# Examen HAVO

# 2008

tijdvak 2
woensdag 18 juni
13.30 - 16.30 uur

## natuurkunde 1

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 26 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.

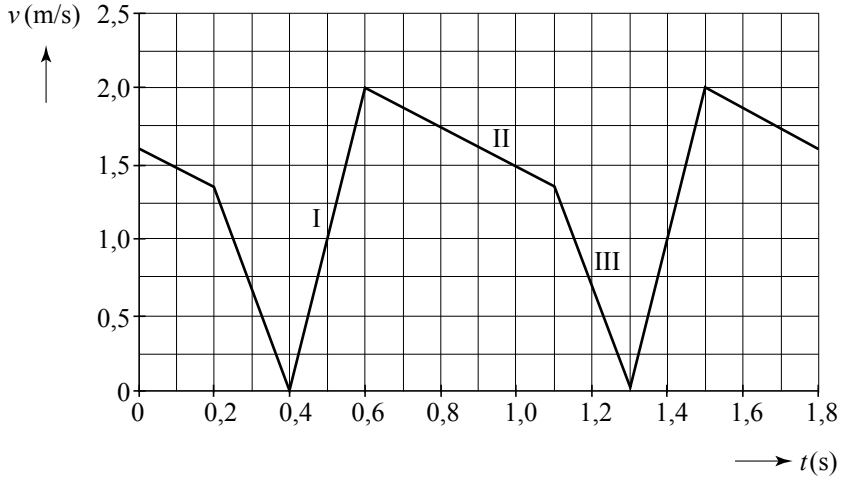
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

800047-2-055o

## Opgave 1 Schoolslag

Figuur 1 toont het (vereenvoudigde) ($v$,$t$)-diagram van een zwemmer die de schoolslag doet. Een volledige zwembeweging blijkt uit drie delen te bestaan:
I het wegduwen van het water met armen en benen,
II het uitdrijven,
III het intrekken van de benen en vooruitsteken van de armen.

**figuur 1**




In één volledige zwembeweging legt de zwemmer $1{,}2$ m af.

4p **1** Toon dat aan.

2p **2** Bepaal het aantal slagen in een minuut.

De zwemmer legt op deze manier een afstand van $100$ m af.

3p **3** Bereken hoe lang hij daarover doet.

In periode I verricht de zwemmer arbeid; $85\%$ hiervan resulteert in toename van de bewegingsenergie van de zwemmer. Zijn massa is $70$ kg.

5p **4** Bepaal het vermogen dat de zwemmer in deze periode levert.

In periode II drijft de zwemmer uit. In deze situatie werkt in horizontale richting alleen de wrijvingskracht op de zwemmer.

4p **5** Bepaal de grootte van deze wrijvingskracht.

In periode III trekt de zwemmer zijn benen in en steekt hij zijn armen vooruit als voorbereiding op de volgende slag.
Hierdoor remt hij sterker af dan in periode II.

1p **6** Hoe blijkt dat uit figuur 1?

## Opgave 2 Wassteel

Om de ramen op de eerste of tweede verdieping te wassen, kun je een zogenaamde wassteel gebruiken. Zie figuur 2.
De vrouw op de foto houdt de wassteel in evenwicht. De borstel aan het uiteinde rust nog niet tegen het raam.
In de figuur op de uitwerkbijlage is deze situatie schematisch getekend. In die figuur zijn drie punten aangegeven:

- Het zwaartepunt $\mathrm{Z}$ van de wassteel (inclusief de borstel); in dat punt is de zwaartekracht $\vec{F}_{\mathrm{Z}}$ op de steel als vector getekend.
- Het punt $\mathrm{L}$ waar de linkerhand van de vrouw de steel ondersteunt; in dat punt is de kracht $\vec{F}_{\mathrm{L}}$ van de linkerhand op de steel als vector getekend.
- Het punt $\mathrm{R}$ waar de rechterhand van de vrouw de steel vasthoudt; dat punt kan als draaipunt worden beschouwd.

**figuur 2**

Zowel de afmetingen in de figuur als de twee vectoren zijn op schaal getekend.

5p **7** Toon met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage aan dat de som van de momenten ten opzichte van $\mathrm{R}$ nul is.

De (vectoriële) som van de krachten op de wassteel is nul.

3p **8** Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de vector $\vec{F}_{\mathrm{R}}$ van de rechterhand op de steel in punt $\mathrm{R}$.

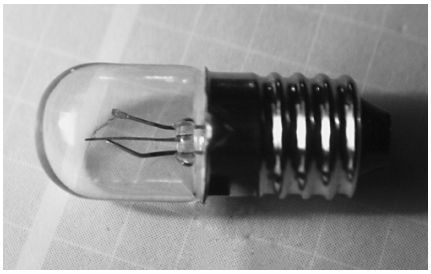
## Opgave 3 Knipperlampje

Lees eerst onderstaande tekst.

> Een bimetaal is een strip bestaande uit twee verschillende metalen, bijvoorbeeld koper en aluminium. De twee metalen zijn over de hele lengte op elkaar geplakt. Als het bimetaal warm wordt, zal het ene metaal meer uitzetten dan het andere. Daardoor trekt het bimetaal krom. Als het afkoelt buigt het weer terug in zijn oorspronkelijke stand.

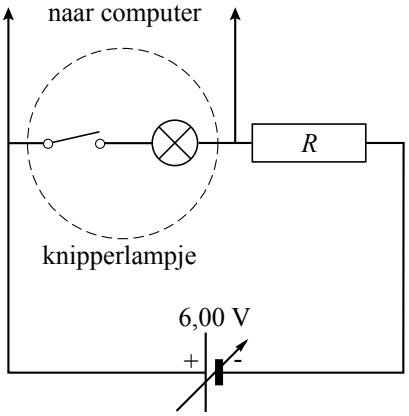
Er is een knipperlampje (zie figuur 3) te koop dat automatisch gaat knipperen als je het op een bepaalde spanning aansluit.
In dit lampje is de gloeidraad in serie geschakeld met een bimetaal dat als schakelaar werkt. Als de schakelaar dicht is, warmt het bimetaal op en trekt het krom. Bij een bepaalde temperatuur maakt het bimetaal geen contact meer en gaat de schakelaar open. Als het bimetaal voldoende is afgekoeld sluit de schakelaar weer, enzovoort.

**figuur 3**

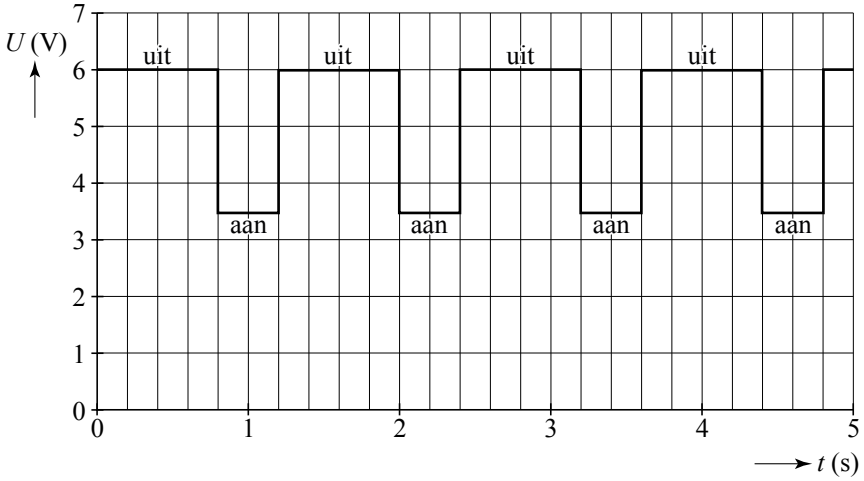


Tim wil metingen doen aan het knipperlampje.
Hij schakelt het lampje in serie met een weerstand $R$. Op de serieschakeling sluit hij een spanningsbron aan die hij instelt op $6{,}00$ V.
Zie figuur 4.
Met een computer meet hij de spanning over het knipperlampje als functie van de tijd.
Deze meting is weergegeven in figuur 5.

**figuur 4**




**figuur 5**



Hieronder staan drie beweringen over de weerstand van het knipperlampje, inclusief het bimetaal, als het lampje **uit** is.

a Die weerstand is dan $0\ \Omega$.

b Die weerstand is dan gelijk aan de weerstand van de gloeidraad.

c Die weerstand is dan oneindig groot.

2p **9** Leg uit welke van deze drie beweringen juist is.

Figuur 5 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **10** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de spanning over de weerstand $R$ als functie van de tijd.

Het knipperlampje brandt $20\ \text{s}$ per minuut.

3p **11** Toon dit aan.

Op het lampje staat: $3{,}5\ \text{V}\ \&\ 400\ \text{mA}$.
Dit betekent dat als het knipperlampje aan is de spanning over het knipperlampje $3{,}5\ \text{V}$ is en de stroom door het knipperlampje $400\ \text{mA}$.

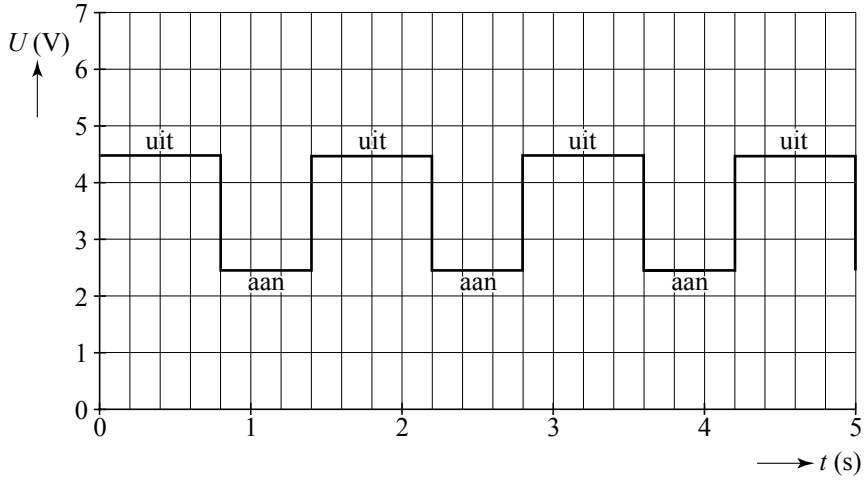
3p **12** Bereken de elektrische energie die in een minuut in het lampje wordt omgezet.

Om het lampje op deze manier te laten branden, moet de weerstand $R$ die er mee in serie staat de juiste waarde hebben.

3p **13** Bereken de waarde van $R$.

Tim stelt de spanningsbron in op $4{,}5\ \text{V}$. Hij meet opnieuw de spanning over het knipperlampje als functie van de tijd. Zie figuur 6.

**figuur 6**




In figuur 6 is te zien dat het lampje nu op een lagere spanning brandt. Ook blijkt dat het lampje per keer **langer** aan is dan bij de proef met de hogere spanning.

3p **14** Leg uit waarom het lampje nu per keer langer aan is.

## Opgave 4 Polonium in sigaretten

Lees onderstaand artikel.

**Radioactieve tabak**
Tabak bevat een kleine hoeveelheid radioactieve stof die door roken ingeademd wordt. Volgens de Amerikaanse arts Everett Koop is die radioactiviteit de belangrijkste oorzaak van het ontstaan van longkanker door roken.
De verantwoordelijke stof is polonium-210 dat duizenden keren radioactiever is dan radium-226, dat betrekkelijk veel in de natuur voorkomt. De alfastraling die door het polonium wordt afgegeven, beschadigt het longweefsel waardoor zich kankercellen kunnen vormen. Het polonium wordt door de tabaksplanten opgenomen uit de kunstmest die men gebruikt.

Polonium-210 (Po-210) zendt bij verval een α-deeltje uit.

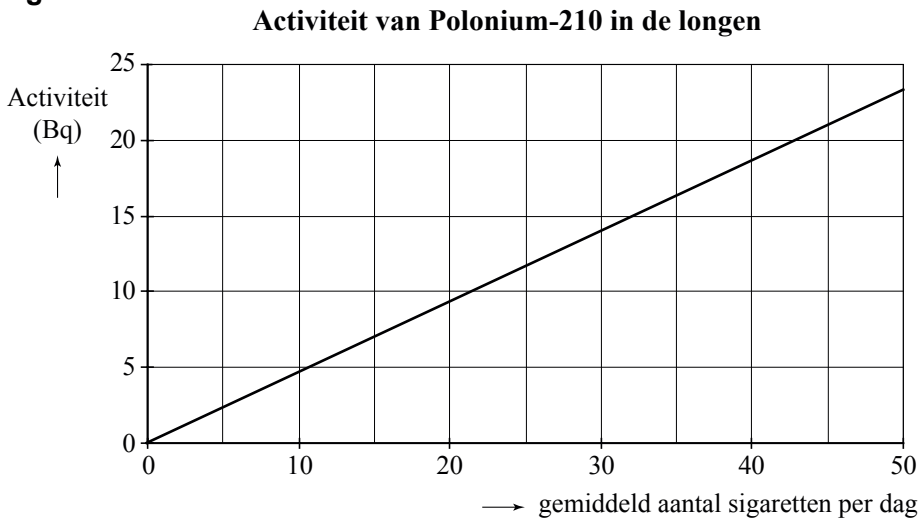
3p **15** Geef de vervalreactie van polonium-210.

In het artikel wordt de activiteit van polonium-210 vergeleken met die van radium-226.

2p **16** Leg uit waarom polonium-210 een veel grotere activiteit heeft dan radium-226.
Ga uit van een gelijk aantal kernen bij beide stoffen.

Een roker krijgt bij elke sigaret een hoeveelheid Po-210 binnen. De activiteit van Po-210 in de longen hangt af van het gemiddeld aantal sigaretten dat deze persoon per dag rookt. Zie figuur 7.

**figuur 7**




Bij een bepaalde roker wordt door Po-210 in een jaar $3{,}4 \cdot 10^{-4}$ J stralingsenergie aan de longen afgegeven. Een α-deeltje dat vrijkomt bij het verval van Po-210 heeft een energie van $8{,}6 \cdot 10^{-13}$ J.

4p **17** Bepaal hoeveel sigaretten deze persoon gemiddeld per dag rookt.

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) die het bestraalde longweefsel oploopt, geldt:

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

Hierin is:
- $H$ de equivalente dosis (in $\mathrm{Sv}$);
- $Q$ de zogenoemde weegfactor (kwaliteitsfactor); $Q = 20$ voor een $\alpha$-deeltje;
- $E$ de energie die het bestraalde weefsel absorbeert (in $\mathrm{J}$);
- $m$ de massa van het bestraalde weefsel (in $\mathrm{kg}$).

De massa van het bestraalde longweefsel bedraagt bij deze persoon $8{,}0\ \mathrm{g}$.

3p **18** Bereken de equivalente dosis die het bestraalde longweefsel in een jaar oploopt.

De massa van het bestraalde longweefsel is veel kleiner dan de totale massa van de longen.

1p **19** Leg uit waarom slechts een klein deel van de longen wordt bestraald.

In de kunstmest die men op de tabaksplantages gebruikt, zit fosfaathoudend gesteente. Dit gesteente bevat van nature een kleine hoeveelheid uranium-238 (U-238). U-238 vervalt in stappen; Po-210 is een van de tussenisotopen.
In de vervalreeks van U-238 wordt steeds of een alfadeeltje of een $\beta^-$-deeltje uitgezonden (al of niet in combinatie met $\gamma$-straling).

Bij het verval van U-238 naar Po-210 is zeven keer een $\alpha$-deeltje uitgezonden.

2p **20** Toon dat aan. Maak daarbij uitsluitend gebruik van massagetallen.

Bij het verval van U-238 naar Po-210 is ook zes keer een $\beta^-$-deeltje uitgezonden.

3p **21** Toon dat aan.

## Opgave 5 Automatische handdroger

In toiletten van openbare gebouwen hangen vaak automatische handdrogers. Zie figuur 8. Wanneer je je handen onder zo'n apparaat houdt, blaast het warme lucht langs je handen. In het apparaat zit een verwarmingselement, een ventilator en een infraroodsensor.

**figuur 8**

Een bepaald type automatische handdroger verwarmt 55 liter lucht per seconde.
De massa van 1,0 $m^3$ van deze lucht is 1,2 kg.

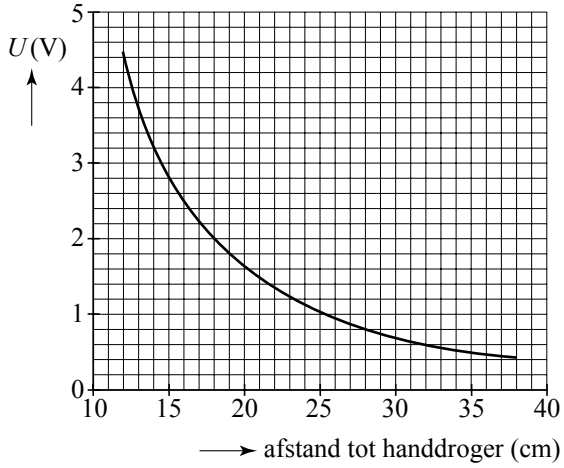
2p **22** Toon aan dat de lucht die per seconde verwarmd wordt een massa heeft van 0,066 kg.

Bij een kamertemperatuur van 20 °C moet de uitstromende lucht een temperatuur hebben van 50 °C. Om dat te realiseren, kan de fabrikant kiezen uit verwarmingselementen met de volgende vermogens:
1000 W, 1500 W, 2000 W en 2500 W.

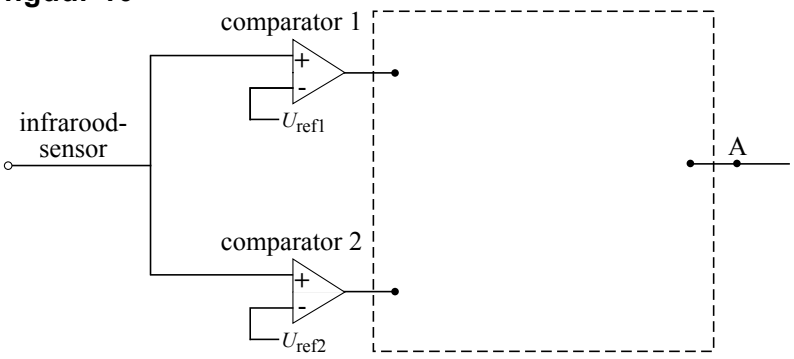
4p **23** Welk verwarmingselement is het meest geschikt? Licht je antwoord toe met een berekening.

De handdroger start automatisch wanneer iemand zijn handen onder het apparaat houdt. Dit wordt geregistreerd door een infraroodsensor. Figuur 9 is de ijkgrafiek van deze sensor.
Als deze persoon zijn handen onder de handdroger weghaalt, slaat het apparaat automatisch af.
In figuur 10 is een begin gemaakt met een deel van deze automatische schakeling. Het signaal bij A is hoog zolang als de handen zich op een afstand van meer dan 15 cm en minder dan 30 cm van het apparaat bevinden.

**figuur 9**




**figuur 10**

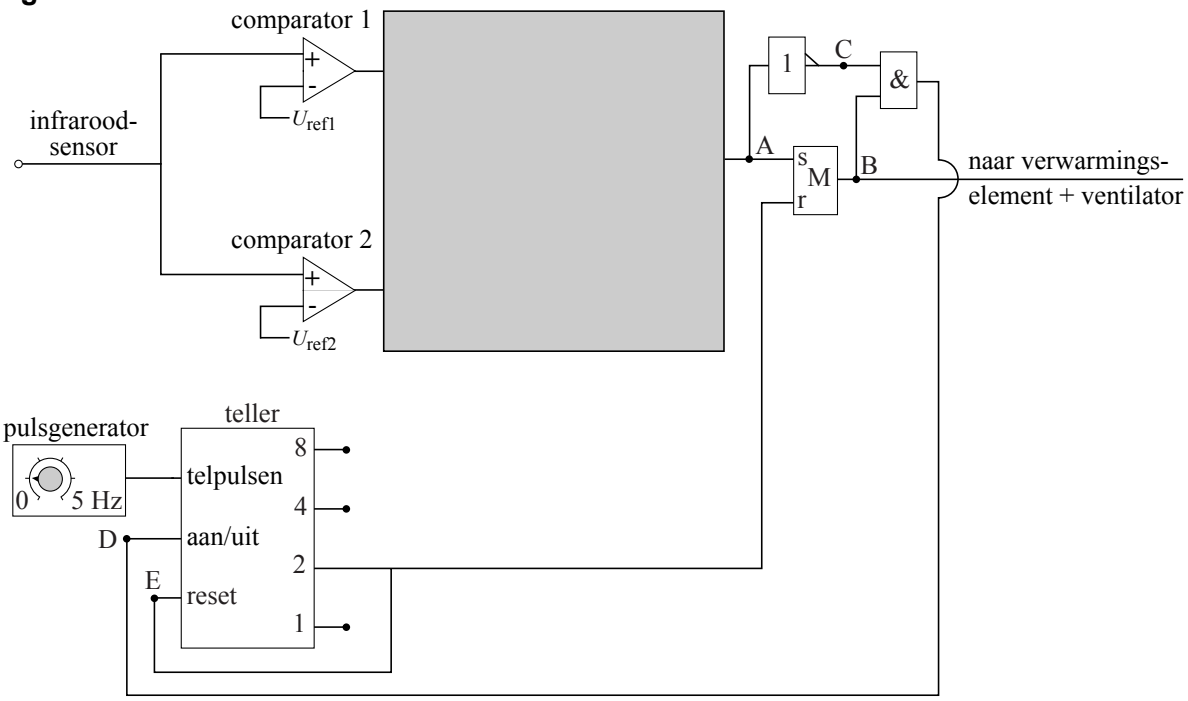


Figuur 10 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **24** Maak de schakeling in de figuur op de uitwerkbijlage compleet. Geef ook aan hoe groot de referentiespanning is van elke comparator.

In werkelijkheid blijft de handdroger nog 2 s aan nadat de handen zijn weggehaald. Daarvoor moet men de schakeling van figuur 10 uitbreiden. Zie figuur 11.

**figuur 11**




In de grijze rechthoek bevindt zich de schakeling die bij de vorige vraag is ontworpen. (Voor het vervolg van deze vraag is het niet van belang of je in de grijze rechthoek de juiste verwerkers hebt aangebracht.)
Op de uitwerkbijlage staat een tabel.

4p **25** Voer de volgende opdrachten uit:
- Zet in de tabel op de uitwerkbijlage een 0 of een 1 bij de punten B, C, en D voor de situatie dat de persoon net zijn handen voor de droger heeft weggehaald. In de tabel is bij de punten A en E al de juiste waarde ingevuld.
- Leg uit dat 2 s later de handdroger automatisch afslaat.

In een toilet hangen twee handdrogers van een ander type dan hiervoor besproken. Iedere handdroger heeft een elektrisch vermogen van 1750 W. Ze zijn aangesloten op één groep waarop geen andere apparaten zijn aangesloten. In deze groep zit een zekering met een maximale stroomsterkte van 16 A. De netspanning is 230 V.
Op een gegeven moment zijn beide handdrogers in gebruik.

3p **26** Controleer met een berekening of de zekering voldoet.