

- 10 Om een proton tot bijna de lichtsnelheid te versnellen is een spanning nodig van honderden miljoenen volt.
- a Toon dit aan.
- Neem aan dat de spanning  $U_{pQ}$  in figuur 10.17 gelijk is aan 20 kV.
- b Bereken de snelheid van een proton als het in de tiende buis is aangekomen.

10.2 Elektrische energie

**Opgave 10**

a De spanning bereken je met de formule voor de toename van elektrische energie.  
De verandering van de elektrische energie bereken je met de verandering van de kinetische energie.  
De kinetische energie bereken je met de formule voor kinetische energie.

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{eind}}^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{begin}}^2$$
$$m = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (\text{zie BINAS tabel 7B})$$
$$v_{\text{eind}} = c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 7A})$$
$$v_{\text{begin}} = 0 \text{ m s}^{-1}$$

Invullen levert:  $\Delta E_k = \frac{1}{2} \times 1,672 \cdot 10^{-27} \times (2,998 \cdot 10^8)^2 - 0$   
 $\Delta E_k = 7,513 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

$$\Delta E_k = q \cdot U$$
$$q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Invullen levert:  $7,513 \cdot 10^{-11} = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot U$ .  
 $U = 4,69 \cdot 10^8 \text{ V}$ , oftewel 469 miljoen volt

b De snelheid bereken je met de formule voor kinetische energie.  
De verandering in kinetische energie bereken je met de verandering van de elektrische energie.  
De spanning tussen buis 1 en buis 10 bereken je met het aantal oversteken.

Tussen buis 1 en buis 10 zitten 9 oversteken.  
 $U = 9 \times 20 \text{ kV} = 180 \text{ kV}$

$$\Delta E_k = q \cdot U$$
$$q = 1e$$
$$U = 180 \text{ kV} = 180 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Invullen levert:  $\Delta E_k = 1 \times 180 \cdot 10^3 = 1,8 \cdot 10^5 \text{ eV} = 0,18 \text{ MeV}$ .

$$\Delta E_k = 0,18 \text{ MeV} = 0,18 \cdot 10^6 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 2,88 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$
$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{eind}}^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{begin}}^2$$

$\Delta E_k$  is positief omdat de snelheid toeneemt.  
 $m = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (\text{zie BINAS tabel 7B})$   
 $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m s}^{-1}$

Invullen levert:  $2,88 \cdot 10^{-14} = \frac{1}{2} \times 1,672 \cdot 10^{-27} \cdot v_{\text{eind}}^2 - 0$ .  
 $v_{\text{eind}} = 5,87 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$   
Afgerond:  $v_{\text{eind}} = 5,9 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ .