

Hoger  
Algemeen  
Voortgezet  
Onderwijs

Vooropleiding  
Hoger  
Beroeps  
Onderwijs

20 | 00

HAVO Tijdvak 1  
VHBO Tijdvak 2  
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.**

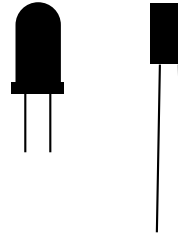
Als bij een vraag een verklaring, uitleg,  
berekening of afleiding gevraagd wordt,  
worden aan het antwoord meestal geen  
punten toegekend als deze verklaring, uitleg,  
berekening of afleiding ontbreekt.

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

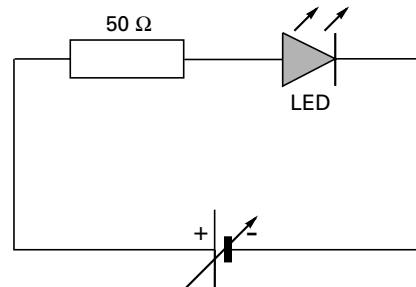
Veel elektrische apparaten hebben één of meer controlelampjes. Hiervoor gebruikt men vaak een LED. De naam LED is een afkorting van Light Emitting Diode. Er bestaan verschillende soorten LEDs, waarvan er in figuur 1 twee zijn afgebeeld, één met een bolle voorkant en één met een platte voorkant.

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.

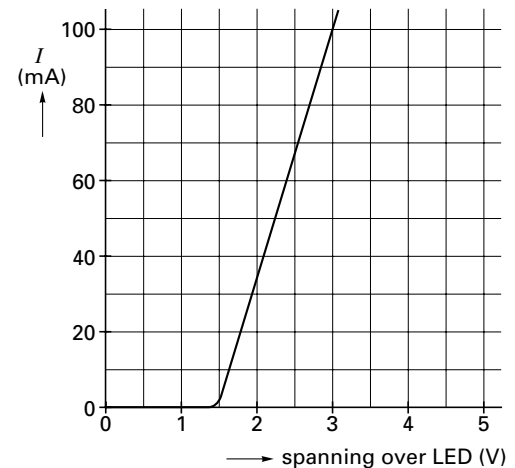
figuur 2



- 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  $50 \Omega$  opgenomen.

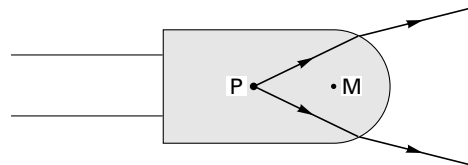
- 4p **3**  Bepaal de spanning die de spanningsbron levert, als er door de LED een stroom loopt van 100 mA.

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 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 ( $^{76}\text{As}$ ). Arseen-76 is radioactief en vervalt onder uitzending van  $\beta$ -straling en  $\gamma$ -straling.

- 3p **5**  Geef de vergelijking van het verval van  $^{76}\text{As}$ .

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,
- $\tau$  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 Autolamp

Een lamp zet elektrische energie om in licht en warmte.

Jamila doet een proef om het rendement te bepalen waarmee een bepaalde lamp elektrische energie omzet in licht.

Ze gebruikt daarvoor een autolamp. Op de lamp staat "12 V; 45 W".

- 3p **8**  Bereken de weerstand van deze lamp als hij aangesloten is op 12 V.

Jamila maakt de opstelling die in figuur 5 schematisch is weergegeven. In het bekeerglas heeft zij gedestilleerd water gedaan.

Om te kunnen bepalen hoeveel warmte de lamp afgeeft, wil zij een schatting maken van de warmtecapaciteit van het bekeerglas met daarin het water, de autolamp en de thermometer.

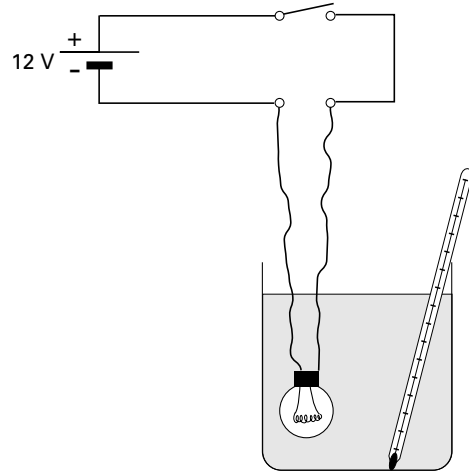
Deze warmtecapaciteit noemt zij  $C_{\text{totaal}}$ .

Zij bepaalt eerst de massa van het bekeerglas. Deze blijkt 190 gram te zijn.

In het bekeerglas, dat van gewoon glas is gemaakt, doet zij 500 gram water.

Mede op grond van deze gegevens schat Jamila dat de warmtecapaciteit  $C_{\text{totaal}}$  een waarde heeft van  $2,3 \cdot 10^3 \text{ J/K}$ .

figuur 5



- 3p **9**  Laat met behulp van een berekening zien dat dit een redelijke waarde is.

Zij sluit de schakelaar en laat de lamp, terwijl ze het water goed roert, 10 minuten branden. Op de thermometer leest ze af dat de temperatuur  $10,6 \text{ }^\circ\text{C}$  is gestegen.

Met behulp van deze metingen berekent zij het lichtrendement van de autolamp.

Zij verwaarloost de warmte die naar de omgeving weglekt. Zij gaat er bovendien vanuit dat het water in deze situatie nauwelijks licht absorbeert.

- 5p **10**  Bereken het lichtrendement van de autolamp zoals uit deze proef blijkt. Maak daarbij gebruik van het elektrisch vermogen van de lamp en Jamila's schatting van de warmtecapaciteit.

Jamila's vriendin Coby stelt voor om de proef nog eens te doen maar dan met aluminiumfolie om het bekeerglas en daar omheen isolatiemateriaal. Zij denkt dat dat een betere manier is om het lichtrendement van de lamp te bepalen.

- 3p **11**  Heeft Coby gelijk? Geef een toelichting.

## 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*

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 **12**  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  $37 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  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  $1,29 \text{ kg/m}^3$ .

- 4p **13**  Bereken hoeveel procent van de kinetische energie van de lucht door de turbine in deze omstandigheden wordt omgezet in elektrische energie.

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

- 3p **14**  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 **15**  Bepaal de werkelijke hoogte van de mast.

- 3p **16**  Bereken op welke afstand van de mast de foto genomen is.

figuur 6



## 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 **17**  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 **18**  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 **19**  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  $7,2 \text{ m/s}^2$ . 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 **20**  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 **21**  Noem nog drie factoren die van invloed zijn op de remweg van een auto.

**autotest**

MOTOR		BRANDSTOF	
plaats	dwars voor	octaanbehoefte	95
aantal cilinders	4	actieradius (km)	750
cilinder opstelling	lijn	<b>verbruik (liter per 100 km)</b>	
cilinderinhoud (cm <sup>3</sup> )	1581	• minimaal	7,4
boring x slag (mm)	86 x 67	• maximaal	9,3
compressieverhouding (:1)	10,2	• gemiddeld	8,4
brandstofvoorziening	multipointinj.	<b>verbruik als functie van de snelheid</b>	
kleppen per cilinder	4		
nokkenas	2, bovenliggend		
topvermogen (kW)	76		
koppel (Nm bij r/min)	144/4000		
<b>PRESTATIES</b>			
<b>topsnelheid (km/h)</b>		<b>180</b>	
<b>optrekken vanaf stilstand</b>			
<b>optrekken vanaf 60 km/h</b>		<b>tijd</b>	<b>afstand</b>
		<b>(s)</b>	<b>(m)</b>
•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		-	-
<b>REMWEG (m)</b>			
• 80 km/h		32	
• 120 km/h		72	
<b>MATEN</b>			
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	
<b>bagageruimte</b>			
• 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

In Amerika is een nieuwe elektromagnetische trein in ontwikkeling. Deze rijdt op gewone rails. Het ontwerp van de elektromagnetische aandrijving 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. De magnetische velden zetten zich af tegen de randen van geïsoleerde, neutrale aluminium platen die midden tussen de rails zijn aangebracht. De trein wordt daardoor vooruit geduwd. Sensoren schakelen de

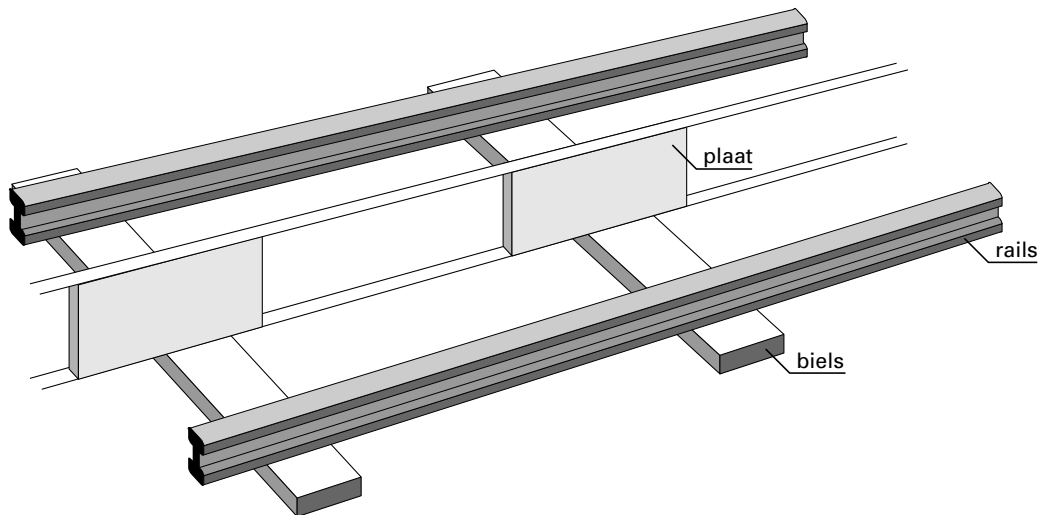
stroom in zodra een spoel het midden van de aluminium plaat is gepasseerd. De stroom en dus ook het magnetisch veld wordt uitgeschakeld zodra het veld de plaat verlaten heeft.

De trein 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*

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

figuur 8



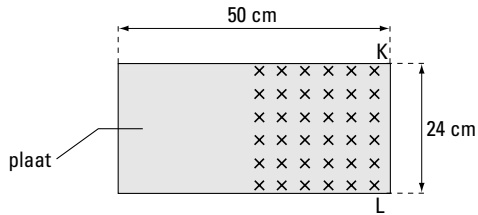
De trein rijdt met een constante snelheid naar rechts. Bij het passeren van een aluminium plaat wordt door het magnetisch veld van de spoelen van de trein een inductiestroom in de plaat opgewekt. Op die inductiestroom in de plaat werkt een lorentzkracht.

2p **22** □ Leg aan de hand van de 3<sup>e</sup> wet van Newton (actie-reactiewet of wisselwerkingswet) uit of de resulterende lorentzkracht op de stroom in de plaat naar links of naar rechts werkt.



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.

figuur 9

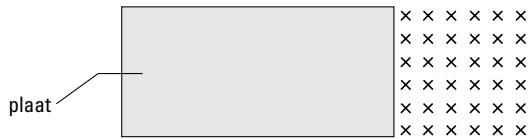


Het magnetisch veld is homogeen en heeft een grootte van  $0,50 \text{ T}$ . Er loopt een elektrische stroom van  $0,18 \cdot 10^6 \text{ A}$  door de plaat tussen L en K. Voor het voortbewegen van de trein is alleen de lorentzkracht op de stroom tussen L en K van belang.

3p **23**  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 **24**  Bepaal de pulsduur als de trein met topsnelheid rijdt.

*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.

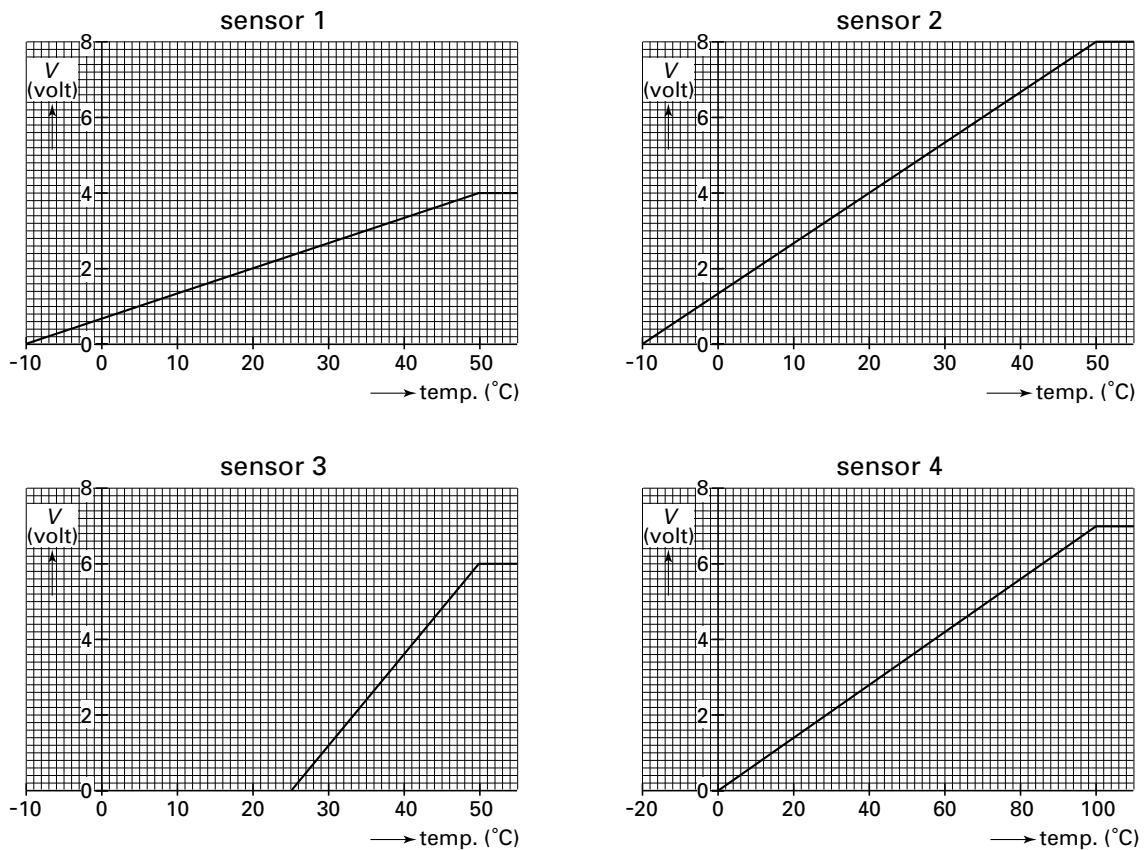
Het systeem moet voldoen aan de volgende eisen:

- 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.
- Als de temperatuur van het water in de ketel hoger wordt dan  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  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