

Dit opgaven en uitwerkingen vind je op [www.agtijmensen.nl](http://www.agtijmensen.nl)

**Et-1 stof vow5:**

**Vwo4 kernboek:** Hoofdstuk 8: Elektriciteit

**Vwo5 kernboek:** Hoofdstuk 1: Signaalverwerking  
Hoofdstuk 2: kromlijnige bewegingen

*Bij een et van 100 minuten krijg je ongeveer 20 deelvragen.*

**Opgave 1. De elektrische kachel.**

Een elektrische kachel bestaat uit twee parallel geschakelde weerstanden (gloeispiralen) van elk  $50,0 \Omega$ . De aanvoer en afvoer draad hebben elk een weerstand van  $0,10 \Omega$ . De netspanning is  $220 \text{ V}$ . De beide spiralen zijn apart aan en uit te schakelen; bovendien is met een derde schakelaar de kachel uit te zetten. Zowel de hoofdstroom als de stroom door één van de spiralen wordt gemeten en de spanning over één van de spiralen.

Neem aan dat de temperatuurstijging geen invloed heeft op de weerstandswaarden.

- Teken het schakelschema. Geef het stopcontact weer als een vaste gelijkspanningsbron.
- Als één spiraal is ingeschakeld bereken dan de spanning over deze gloeispiraal.
- Beide spiralen staan nu aan. Bereken het vermogen van beide spiralen samen.
- De kachel staat 10 uur aan op vol vermogen. Bereken hoeveel dat kost als  $1 \text{ kWh}$   $10 \text{ cent}$  kost.

**Opgave 2. Temperatuursensor (vwo N1 2002-I 2)**

Een temperatuursensor heeft drie aansluitingen. Aan elke aansluiting is een aansluitdraad met een andere kleur bevestigd. Zie figuur 2.

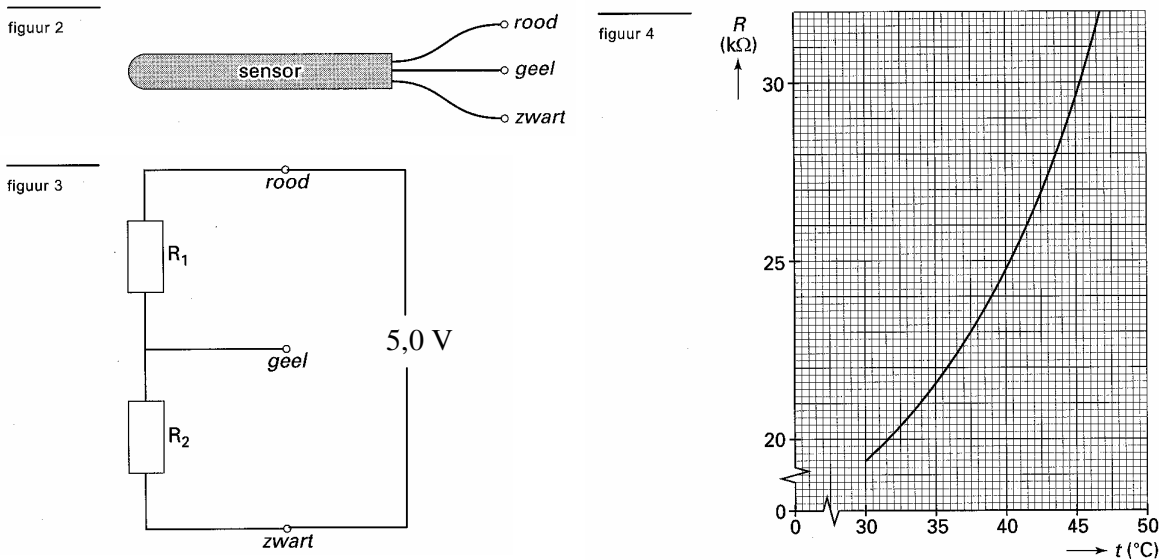
In de sensor bevinden zich een temperatuuronafhankelijke weerstand  $R_1$ .

Zie figuur 3.

De waarden van de weerstanden van de temperatuursensor worden nauwkeurig gemeten.  $R_1$  heeft een waarde van  $47,0 \text{ k}\Omega$ . Van  $R_2$  is de weerstand als functie van de temperatuur weergegeven in figuur 4.

De rode draad wordt aangesloten op  $+5,0 \text{ V}$ , de zwarte wordt geaard.

De sensorspanning is de spanning tussen de gele en de zwarte draad.



4p 5 □ Bepaal de sensorspanning bij een temperatuur van  $36 \text{ }^\circ\text{C}$ .

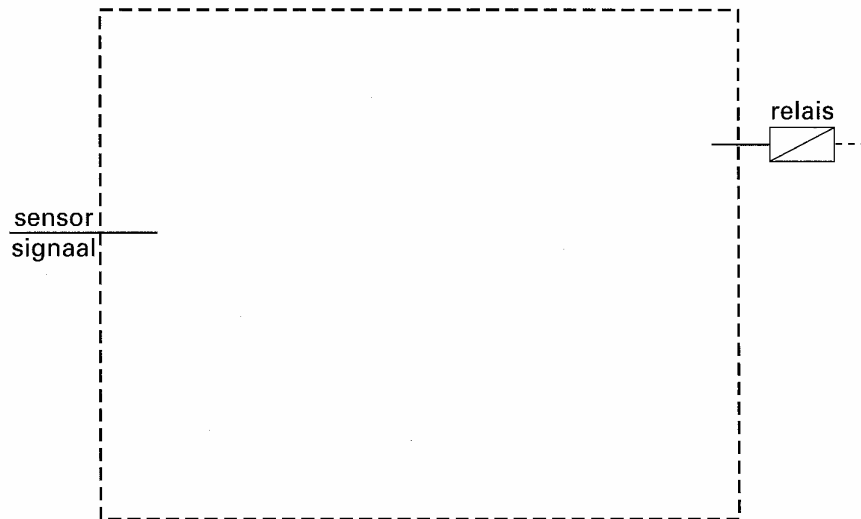
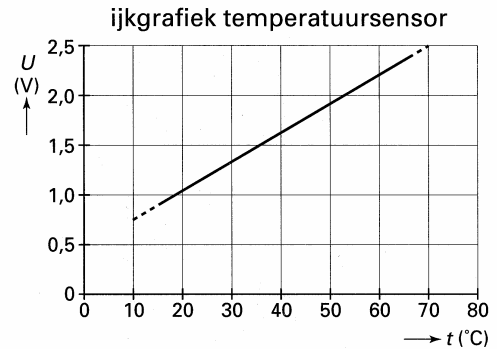
**Opgave 3. Elektromotor (vwo N2 2003-II 1)**

Jaap doet onderzoek aan een kleine elektromotor. Om te voorkomen dat de motor doorbrandt, bouwt Jaap een automatisch systeem. Daartoe plakt hij een temperatuursensor op de motor. In figuur 3 staat de ijkgrafiek van deze sensor.

Hij gebruikt verder een relais en een aantal verwerkers. De motor is alleen ingeschakeld als het relais een hoog signaal krijgt. Het systeem zorgt ervoor dat de stroom verbroken wordt als de temperatuur van de motor hoger is dan 60 °C. Als de temperatuur gedaald is tot 40 °C begint de motor weer te lopen.

5p 3 Teken in de rechthoek op de bijlage de ontbrekende verwerkers en hun verbindingen. Noteer bij gebruik van een comparator ook de gewenste referentiespanning. bijlage:

figuur 3

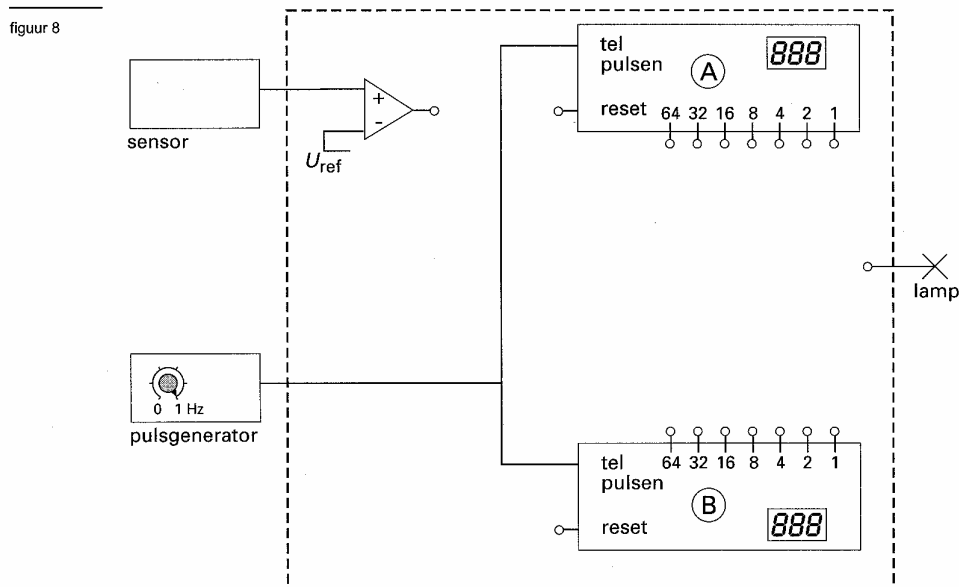


3p 4 Maak een waarheidstabel voor alle gebruikte binaire in- en uitgangen als de motor voor het eerst ingeschakeld wordt waarbij de temperatuur 20 °C is.


**Opgave 4. Lantaarnpaal (vwo N1 2002 5)**

Een automatisch systeem schakelt de lamp van een lantaarnpaal aan en uit. Een lichtsensor registreert daartoe de intensiteit van de zonnestraling die op het paneel valt. De sensor is zó geplaatst, dat er geen licht van de lamp op kan vallen.

Een deel van het automatische systeem is weergegeven in figuur 8.



De pulsgenerator is ingesteld op 1,00 Hz. Zodra het uitgangssignaal van de sensor 80 s aaneengesloten onder de ingestelde waarde van de comparator blijft, gaat de lamp aan. Zodra het signaal 64 s aaneengesloten boven deze waarde blijft, gaat de lamp uit.

De aan/uit-ingangen van beide pulsentellers A en B worden niet gebruikt en zijn voortdurend hoog.  
 5p 19 □ Teken in figuur 8 de volledige schakeling van het automatische systeem. (Hint: er is een oplossing met drie extra verwerkers.)

### Opgave 5. De waterkoker (havo 2005-I 2)

Een waterkoker slaat automatisch af als het water een temperatuur bereikt van 100 °C.

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.

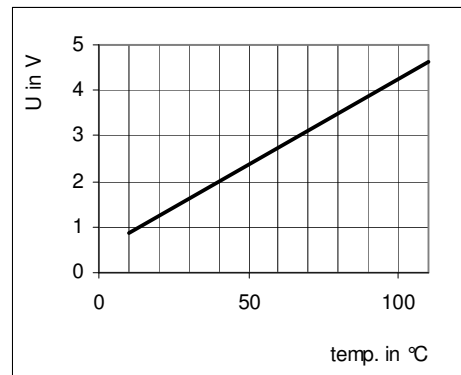
- De 'waterkoker' slaat af als de temperatuursensor een temperatuur van 100 °C voelt.

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.

Bij de gebruikte temperatuursensor hoort de ijkgrafiek van figuur 2.

4p 9 Teken in de rechthoek in figuur 1 de ontbrekende componenten en verbindingsdraden.

figuur 2

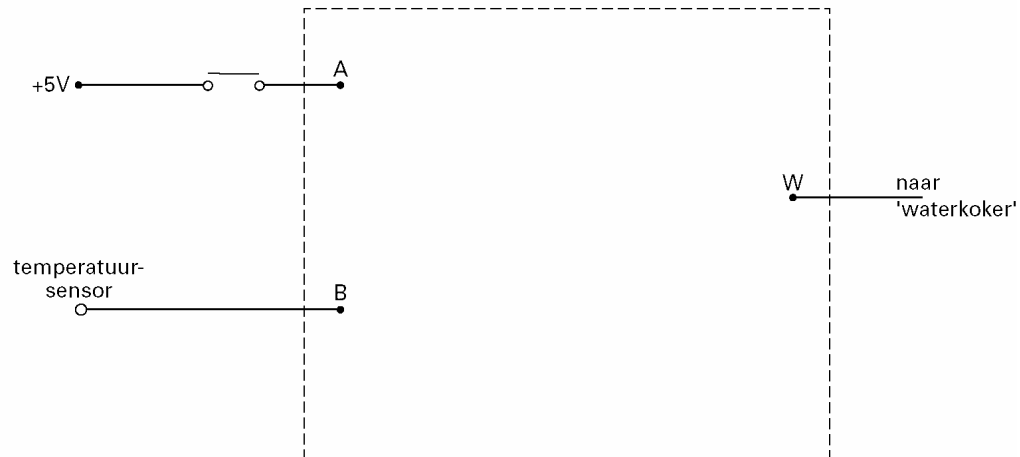


4p 10 Bepaal de gevoeligheid van de sensor.

De spanning van deze sensor wordt naar een 8-bits AD omzetter geleid.

4p 11 Bepaal de binaire waarde die de AD omzetter aanwijst als de temperatuur 70 °C is.

figuur 1



Ankie heeft het verband tussen de temperatuur en de sensorspanning onderzocht. Haar resultaat staat in figuur 2.

4p **12** Geef het antwoord op de onderzoeksvraag.

**Opgave 6. Baseball.**

Je gooit een baseball horizontaal weg van 1,50 m hoogte. Op 10,0 m afstand tref je de catcher op 0,80 m hoogte. Verwaarloos de luchtweerstand .

- Bereken de hoek met de vertikaal waaronder de bal in de handschoen komt.

**Opgave 7. Cirkelbanen.**

Je rijdt met de fiets (in totaal 110 kg) met een constante snelheid van 8,0 m/s. De rolweerstand is 5,0 N en de luchtweerstand is 10 N.

- Beredeneer hoe groot de stuwkracht moet zijn.

Je rijdt nu rondjes met een straal van 20 m.

- Bereken de dwars wrijving in de bocht.
- Bereken de omlooptijd.

- Je slingert je sleutelbos van 100 gram rond aan een touw in een zogenaamde looping waarbij de middelpuntzoekende kracht 1,5 N is. Zie figuur 4.

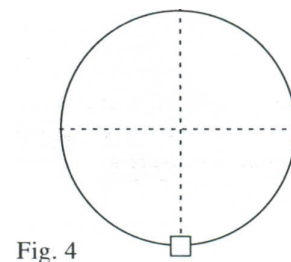


Fig. 4

- Bereken de spankracht in het onderste punt.

Je slingert nu je sleutelbos aan een touwtje van 60 cm rond in een horizontaal vlak. De hoek tussen touwtje en vertikaal is 60°. Zie figuur 5.

- Bereken de hoeksnelheid.

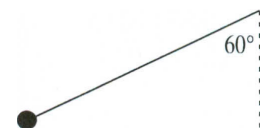


Fig. 5

- De maan draait in 27,3 dagen om de aarde. Bereken de massa van de aarde.

-----Einde opgaven-----

Als je de oplossingsmethode niet ziet gebruik dan **SPA** (Systematische Probleem Aanpak). Noteer bijv:

Geg.:  $U_1 = 10 \text{ V}$ ,  $I = 5,0 \text{ A}$

Gevr.:  $P_1$

Opl.: (Zoek in BINAS het verband tussen  $P$ ,  $U$  en  $I$ )  $P_1 = U_1 \cdot I = 10 \cdot 5,0 = 50 \text{ W}$

**Uitwerking Opgave 1. De elektrische kachel.**

a. Zie de tekening. De ampèremeter mag ook voor de spiraal  $R_2$  staan.

b. Alleen  $R_2$  is ingeschakeld. Eerst  $R_v$  berekenen:

De drie weerstanden staan in serie:  $R_v = 0,1 + 50,0 + 0,1 = 50,2 \Omega$

$I = U/R_v = 220/50,2 = 4,382 \text{ A}$

$U_2 = I \cdot R_2 = 4,382 \cdot 50,0 = \mathbf{219 \text{ V}}$

c. Het vermogen van beide spiralen berekenen we met  $P_{2,3} = U_{2,3} \cdot I$  dus moeten we eerst de stroom en de spanning over de serieweerstanden berekenen.

Eerst  $R_2$  en  $R_3$  (parallel) vervangen:

$1/R_v = 1/50 + 1/50 = 1/25 \rightarrow R_v = 25 \Omega$ . Deze staat in serie met  $R_1$  en  $R_4$ :

$R_v = 0,1 + 25 + 0,1 = 25,2 \Omega$

Nu de hoofdstroom  $I$  berekenen:  $I = U/R_v = 220/25,2 = 8,73 \text{ A}$ .

A.

Dan de spanning:  $U_{2,3} = I \cdot R_{2,3} = 8,73 \cdot 25,0 = 218 \text{ V}$

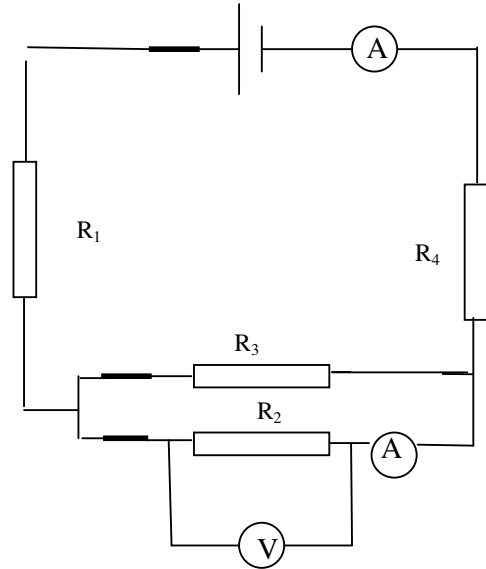
Tot slot:  $P_{2,3} = U_{2,3} \cdot I = 218 \cdot 8,73 = 1905 = \mathbf{1,9 \text{ kW}}$

d. Je betaald voor het vermogen geleverd door de spanningsbron (aan de spiralen en kabels):

$P_v = UI = 220 \cdot 8,73 = 1921 \text{ W}$

$E = P_v \cdot t = 1,921 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} = 19,21 \text{ kWh}$

Dat kost  $19,21 \cdot 10 \text{ cent} = 192,1 \text{ cent} = \mathbf{\text{€ } 1,92}$



**Uitwerking Opgave 2. Temperatuursensor (vwo N1 2002-I 2)**

Maximumscore 4

6 □ uitkomst: De sensorspanning is 1,6 V.

voorbeeld van een bepaling:

Bij  $36 \text{ }^\circ\text{C}$  geldt  $R_2 = 22,1 \text{ k}\Omega$ . Dus  $R = R_1 + R_2 = 47,0 + 22,1 = 69,1 \text{ k}\Omega$ .

Dan is  $I = \frac{5,0}{69,1 \cdot 10^3} = 7,24 \cdot 10^{-5} \text{ A}$ . Dus  $U_2 = 7,24 \cdot 10^{-5} \cdot 22,1 \cdot 10^3 = 1,6 \text{ V}$ .

• aflezen van  $R_2$  bij  $36 \text{ }^\circ\text{C}$  (met een marge van  $0,1 \text{ k}\Omega$ )

• berekenen van  $R_1 + R_2$

• berekenen van  $I$

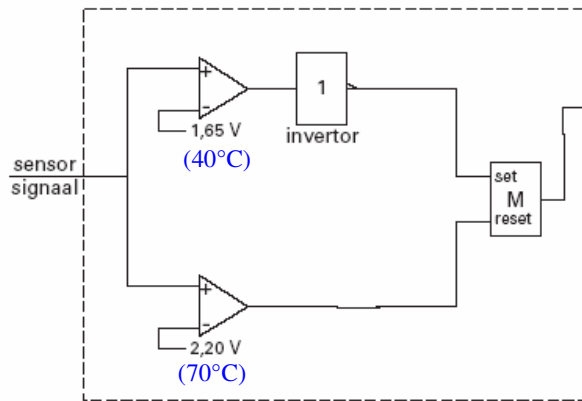
• completeren van de bepaling

1  
1  
1  
1

**Uitwerking Opgave 3. Elektromotor (vwo N2 2003-II 1)**

**Maximumscore 5**

3  voorbeeld van een antwoord:



**Toelichting:**

1. Na een sensor altijd een comparator met de juiste referentiespanning.
2. De motor moet aanblijven als de temperatuur laag. De sensor geeft dan een laag signaal. Dus via invertor naar M
3. Als de temperatuur te hoog is moet de motor uit dus M resetten.

- aansluiten van de temperatuursensor op twee comparators 1
- bepalen van de referentiespanningen op 1,65 V en 2,20 V (met een marge van 0,05 V) 1
- gebruik van een invertor na de comparator die bij 40 °C hoort 1
- inzicht dat een geheugencel gebruikt moet worden 1
- completeren van de schakeling 1

*Opmerking*

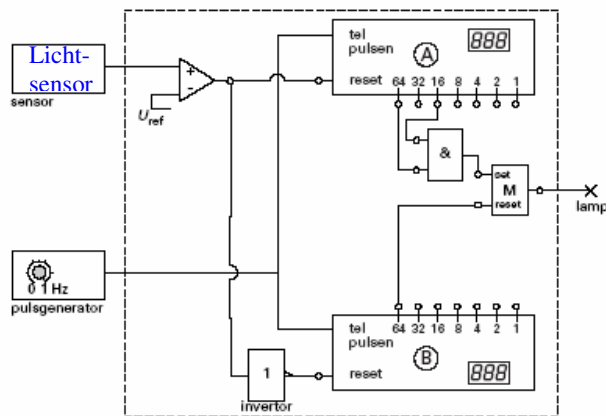
*Als door extra verbindingen of verwerkers een niet-werkende schakeling is getekend: maximaal 3 punten mits de referentiespanningen juist zijn.*

4 De temperatuur is 20 °C dus  $U_{\text{sensor}} = 1,05 \text{ V}$ .

bovenste comparator uitgang	onderste comparator uitgang	Invertor uitgang	M- uitgang
0	0	1	1

**Uitwerking Opgave 4. Lantaarnpaal (vwo N1 2002 5)**

Fig. 8 Maximumscore 5 voorbeeld van een schakeling:



**Toelichting:**  
 1. Na een sensor moet altijd een comparator (met de juiste referentiespanning).  
 2. Bij laag sensorsignaal moet B op nul blijven. Dus via inverter naar reset.  
 3. Bij laag signaal moet A tellen dus naar reset.  
 4. Als A op 80s = 64 EN 16 staat moet lamp aanblijven. Dus via EN naar set M.  
 5. Als B bij 64 s is moet lamp uit dus M resetten (Set van M moet dan wel 0 zijn!)

- uitgang van de comparator op reset van teller A
- uitgang van de comparator via een inverter op reset van teller B
- de telleruitgangen 64 en 16 van teller A verbonden met de ingangen van een EN-poort
- de uitgang van de EN-poort en telleruitgang 64 van teller B verbonden met set en reset van een geheugen
- lamp aangesloten op de uitgang van het geheugen

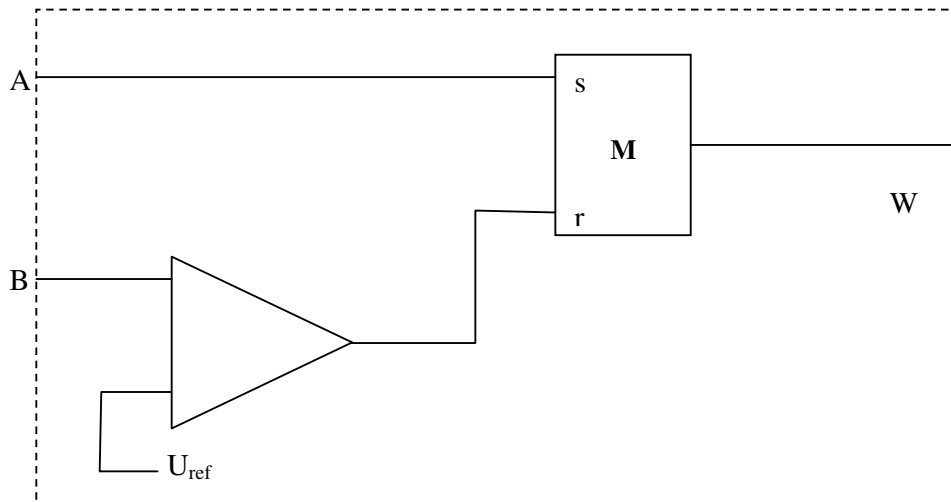
1
1
1
1
1

*Opmerking*

Een correcte oplossing met gebruik van de aan/uit-ingang van de pulsentellers: geen aftrek.

**Uitwerking Opgave 5. De waterkoker (havo 2005-I 2)**

9. Als je op de schakelaar drukt moet de waterketel aanblijven dus een geheugencel setten.  
Achter een sensor moet eerst een comparator met  $U_{ref} = 4,2 V$  (aflezen bij  $100^{\circ}C$  in de ijkgrafiek)  
 Boven de  $100^{\circ}C$  moet de ketel uit dus M resetten.



10. Gevoeligheid =  $rc = \Delta U / \Delta temp = (4,7 - 1,0)V / (110 - 10)^{\circ}C = 0,037 V/^{\circ}C$

11. Bij  $70^{\circ}$  is de sensorspanning (ongeveer) 3,2 V.

De stapgrootte van deze 8-bits AD omzetter is  $5V / 2^8 = 0,0195 V$ .

In 3,2 V gaan  $3,2 / 0,0195 = 163,8$  (altijd omlaag afronden) dus 163 stappen.

Gebruik het rijtje: 128 64 32 16 8 4 2 1

$163 = 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1$

12. Bij de onderzochte temperatuursensor is er een lineair verband tussen de sensorspanning en de temperatuur.

**Uitwerking opgave 6. Baseball.**

Zie BINAS voor de formule horizontale worp:

$y(t) = 1/2gt^2$  en  $x(t) = v_x \cdot t$

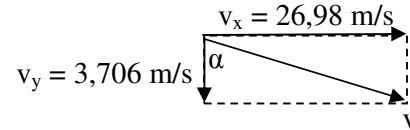
Verticaal valt hij  $1,50 - 0,80 = 0,70$  m.

$y(t) = 1/2gt^2 \rightarrow 0,70 = 1/2 \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 0,3778$  s

$a = \Delta v / \Delta t \rightarrow 9,81 = \Delta v / 0,3778 \rightarrow v_y = 3,706$  m/s

Horizontaal:  $x(t) = v_x \cdot t \rightarrow 10,0 = v_x \cdot 0,3778 \rightarrow v_x = 26,47$  m/s

$\tan \alpha = v_x / v_y = 26,47 / 3,706 \rightarrow \alpha = 7,82 = 82^\circ$



N.B.: Je kunt ook met de wet van behoud van energie v berekenen (komt ongeveer 27,23 m/s uit) en dan met  $\cos \alpha = v_x / v$  hoek  $\alpha$  berekenen .

**Uitwerking opgave 7. Cirkelbanen.**

a. Bij constante snelheid is  $F_r = 0$  dus  $F_{spier} = F_w = 5,0 + 10 = 15$  N

b. De dwarswrijving is  $F_{mpz} = m \cdot v^2 / r = 100 \cdot 8,0^2 / 20 = 3,2 \cdot 10^2$  N

c. Formule:  $v = 2\pi r / T$  Invullen:  $8 = 2\pi \cdot 20 / T$  Uitkomst:  $T = 15,7 = 16$  s

d.  $F_r = F_{mpz} = 1,5$  N (gegeven) en  $F_z = m \cdot g = 0,100 \cdot 9,81 = 0,981$  N

$F_r = F_s - F_z$  (Zie tekening)  $\rightarrow 1,5 = F_s - 0,981 \rightarrow F_s = 2,5$  N

Let op!  $F_s$  is groter dan  $F_z$  want de resulterende kracht moet naar het middelpunt gericht zijn.

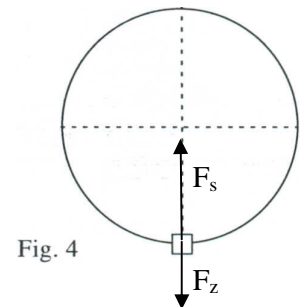


Fig. 4

e. Teken  $F_z = mg = 0,100 \cdot 9,81 = 0,981$  N

Teken  $F_s$  en ontbind deze zodanig dat  $F_{sy} = F_z$

$\tan 30^\circ = F_{sy} / F_{sx} = 0,981 / F_{sx} \rightarrow F_{sx} = 1,70$  N

Dus  $F_{mpz} = 1,70$  N

$F_{mpz} = m\omega^2 r$

Je moet eerst nog  $r (=AM)$  berekenen:

$\cos 30^\circ = AM / AB = AM / 0,60$

$AM = r = 0,520$  m.

Alles invullen:  $F_{mpz} = m\omega^2 r \rightarrow 1,70 = 0,100 \cdot \omega^2 \cdot 0,520$

$\rightarrow \omega = 5,7$  rad/s

( $2\pi$  radialen is  $360^\circ$  dus legt de sleutelbos een hoek af van  $5,7$  rad =  $327^\circ$  per seconde)

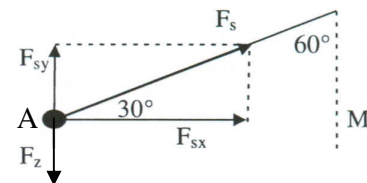


Fig. 5

f.  $F_{mpz} = F_g$  ofwel  $m_1 v^2 / r = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r$  ( $m_1$  is de massa die rondcirkelt)

Eén  $r$  en de massa van het draaiende voorwerp (maanmassa  $m_1$ ) kun je wegdelen:  $\rightarrow v^2 = G \cdot m_2 / r$

-  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nkg<sup>-2</sup>m<sup>2</sup> en  $r = 384 \cdot 10^6$  m (afstand aarde maan, zie BINAS)

-  $v$  bereken je met  $v = 2\pi r / T = 1,023 \cdot 10^3$  m/s.

Uitkomst:  $m_2 = v^2 \cdot r / G = 6,0 \cdot 10^{24}$  kg

----- Einde uitwerkingen -----