Examen HAVO

2011

tijdvak 2
woensdag 22 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 30 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.

HA-1023-a-11-2-o

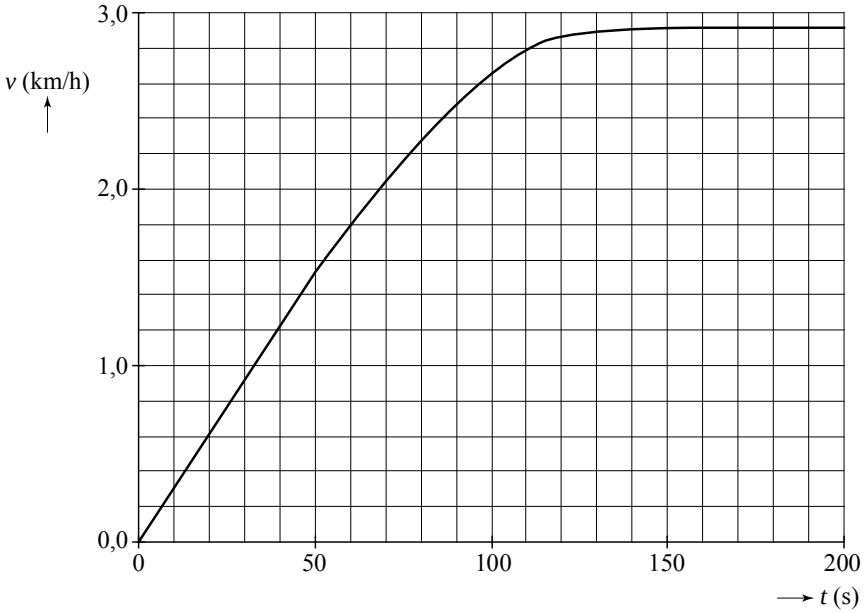
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Vooruitgang

In de jaren ‘30 van de vorige eeuw kende Nederland een periode van grote armoede. Zelfs kinderen moesten worden ingezet om zwaar werk te doen. Op de foto is te zien hoe twee schipperskinderen het schip ‘de Vooruitgang’ van hun ouders voorttrekken. De kinderen moesten het schip vanuit stilstand in beweging brengen en trokken het schip dan urenlang door de trekvaarten om op de plaats van bestemming aan te komen.

Het (v,t)-diagram van het op gang brengen van het schip is in figuur 1 weergegeven.

figuur 1



4p **1** Bepaal hoeveel meter het schip in de eerste 150 s heeft afgelegd.

De massa van het schip is $50 \cdot 10^3$ kg.

4p **2** Bepaal de grootte van de resulterende kracht op het schip gedurende de eerste 30 s.

natuurkundeuitgelegd.nl

Vanaf $t = 150$ s beweegt het schip met een constante snelheid.

1p **3** Hoe groot is dan de resulterende kracht op het schip?

De boot en de kinderen oefenen krachten op elkaar uit. De kracht die de kinderen samen op de boot uitoefenen is gelijk aan F_A. De kracht van de boot op de kinderen is gelijk aan F_B.

2p **4** Leg uit of de grootte van F_A kleiner, gelijk, of groter is dan de grootte van F_B.

Op de uitwerkbijlage staat een kaart van het netwerk van trekvaarten in Nederland. De trekvaart tussen Arnhem en Nijmegen is in werkelijkheid 20 km lang.
De kinderen trekken het schip met een gemiddelde snelheid van $2{,}9$ km/h van Gouda naar Leiden.

3p **5** Bepaal met behulp van de uitwerkbijlage hoeveel uur deze reis duurt.

Bij een constante snelheid van $2{,}9$ km/h leveren de kinderen samen een vermogen van $0{,}27$ ‘paardenkracht’. Eén paardenkracht is gelijk aan 736 W.

3p **6** Toon aan dat de wrijvingskracht op de boot bij die snelheid $0{,}25$ kN is.

Op een bepaalde dag trekken de kinderen de boot gedurende $5{,}0$ uur voort met een constante snelheid van $2{,}9$ km/h. De energie die hiervoor nodig is komt uit voeding. Van de energie uit deze voeding wordt 25% omgezet in arbeid.

4p **7** Bereken hoeveel kilogram gekookte aardappelen de kinderen samen zouden moeten eten om de benodigde hoeveelheid arbeid op die dag te kunnen verrichten. Gebruik hierbij tabel 82A van Binas.

Als de kinderen het eindpunt naderen, stoppen ze met trekken en laten ze de boot uitdrijven zodat het schip tot stilstand komt. De gemiddelde wrijvingskracht tijdens het afremmen is $0{,}10$ kN.

3p **8** Bereken, met behulp van de kinetische energie van de boot, de afstand die de boot dan nog aflegt.

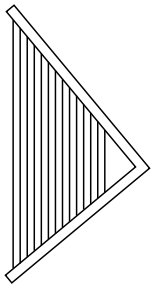
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Harp

Al in het oude Egypte speelde men harp. Op de foto in figuur 1 zie je een Egyptenaar een hoekharp bespelen. In figuur 2 is de hoekharp schematisch getekend. De snaren van deze hoekharp zijn allemaal even dik, van hetzelfde materiaal en met dezelfde spankracht gespannen.

figuur 1

figuur 2



Als een snaar wordt aangetokkeld, gaat hij trillen. De golfsnelheid in elke snaar is $4{,}0 \cdot 10^2$ m/s. Eén van de snaren heeft een lengte van 45 cm.

3p **9** Bereken de frequentie van de grondtoon van deze snaar.

2p **10** Leg uit of een langere snaar een hogere of een lagere grondtoon geeft.

Als een snaar trilt, kan de harpist de eerste boventoon laten horen door op de juiste plek de snaar met een vinger licht te dempen.
Op de uitwerkbijlage is de snaar twee keer getekend.

3p **11** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef op de uitwerkbijlage de plaats van de knoop/knopen (K) en buik/buiken (B) aan bij een snaar die trilt in de grondtoon.
- Geef op de uitwerkbijlage de plaats van de knoop/knopen (K) en buik/buiken (B) aan bij een snaar die trilt in de eerste boventoon.
- Geef in de tekening van de grondtoon met een pijltje aan waar de harpist de snaar licht gedempt heeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

De golfsnelheid v in een snaar is te berekenen met

$$v = \sqrt{\frac{F_s \ell}{m}}$$

Hierin is:
- F_s de spankracht (in N);
- ℓ de lengte van de snaar (in m);
- m de massa van de snaar (in kg).

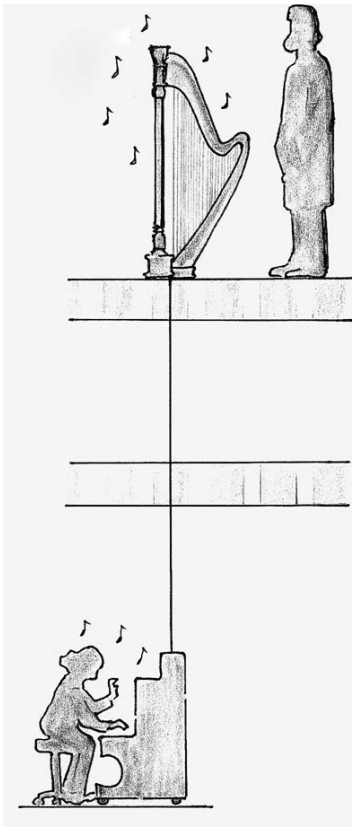
3p **12** Laat zien dat $\sqrt{\frac{F_s \ell}{m}}$ dezelfde eenheid heeft als v.

Tegenwoordig kan men snaren kopen die gemaakt zijn van staal of van nylon. We vergelijken een stalen snaar met een nylon snaar. Beide snaren zijn even lang, even dik en met dezelfde kracht gespannen.

3p **13** Welke snaar geeft de hoogste toon? Licht je antwoord toe.

Professor John Tyndall heeft in 1867 tijdens een lezing van het Royal Institution in Londen een harp op 'magische wijze' een wijsje laten spelen.
In de vloer van de zaal was precies onder de harp een gat geboord. In dit gat paste een houten stok die in de kelder op de klankkast van een piano steunde en in de zaal contact maakte met de harp.
Als er in de kelder op de piano werd gespeeld, leek het in de zaal alsof de harp uit zichzelf muziek begon te maken. Zie figuur 3.

figuur 3



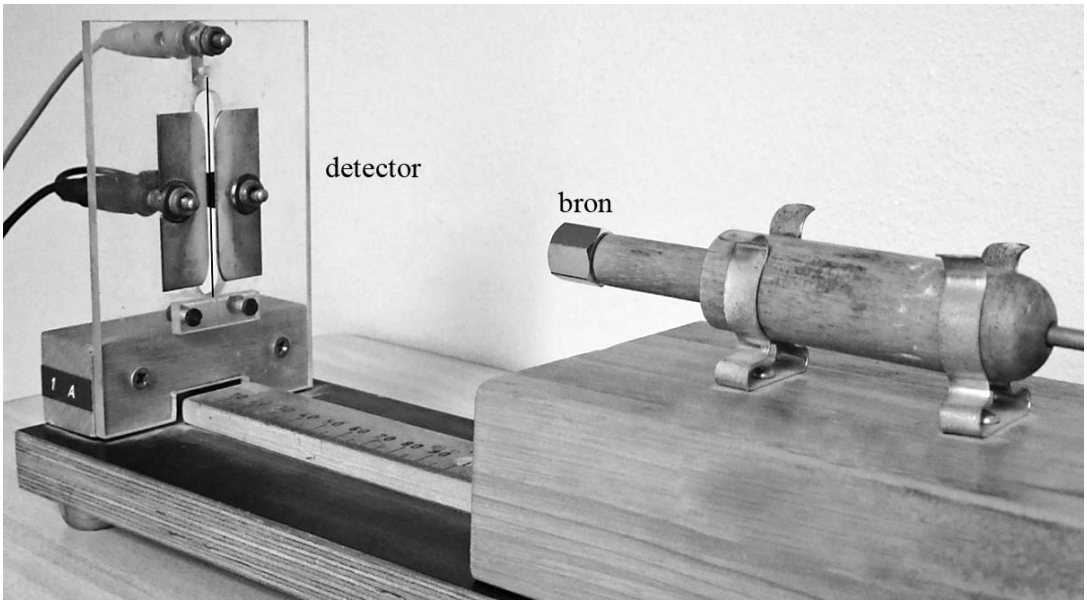
2p **14** Beantwoord nu de volgende vragen:
- Op welk natuurkundig verschijnsel is deze demonstratie gebaseerd?
- Wat is de rol van de houten stok bij deze demonstratie?

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Alfadetector

Carla en Harry gaan een experiment uitvoeren waarbij zij de dracht van alfadeeltjes in lucht willen bepalen. Figuur 1 is een foto van de opstelling die ze gebruiken. Uit een radioactieve bron komen alfadeeltjes die in de richting van een detector bewegen.
In figuur 2 is de detector van achteren te zien. De detector bestaat uit een dunne metaaldraad en twee metaalplaten. Tussen de draad en de metaalplaten staat een hoge spanning.
Als een alfadeeltje in de buurt van de metaaldraad voldoende moleculen van de lucht ioniseert, vindt er een elektrische ontlading plaats tussen één van de metaalplaten en de dunne metaaldraad, waardoor een vonk ontstaat. In figuur 2 zijn vier vonken te zien.

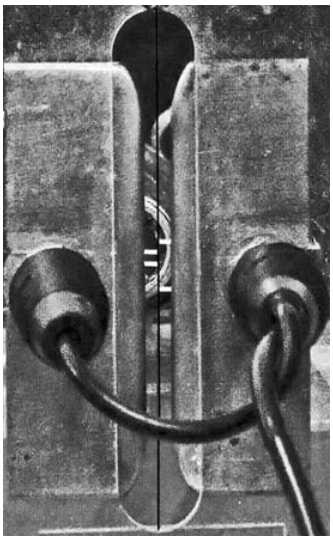
figuur 1



Carla en Harry verschillen van mening over de manier waarop een alfadeeltje de moleculen van de lucht ioniseert.
Carla zegt: “Het alfadeeltje bestraalt de moleculen van de lucht.”
Harry zegt: “Het alfadeeltje botst tegen de moleculen van de lucht.”

1p **15** Wie heeft gelijk?

figuur 2



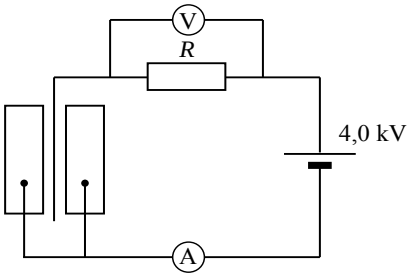
Eén alfadeeltje kan maar één vonk maken. Carla en Harry tellen gemiddeld 24 vonken per minuut. Volgens Harry is de activiteit van de bron gelijk aan 0,40 Bq. Carla is het hiermee oneens en denkt dat de activiteit van de bron groter is.

2p **16** Leg uit wie gelijk heeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 3 is het elektrische gedeelte van de detector schematisch weergegeven.
De grootte van de weerstand R is $100\ \text{M}\Omega$.
Carla en Harry discussiëren over de vraag hoe groot de spanning tussen de metaaldraad en een metaalplaat is op het moment dat er geen vonk is.
Volgens Carla is deze spanning $2{,}0\ \text{kV}$.
Volgens Harry is deze spanning $4{,}0\ \text{kV}$.

figuur 3



2p **17** Leg uit wie gelijk heeft.

Als er wel een vonk is, verandert de spanning tussen de draad en één van de metaalplaten. Volgens Carla neemt deze spanning af, volgens Harry neemt deze spanning toe.

2p **18** Leg uit wie gelijk heeft.

De voltmeter in figuur 3 wijst tijdens een elektrische ontlading $250\ \text{V}$ aan.

2p **19** Bereken de stroomsterkte die de ampèremeter nu aangeeft.

Als radioactieve bron wordt americium-241 gebruikt.

3p **20** Geef de vervalvergelijking van Am-241.

De americium-241-bron is vijf jaar oud.

2p **21** Leg uit of de activiteit in die vijf jaar merkbaar is afgenomen.

Carla en Harry gaan nu met de opstelling van figuur 1 de dracht van de alfadeeltjes in lucht bepalen. In deze opstelling is het mogelijk met de bron te schuiven.

2p **22** Leg uit hoe ze met deze opstelling de dracht van de alfadeeltjes kunnen bepalen.

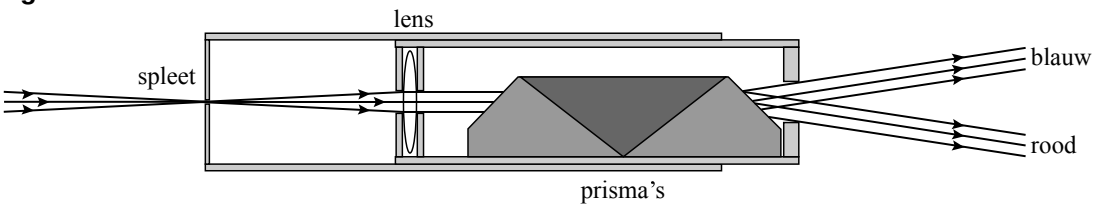
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Zakspectroscoop

Met een zakspectroscoop (zie figuur 1) kun je het spectrum van een lichtbron bekijken. Je ziet dan welke kleuren licht de lichtbron uitzendt.
Voorbeelden van spectra staan in tabel 20 van Binas.
In figuur 2 is een doorsnede van de zakspectroscoop getekend.

figuur 1

figuur 2

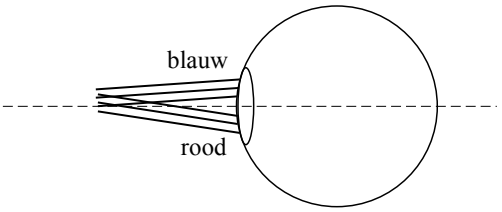


Het licht van de lichtbron valt door een smalle spleet op een lens.
Na breking door de lens is de lichtbundel evenwijdig. Figuur 2 is op ware grootte getekend.

4p **23** Bepaal met behulp van figuur 2 de sterkte van de lens in de zakspectroscoop.

In figuur 2 is te zien dat de prisma's er vervolgens voor zorgen dat het licht wordt gesplitst in bundels van verschillende kleuren.
In figuur 3 is weergegeven hoe een evenwijdige bundel rood licht en een evenwijdige bundel blauw licht die uit de zakspectroscoop komen, op het oog vallen. Het oog is vereenvoudigd weergegeven. Er ontstaan twee scherpe beelden op het netvlies: een rood en een blauw beeld.

figuur 3



2p **24** Leg uit of het oog hiervoor moet accommoderen.

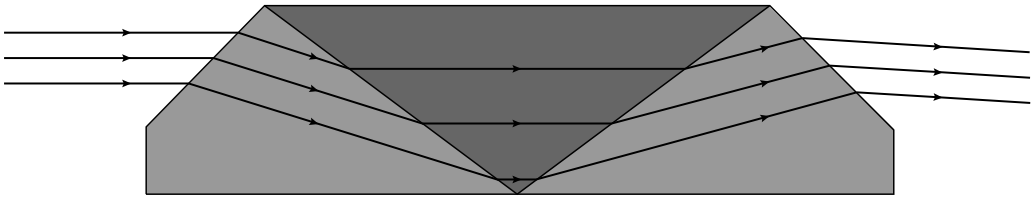
Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage. Hierin is de ooglens vervangen door een positieve lens waarvan de dikte verwaarloosd mag worden. Het optisch middelpunt is met een stip aangegeven.

3p **25** Construeer op de uitwerkbijlage hoe de rode en de blauwe lichtstralen verder gaan in het oog.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een natriumlamp geeft geel licht. Als je dit licht door de zakspectroscoop bekijkt, zie je één scherp geel streepje.
In figuur 4 is voor deze situatie de loop van de lichtstralen door de prisma's getekend.

figuur 4



De twee buitenste prisma's zijn van eenzelfde soort kroonglas gemaakt.
Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **26** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de brekingsindex van het gebruikte kroonglas voor geel licht.

2p **27** Is de brekingsindex van het middelste prisma groter of kleiner dan de brekingsindex van de buitenste prisma's? Leg je antwoord uit.

natuurkundeuitgelegd.nl

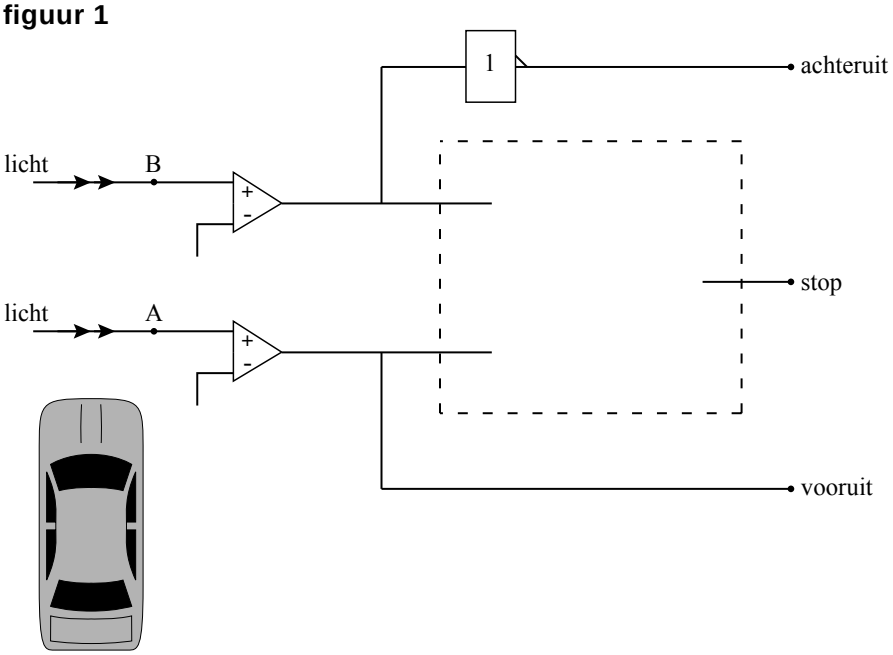
Opgave 5 Wasstraat

In een autowasstraat worden auto's volautomatisch gewassen. De auto's moeten hiervoor op de juiste plaats in de wasstraat staan. Een automatisch systeem zorgt voor de bediening van drie lampen, zodat de chauffeur de auto op de juiste plek kan zetten.

- Als een auto de wasstraat binnen rijdt, brandt de lamp 'vooruit'.
- Als de auto op de juiste plaats staat, brandt de lamp 'stop'.
- Als de auto te ver doorrijdt, brandt de lamp 'achteruit'.

In figuur 1 is een deel van het automatische systeem getekend. Bij A en B staan lichtsensoren waar licht opvalt. Deze sensoren geven een hoog signaal als er veel licht opvalt en een laag signaal bij weinig licht.

figuur 1



Als de auto de wasstraat binnenrijdt, is sensor A nog niet afgedekt en brandt de lamp 'vooruit'. Als de auto sensor A afdekt, moet deze lamp uitgaan.

2p **28** Leg uit dat de schakeling van figuur 1 aan deze eis voldoet.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als de auto de sensor bij B afdekt, moet de lamp ‘achteruit’ gaan branden.
De sensor bij A blijft afgedekt.

2p **29** Leg uit dat de schakeling in figuur 1 ook aan deze eis voldoet.

Als de auto op de juiste plek staat, moet alleen de lamp ‘stop’ branden.
De sensor bij A is dan afgedekt, maar de sensor bij B is dan niet afgedekt.
Als de auto te ver door zou rijden, moet de lamp ‘stop’ weer uitgaan.

3p **30** Maak in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling van figuur 1 compleet, zodat ook aan deze eisen is voldaan.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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