

## Opgave 5 LHC

### 20 maximumscore 3

uitkomst:  $1,5 \cdot 10^2$  keer

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $qU = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ .

Invullen levert:  $1,602 \cdot 10^{-19} \cdot x \cdot 5,0 \cdot 10^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} (1,2 \cdot 10^7)^2$ .

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

- inzicht dat  $qU = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$  1
- opzoeken van  $q$  en  $m$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Het antwoord 151 ook goed rekenen.*

### 21 maximumscore 3

uitkomst: 0,004(%)

voorbeeld van een berekening:

Voor de snelheid van een proton geldt:

$$v = \frac{s}{t} = \pi df = \pi \cdot 8485,8 \cdot 11245 = 2,99780 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}.$$

Het verschil is  $2,99792 \cdot 10^8 - 2,99780 \cdot 10^8 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ .

Dit is  $\frac{1,2 \cdot 10^4}{2,99792 \cdot 10^8} \cdot 100\% = 0,004\%$  van de lichtsnelheid.

- inzicht dat  $v = \pi df$  1
- opzoeken van de lichtsnelheid in minstens 6 significante cijfers 1
- completeren van de berekening 1

### 22 maximumscore 2

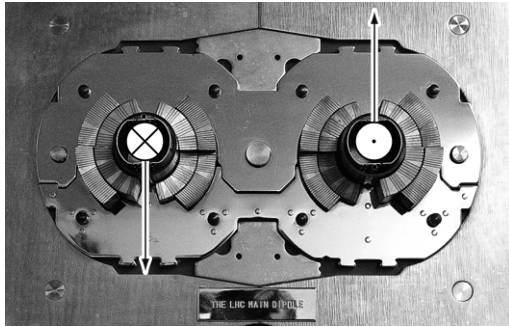
voorbeeld van een uitleg:

Als  $v$  de lichtsnelheid nadert, wordt de massa van een proton heel groot. De benodigde energie om de lichtsnelheid te bereiken is dus oneindig groot.

- inzicht dat bij de lichtsnelheid de kinetische energie van een proton heel groot is 1
- completeren van de uitleg 1

**23 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- één pijl naar boven en één pijl naar beneden
- richting van beide pijlen juist

1

1

**24 maximumscore 4**

uitkomst:  $B = 5,5 \text{ T}$

voorbeeld van een berekening:

$$F_{\text{mpz}} = \frac{E}{r} = \frac{7,0 \cdot 10^{12} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{4242,9} = 2,64 \cdot 10^{-10} \text{ N.}$$

Er geldt:  $F_{\text{mpz}} = Bqv$ .

Invullen levert:  $2,64 \cdot 10^{-10} = B \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 2,998 \cdot 10^8$ .

Dit levert:  $B = 5,5 \text{ T}$ .

- inzicht dat  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{L}}$
- gebruik van  $F_{\text{L}} = Bqv$
- omrekenen van 7,0 TeV naar J
- completeren van de berekening

1

1

1

1

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

**25 maximumscore 4**

uitkomst:  $n = 1,15 \cdot 10^{11}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $I = \frac{Q}{t}$ . Omdat de protonen 11245 maal per seconde een omloop

maken, geldt voor één omwenteling:  $t = \frac{1}{11245}$  s. Dit levert voor de lading

in één omloop:  $Q = It = 0,582 \cdot \frac{1}{11245} = 5,176 \cdot 10^{-5}$  C.

Omdat één proton een lading heeft van  $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C, volgt hieruit

voor het aantal protonen dat rondgaat:  $n = \frac{Q}{q} = \frac{5,176 \cdot 10^{-5}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,231 \cdot 10^{14}$ .

Dat is per groepje:  $\frac{3,231 \cdot 10^{14}}{2808} = 1,15 \cdot 10^{11}$ .

- gebruik van  $I = \frac{Q}{t}$  1
- inzicht dat  $t = \frac{1}{11245}$  s 1
- inzicht dat  $Q = nq$  met  $n =$  het aantal protonen in één buis 1
- completeren van de berekening 1

**26 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Omdat er een (anti)neutrino vrijkomt, is er sprake van zwakke wisselwerking.

- inzicht dat vrijkomen van een (anti)neutrino een gevolg is van zwakke wisselwerking 1
- completeren van de uitleg 1

**27 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:



De wet van behoud van leptongetal geldt.

Het positron heeft leptongetal  $-1$ . Het andere deeltje moet dus leptongetal  $+1$  hebben. Het andere deeltje is dus een neutrino.

- deuterium en positron na de pijl 1
- noemen van de wet van behoud van leptongetal 1
- inzicht dat een positron leptongetal  $-1$  heeft 1
- completeren van het antwoord 1