

**Bijlage VWO**  
**2009**

tijdvak 1

**natuurkunde 1,2 (Project Moderne Natuurkunde)**

Deze bijlage bevat gegevens en formules.

## Gegevens en formules

Tabel 1: Elementaire deeltjes

Fermionen							
Quarks				Leptonen			
Generatie	Deeltje/smaak	Massa (GeV/c <sup>2</sup> )	Lading (e)	Generatie	Deeltje/smaak	Massa (GeV/c <sup>2</sup> )	Lading (e)
1 <sup>e</sup>	u up	0,003	2/3	1 <sup>e</sup>	ν <sub>e</sub> elektronneutrino	<1·10 <sup>-5</sup>	0
	d down	0,006	-1/3		e <sup>-</sup> elektron	0,000511	-1
2 <sup>e</sup>	c charm	1,2	2/3	2 <sup>e</sup>	ν <sub>μ</sub> muonneutrino	<0,0002	0
	s strange	0,1	-1/3		μ <sup>-</sup> muon	0,106	-1
3 <sup>e</sup>	t top	175	2/3	3 <sup>e</sup>	ν <sub>τ</sub> tauonneutrino	<0,02	0
	b bottom	4,2	-1/3		τ <sup>-</sup> tauon	1,784	-1
Bosonen							
Sterke interactie				Elektrozwakke interactie			
	g gluon	0	0		γ foton	0	0
					W <sup>-</sup> Wmin-boson	82	-1
					W <sup>+</sup> Wplus-boson	82	+1
	Gravitatie				Z <sup>0</sup> Z-boson	93	0
	Graviton (hypothetisch)						

Ieder deeltje heeft een antideeltje met dezelfde massa en met tegengestelde lading, baryon- of leptongetal.

Alle genoemde quarks hebben baryongetal 1/3 en leptongetal 0.

Alle genoemde leptonen hebben baryongetal 0 en leptongetal 1.

Tabel 2: Enkele samengestelde deeltjes

deeltje	samenstelling	baryongetal	leptongetal
p <sup>+</sup> proton	uud	1	0
p <sup>-</sup> antiproton	ūū̄d̄	-1	0
n neutron	udd	1	0
n̄ antineutron	ūdd̄	-1	0
π <sup>-</sup> pi-minmeson	ūd	0	0
π <sup>+</sup> pi-plusmeson	ūd̄	0	0
π <sup>0</sup> pi-nulmeson	uū̄ / d̄d̄	0	0
H waterstofatoom	p <sup>+</sup> e <sup>-</sup>	1	1

Tabel 3: Formules

$$E_k = \frac{p^2}{2m}$$

$$E_k = \frac{h^2}{8m} \left( \frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} + \frac{n_z^2}{L_z^2} \right)$$