

# Examen Deeltjesfysica

24 januari 2018

## 1 Theoretisch deel

$\hbar = c = 1$

### 1.1 Kinematics of decay

1. Suppose that  $a$  is in rest and consider the decay

$$a \rightarrow b + c.$$

Determine the size of the outgoing momenta  $|\vec{p}|^2$  if  $m_b = m_c$ . Is there a bound on  $m_b$ .

2. Now consider the decay chain

$$a \rightarrow b \rightarrow c$$

with rates  $\Gamma_a$  and  $\Gamma_b$ . On  $t = 0$ . There are  $N$  particles of  $a$  and 0 of  $b$  and  $c$ . How many particles are there after  $t$  seconds.

3. Albert observes an unstable particle. After five minutes it hasn't decayed yet. Is the probability that it will decay in the next five minutes bigger, smaller or equal to the probability of decay in the first five minutes.

### 1.2 Completeness relations and Casimirs trick

1. Prove the completeness relation

$$\sum_s v^{(s)} v^{(s)\dagger} = \gamma^\mu p_\mu - m.$$

2. Derive Casimirs trick for

$$\sum_{spins} (\bar{u}(a)\Gamma_1 v(b))(u(\bar{a})\Gamma_2 v(b))^*.$$

## 2 Fenomenologisch deel

1. (a) Er was een figuur van een mesonooctet gegeven. Deze moest je bespreken. Hoe komt men hieraan, wat is de betekenis ervan, wat leert dit ons en welke implicaties had dit voor de deeltjesfysica?  
(b) Voeg een isospin as toe aan deze figuur en leg het begrip isospin uit.
2. Voor de volgende vragen werd er een bondig maar volledig antwoord gevraagd.
  - (a) Er was een grafiek van de SuperKamiokande resultaten gegeven, wat leert dit over de eigenschappen van het elektron- en muonneutrino en waarom?
  - (b) Wat is een stralingscorrectie, geef een voorbeeld en wat is het gevolg hiervan?
  - (c) Wat was het eigenaardige gedrag van vreemde deeltjes? Wat was de oorzaak ervan en hoe relateert dit aan de behoudswetten?

- (d) Vergelijk de belangrijkste eigenschappen van de elektromagnetische en de sterke interactie.
3. (a) Teken de Feynmangrafen die horen bij de volgende zwakke interactie processen.
- i.  $\Omega^- \rightarrow \Lambda^0 + K^-$
  - ii.  $K^+ \rightarrow 2\pi^+ + \pi^- + \gamma$
  - iii.  $\mu^- \rightarrow 2e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu + e^+$
  - iv.  $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^- + e^+ + \nu_e$
  - v.  $B^0 \rightarrow D^- + K^0 + \pi^+$
- (b) Geef aan of het om een leptonisch, semi-leptonisch of hadronisch proces gaat en of het geladen of neutrale stroom betreft.