

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

Opgave 1 Sprong op de maan

1 maximumscore 1

uitkomst: 0,43 m (met een marge van 0,03 m)

voorbeeld van een bepaling:

Als Young loskomt van de grond is zijn zwaartepunt op een hoogte van 1,06 m. In het hoogste punt is dat 1,49 m.

Hij springt dus $\Delta h = 1,49 - 1,06 = 0,43$ m hoog.

2 maximumscore 2

uitkomst: 1,44 s (met een marge van 0,01 s)

voorbeeld van een bepaling:

Young is tussen de tijdstippen $t = 1,16$ s en $t = 2,60$ s, dus gedurende $2,60 - 1,16 = 1,44$ s los van de grond.

- inzicht dat Young los is van de grond zo lang als het (v,t) -diagram daalt vanaf het tijdstip $t = 1,16$ s 1
- completeren van de bepaling 1

3 maximumscore 4

voorbeelden van antwoorden:

- De valversnelling g_M op de maan is $1,63 \text{ m s}^{-2}$.
- In het (v,t) -diagram is de valversnelling g_M gelijk aan de helling van de grafiek tussen $t = 1,16$ s en $t = 2,60$ s.

Dus $g_M = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-1,17 - 1,17}{2,60 - 1,16} = (-)1,63 \text{ ms}^{-2}$. (Deze waarde is even groot als die van g_M in de tabel.)

- opzoeken van g_M 1
- inzicht dat g_M gelijk is aan de helling van de grafiek tussen $t = 1,16$ s en $t = 2,60$ s 1
- aflezen van de waarden van v en t 1
- completeren van de bepaling (met een marge van $0,04 \text{ m s}^{-2}$) 1

Opmerking

Als in de vorige vraag de tijd verkeerd of onnauwkeurig is afgelezen en die waarde hier opnieuw is gebruikt: geen aftrek.

Vraag	Antwoord	Scores
4	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $F_{\text{afzet}} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ N}$</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: $F = ma$, waarin $F = F_{\text{afzet}} - F_z$, $m = 120 \text{ kg}$ en $a = 3,3 \text{ ms}^{-2}$.</p> <p>Omdat $F = 120 \cdot 3,3 = 396 \text{ N}$ en $F_z = mg_M = 120 \cdot 1,63 = 196 \text{ N}$, volgt hieruit dat $F_{\text{afzet}} = F + F_z = 396 + 196 = 5,9 \cdot 10^2 \text{ N}$.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $F = ma$ • inzicht dat $F = F_{\text{afzet}} - F_z$ • inzicht dat $F_z = mg_M$ • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
5	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeelden van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Op $t = 1,9 \text{ s}$ is de snelheid $-0,05 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,05 \text{ m s}^{-1}$) zodat $E_k = 0,15 \text{ J}$. In figuur 3 is af te lezen dat op $t = 1,9 \text{ s}$ $E_z = 290 \text{ J}$, zodat $E_{\text{mech}} = 0,15 + 290 = 290 \text{ J}$. – Op $t = 2,5 \text{ s}$ is de snelheid $-1,05 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,05 \text{ m s}^{-1}$) zodat $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 120 \cdot (-1,05)^2 = 66 \text{ J}$. – De zwaarte-energie op $t = 2,5 \text{ s}$ is $E_z = 225 \text{ J}$ (met een marge van 2 J), zodat $E_{\text{mech}} = 66 + 225 = 291 \text{ J}$. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ • aflezen van de snelheid op de beide tijdstippen • bepalen van de zwaarte-energie E_z op de beide tijdstippen • completeren van de bepaling 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
6	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De remarbeid wordt gegeven door $W = F_{\text{rem}}s$. Hierin is F_{rem} de kracht waarmee het lichaam wordt afgeremd en s de remafstand.</p> <p>Wanneer een springer door zijn knieën zakt, wordt de remafstand vergroot en dus de kracht op het lichaam verkleind.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de remafstand s wordt vergroot wanneer de springer door zijn knieën zakt • inzicht dat daardoor de kracht F_{rem} op het lichaam kleiner wordt 	<p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 2 LED

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De drempelspanning van de LED moet tussen 1,57 V en 1,88 V liggen, want tussen die waarden begint de LED stroom te geleiden.

(Dat is dus niet in tegenspraak met de waarde van 1,7 V van de fabrikant.)

- inzicht dat de drempelspanning tussen 1,57 V en 1,88 V moet liggen 1
- inzicht dat tussen die waarden de LED stroom begint te geleiden 1

8 maximumscore 2

antwoord:

- Als de spanning van de spanningsbron lager is dan de drempelspanning, is de stroomsterkte in de schakeling 0 A.
- De spanning over de weerstand is 0 V.
- De spanning over de LED is gelijk aan de spanning van de spanningsbron.

- eerste en tweede zin juist 1
- derde zin juist 1

9 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor het circuit geldt: $U_{\text{bron}} = U_{\text{R}} + U_{\text{LED}}$,

waarin bijvoorbeeld $U_{\text{bron}} = 4,00 \text{ V}$ en $U_{\text{LED}} = 2,40 \text{ V}$.

Dus $U_{\text{R}} = U_{\text{bron}} - U_{\text{LED}} = 4,00 - 2,40 = 1,60 \text{ V}$.

Uit $U_{\text{R}} = IR$, met $I = 0,0523 \text{ A}$, volgt dat $R = \frac{U_{\text{R}}}{I} = \frac{1,60}{0,0523} = 30,6 \Omega$.

Marissa heeft een weerstand van 30Ω gebruikt (want de berekende waarde ligt binnen de marge van 10%).

- inzicht dat $U_{\text{bron}} = U_{\text{R}} + U_{\text{LED}}$ 1
- aflezen van bij elkaar behorende waarden van U_{bron} , U_{LED} en I 1
- gebruik van $U_{\text{R}} = IR$ 1
- completeren van de berekening en conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
10	<p>maximumscore 4 uitkomst: 27% (met een marge van 2%)</p> <p>voorbeeld van een berekening: De LED laat alleen stroom door als de spanning over de LED groter is dan de drempelspanning van 1,7 V. Dat is tussen $t = 0,0023$ s en $t = 0,0076$ s, dus gedurende $0,0076 - 0,0023 = 0,0053$ s. Dat is $\frac{0,0053}{0,020} \cdot 100\% = 27\%$ van de tijd.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de LED alleen stroom doorlaat als de spanning over de LED groter is dan de drempelspanning 1 • aflezen van de bijbehorende tijdstippen 1 • inzicht dat het gevraagde percentage gelijk is aan $\frac{\text{de tijd dat de spanning hoger is dan de drempelspanning}}{\text{de periode van de wisselspanning}} \cdot 100\%$ 1 • completeren van de berekening 1 	

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

Opgave 3 Plutonium voor de Engelse atoombom

11 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De moderator remt de vrijgekomen neutronen af.

12 maximumscore 5

uitkomst: $m = 3,3 \cdot 10^6$ kg

voorbeeld van een berekening:

Voor de massa van het blok grafiet geldt: $m = \rho V$, met $\rho = 2,1 \cdot 10^3$ kg m⁻³.

Als de kanalen niet worden meegerekend is het volume van het blok grafiet:

$15 \cdot 15 \cdot 7,5 = 1,69 \cdot 10^3$ m³. De kanalen nemen 6,0% van dit volume in, dus

$V = 1,69 \cdot 10^3 - 0,060 \cdot 1,69 \cdot 10^3 = 1,59 \cdot 10^3$ m³.

Hieruit volgt dat $m = 2,1 \cdot 10^3 \cdot 1,59 \cdot 10^3 = 3,3 \cdot 10^6$ kg.

- gebruik van $m = \rho V$ 1
- opzoeken van ρ_{grafiet} 1
- toepassen van $V = \ell \times b \times h$ 1
- in rekening brengen van het volume van de kanalen 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 3

uitkomst: 10 neutronen

voorbeeld van een antwoord:

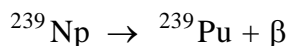
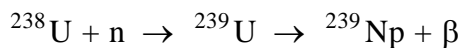
Bij 100 splijtingen komen er $100 \cdot 2,40 = 240$ neutronen vrij. Om de reactie in stand te houden moeten er 140 neutronen worden geabsorbeerd. Het aantal neutronen dat door de regelstaven geabsorbeerd moet worden is dus gelijk aan $140 - 25 - 85 - 20 = 10$.

- inzicht dat er 240 neutronen zijn vrijgekomen 1
- inzicht dat er 140 neutronen geabsorbeerd moeten worden 1
- completeren van de berekening 1

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

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat door het invangen van een neutron ${}^{239}\text{U}$ ontstaat 1
- inzicht dat door het uitzenden van een β -deeltje ${}^{239}\text{Np}$ ontstaat 1
- inzicht dat door het uitzenden van nog een β -deeltje ${}^{239}\text{Pu}$ ontstaat 1

Opmerking

Er hoeft niet expliciet te worden vermeld dat er na uitzending van het eerste β -deeltje ${}^{239}\text{Np}$ ontstaat.

15 maximumscore 5

uitkomst: $t = 30$ (dagen)

voorbeeld van een berekening:

Per honderd splijtingen ontstaan 85 Pu-kernen. Per seconde ontstaan dus $0,85 \cdot 5,8 \cdot 10^{18} = 4,93 \cdot 10^{18}$ Pu-kernen.

De massa van een Pu-atoom is $239 \text{ u} = 239 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3,967 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$.

Per seconde wordt dus $4,93 \cdot 10^{18} \cdot 3,967 \cdot 10^{-25} = 1,956 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ plutonium gevormd. Om 5,0 kg plutonium te produceren moet de reactor

$$t = \frac{5,0}{1,956 \cdot 10^{-6}} = 2,56 \cdot 10^6 \text{ s} = \frac{2,56 \cdot 10^6}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 30 \text{ dagen werken.}$$

- inzicht dat er per s $0,85 \cdot 5,8 \cdot 10^{18}$ Pu-kernen ontstaan 1
- inzicht dat de massa van een Pu-atoom 239 u is 1
- omrekenen van u naar kg 1
- inzicht dat $t = \frac{5,0 \text{ kg}}{\text{de massa Pu die per s wordt geproduceerd}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als bij de vorige vraag een verkeerde Pu-isotoop is geantwoord en het massagetal daarvan hier is gebruikt: geen aftrek.

Vraag	Antwoord	Scores
16	maximumscore 2 uitkomst: $1,8 \cdot 10^8$ (J) <p>voorbeeld van een berekening: Per seconde komt er $5,8 \cdot 10^{18} \cdot 193 = 1,12 \cdot 10^{21}$ MeV vrij. Per seconde moet dus $1,12 \cdot 10^{21} \cdot 10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 1,8 \cdot 10^8$ J warmte worden afgevoerd.</p> <ul style="list-style-type: none"> • omrekenen van MeV naar J • completeren van de berekening 	1 1

Opgave 4 Trillende snaar

17 maximumscore 4
uitkomst: $S = 7,3$ dpt

voorbeeld van een bepaling:

Voor de sterkte van de lens geldt: $S = \frac{1}{f}$, waarin $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$,

met $v = 9,0 \cdot 2,0 \cdot 10^{-2} = 0,180$ m en $b = 9,0 \cdot 6,4 \cdot 10^{-2} = 0,576$ m.

Hieruit volgt dat $S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,180} + \frac{1}{0,576} = 7,3$ dpt.

- gebruik van $S = \frac{1}{f}$ en $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ 1
- opmeten in de figuur van v en b (elk met een marge van 0,1 cm) 1
- toepassen van de factor 9,0 1
- completeren van de bepaling 1

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

18 maximumscore 2

uitkomst: 0,63 cm

voorbeeld van een bepaling:

Voor de vergroting geldt: $N = \left| \frac{b}{v} \right| = \frac{\text{beeldgrootte}}{\text{voorwerp-grootte}},$

waarin $v = 0,180$ m en $b = 0,576$ m.

Hieruit volgt dat punt P trilt met een amplitude van $\frac{0,180}{0,576} \cdot 2,0 = 0,63$ cm.

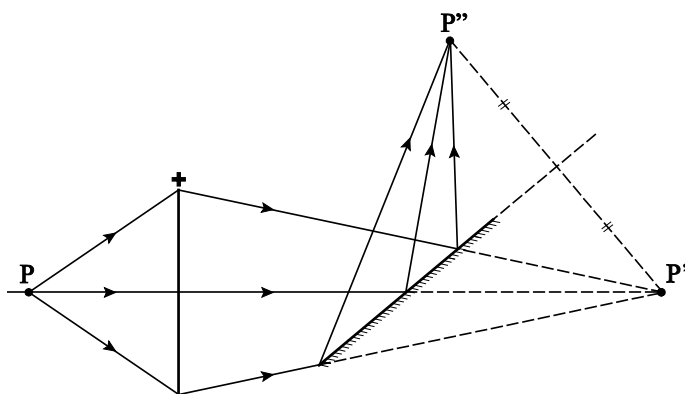
- gebruik van $N = \left| \frac{b}{v} \right| = \frac{\text{beeldgrootte}}{\text{voorwerp-grootte}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als bij de beantwoording van de vorige vraag v en/of b verkeerd of onnauwkeurig zijn bepaald en die waarden hier zijn gebruikt: geen aftrek.

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van het spiegelbeeld van P' 1
- tekenen van de drie lichtstralen naar P'' 1

Opmerking

Als P'' op het scherm niet met behulp van het spiegelbeeld is bepaald maar door gebruik te maken van hoek van inval is hoek van terugkaatsing, is de positie van P'' minder nauwkeurig bepaald. Als in dat geval de positie van P'' een afwijking vertoont van meer dan 1 cm: maximaal 1 scorepunt.

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

20 maximumscore 5

uitkomst: $f_p = 35 \text{ Hz}$

voorbeeld van een bepaling:

Voor de frequentie waarmee punt P trilt geldt: $f_p = \frac{1}{T_p}$.

De omlooptijd van het trommeltje is $T_S = \frac{60}{65} = 0,923 \text{ s}$.

Eén spiegel wordt dus $\frac{1}{8} \cdot 0,923 = 0,115 \text{ s}$ beschenen door de lichtbundel.

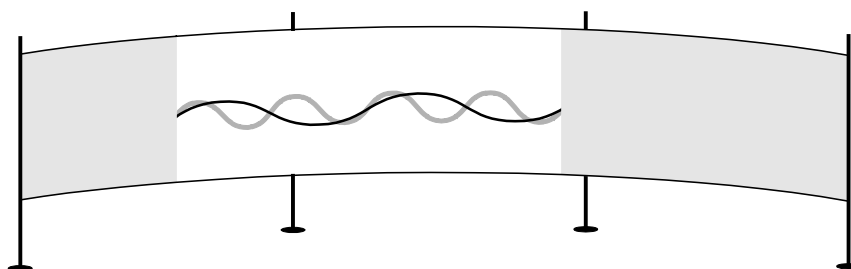
In die tijd voert P vier trillingen uit, dus $T_p = \frac{1}{4} \cdot 0,115 = 0,0288 \text{ s}$.

Hieruit volgt dat $f_p = \frac{1}{0,0288} = 35 \text{ Hz}$.

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- inzicht dat de omlooptijd T_S van het trommeltje gelijk is aan $\frac{60}{65} \text{ s}$ 1
- inzicht dat één spiegel $\frac{1}{8} T_S$ door de lichtbundel wordt beschenen 1
- inzicht dat T_p gelijk is aan $\frac{1}{8} T_S$ gedeeld door het aantal trillingen op het scherm 1
- completeren van de bepaling 1

21 maximumscore 3

antwoord:



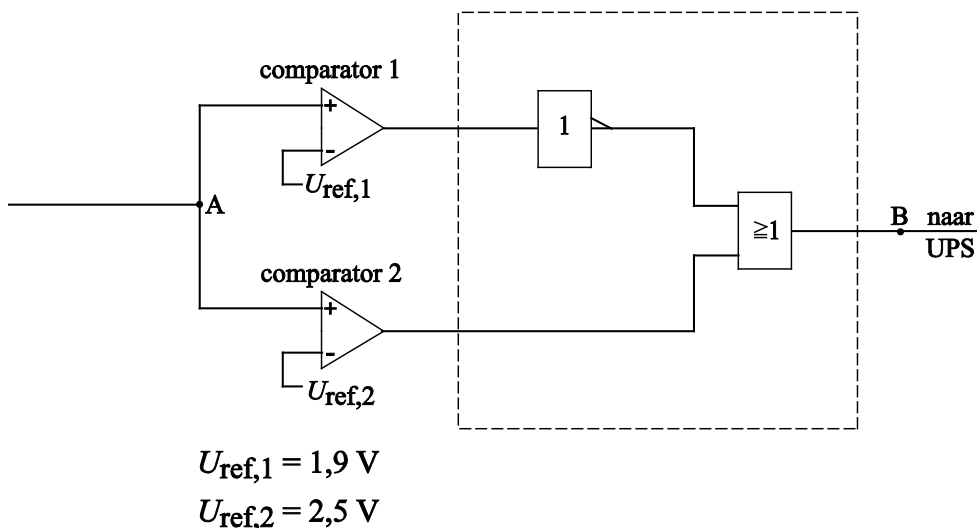
- inzicht dat hetzelfde stuk scherm beschenen wordt 1
- tekenen van een even grote amplitude 1
- tekenen van twee trillingen 1

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

Opgave 5 UPS

22 maximumscore 4

voorbeeld van een schakeling:



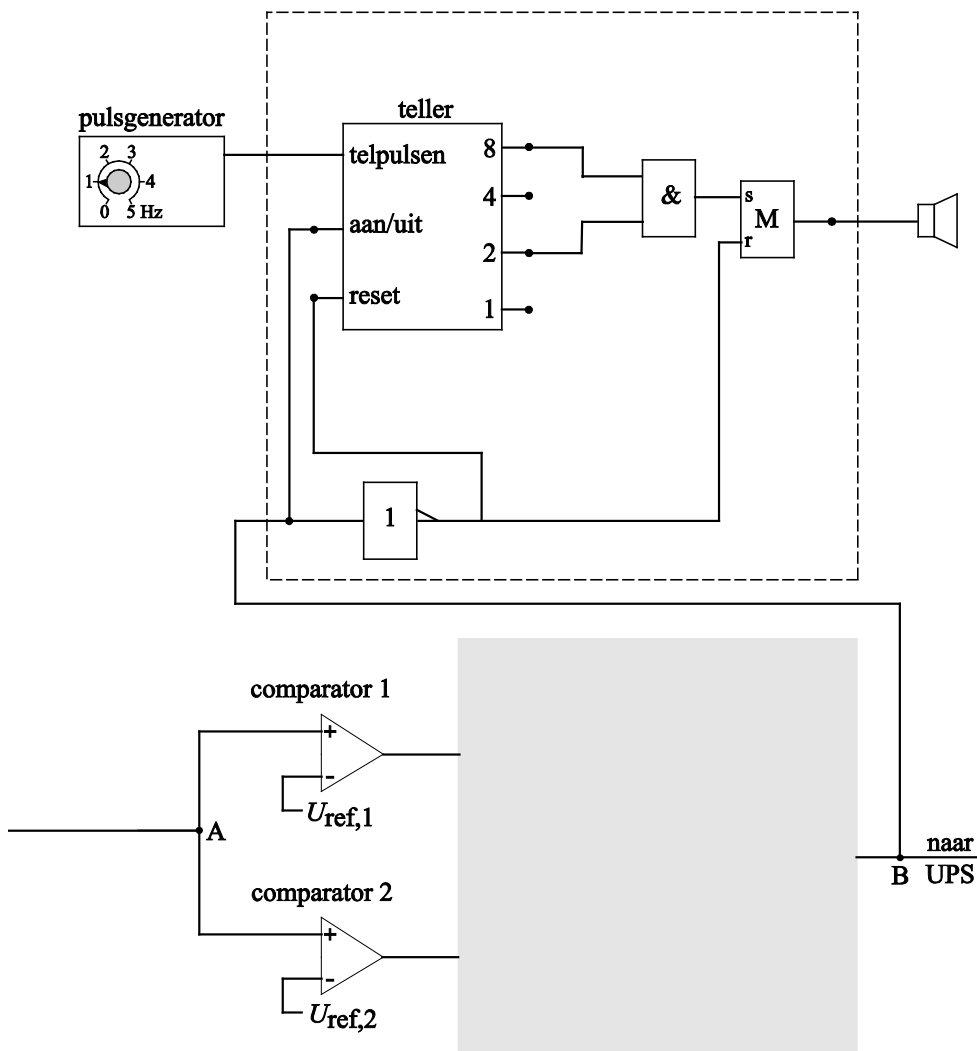
- inzicht dat B met de uitgang van een OF-poort moet worden verbonden 1
- vermelden van de referentiespanningen 1
- inzicht dat achter de comparator met de lage referentiespanning een inverter moet staan 1
- completeren van de schakeling 1

Opmerking

Als de schakeling door extra verwerkers en/of draden niet naar behoren werkt: maximaal 2 scorepunten.

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

23 maximumscore 5
 voorbeeld van een schakeling:



- verbinden van B via een invertor met de reset van de teller (en verbinden van B met de aan/uit van de teller) 1
- verbinden van de zoemer met de uitgang van een geheugencel 1
- verbinden van de uitgangen 2 en 8 met de ingangen van een EN-poort 1
- verbinden van de uitgangen van de teller (via een EN-poort) met de set van de geheugencel 1
- verbinden van de uitgang van de invertor met de reset van de geheugencel 1

Opmerking

Als de schakeling door extra verwerkers en/of draden niet naar behoren werkt: maximaal 3 scorepunten.

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

24 maximumscore 3uitkomst: $t = 6,9$ (minuten)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $E = Pt$, waarin $E = 55 \text{ Wh} = 55 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ J} = 1,98 \cdot 10^5 \text{ J}$ en $P = 480 \text{ W}$. Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{1,98 \cdot 10^5}{480} = 413 \text{ s} = \frac{413}{60} = 6,9$ minuten.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- juiste gebruik van J, W en s; of Wh, W, en h 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking**Als er op het antwoord 10 s in mindering is gebracht: goed rekenen.*