

Gravitatie en kosmologie

maandag 3 september 2012

OPGAVEN WEEK 1

Naam: _____

Opgave 1: Hoe groot is de vrije-val versnelling voor een object ter hoogte van de baan van de International Space Station (400 km boven het aardoppervlak)?

Een projectiel wordt verticaal omhoog geschoten van het aardoppervlak met een snelheid van $v_i = 8$ km/s. Wat is de maximale hoogte die het bereikt (verwaarloos luchtweerstand)?

Vervolgens wordt een projectiel verticaal omhoog geschoten van het aardoppervlak met een beginsnelheid van $v_i = 15$ km/s. Wat is de snelheid van het projectiel, ver verwijderd van de aarde (verwaarloos luchtweerstand)?

Opgave 2: Een planeet met een holle kern bestaat uit een uniforme dikke bolvormige schil met massa M , buitenstraal R en binnenstraal $R/2$.

- (a) Hoeveel massa (percentage) is dichterbij dan $\frac{3}{4}R$ van het middelpunt van de planeet?
- (b) Hoe groot is het gravitatieveld op afstand $\frac{1}{4}R$ van het middelpunt?
- (c) Hoe groot is het gravitatieveld op afstand $\frac{3}{4}R$ van het middelpunt?

Opgave 3: In het boek ‘*Een reis naar de maan*’ van Jules Verne, worden astronauten gelanceerd door een gigantisch kanon van de aarde naar de maan.

- (a) We schatten dat de snelheid die nodig is om de maan te bereiken gelijk is aan de ontsnappingsnelheid van de aarde, en schatten de lengte van het kanon als 900 voet (ongeveer 300 m, zoals vermeld in het boek). Wat is de kans dat de astronauten de ‘lancering’ overleven?
- (b) In het boek, voelen de astronauten in hun ruimteschip de effecten van de gravitatie van de aarde totdat het ruimteschip het evenwichtspunt bereikt waar de gravitationele werking van de maan gelijk is aan die van de aarde. Op dit punt keert alles om en wat het plafond van het ruimteschip was, wordt nu de vloer. Hoe ver van de aarde ligt dit evenwichtspunt?
- (c) Is deze beschrijving van wat de astronauten ervaren redelijk? Is dit wat er echt gebeurd is voor de Apollo astronauten tijdens hun bezoek aan de maan?

Opgave 4: Bewijs dat de Euler-Lagrangevergelijkingen gelden voor elke keuze van coördinaten, dus ook voor niet-inertiaal systemen (in tegenstelling tot de wetten van Newton).

Maak zoveel mogelijk opgaven. De correct gemaakte opgaven worden als credit bij het tentamen gebruikt (maximum 20%).