

Herentamen Inleiding NExT: theoretische natuurkunde

Dinsdag 9 april 2013. Vermeld op **elk vel papier** je naam en studentnummer! Met elke vraag hieronder kan maximaal 1 punt worden verdiend, dus in totaal 3 punten voor theoretische natuurkunde.

In de aanwezigheid van een zwart gat wordt de ruimte-tijd beschreven door de Schwarzschild metriek:

$$d\tau^2 = \left(1 - \frac{2M}{r}\right) dt^2 - \frac{1}{\left(1 - \frac{2M}{r}\right)} dr^2, \quad (1)$$

waarvan we alleen de tijds- en straalcomponenten hebben gegeven. Neem een zwart gat met een massa die vergelijkbaar is met die van de zon, $M = 1.5$ km. Een ruimtestation bevindt zich op $r = 6$ km van het zwarte gat. Onder de bemanning is een tweeling, Alice en Bob.

- Alice wil de kromming van de ruimte-tijd nog verder onderzoeken en daalt af tot een afstand van $r = 4$ km, waar ze enige tijd doorbrengt. Is ze, na terugkomst op het ruimtestation, ouder dan / even oud als / jonger dan Bob (die op het ruimtestation is gebleven)? Verklaar je antwoord (kwalitatief).
- Alice keert pas terug naar het ruimtestation nadat ze precies een jaar ouder is geworden. Hoe groot is het leeftijdsverschil tussen de tweeling? In de berekening mag je de reistijd tussen $r = 6$ en $r = 4$ km verwaarlozen.
- Alice wil het leeftijdsverschil met Bob weer ongedaan maken en vervolgt daarom haar reis door een bepaalde tijd buiten het zwaartekrachtsveld van het zwarte gat door te brengen (dus effectief op r oneindig groot). Hoe lang moet ze hier zijn om, bij terugkeer in het ruimtestation, weer precies even oud te zijn als Bob? Je mag wederom de reistijd tussen verschillende r -afstanden verwaarlozen.

Tentamen Inleiding NExT: Deeltjesfysica

Dinsdag 9 april 2012. Vermeld op elk vel papier je naam en studentnummer!

Er zijn 3 punten totaal voor elke van de vragen over deeltjesfysica.

- 1) Een vrij neutron (n) vervalt middels β -verval in een proton en een neutrino.
 - a) Wat is de energie die bij het neutron verval vrijkomt? Waar gaat deze energie naartoe? (1/2 p)
 - b) Het element waterstof heeft 3 isotopen, die bekend zijn als waterstof (H), deuterium (D) en tritium (T). De isotopen H en D zijn stabiel, T heeft β -verval. Waarom is deuterium stabiel en tritium niet? (1/2 p)

[massa neutron $m_n = 939.565\ 379\ \text{MeV}/c^2$, massa proton $m_p = 938.272\ 046\ \text{MeV}/c^2$, massa elektron $m_e = 511\ \text{keV}/c^2$, massa deutron $m_d = 1875.612\ 859\ \text{MeV}/c^2$, massa triton $m_t = 2808.921\ 005\ \text{MeV}/c^2$, massa neutrino $m_{\nu_e} \cong 0$]

- 2) Met deeltjesversnellers kunnen onder bepaalde omstandigheden nieuwe deeltjes worden gemaakt.
 - a) Is het mogelijk twee protonen op elkaar te schieten met 10 GeV kinetische energie voor elke deeltje en er ontstaan twee elektronen? Als ja, wat is dan de kinetische energie van de elektronen? (1/4 p)
 - b) Kunnen ook een elektron (e^-) en een muon (μ^-) ontstaan? Waarom wel of waarom helemaal niet? (1/4 p)
 - c) Bij de deeltjesversneller LHC op CERN wordt het *Higgs deeltje* gezocht? Het lijkt dat de zoektocht succesvol was. Waarom is dat zo spannend in de (deeltjes)fysica? (1/2 p)
- 3) Een gewone ster bestaat voornamelijk uit waterstof (^1H). In een ster *verbrandt* deze waterstof. Bij kernreacties ontstaat erbij helium (^4He).
 - a) Welke van de bekende fundamentele krachten spelen erbij een rol? Geef een voorbeeld van een (deel)reactie die bij sterren een rol speelt. (1/2 p)
Zwaardere elementen in het heelal ontstaan in andere reacties
 - b) Hoe ontstaan de elementen die *lichter* zijn als ^{56}Fe , en hoe ontstaan de elementen die zwaarder zijn dan ^{56}Fe ? Was is zo speciaal met ^{56}Fe ? (1/2 p)

Tentamen Inleiding NExT: Nanofysica

Dinsdag 9 april 2013. Vermeld op elk vel papier je naam en studentnummer!

Het wordt verwacht dat met max. 3 zinnen geantwoord wordt op elke vraag (ook tekeningen of grafieken kunnen gebruikt worden). Elke vraag levert maximaal ½ punt, dus 3 punten totaal voor nanofysica.

- 1) Is het makkelijk een nanobot door ons lichaam te sturen?
- 2) a) Wat is hybridisatie? b) Welke welke hybridisaties kent koolstof?
- 3) Waarom zijn waterstofbruggen zo bijzonder? Geef twee voorbeelden waar de structuur door waterstofbruggen bepaald wordt.
- 4) a) Hoe worden halfgeleider kwantumputten (Engels Quantum wells) gemaakt en wat zijn hun optische eigenschappen? Maak een schets van de bandenstructuur om dit uit te leggen.
- 5) Beschrijf een microscoop waarmee atomen en moleculen op het oppervlak kunnen worden gezien (en bewogen).
- 6) a) Wat zijn de voorwaarden vanuit de thermodynamica voor zelf-assemblage?
b) Waarom zijn zelf-geassembleerde biologische structuren robuust en repareren zichzelf (self-healing)?

