Natuurkunde 1,2

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**00**

Tijdvak 1
Maandag 22 mei
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 4 en 26 is een bijlage toegevoegd.

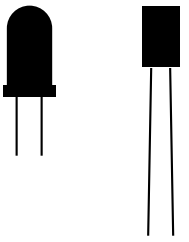
Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

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.

Opgave 1 LEDs

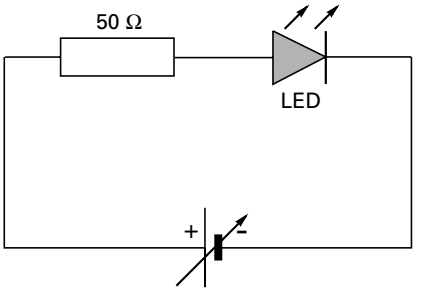
Veel elektrische apparaten hebben één of meer controlelampjes. Hiervoor gebruikt men vaak een LED. De naam LED is een afkorting van Light Emitting Diode.
Er bestaan verschillende soorten LEDs, waarvan er in figuur 1 twee zijn afgebeeld, één met een bolle voorkant en één met een platte voorkant.

figuur 1



Een LED wordt opgenomen in een elektrische schakeling, waarvan het schakelschema in figuur 2 is weergegeven.
Om het verband te meten tussen de spanning over en de stroom door de LED, moet in de schakeling van figuur 2 een spanningsmeter en een stroommeter worden opgenomen.

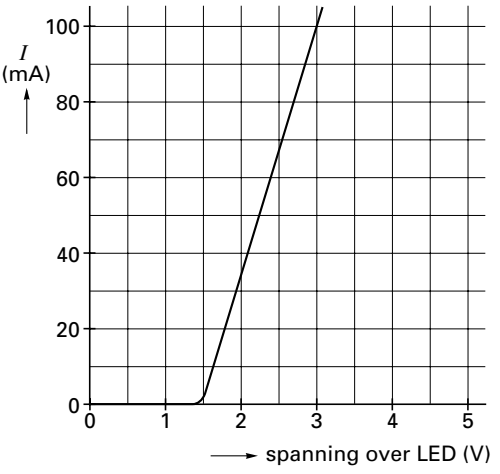
figuur 2



3p **1** □ Teken het schakelschema van de schakeling, waarin deze meters zijn opgenomen.

In figuur 3 is het resultaat van de metingen weergegeven.

figuur 3



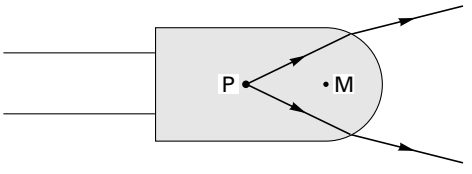
3p **2** □ Bepaal de weerstand van de LED wanneer de stroomsterkte door de LED 50 mA bedraagt.

In de schakeling is een weerstand van 50 Ω opgenomen.

4p **3** □ Bepaal de spanning die de spanningsbron levert, als er door de LED een stroom loopt van 100 mA.

Een LED bestaat uit een puntvormige lichtbron P die gegoten is in een stukje doorzichtige kunststof. Zie figuur 4.
We bekijken een LED met een bolvormige lichtbron P die gegoten is in een stukje doorzichtige kunststof. Zie figuur 4.
We bekijken een LED met een bolvormige voorkant. M is het middelpunt van de bol.
In figuur 4 zijn twee lichtstralen getekend die uit de lichtbron komen.
Figuur 4 staat vergroot op de bijlage.

figuur 4



4p **4** □ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de brekingsindex van de kunststof.

Opgave 2 Arsenicumvergiftiging?

Neutronen worden tegenwoordig bij allerlei onderzoeken gebruikt, onder andere bij de zogenaamde neutronenactiveringsanalyse. Dit is een onderzoeksmethode waarbij men zeer kleine hoeveelheden van een bepaalde stof kan aantonen door bestraling met neutronen.
Men vermoedt dat iemand aan een arsenicumvergiftiging is overleden. Een haar van deze persoon wordt met de genoemde methode onderzocht op de aanwezigheid van arsenicum (arseen). Indien arseen-75 aanwezig is, wordt dit door de bestraling met neutronen omgezet in arseen-76 (^{76}As). Arseen-76 is radioactief en vervalt onder uitzending van β-straling en γ-straling.

3p **5** □ Geef de vergelijking van het verval van ^{76}As.

Om arseen aan te tonen maakt men gebruik van zijn halveringstijd.
Eerst meet men met een Geiger-Müllerteller de achtergrondstraling. De teller geeft ten gevolge van de achtergrondstraling 24 pulsen per minuut aan. De achtergrondstraling mag als constant beschouwd worden.
Vervolgens wordt de straling gemeten van de verdachte mensenhaar, die met neutronen is bestraald. De teller meet nu 164 pulsen per minuut.
Na 53,6 uur herhaalt men deze meting. Men meet dan 59 pulsen per minuut.
Neem aan dat door de neutronenbestraling één stof radioactief is geworden.

5p **6** □ Leg met behulp van een berekening uit of men uit deze metingen de conclusie kan trekken dat deze stof arseen zou kunnen zijn.

Voor de activiteit van een aantal radioactieve kernen geldt:

$$A = 0{,}693 \frac{N}{\tau}$$

Hierin is:
- A de activiteit (in Bq),
- N het aantal aanwezige radioactieve kernen,
- τ de halveringstijd (in s).

Bij onderzoek aan een met arseen besmette haar heeft men bepaald dat de activiteit van de haar 12 Bq is.

5p **7** □ Bereken, uitgedrukt in kg, de massa van het arseen-76 in de haar bij deze meting.

Opgave 3 Zonne-energie

De energie die de zon levert, ontstaat door kernfusie. Bij de meeste fusiereacties in de zon zijn waterstofkernen betrokken. Waterstof heeft drie isotopen; deze staan vermeld in het informatieboek BINAS. Er zijn verschillende fusiereacties mogelijk tussen kernen van waterstofisotopen waarbij ^{4}He gevormd wordt.

4p **8** □ Geef twee van deze mogelijke fusiereacties.

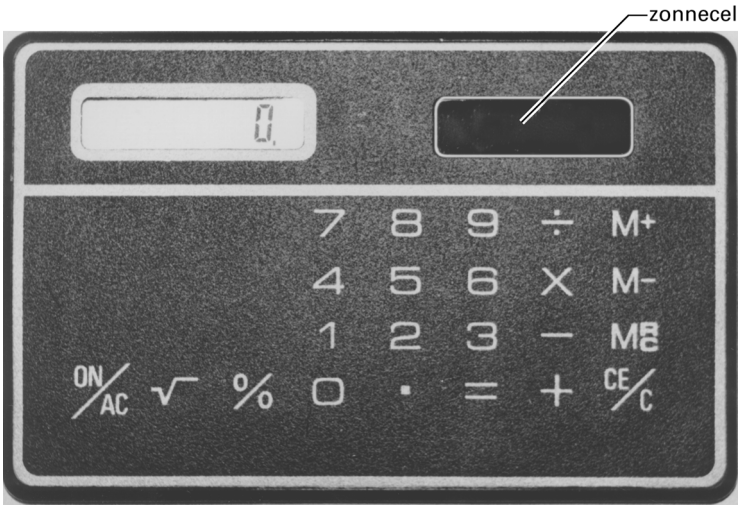
Bij de fusiereacties in de zon wordt materie omgezet in stralingsenergie. Daardoor neemt de massa van de zon jaarlijks met $1{,}26 \cdot 10^{17}$ kg af.

3p **9** □ Bereken het vermogen van de door de zon uitgezonden stralingsenergie.

Een zonnecel zet stralingsenergie om in elektrische energie. Sommige zakrekenmachines werken op stralingsenergie. In figuur 5 is op ware grootte zo'n rekenmachine afgebeeld. De zonnecel van dit type rekenmachine werkt vanaf een verlichtingssterkte van 12 W/m^2. Het elektrisch vermogen dat de zonnecel dan afgeeft is 0,40 mW.

4p **10** □ Bepaal, gebruikmakend van figuur 5, het rendement van deze zonnecel.

figuur 5



Opgave 4 Megawatt-turbine

Het onderstaande artikel gaat over een windturbine. Dit is het onderdeel van een moderne windmolen dat windenergie omzet in elektrische energie. Op de foto bij het artikel wordt de windturbine omhoog gehesen.
Lees het artikel. Zie figuur 6.

artikel

Megawatt-turbine wisselt van gedaante

Op de plek waar al in 1985 de experimentele Newecs-45 windturbine stond, iets ten noorden van Medemblik, staat sinds kort een nieuwe, de NedWind 50 met een elektrisch vermogen van 1,0 megawatt (MW).
De oude windturbine werd in april gesloopt, waarna de mast werd ingekort en de nieuwe computergestuurde turbine erop werd gemonteerd (zie foto). Rotor, turbine en mast wegen samen 150 ton.
De jaaropbrengst wordt geschat op 2,3 gigawattuur (GWh), wat voldoende is voor 870 gemiddelde huishoudens.

Uit: Technisch Weekblad, juni 1995

figuur 6

We gaan er vanuit dat de windturbine steeds het in het artikel vermelde elektrisch vermogen levert als hij in bedrijf is. Bij te veel of te weinig wind is de turbine niet in bedrijf. Dat is ook het geval als er onderhoudswerkzaamheden verricht moeten worden.

3p **11** □ Bereken, gebruikmakend van de gegevens in het artikel, het aantal uren per jaar dat de windturbine in bedrijf is.

Berekeningen aan dit type windturbine hebben uitgewezen dat bij een windsnelheid van 16 m/s (harde wind) er per seconde $37 \cdot 10^3$ m^3 lucht het gebied passeert dat de wieken bestrijken. De kinetische energie van deze lucht wordt door de turbine (gedeeltelijk) omgezet in elektrische energie. De dichtheid van de lucht is 1,29 kg/m^3.

4p **12** □ Bereken hoeveel procent van de kinetische energie van de lucht door de turbine in deze omstandigheden in elektrische energie wordt omgezet.

In de windturbine wordt een grote dynamo aangedreven die een (wissel)spanning opwekt.

3p **13** □ Beschrijf het principe van het opwekken van een (wissel)spanning door een dynamo. Gebruik hierbij de begrippen fluxverandering en inductiespanning.

De foto van figuur 6 is gemaakt met een camera waarvan de lens een brandpuntsafstand heeft van 40 mm. De hoogte van de mast van de turbine is $1{,}4 \cdot 10^3$ maal groter dan het beeld van de mast op het negatief. De foto bij het artikel is 3,4 maal groter dan het negatief. De hoogte van de mast op de foto is met een witte, gestreepte pijl aangegeven. Zie figuur 6.

3p **14** □ Bepaal de werkelijke hoogte van de mast.

3p **15** □ Bereken op welke afstand van de mast de foto genomen is.

Opgave 5 Autotest

In autotijdschriften staan vaak testrapporten van nieuwe auto's. Zo'n testrapport bestaat uit een bespreking van het rijgedrag van de auto en een overzicht met een groot aantal gegevens in de vorm van tabellen en grafieken. In figuur 7 is zo'n overzicht afgedrukt.

Onder brandstof- of benzineverbruik wordt verstaan het aantal liters benzine dat wordt verbruikt als een auto 100 km aflegt. Het brandstofverbruik hangt onder andere af van de snelheid van de auto en de rijstijl van de chauffeur. In het testrapport staat het minimale, maximale en gemiddelde verbruik vermeld. Ook is de actieradius gegeven. Dit is de afstand die een auto af kan leggen met één volle tank. De inhoud van de brandstoftank staat ook in het rapport vermeld.

3p **16** □ Leg met een berekening uit met welk van de drie genoemde brandstofverbruiken de actieradius bepaald is.

Het testrapport bevat een tabel over het optrekken van de auto vanaf een snelheid van 60 km/h. Neem aan dat het optrekken eenparig versneld gebeurt.

3p **17** □ Bereken met behulp van de gegevens van deze tabel de versnelling van de auto bij het optrekken van 60 km/h tot 100 km/h.

In het testrapport staat ook een grafiek van de snelheid als functie van de tijd bij het optrekken vanaf stilstand. Uit deze grafiek blijkt dat de aanname, dat het optrekken eenparig versneld gebeurt, niet juist is.

3p **18** □ Leg met behulp van de grafiek uit hoe de versnelling bij het optrekken verandert en geef een oorzaak voor deze verandering.

De wettelijk verplichte minimale remvertraging is 7,2 m/s^2. Onder de remweg verstaat men de afstand die de auto aflegt vanaf het moment dat de bestuurder op de rem trapt. In het testrapport is de remweg vermeld bij een snelheid van 80 km/h.

4p **19** □ Bereken de remvertraging van de testauto bij deze remweg.

De remweg van een auto hangt af van zijn snelheid maar ook van een aantal andere factoren, zoals bijvoorbeeld het profiel van de banden. We laten luchtwrijving en/of wind buiten beschouwing omdat de invloed daarvan klein is.

3p **20** □ Noem nog drie factoren die van invloed zijn op de remweg van een auto.

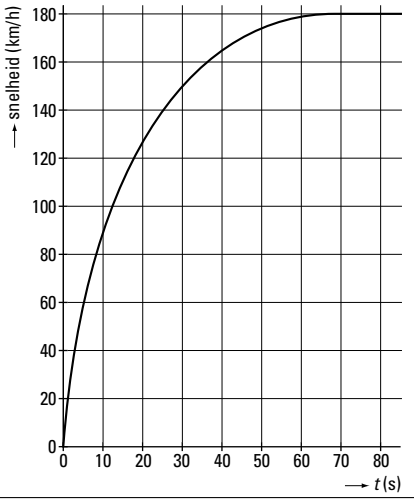
figuur 7

autotest

MOTOR	
plaats	dwars voor
aantal cilinders	4
cilinder opstelling	lijn
cilinderinhoud (cm^3)	1581
boring x slag (mm)	86 x 67
compressieverhouding (:1)	10,2
brandstofvoorziening	multipointinj.
kleppen per cilinder	4
nokkenas	2, bovenliggend
topvermogen (kW)	76
koppel (Nm bij r/min)	144/4000

PRESTATIES	
topsnelheid (km/h)	**180**

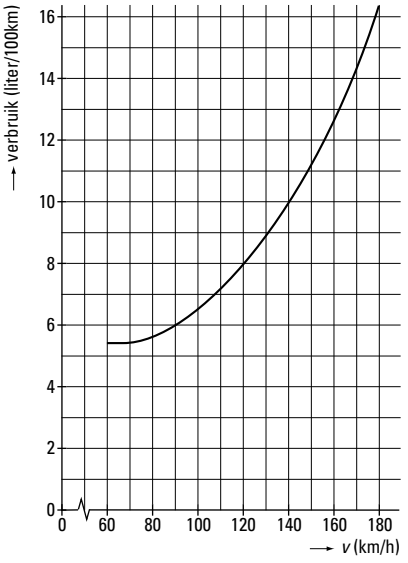
optrekken vanaf stilstand



optrekken vanaf 60 km/h	**tijd (s) - afstand (m)**
•60 - 80 km/h	6,4 - 124
•60 - 100 km/h	13,1 - 291
•60 - 120 km/h	20,0 - 504
•60 - 140 km/h	28,0 - 792
•60 - 160 km/h	- -

BRANDSTOF	
octaanbehoefte	95
actieradius (km)	750
verbruik (liter per 100 km)	
• minimaal	7,4
• maximaal	9,3
• gemiddeld	8,4

verbruik als functie van de snelheid



REMWEG (m)	
• 80 km/h	32
• 120 km/h	72

MATEN	
l x b x h (cm)	449 x 174 x 151
wielbasis	254
massa volgens kenteken (kg)	1175
maximaal toegelaten massa (kg)	1795
inhoud brandstoftank (liter)	63
bagageruimte	
• b x d x h (cm)	112 x 99 x 49
• inhoud (liter)	520

Opgave 6 Elektromagnetische trein

Lees het onderstaande artikel.

artikel

Nieuwe elektromagnetische trein rijdt over gewone rails

Ingenieurs van het Sandia National Laboratory hebben Star Wars technologie gebruikt om een nieuw soort magnetische trein te ontwikkelen.

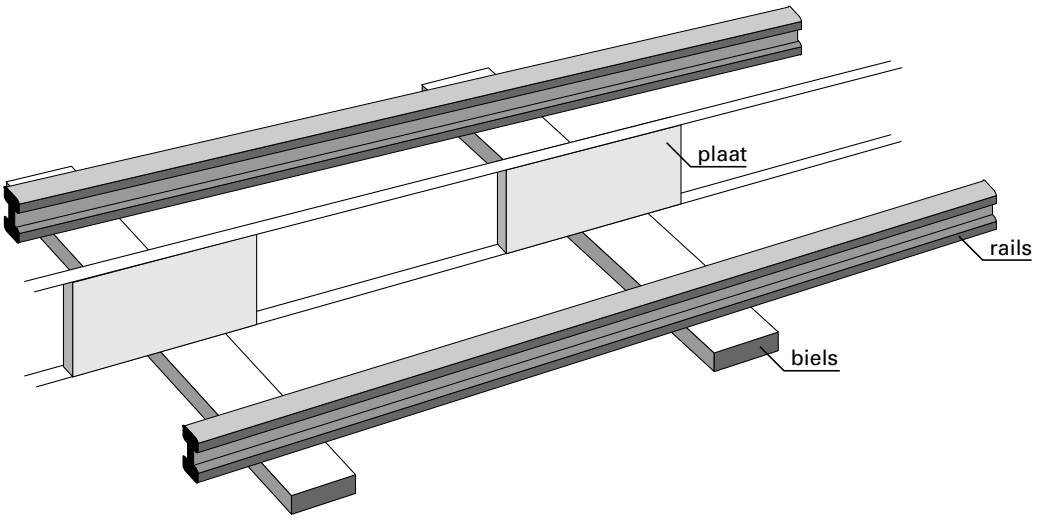
LOS ALAMOS – In de jaren tachtig experimenteerde Sandia met een methode om kogels de ruimte in te schieten met behulp van een zogenaamde 'coil gun'. De loop van dit geweer bestond uit een buis omgeven door een serie elektromagnetische spoelen. Een elektrische puls door de spoelen veroorzaakte een magnetisch veld, waardoor een kogel met grote snelheid door de buis geduwd werd.
De 'Seraphim' trein (Segmented Rail Phased Induction Motor) werkt volgens hetzelfde principe als de 'coil gun', maar bij de trein bewegen de elektromagneten en staat het metaal stil.
Het basisontwerp, dat men gaat testen, is relatief eenvoudig. Onder aan een gewone trein worden spoelen aangebracht. Een generator aan boord zorgt voor stroompulsen van enkele milliseconden waardoor in de spoelen een magnetisch veld wordt opgewekt. Die magnetische velden zetten zich af tegen de randen van geïsoleerde, neutrale aluminium platen, die tussen de rails zijn aangebracht. Hierdoor wordt de trein vooruit geduwd. Sensoren schakelen de stroom in zodra een spoel het midden van de aluminium plaat is gepasseerd. De stroom en dus ook het magnetisch veld wordt uitgeschakeld zodra het veld de plaat verlaten heeft.
De Seraphim zal zijn topsnelheid van 300 km/h gemakkelijk kunnen halen. Proberen veel sneller te gaan heeft weinig zin, omdat de luchtweerstand dan te groot wordt. Dit is overigens een probleem waar alle extra snelle treinen mee te kampen hebben.

Naar: Technisch Weekblad, augustus 1995

2p **21** □ Noem één overeenkomst en één verschil tussen het principe van de werking van de 'coil gun' en de 'Seraphim' trein.

In het artikel wordt de werking van de Seraphim op een wat populaire manier uitgelegd. In figuur 8 is schematisch getekend hoe de aluminium platen tussen de rails zijn aangebracht.

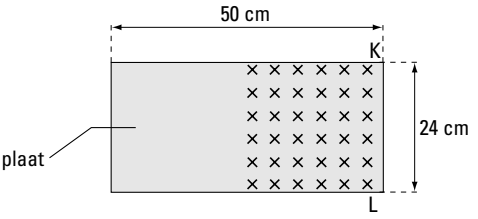
figuur 8



De trein rijdt met een constante snelheid naar rechts. Bij het passeren van een aluminium plaat wordt door het magnetisch veld van de spoelen van de trein een inductiestroom in de plaat opgewekt. Op die inductiestroom in de plaat werkt een lorentzkracht.

In figuur 9 is de situatie getekend op het moment dat het magnetisch veld van de spoelen juist is ingeschakeld.
Het magnetisch veld is met kruisjes aangegeven. In de figuur zijn tevens de afmetingen van de plaat aangegeven.
Het magnetisch veld is homogeen en heeft een grootte van 0,50 T. Er loopt een elektrische stroom van $0{,}18 \cdot 10^6$ A door de plaat tussen L en K. Voor het voortbewegen van de trein is alleen de lorentzkracht op de stroom tussen L en K van belang.

figuur 9



3p **22** □ Bepaal de grootte van de lorentzkracht op de elektrische stroom tussen L en K.

Volgens het artikel duurt een stroompuls door een spoel enkele milliseconden.
De puls wordt ingeschakeld als de spoelen het midden van de plaat zijn gepasseerd. Dit is de situatie zoals weergegeven in figuur 9. De puls wordt uitgeschakeld op het moment dat het magnetisch veld de plaat verlaten heeft.
Deze situatie is weergegeven in figuur 10.

figuur 10

4p **23** □ Bepaal de pulsduur als de trein met topsnelheid rijdt.

Het effectief vermogen van de Seraphim als hij met topsnelheid rijdt, is $2{,}3 \cdot 10^6$ W.

3p **24** □ Bereken de totale wrijvingskracht die de Seraphim dan ondervindt.

Let op: de laatste opgave van dit examen staat op de volgende pagina.

Opgave 7 Temperatuurregeling

Voor het regelen van de temperatuur in huis zijn systemen ontworpen met meerdere temperatuursensoren. Het systeem dat hier besproken wordt heeft twee temperatuursensoren die de volgende temperaturen meten:

- de temperatuur in de huiskamer,
- de temperatuur van het water in de verwarmingsketel.

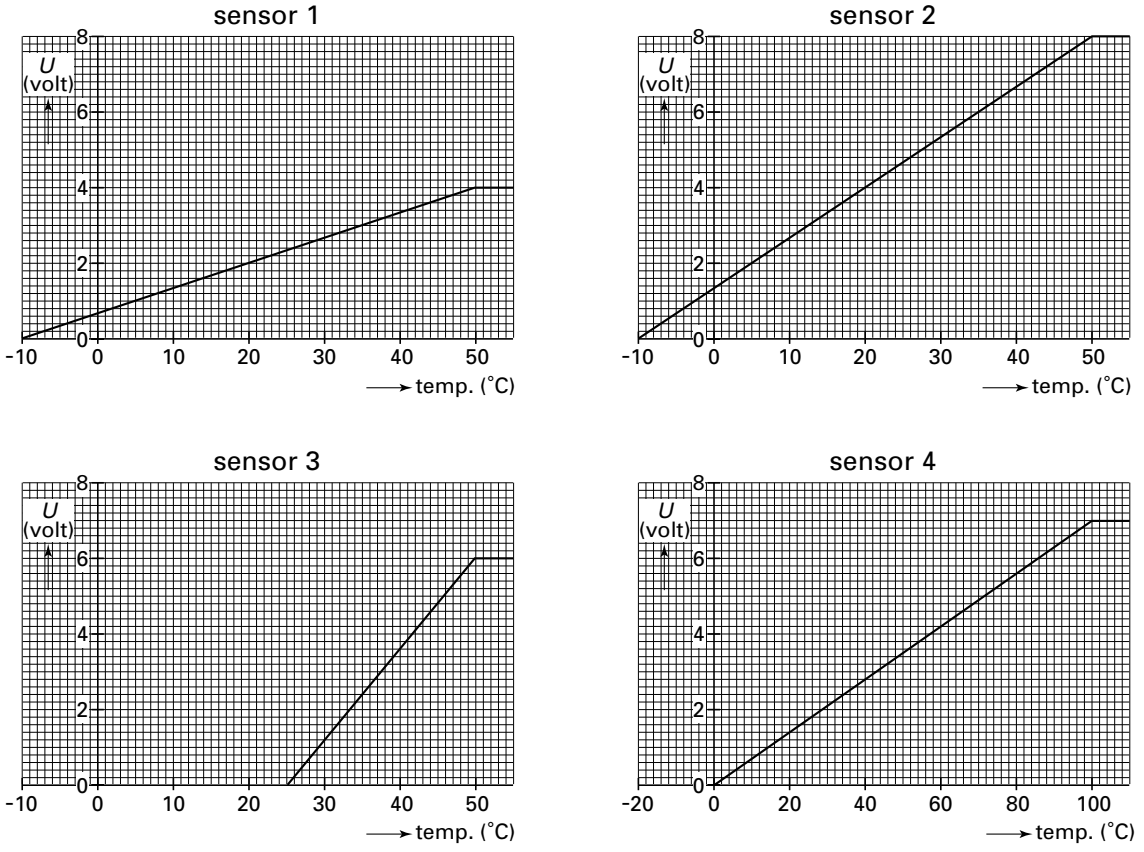
Het systeem moet voldoen aan de volgende eisen:

I In de kamer kan de temperatuur ingesteld worden op een bepaalde waarde. Als de temperatuur in de kamer lager is dan deze waarde slaat de gasbrander in de ketel aan en wordt het water verwarmd. Is de temperatuur in de kamer hoger dan de ingestelde temperatuur dan gaat de gasbrander weer uit.

II Als de temperatuur van het water in de ketel hoger wordt dan 85 ºC dan wordt de gasbrander altijd uitgeschakeld.

De producent van dit systeem moet een keuze maken uit verschillende sensoren. Hij wil voor de huiskamer de gevoeligste sensor met een passend meetbereik in het systeem opnemen.
In figuur 11 zijn de karakteristieken getekend van vier sensoren.

figuur 11



4p **25** □ Welke sensor moet de producent kiezen voor het meten van de temperatuur in de huiskamer? Leg voor elk van de overige sensoren uit waarom hij niet voldoet.

Voor het systeem moet een ontwerp gemaakt worden. Als de uitgang van het systeem hoog is, gaat de gasbrander aan.

4p **26** □ Teken in de figuur op de bijlage in de met een streeplijn aangegeven rechthoek het ontwerp van het systeem dat voldoet aan de eisen I en II.

Einde