

Beoordelingsmodel

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

Opgave 1 Tuinslang

1 maximumscore 5

uitkomst: $v = 5,7 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

In figuur 1 is de lengte van de rolmaat van de grond tot aan de spuitmond 5,8 cm. De hoogte is in werkelijkheid 1,20 m. Dus 1 cm in de figuur is 20,7 cm in werkelijkheid.

De horizontale afstand van het water op de foto is 13,7 cm.

In werkelijkheid: $x = 13,7 \cdot 0,207 = 2,84 \text{ m}$.

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,20}{9,81}} = 0,495 \text{ s}$$

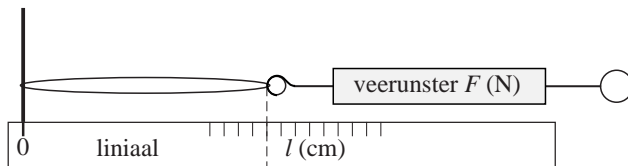
$$v_x = \frac{x}{t} = \frac{2,84}{0,495} = 5,7 \text{ m s}^{-1}$$

- bepalen van de schaal uit de figuur 1
- bepalen van de horizontale afstand met een marge van 0,6 cm 1
- gebruik van $y = \frac{1}{2}gt^2$ en $v_x = \frac{x}{t}$ 1
- berekenen van t 1
- completeren van de bepaling 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

2 **maximumscore 4**
 voorbeelden van een antwoord:

methode 1

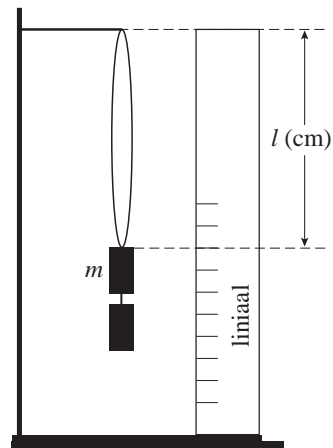


Meet eerst de lengte van het elastiek zonder belasting.
 Trek vervolgens met een veerunster het elastiek uit langs een liniaal.
 Lees de kracht af op de veerunster bij verschillende lengten van het elastiek. De uitrekking is dan gelijk aan de lengte min de lengte van het onbelaste elastiek.

- het tekenen van de veerunster met het elastiek voor het meten van de uitrekkende kracht 1
- een liniaal voor het meten van de lengte/uitrekking van het elastiek 1
- inzicht dat een aantal keren bij verschillende uitrekking/kracht gemeten moet worden 1
- inzicht dat voor u de lengtetoename van het elastiek genomen moet worden 1

methode 2

Hang het elastiek aan een statief en daaraan verschillende gewichtjes van bekende massa. Bereken de uitrekkende kracht met $F = mg$.
 Meet de bijbehorende lengte van het elastiek met behulp van een liniaal. De uitrekking is dan gelijk aan de lengte min de lengte van het elastiek zonder gewichtjes.



- het tekenen van de gewichtjes aan het elastiek voor het meten van de uitrekkende kracht 1
- een liniaal voor het meten van de lengte/uitrekking van het elastiek 1
- inzicht dat bij verschillende gewichtjes de uitrekking gemeten moet worden 1
- inzicht dat voor u de lengtetoename van het elastiek genomen moet worden 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|----------|---|----------------------------|
| 3 | maximumscore 3 uitkomst: $\Delta v = 4,0 \text{ ms}^{-1}$ voorbeeld van een bepaling: Uit de ijkgrafiek is af te lezen dat de kracht die het water uitoefent gelijk is aan: $F = F_{6,4\text{cm}} - F_{4\text{cm}} = 1,65 - 1,25 = 0,40 \text{ N}$. Uit $F \Delta t = m \Delta v$ met voor $\Delta t = 1 \text{ s}$, volgt: $\Delta v = \frac{F \Delta t}{m} = \frac{0,40 \cdot 1}{0,1} = 4,0 \text{ ms}^{-1}$. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> bepalen van F uit de grafiek met een marge van 0,04 N gebruik van $F \Delta t = m \Delta v$ completeren van de bepaling | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |

Opgave 2 Fietsdynamo

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als het dynamowieltje draait bewegen de spoel en de magneet zo ten opzichte van elkaar dat de door de spoel omvatte veldlijnen oftewel het door de spoel omvatte magnetisch veld voortdurend verandert. Daardoor verandert de magnetische inductie en dus de flux door de spoel. Als de flux verandert wordt een inductiespanning opgewekt. (Door de uiteinden van de draden van de spoel, eventueel via een lampje, met elkaar te verbinden kan er een stroom gaan lopen.)

- inzicht dat bij draaien van het wiel tje het magnetisch veld in de spoel voortdurend verandert 1
- inzicht dat een veranderende flux een inductiespanning opwekt 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $f = 12 \text{ Hz}$

voorbeeld van een bepaling:

Eén omwenteling van het wiel tje correspondeert met 4 spanningsperioden. De tijdsduur van 4 perioden is 82 ms.

$$T = 82 \text{ ms en } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{82 \cdot 10^{-3}} = 12 \text{ Hz}$$

- inzicht dat 4 perioden corresponderen met een omwenteling 1
- opmeten van de tijd van vier perioden, met een marge van 1 ms, en bepalen van de omlooptijd T 1
- completeren van de bepaling 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

6 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 21\%$ of $\eta = 0,21$

voorbeeld van een berekening:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,6}{8,0} = 0,20 \text{ A}$$

$$\eta = \frac{E_{el}}{E_z} \cdot 100\% = \frac{UIt}{mgh} \cdot 100\% = \frac{1,6 \cdot 0,20 \cdot 1,3}{0,200 \cdot 9,81 \cdot 1,00} \cdot 100\% = 21\%$$

- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{el}}{E_z} \cdot 100\%$ of $\eta = \frac{E_{el}}{E_z}$ 1
- gebruik van $E_{el} = UIt$ en $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

7 maximumscore 3

uitkomst: $C = 0,67 \text{ F}$

voorbeeld van een berekening:

$$I(t) = I(0)e^{\frac{-t}{RC}} \rightarrow I(t)R = I(0)R e^{\frac{-t}{RC}} \rightarrow U(t) = U(0)e^{\frac{-t}{RC}}$$

Invullen geeft: $4,0 = 6,0 \cdot e^{\frac{-30}{110 \cdot C}} \rightarrow C = 0,67 \text{ F}$.

- inzicht dat $U(t) = U(0)e^{\frac{-t}{RC}}$ 1
- $U(t)$ en $U(0)$ juist ingevuld 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

Opgave 3 Zweefvliegen

8 maximumscore 2

uitkomst: $P = 19 \text{ kW}$

voorbeeld van een berekening:

Vermogen nodig om te stijgen:

$$P = \frac{W}{t} = F_z v = mgv = 420 \cdot 9,81 \cdot 4,6 = 19 \cdot 10^3 \text{ W.}$$

- gebruik van $P = Fv$ of $P = \frac{W}{t}$ 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $t = 27$ (minuten)

voorbeeld van een berekening:

Toegevoerd elektrisch vermogen: $P_{\text{in}} = UI = 230 \cdot 12,0 = 2,76 \text{ kW}$.

Totaal toegevoerde elektrische energie: $E = P_{\text{in}} t = 2,76 \cdot 9,0 = 24,8 \text{ kWh}$.

De tijdsduur dat met maximaal vermogen gevlogen kan worden is dan:

$$t = \frac{E \cdot 0,75}{P_{\text{max}}} = \frac{18,6}{42} = 0,444 \text{ h} = 27 \text{ minuten.}$$

- gebruik van $P_{\text{in}} = UI$ 1
- gebruik van $E = P_{\text{in}} t$ 1
- in rekening brengen van rendement 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

10 maximumscore 4

uitkomst: $a = (-)1,0 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-2}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

$$80 \text{ km h}^{-1} = 22,2 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{22,2}{2} = 11,1 \text{ m s}^{-1} \text{ en } s = 2,00 + 0,40 = 2,40 \text{ m}$$

$$\Delta t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{2,40}{11,1} = 0,216 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = (-) \frac{22,2}{0,216} = (-)1,0 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-2}$$

- omrekenen van km h^{-1} naar m s^{-1} en inzicht dat $s = \text{lengte kreukelzone} + \text{verschuiving}$ 1
- inzicht dat $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} v_{\text{begin}}$ en $\Delta t = \frac{s}{v_{\text{gem}}}$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

$$80 \text{ km h}^{-1} = 22,2 \text{ m s}^{-1}$$

$$s = 2,00 + 0,40 = 2,40 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = F s \rightarrow F = \frac{1}{2} \frac{m v^2}{s} = \frac{1}{2} \frac{75 \cdot 22,2^2}{2,40} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ N}$$

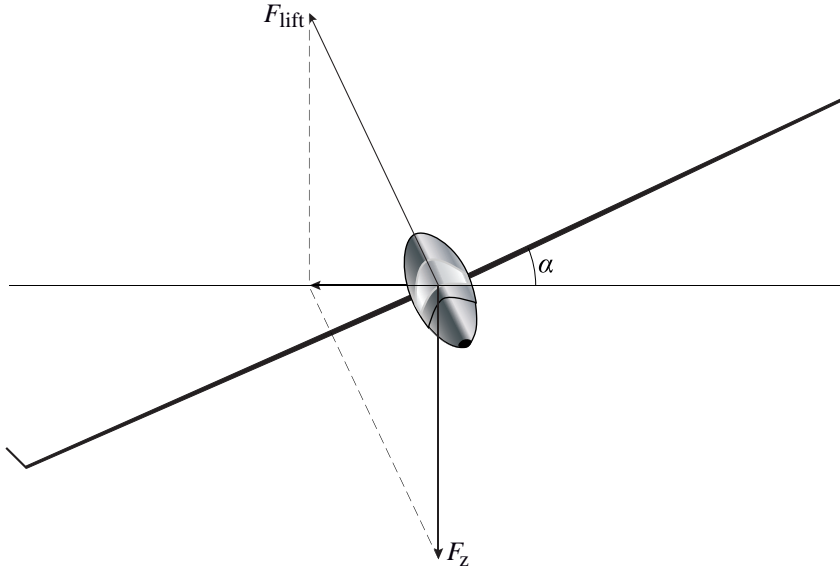
$$a = \frac{F}{m} = \frac{7,7 \cdot 10^3}{75} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-2}$$

- inzicht dat $E_{\text{kin}} = F s$ 1
- omrekenen km h^{-1} naar m s^{-1} en inzicht dat $s = \text{lengte kreukelzone} + \text{verschuiving}$ 1
- gebruik van $F = m a$ 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

11 **maximumscore 5**
uitkomst: $r = 2,4 \cdot 10^2$ m

voorbeeld van een antwoord:



$$v = 120 \text{ km h}^{-1} = \frac{120}{3,6} = 33,33 \text{ ms}^{-1}$$

$$\tan \alpha = \frac{F_{\text{mpz}}}{F_z} = \frac{\frac{mv^2}{r}}{mg} = \frac{v^2}{rg}$$

$$\tan 25^\circ = \frac{33,33^2}{r \cdot 9,81} \rightarrow r = 2,4 \cdot 10^2 \text{ m}$$

- richting F_{lift} juist getekend 1
- F_{lift} met de juiste lengte van 3,9 cm getekend, met een marge van 0,2 cm 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_z = mg$ 1
- inzicht dat $\tan \alpha = \frac{F_{\text{mpz}}}{F_z}$ of F_{mpz} met schaalfactor bepaald 1
- completeren van de bepaling 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

Opgave 4 Kolibrie

12 maximumscore 5

uitkomst: $l = 8,1$ cm

voorbeeld van een bepaling:

Met behulp van de lenzenformule kan de beeldafstand b worden berekend:

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{1,80} + \frac{1}{b} = \frac{1}{0,135} \rightarrow b = 0,146 \text{ m.}$$

$$\text{Voor de vergroting geldt: } N = \frac{b}{v} = \frac{0,146}{1,80} = 0,0811.$$

De vergrotingsfactor van het vastgelegde beeld naar de afgedrukte foto

$$\text{bedraagt } \frac{\text{breedte foto}}{\text{breedte chip}} = \frac{8,0}{1,28} = 6,25.$$

De afdruk is dus $0,0811 \cdot 6,25 = 0,507$ keer zo groot als de werkelijkheid.

Op de afdruk is de lengte l gelijk aan 4,1 cm.

$$\text{In werkelijkheid is de lengte } l \text{ dus } \frac{4,1}{0,507} = 8,1 \text{ cm.}$$

- gebruik van $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 1
- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ 1
- opmeten van de breedte of de hoogte van de foto, met een marge van 0,1 cm, en bepalen van de vergrotingsfactor van beeld naar afdruk 1
- opmeten van l op de afdruk met een marge van 0,1 cm 1
- completeren van de bepaling 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

13 maximumscore 3

uitkomst: $P = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het geluidsvermogen geldt: $P = I \cdot 4\pi r^2$.

De geluidsintensiteit kan worden berekend met

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \rightarrow 38 = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) \rightarrow I = 6,31 \cdot 10^{-9} \text{ W m}^{-2}.$$

Het geluidsvermogen is dan gelijk aan:

$$P = 6,31 \cdot 10^{-9} \cdot 4\pi \cdot 1,80^2 = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ W}.$$

- inzicht dat $P = I \cdot 4\pi r^2$ met $r = 1,80 \text{ m}$ 1
- gebruik van $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ met $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ 1
- completeren van de berekening 1

14 maximumscore 3

uitkomst: $v_{\max} = 33 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de maximale snelheid geldt: } v_{\max} = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 0,070}{\frac{1}{75}} = 33 \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van $v_{\max} = \frac{2\pi A}{T}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|--|--------|
| 15 | <p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De snelheid van het geluid bij 20 °C is gelijk aan 343 m s⁻¹. Veronderstel dat de uitgezonden frequentie 50 Hz bedraagt. De maximale snelheid van de kolibrie is: 65 km h⁻¹ = 18 m s⁻¹. Als de kolibrie naar de onderzoeker toe beweegt, geldt:</p> $f_{w,\max} = \frac{50 \cdot 343}{343 - 18} = 53 \text{ Hz.}$ <p>Als de kolibrie van de onderzoeker af beweegt, geldt:</p> $f_{w,\min} = \frac{50 \cdot 343}{343 + 18} = 47 \text{ Hz.}$ <p>De waargenomen frequentieverandering is veel groter en komt dus niet alleen door het dopplereffect.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van de formule voor het dopplereffect en opzoeken van geluidssnelheid 1 • inzicht dat voor de snelheid van de kolibrie de waarde van 65 km h⁻¹ = 18 m s⁻¹ genomen moet worden 1 • berekenen van de variatie in de waargenomen frequentie als f_{bron} constant verondersteld wordt en als 40 Hz < f_{bron} < 60 Hz gekozen is 1 • consequente conclusie 1 | |

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

Opgave 5 Vacuümglas

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij dubbelglas met een luchtlaag kan de lucht warmte van de ene naar de andere glasplaat transporteren door geleiding en/of stroming. Dat kan bij vacuümglas niet.

- inzicht dat er bij warmteverlies sprake is van warmtetransport tussen de glasplaten 1
- inzicht dat bij gewoon dubbelglas meer warmtetransport plaatsvindt door stroming en/of geleiding van de lucht dan bij vacuümglas 1

17 maximumscore 5

uitkomst: De besparing is $0,10 \text{ m}^3$ (Gronings) aardgas.

voorbeeld van een berekening:

De hoeveelheid energie die per seconde bespaard wordt, is

$$P_{\text{dubbelglas}} - P_{\text{vacuümglas}} = (\mu_{\text{dubbelglas}} - \mu_{\text{vacuümglas}}) A \Delta T = (3,5 - 1,4) \cdot 6,0 \cdot (19 - 3,0) = 202 \text{ J.}$$

De besparing over 4,0 uur is $202 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 60 = 2,9 \cdot 10^6 \text{ J}$.

90% van de stookwaarde wordt nuttig gebruikt:

$$0,90 \cdot 32 \cdot 10^6 = 28,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}.$$

De besparing met vacuümglas is daarmee: $\frac{2,9 \cdot 10^6}{28,8 \cdot 10^6} = 0,10 \text{ m}^3$.

- gebruik van $P = \mu A \Delta T$ met $\Delta T = 16 \text{ K}$ 1
- inzicht dat de besparing per seconde gelijk is aan $P_{\text{dubbelglas}} - P_{\text{vacuümglas}}$ 1
- opzoeken van de stookwaarde van (Gronings) aardgas 1
- in rekening brengen van het rendement 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

Opgave 6 Stralingsrisico's

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Het massadefect is:

$$m_{\text{voor}} - m_{\text{na}} = (m_{\text{Si}} - 14m_e) - (m_{\text{P}} - 15m_e + m_e) = m_{\text{Si}} - m_{\text{P}} =$$

$$30,97535 \text{ u} - 30,97376 \text{ u} = 0,00159 \text{ u}.$$

Dit komt overeen met $0,00159 \cdot 931,49 \text{ MeV} = 1,48 \text{ MeV}$.

De maximale energie van het β -deeltje is volgens Binas ook 1,48 MeV.

- opstellen van een juiste uitdrukking voor het massadefect 1
- opzoeken van de atoommassa's en de energie van het β -deeltje 1
- omrekenen van u naar MeV 1
- vergelijken van de energie van het massadefect met de energie van het β -deeltje 1

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De gehele oppervlakte onder de kromme komt overeen met het totaal aantal uitgezonden β -deeltjes. De oppervlakte tussen 0 MeV en 1,0 MeV is het aantal β -deeltjes met een energie kleiner dan 1,0 MeV. Het te bepalen

percentage is: $\frac{\text{tweede oppervlakte}}{\text{gehele oppervlakte}} \cdot 100\%$.

- inzicht dat de totale oppervlakte overeen komt met het totaal aantal uitgezonden β -deeltjes 1
- inzicht dat de oppervlakte tussen 0 en 1,0 MeV overeenkomt met het aantal β -deeltjes met een energie kleiner dan 1,0 MeV 1
- inzicht dat het gevraagde percentage gelijk is aan $\frac{\text{tweede oppervlakte}}{\text{gehele oppervlakte}} \cdot 100\%$ 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

20 maximumscore 3

uitkomst: De meest voorkomende energie is 0,93 MeV.

voorbeeld van een bepaling:

De som van de energie van een β -deeltje en die van een antineutrino is steeds 1,48 MeV. De meest voorkomende energie van de β -deeltjes is 0,55 MeV. Dus de meest voorkomende energie van de antineutrino's is $1,48 - 0,55 = 0,93$ MeV.

- inzicht dat de meest voorkomende energie van de antineutrino's de energie van die antineutrino's is die horen bij de β -deeltjes met de meest voorkomende energie 1
- aflezen van de meest voorkomende energie van de β -deeltjes met een marge van 0,02 MeV 1
- completeren van de bepaling 1

21 maximumscore 3

uitkomst: $r = 1,3$ m

voorbeeld van een berekening:

$$3,0\% = \frac{\text{bestraalde oppervlakte}}{\text{oppervlakte bol}} \cdot 100\% \rightarrow 0,030 = \frac{0,60}{4\pi r^2} \rightarrow$$

$$r = \sqrt{\frac{0,60}{4\pi \cdot 0,030}} = 1,3 \text{ m}$$

- inzicht dat $3,0\% = \frac{\text{bestraalde oppervlakte}}{\text{oppervlakte bol}} \cdot 100\%$ 1
- gebruik van de kwadratenwet of de factor $4\pi r^2$ 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 4

uitkomst: $t = 2,1 \cdot 10^6$ s of $t = 5,9 \cdot 10^2$ h

voorbeeld van een berekening:

$$H = Q \frac{E}{m} \rightarrow 0,020 = 1 \cdot \frac{E}{80} \rightarrow E = 1,6 \text{ J}$$

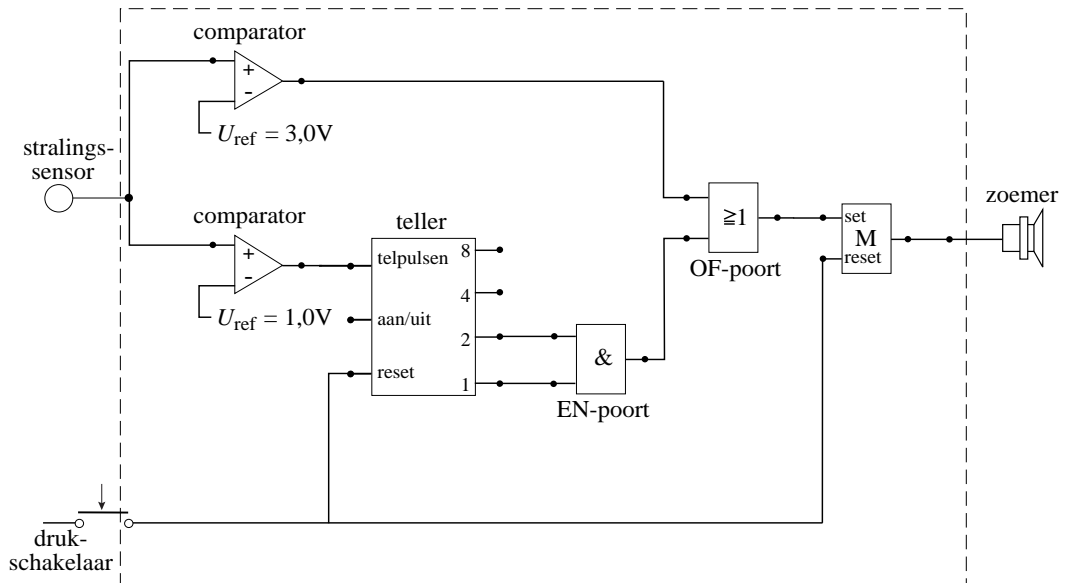
$$E = 3,0\% \cdot 50\% \cdot P_{\text{uit}} \cdot t \rightarrow 1,6 = 0,030 \cdot 0,50 \cdot 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot t$$

$$t = \frac{1,6}{0,03 \cdot 0,50 \cdot 5,0 \cdot 10^{-5}} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ s} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ h}$$

- berekening van E 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- in rekening brengen van 3% en 50% 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

23 **maximumscore 5**
 voorbeeld van een antwoord:



- de stralingsensor verbonden met twee comparatoren met de referentiespanningen ingesteld op 3,0 V en 1,0 V 1
- de comparator op 3,0 V verbonden met een OF-poort, de comparator op 1,0 V verbonden met de telpulseningang van de pulsenteller 1
- uitgangen 1 en 2 van de teller via EN-poort verbonden met de OF-poort 1
- de OF-poort via de geheugencil verbonden met de zoemer 1
- de drukschakelaar aangesloten op de reset van de pulsenteller en op de reset van de geheugencil 1