

## Beoordelingsmodel

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

### Opgave 1 Vijftig meter vlinderslag

#### 1 maximumscore 3

uitkomst:  $t = 23,6$  s

voorbeeld van een berekening:

Joep legt de eerste 15,0 meter af in 6,80 s.

Dus hij moet nog 35,0 meter afleggen. Dit zijn  $\frac{35,0}{2,50} = 14,0$  slagen.

De tijd voor één slag is:  $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,833} = 1,20$  s.

Dus voor de eindtijd geldt:  $t = 6,80 + 14,0 \cdot 1,20 = 23,6$  s.

- inzicht dat 35,0 meter bestaat uit 14,0 hele slagen 1
- gebruik van  $T = \frac{1}{f}$  1
- completeren van de berekening 1

#### 2 maximumscore 4

voorbeeld van een uitleg:

De relatieve toename van de slagfrequentie is:  $\frac{\Delta f}{f} = \frac{0,047}{0,833} = 0,056$ .

De relatieve afname van de slaglengte is:  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{0,10}{2,50} = 0,040$ .

De eerste bewering is dus waar.

De 35,0 meter boven water bevat dan  $\frac{35,0}{2,40} = 14,6$  slagen.

Dus hij komt niet met zijn handen naar voren uit.

Dus is het niet zeker dat Joep een snellere tijd zwemt.

- inzicht dat  $\frac{\Delta f}{f}$  vergeleken moet worden met  $\frac{\Delta l}{l}$  1
- conclusie dat de eerste bewering waar is 1
- inzicht dat bepaald moet worden of Joep een heel aantal slagen maakt 1
- conclusie dat de tweede uitspraak niet waar is 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>3</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:                      De snelheid wordt bepaald door de nettokracht.                      Voor de nettokracht geldt: <math>F_{\text{netto}} = F_{\text{stuw}} - F_{\text{weerstand}}</math>.                      Zolang de nettokracht groter dan nul is, neemt de snelheid toe.                      (Dus de snelheid is pas maximaal als de nettokracht gelijk aan nul wordt.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F_{\text{netto}} = F_{\text{stuw}} - F_{\text{weerstand}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de snelheid toeneemt zolang <math>F_{\text{netto}} &gt; 0</math> <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>4</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>k = 65 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-2}</math> (of <math>\text{kg m}^{-1}</math>) (met een marge van <math>15 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-2}</math>)</p> <p>voorbeeld van een bepaling:                      Er geldt: <math>F_w = kv^2</math>.                      Aflezen uit figuur 2 en 3 levert: <math>F_w = 800 \text{ N}</math> bij <math>v = 3,5 \text{ ms}^{-1}</math>.                      Invullen levert: <math>k = \frac{800}{3,5^2} = 65 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-2}</math> (<math>\text{kg m}^{-1}</math>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aflezen van de waarden van de weerstandskracht en de bijbehorende snelheid <span style="float: right;">1</span></li> <li>• berekenen van <math>k</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• noteren van de eenheid <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>5</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:                      De arbeid kan geschat worden met: <math>W = Fs</math> met <math>s = v_{\text{gem}}t</math>.                      Met behulp van figuur 2 en 3 is een schatting te maken van de snelheid en de voortstuwende kracht. Dit levert: <math>F_{\text{gem}} = 0,7 \cdot 10^3 \text{ N}</math> en <math>v_{\text{gem}} = 2,5 \text{ ms}^{-1}</math>.                      Invullen levert: <math>W = 0,7 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0,9 \text{ kJ}</math>. Dus antwoord c is juist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>W = Fs</math> met <math>s = v_{\text{gem}}t</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• schatten van de gemiddelde waarden in figuur 2 en 3 <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van het antwoord <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

## Opgave 2 Wipwap

### 6 maximumscore 4

uitkomst:  $v = 6,6$  m (met een marge van 0,2 m)

voorbeeld van een bepaling:

De afstand tussen de paarden is op de foto 4,1 cm. Dat is op de chip dus

$$\frac{4,1}{7,5} = 0,547 \text{ cm. Voor de vergroting geldt: } N = \frac{BB'}{VV'} = \frac{0,547}{300} = 1,82 \cdot 10^{-3}.$$

Dus geldt:  $b = 1,82 \cdot 10^{-3} v$ .

Invullen in de lenzenformule geeft:  $\frac{1}{1,82 \cdot 10^{-3} v} + \frac{1}{v} = \frac{1}{0,012}$ .

Hieruit volgt:  $v = 6,6$  m.

- inzicht dat  $N = \frac{BB'}{VV'} = \frac{b}{v}$  1
- in rekening brengen van de factor 7,5 1
- gebruik van  $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  of inzicht dat  $b \approx f$  1
- completeren van de bepaling 1

### 7 maximumscore 3

uitkomst:  $s = 2,3$  m (met een marge van 0,2 m)

voorbeeld van een bepaling:

Op de foto is de afstand tussen de aangeven palen 2,0 cm.

Ter hoogte van de wipwap komt 4,1 cm overeen met een werkelijke afstand

van 3,00 m. Dus 1,0 cm komt overeen met  $\frac{3,00}{4,1} = 0,732$  m.

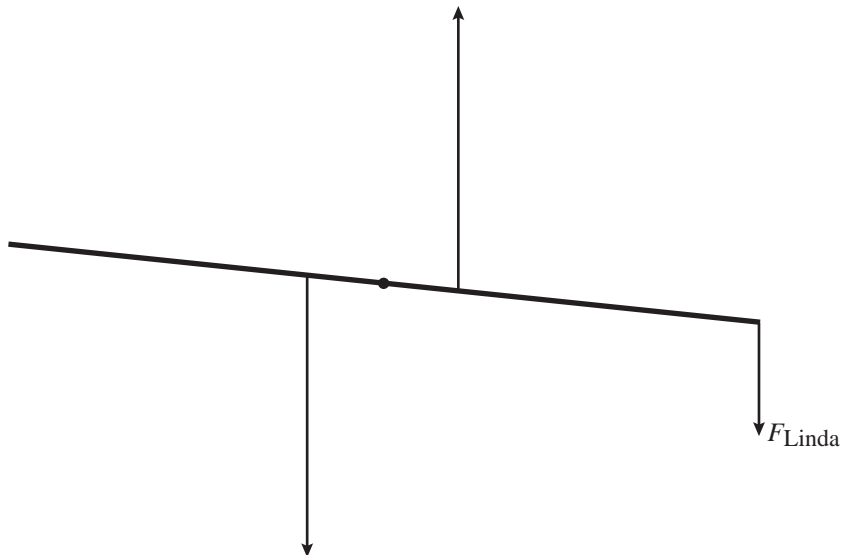
Omdat het hek 1,6 maal zo ver weg staat als de wipwap, geldt op die afstand: 1,0 cm komt overeen met  $1,6 \cdot 0,732 = 1,17$  m.

Dus de afstand tussen twee palen bedraagt  $2,0 \cdot 1,17 = 2,3$  m.

- bepalen van de omrekenfactor ter hoogte van de wipwap 1
- inzicht dat wipwap 1,6 maal meer vergroot is dan het hek 1
- completeren van de bepaling 1

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

8 **maximumscore 4**  
 voorbeeld van een antwoord:



Toelichting:

Er is evenwicht dus de som van de momenten is 0.

Er geldt dus:  $M_{\text{veren}} = M_{\text{Linda}}$ . Invullen levert:  $2F_{\text{veren}} \cdot 0,30 = F_{\text{Linda}} \cdot 1,50$ .

Hieruit volgt:  $F_{\text{veren}} = 2,5F_{\text{Linda}}$ .

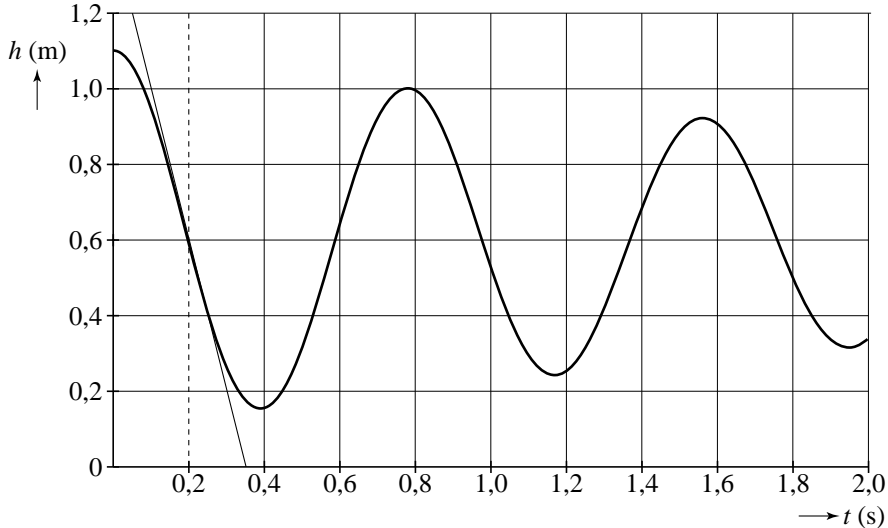
- inzicht dat beide veren een even grote maar tegengesteld gerichte kracht uitoefenen 1
- inzicht in de factor 5 of gebruik van de momentenwet 1
- tekenen van twee vectoren bij de veren met de juiste richting 1
- de lengte van de getekende vectoren ligt tussen 3,5 cm en 4,0 cm 1

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

**9 maximumscore 3**

antwoord:  $v = 3,8 \text{ ms}^{-1}$  (met een marge van  $0,5 \text{ ms}^{-1}$ )

voorbeeld van een bepaling:



De steilheid van de figuur op  $t = 0,2 \text{ s}$  bedraagt  $v = 3,8 \text{ ms}^{-1}$ .

- inzicht dat de snelheid van de kinderen op  $t = 0,2 \text{ s}$  het grootst is 1
- inzicht dat de snelheid gelijk is aan de steilheid van de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

Als de kandidaat de snelheid berekent met  $v = \frac{2\pi A}{T}$  en voor  $A$  de waarde  $0,475 \text{ m}$  invult: goed rekenen.

**10 maximumscore 3**

uitkomst:  $m = 68 \text{ kg}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de trillingstijd van een massaveersysteem geldt:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ .

Hieruit volgt:  $m = \frac{T^2 C}{4\pi^2}$ . Trillingstijd  $T$  is af te lezen uit figuur 3.

Dit levert:  $T = 0,77 \text{ s}$ . Invullen levert:  $m = \frac{0,77^2 \cdot 4,5 \cdot 10^3}{4\pi^2} = 68 \text{ kg}$ .

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$  1
- aflezen van  $T$  (met een marge van  $0,02 \text{ s}$ ) 1
- completeren van de bepaling 1

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

**11 maximumscore 4**

uitkomst:  $\Delta E = 2,0 \cdot 10^2 \text{ J}$

voorbeeld van een bepaling:

Bij de eerste volledige trilling neemt de amplitude af van 50 naar 40 cm.

Voor de veerenergie bij  $u = 50 \text{ cm}$  geldt:  $E_v = \frac{1}{2} \cdot 4,5 \cdot 10^3 \cdot 0,50^2 = 563 \text{ J}$ .

Voor de veerenergie bij  $u = 40 \text{ cm}$  geldt:  $E_v = \frac{1}{2} \cdot 4,5 \cdot 10^3 \cdot 0,40^2 = 360 \text{ J}$ .

Om te blijven bewegen met een amplitude van 50 cm, moeten de meisjes een energie leveren gelijk aan het verschil van deze twee energieën.

Dus  $\Delta E = 563 - 360 = 2,0 \cdot 10^2 \text{ J}$ .

- inzicht dat extra energie gelijk is aan het verschil in de veerenergie 1
- gebruik van  $E_v = \frac{1}{2} Cu^2$  1
- aflezen van de amplitudes (met een marge van 2 cm) 1
- completeren van de bepaling 1

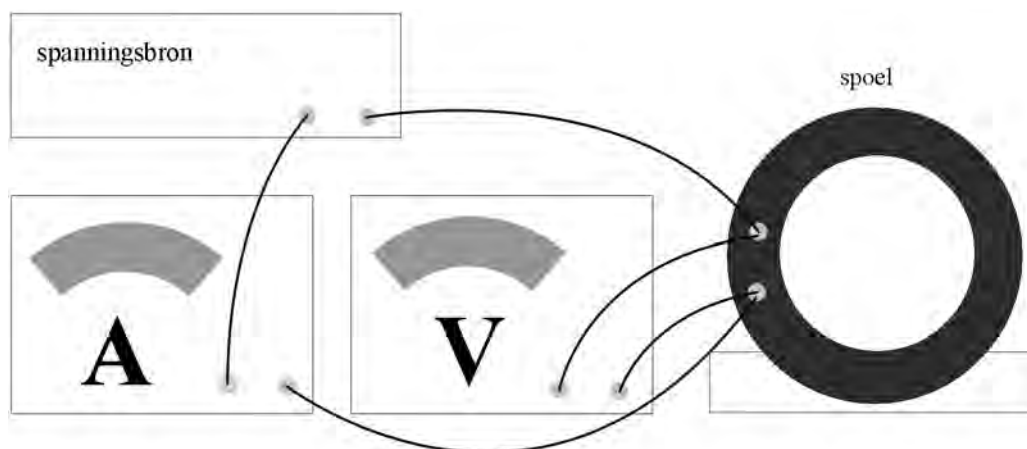
*Opmerking*

*Als de kandidaat de amplitudo na 0,4 s bepaalt en het berekende energieverval vermenigvuldigt met een factor 2: goed rekenen.*

### Opgave 3 Spoel van koperdraad

**12 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- serieschakeling van voeding, spoel en stroommeter 1
- spanningsmeter parallel aan de spoel of aan de voeding 1

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

**13 maximumscore 4**

uitkomst:  $l = 2,5 \cdot 10^2$  m

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand geldt:  $R = \frac{U}{I} = \frac{0,56}{0,23} = 2,43 \Omega$ .

Voor die weerstand geldt:  $R = \rho \frac{l}{A}$ .

Hierin is  $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$  en  $A = \pi r^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3})^2 = 1,77 \cdot 10^{-6} \text{m}^2$ .

Invullen levert:  $l = 2,5 \cdot 10^2$  m.

- gebruik van  $U = IR$  1
- gebruik van  $R = \rho \frac{l}{A}$  met  $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$  1
- gebruik van  $A = \pi r^2$  1
- completeren van de berekening 1

**14 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Voor het magneetveld van een spoel geldt:  $B = \mu_0 \frac{NI}{l}$ .

Omdat  $\mu_0 \frac{N}{l}$  constant is, volgt hieruit dat  $B$  rechtevenredig is met  $I$ .

Dus geeft de grafiek van  $B$  tegen  $I$  een rechte lijn.

- inzicht dat  $B = \mu_0 \frac{NI}{l}$  1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>15</b>	<p><b>maximumscore 4</b> uitkomst: <math>l_d = 253</math> m</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Er geldt: <math>B = \mu_0 \frac{NI}{l}</math>. Uit figuur 2 blijkt dat de helling van de lijn gelijk is aan <math>6,33 \cdot 10^{-3} \text{ T A}^{-1}</math>. Dus geldt: <math>\mu_0 \frac{N}{l} = 6,33 \cdot 10^{-3}</math>.</p> <p>Met <math>\mu_0 = 1,25664 \cdot 10^{-6} \text{ H m}^{-1}</math> en <math>l = 0,20</math> m geeft dit: <math>N = 1007</math>. Dit levert voor de lengte van de draad: <math>l_d = N\pi d = 1007 \cdot \pi \cdot 0,08 = 253</math> m.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de helling van de lijn gelijk is aan <math>\mu_0 \frac{N}{l}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen en omrekenen van de helling <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>l_d = N\pi d</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de bepaling <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>16</b>	<p><b>maximumscore 2</b> voorbeeld van een antwoord: De weerstand van de draad wordt groter. Dit komt doordat de draad warmer wordt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de weerstand van de draad groter wordt <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat dit komt doordat de temperatuur van de draad stijgt <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	



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

### Opgave 4 Satelliet met tether

#### 17 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Bij een cirkelbeweging rond de aarde geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ .

Aangezien  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  en  $F_{\text{g}} = G \frac{mM}{r^2}$  levert dit:  $v^2 = \frac{GM}{r}$ .

Invullen van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  levert:  $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$  en dus  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ .

- inzicht dat  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$  met  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  en met  $F_{\text{g}} = G \frac{mM}{r^2}$  1
- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- completeren van de afleiding 2

#### *Opmerking*

*De 2 scorepunten voor het completeren van de afleiding mogen alleen worden toegekend als de afleiding helemaal goed is. In alle andere gevallen mogen geen punten worden toegekend voor het completeren van de afleiding.*

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

**18 maximumscore 5**

antwoord: het hoogteverlies per omwenteling is 0,026 km

voorbeeld van een bepaling:

De daalsnelheid kan bepaald worden door de raaklijn aan de grafiek op 400 km te tekenen. Dit levert een daling op van 0,41 km per dag.

De omlooptijd is te berekenen met de formule  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ .

Dit levert:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6,378 \cdot 10^6 + 4,00 \cdot 10^5)^3}{6,6726 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}} = 5552 \text{ s} = 92,54 \text{ min.}$$

In één dag maakt de satelliet  $\frac{24 \cdot 60}{92,54} = 15,56$  omwentelingen, dus is het

hoogteverlies per omwenteling  $\frac{0,41}{15,56} = 0,026 \text{ km}$ .

- inzicht dat de daalsnelheid gelijk is aan de helling van de raaklijn op een hoogte van 400 km 1
- bepalen van de helling van de raaklijn op een hoogte van 400 km (met een marge van 0,05 km per dag) 1
- inzicht dat  $r = R_A + h$  1
- opzoeken van  $R_A$ ,  $M$  en  $G$  1
- completeren van de bepaling 1

**19 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$B$  is gericht naar het noorden. Volgens een richtingsregel is  $F_L$  naar achteren gericht (papier in). Dus beweegt de satelliet in oostelijke richting.

- aangeven van de richting van het aardmagnetisch veld 1
- aangeven van de richting van  $F_L$  1
- completeren van het antwoord 1

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

**20 maximumscore 3**

antwoord:  $l = 5,1 \cdot 10^2$  m

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $F_w = F_L$  met  $F_L = BIl$ . Invullen levert:  $4,7 \cdot 10^{-3} = 8,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot l$ .

Dit geeft:  $l = 5,1 \cdot 10^2$  m.

- inzicht dat  $F_w = F_L$  1
- gebruik van  $F_L = BIl$  1
- completeren van de berekening 1

**21 maximumscore 2**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als de satelliet over de magnetische polen van de aarde beweegt, is de stroomsterkte evenwijdig aan de veldlijnen, dus er is geen lorentzkracht.

- inzicht dat de stroom evenwijdig aan de veldlijnen loopt 1
- consequente conclusie 1

methode 2

Als de satelliet een baan maakt over de magnetische polen van de aarde, is boven de evenaar de lorentzkracht gericht loodrecht op de bewegingsrichting. (Dus wordt de satelliet afgebogen en niet versneld.)

- inzicht dat boven de evenaar de lorentzkracht gericht is loodrecht op de bewegingsrichting 1
- consequente conclusie 1

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

## Opgave 5 Radondochters

### 22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als  ${}_{92}^{238}\text{U}$  vervalt naar  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  komen in totaal 16 nucleonen vrij. Dit komt overeen met een geheel aantal (4) alfadeeltjes (en een aantal bètadeeltjes).

Als  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  vervalt naar  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  komen er 10 nucleonen vrij. Dit is niet een geheel aantal alfadeeltjes. Dus ontstaat  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  niet uit  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  maar uit  ${}_{92}^{238}\text{U}$ .

- inzicht dat gekeken moet worden naar het totale aantal nucleonen dat vrijkomt 1
- inzicht dat de vrijkomende nucleonen moeten bestaan uit alfadeeltjes 1
- completeren van het antwoord 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat de vraag toch beantwoordt door de vervalvergelijkingen op te schrijven: geen aftrek.*

### 23 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Er is constante aanvoer. Op een bepaald moment ontstaat er evenwicht, waarbij er evenveel radon-222 vervalt, als dat er bijkomt.

Dit geldt ook voor de radondochters, dus per tijdseenheid vervallen er evenveel als dat er ontstaan. (Dus is de activiteit van de radondochters gelijk aan de activiteit van radon-222.)

- inzicht dat evenveel deeltjes radon-222 vervallen als er ontstaan 1
- inzicht dat dat ook voor de radondochters geldt 1

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

**24 maximumscore 4**

uitkomst:  $D = 2,2 \cdot 10^{-7}$  Gy (of  $\text{J kg}^{-1}$ )

voorbeeld van een berekening:

De energie is de energie die het verval van de twee isotopen met alfaverval levert. Dit zijn: polonium-218 en polonium-214. Het aantal kernen polonium-218 is gegeven. Alle aanwezige kernen vervallen na verloop van tijd tot polonium-214. Dit zijn er  $2,6 \cdot 10^4 + 2,3 \cdot 10^5 + 1,7 \cdot 10^5 = 4,26 \cdot 10^5$  kernen. Invullen levert:

$$D = \frac{E_{\text{str}}}{m} = \frac{2,6 \cdot 10^4 \cdot 5,998 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} + 4,26 \cdot 10^5 \cdot 7,68 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13}}{2,5} = 2,2 \cdot 10^{-7} \text{ Gy.}$$

- inzicht dat alle aanwezige isotopen uiteindelijk vervallen als polonium-214 1
- inzicht dat  $E_{\text{str}} = nE_{\text{deeltje}}$  en opzoeken van  $E_{\text{deeltje}}$  1
- omrekenen van MeV naar J 1
- completeren van de berekening 1