nah1-2002dfex.qxd 7-02-00 9:27 Pagina 1

Natuurkunde 1,2

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**00**

Tijdvak 2
Woensdag 21 juni
13.30 – 16.30 uur

Dit examen bestaat uit 26 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 16 en 21 is een bijlage toegevoegd.

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, worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Begin

natuurkundeuitgelegd.nl

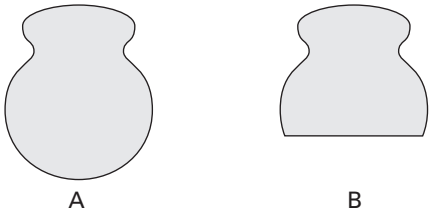
Opgave 1 Slijtage bovenleiding

Tegenwoordig is in Nederland 5200 km van het spoor geëlektrificeerd. De elektrische treinen die over dat spoor rijden, krijgen hun stroom via de zogenaamde bovenleiding. Deze bovenleiding bestaat uit twee koperen draden naast elkaar. Zie figuur 1.

figuur 1

Tijdens het rijden schuurt de stroomafnemer die aan de trein vastzit langs de twee koperdraden. Daardoor slijten de draden af. In figuur 2 zijn de doorsneden van een nieuwe draad A en een afgesleten draad B getekend. De doorsnede van draad A heeft een oppervlakte van 98,8 mm^2 en die van draad B 78,7 mm^2. Stel dat de hele bovenleiding van Nederland bestaat uit twee parallelle draden van het type A en na verloop van tijd (ongeveer 25 jaar) is afgesleten tot draden van het type B.
De massa van 1,0 m^3 koper is $8{,}96 \cdot 10^3$ kg.

figuur 2



4p **1** □ Bereken de massa van het koper dat op deze manier van de bovenleiding is afgesleten.

4p **2** □ Bereken de weerstand van 1,0 km van zo'n afgesleten bovenleiding, bestaande uit twee parallelle draden van het type B.

Ten gevolge van de elektrische stroom wordt in elke meter bovenleidingdraad een bepaalde hoeveelheid warmte per seconde ontwikkeld.

3p **3** □ Leg uit of, bij een zelfde stroomsterkte, in één meter draad van het type B meer of minder warmte per seconde wordt ontwikkeld dan in één meter draad van het type A.

Als de draden van de bovenleiding te dun worden, kunnen ze breken. Om de draden te controleren hebben de Nederlandse Spoorwegen een speciale trein met een lasermeetsysteem in gebruik. Zie weer figuur 1. De laser zendt elke seconde een in te stellen aantal lichtflitsen uit. Bij elke flits wordt een meting verricht. De frequentie van de lichtflitsen wordt zo ingesteld dat om de 1,2 cm een meting verricht wordt. Om het overige treinverkeer niet te hinderen rijdt deze trein met een snelheid van 90 km/h.

4p **4** □ Bereken het aantal lichtflitsen per seconde waarop het lasermeetsysteem dan moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Energie in de ruimte

Lees het onderstaande artikel.

artikel

Energie uit radioactiviteit

Opmerkelijk hoe weinig verontwaardigd er begin deze week is gereageerd op het terugstorten van de Russische ruimtesonde Mars-96 waarbij vier kleine capsules met plutonium-238 in zee vielen: in totaal 270 gram van een isotoop die gerekend wordt tot de gevaarlijkste elementen op aarde.

Veruit de meeste satellieten en ruimtesondes gebruiken zonnepanelen als elektriciteitsbron, maar er is een aantal situaties waarin toepassing van zonnepanelen bezwaarlijk is. Bijvoorbeeld als heel veel elektrisch vermogen nodig is. Maar ook als een satelliet zo laag rond de aarde vliegt dat zonnepanelen teveel wrijvingsweerstand van de dampkring zouden ondervinden. Een derde situatie doet zich voor als een satelliet zo ver van de zon verwijderd is dat er te weinig zonlicht is.

In de oertijd van de ruimtevaart werden wel gewone batterijen meegegeven als energiebron. Maar het was al vroeg duidelijk dat nucleaire energiebronnen een heel gunstige energie-massa verhouding hebben. Al in de jaren vijftig begon de ontwikkeling van radioactieve energiebronnen en het heeft uiteindelijk twee verschillende concepten opgeleverd. Voor beperkte vermogens zijn er nu de 'plutoniumbatterijen' die gewoonlijk met de term *'radio-isotope thermo-electric generators'* (RTG's) worden aangeduid. Voor hogere vermogens worden geminiaturiseerde kernreactoren gebruikt.
RTG's zijn er in vermogensgrootten van enige watts tot enige honderden watts. Ze maken gebruik van de hitte die bij het spontane verval van de isotoop plutonium-238 vrijkomt.

naar: NRC Handelsblad, 23 november 1996

Een ruimtesonde die terugstort naar de aarde wordt bij het binnenkomen van de dampkring sterk afgeremd en verbrandt daarbij voor een groot deel.

2p **5** □ Noem de energieomzettingen die plaatsvinden als een ruimtesonde de dampkring binnenkomt.

In het artikel wordt gesproken over de gunstige energie-massa verhouding van nucleaire energiebronnen aan boord van een ruimtesonde. Hiermee wordt bedoeld dat er veel energie geleverd wordt door een energiebron met een kleine massa.

2p **6** □ Leg uit waarom in de ruimtevaart een gunstige energie-massa verhouding belangrijk is.

Bij het radioactieve verval van plutonium-238 wordt een (klein) deel van de massa omgezet in energie. Het in het artikel genoemde plutonium kan in totaal $6{,}1 \cdot 10^{11}$ J aan energie produceren.

3p **7** □ Bereken de massa, uitgedrukt in kilogram, die bij dit verval wordt omgezet in energie.

De RTG's aan boord van de sonde zetten de $6{,}1 \cdot 10^{11}$ J aan energie die uit het plutonium kan vrijkomen om in elektrische energie.
Neem aan dat het rendement van deze energieomzetting 6,8% is en dat het elektrisch vermogen van de RTG's constant 20 W is.

4p **8** □ Bereken hoeveel jaar deze RTG's dan elektrische energie zouden kunnen leveren.

De apparatuur van een waarnemingssatelliet, die een groot aantal jaren buiten de dampkring om de aarde zal draaien, moet van energie worden voorzien. Er moet een keuze worden gemaakt tussen een energievoorziening met zonnepanelen en een energievoorziening met RTG's. Er wordt gekozen voor zonnepanelen.

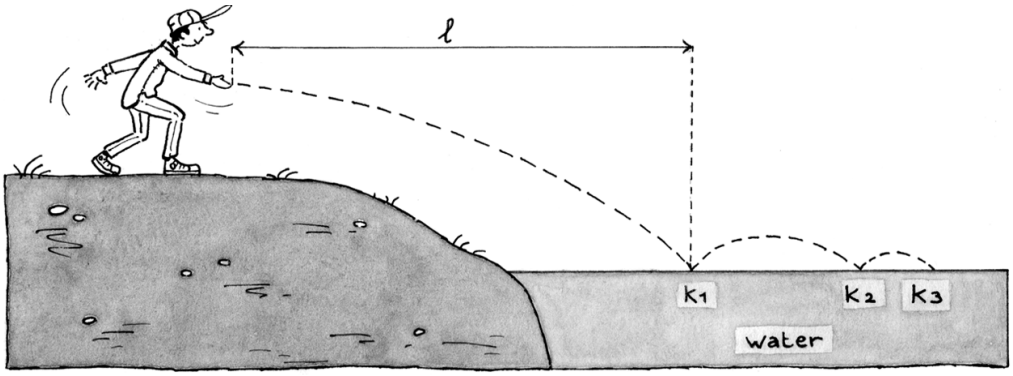
2p **9** □ Noem twee argumenten die deze keuze ondersteunen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Keitje ketsen

Keitje ketsen is een spelletje waarbij je een steentje zodanig over het water gooit dat het een paar maal op het wateroppervlak stuitert (ketst) voordat het zinkt. Ketsen lukt het best met een plat steentje.
Jan gooit een steentje dat ketst. Zie figuur 3. In deze figuur is de baan van het steentje met een streepjeslijn aangegeven; de figuur is niet op schaal. K_1, K_2 en K_3 zijn de plaatsen waar het steentje in contact is met het water.

figuur 3



Het steentje dat Jan gooit, heeft een massa van 32 gram. Het verlaat zijn hand in horizontale richting met een snelheid van 8,2 m/s. Het vertrekpunt van het steentje ligt op 1,09 m boven het wateroppervlak. De luchtwrijving is te verwaarlozen.

4p **10** □ Bereken de horizontale afstand ℓ.

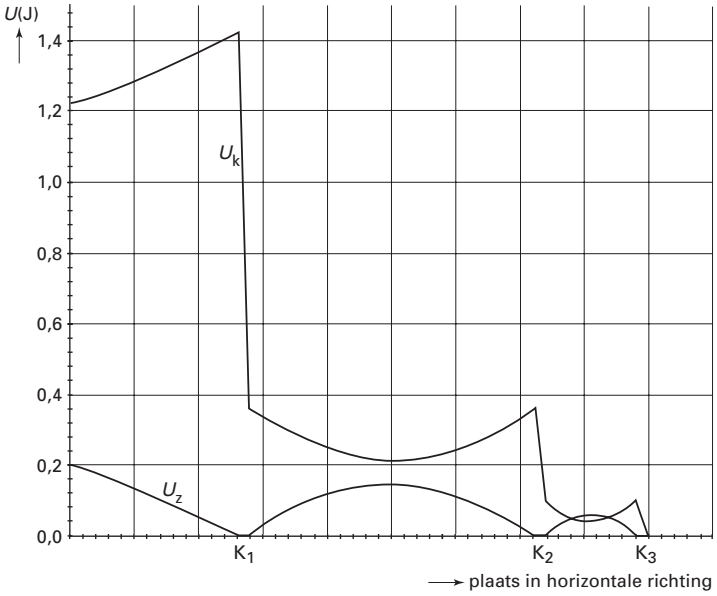
Tijdens het weggooien oefent de hand van Jan gedurende 0,36 s een kracht op het steentje uit.

3p **11** □ Bereken de gemiddelde kracht in horizontale richting die het steentje tijdens het weggooien van de hand heeft ondervonden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Nadat het steentje het water voor het eerst raakte, stuiterde het een paar keer op het water. In figuur 4 zijn de kinetische energie E_k en de zwaarte-energie E_z van het steentje uitgezet als functie van de plaats in horizontale richting.

figuur 4



Figuur 4 heeft alleen betrekking op het deel van de baan dat boven het water ligt; het eerste deel van de beweging is er niet in weergegeven.

2p **12** □ Bepaal hoeveel energie het steentje verliest bij de eerste 'botsing' met het water.

De luchtwrijving heeft geen merkbare invloed op de beweging van het steentje.

2p **13** □ Leg uit hoe dat uit figuur 4 blijkt.

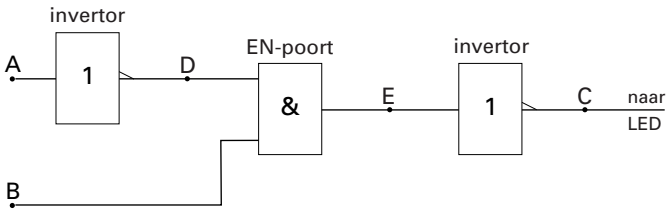
3p **14** □ Bepaal de maximale hoogte van het steentje boven het wateroppervlak tussen K_1 en K_2.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Knipperlicht

Karel heeft elektrische modeltreinen als hobby. Hij wil met behulp van zijn kennis van de fysische informatica een automatisch knipperlicht ontwerpen bij een spoorwegovergang. Het knipperlicht moet knipperen als er geen trein nadert en constant branden als er wel een trein aankomt.
Hij vindt in een elektronicablad een bouwtekening die als onderdeel van een knipperlichtinstallatie gebruikt kan worden. De bouwtekening staat in figuur 5.

figuur 5



In het blad staat bij de bouwtekening een tabel die laat zien hoe de waarde van het signaal van de uitgang C afhangt van de waarde van de signalen op de ingangen A en B. Deze is weergegeven als tabel 1.

tabel 1

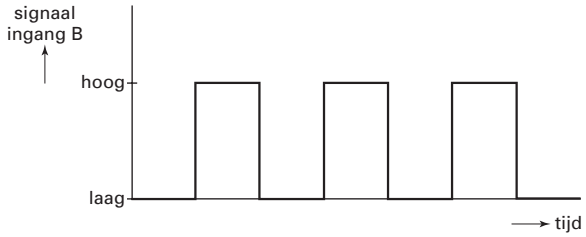
situatie	signaal in A	signaal in B	signaal in C
I	laag	laag	hoog
II	laag	hoog	laag
III	hoog	laag	hoog
IV	hoog	hoog	hoog

Karel controleert situatie IV.

3p **15** □ Toon voor situatie IV aan dat de signaalwaarde van C in de tabel correct is weergegeven.

Karel zet de schakeling van figuur 5 in elkaar. Vervolgens sluit hij een pulsgenerator aan op ingang B van figuur 5. In figuur 6 staat het signaal op ingang B als functie van de tijd.

figuur 6



Ingang A is nog niet aangesloten en blijft laag.
Figuur 6 staat ook op de bijlage.

2p **16** □ Teken in het onderste deel van de figuur op de bijlage het signaal van uitgang C.

natuurkundeuitgelegd.nl

Onder de rails is, vlak voor de spoorwegovergang, een drukschakelaar geplaatst.
De schakelaar geeft een laag signaal door als er geen trein in de buurt is en een constant hoog signaal gedurende de tijd dat er een trein over de rails boven de schakelaar rijdt.
Het signaal dat de schakelaar doorgeeft, wordt toegevoerd aan ingang A van figuur 5.
De schakeling zou nu naar verwachting moeten werken: de LED knippert als er geen trein is en brandt constant als er wel een trein is.

4p **17** □ Leg uit dat de schakeling inderdaad naar verwachting werkt. Gebruik daarbij tabel 1.

Karel laat zijn knipperlicht aan zijn vriendin Simone zien. Ze bestudeert de schakeling van figuur 5 en beweert na enige tijd: „Je had je knipperlicht ook kunnen maken met één enkele OF-poort in plaats van de twee invertors met de EN-poort."

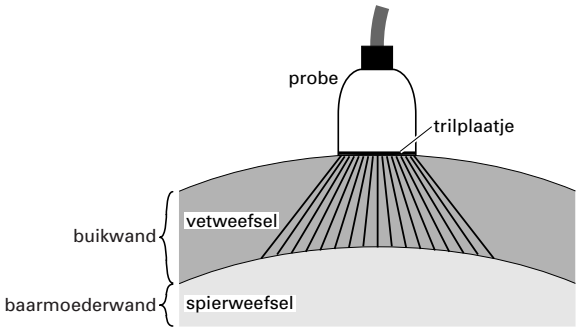
4p **18** □ Leg uit of Simone gelijk heeft of niet.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Echoscopie

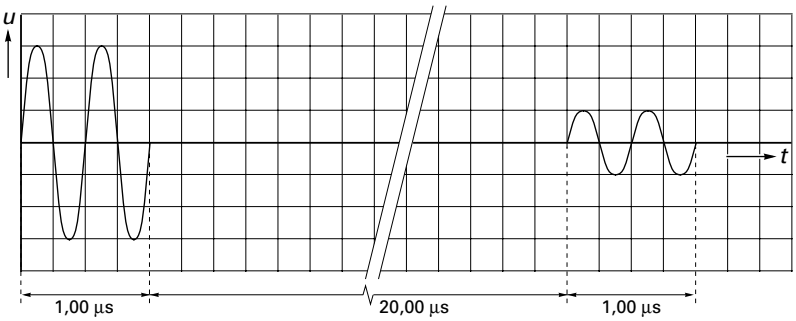
Echoscopie is een medisch onderzoek waarbij ultrageluid wordt toegepast. Ultrageluid is geluid waarvan de frequentie groter is dan 20 kHz.
In figuur 7 is een zogenaamde probe, die op de buik van een zwangere vrouw wordt gehouden, schematisch weergegeven.
In het trilplaatje van de probe zit een groot aantal kristallen, die kort na elkaar in verschillende richtingen een signaal uitzenden en ook weer opvangen. In de figuur zijn de buikwand en baarmoederwand vereenvoudigd weergegeven. We nemen aan dat de buikwand alleen uit vetweefsel bestaat en de baarmoederwand alleen uit spierweefsel.

figuur 7



Het signaal dat loodrecht naar beneden wordt uitgezonden, kan worden gebruikt om de dikte van de vetweefsellaag te meten. Het signaal gaat door het vetweefsel en wordt gedeeltelijk teruggekaatst door de wand van de baarmoeder.
In figuur 8 is een (uitwijking, tijd)-diagram getekend van het trilplaatje. Geregistreerd zijn het loodrecht naar beneden uitgezonden signaal en het weer opgevangen signaal.

figuur 8



De geluidssnelheid in het vetweefsel is $1{,}45 \cdot 10^3$ m/s.

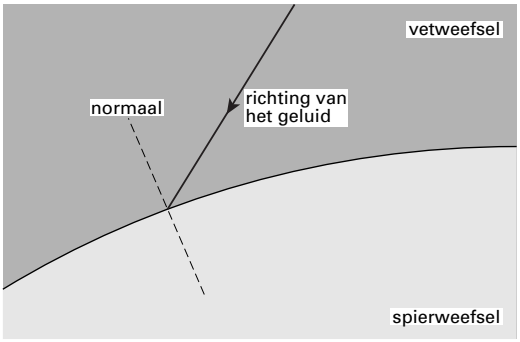
3p **19** □ Bepaal met behulp van figuur 8 de golflengte van dit ultrageluid in het vetweefsel. Geef de uitkomst in drie significante cijfers.

4p **20** □ Bepaal met behulp van figuur 8 hoe dik het vetweefsel is tussen de probe en de baarmoederwand.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als een geluidsstraal niet loodrecht op het grensvlak van vetweefsel en spierweefsel valt, wordt hij gebroken. Voor breking van geluid geldt dezelfde formule als voor breking van licht. De brekingsindex van geluid voor de overgang van vetweefsel naar spierweefsel is 0,90. In figuur 9 is een geluidsstraal getekend die op het grensvlak valt.

figuur 9



Figuur 9 staat ook op de bijlage.

4p **21** □ Bepaal de brekingshoek en teken in de figuur op de bijlage de gebroken geluidsstraal.

Naast ultrageluid wordt bij medisch onderzoek ook röntgenstraling toegepast. Tegenwoordig worden er steeds meer apparaten ontwikkeld die gebruik maken van ultrageluid in plaats van röntgenstraling. In een aantal gevallen, bijvoorbeeld bij botbreuken, blijft men (voorlopig) aangewezen op röntgenstraling.
Röntgenstraling verschilt onder andere in voortplantingssnelheid, frequentie en ioniserend vermogen van ultrageluid.

4p **22** □ Geef aan hoe röntgenstraling met betrekking tot deze drie aspecten verschilt van ultrageluid en geef aan waarom men, indien mogelijk, de voorkeur geeft aan het toepassen van ultrageluid.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Geiger-Müllerteller

Een Geiger-Müllerteller wordt gebruikt om de activiteit van radioactieve preparaten te meten. De GM-teller bestaat uit een telbuis die een elektrisch signaal geeft als ioniserende straling in de buis valt en een elektronische teller die de elektrische signalen telt.
Het aantal pulsen dat de GM-teller per seconde meet, is niet gelijk aan de activiteit van het radioactieve preparaat. Om met de resultaten van de meting van een GM-teller de activiteit van een klein preparaat te kunnen bepalen, moet de afstand tussen het preparaat en de telbuis een bepaalde vaste waarde hebben.

2p **23** □ Leg uit waarom de GM-teller minder pulsen per seconde meet als de afstand tussen het preparaat en de telbuis toeneemt.

Een bepaalde GM-teller wordt gebruikt bij het vaststellen van de ouderdom van oud hout. De bepaling van de ouderdom berust op de aanwezigheid van radioactief koolstof (C-14) in het hout. Een levende boom neemt via kooldioxide voortdurend koolstof op uit de atmosfeer. Hierdoor is de verhouding van het aantal gewone koolstofatomen (C-12) en het aantal radioactieve koolstofatomen (C-14) in een levende boom gelijk aan de verhouding van die atomen in de atmosfeer. Als de boom sterft wordt er geen koolstof meer opgenomen. Omdat er wel C-14 atomen vervallen, verandert de verhouding van het aantal C-12 en C-14 atomen.

3p **24** □ Geef de vervalreactie van C-14.

Met de GM-teller bepaalt iemand de activiteit van 10,0 gram koolstof uit oud hout. Deze activiteit is 57,0 Bq. De activiteit van 10,0 gram koolstof uit hout van een net gekapte boom van dezelfde houtsoort blijkt 228 Bq te zijn.

3p **25** □ Bereken de ouderdom van het oude hout.

Ineke krijgt de opdracht om met behulp van een GM-teller de halveringstijd van een radioactieve stof te bepalen.

5p **26** □ Geef aan hoe zij dat kan doen. Laat daarbij de volgende punten aan de orde komen:
- Welke metingen moet zij verrichten?
- Hoe moet ze de metingen verwerken?
- Hoe kan ze hieruit de halveringstijd bepalen?

Einde

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