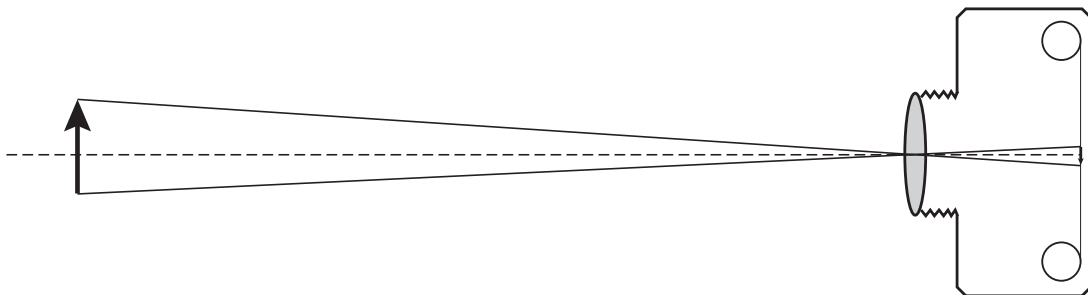


Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Close-up

- 1 maximumscore 3
antwoord:



- tekenen van de lijn vanuit de top door het midden van de lens naar de film 1
- tekenen van de lijn vanuit het onderste punt door het midden van de lens naar de film 1
- tekenen van de pijlpunt in het onderste punt van het beeld 1

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

2 maximumscore 5

uitkomst: De werkelijke lengte van het schorpioentje is 2,5 cm (met een marge van 0,3 cm).

voorbeeld van een bepaling:

Op de foto is het schorpioentje 4,0 cm lang.

Op het negatief is het schorpioentje dus $\frac{4,0}{8,0} = 0,50$ cm lang.

Bij het afbeelden van het schorpioentje op het filmpje geldt: $N = \frac{b}{v}$,

waarin $b = 2,2$ cm en $v = 11,1$ cm.

Hieruit volgt dat het schorpioentje $\frac{11,1}{2,2} = 5,05$ maal zo groot is als op de

film. De werkelijke lengte is dus gelijk aan $5,05 \cdot 0,50 = 2,5$ cm.

- opmeten van de lengte van het schorpioentje op de foto 1
- berekenen van de lengte van het schorpioentje op het negatief 1
- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ 1
- opmeten van v en b 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als de vergroting is bepaald uit de verhouding van de lengte van de pijl en het beeld van de pijl: maximaal 4 punten.

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De voorwerpsafstand is kleiner geworden.

De bijbehorende beeldafstand moet dan groter worden (op grond van de lenzenformule). Hieruit volgt dat situatie B dan een scherp beeld geeft.

- constatering dat de voorwerpsafstand kleiner is geworden 1
- inzicht dat de bijbehorende beeldafstand dan groter moet worden 1
- conclusie dat situatie B een scherp beeld geeft 1

Opmerking

Een juiste conclusie zonder uitleg of verkregen via een foute uitleg: 0 punten.

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

Opgave 2 Stuiteren

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit de grafiek blijkt dat bij de eerste stuit $h = 2,00$ m en $h_s = 1,24$ m.

Dus $S = \sqrt{\frac{h_s}{h}} = \sqrt{\frac{1,24}{2,00}} = 0,787$. Deze waarde ligt binnen de aangegeven

grenzen, dus haar voetbal voldoet aan de officiële eisen.

- aflezen van h en h_s (elk met een marge van 0,02 m) 1
- berekenen van S 1
- consistente conclusie 1

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Vóór het bereiken van het hoogste punt moet de snelheid positief zijn (en erna negatief).

6 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De grootte van de snelheid waarmee de bal na een stuit omhoog gaat, is gelijk aan de grootte van de snelheid waarmee de bal daarna de grond raakt. Als de luchtweerstand niet te verwaarlozen is, zou er in de lucht snelheidsverlies moeten optreden.

- constatering dat de grootte van de snelheid waarmee de bal na een stuit omhoog gaat gelijk is aan de grootte van de snelheid waarmee de bal daarna de grond raakt 1
- inzicht dat er in de lucht snelheidsverlies zou moeten optreden als de luchtweerstand niet te verwaarlozen is 1

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

methode 2

De versnelling waarmee de bal valt, is gelijk aan

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-5,0 - 5,0}{1,0} = (-)10 \text{ m/s}^2.$$

De bal valt dus (vrijwel) met de valversnelling g en dan is de luchtweerstand te verwaarlozen.

- bepalen van de versnelling waarmee de bal valt 1
- inzicht dat de luchtweerstand te verwaarlozen is als de bal met de valversnelling g valt 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $F = 6,9 \cdot 10^2 \text{ N}$ (met een marge van $0,2 \cdot 10^2 \text{ N}$)

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $F\Delta t = m\Delta v$, waarin $\Delta t = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ s}$, $m = 0,430 \text{ kg}$ en $\Delta v = 5,0 - (-6,0) = 11,0 \text{ m/s}$.

Hieruit volgt dat $F = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,430 \cdot 11,0}{6,9 \cdot 10^{-3}} = 6,9 \cdot 10^2 \text{ N}$.

- gebruik van $F\Delta t = m\Delta v$ (of $F = ma$) 1
- bepalen van Δv (of a) 2
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als voor Δv 1 m/s is genomen: maximaal 2 punten.

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als de bal door de lucht beweegt, blijft de mechanische energie constant.

Als de luchtweerstand niet te verwaarlozen is, zou er in de lucht energieverlies moeten optreden.

- constatering dat de mechanische energie constant blijft als de bal door de lucht beweegt 1
- inzicht dat er in de lucht energieverlies zou moeten optreden, als de luchtweerstand niet te verwaarlozen is 1

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

9 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Het energieverlies bij de tweede stuit is $5,5 - 3,5 = 2,0$ J.

Het verlies aan bewegingsenergie bij de tweede stuit is

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2, \text{ waarin } m = 0,430 \text{ kg, } v_1 = (-)5,0 \text{ m/s en } v_2 = 4,0 \text{ m/s.}$$

Hieruit volgt dat $\Delta E_k = 0,50 \cdot 0,430 \cdot ((5,0)^2 - (4,0)^2) = 1,9$ J en dat is bij benadering gelijk aan 2,0 J.

- aflezen van het energieverlies bij de tweede stuit (met een marge van 0,1 J) 1
- inzicht dat $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$ 1
- aflezen van v_1 en v_2 (elk met een marge van 0,1 m/s) 1
- berekenen van ΔE_k en consistente conclusie 1

Opmerking

Als gerekend is met $\Delta E_k = \frac{1}{2}m(v_1 - v_2)^2$: maximaal 2 punten.

methode 2

Het energieverlies bij de tweede stuit is $5,5 - 3,5 = 2,0$ J.

Het verlies aan zwaarte-energie tussen de hoogste punten voor en na de

stuit is $\Delta E_z = mg\Delta h$, waarin $m = 0,430$ kg, $g = 9,81$ m/s² en

$$\Delta h = 1,24 - 0,80 = 0,44 \text{ m.}$$

Hieruit volgt dat $\Delta E_z = 0,430 \cdot 9,81 \cdot 0,44 = 1,9$ J en dat is bij benadering gelijk aan 2,0 J.

- aflezen van het energieverlies bij de tweede stuit (met een marge van 0,1 J) 1
- inzicht dat $\Delta E_z = mg\Delta h$ 1
- bepalen van Δh (met een marge van 0,02 m) 1
- berekenen van ΔE_z en consistente conclusie 1

Opmerking bij methode 1 en methode 2

Als er gerekend is aan eerste of derde stuit: maximaal 3 punten

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

Opgave 3 Hoogspanningskabel op de bodem van de zee

10 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Een transformator werkt alleen als de magnetische flux verandert.

11 maximumscore 2

uitkomst: $\frac{N_p}{N_s} = 0,422$ (of $\frac{1}{2,37}$)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s}$, waarin $U_p = 380$ kV en $U_s = 900$ kV.

Hieruit volgt dat $\frac{N_p}{N_s} = \frac{380}{900} = 0,422$.

- gebruik van $\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s}$ 1
- inzicht dat $U_p = 380$ kV en $U_s = 900$ kV en completeren van de berekening 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $m = 7,8 \cdot 10^6$ (kg)

voorbeeld van een berekening:

Voor het volume van de kabel geldt: $V = A\ell$, waarin $A = 760 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

en $\ell = 2 \cdot 580 \cdot 10^3 = 1,16 \cdot 10^6 \text{ m}$. Dus $V = 760 \cdot 10^{-6} \cdot 1,16 \cdot 10^6 = 8,816 \cdot 10^2 \text{ m}^3$.

In de kabel zit dus $8,816 \cdot 10^2 \cdot 8,9 \cdot 10^3 = 7,8 \cdot 10^6$ kg koper.

- inzicht dat $V = A\ell$ 1
- omrekenen van mm^2 naar m^2 en van km naar m 1
- in rekening brengen van de factor 2 1
- completeren van de berekening 1

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

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de weerstand van de kabel geldt: $R = \frac{\rho \ell}{A}$, waarin $\rho = 19 \cdot 10^{-9} \Omega$,

$\ell = 1,16 \cdot 10^6$ m en $A = 760 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.

Hieruit volgt dat $R = \frac{19 \cdot 10^{-9} \cdot 1,16 \cdot 10^6}{760 \cdot 10^{-6}} = 29 \Omega$.

- gebruik van $R = \frac{\rho \ell}{A}$ 1
- inzicht dat $\ell = 1160$ km 1
- completeren van de berekening 1

14 maximumscore 5

uitkomst: Er wordt 2,5(%) van het vermogen omgezet in warmte.

voorbeeld van een berekening:

Voor de stroomsterkte in de kabel geldt: $I = \frac{P}{U}$, waarin $P = 700 \cdot 10^6$ W

en $U = 900 \cdot 10^3$ V. Dus $I = \frac{700 \cdot 10^6}{900 \cdot 10^3} = 7,778 \cdot 10^2$ A.

Dus $P_{\text{verlies}} = I^2 R = (7,778)^2 \cdot 10^4 \cdot 29 = 1,75 \cdot 10^7$ W = 17,5 MW.

Er wordt $\frac{P_{\text{verlies}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{17,5}{700} \cdot 100\% = 2,5\%$ omgezet in warmte.

- inzicht dat $I = \frac{P}{U}$ 1
- omrekenen van MW naar W en van kV naar V 1
- berekenen van P_{verlies} 1
- inzicht dat $\frac{P_{\text{verlies}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$ het percentage is dat wordt omgezet in warmte 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
15	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Hoe hoger de spanning, des te kleiner de stroomsterkte in de kabel. Hoe kleiner de stroomsterkte in de kabel, des te kleiner ook het energie/vermogensverlies.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de stroomsterkte klein is als de spanning hoog is • inzicht dat het energie/vermogensverlies klein is als de stroomsterkte klein is 	<p>1</p> <p>1</p>
16	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: Er kunnen $1,5 \cdot 10^6$ huishoudens van elektrische energie worden voorzien.</p> <p>voorbeeld van een berekening: Bij een gemiddeld vermogen van 600 MW wordt in een jaar $600 \cdot 10^3 \cdot 365 \cdot 24 = 5,256 \cdot 10^9$ kWh elektrische energie geleverd. Het aantal huishoudens dat van elektrische energie kan worden voorzien is $\frac{5,256 \cdot 10^9}{3,5 \cdot 10^3} = 1,5 \cdot 10^6$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • berekenen van de energie die in een jaar wordt geleverd (of berekenen van het gemiddeld vermogen van een huishouden) • inzicht dat het aantal huishoudens dat van energie kan worden voorzien gelijk is aan de energie die in een jaar wordt geleverd gedeeld door de energie die een huishouden in een jaar verbruikt (of het geleverde vermogen gedeeld door het gemiddeld vermogen van een huishouden) • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 4 Batterij op polonium

17 maximumscore 3

uitkomst: $A = 1,7 \cdot 10^{14}$ Bq

voorbeeld van een berekening:

De activiteit A is $\frac{\text{de stralingsenergie die per seconde wordt uitgezonden}}{\text{de energie van het uitgezonden } \alpha\text{-deeltje}}$.

De energie van het α -deeltje is $5,4 \text{ MeV} = 5,4 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 8,64 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

Hieruit volgt dat $A = \frac{144}{8,64 \cdot 10^{-13}} = 1,7 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$.

- inzicht dat $A = \frac{\text{de stralingsenergie die per seconde wordt uitgezonden}}{\text{de energie van het uitgezonden } \alpha\text{-deeltje}}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De dracht van α -deeltjes is (heel) klein. (Het merendeel zal dus door het polonium zelf worden geabsorbeerd.)

19 maximumscore 3

uitkomst: $m = 1,7$ g

voorbeeld van een berekening:

Het benodigde stralingsvermogen is $\frac{20}{0,080} = 250 \text{ W}$.

Per gram Po-210 komt 144 W vrij, dus $m = \frac{250}{144} = 1,7 \text{ g}$.

- inzicht dat het benodigde stralingsvermogen gelijk is aan $\frac{20}{0,080}$ 1
- inzicht dat $m = \frac{\text{het benodigde stralingsvermogen}}{144}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
20	maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: De halveringstijd van Po-210 is 138 dagen en dat is (veel) kleiner dan de halveringstijd van Pu-238. Bij lange ruimtereizen zou de batterij met Po-210 steeds minder vermogen leveren. (Dat probleem doet zich bij een batterij met Pu-238 niet voor.)	
	<ul style="list-style-type: none"> opzoeken van de halveringstijd van Po-210 en constatering dat de halveringstijd van Po-210 (veel) kleiner is dan die van Pu-238 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de batterij met Po-210 bij lange ruimtereizen steeds minder vermogen zou leveren (en dat dit probleem zich niet voordoet bij een batterij met Pu-238) 	1
21	maximumscore 4 antwoord: ${}^{209}_{83}\text{Bi} + n \rightarrow (\text{tussenisotoop}) \rightarrow {}^{210}_{84}\text{Po} + \beta^- (+\gamma)$	
	<ul style="list-style-type: none"> per juist getal 	1
	<ul style="list-style-type: none"> consequent symbool 	1

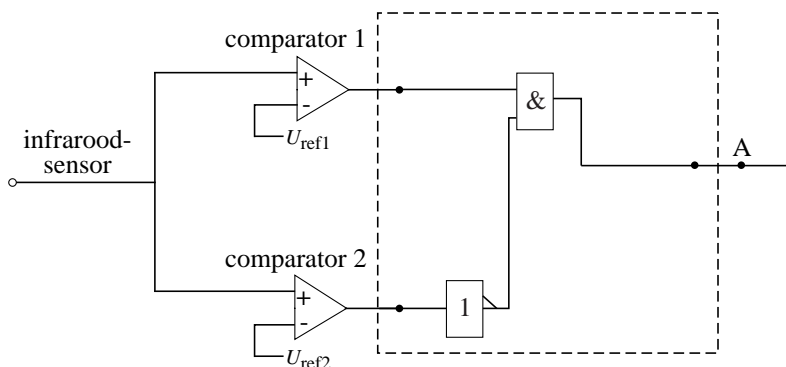
Opgave 5 Automatische handdroger

22	maximumscore 4 voorbeeld van een antwoord: Voor de warmte die per seconde aan de lucht wordt toegevoerd, geldt: $Q = cm\Delta T$, waarin $c = 1,00 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $m = 0,066 \text{ kg}$ en $\Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Hieruit volgt dat $Q = 1,00 \cdot 10^3 \cdot 0,066 \cdot 30 = 2,0 \cdot 10^3 \text{ J/s}$. Het verwarmingselement van 2000 W is dus het meest geschikt (als we aannemen dat vrijwel alle warmte door de lucht wordt opgenomen).	
	<ul style="list-style-type: none"> gebruik van $Q = cm\Delta T$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> opzoeken van c 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $\Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> completeren van de berekening en conclusie 	1

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

23 maximumscore 3

voorbeeld van een schakeling:



$$U_{ref1} = 0,7 \text{ V}$$

$$U_{ref2} = 2,8 \text{ V}$$

- inzicht dat op de uitgang van de comparator met de hoge referentiespanning een inverter moet worden aangesloten 1
- verbinden van de uitgangen van de comparatoren (al of niet via een inverter) met een EN-poort en de uitgang van de EN-poort op A 1
- aflezen van de twee referentiespanningen (elk met een marge van 0,1 V) 1

24 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

A	B	C	D	E
0	1	1	1	0

Twee seconde later is uitgang 2 van de teller hoog en wordt de geheugencel gereset. (Daardoor wordt de uitgang van de geheugencel laag en gaat de handdroger uit.)

- Indien alle drie de signalen juist zijn ingevuld 2
- Indien twee signalen juist zijn ingevuld 1
- Indien één of geen signaal juist is ingevuld 0

- inzicht dat twee seconde later uitgang 2 van de teller hoog wordt 1
- inzicht dat dan de geheugencel wordt gereset 1

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

Opgave 6 Wassteel

25 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Voor het moment van de zwaartekracht geldt: $M_Z = F_Z r_Z$,

waarin de vector \vec{F}_Z 2,8 cm lang is en r_Z , de loodrechte afstand tussen de werklijn van \vec{F}_Z en het draaipunt R, 3,8 cm.

Dus $M_Z = 2,8 \cdot 3,8 = 10,6$ (schaaleenheden).

Voor het moment van de kracht van de linkerhand geldt: $M_L = F_L r_L$,

waarin de vector \vec{F}_L 3,3 cm lang is en $r_L = 3,2$ cm.

Dus $M_L = 3,3 \cdot 3,2 = 10,6$ (schaaleenheden).

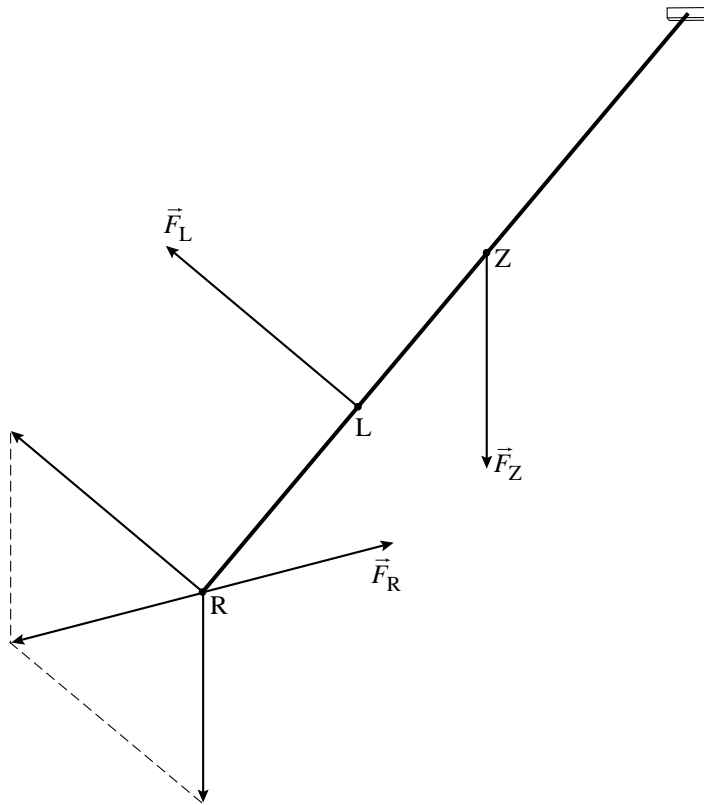
De twee momenten zijn (ongeveer) even groot en tegengesteld gericht, dus de som van de momenten is nul.

- inzicht dat de momenten van \vec{F}_Z en \vec{F}_L even groot moeten zijn 1
- inzicht dat r_Z de loodrechte afstand is tussen de werklijn van \vec{F}_Z en het draaipunt R 1
- opmeten van de armen van de krachten (elk met een marge van 0,2 cm) 1
- opmeten van de lengtes van de vectoren (elk met een marge van 0,2 cm) 1
- completeren van de berekeningen en het antwoord 1

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

26 maximumscore 3

voorbeeld van een constructie:



- inzicht dat \vec{F}_Z en \vec{F}_L verplaatst mogen worden naar punt R 1
- construeren van de resultante van \vec{F}_Z en \vec{F}_L 1
- inzicht dat \vec{F}_R even groot en tegengesteld is aan de resultante van \vec{F}_Z en \vec{F}_L 1