

Examen HAVO

2012

tijdvak 2
woensdag 20 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 78 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.

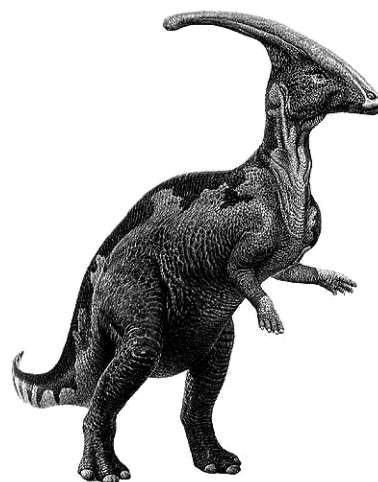
Opgave 1 Parasaurolophus

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 was 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.

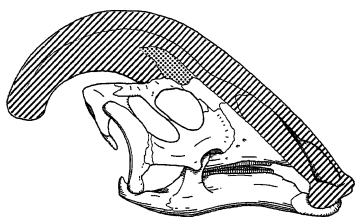
- 3p 2 Toon met een berekening aan dat de grondtoon die de dino met deze hoorn kon laten horen een frequentie had van 48 Hz.

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.

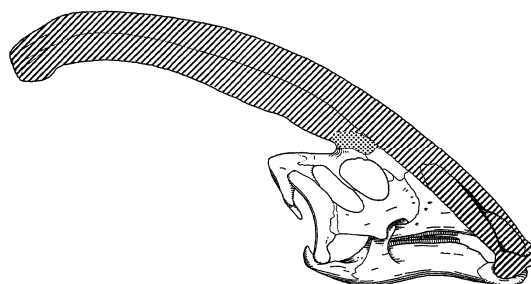
- 3p 3 Beredeneer of dit de eerste, de tweede, de derde, de vierde of de vijfde boventoon is.

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 is 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.

Opgave 2 RTO

Vliegtuigen worden regelmatig onderworpen aan zware testen. Een voorbeeld van zo'n test is de Rejected Take Off (RTO).

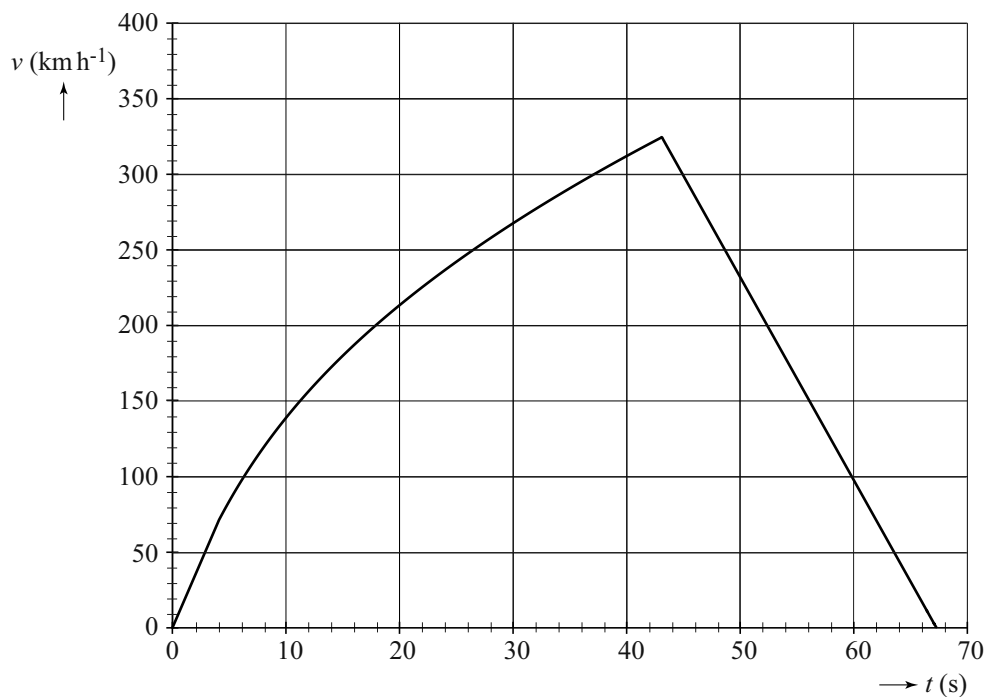
Tijdens een RTO versnelt een vliegtuig tot de snelheid die nodig is om op te stijgen. Daarna wordt er zo hard mogelijk geremd. Tijdens deze noodstop worden de remmen soms zó heet dat ze in brand kunnen vliegen. Zie figuur 1.

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 km.

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

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 $1,0 \text{ m}^3$ 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.

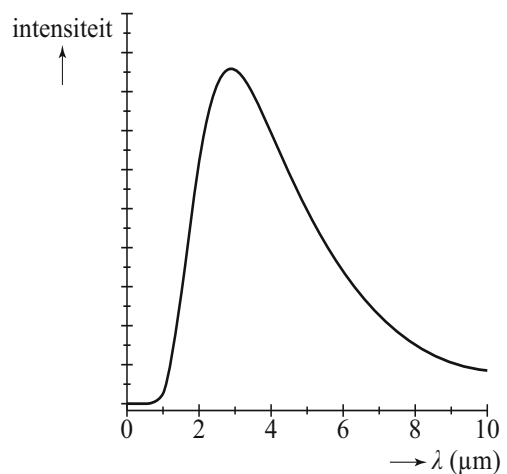
4p **10** Bepaal met behulp van de wet van arbeid en kinetische energie de remkracht die één wiel uitoefent tijdens het afremmen. Gebruik hiervoor ook figuur 2.

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

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

Tijdens het afremmen worden de remmen roodgloeiend. Met een computer is dan de intensiteit van de straling die door een rem is uitgezonden, gemeten bij verschillende golflengtes. Het resultaat van de meting is in figuur 3 weergegeven.

figuur 3



3p **12** Bepaal met behulp van figuur 3 de (effectieve) temperatuur van de rem.

Tegenwoordig zijn remmen in vliegtuigen gemaakt van carbon in plaats van staal. Carbonremmen hebben hetzelfde volume als stalen remmen. De remkracht van beide soorten remmen is ook even groot.

In de tabel zijn twee materiaaleigenschappen van beide materialen weergegeven.

	dichtheid ρ in kgm^{-3}	soortelijke warmte c in $\text{Jkg}^{-1} \text{K}^{-1}$
staal	$7,8 \cdot 10^3$	$0,48 \cdot 10^3$
carbon	$2,5 \cdot 10^3$	$0,80 \cdot 10^3$

Voor het opwarmen van een rem geldt:

$$Q = c\rho V\Delta T$$

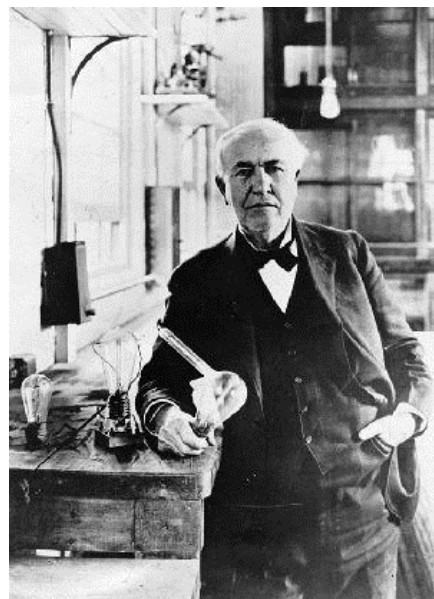
In de eerste drie seconden van het afremmen is de warmte-uitwisseling van de rem met de omgeving te verwaarlozen.

3p **13** Leg uit welk materiaal in die tijd de hoogste temperatuur bereikt.

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 **14** 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 verkoole 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 $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$. De weerstand van de gloeidraad is $1,0 \text{ k}\Omega$.

- 4p **15** Bepaal met behulp van de uitwerkbijlage de soortelijke weerstand van de verkoole bamboevezel.

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 **16** 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 W die 1500 uur kon branden.

- 3p **17** Bereken de totale elektrische energie in J die de lamp dan heeft gebruikt.

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

- 3p **18** Leg uit dat op die plek de warmteontwikkeling per seconde het grootst is. Gebruik in je antwoord $P = I^2R$.

Opgave 4 Röntgenstraling

Lees eerst onderstaande tekst.

In 1901 ontving Wilhelm Röntgen de allereerste Nobelprijs voor natuurkunde 'ter erkenning van de buitengewone diensten die hij heeft geleverd door de ontdekking van de opmerkelijke straling'. Röntgen deed rond 1895 veel onderzoek aan de elektronenbuis. In een elektronenbuis botst een bundel elektronen op een stuk metaal. Ondanks de kartonnen afscherming van de buis zag Röntgen een scherm oplichten dat in de buurt van de elektronenbuis stond. Bij een herhaling van de proef trad opnieuw het lichtverschijnsel op. Vanaf dat moment onderzocht Röntgen systematisch de eigenschappen van deze nieuwe straling, die hij X-straling noemde, naar de onbekende variabele in de wiskunde. Tegenwoordig wordt X-straling ook Röntgenstraling genoemd.



- 2p **19** Is X-straling voor onze ogen zichtbaar?
- A Ja, de golflengte van X-straling is groter dan 750 nm.
 - B Ja, de golflengte van X-straling is kleiner dan 350 nm.
 - C Nee, de golflengte van X-straling is groter dan 750 nm.
 - D Nee, de golflengte van X-straling is kleiner dan 350 nm.
- 2p **20** Is de frequentie van X-straling groter of kleiner dan die van het zichtbare licht?
- A Groter, de energie van het X-foton is groter.
 - B Kleiner, de energie van het X-foton is groter.
 - C Groter, de energie van het X-foton is kleiner.
 - D Kleiner, de energie van het X-foton is kleiner.
- 2p **21** Waar ontstaat de X-straling die Röntgen ontdekte?
- A In het metaal in de röntgenbuis.
 - B In de kartonnen afscherming van de röntgenbuis.
 - C In het scherm dat in de buurt stond van de röntgenbuis.

Röntgen kreeg tijdens zijn onderzoek met de elektronenbuis soms last van een rode huid. Hij dacht dat dit veroorzaakt zou kunnen worden door de X-straling.

- 2p **22** Zou de veronderstelling van Röntgen kunnen kloppen?
- A Ja, X-straling is ioniserende straling.
 - B Ja, X-straling is radioactieve straling.
 - C Nee, X-straling is ioniserende straling.
 - D Nee, X-straling is radioactieve straling.

Röntgen ontdekte dat het skelet met X-straling kan worden afgebeeld. Twee weken na deze ontdekking nam Röntgen een foto van de hand van zijn vrouw. Zie figuur 1. Toen zij haar handbotjes zag, riep zij: *“Ik heb mijn overlijden gezien!”*

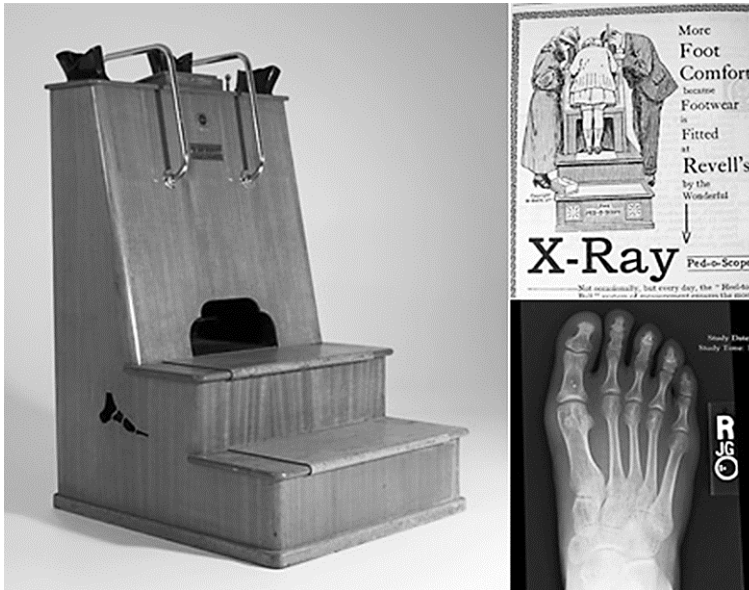
- 2p **23** Is de halveringsdikte van zacht weefsel voor deze X-straling groter dan, even groot als, of kleiner dan van hard weefsel?
- A kleiner
 - B even groot
 - C groter

figuur 1



Halverwege de vorige eeuw stonden in schoenenwinkels apparaten die gebruikmaakten van X-straling waarmee je kon zien of de schoen die je aan had wel paste. Kinderen konden door hun schoen heen de voetbotjes zien bewegen. Zie figuur 2.

figuur 2



Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) die een kindervoet ontvangt, geldt:

$$H = Q \frac{E}{m}$$

Hierin is:

- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de weegfactor (kwaliteitsfactor);
- E de energie die de kindervoet absorbeert (in J);
- m de massa van de kindervoet (in kg).

De energie E die een kindervoet van $m = 350$ g per minuut absorbeerde, was bij deze machine 0,21 Joule. De weegfactor Q voor X-straling is 0,95. Een kind hield gedurende 15 s zijn of haar voet in de machine.

3p **24** Bereken de equivalente dosis die de voet van het kind in 15 s ontving.

Opgave 5 Kelly Kettle

Tijdens kamperen wordt er vaak water verwarmd om te koken. In een oude folder van een fabrikant van campingspullen staat daarover: “Om 1,5 liter water met een temperatuur van 20 °C aan de kook te brengen is er $12 \cdot 10^4$ calorie aan energie nodig.”

4p 25 Laat met behulp van Binas tabel 5 zien dat dit klopt.

Fermi leest in een tijdschrift voor de kampeerder een advertentie over ‘The Kelly Kettle’. Zie figuur 1.

figuur 1

Kelly Kettle 25
De Kelly Kettle of Volcano kettle is een origineel product uit Ierland. Water koken zonder gas of benzine. 1.5 liter water kookt in 3 minuten.

2.5 pint
Inhoud: 1.5 l.
Diameter: 16 cm.
Hoogte: 34 cm
Gewicht: 900 g.

The Kelly Kettle
Also known as the 'Volcano' kettle.

Compleet met foudraal

Kelly Kettle

Cook kit

De Kelly Kettle heeft geen elektriciteit, gas of benzine nodig om water te koken: droog gras is voldoende.

Bij het verbranden van 1,0 kg droog gras komt 14,7 MJ energie vrij.

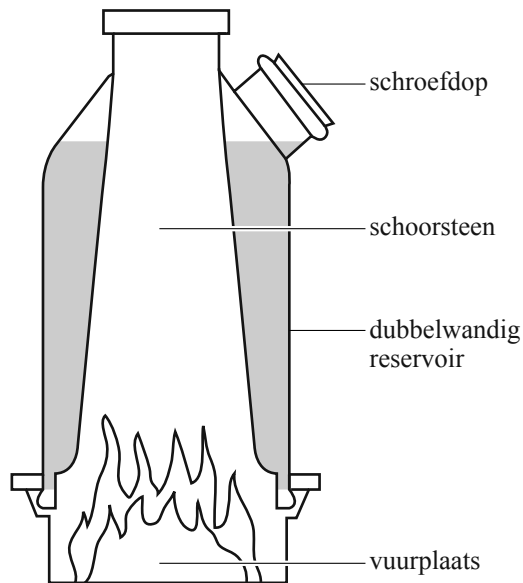
3p 26 Bereken hoeveel gram droog gras er (minimaal) nodig is om met de Kelly Kettle 1,5 liter water van 20 °C aan de kook te brengen.

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

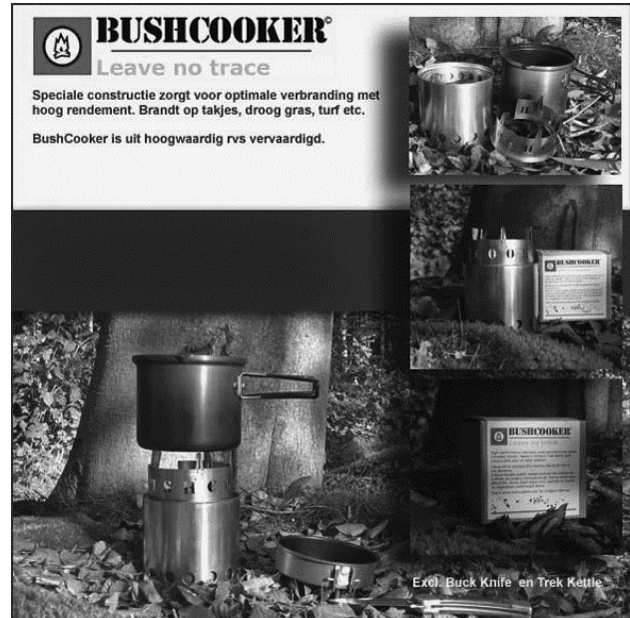
De Kelly Kettle is een dubbelwandige schoorsteen boven een vuurtje van droog gras. In de dubbele wand kan water worden gegoten. In figuur 2 is een dwarsdoorsnede van een met water gevulde Kelly Kettle getekend.

In figuur 3 is een ander type campingbrander te zien, de 'Bushcooker', die ook op droog gras brandt. De pan met water staat hierbij bovenop het vuur. In beide types kan 1,5 liter water aan de kook worden gebracht. Beide types zijn van roestvrij staal gemaakt.

figuur 2



figuur 3



Voor de warmteoverdracht P geldt: $P = kA \frac{\Delta T}{d}$.

- 2p **27** Leg met behulp van bovenstaande formule uit waarom het water in de Kelly Kettle eerder kookt dan het water in de Bushcooker.

Op de school van Fermi wordt een dampelaar (verwarmingselement) gebruikt met een elektrisch vermogen van 300 W om water te verwarmen.

- 3p **28** Hoeveel van die dampelaars zouden nodig zijn om – net als bij de Kelly Kettle – binnen 3,0 minuten 1,5 liter water van 20 °C aan de kook te brengen? Licht je antwoord met een berekening toe.