazen lucht als de föhn in stand 2 staat. De aangezogen lucht heeft een temperatuur van  $21^\circ\text{C}$ , de uitgeblazen lucht is  $65^\circ\text{C}$ . De warmte, die de motor levert, wordt verwaarloosd.

De ventilator levert nog steeds  $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$  lucht per seconde.

- 3p **16** Bereken het (totale) rendement van de gloeispiralen. Neem voor de soortelijke warmte van lucht  $1,01 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

## Opgave 4 Botsproef

In een botsproef wordt de veiligheid van een auto getest door deze auto op een muur te laten botsen. De auto wordt daarbij van diverse kanten gefilmd. Met behulp van videometen kan dan een  $(s,t)$ -diagram gemaakt worden van een gemarkeerd punt  $\odot$  op de auto. Op de uitwerkbijlage is het  $(s,t)$ -diagram gegeven van een bepaalde botsproef.

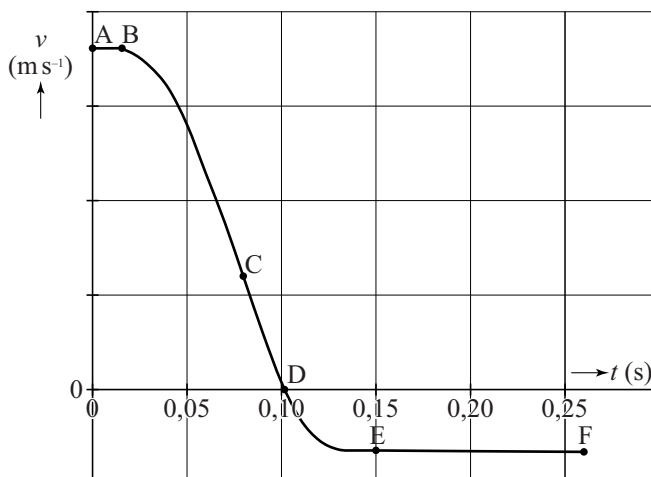


- 3p 17 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale snelheid van de auto tijdens deze botsproef.

In figuur 1 is een schets van het  $(v,t)$ -diagram van de botsende auto gegeven. In dit diagram zijn zes punten, A tot en met F, met een stip aangegeven.

figuur 1

- 3p 18 Leg uit op welk punt (A, B, C, D, E of F)
- de auto in aanraking komt met de muur,
  - de auto de maximale vertraging ondergaat,
  - de auto stopt met indeuken.





Er is ook een videometing gemaakt van het hoofd van de pop in de auto. Het  $(v, t)$ -diagram van die meting is op de uitwerkbijlage gegeven. Volgens wettelijke richtlijnen mag de vertraging van een hoofd nooit groter zijn dan  $60g$ , waarbij  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ .

- 4p 19 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of aan de wettelijke richtlijnen voor de vertraging van een hoofd is voldaan.

Op de uitwerkbijlage staan drie stellingen die gaan over een botsproef.

- 3p 20 Geef per stelling aan of deze stelling waar is of niet waar.

Een autofabrikant heeft ooit een promotiefilmpje gemaakt om de veiligheid van een bepaald model auto aan te tonen. Daarbij viel de auto 15 m verticaal recht omlaag.

De foto's in figuur 2 tonen drie screenshots uit het filmpje.

**figuur 2**



- 3p 21 Bereken de snelheid waarmee de auto de grond raakte.

In de middelste foto van figuur 2 werken de normaalkracht  $F_N$  en de zwaartekracht  $F_Z$  op de auto.

- 2p 22 Is in de middelste foto  $F_N < F_Z$ ,  $F_N = F_Z$ , of is  $F_N > F_Z$ ? Licht je antwoord toe.

## Opgave 5 Telstar satelliet

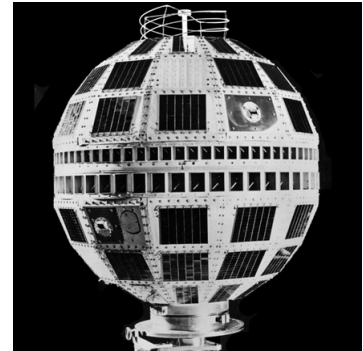
De Telstar satelliet was de eerste satelliet die op 23 juli 1962 televisiebeelden uitzond vanuit de Verenigde Staten naar Europa. De satelliet heeft helaas maar kort gefunctioneerd, want de elektronica in de Telstar werd in november 1962 onherstelbaar beschadigd door Amerikaanse en Russische experimenten met atoombommen.

De satelliet draait nog steeds in een ellipsvormige baan om de aarde.

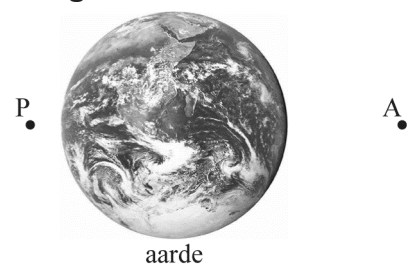
In het perigeum P van die ellips, het punt dat het dichtst bij de aarde ligt, is de hoogte boven het aardoppervlak 952 km. In het apogeum A, het punt dat het verst van de aarde ligt, bevindt de Telstar satelliet zich op 5632 km boven het aardoppervlak. Zie figuur 2.

De Telstar satelliet heeft een massa van 77 kg.

figuur 1



figuur 2



- 4p 23 Bereken de grootste waarde van de gravitatiekracht op de Telstar satelliet in zijn baan om de aarde.

In het perigeum en het apogeum geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_G$ .

- 3p 24 Leg met behulp van deze vergelijking uit of de snelheid het grootst is in het apogeum A, in het perigeum P, of dat de snelheden in A en P gelijk zijn.

De Telstar satelliet draait in 2 uur en 37 minuten om de aarde. De meeste communicatiesatellieten beschrijven een geostationaire baan.

- 2p 25 Leg uit of de Telstar satelliet in een geostationaire baan om de aarde draait.

Om signalen over de oceaan door te geven, werden er microgolven met een frequentie van 6390 MHz naar de satelliet gestuurd. De Telstar versterkte dit signaal en zond het signaal met een gewijzigde frequentie van 4170 MHz weer uit.

De ontvangen en uitgezonden signalen hebben een andere frequentie.

- 1p 26 Hoe heet dit principe?
- A Amplitudemodulatie
  - B Bandbreedte
  - C Frequentiemodulatie
  - D Kanaalscheiding

Op de uitwerkbijlage staat een afbeelding van de Telstar. De Telstar is bolvormig en heeft een diameter van 88 cm.

Op de satelliet zitten grote vierkante vlakken Z, dit zijn de zonnecellen die voor de energievoorziening zorgen.

Verder lopen er over de bol twee banden P en Q met rechthoekige openingen. Deze openingen zijn de zenders en de ontvangers.

De uitgezonden signalen, met een frequentie van 4170 MHz, werden door de grotere, onderste openingen (Q) uitgezonden.

In de hoogte van zo'n opening past een geheel aantal golflengtes.

- 4p 27 Bepaal, met behulp van de uitwerkbijlage, hoeveel golflengtes er (ongeveer) in de hoogte van opening X passen.

In november 1962 werd de elektronica in de Telstar onherstelbaar beschadigd door Amerikaanse en Russische experimenten met atoombommen waarbij veel neutronen vrijkwamen. Deze neutronen splitsten in grote hoeveelheden geladen deeltjes, die in de baan van de Telstar satelliet terechtkwamen. De geladen deeltjes beschadigden de elektronica in de Telstar waardoor deze niet meer functioneerde.

- 1p 28 In welke reactievergelijking is het splitsen van een neutron in een proton en een elektron juist weergegeven?
- A  ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_0^1\text{p} + {}_0^0\text{e}$
  - B  ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e}$
  - C  ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^0\text{p} + {}_0^1\text{e}$
  - D  ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{-1}^0\text{p} + {}_1^1\text{e}$