

Examen HAVO

2015

tijdvak 1
woensdag 27 mei
13.30 - 16.30 uur

oud programma

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 28 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 80 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.

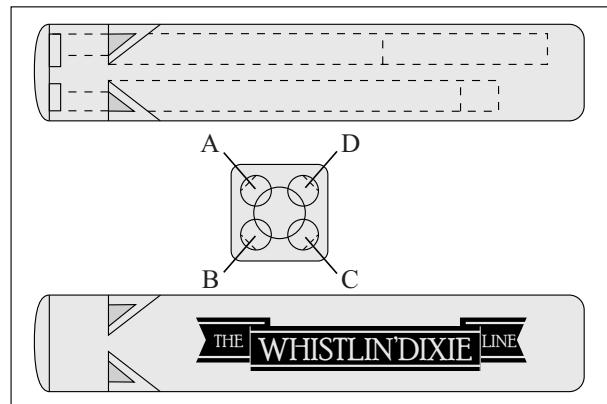
Opgave 1 Train Whistle

De 'Train Whistle' (zie figuur 1) is een houten fluitje waarmee je het karakteristieke geluid van de stoomfluit van een stoomlocomotief kunt nabootsen.

figuur 1



figuur 2



De fluit bestaat uit vier klankkasten A, B, C en D met elk een opening en een mondstuk. Zie figuur 2. De klankkasten zijn verschillend van lengte: $\ell_A = 16,7 \text{ cm}$, $\ell_B = 14,7 \text{ cm}$, $\ell_C = 13,2 \text{ cm}$ en $\ell_D = 11,0 \text{ cm}$.

Als de klankkasten tegelijkertijd worden aangeblazen, ontstaan er vier verschillende grondtonen. Het geluid dat je dan hoort, lijkt op het geluid van een stoomfluit.

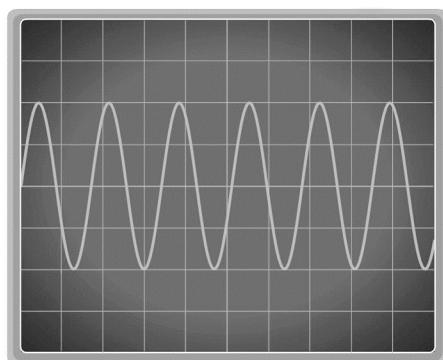
- 2p 1 Welke klankkast A, B, C of D geeft de laagste grondtoon? Licht je antwoord toe met behulp van $\lambda = vT$.

Als je met je vingers drie van de vier openingen afsluit en dan op de fluit blaast, klinkt er maar één grondtoon. Met een microfoon en oscilloscoop is deze grondtoon zichtbaar gemaakt. Het resultaat is te zien in figuur 3.

De tijdschaal waarop de oscilloscoop is ingesteld, is $1,0 \text{ ms per schaaldeel}$ (ms div^{-1}).

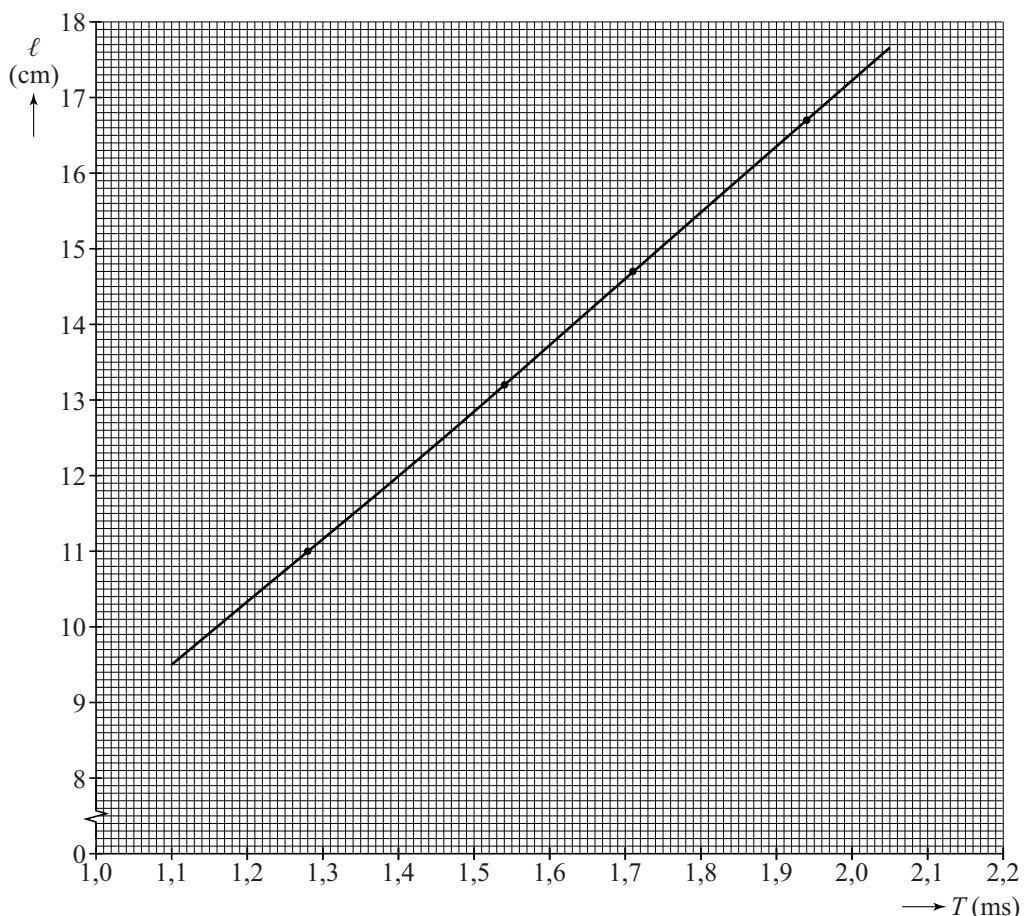
- 3p 2 Bepaal de frequentie van deze grondtoon.

figuur 3



Als van iedere klankkast de periode T van de grondtoon wordt uitgezet tegen de lengte ℓ van de klankkast, ontstaat de grafiek van figuur 4. Alle vier de klankkasten zijn aan één uiteinde gesloten en aan het andere uiteinde open.

figuur 4



- 4p 3 Bepaal met behulp van de richtingscoëfficiënt van deze grafiek de snelheid van het geluid in lucht.

In tabel 15C ‘Muziek’ van Binas zijn de zwarte en witte toetsen van een piano afgebeeld met de bijbehorende frequenties. In deze tabel is bijvoorbeeld af te lezen dat de ‘a1’-toets op de piano een frequentie heeft van 440,00 Hz.

- 2p 4 Met welke toets van de piano komt de laagste grondtoon van de fluit het beste overeen? Licht je antwoord toe met een berekening.

Opgave 2 Elektroscooter

Veel scooters rijden op benzine maar er zijn ook elektroscooters. Deze scooters worden aangedreven door een elektromotor waarvoor de elektrische energie is opgeslagen in een accu. De accu wordt opgeladen met een lader die aangesloten is op het lichtnet.



Een bepaald type elektroscooter wordt volledig opgeladen. Er is dan 1,7 kWh elektrische energie opgeslagen in de accu.

Bij een snelheid van 25 km h^{-1} kan de scooter 70 km afleggen. Het elektrisch vermogen van de elektromotor is bij een snelheid van 25 km h^{-1} gelijk aan 0,61 kW.

- 3p 5 Toon dat aan met een berekening.

De actieradius is de afstand die kan worden afgelegd met een volle accu. De actieradius wordt kleiner als met een hogere snelheid gereden wordt.

- 2p 6 Leg dat uit. Gebruik daarbij $W = Fs$.

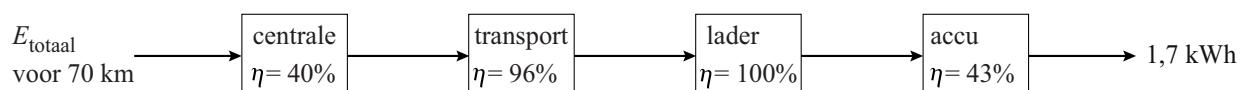
Een bepaald type benzinescooter gebruikt 1,0 liter benzine (99 octaan) per 42 km bij een snelheid van 25 km h^{-1} . Deze benzinescooter verbruikt ongeveer 9 keer zoveel energie als de elektroscooter.

- 4p 7 Toon dit aan met een berekening. Gebruik hierbij tabel 28A van Binas.

In praktijk is de elektroscooter echter niet 9 keer zo zuinig als de benzinescooter. In het energieverbruik van de elektroscooter is nog geen rekening gehouden met energieverliezen bij de elektriciteitsopwekking, het elektriciteitstransport, de lader en de accu.

In figuur 1 staan de rendementen hiervan in een stroomdiagram weergegeven.

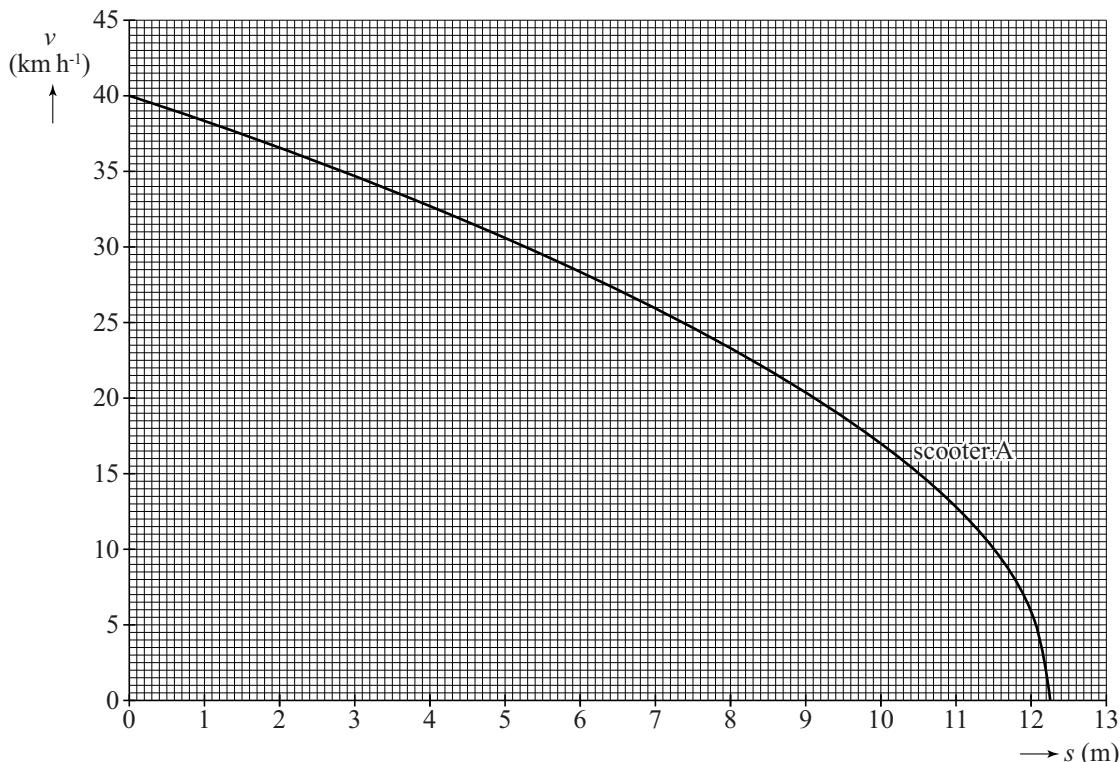
figuur 1



- 3p 8 Bereken de totale hoeveelheid energie die de elektrische scooter echt nodig heeft om 70 km af te leggen.

De elektroscooter wordt in twee uitvoeringen geleverd: versie A die maximaal 40 km h^{-1} kan rijden en versie B die maximaal 25 km h^{-1} kan rijden.
 De fabrikant heeft met elektroscooter A een remtest uitgevoerd waarbij de snelheid eenparig vertraagd afnam van 40 km h^{-1} tot stilstand.
 In figuur 2 is het verband weergeven tussen de snelheid van scooter A en de afgelegde afstand vanaf het punt waarop men begonnen is met remmen.

figuur 2



Volgens de wet moet een elektroscooter een vertraging hebben van minimaal $4,0 \text{ m s}^{-2}$.

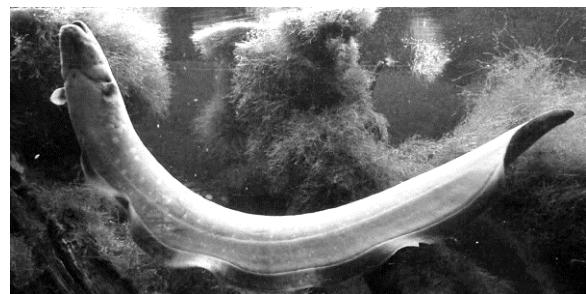
- 4p 9 Bepaal of elektroscooter A in deze test aan dit wettelijk voorschrift voldoet.

De fabrikant testte ook de remvertraging van een elektroscooter B. Deze scooter bleek dezelfde vertraging te hebben als elektroscooter A.

- 4p 10 Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal met behulp van figuur 2 de remweg van scooter B bij een snelheid van 25 km h^{-1} .
 - Teken op de uitwerkbijlage het (v,s) -diagram van de remtest van scooter B bij een snelheid van 25 km h^{-1} .

Opgave 3 Elektrische vissen

In de natuur komen vissen voor die stroomstoten gebruiken om een prooi te verlammen. Een voorbeeld van zo'n vis is de sidderaal. Als de sidderaal een vis wil vangen, gaat hij naast die vis zwemmen en geeft een stroomstoot. De prooi wordt dan verlamd en kan worden opgegeten.



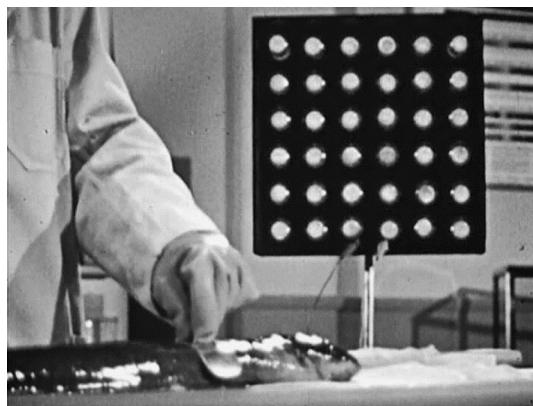
Op internet staat over de sidderaal de volgende zin:

"Een sidderaal verdooft zijn prooi met een stroomstoot van enkele honderden volts."

- 1p 11 Wat is er natuurkundig gezien niet juist aan deze uitspraak?

De sidderaal kan ademen in de lucht en kan zodoende enige tijd buiten het water overleven. Men kon daarom onderzoek doen naar het vermogen dat deze vissen kunnen leveren tijdens een ontlading. In figuur 1 zijn twee momentopnames van een filmpje uit 1954 te zien waarin een onderzoeker de sidderaal op een bord met neonlampen aansluit. Als een neonlamp op 150 V is aangesloten, loopt er een stroomsterkte van 50 mA.

figuur 1



- 3p 12 Bepaal het minimale vermogen dat de sidderaal per ontlading kan leveren als alle neonlampen op het bord normaal branden.

In een ander onderzoek stonden vijf mensen hand in hand, waarbij de buitenste personen elk een metalen staaf vasthielden. De onderzoeker verbond de staven met de elektroden op de sidderaal. Zodra hij dat deed, zag hij de vijf personen lachend opspringen. Zie figuur 2.

In de tabel hieronder staat informatie over de effecten van elektrische stroom op het menselijk lichaam.

figuur 2



EFFECTEN VAN ELEKTRISCHE STROOM OP HET MENSELIJK LICHAAM.

- Een kriebeling in de hand vanaf 2 mA.
- Spierverkramping in de hand en onderarm vanaf 40 mA.
- Ademhalingsverlamming vanaf 90 mA.
- Verlies van het bewustzijn vanaf 300 mA.
- Hartstilstand vanaf 1 A.

Tijdens dit experiment was de opgewekte spanning circa 150 V. De proef liep goed af omdat het menselijk lichaam een bepaalde elektrische weerstand heeft.

- 3p 13 Maak met behulp van de tabel een beredeneerde schatting van deze weerstand.

De sidderaal wekt elektrische spanning op in speciale cellen: de elektrocyten.

In een volwassen sidderaal zijn 5000 elektrocyten van elk 0,12 V met elkaar in serie geschakeld.

In de grafiek van figuur 3 is het elektrisch vermogen gegeven dat de vis tijdens een serie stroomstoten opwekt.

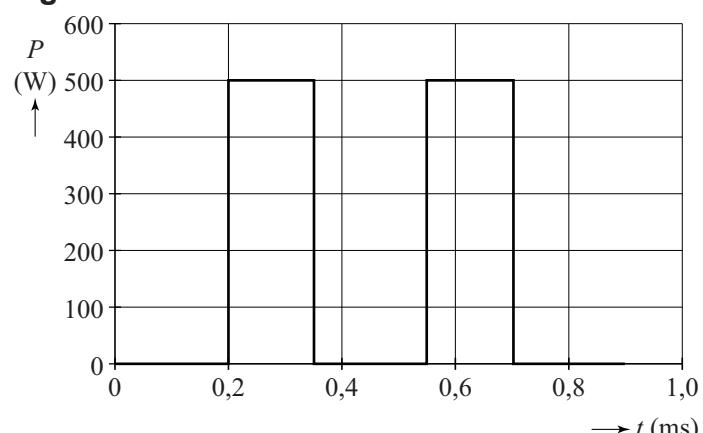
- 3p 14 Bereken de maximale stroomsterkte tijdens een stroomstoot.

Er zijn ook vissen waarbij de electrocyten niet uitsluitend in serie staan, maar deels ook parallel. Deze vissen kunnen daardoor grote stroomsterktes leveren.

Een sidderrog wekt grote stroomstoten op bij een spanning van 200 V. Een volwassen sidderrog heeft een half miljoen electrocyten, die elk een spanning van 0,1 V kunnen leveren.

- 2p 15 Ga met een berekening na hoeveel electrocyten in de sidderrog in serie geschakeld staan en hoeveel parallel.

figuur 3



Opgave 4 Luchtspiegeling

Soms kan een automobilist op een heel warme dag, de auto's die hem tegemoet komen ook gespiegeld in het wegdek zien. Het lijkt dan alsof er water op de weg ligt, maar de weg is kurkdroog: de bestuurder ziet een zogenaamde 'luchtspiegeling'. Zie figuur 1.

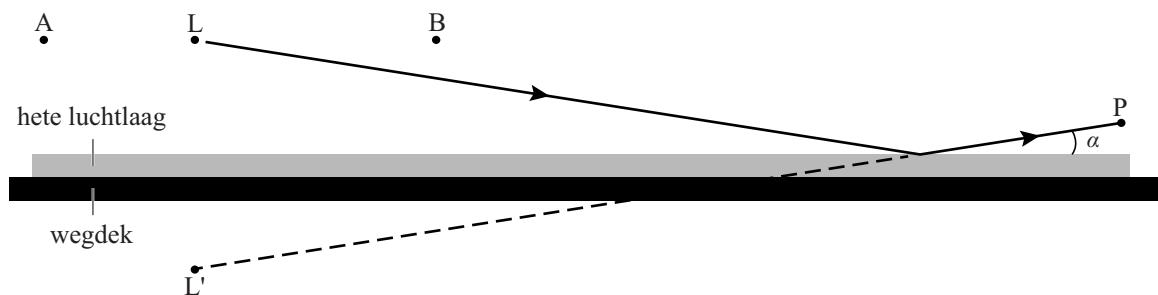
Een luchtspiegeling kan ontstaan als er boven het wegdek een laagje hete lucht hangt. De brekingsindex van koude lucht is verschillend van die van warme lucht zodat er op het grensvlak volledige terugkaatsing kan optreden.

figuur 1



In figuur 2 is de beschreven situatie schematisch weergegeven. De grijze rechthoek stelt het hete laagje lucht voor. Vanuit het dak van de tegemoet komende auto (L) is een lichtstraal getekend die (volledig) terugkaatst tegen de hete luchtlaag en daarna het oog van de bestuurder treft (P). Er is sprake van totale terugkaatsing.

figuur 2



- 2p 16 Is de brekingsindex van hete lucht kleiner of groter is dan die van koude lucht? Leg je antwoord uit met behulp van figuur 2.

In de figuur op de uitwerkbijlage zijn, behalve punt L, ook de punten A en B getekend. Voor een lichtstraal vanuit één van beide punten geldt, dat de hoek van inval precies gelijk is aan de grenshoek. De figuur is niet op schaal.

- 2p 17 Leg met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage uit voor welk punt (A of B) dat geldt.

Als de hoek van inval precies gelijk is aan de grenshoek, is hoek α in figuur 2 de maximale gezichtshoek waaronder je de luchtspiegeling nog kunt zien.

Omdat de brekingsindex voor de overgang van koude lucht naar warme lucht afhangt van het temperatuurverschil ΔT tussen deze twee luchtlagen, hangt hoek α ook af van ΔT . Dit verband is weergegeven in figuur 3.

In een bepaalde situatie geldt:
 $\sin g = 0,99996$.

De temperatuur van de koude lucht is 20 °C.

4p 18 Beantwoord nu de volgende vragen:

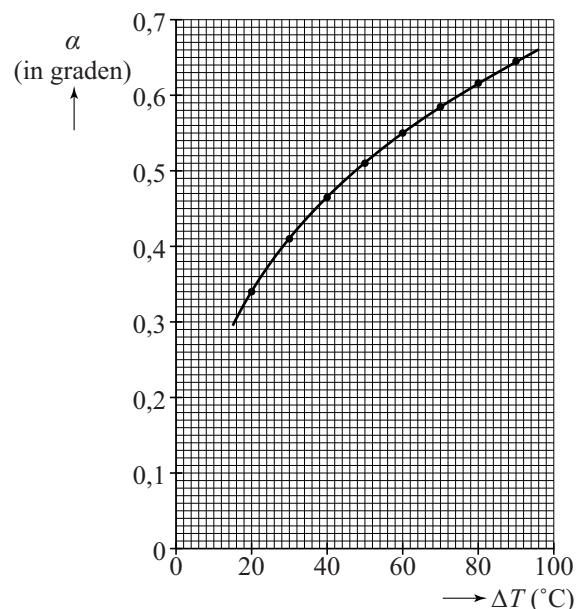
- Bereken de maximale gezichtshoek α in 2 significante cijfers.
- Bepaal hiermee de temperatuur van de hete lucht.

Luchtspiegelingen kunnen ook voorkomen boven een heel koud oppervlak.

Op de foto van figuur 4 zie je een luchtspiegeling van een schip. Je ziet het schip op het water, maar ook gespiegeld ‘in de lucht hangen’.

2p 19 Leg uit hoe het komt dat het spiegelbeeld van het schip in de lucht te zien is.

figuur 3

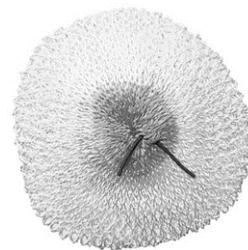


figuur 4



Opgave 5 Gloeikousje

In oude kampeerlampen zit soms nog een gloeikousje. De vlam van de kampeerlamp zendt vooral geel licht uit, maar met behulp van het gloeikousje wordt het licht witter. Het gloeikousje is een soort netje waar onder andere, radioactief Thorium-227 inzit. In moderne varianten van deze kampeerlamp zit geen Thorium-227 meer.



- 3p 20 Geef de vervalvergelijking van Th-227.

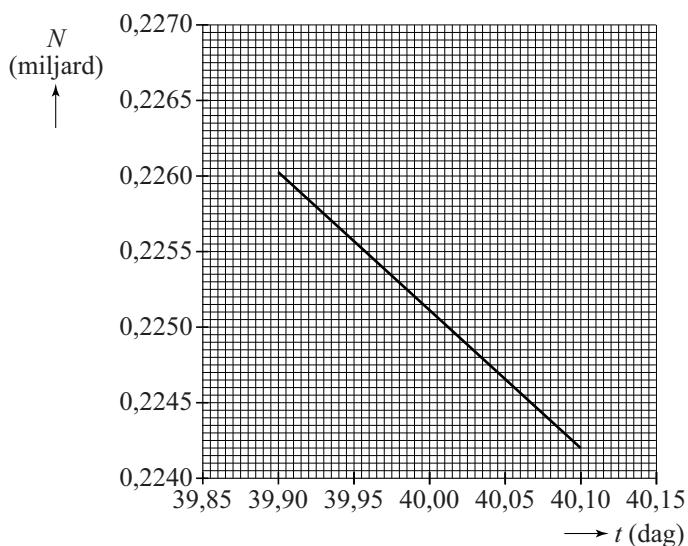
Als het gloeikousje kapot is, moet het vervangen worden.

Een kampeerde heeft, bij het verwisselen van het gloeikousje in de gaslamp, op $t = 0$ een miljard atomen Th-227 in zijn longen gekregen.

- 4p 21 Teken op de uitwerkbijlage de (N, t) -grafiek van het verval van Th-227. Bereken hiervoor op minstens vier verschillende tijdstippen het aantal Th-227 kernen.

In de buurt van $t = 40$ dag ziet de (N, t) -grafiek eruit zoals in figuur 1 is weergegeven.

figuur 1



- 4p 22 Bepaal de activiteit van Th-227 op $t = 40$ dag.

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) die de longen ontvangen, geldt:

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

Hierin is:

- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de stralingsweegfactor (kwaliteitsfactor);
- E de energie die de longen absorberen (in J);
- m de massa van de longen (in kg).

De longen hebben een massa van 0,95 kg. De stralingsweegfactor is hier 2,4.

- 4p **23** Bereken de totale equivalente dosis die de longen ontvangen.

In moderne lampen is Th-227 in het gloeikousjes vervangen door een mengsel van Yttrium en Cerium.

- 3p **24** Welke isotopen van Yttrium en Cerium zijn hiervoor, om reden van veiligheid, het meest geschikt? Licht je antwoord toe.

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

Opgave 6 Riemen vast?

Moderne auto's hebben een automatisch systeem dat waarschuwt als de veiligheidsgordel nog niet is vastgemaakt.

Het complete automatisch systeem is al getekend op de uitwerkbijlage.

Aan de linkerkant zie je drie drukschakelaars:

- de bovenste schakelaar is voor het starten van de motor. De motor wordt gestart door even op deze drukschakelaar te drukken. Als deze schakelaar weer losgelaten wordt, blijft de motor aan.
- de middelste schakelaar is voor het stoppen van de motor. De motor wordt gestopt door even op deze drukschakelaar te drukken.
- de onderste schakelaar hoort bij de veiligheidsgordel. Als de gordel is vastgemaakt, is deze schakelaar dicht. De schakelaar gaat open als de gordel los is.



Als de bestuurder de motor heeft gestart en de veiligheidsgordel nog niet heeft vastgemaakt, brandt er een lampje op het dashboard en gaat er na 6 s een zoemer piepen met een frequentie van 1 Hz. Als de riem is vastgemaakt, gaan het lampje en de zoemer uit.

In de figuur op de uitwerkbijlage zie je alle verwerkers die het systeem bevat. Drie verwerkers zijn aangeduid met I, II en III. Bij de uitgang van de OF-poort staat de letter A, bij de uitgang van de EN-poort staat de letter B.

Voor de volgende drie vragen staat op de uitwerkbijlage een tabel waarin ingevuld moet worden of de uitgangen A en B van deze verwerkers hoog (1) of laag (0) zijn.

De motor is gestart en de veiligheidsgordel is nog niet vastgemaakt.

2p **25** Vul in de tabel op de uitwerkbijlage bij A en B de juiste waarde (0 of 1) in.

De motor is gestart en de veiligheidsgordel is inmiddels wel vastgemaakt.

2p **26** Vul in de tabel op de uitwerkbijlage bij A en B de juiste waarde (0 of 1) in.

De motor is gestopt en de veiligheidsgordel is nog altijd vastgemaakt.

2p **27** Vul in de tabel op de uitwerkbijlage bij A en B de juiste waarde (0 of 1) in.

In de figuur op de uitwerkbijlage zijn drie verwerkers aangeduid met I, II en III.

3p **28** Geef op de uitwerkbijlage aan welke verwerkers er in I, II en III moeten staan.