# Examen HAVO

# 2012

tijdvak 2
woensdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

## natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 27 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 79 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.

HA-1023-a-12-2-o

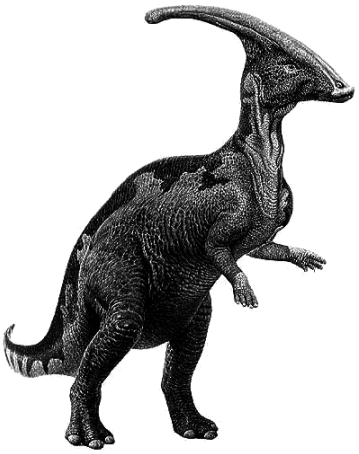
natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkundeuitgelegd.nl

## Opgave 1 Parasaurolophus

Hoewel er van dinosauriërs vrij veel bekend is, weten we van de meeste dino's weinig over het geluid dat ze maakten.
Een uitzondering hierop is de Parasaurolophus. Deze dino was in het bezit van een grote hoorn boven op de schedel. Zie figuur 1.
Deze hoorn diende als klankkast om het geluid te versterken.

**figuur 1**



1p **1** Op welk natuurkundig verschijnsel is dit gebaseerd?

Bij een volwassen mannetje is de hoorn $1{,}8$ m lang. Eén uiteinde van deze hoorn is open, het andere uiteinde is gesloten. De luchttemperatuur in de hoorn is $20$ °C.

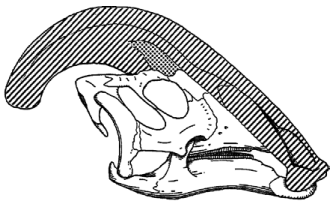
3p **2** Toon met een berekening aan dat de grondtoon die de dino met deze hoorn kon laten horen een frequentie had van $48$ Hz.

Onderzoek heeft uitgewezen dat een mannelijke Parasaurolophus een toon kon produceren met een frequentie van $2{,}4 \cdot 10^2$ Hz. Dit is een boventoon van de grondtoon van $48$ Hz.

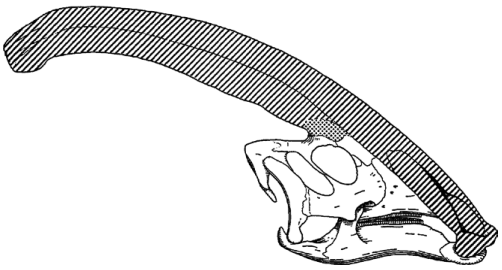
3p **3** Beredeneer of dit de eerste, de tweede, de derde, de vierde of de vijfde boventoon is.

De vrouwelijke Parasaurolophus had ook een hoorn. Deze hoorn was korter dan die van een mannelijk exemplaar.

**figuur 2**



hoorn vrouwelijke Parasaurolophus



hoorn mannelijke Parasaurolophus

2p **4** Leg uit of de grondtoon van een vrouwelijke Parasaurolophus hoger, lager of even hoog was als die van een mannelijk dier.

De dieren communiceerden met elkaar over grote afstanden. Het geluid dat zij daarbij maakten, passeerde veel bomen. Als een boom smaller is dan de golflengte van het geproduceerde geluid, kan het geluid de boom passeren.

3p **5** Beredeneer of voor deze dieren de grondtoon of juist de boventonen het meest geschikt waren om in bossen te communiceren.



natuurkundeuitgelegd.nl

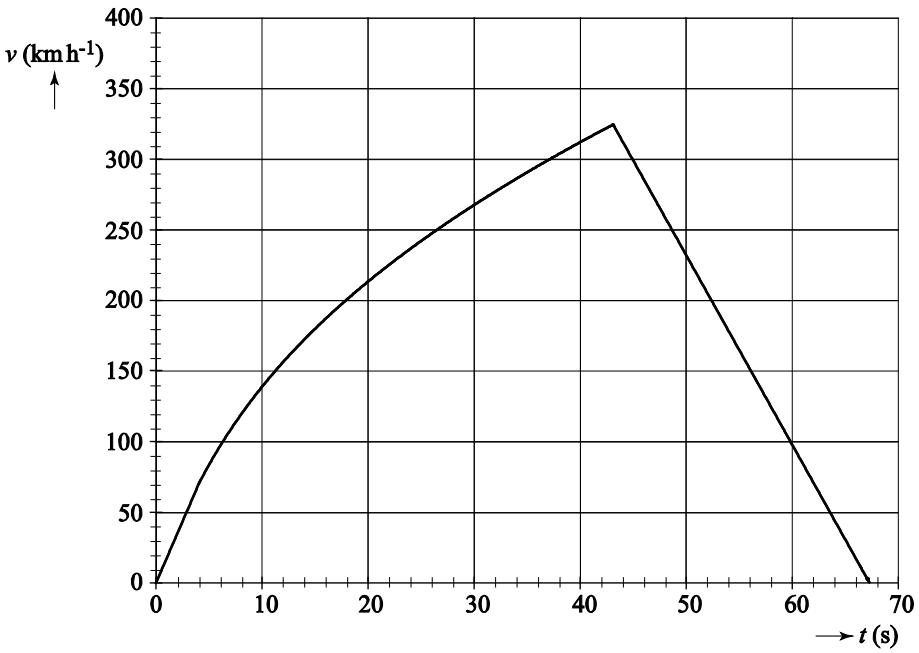
## Opgave 2 RTO

Vliegtuigen worden regelmatig onderworpen aan zware testen. Een voorbeeld van zo'n test is de Rejected Take Off (RTO).
Tijdens een RTO versnelt een vliegtuig tot de snelheid die nodig is om op te stijgen. Daarna wordt er zo hard mogelijk geremd. Tijdens deze noodstop worden de remmen soms zó heet dat ze in brand kunnen vliegen. Zie figuur 1.

**figuur 1**

In figuur 2 is het $(v,t)$-diagram van een RTO-test gegeven.

**figuur 2**




In de eerste vier seconden is de versnelling van het vliegtuig constant.

3p **6** Bepaal deze versnelling.

De test is uitgevoerd op een baan met een lengte van $4{,}00\ \text{km}$.

3p **7** Leg met behulp van het $(v,t)$-diagram uit dat deze baan lang genoeg is voor deze test.



natuurkundeuitgelegd.nl

Het vliegtuig heeft een massa van $5{,}9 \cdot 10^5$ kg. De maximale kinetische energie van het vliegtuig is $2{,}4 \cdot 10^9$ J.

2p **8** Toon dit aan.

De motoren gebruiken kerosine als brandstof. Bij verbranding levert $1{,}0$ m$^3$ kerosine $35{,}5 \cdot 10^9$ J. Het rendement van de motoren is $40\%$.

3p **9** Bereken hoeveel liter kerosine de motoren minimaal nodig hebben om het vliegtuig tot de maximale snelheid te versnellen.

Het vliegtuig heeft $20$ wielen; ieder wiel heeft één rem.

4p **10** Bepaal met behulp van de wet van arbeid en kinetische energie de remkracht die één wiel uitoefent tijdens het afremmen. Gebruik hiervoor ook figuur 2.

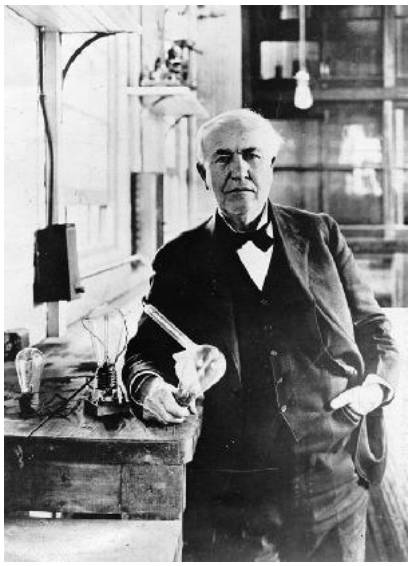
Op de uitwerkbijlage staan drie zinnen over het afremmen van het vliegtuig.

5p **11** Maak op de uitwerkbijlage elke zin compleet.



natuurkundeuitgelegd.nl

## Opgave 3 Gloeilamp van Edison



Thomas Alva Edison was een Amerikaanse uitvinder en zakenman, die uitvindingen opkocht en de octrooien dan op zijn naam vastlegde. Zo is bekend dat Edison niet de uitvinder is van de gloeilamp, maar dat hij wel zelf gloeilampen heeft gebouwd.
Om zijn gloeilamp bekend te maken liet hij op oudejaarsavond 1879 rondom Menlo Park in New Jersey tientallen gloeilampen branden als feestversiering. Snel daarna werd zijn gloeilamp een commercieel succes en begon de grootschalige serieproductie.

Op de uitwerkbijlage staat een zin over een gloeilamp.

2p **12** Maak op de uitwerkbijlage de zin compleet door de juiste **grootheden** in te vullen.

Op de uitwerkbijlage is de octrooiaanvraag uit 1880 van de gloeilamp van Edison te zien. Hij gebruikte in zijn gloeilamp een verkoolde bamboevezel als gloeidraad.
In de octrooiaanvraag staan drie figuren:
- figuur 1: een tekening van de hele gloeilamp;
- figuur 2: een tekening van de bamboe gloeidraad (cc') voordat hij tot een spiraal gewikkeld werd;
- figuur 3: een tekening van de gloeidraad als spiraal gewikkeld.

De lengte van de gloeidraad is op ware grootte getekend. De doorsnede van de gloeidraad waar de stroom doorheen gaat is $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ mm$^2$. De weerstand van de gloeidraad is $1{,}0$ kΩ.

4p **13** Bepaal met behulp van de uitwerkbijlage de soortelijke weerstand van de verkoolde bamboevezel.



natuurkundeuitgelegd.nl

De lamp wordt aangesloten op een spanningsbron. We vergelijken de stroomsterkte door de gloeidraad vlak na het inschakelen van de lamp met de stroomsterkte door de gloeidraad als de lamp al een tijdje brandt.
Een verkoolde bamboevezel heeft dezelfde eigenschappen als een NTC-weerstand.

3p **14** Is de stroomsterkte door de gloeidraad het grootst bij het inschakelen of als de lamp al een tijdje brandt? Licht je antwoord toe.

Edison maakte in 1880 een lamp van $16\ \mathrm{W}$ die $1500$ uur kon branden.

3p **15** Bereken de totale elektrische energie in $\mathrm{J}$ die de lamp dan heeft gebruikt.

Als de gloeidraad doorbrandt, is dat op de plek waar de gloeidraad dun is geworden.

3p **16** Leg uit dat op die plek de warmteontwikkeling per seconde het grootst is.
Gebruik in je antwoord $P = I^2R$.



natuurkundeuitgelegd.nl

## Opgave 4 Rubbia-centrale

Kernfysicus Carlo Rubbia heeft in 1993 een ontwerp gemaakt voor een nieuw type kerncentrale. Nieuw aan deze centrale is dat de gebruikte splijtstof uranium-233 is.
Kernen van uranium-233 splijten als ze een neutron invangen. Hierbij ontstaan twee nieuwe kernen en enkele neutronen. De kernen die ontstaan en het aantal neutronen dat vrijkomt, kunnen per reactie verschillend zijn.
Bij één zo'n splijting wordt xenon-138 gevormd en komen er drie neutronen vrij.

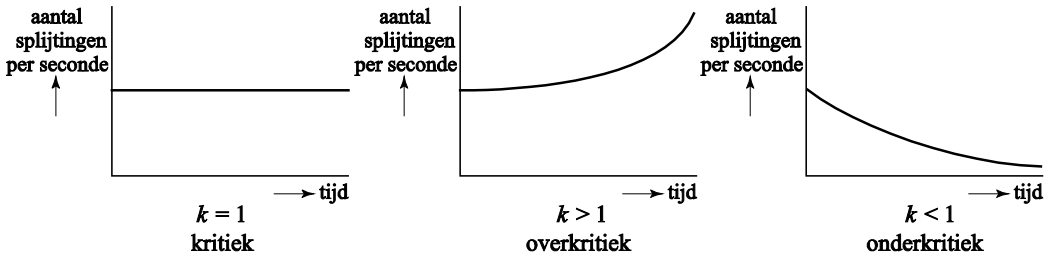
3p **17** Geef de reactievergelijking van deze splijting. (N.B. Niet alle isotopen in deze reactie staan in Binas.)

In het prototype van de centrale wordt de energie die in de reactor vrijkomt met een rendement van 36% omgezet in elektrische energie. De centrale wekt een elektrisch vermogen op van 100 MW.
Bij splijting van een uranium-233-kern is het (gemiddelde) massadefect 0,22 u.

5p **18** Bereken het aantal splijtingen per seconde in de Rubbia-centrale.

Als in een kerncentrale het aantal splijtingen per seconde constant is, zegt men dat de kettingreactie kritiek is. Dat wil zeggen dat van de neutronen die bij een splijting vrijkomen gemiddeld één neutron een nieuwe splijting veroorzaakt. In dat geval is de zo genoemde vermenigvuldigingsfactor $k$ gelijk aan 1.
Als $k > 1$ is spreekt men van een overkritieke kettingreactie en als $k < 1$ is van een onderkritieke kettingreactie. Deze drie situaties zijn weergegeven in figuur 1.

**figuur 1**




2p **19** Leg uit waarom een situatie met $k > 1$ gevaarlijk is.



natuurkundeuitgelegd.nl

Een kenmerkende eigenschap van de Rubbia-centrale is dat de kettingreactie die er plaatsvindt onderkritiek is.
Daardoor is deze centrale veiliger dan een gewone kerncentrale.
In het kader hiernaast staan enkele gegevens over de Rubbia-centrale.

**Rubbia-centrale**
Per splijting komen gemiddeld 2,57 neutronen vrij; hiervan
- wordt 46% geabsorbeerd in andere stoffen dan U-233;
- ontsnapt 17% uit de reactor;
- zorgt 37% voor een nieuwe splijting van U-233.

2p **20** Bepaal met behulp van deze gegevens de vermenigvuldigingsfactor $k$ van de kettingreactie in de Rubbia-centrale.

Om het aantal splijtingen toch op een constant niveau te houden moeten extra neutronen worden toegevoerd. Die neutronen maakt men door lood te beschieten met protonen. Het lood is in vloeibare vorm als koelmiddel in de reactor aanwezig en de protonen worden met behulp van een versneller naar binnen geschoten.
Het vermogen van de versneller moet veel kleiner zijn dan het vermogen van de centrale.

2p **21** Leg uit waarom.



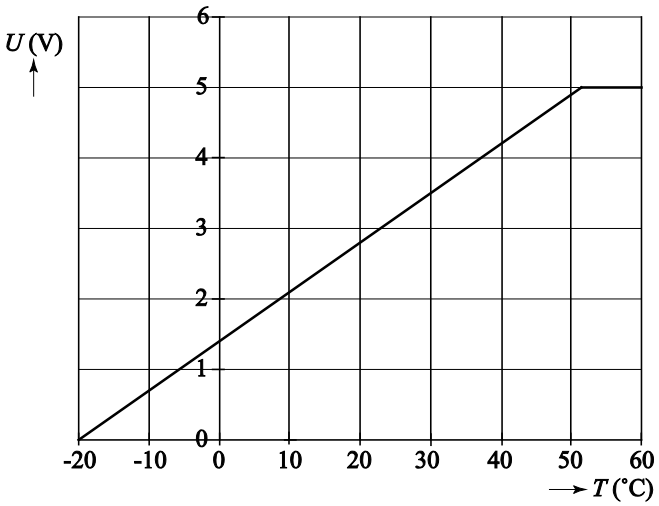
natuurkundeuitgelegd.nl

## Opgave 5 Automatisch dakraam

Sommige auto's hebben een dakraam dat automatisch opent en sluit afhankelijk van de temperatuur in de auto. Het dakraam gaat ook dicht als het regent.

De temperatuur in de auto wordt gemeten met een temperatuursensor. Voor deze temperatuursensor geldt het ijkdiagram van figuur 1.

**figuur 1**




3p **22** Bepaal de gevoeligheid van deze sensor bij 18 °C.

Een automatisch systeem stuurt de motor aan die nodig is om het dakraam te openen of te sluiten. Een deel van dit systeem is getekend op de uitwerkbijlage.
Het systeem voldoet aan de volgende eisen:
- Als de temperatuur in de auto 32 °C of hoger wordt, wordt de uitgang bij P hoog.
- Als de temperatuur in de auto 18 °C of lager wordt, wordt de uitgang bij P laag.

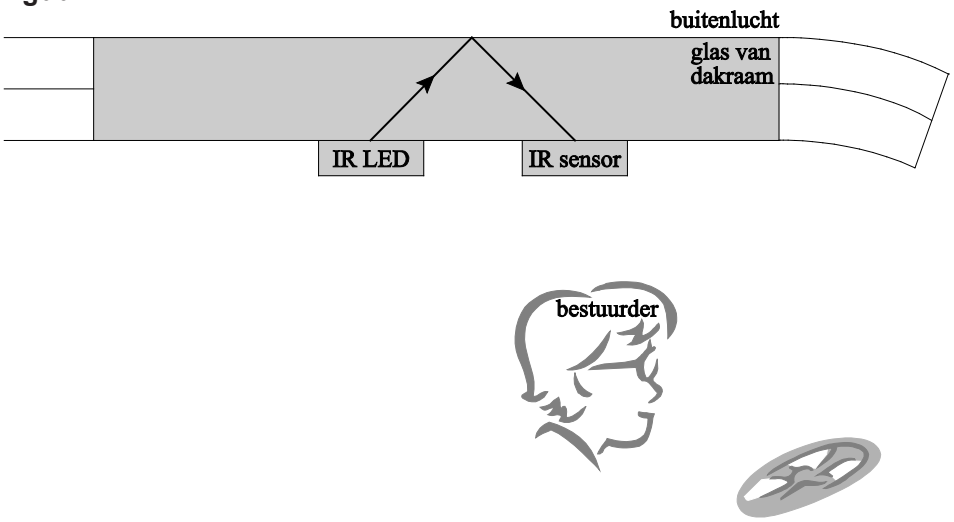
3p **23** Maak in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling compleet zodat aan bovengenoemde eisen is voldaan. Geef bij elke comparator aan hoe groot de referentiespanning moet zijn.



natuurkundeuitgelegd.nl

Als het gaat regenen moet het dakraam sluiten, ongeacht de temperatuur in de auto. De schakeling van vraag 23 wordt daarvoor uitgebreid met een regensensor die aan een niet beweegbaar deel van het dakraam bevestigd is. De werking van deze sensor wordt hieronder in stapjes behandeld.
De sensor bevat een LED die IR-licht (IR-straling) uitzendt. Dit licht valt in op een grensovergang van glas naar lucht. Het infrarode licht wordt volledig teruggekaatst in de richting van een infrarood sensor. Zie figuur 2.

**figuur 2**




De golflengte van het infrarode licht is $940\ \text{nm}$.

3p **24** Bereken de frequentie van het infrarode licht in vacuüm.

Het glas van het dakraam heeft een brekingsindex van $1{,}48$ voor infrarood licht.

3p **25** Toon met een berekening aan dat het infrarode licht volledig terugkaatst als de invalshoek op de grensovergang van glas naar lucht gelijk is aan $45°$.

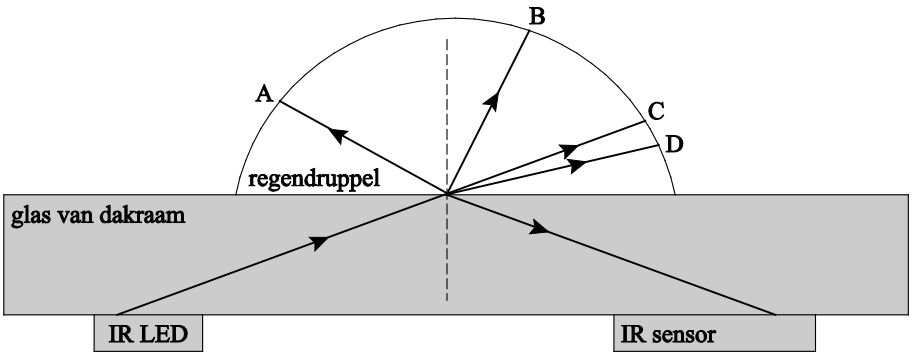
**Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.**



natuurkundeuitgelegd.nl

Als het regent, liggen er regendruppels op het dakraam. Een deel van het infrarode licht wordt dan gebroken, een deel kaatst terug. Zie figuur 3.
In onderstaande figuur staan vier mogelijke stralengangen gegeven voor het gebroken IR-licht. De brekingsindex van water is kleiner dan de brekingsindex van glas.

**figuur 3**




3p **26** Beredeneer welke stralengang (A, B, C of D) juist is.

De schakeling van vraag 23 wordt nu uitgebreid met de regensensor.
Op de uitwerkbijlage is een deel van dit nieuwe systeem weergegeven.
De gestippelde rechthoek bevat de schakeling die bij vraag 23 is ontworpen.
Voor het vervolg van deze opgave is het niet van belang of je hierin de juiste verwerkers hebt aangebracht.
Als al het infrarode licht op de sensor valt, geeft de regensensor een hoog signaal. Bij minder infrarood licht geeft de regensensor een laag signaal.
De motor die het dakraam bedient, wordt nu aangestuurd door R.

- Als de uitgang bij R hoog wordt, opent het dakraam.
- Als de uitgang bij R laag wordt, sluit het dakraam.
- Het dakraam moet altijd sluiten bij regen.

3p **27** Maak de schakeling op de uitwerkbijlage compleet zodat aan bovenstaande eisen is voldaan.

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl