Examen HAVO

Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **02**

Tijdvak 2
Woensdag 19 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn 83 punten te behalen; het 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 1, 5 en 22 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, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Automatisch fietsachterlicht

Lees eerst het artikel.

artikel

Zelf de fietsdynamo aanzetten en achterom kijken of het achterlicht wel brandt, is er niet meer bij in de 21ste eeuw. Want de AXA Omega 1 brandt vanzelf; je hebt er geen omkijken naar.
Hoe dat kan? De Omega 1 heeft een lichtsensor en een bewegingssensor. Wordt het donker en beweegt de fiets, dan gaat het achterlicht vanzelf branden. Drie LED-lampjes zorgen voor een flinke lichtopbrengst en ze zijn nog zuinig ook. De Omega 1 brandt op twee penlight-batterijen van elk 1,5 V.

naar: De Kampioen

Navraag bij de fabrikant leverde de volgende gegevens op:
– De twee batterijen leveren samen een spanning van 3,0 V.
– De drie LED-lampjes zijn in serie geschakeld.
– Het vermogen van één LED bedraagt 70 mW.

In de figuur op de bijlage zijn de twee batterijen en de drie LED-lampjes schematisch weergegeven.
De LEDjes zijn voor het gemak als gewone lampjes voorgesteld.

3p **1** ☐ Teken in de figuur op de bijlage de verbindingsdraden zodat een schakeling ontstaat die voldoet aan de gegevens van de fabrikant.

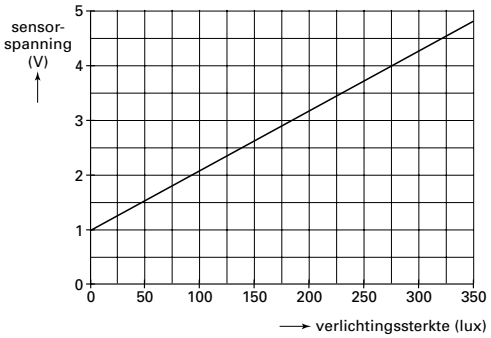
3p **2** ☐ Bereken de stroomsterkte door een LED-lampje.

Het achterlicht kan 20 uren branden op de twee batterijen.

3p **3** ☐ Bereken hoeveel energie de batterijen dan hebben geleverd.

In figuur 1 staat de ijkgrafiek van de lichtsensor die in het achterlicht zit.

figuur 1



3p **4** ☐ Bepaal de gevoeligheid van deze lichtsensor.

Peter wil de automatische fietsverlichting nabootsen op een systeembord. Hij gebruikt daarvoor de sensoren die in het achterlicht zitten.
In de figuur op de bijlage zie je een deel van zijn ontwerp. De lamp moet alleen branden als de bewegingssensor beweegt en de verlichtingssterkte kleiner is dan 75 lux.
De bewegingssensor geeft bij beweging een hoog signaal. Als het signaal bij A hoog is, brandt de lamp.

4p **5** ☐ Teken in de figuur op de bijlage de verwerker(s) en verbindingsdraden die nodig zijn om de schakeling naar behoren te laten werken en geef aan op welke waarde de referentiespanning van de comparator moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Stralingsbescherming

Medewerkers op de afdeling radiologie in een ziekenhuis hebben beroepshalve te maken met straling. Om te controleren of ze niet te veel straling ontvangen, dragen zij een badge op hun kleding. Zie figuur 2.
Een badge registreert de hoeveelheid ontvangen straling. Na een bepaalde periode wordt daaruit de stralingsdosis bepaald die de betreffende persoon in die periode heeft ontvangen.

figuur 2

Er bestaan afzonderlijke badges voor het detecteren van β-straling, γ-straling en röntgenstraling.

2p **6** ☐ Leg uit waarom het niet zinvol is om badges te maken die gevoelig zijn voor α-straling.

Om te controleren of badges goed werken, worden ze van tijd tot tijd bestraald met straling van een bekende stof.
Voor de badges die gevoelig zijn voor β-straling wil men een keuze maken uit een van de volgende stoffen: Cs-137, Sr-90 en Po-209.

3p **7** ☐ Geef de vervalreactie van Cs-137.

2p **8** ☐ Leg uit welke van deze drie stoffen het best gebruikt kan worden om de badges te testen.

Bij het maken van röntgenfoto's moeten de medewerkers beschermd worden tegen röntgenstraling. Ter bescherming is een kledingstuk ontwikkeld waarin lood is verwerkt, het zogenaamde loodschort. In het schort is een hoeveelheid lood verwerkt die overeenkomt met een dikte van 0,055 cm.
Maak voor het beantwoorden van vraag 9 gebruik van tabel 99 D uit het informatieboek Binas.
De röntgenstraling waarmee wordt gewerkt, heeft een energie van 0,10 MeV.

4p **9** ☐ Bereken hoeveel procent van de straling door het loodschort wordt tegengehouden.

Een medewerker wordt tijdens zijn werk per ongeluk gedurende 25 seconden blootgesteld aan deze straling. Het vermogen van de röntgenstraling is 0,15 microwatt. Van deze straling wordt 73% geabsorbeerd door een spiermassa van 12 kg.
De stralingsdosis is gelijk aan de geabsorbeerde energie per kg.

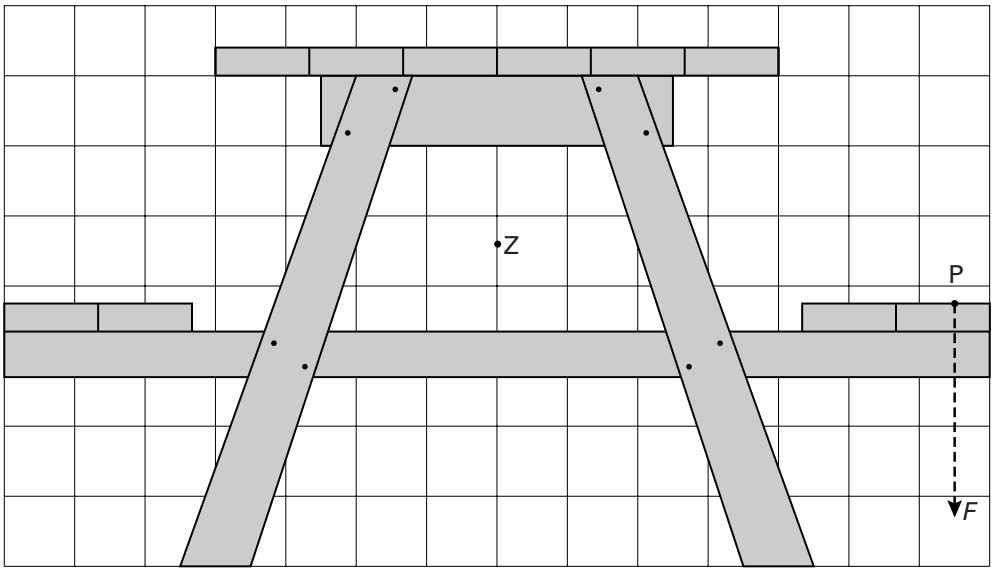
4p **10** ☐ Bereken de stralingsdosis die de spiermassa ontvangt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Picknicktafel

Op campings zie je wel eens houten picknicktafels die bestaan uit een tafel met twee banken eraan vast. In figuur 3 is een zijaanzicht van zo'n picknicktafel op schaal getekend.

figuur 3



Als twee zware personen aan dezelfde kant gaan zitten, kan de picknicktafel gaan kantelen. Stel dat deze situatie zich voordoet. In figuur 3 is het aangrijpingspunt P en de richting van de kracht F die deze personen samen op de bank uitoefenen, aangegeven. In de tekening is ook de plaats van het zwaartepunt Z van de picknicktafel aangegeven.
De massa van de picknicktafel is 60 kg.

4p **11** ☐ Bereken hoe groot de kracht F minstens moet zijn om de picknicktafel te laten kantelen.

Om het kantelen tegen te gaan, kunnen een paar personen op de andere bank gaan zitten.
Romke en Frank discussiëren over deze situatie.
Romke zegt: "Als op de linkerbank vier personen gaan zitten (de kracht op de linkerbank is dan gelijk aan $2F$), kantelt de picknicktafel naar links."
Frank zegt: "Nee, om de picknicktafel naar links te laten kantelen, moeten links veel méér personen gaan zitten."

3p **12** ☐ Leg uit wie gelijk heeft.

Romke en Frank willen een picknicktafel ontwerpen van hetzelfde type als die in figuur 3. Hun picknicktafel zou, zonder hem vast te zetten in de grond, stabieler moeten zijn.

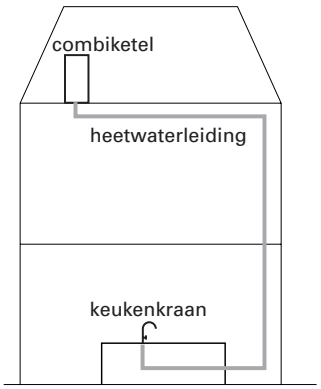
2p **13** ☐ Noem twee veranderingen die ze kunnen aanbrengen waardoor de picknicktafel stabieler wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Thermofort

Veel huishoudens gebruiken in de keuken heet water uit een combiketel die op zolder staat. Zie figuur 4. Voordat het hete water uit de combiketel de keukenkraan bereikt, moet eerst het koude water wegstromen dat zich nog in de leiding bevindt.
Gegevens van een bepaald huis:
- de binnendiameter van de heetwaterleiding is 12,0 mm;
- de lengte van de leiding tussen de combiketel en de keukenkraan is 11 m;
- per dag laat men gemiddeld twintig keer het koude water uit de leiding wegstromen in afwachting van warm water.

figuur 4

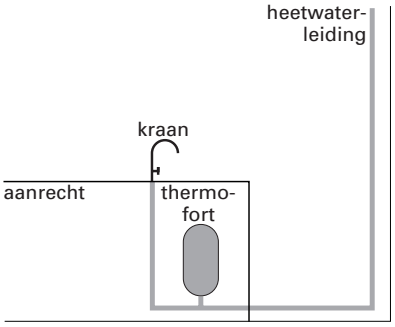


3p **14** ☐ Bereken het volume van het water dat in dit huis per jaar wegstroomt doordat men op heet water wacht.

Om iets aan deze verspilling van water te doen, is de zogenoemde thermofort bedacht. Zie onderstaand artikel.

artikel

De thermofort is een soort thermosfles die onder het aanrecht op de heetwaterleiding is aangesloten. In de thermofort wordt heet water opgevangen. Als de bewoner opnieuw de heetwaterkraan opent, stroomt de thermofort leeg. Daarbij mengt het hete water (79 °C) uit de thermofort zich met het eerst nog koude water (17 °C) uit de leiding, zodat er direct handwarm water beschikbaar is.



naar: Intermediair, februari 2000

Ondanks de goede isolatie koelt het water in de thermofort toch langzaam af.
Om het warmteverlies tegen te gaan, is in de thermofort een verwarmingselement met een vermogen van 2,0 watt gemonteerd. Het verwarmingselement is dag en nacht ingeschakeld.
Zonder verwarmingselement zou de temperatuur ongeveer 1 graad Celsius per uur dalen.
Neem aan dat zich steeds 1,5 liter water in de thermofort bevindt.

4p **15** ☐ Toon aan dat het vermogen van het verwarmingselement voldoende is om het warmteverlies door afkoeling te compenseren.

Het elektrische verwarmingselement werkt op een spanning van 6,0 V. Deze spanning wordt geleverd door een transformator die is aangesloten op de netspanning (230 V).
De transformator heeft 150 windingen aan de secundaire kant.

2p **16** ☐ Bereken het aantal windingen aan de primaire kant.

3p **17** ☐ Bereken de weerstand van het verwarmingselement.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Kerkorgel

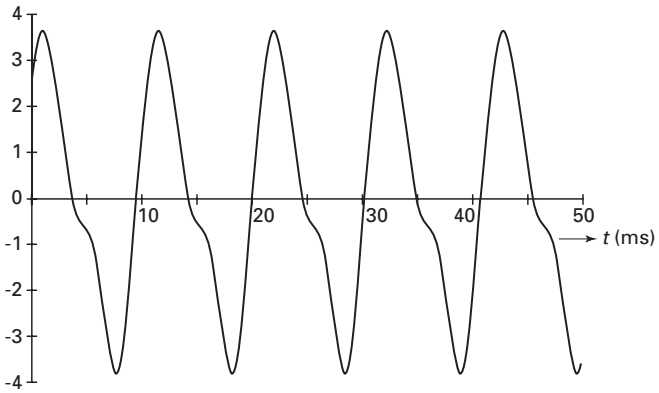
In figuur 5 is een kerkorgel afgebeeld.
Nynke en Tessa maken een werkstuk over de natuurkundige aspecten van het orgel.
De organist is bereid hen te helpen.
Hij zegt:

figuur 5

Als ik op een toets druk, wordt lucht in een bepaalde pijp geblazen. De toon die jullie horen, ontstaat omdat de lucht in die pijp in resonantie komt. De lengte van de pijp is daarbij belangrijk. Een lange pijp geeft een lagere toon dan een korte pijp. Voor de toonhoogte is ook van belang of de bovenkant van de orgelpijp open of gesloten is.
Voor de tonen van een orgelpijp die aan de bovenkant gesloten is, geldt:
$\ell = (2n-1)\frac{1}{4}\lambda$
Voor de tonen van een orgelpijp die aan de bovenkant open is, geldt:
$\ell = n\frac{1}{2}\lambda$

Nynke vraagt de organist om een willekeurige toon te laten horen. Ze registreert het geluid met een geluidssensor die op de computer is aangesloten. Zie figuur 6.

figuur 6



4p **18** ☐ Bepaal de frequentie van deze toon.

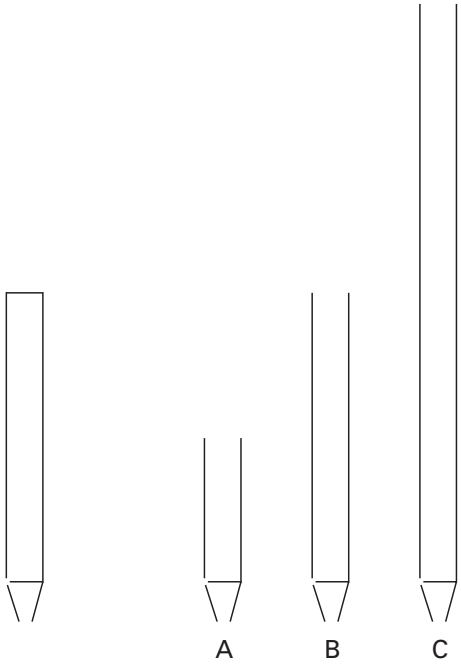
Het valt hen op dat het beeld niet sinusvormig is.
Nynke zegt: ”Volgens mij komt dat door de boventonen.”
Tessa zegt: ”Ik denk dat het orgel niet goed gestemd is.”
2p **19** ☐ Wie van hen heeft gelijk? Licht je mening toe.

De organist speelt een lage a; dat is een toon met een frequentie van 220 Hz.
Tessa meet dat de orgelpijp die deze toon als grondtoon produceert 38,7 cm lang is.
Ze constateert dat de orgelpijp aan de bovenkant gesloten is.
4p **20** ☐ Bereken met deze gegevens de geluidssnelheid in lucht.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 7 is een gesloten orgelpijp getekend. Daarnaast zijn op dezelfde schaal drie open pijpen A, B en C getekend.

figuur 7



3p **21** ☐ Leg uit welke van de drie open pijpen A, B of C dezelfde grondtoon heeft als de gesloten pijp.

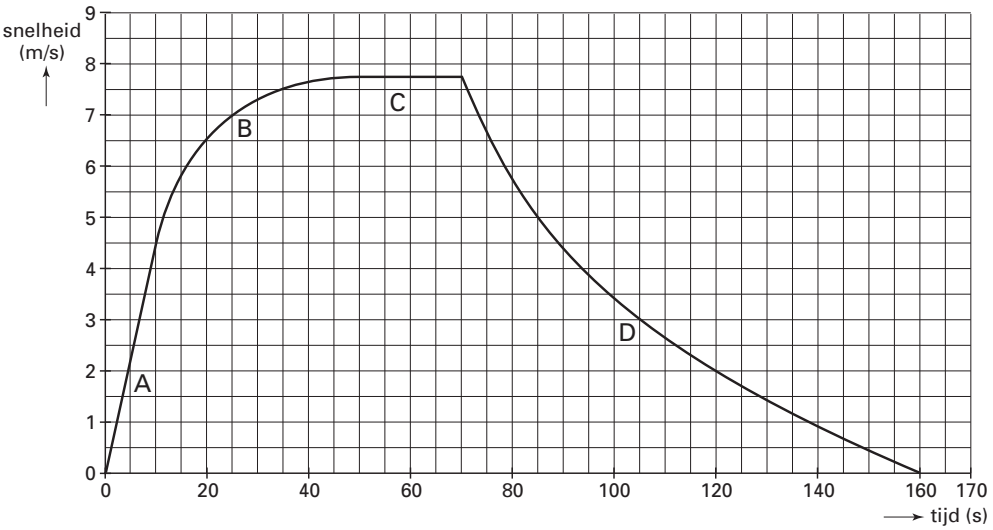
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Fietsen

Jeanette heeft een versnellingsmeter op de bagagedrager van haar fiets gemonteerd.
Zij trekt op vanuit stilstand, rijdt even met constante snelheid en laat zich vervolgens uitrijden zonder te trappen of te remmen.
In figuur 8 is het (snelheid, tijd)-diagram te zien dat ze met behulp van een computer van haar metingen heeft gemaakt.

figuur 8



Het diagram bevat vier karakteristieke delen:
A: van t = 0 tot t =10 s
B: van t = 10 tot t = 50 s
C: van t = 50 tot t = 70 s
D: van t = 70 tot t = 160 s

Op de bijlage staat een tabel. De beweging van de fiets in de delen A, B, C en D is te karakteriseren door in de tabel een kruisje op de juiste plaats te zetten. Voor de delen A en C is dat al gebeurd.

2p **22** ☐ Karakteriseer de beweging van de fiets in de delen B en D. Gebruik daarvoor de tabel op de bijlage.

De massa van de fiets en Jeanette samen is 72 kg.

4p **23** ☐ Bepaal de resulterende kracht die op de fiets werkt in deel A.

In deel C is het vermogen waarmee Jeanette fietst $1{,}5 \cdot 10^2$ watt.

4p **24** ☐ Bepaal de grootte van de wrijvingskracht die ze dan ondervindt.

In deel D laat Jeanette zich uitrijden.

4p **25** ☐ Bepaal de afstand die ze aflegt tijdens het uitrijden.

In deel D zijn twee wrijvingskrachten van belang: de luchtweerstand en de rolweerstand.
De rolweerstand is onafhankelijk van de snelheid.

4p **26** ☐ Beredeneer uit de vorm van deel D van de grafiek dat de luchtweerstand kleiner wordt als de snelheid afneemt.

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