natuurkunde 1,2

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**05**

Tijdvak 1
Dinsdag 24 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 78 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 1, 3, 4 en 22 is een uitwerkbijlage toegevoegd.

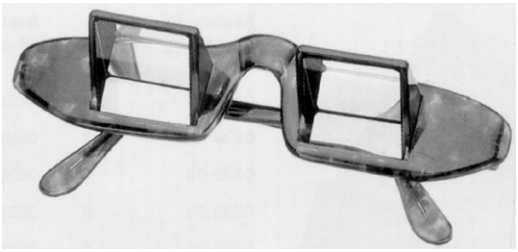
Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

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.

Opgave 1 Bedleesbril

Voor mensen die lang plat in bed moeten liggen, is de bedleesbril een mooie uitvinding. Zie figuur 1 en 2. Met deze bril op kan de patiënt lezen terwijl het boek op zijn buik rust.

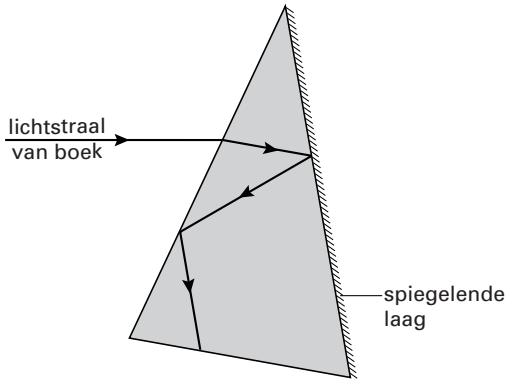
figuur 1



figuur 2

De bril bevat twee speciale prisma's. Eén zo'n prisma is schematisch weergegeven in figuur 3. In deze figuur is te zien hoe een lichtstraal in het prisma gebroken en gespiegeld wordt.
Figuur 3 is vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

figuur 3



4p **1** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de brekingsindex van het glas waar het prisma van gemaakt is.

Op het rechtervlak van het prisma is een spiegelende laag aangebracht. Ook bij het linkervlak spiegelt de lichtstraal, hoewel dat vlak géén spiegelende laag heeft.

3p **2** ☐ Leg uit waarom het rechtervlak wel een spiegelende laag nodig heeft en het linkervlak niet. Gebruik in het antwoord het begrip grenshoek.

De lichtstraal die in figuur 3 is getekend, komt uiteindelijk op het netvlies van het oog van de patiënt terecht. In de figuur op de uitwerkbijlage zijn vier mogelijke plaatsen A, B, C en D getekend waar het midden van de ooglens zich moet bevinden om de lichtstraal op te kunnen vangen.

2p **3** ☐ Leg (zonder berekening) uit waar het midden van de ooglens zich moet bevinden: op plaats A, B, C of D.

In een andere figuur op de uitwerkbijlage is een deel van een tweede lichtstraal getekend, evenwijdig aan de eerste.

3p **4** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het verdere verloop van *beide* lichtstralen en leg met behulp daarvan uit dat de patiënt de letters van het boek rechtop ziet en niet ondersteboven.

Opgave 2 Nieuwe bestralingsmethode

Lees onderstaand artikel.

artikel

Sinds kort experimenteert men met een nieuwe methode om tumoren te behandelen. Aan een patiënt wordt borium-10 toegediend. Deze stof wordt door tumorcellen veel beter opgenomen dan door gezonde cellen.
Na toediening van het borium bestraalt men het gebied waar zich de tumor bevindt met langzame neutronen. Omdat deze neutronen energiearm zijn, richten ze vrijwel geen schade aan in de gezonde cellen die ze passeren. Als de kern van het borium-10 atoom zo'n neutron invangt, vindt een kernreactie plaats waarbij een lithiumdeeltje en een α-deeltje vrijkomen. De energie van deze deeltjes is ruim voldoende om de tumorcellen te vernietigen.
De dracht van het lithium- en het α-deeltje is ongeveer 10 µm. Dat is vergelijkbaar met de diameter van een cel.

naar: Technisch Weekblad, 1998

In het artikel wordt een kernreactie beschreven.

3p **5** ☐ Geef de reactievergelijking van deze kernreactie.

Stel dat in een tumor met een massa van 1,2 g op deze manier $7{,}2 \cdot 10^{12}$ boriumkernen reageren. Het lithiumdeeltje en α-deeltje die bij de reactie vrijkomen, hebben samen een energie van 2,35 MeV. Deze energie wordt geabsorbeerd binnen de tumor.
De stralingsdosis is de geabsorbeerde hoeveelheid energie per kilogram bestraald weefsel.

4p **6** ☐ Bereken de stralingsdosis die deze tumor ontvangt.

3p **7** ☐ Leg met behulp van de informatie in het artikel uit waarom bij neutronenbestraling vooral de tumorcellen worden vernietigd.

Bij een andere methode die tot nu toe veel wordt toegepast, bestraalt men de patiënt van buitenaf met γ-straling.
Veronderstel dat men met beide methodes een even grote stralingsdosis kan toedienen aan een bepaalde tumor.

2p **8** ☐ Leg uit of bij de methode die in het artikel beschreven wordt het dosisequivalent voor de tumor groter is dan, kleiner is dan of gelijk is aan het dosisequivalent bij γ-bestraling.

Opgave 3 Magneettrein

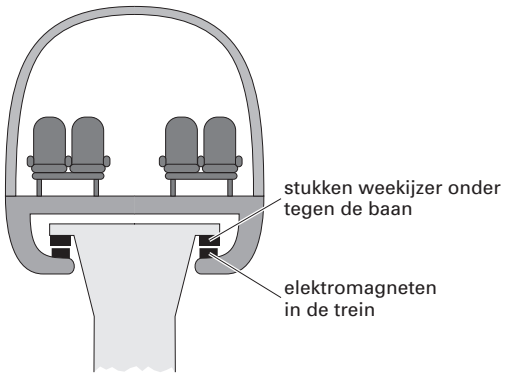
In Lathen in Duitsland bevindt zich de testbaan van de zo genoemde Transrapid. Dat is een magneettrein die zich over een speciale baan voortbeweegt. Zie figuur 4.

figuur 4

Onder tegen de baan bevinden zich stukken weekijzer. In het deel van de trein dat zich onder de baan bevindt, zorgen elektromagneten ervoor dat de trein gaat zweven. Zie figuur 5.
De Transrapid heeft inclusief passagiers een massa van $1{,}8 \cdot 10^5$ kg. In het onderstel van de trein bevinden zich 46 elektromagneten.

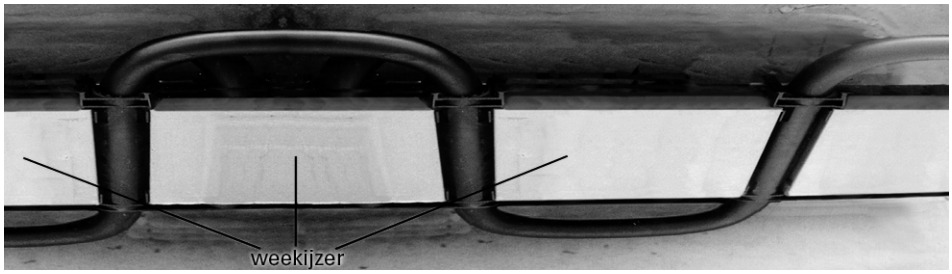
3p **9** ☐ Bereken de grootte van de kracht van één elektromagneet op het weekijzer, als de trein zweeft.

figuur 5



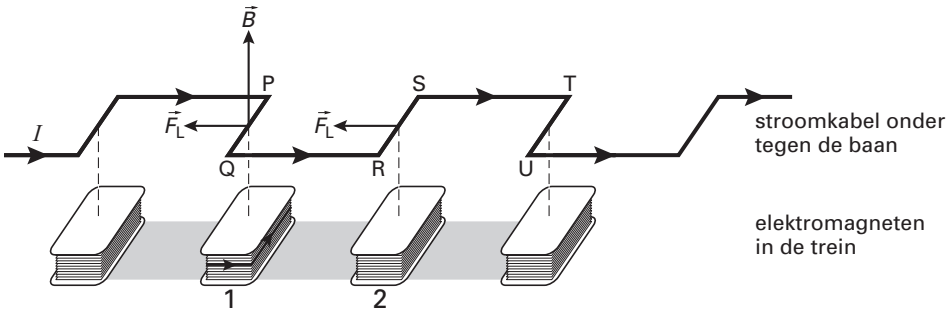
Het magnetisch veld van de elektromagneten zorgt tevens voor de voortstuwing van de trein. Daarvoor is onder tegen de baan een kabel aangebracht die zich tussen de stukken weekijzer door slingert. Zie de foto van figuur 6.

figuur 6



In figuur 7 is zo'n stuk kabel en een aantal elektromagneten schematisch weergegeven.
In deze figuur zijn de stukken weekijzer weggelaten.

figuur 7



In de situatie die door figuur 7 wordt weergegeven, bevindt elektromagneet 1 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten P en Q. Het stuk PQ heeft een lengte van 0,26 m en bevindt zich geheel in het magnetische veld van de elektromagneet eronder.
De magnetische inductie $\vec{B}$ ter hoogte van PQ bedraagt gemiddeld 7,3 T.
Door de kabel loopt een stroom van $1{,}2 \cdot 10^3$ A.

2p **10** ☐ Bereken de grootte van de lorentzkracht op dit stuk kabel.

In figuur 7 is ook te zien dat elektromagneet 2 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten R en S bevindt. Zoals is aangegeven, heeft de lorentzkracht op stuk RS dezelfde richting als de lorentzkracht op stuk PQ.
In figuur 7 is de richting van de stroom in elektromagneet 1 aangegeven.

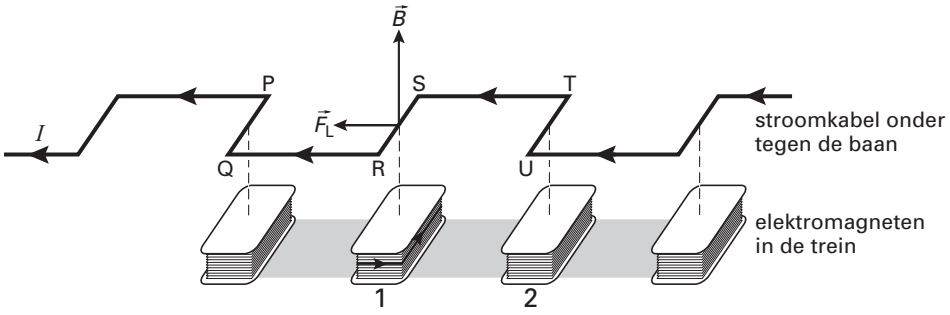
3p **11** ☐ Leg uit of de stroom in elektromagneet 2 in dezelfde richting loopt als in elektromagneet 1 of in tegengestelde richting.

De elektromagneten in de trein veroorzaken een lorentzkracht op de kabel in de baan.
In figuur 7 is met $\vec{F}_L$ de richting van de lorentzkracht aangegeven.

2p **12** ☐ Leg uit waarom de trein naar rechts beweegt. Gebruik bij je uitleg een natuurkundige wet.

Als de trein beweegt, moet de stroom door de kabel in de baan steeds op het goede moment van richting worden veranderd. Vergelijk de figuren 7 en 8. De stroom in de kabel verandert van richting als een elektromagneet een afstand gelijk aan QR heeft afgelegd.

figuur 8



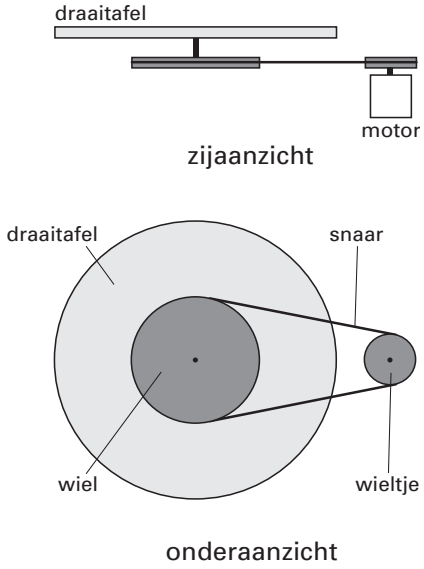
De afstand QR is 0,26 m.
Op een bepaald moment heeft de trein een snelheid van 400 km/h.

4p **13** ☐ Bereken de frequentie van de wisselstroom in de kabel in deze situatie.

Opgave 4 Oude 78-toerenplaat

Timo vindt op zolder een stapel oude 78-toerenplaten. Dat zijn grammofoonplaten die afgespeeld moeten worden op een draaitafel die 78 rondjes per minuut maakt.
Er staat op zolder ook een platenspeler. Die is echter alleen geschikt voor 33-toerenplaten.
Timo besluit de platenspeler om te bouwen voor 78-toerenplaten.
Aan de onderkant van de platenspeler is te zien hoe een elektromotor een wieltje laat draaien. Zie figuur 9. Via een snaar wordt de draaibeweging van het wieltje overgebracht op een groter wiel dat onder de draaitafel zit. Het wiel onder de draaitafel is vrij eenvoudig te vervangen.
Om de platenspeler geschikt te maken voor 78-toerenplaten brengt Timo een ander wiel onder de draaitafel aan.

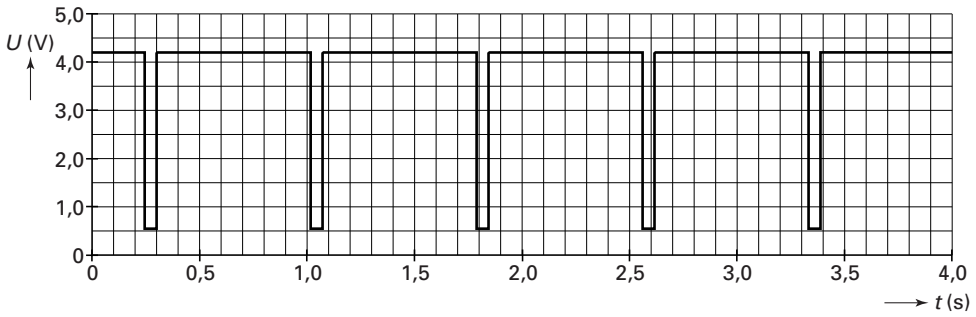
figuur 9



1p **14** ☐ Moet hij in dit geval een groter of een kleiner wiel aanbrengen?

Timo heeft de platenspeler omgebouwd. Hij wil nu controleren of de draaitafel 78 toeren per minuut maakt.
Hij zet een blokje op de draaitafel. Eén maal per omloop onderbreekt het blokje eventjes een lichtstraal die op een lichtsensor gericht is. Met behulp van een computer meet hij de spanning van de lichtsensor als functie van de tijd. Zie figuur 10.

figuur 10



3p **15** ☐ Controleer met behulp van deze metingen of de platenspeler inderdaad 78 toeren per minuut maakt.

Om een grammofoonplaat af te spelen, moet een arm met een naald op de draaiende plaat worden gezet. Tijdens het afspelen verplaatst de naald zich langzaam naar het midden van de plaat. Het toerental van de platenspeler is steeds constant.

3p **16** ☐ Beredeneer of de snelheid van de naald ten opzichte van de plaat kleiner of groter wordt tijdens het afspelen of gelijk blijft.

Op een grammofoonplaat is het geluid vastgelegd door kleine oneffenheden in de groeven. Die oneffenheden worden door de naald van de platenspeler afgetast en omgezet in een analoog elektrisch signaal (dat door een luidspreker wordt omgezet in geluid).
Bij een compactdisc (cd) is het geluid op een heel andere manier vastgelegd.
Ook de werking van een cd-speler wijkt flink af van die van de platenspeler.

4p **17** ☐ Beschrijf kort, zoals hierboven voor de grammofoonplaat en platenspeler is gedaan, hoe op een cd geluid is vastgelegd en hoe de cd-speler dat overbrengt naar een luidspreker.

Opgave 5 Elektrische waterkoker

Een elektrische waterkoker kan in korte tijd water aan de kook brengen. Hij heeft dan ook een flink vermogen. Op het typeplaatje van een bepaalde waterkoker staat:

220 - 240 V
1850 - 2200 W

Huishoudelijke apparaten zijn ontworpen voor een spanning van 230 volt. Er mag echter, zoals het typeplaatje van de waterkoker laat zien, een afwijking naar boven of naar beneden zijn van 10 volt.
Als de netspanning lager is, is ook het vermogen van een apparaat lager.

3p **18** □ Bereken de weerstand van de waterkoker bij een spanning van 220 V.

Joop zegt dat het elektrisch vermogen van de waterkoker recht evenredig is met het kwadraat van de spanning.

3p **19** □ Laat met een berekening zien dat de gegevens van het typeplaatje daarmee in overeenstemming zijn.

Joop doet 1,4 kg water van 16 ºC in de waterkoker.

3p **20** □ Bereken de hoeveelheid warmte die dit water opneemt als het wordt verwarmd tot 100 ºC.

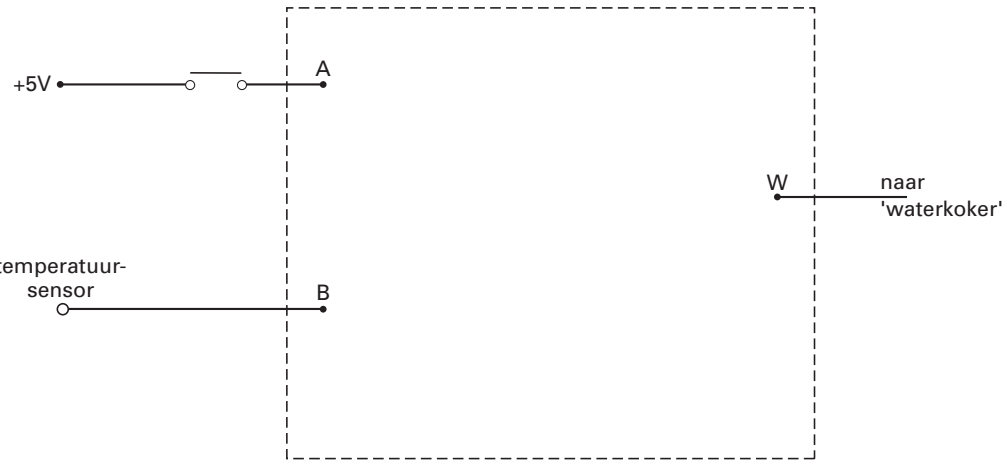
Ook Joop heeft berekend hoeveel warmte het water opneemt als het aan de kook wordt gebracht. Hij wil nu het rendement van de waterkoker bepalen. Daarvoor moet hij nog een meting doen.

4p **21** □ Beantwoord de volgende vragen:
- Geef de formule waarmee Joop het rendement van de waterkoker kan berekenen.
- Leg uit welke grootheid hij daartoe nog moet meten.
- Geef aan welk meetinstrument hij daarvoor moet gebruiken.

De waterkoker slaat automatisch af als het water een temperatuur bereikt van 100 ºC.
Joop wil het automatisch afslaan van de waterkoker nabootsen op een systeembord.
De schakeling die hij bouwt, moet voldoen aan de volgende twee eisen:
- De ‘waterkoker’ wordt aangezet door een drukschakelaar even in te drukken. Daardoor wordt het signaal bij A eventjes hoog.
- De ‘waterkoker’ slaat af als de temperatuursensor een temperatuur van 100 ºC voelt.

In figuur 11 zijn de drukschakelaar en temperatuursensor al getekend. Als de temperatuur stijgt, neemt de uitgangsspanning van de temperatuursensor toe. De ‘waterkoker’ is aan als het signaal bij punt W hoog is. De ‘waterkoker’ is uit als het signaal bij W laag is.

figuur 11



Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **22** □ Teken in de rechthoek in de figuur op de uitwerkbijlage de ontbrekende componenten en verbindingsdraden.

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

Opgave 6 Schaatsen

Lees onderstaand artikel.

artikel

De hele schaatswereld belt naar TU Delft

Competitievervalsing vinden de mensen van de TU Delft een zwaar woord maar ze kunnen zich de verontwaardiging van de concurrentie wel voorstellen.
Hun vinding, plastic strips van anderhalve millimeter dik op de schaatspakken, zette het klassement danig op zijn kop. Afgelopen weekend werd bij de 5 km het erepodium volledig bezet door schaatsers met strips. Ze hadden bovendien allemaal hun persoonlijke record minimaal met de voorspelde zes seconden verbeterd.
Deze voorspellingen waren gebaseerd op experimenten die in de windtunnel waren gedaan. Daarbij bleek dat de strips de luchtweerstand met 5 procent verminderden. Dit komt overeen met een halve seconde tijdwinst per rondje van 400 meter.

naar: Trouw, 10 februari 1998

Eric heeft bovenstaand artikel gelezen en wil narekenen of de getallen in het artikel kloppen.
Voor de luchtwrijving of luchtweerstand F_{lucht} geldt:

$$F_{\text{lucht}} = kv^2 \qquad (1)$$

Hierin is:
- F_{lucht} de luchtweerstand (in N);
- k de luchtwrijvingsconstante;
- v de snelheid (in m/s).

4p **23** ☐ Leid uit formule (1) af wat de eenheid van de luchtwrijvingsconstante is in grondeenheden van het SI-stelsel. Gebruik daarbij de eenhedentabellen in Binas.

Voor een gemiddelde schaatser zonder strips heeft k de waarde 0,15.
Bij hoge snelheden is de glijweerstand veel kleiner dan de luchtweerstand.
Daarom verwaarloost Eric de glijweerstand.
Voor het vermogen P dat een schaatser moet leveren bij een snelheid v leidt Eric dan af:

$$P = 0{,}15v^3 \qquad (2)$$

3p **24** ☐ Laat zien hoe Eric formule (2) uit formule (1) kan afleiden.

Eric gaat uit van een schaatser die zonder strips een rondje van 400 m aflegt in 32 s.
Hij neemt aan dat deze schaatser mét strips hetzelfde vermogen levert en dat de waarde van k door de strips met 5% daalt.

5p **25** ☐ Toon aan dat deze schaatser met strips een tijdwinst heeft van 0,5 s per rondje.

Einde