

Opgaven

Opgave: Vluchtijdmassaspectrometer

- a) Time Of Flight Mass Spectrometer
 b) Werk systematisch en begin vooraan.

$$t_{\text{totaal}} = t_{\text{versnellingstraject}} + t_{\text{veldvrije ruimte}}$$

* $t_{\text{versnellingstraject}}$: Het is een eenparig versnelde beweging

Er geldt: 1) $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

2) $v = a \cdot t$

3) $a = \text{constant}$

$$\Rightarrow 1) b = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a: 1) F_r = m \cdot a$$

$$2) F_r = F_e$$

$$* F_e = q \cdot E$$

$$* E = \frac{\Delta V}{\Delta x} = \frac{U_b}{b}$$

$$\Rightarrow F_e = q \cdot \frac{U_b}{b}$$

$$\Rightarrow F_r = q \cdot \frac{U_b}{b}$$

$$\Rightarrow m \cdot a = q \cdot \frac{U_b}{b}$$

$$\Rightarrow a = \frac{q \cdot U_b}{m \cdot b}$$

$$\Rightarrow 1) b = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{q \cdot U_b}{m \cdot b} \right) \cdot t^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a = \frac{q \cdot U_b}{m \cdot b}$$

$$\Rightarrow 1) t = \sqrt{\frac{2m \cdot b^2}{q \cdot U_b}}$$

$$\Rightarrow t_{\text{versnellingstraject}} = \sqrt{\frac{2m \cdot b^2}{q \cdot U_b}}$$

* $t_{\text{veldvrije ruimte}}$: Het is een eenparige beweging

Er geldt: 1) $s = v \cdot t$

2) $v = \text{constant}$

3) $a = 0 \text{ m/s}^2$

\Rightarrow 1) $d = v \cdot t$

2) v : $q \cdot U_b = \Delta E_k$

$$\Rightarrow q \cdot U_b = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U_b}{m}}$$

3) $a = 0 \text{ m/s}^2$

$$\Rightarrow 1) d = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U_b}{m}} \cdot t$$

$$2) v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U_b}{m}}$$

3) $a = 0 \text{ m/s}^2$

$$\Rightarrow 1) t = \frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U_b}{m}}}$$

$$\Rightarrow t_{\text{veldvrije ruimte}} = \frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U_b}{m}}} = \sqrt{\frac{m}{2 \cdot q \cdot U_b}} \cdot d$$

$$\Rightarrow t_{\text{totaal}} = \sqrt{\frac{2m \cdot b^2}{q \cdot U_b}} + \sqrt{\frac{m}{2 \cdot q \cdot U_b}} \cdot d$$

$$\Rightarrow t_{\text{totaal}} = \sqrt{\frac{2m}{q \cdot U_b}} \cdot \left(\sqrt{b^2} + \frac{d}{\sqrt{4}} \right)$$

$$\Rightarrow t_{\text{totaal}} = \sqrt{\frac{2m}{q \cdot U_b}} \cdot \left(b + \frac{d}{2} \right)$$

c) Er geldt:

$$t_{\text{totaal}} = \sqrt{\frac{2m}{q \cdot U_b}} \cdot \left(b + \frac{d}{2}\right)$$

$$\Rightarrow 23,69 \cdot 10^{-6} = \sqrt{\frac{2m}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1450}} \cdot \left(9,00 \cdot 10^{-3} + \frac{2,350}{2}\right)$$

$$\Rightarrow m = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

d) $q \cdot U_b = \Delta E_k$

$$\Rightarrow q \cdot U_b = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U_b}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1450}{4,65 \cdot 10^{-26}}} = 9,996 \cdot 10^4 = 5,00 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$