Examen HAVO

2007

tijdvak 2
woensdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1,2

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 26 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 76 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.

700047-2-056o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Chopin

In de foto's hieronder is tweemaal dezelfde fles afgebeeld. In figuur 1 is de fles bijna vol; in figuur 2 zit de vloeistofspiegel net onder het hoofd van Chopin.

figuur 1

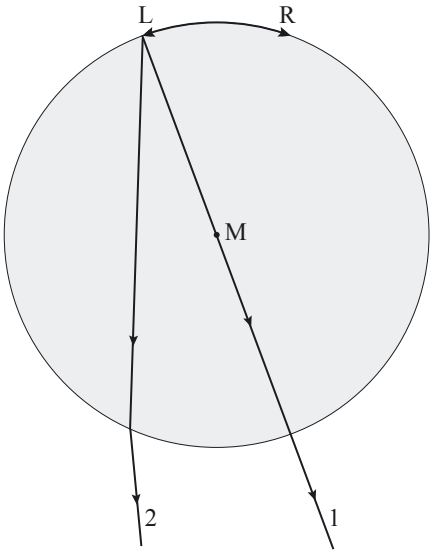
figuur 2

Het hoofd van Chopin is op de **achter**kant van de fles aangebracht. De fles is van matglas gemaakt. Aan de voorkant van de fles zit een helder venster waardoor je naar het hoofd van Chopin kijkt. Het valt op dat je bij de volle fles het hoofd in de breedte vergroot ziet. Bij de lege fles zie je het hoofd even groot als het op de fles is aangebracht.

Figuur 3 is een schematische dwarsdoorsnede van de volle fles. De pijl LR stelt het hoofd van Chopin voor. Vanuit punt L zijn twee lichtstralen getekend.
Lichtstraal 1 wordt niet gebroken.

2p **1** Leg uit waarom niet.

figuur 3



Lichtstraal 2 wordt wel gebroken.
Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **2** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de brekingsindex van de vloeistof. Je mag daarbij aannemen dat het dunne laagje glas van de fles de breking niet beïnvloedt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Kennelijk werkt de gevulde fles als een loep.
Op de uitwerkbijlage is getekend waar iemand, die door het venster kijkt, het vergrote, virtuele beeld L'R' van het hoofd van Chopin ziet.

2p **3** Leg met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage uit waarom L' het virtuele beeld is van L.

2p **4** Bepaal op de uitwerkbijlage de lineaire vergroting N.

Op de uitwerkbijlage is ook een dwarsdoorsnede van de fles getekend zonder vloeistof. In die figuur zijn weer dezelfde lichtstralen 1 en 2 getekend.

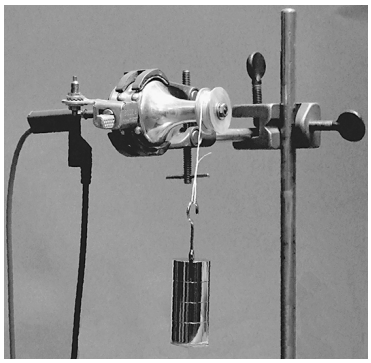
2p **5** Maak met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage duidelijk dat bij een lege fles het hoofd van Chopin niet wordt vergroot. Teken daartoe eerst het verdere verloop van de twee lichtstralen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Fietsdynamo

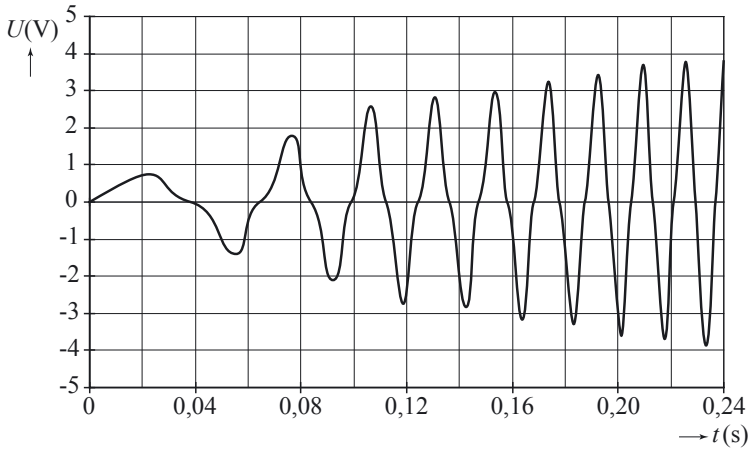
Freek doet onderzoek aan een fietsdynamo. Aan de dynamo is een wieltje bevestigd waaromheen een touw is gewikkeld met een gewichtje eraan. Zie figuur 4.
Wanneer hij het gewichtje loslaat, beweegt het naar beneden waardoor de dynamo gaat draaien.

figuur 4



Op de dynamo heeft Freek een computer aangesloten die de opgewekte spanning meet als functie van de tijd.
Figuur 5 laat zien hoe de spanning in de eerste $0{,}24$ s verandert.

figuur 5

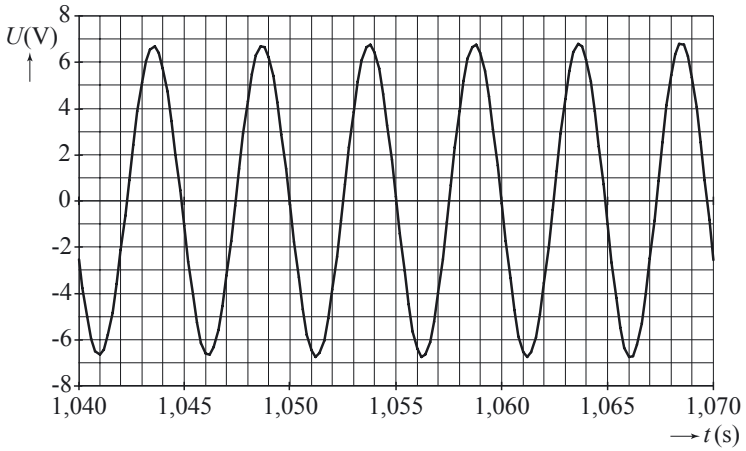


2p **6** Verklaar waarom de (top)waarde van de spanning steeds groter wordt. Gebruik bij je uitleg in ieder geval de begrippen fluxverandering, tijdsduur en inductiespanning.

natuurkundeuitgelegd.nl

Figuur 6 geeft het verloop weer van de spanning tussen $t = 1{,}04$ s en $t = 1{,}07$ s.
Het gewichtje dat de dynamo aandrijft, beweegt dan met constante snelheid.

figuur 6



Freek vraagt zich af hoeveel sinussen worden opgewekt tijdens één omwenteling van het dynamowieltje.
Het wieltje heeft een diameter van $2{,}4$ cm. Het gewichtje daalt met een snelheid van $3{,}8$ m/s.

4p **7** Beantwoord de vraag van Freek met behulp van deze gegevens en figuur 6.

Een wisselspanning heeft een bepaalde effectieve waarde.
Hieronder staan vijf waarden.

a 0 V
b $4{,}8$ V
c $6{,}8$ V
d $9{,}6$ V
e $13{,}6$ V

2p **8** Welke van deze vijf is gelijk aan de effectieve waarde van de wisselspanning in figuur 6? Licht je antwoord toe.

Freek wil het vermogen bepalen dat de fietsdynamo levert. Daarvoor meet hij de (effectieve) stroomsterkte door en de (effectieve) spanning over een weerstand die op de dynamo is aangesloten.
Op de uitwerkbijlage zijn de dynamo, de weerstand, een stroommeter en een spanningsmeter schematisch getekend.

3p **9** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage alle noodzakelijke verbindingsdraden.

Het gewichtje heeft een massa van 210 g en daalt met een (constante) snelheid van $3{,}8$ m/s. Uit de gemeten spanning en stroomsterkte berekent Freek dat de dynamo dan een constant elektrisch vermogen levert van $1{,}8$ W.
In deze situatie zet de dynamo zwaarte-energie om in elektrische energie.

4p **10** Bereken het rendement van deze energieomzetting.

natuurkundeuitgelegd.nl

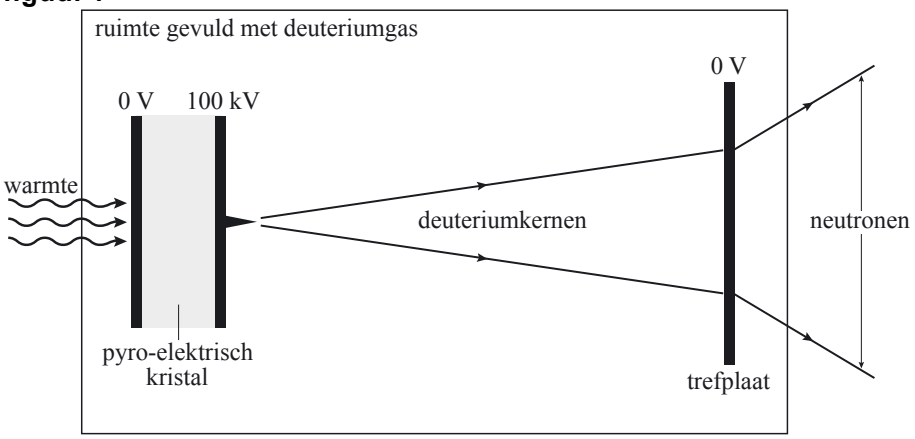
Opgave 3 Kernfusie op tafel

Lees de tekst hieronder.

> Drie natuurkundigen van de Universiteit van Californië hebben het voor elkaar: kernfusie opwekken in een apparaatje dat gewoon op tafel staat. In het artikel dat ze onlangs in *Nature* publiceerden, benadrukken ze dat het apparaat geen energiebron is. Er gaat meer energie in dan eruit komt. Hun minireactor zou vooral nuttig kunnen zijn als handige neutronenbron, bijvoorbeeld bij het bestralen van een tumor.

In figuur 7 is schematisch weergegeven hoe het apparaat werkt.
Een zogenaamd pyro-elektrisch kristal wekt een hoge spanning op als er een temperatuurverschil wordt aangebracht tussen de linker- en rechterkant.
Het kristal is geplaatst in een ruimte die eerst vacuüm is gezogen. Vervolgens is er een beetje deuteriumgas in aangebracht. Bij de punt van de naald aan de rechterkant van het kristal wordt deuterium geïoniseerd. Tengevolge van de spanning van $100\ \text{kV}$ tussen de naald en de trefplaat bewegen de zo ontstane deuteriumkernen (^2H) versneld naar rechts en botsen met grote snelheid tegen de trefplaat.

figuur 7



De trefplaat bestaat uit een materiaal dat veel deuterium bevat.
De kinetische energie van $100\ \text{keV}$ waarmee de deuteriumkernen tegen de trefplaat botsen, is voldoende om twee deuteriumkernen te kunnen laten fuseren.
De massa van een deuteriumkern is $3{,}34 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$.

3p **11** Bereken de snelheid waarmee de deuteriumkernen tegen de trefplaat botsen.

2p **12** Leg uit waarom de deuteriumkernen een grote snelheid moeten hebben om te kunnen fuseren.

natuurkundeuitgelegd.nl

De fusiereactie die in de trefplaat plaatsvindt, is:

$$^{2}\mathrm{H} + {}^{2}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}\mathrm{He} + \mathrm{n}$$

De massa's van de bij de reactie betrokken deeltjes staan in de tabel hiernaast.

deeltje	massa (kg)
^{2}H	$3{,}34358 \cdot 10^{-27}$
^{3}He	$5{,}00641 \cdot 10^{-27}$
n	$1{,}67493 \cdot 10^{-27}$

De minireactor kan $1{,}0 \cdot 10^{3}$ neutronen per seconde produceren.
Het vermogen dat nodig is om het apparaat te laten werken, is $2{,}0$ W (voornamelijk voor het verwarmen van het kristal).
In de tekst in het kader staat dat de minireactor geen energiebron is. Er gaat meer energie in dan eruit komt.

4p **13** Laat met een berekening zien dat de minireactor geen energiebron is. Bereken daartoe eerst de energie die bij de hierboven beschreven kernreactie vrijkomt.

De stroomsterkte van de bundel deuteriumkernen is $4{,}0 \cdot 10^{-9}$ A.

4p **14** Toon met een berekening aan dat de kans op een botsing waarbij kernfusie optreedt zeer klein is.

De minireactor zou vooral nuttig kunnen zijn als neutronenbron.
Een van de manieren waarop men tot nu toe neutronen produceert, is met behulp van een mengsel van radioactief americium-241 (^{241}Am) en beryllium-9 (^{9}Be).
^{241}Am zendt α-deeltjes uit. Wanneer een ^{9}Be-kern een α-deeltje invangt, vindt een kernreactie plaats waarbij een neutron vrijkomt:

$$^{9}_{4}\mathrm{Be} + \alpha \rightarrow {}^{\cdots}_{\cdots}\ldots + \mathrm{n}$$

Deze (onvolledige) reactie staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **15** Vul in de reactievergelijking op de uitwerkbijlage de ontbrekende getallen in en het symbool (of de naam) van het element dat wordt gevormd.

De minireactor als neutronenbron heeft een paar voordelen ten opzichte van het mengsel van americium-241 en beryllium-9.

2p **16** Noem er twee.

natuurkundeuitgelegd.nl

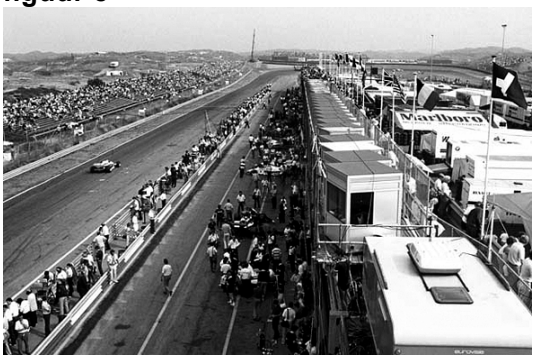
Opgave 4 Pitstop

Tijdens een formule-1-race rijdt Michael Schumacher met een constante snelheid van 324 km/h (= 90,0 m/s). Het vermogen van zijn auto is 920 pk. De pk (paardenkracht) is een verouderde eenheid van vermogen (zie Binas).

4p **17** Bereken de totale wrijvingskracht die de auto dan ondervindt.

Op een gegeven moment rijdt Schumacher de pitstraat in om de banden te laten verwisselen. Zie figuur 8 en 9. Op de foto van figuur 8 ligt de pitstraat rechts van het racecircuit.

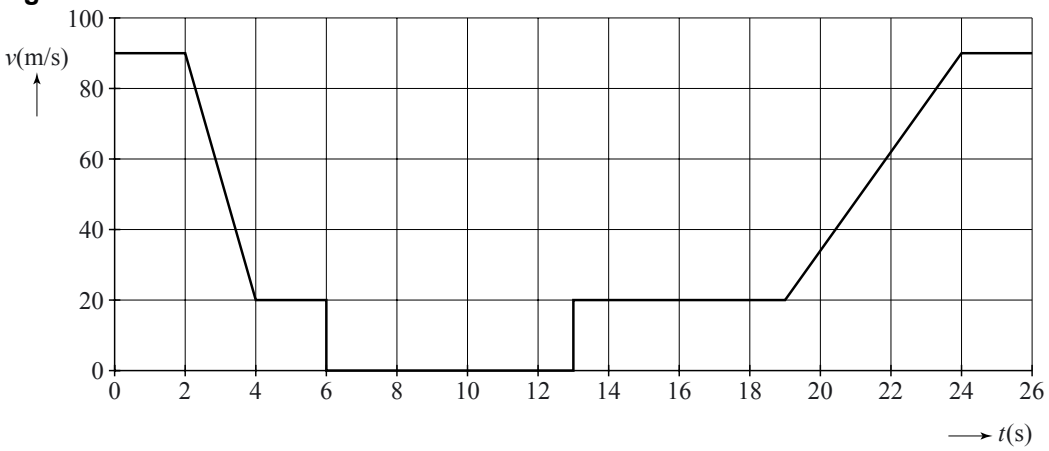
figuur 8



figuur 9

In figuur 10 is het (v,t)-diagram van de auto van Schumacher vereenvoudigd weergegeven.

figuur 10



Tussen $t = 2{,}0$ s en $t = 4{,}0$ s remt hij krachtig af. De massa van de raceauto inclusief bestuurder is 600 kg.

4p **18** Bepaal de resulterende kracht op de auto in die periode.

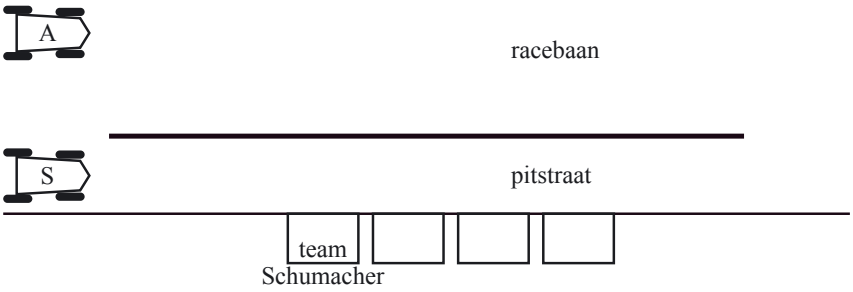
Tussen $t = 2{,}0$ s en $t = 24{,}0$ s bevindt Schumacher zich in de pitstraat. Figuur 10 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **19** Toon met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage aan dat de pitstraat 545 m lang is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Toen Schumacher (S) de pitstraat inreed (op $t = 2{,}0$ s), reed Alonso (A) met dezelfde snelheid naast hem. Zie figuur 11.

figuur 11



Op $t = 24{,}0$ s rijdt Schumacher weer de racebaan op.
Veronderstel dat Alonso steeds met $90{,}0$ m/s heeft kunnen doorrijden.

3p **20** Bereken hoeveel seconde Alonso nu voorligt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Auto te water

De eerste drie foto's hiernaast laten een klein drama zien. Een takelwagen hijst een personenauto uit het water (figuur 12). Als de auto een stuk omhoog is gehesen (figuur 13), begint de takelwagen te kantelen. Figuur 14 toont de tragische afloop.

Ondanks het feit dat er in de situatie van figuur 13 flink wat water uit de personenauto is gelopen, kantelt de takelwagen terwijl deze in de situatie van figuur 12 nog stevig op zijn wielen staat.

1p **21** Noem daarvoor een reden.

Op de uitwerkbijlage is de situatie waarin de takelwagen op het punt staat te kantelen schematisch weergegeven.
Punt Z is nu het zwaartepunt van de takelwagen. Het zwaartepunt van de personenauto bevindt zich recht onder het ophangpunt van de kabel.
In die figuur is ook het draaipunt aangegeven waaromheen de takelwagen gaat kantelen.
De massa van de takelwagen is $7{,}9 \cdot 10^3$ kg.

4p **22** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de (minimale) massa van de personenauto, inclusief water.

Een tweede takelwagen moet komen om de personenauto en de eerste takelwagen uit het water te hijsen. Zie figuur 15 en de vergroting daarvan op de uitwerkbijlage.
De tweede takelwagen is niet alleen zwaarder, hij heeft ook twee zijsteunen uitgeklapt.
Met name de zijsteun vlakbij de kadewand voorkomt dat deze takelwagen kan kantelen.

2p **23** Leg uit waarom.

De massa van de takelwagen die omhoog gehesen wordt, is inclusief water $8{,}2 \cdot 10^3$ kg.
De wagen gaat in $2{,}0$ minuten $2{,}4$ m omhoog.

3p **24** Bereken het vermogen dat de hijsende takelwagen daarvoor minimaal moet leveren.

figuur 12

figuur 13

figuur 14

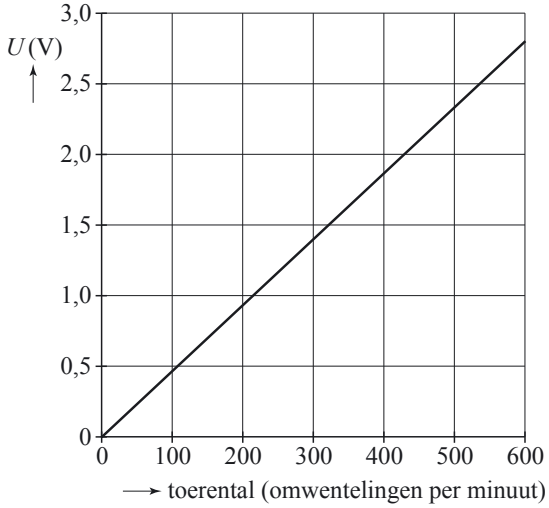
figuur 15

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Veiligheidsgordel

De snelheid van een auto wordt gemeten met een sensor die het toerental van een van de wielassen meet. Figuur 16 geeft het verband tussen de uitgangsspanning van deze sensor en het toerental.

figuur 16



3p **25** Bepaal de gevoeligheid van deze sensor.

In een auto zit een automatisch systeem dat op twee manieren kan waarschuwen als de bestuurder zijn veiligheidsgordel niet omdoet.
Het systeem voldoet aan de volgende eisen:

- zolang als de bestuurder achter het stuur zit zonder de gordel om, brandt er een lampje;
- zolang als hij zonder gordel om harder rijdt dan $20\ \text{km/h}$ (komt overeen met 180 omwentelingen per minuut) zoemt er bovendien een alarm.

In de figuur op de uitwerkbijlage is een begin gemaakt met een ontwerp voor dit systeem.
Wanneer de bestuurder achter het stuur zit, is de stoelschakelaar dicht.
Wanneer hij de gordel om heeft, is de gordelschakelaar dicht.

5p **26** Maak in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling compleet zodat aan bovengenoemde eisen wordt voldaan. Vermeld ook de referentiespanning van de comparator.

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