natuurkunde 1

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**05**

Tijdvak 1
Dinsdag 24 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 76 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, 9, 11 en 19 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 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

De kernreactie die in de tekst is beschreven, kan als volgt worden weergegeven:

$$^{10}_{\cdots}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{\cdots}_{\cdots}\mathrm{Li} + \alpha$$

In deze reactievergelijking ontbreken drie getallen. De reactievergelijking staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **1** ☐ Vul in de reactievergelijking op de uitwerkbijlage de ontbrekende getallen in.

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 $3{,}8 \cdot 10^{-13}$ J. Deze energie wordt geabsorbeerd binnen de tumor.
De stralingsdosis is de geabsorbeerde hoeveelheid energie per kilogram bestraald weefsel.

3p **2** ☐ Bereken de stralingsdosis die deze tumor ontvangt.

3p **3** ☐ 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 **4** ☐ 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 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:

230 V	2,0 kW

In de waterkoker bevindt zich een smeltveiligheid.

3p **5** Leg uit of een smeltveiligheid van maximaal 10 A in deze waterkoker voldoet.

2p **6** Bereken de weerstand van deze waterkoker als hij water verwarmt.

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

3p **7** Bereken de hoeveelheid warmte die dit water opneemt als het wordt verwarmd tot 100 ºC.

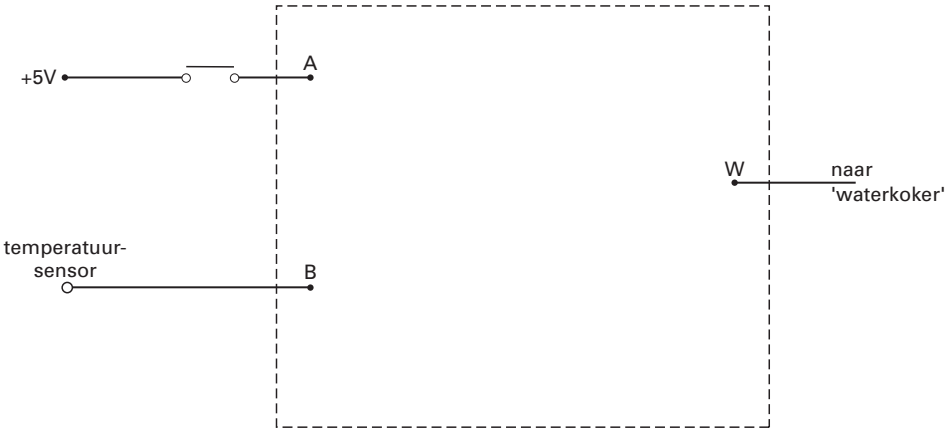
Ook Joop heeft berekend hoeveel warmte het water opneemt als het aan de kook wordt gebracht. Hij wil nu het rendement van de waterkoker bepalen. Daarvoor moet hij nog een meting doen.

4p **8** 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 de 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 1 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 1



Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **9** Teken in de rechthoek in de figuur op de uitwerkbijlage de ontbrekende componenten en verbindingsdraden.

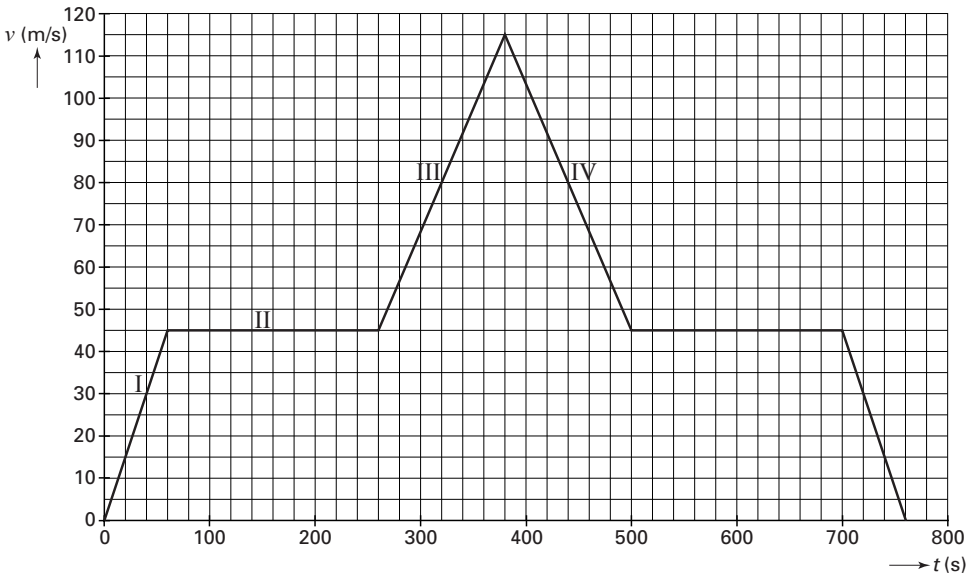
natuurkundeuitgelegd.nl

Net over de Nederlands Duitse grens in de buurt van Emmen is een testcircuit aangelegd voor de Transrapid, een zogenaamde hogesnelheidstrein. Zie figuur 2.

figuur 2

Maaike en Lia hebben een rit gemaakt met de Transrapid. Met een versnellingsmeter en een laptop hebben ze de beweging van de trein geregistreerd. In figuur 3 is het (snelheid, tijd)-diagram van hun rit vereenvoudigd weergegeven.

figuur 3



De trein kan een topsnelheid halen van 500 km/h.

2p **10** ☐ Haalt de trein tijdens deze rit zijn topsnelheid? Licht je antwoord toe.

In de grafiek zijn tussen $t = 0$ en $t = 500$ s vier periodes aangegeven: I t/m IV.
Op de uitwerkbijlage zijn deze periodes in een tabel gezet. In de tabel staan vijf mogelijke omschrijvingen van de beweging.

1p **11** ☐ Geef de aard van de beweging in elk van de vier periodes aan door op de uitwerkbijlage een kruisje in de juiste kolom te zetten.

3p **12** ☐ Bepaal de afstand die de trein tussen $t = 0$ en $t = 260$ s heeft afgelegd. Geef de uitkomst in drie significante cijfers.

natuurkundeuitgelegd.nl

Tijdens de rit legt de trein 40,0 km af.

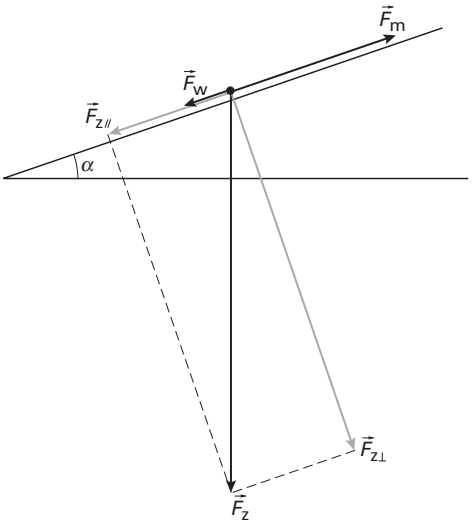
3p **13** ☐ Bepaal de gemiddelde snelheid van de trein tijdens de testrit.

De massa van de trein is $1{,}9 \cdot 10^5$ kg.

4p **14** ☐ Bepaal de voortstuwingskracht tijdens de eerste 20 seconde. Verwaarloos daarbij de luchtweerstand.

In het testcircuit bevindt zich een helling. De trein gaat langs de helling omhoog.
In figuur 4 zijn de drie krachten getekend die op de trein werken:
de kracht van de motor F_m, de luchtweerstand F_w en de zwaartekracht F_z.
In deze figuur zijn met grijs de componenten $F_{z//}$ en $F_{z\perp}$ van de zwaartekracht getekend.
Voor de duidelijkheid is de hellingshoek α groter getekend dan hij in werkelijkheid is.

figuur 4



Op een bepaald moment is de luchtweerstand F_w gelijk aan 32 kN. Er is dan een motorkracht F_m van 96 kN nodig om de trein met constante snelheid omhoog te laten gaan.

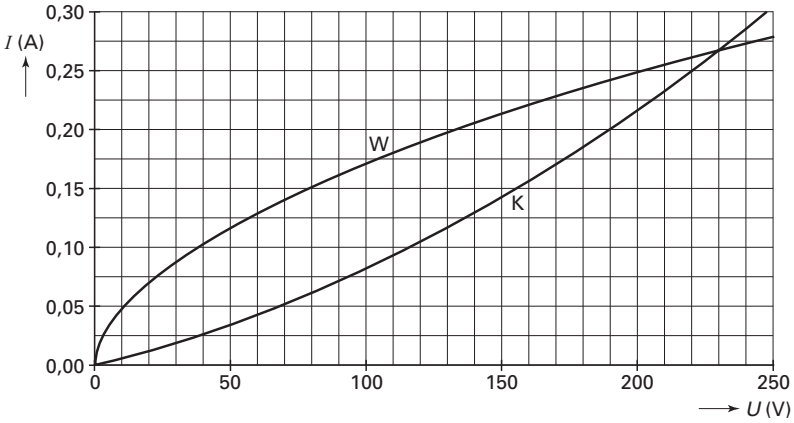
4p **15** ☐ Bereken de grootte van de hellingshoek α.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Twee gloeilampen

In figuur 5 is van twee gloeilampen de zogenaamde (I,U)-karakteristiek getekend.

figuur 5



Beide lampen branden 'normaal' bij een spanning van 230 V.
Bij deze spanning hebben de twee lampen hetzelfde vermogen.

3p **16** ☐ Bepaal dit vermogen.

Lamp W is een gewone gloeilamp met een gloeidraad van wolfraam.
Lamp K is een kooldraadlamp met een gloeidraad van koolstof.
Bij een spanning van 230 V is de weerstand van lamp W gelijk aan de weerstand van lamp K.

2p **17** ☐ Bepaal deze weerstand.

Het verband tussen de weerstand van een lamp en de spanning over de lamp is hieronder op drie manieren beschreven:

a De weerstand van de lamp wordt kleiner als de spanning over de lamp toeneemt.
b De weerstand van de lamp blijft gelijk als de spanning over de lamp toeneemt.
c De weerstand van de lamp wordt groter als de spanning over de lamp toeneemt.

4p **18** ☐ Leg uit welke van deze drie beschrijvingen van toepassing is op lamp W en welke op lamp K.

Elsje vraagt zich af hoe groot de weerstand van een gloeidraad is als deze draad de kamertemperatuur heeft.
Om die weerstand te bepalen, wil zij de stroom door de lamp en de spanning over de lamp meten. Daarvoor maakt zij een schakeling bestaande uit een spanningsbron, een ampèremeter, een voltmeter en de gloeilamp.
Deze onderdelen zijn op de uitwerkbijlage getekend. De snoertjes ontbreken nog.

3p **19** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage alle noodzakelijke verbindingen. Je hoeft daarbij geen rekening te houden met de plus- en minpolen van de meters.

Om de weerstand van een gloeidraad van een lamp bij kamertemperatuur te bepalen, sluit ze elk van de lampen aan op een spanning van 1,0 V. Ze denkt dat een spanning van 1,0 V beter is dan een spanning van bijvoorbeeld 10 V.

2p **20** ☐ Leg uit waarom ze voor dit doel beter een spanning van 1,0 V dan van 10 V kan nemen.

natuurkundeuitgelegd.nl

De meetresultaten en berekeningen van Elsje staan in onderstaande tabel.

tabel

	U (V)	I (A)	R (Ω)
Lamp W (wolfraam)	1,0	0,017	59
Lamp K (koolstof)	1,0	0,00059	$1{,}7 \cdot 10^3$

De tabel laat zien dat lamp K bij kamertemperatuur een veel hogere weerstand heeft dan lamp W.
Elsje bekijkt de gloeidraden van beide lampen. Twee dingen vallen haar op:
- De gloeidraad in lamp K is veel dikker dan die in lamp W.
- De gloeidraad in lamp K is korter dan die in lamp W.

4p **21** ☐ Trek hieruit een conclusie over de waarde van de soortelijke weerstand bij kamertemperatuur van koolstof in vergelijking tot die van wolfraam. Licht je conclusie toe.

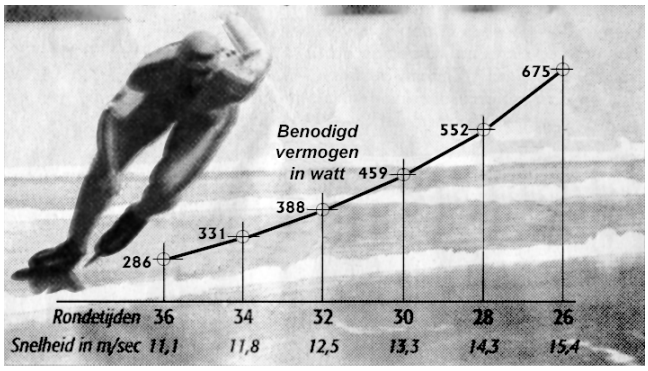
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Schaatsen

Enige tijd geleden stond in een krant een artikel over het vermogen dat schaatsers leveren tijdens een wedstrijd. Bij het artikel was een grafiek afgebeeld waarin je kunt zien hoe groot het vermogen is dat Eric Heiden leverde bij een bepaalde rondetijd. Eric Heiden is een schaatser die rond 1980 veel wereldrecords reed. Zie figuur 6.

figuur 6



100201 © de Volkskrant - Erik d'Ailly. Bron: Handboek Wedstrijdschaatsen 1998

In de figuur zijn de rondetijden omgerekend naar gemiddelde snelheden.
In één ronde wordt een afstand van 400 m afgelegd.

2p **22** ☐ Toon voor één voorbeeld met een berekening aan dat een rondetijd en de daarbij behorende gemiddelde snelheid met elkaar in overeenstemming zijn.

In figuur 6 wordt met 'benodigd vermogen' bedoeld: het vermogen dat hij moet leveren om de wrijvingskracht te overwinnen.

3p **23** ☐ Bepaal de grootte van de wrijvingskracht op Eric Heiden bij een rondetijd van 30 s.

Bij schaatsen zet het lichaam met een zeker rendement chemische energie om in nuttige arbeid. Bij een topschaatser als Heiden is dat rendement 22%.
Eric Heiden reed in 1978 op de 10 km (25 rondjes) een wereldrecord waarbij zijn gemiddelde rondetijd 34 seconde was.

5p **24** ☐ Bepaal hoeveel chemische energie zijn lichaam tijdens deze race heeft omgezet.

Als de wrijvingskracht alleen wordt veroorzaakt door de luchtweerstand geldt voor het vermogen dat een schaatser bij een bepaalde snelheid moet leveren:

$$P = kv^3$$

Hierin is k een constante en v de snelheid (in m/s).

4p **25** ☐ Ga voor twee punten van de grafiek na of de gegevens in figuur 6 in overeenstemming zijn met deze formule. Geef de uitkomsten van je berekeningen in drie significante cijfers.

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