

e Gebruik voor een voorzak.

- 14 In figuur 10.21 zie je een afbeelding van Deep Space. Deep Space is een ruimtesonde met een ionenmotor die werkt op het edelgas xenon. De xenon-atomen worden bestookt met elektronen, waardoor ze een elektron kwijtraken en positief geladen worden. Deze positieve ionen worden versneld in een elektrisch veld door een spanning van 1,28 kV. De versnelde ionen worden uitgestoten en zorgen zo voor de stuwwracht.

De ionenmotor van de 490 kg zware Deep Space levert een stuwwracht van 90 mN. Deep Space heeft 60 kg xenongas aan boord, waarop zijn ionenmotor veertien maanden lang kan werken.

Een xenon-ion wordt (ten opzichte van de ruimtesonde) vanuit rust versneld.

- a Bereken de maximale verandering van de kinetische energie van het xenon-ion in het elektrisch veld.

De elektroden waartussen het homogeen veld heerst, staan op een bepaalde afstand van elkaar. Stel dat ze tweemaal zo dicht bij elkaar worden gebracht zonder de spanning te veranderen.

- b Toon aan dat dan de snelheidstoename dezelfde is maar dat de kracht die de ionen in het elektrisch veld ondervinden tweemaal zo groot is.

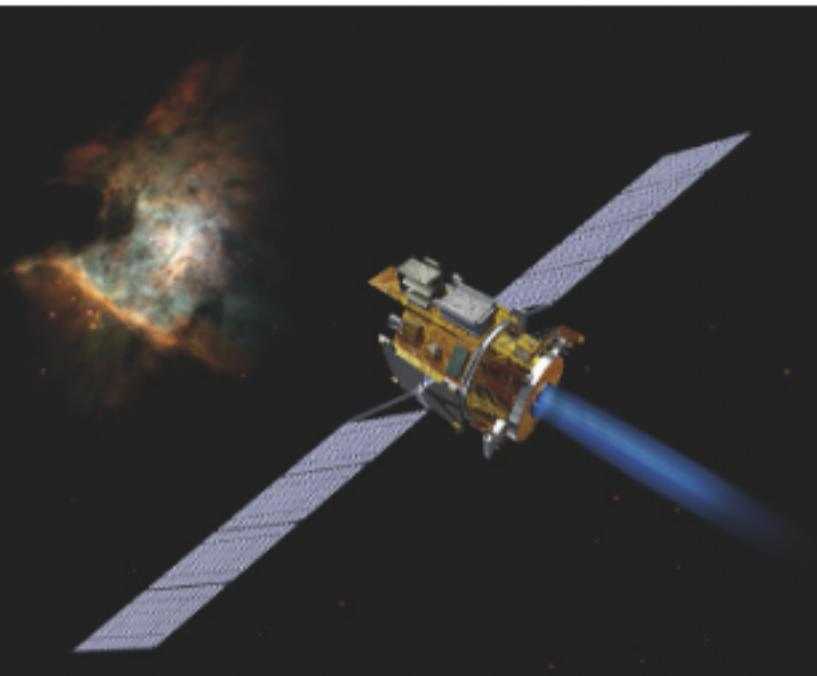
De massa van Deep Space neemt gelijkmatig af.

- c Bereken de totale snelheidstoename van Deep Space na veertien maanden.

Neem daarbij voor de massa van Deep Space zijn massa na 7,0 maanden.

Deep Space heeft aan de buitenkant een apparaat dat elektronen sputt in de stroom ionen die de ionenmotor verlaat.

- d Leg uit waarom dat noodzakelijk is.



Figuur 10.21

Opgave 14

- a De maximale verandering in kinetische energie bereken je met de verandering van elektrische energie.

$$\Delta E_k = q \cdot U$$
$$q = +e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$
$$U = 1,28 \text{ kV} = 1,28 \cdot 10^3 \text{ V}$$
$$\Delta E_k = 1,602 \cdot 10^{-19} \times 1,28 \cdot 10^3 = 2,050 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

Afgerond:  $\Delta E_k = 2,05 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ .

- b De elektrische kracht bereken je met de wet van arbeid en kinetische energie. De totale arbeid volgt uit de arbeid door de elektrische kracht. De verandering in kinetische energie bereken je met de verandering in elektrische energie.

$$\Delta E_k = q \cdot U$$

De verandering in kinetische energie blijft hetzelfde omdat de lading en de spanning niet veranderen.

$$\sum W = \Delta E_k \text{ met } \sum W = W_{el} = F_{el} \cdot s$$

Als de kinetische energie niet verandert, verandert volgens de wet van arbeid en kinetische energie de totale arbeid ook niet. Dus de arbeid door de elektrische kracht blijft hetzelfde.

$$W_{el} = F_{el} \cdot s$$

De afstand  $s$  is gehalveerd. Dus is de elektrische kracht twee keer zo groot.

c De totale snelheidstoename bereken je met de formule voor de versnelling. De versnelling bereken je met de tweede wet van Newton.

$$F_{res} = m \cdot a$$
$$F_{res} = 90 \text{ mN} = 90 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Na 14 maanden is 60 kg verdwenen. De helft ervan is dus 30 kg.

$$m = 490 - 30 = 460 \text{ kg}$$

Invullen levert:  $90 \cdot 10^{-3} = 460 \cdot a$ .

$$a = 1,956 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Aantal seconden in 1 jaar:  $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$  (zie BINAS tabel 5)

$$\Delta t = 14 \text{ maanden} = \frac{14}{12} \times 3,15 \cdot 10^7 = 3,675 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$\text{Invullen levert: } 1,956 \cdot 10^{-4} = \frac{\Delta v}{3,675 \cdot 10^7}$$
$$\Delta v = 7,188 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$$

Afgerond:  $\Delta v = 7,2 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ .

- d Door het uitstoten van positieve ionen wordt Deep Space zelf negatief geladen. Daardoor zou het uitstoten steeds lastiger worden en is de stuwwracht kleiner.