

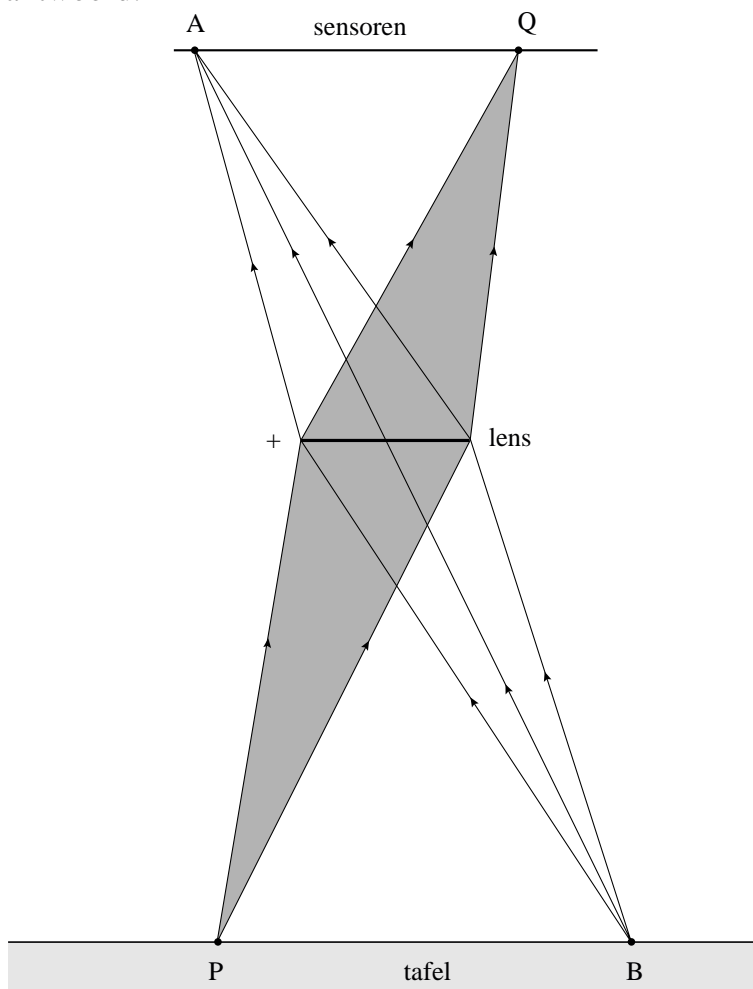
Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Optische muis

1 maximumscore 3

antwoord:



- lijn vanuit A door het midden van de lens om punt B te bepalen 1
- tekenen van de lichtstralen vanuit B naar de randen van de lens 1
- completeren van de tekening 1

Opmerking

Als de letter B ontbreekt: geen aftrek.

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

2 maximumscore 5

uitkomst: $S = 3,7 \cdot 10^2$ dpt (met een marge van 10 dpt)

voorbeeld van een bepaling:

In de figuur op de uitwerkbijlage is de afstand van de lens tot de chip 51,5 mm en de afstand van de lens tot de tafel 66,0 mm.

In deze situatie geldt: $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$, waarin $b = 4,8 \cdot 10^{-3}$ m en

$$v = \frac{66,0}{51,5} \cdot 4,8 = 6,15 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

Hieruit volgt dat $\frac{1}{f} = \frac{1}{6,15 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{4,8 \cdot 10^{-3}} = 3,7 \cdot 10^2 \text{ (m}^{-1}\text{)}$.

Omdat geldt $S = \frac{1}{f}$, is de sterkte van de lens gelijk aan $3,7 \cdot 10^2$ dpt.

- gebruik van $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ 1
- opmeten van v en b in de tekening 1
- berekenen van v 1
- gebruik van $S = \frac{1}{f}$ 1
- completeren van de bepaling 1

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Voor de lineaire vergroting geldt: } N = \frac{b}{v} = \frac{51,5}{66,0} = 0,780 = \frac{1}{1,3}.$$

De details van het tafelooppervlak worden dus inderdaad 1,3 maal zo klein op de chip afgebeeld.

- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ (of inzicht dat $N = \frac{AQ}{BP}$) 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Een oplossing in de trant van "(N =) $\frac{66,0}{51,5} = 1,3$ ": 1 punt.

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

4 maximumscore 3

uitkomst: $\ell = 1,5 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:

De minimale verplaatsing van de muis die geregistreerd kan worden, is

$$\frac{2,54 \cdot 10^{-2}}{400} = 6,35 \cdot 10^{-5} \text{ m. Het beeld op de chip verplaatst zich dan}$$

$$\frac{6,35 \cdot 10^{-5}}{1,3} = 4,88 \cdot 10^{-5} \text{ m. De lengte van één sensor is dus ook } 4,88 \cdot 10^{-5} \text{ m.}$$

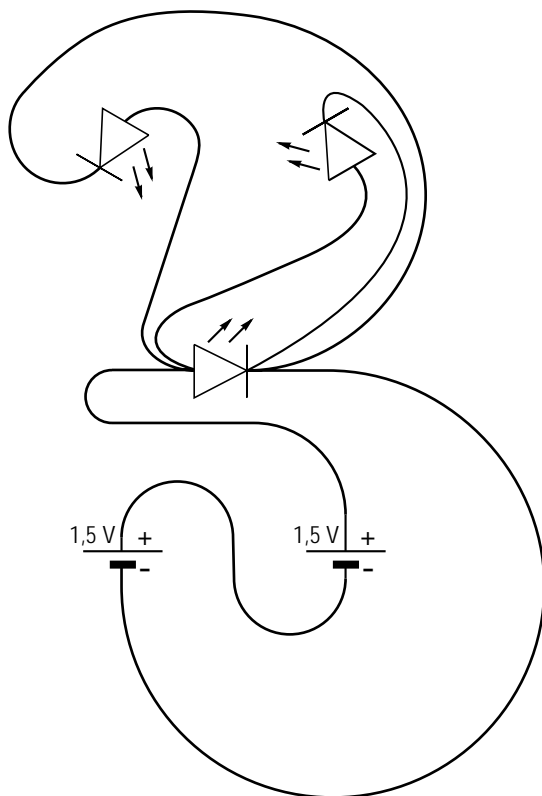
Dus $\ell = 30 \cdot 4,88 \cdot 10^{-5} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ m.

- inzicht dat de minimale verplaatsing van de muis die geregistreerd kan worden gelijk is aan $\frac{2,54 \cdot 10^{-2}}{400}$ m 1
- inzicht dat de lengte van een sensor 1,3 maal zo klein is als de minimale verplaatsing 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 2 Signaallamp

- 5 **maximumscore 4**
voorbeeld van een schakeling:



- de batterijen in serie geschakeld 1
- alle LED's op de juiste manier op de batterijen aangesloten 3

Opmerking
Per fout aangesloten LED 1 punt aftrekken.

- 6 **maximumscore 2**
voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Een Wh is de hoeveelheid energie die een apparaat met een vermogen van 1 W in één uur verbruikt.

Voor de energie geldt: $E = Pt$, waarin $P = 1,0 \text{ W}$ en $t = 3600 \text{ s}$.

Hieruit volgt dat $E = 1,0 \cdot 3600 = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$. Dus $1,0 \text{ Wh} = 3,6 \text{ kJ}$.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $P = 1,0 \text{ W}$ en $t = 3600 \text{ s}$ en completeren van het antwoord 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|----------|---|-------------------------------------|
| | <p>methode 2</p> <p>$1,0 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ en $1,0 \text{ kWh} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Wh}$.</p> <p>Hieruit volgt dat $1,0 \text{ Wh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$.</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> opzoeken dat $1,0 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ inzicht dat $1,0 \text{ kWh} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Wh}$ en completeren van het antwoord | <p>1</p> <p>1</p> |
| 7 | maximumscore 4 | |
| | <p>uitkomst: $t = 1,9 \cdot 10^5 \text{ s}$ (of 53 h)</p> <p>voorbeelden van een berekening:</p> <p>methode 1</p> <p>Voor de tijd dat de LED's branden, geldt: $t = \frac{E}{P}$, waarin</p> <p>$E = 2 \cdot 4,8 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 3,46 \cdot 10^4 \text{ J}$ en $P = 3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,180 \text{ W}$.</p> <p>Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{3,46 \cdot 10^4}{0,180} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ s}$.</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $t = \frac{E}{P}$ berekenen van E in J inzicht dat $P = 0,180 \text{ W}$ completeren van de berekening | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |
| | <p>methode 2</p> <p>Voor de tijd dat de LED's branden, geldt: $t = \frac{E}{P}$, waarin</p> <p>$E = 2 \cdot 4,8 = 9,6 \text{ Wh}$ en $P = 3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,180 \text{ W}$.</p> <p>Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{9,6}{0,180} = 53 \text{ h}$.</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $t = \frac{E}{P}$ berekenen van E in Wh inzicht dat $P = 0,180 \text{ W}$ completeren van de berekening | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |

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

8 maximumscore 3

antwoord:

| tellerstand | rode LED | groene LED | blauwe LED |
|-------------|----------|------------|------------|
| 1 | X | | |
| 2 | | | X |
| 3 | | X | |

per juist kruisje

1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als uitgang 4 hoog wordt, wordt de teller gereset en staat de teller gedurende 1,0 s op 0.

Omdat ook elk lampje 1,0 s aan is, duurt één cyclus 4,0 s.

In 60 s zijn er $\frac{60}{4,0} = 15$ cycli; de rode LED is in die periode dus 15 keer aan

geweest.

- inzicht dat de teller gedurende 1,0 s op 0 staat
- inzicht dat één cyclus 4,0 s duurt
- completeren van het antwoord

1

1

1

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

Opgave 3 Buis van Rubens

10 maximumscore 1

antwoord:

De afstand y komt overeen met één hele golflengte.

11 maximumscore 4

uitkomst: $v = 4,5 \cdot 10^2$ m/s (met een marge van $0,2 \cdot 10^2$ m/s)

voorbeeld van een bepaling:

Voor de voortplantingssnelheid van het geluid geldt: $v = f\lambda$, waarin

$$f = 890 \text{ Hz en } \lambda = \frac{2,8}{11,3} \cdot 2,02 = 0,501 \text{ m.}$$

Hieruit volgt dat $v = 890 \cdot 0,501 = 4,5 \cdot 10^2$ m/s.

- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- opmeten van λ 1
- toepassen van de schaalfactor 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- *Als bij de vorige vraag x is geantwoord en dat hier consequent is toegepast: geen aftrek.*
- *Als uit figuur 1 is geconcludeerd dat $\ell = 4\lambda$: goed rekenen.*

12 maximumscore 4

voorbeeld van antwoorden:

- Als de vlammetjes een tijd branden, stijgt de temperatuur van het gas (waardoor de voortplantingssnelheid van het geluid toeneemt). Daardoor neemt λ toe / verandert λ (omdat de frequentie even groot blijft) en past de golflengte niet meer bij de lengte van de buis / kan er geen resonantie meer optreden.
- Omdat de golflengte door de temperatuurstijging is toegenomen, moet deze weer kleiner worden en dat kan door de frequentie te verhogen.

- inzicht dat de temperatuur van het gas stijgt als de vlammetjes een tijd branden 1
- inzicht dat de golflengte dan niet meer past bij de lengte van de buis 1
- inzicht dat de golflengte weer kleiner moet worden 1
- inzicht dat daarvoor de frequentie verhoogd moet worden 1

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

Opgave 4 Superbus

13 maximumscore 4

uitkomst: $s = 3,9 \cdot 10^3$ m (met een marge van $0,2 \cdot 10^3$ m)

voorbeeld van een bepaling:

De optrekafstand s is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen $t = 0$ en $t = 105$ s.

Het aantal hokjes onder de grafiek is gelijk aan ongeveer 14.

De oppervlakte van één hokje correspondeert met een afstand van

$$20 \cdot \frac{50}{3,6} = 278 \text{ m. Dus } s = 14 \cdot 278 = 3,9 \cdot 10^3 \text{ m.}$$

- inzicht dat de optrekafstand gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek tussen $t = 0$ en $t = 105$ s 1
- bepalen van het aantal hokjes (of een andere schatting van de oppervlakte) 1
- omrekenen van km/h naar m/s (of van s naar h) 1
- completeren van de bepaling 1

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $F_{\text{res}} = ma$,

$$\text{waarin } m = 8,1 \cdot 10^3 \text{ kg en } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{300/3,6}{104} = 0,80 \text{ m/s}^2.$$

Hieruit volgt dat $F_{\text{res}} = 8,1 \cdot 10^3 \cdot 0,80 = 6,5 \cdot 10^3$ N en dat klopt met de grootte van F_{res} in het (F, t) -diagram.

- inzicht dat $F_{\text{res}} = ma$ 1
- bepalen van a (met een marge van $0,05 \text{ m/s}^2$) 1
- completeren van de bepaling van F_{res} 1
- aflezen van F_{res} en consistente conclusie 1

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

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Op het tijdstip $t = 0$ s (of tussen $t = 0$ s en $t = 10$ s) is $F_{w,lucht}$ gelijk aan 0.

Dan geldt: $F_{w,rol} = F_{motor} - F_{res}$.

Uit het (F,t) -diagram blijkt dat $F_{w,rol} = 7,8 - 6,5 = 1,3 \text{ kN} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N}$.

- inzicht dat op het tijdstip $t = 0$ s (of tussen $t = 0$ s en $t = 10$ s) $F_{w,lucht}$ gelijk aan 0 is 1
- inzicht dat dan geldt dat $F_{w,rol} = F_{motor} - F_{res}$ 1
- aflezen van F_{motor} en F_{res} en completeren van het antwoord 1

16 maximumscore 3

uitkomst: $P = 3,3 \cdot 10^5 \text{ W}$

voorbeeld van een bepaling:

Voor het vermogen van de motor geldt: $P = F_{motor} v$,

waarin $F_{motor} = 4,8 \cdot 10^3 \text{ N}$ en $v = \frac{250}{3,6} = 69,4 \text{ m/s}$.

Hieruit volgt dat $P = 4,8 \cdot 10^3 \cdot 69,4 = 3,3 \cdot 10^5 \text{ W}$.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- aflezen van F_{motor} (met een marge van $0,1 \cdot 10^3 \text{ N}$) 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als bij de beantwoording van voorgaande vragen een fout is gemaakt in de omrekening van km/h naar m/s of die omrekening ten onrechte niet is uitgevoerd: die fout niet nogmaals aanrekenen.

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

17 maximumscore 4

uitkomst: $c_w = 0,28$ (met een marge van 0,01)

voorbeeld van een bepaling:

Bij constante snelheid geldt: $F_{\text{motor}} = F_{\text{w,lucht}} + F_{\text{w,rol}}$,

waarin $F_{\text{motor}} = 4,8 \cdot 10^3 \text{ N}$ en $F_{\text{w,rol}} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N}$.

Dus $F_{\text{w,lucht}} = F_{\text{motor}} - F_{\text{w,rol}} = 4,8 \cdot 10^3 - 1,3 \cdot 10^3 = 3,5 \cdot 10^3 \text{ N}$.

Uit de formule voor de luchtweerstand volgt dan dat

$$c_w = \frac{2F_{\text{w,lucht}}}{\rho A v^2} = \frac{2 \cdot 3,5 \cdot 10^3}{1,2 \cdot 2,50 \cdot 1,70 \cdot (69,4)^2} = 0,28.$$

- inzicht dat $F_{\text{w,lucht}} = F_{\text{motor}} - F_{\text{w,rol}}$ 1
- aflezen van v en bijbehorende F_{motor} 1
- inzicht dat $A = 2,50 \cdot 1,70 \text{ m}^2$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als bij de beantwoording van voorgaande vragen een fout is gemaakt in de omrekening van km/h naar m/s of die omrekening ten onrechte niet is uitgevoerd: die fout niet nogmaals aanrekenen.

18 maximumscore 3

uitkomst: De actieradius is gelijk aan $2,9 \cdot 10^2 \text{ km}$.

voorbeeld van een berekening:

In de accu's is $324 \cdot 0,74 = 240 \text{ kWh}$ energie opgeslagen. De actieradius is

gelijk aan $\frac{\text{de energie in de accu's}}{\text{het energieverbruik per km}} = \frac{240}{0,83} = 2,9 \cdot 10^2 \text{ km}$.

- berekenen van de totale hoeveelheid energie in de accu's 1
- inzicht dat de actieradius gelijk is aan $\frac{\text{de energie in de accu's}}{\text{het energieverbruik per km}}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

19 maximumscore 3
uitkomst: $t = 0,88$ h

voorbeeld van een berekening:

Voor de energie van een accu geldt: $E = Pt$, waarin $E = 0,74$ kWh en

$P = UI = 4,2 \cdot 200 = 840$ W = 0,840 kW.

Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{0,74}{0,840} = 0,88$ h.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 5 Hassium-270

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De reactievergelijking is ${}_{96}^{248}\text{Cm} + {}_{12}^{26}\text{Mg} \rightarrow {}_{108}^{270}\text{Hs} + 4{}_0^1\text{n}$

(of ${}^{248}\text{Cm} + {}^{26}\text{Mg} \rightarrow {}^{270}\text{Hs} + 4\text{n}$).

(Er kwamen bij deze kernreactie inderdaad vier neutronen vrij.)

- de juiste symbolen voor curium, magnesium en hassium 1
- Cm en Mg links van de pijl en Hs en de neutronen rechts van de pijl 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk en conclusie 1

21 maximumscore 4

uitkomst: $v = 3,2 \cdot 10^7$ m/s

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie van de magnesiumkernen geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,

waarin $E_k = 136 \text{ MeV} = 136 \cdot 10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 2,18 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ en

$m = 26 \text{ u} = 26 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,32 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

Hieruit volgt dat $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,18 \cdot 10^{-11}}{4,32 \cdot 10^{-26}}} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- omrekenen van u naar kg 1
- completeren van de berekening 1

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

22 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de energie die nodig is voor de toename van de massa bij deze kernreactie geldt: $E = \Delta mc^2$. Hierin is Δm de toename van de massa.

$$\Delta m = (270,075 + 4 \cdot 1,009) - (248,020 + 25,976) = 0,115 \text{ u}$$

$$= 0,115 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,91 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \text{ en } c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

Er is dus $E = 1,91 \cdot 10^{-28} \cdot (3,00 \cdot 10^8)^2 = 1,72 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ nodig en dat is gelijk

$$\text{aan } \frac{1,72 \cdot 10^{-11}}{10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} = 107 \text{ MeV.}$$

De bewegingsenergie van de magnesiumkern is 136 MeV en dat is dus voldoende om de kernreactie te laten plaatsvinden.

- gebruik van $E = mc^2$ 1
- berekenen van Δm in u of in kg 1
- completeren van de berekening en consistente conclusie 1

Opmerkingen

- *Als bij de beantwoording van de vorige vraag een fout is gemaakt in de omrekening van u naar kg en/of J naar MeV (of omgekeerd): die fout niet nogmaals aanrekenen.*
- *Er hoeft niet te worden gelet op het aantal significante cijfers van de uitkomst van de berekening.*
- *Als de berekening correct is uitgevoerd en de conclusie niet expliciet vermeld is: geen aftrek.*

methode 2

De toename van de massa is

$$(270,075 + 4 \cdot 1,009) - (248,020 + 25,976) = 0,115 \text{ u.}$$

Voor deze toename is nodig $0,115 \cdot 931 = 107 \text{ MeV}$.

De bewegingsenergie van de magnesiumkern is 136 MeV en dat is dus voldoende om de kernreactie te laten plaatsvinden.

- berekenen van Δm in u 1
- omrekenen van u naar MeV (of omgekeerd) 1
- completeren van de berekening en consistente conclusie 1

Opmerkingen

- *Er hoeft niet te worden gelet op het aantal significante cijfers van de uitkomst van de berekening.*
- *Als de berekening correct is uitgevoerd en de conclusie niet expliciet vermeld is: geen aftrek.*

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

23 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Een α -deeltje bevat vier nucleonen, waarvan twee protonen, en dat is het aantal nucleonen en protonen dat seaborgium-266 minder heeft dan hassium-270.

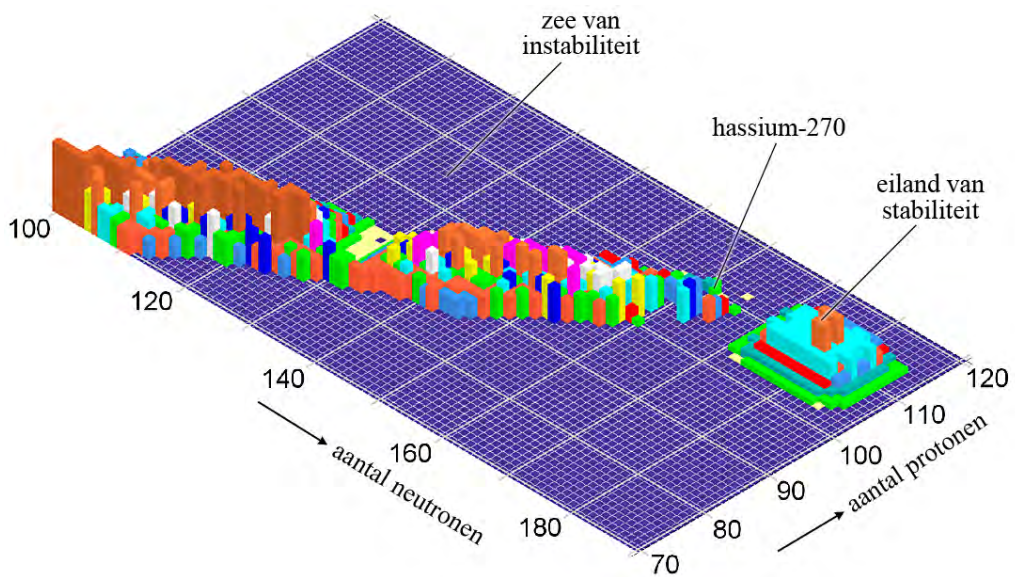
- inzicht dat een α -deeltje vier nucleonen, waarvan twee protonen, bevat 1
- inzicht dat dat het aantal nucleonen en protonen is dat seaborgium-266 minder heeft dan hassium-270 1

Opmerking

Als de vervalvergelijking wordt gegeven: goed rekenen.

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



In de figuur is de positie van hassium-270 aangegeven en daaruit blijkt dat Dvorak en zijn medewerkers het voorspelde eiland nog niet hebben bereikt.

- aangeven (of beschrijven) van de positie van hassium-270 1
- conclusie 1