

## 13 Varattu kappale sähkökentässä Varatun kappaleen liike pitkittäisessä sähkökentässä

Oletus:  $\vec{E} = \text{vakio}$ , jolloin  $\vec{F}_s = q\vec{E} = \text{vakio}$  ja  
 $\vec{a} = \frac{\vec{F}_s}{m} = \text{vakio}$  eli kyseessä on TASAISESTI  
KIIHTYVÄ LIIKE.

Liikkeyhtälöt ovat yksinkertaiset!

**Jos  $a = \text{vakio}$ , niin nopeus  $v = v_0 + at$   
 ja matka  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$  jne**

maalis 28-11:25

### Varatun hiukkasen energia

Kun varattu hiukkanen (varaus =  $q$ ) kiihdytetään  
 levosta jännitteellä  $U$ , hiukkasen liike-energia

$$E_k = W = qU$$

Liike-energialle voidaan silloin määritellä  
 mikromaailmaan sopiva yksikkö

$$[E_k] = [q][U] = 1e \cdot 1V = 1eV \text{ (elektronivoltti)}$$

Koska alkeisvaraus  $e \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{As}$ ,

$$1eV \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{As} \cdot 1V = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{AsV} \\ = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

syysk. 11-8.56

## ESIMERKKI 1

Protonin kiihdytys:

$$E = 1,9\text{V/m} = 1,9\text{N/C}$$

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

$$m = m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

maalis 28-11:40

Protonin kiihtyvyys:

$$a = \frac{F_s}{m} = \frac{qE}{m}$$

$$= \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cancel{\text{C}} \cdot 1,9 \cancel{\text{kgm/s}^2 \cancel{\text{C}}}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cancel{\text{kg}}}$$

$$\approx 0,18 \cdot 10^9 \text{m/s}^2.$$

maalis 28-11:43

Muista, että

- ionien ja elektronien kiihtyvyydet voivat olla valtavan suuria
- nopeuksien tulee olla äärellisiä (valon nopeus  $c_0 = 3,00 \cdot 10^8$  m/s ei saa ylittyä)
- kuljetut matkat ovat pienehköjä (millimetrinä metriin)

huhti 7-12:30

### 13.9 Protonin kiihtyvyys:

$$a = \frac{F_s}{m} = \frac{qE}{m}$$

Loppunopeus

$$v = \underbrace{v_0}_0 + at = at = \frac{qEt}{m}$$

$$= \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1900 \text{ kgm/s}^2 \text{ C} \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$\approx 181937 \text{ m/s} \approx 0,18 \cdot 10^6 \text{ m/s} = 180 \text{ km/s}$$

maalis 28-11:43

## Kuljettu matka

$$s = \cancel{v_0} t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{q E t^2}{2m}$$

$$= \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cancel{C} \cdot 1900 \cancel{\text{kgm/s}^2} \cancel{C} \cdot (1,0 \cdot 10^{-6} \cancel{s})^2}{2 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} \cancel{\text{kg}}}$$

$$\approx 0,091 \text{m} = 91 \text{mm}.$$

huhti 4-13:55

huhti 4-14:03