

Modelleren op maat

Een praktische opdracht om bewegingen in de context van het heelal te modelleren.

Subdomein C3. Gravitatie (Syllabus)

De kandidaat kan ten minste in de context van het heelal bewegingen analyseren en verklaren aan de hand van de gravitatiewisselwerking.

De kandidaat kan:

1. cirkelbewegingen met constante baansnelheid analyseren,
 - berekeningen maken aan de middelpuntzoekende kracht alleen in situaties waarin slechts één kracht de rol van middelpuntzoekende kracht heeft;
 - vakbegrippen: omlooptijd, baanstraal, baansnelheid;

2. bewegingen van voorwerpen in een gravitatieveld analyseren met behulp van de gravitatiekracht en de gravitatie-energie,

- aan de hand van een numeriek model de bewegingen van planeten, kometen en andere hemellichamen analyseren;
- het verband toepassen tussen ontsnappingsnelheid en de massa en straal van een hemellichaam;
- uitleggen hoe de valversnelling aan het planeetoppervlak afhangt van de massa en de straal van de planeet;
- vakbegrippen: gravitatiewisselwerking, ellipsbaan, geostationaire baan;
- minimaal in de contexten: maan, planeet, satelliet.

De opdracht:

1. Het model beschrijft de beweging van een bestaand hemellichaam als een maan, planeet, (kandidaat) dwergplaneet, komeet, planetoïde of ster.
2. De beweging betreft de omloopbaan van dit hemellichaam om zijn planeet, de zon, of zijn (andere) ster.
3. De omloopbaan van het besproken standaardvoorbeeld “maan om de aarde” valt buiten de keuze!
4. De te gebruiken gegevens (massa's, afstanden) moeten reëel zijn, dus opgezocht in BINAS of de (Engelse) Wikipedia.

En verder... hoe het er uit moet zien!

5. De baan moet in een (x,y)-diagram in beeld worden gebracht.

6. Aan het model moet de variabele: $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r} = \frac{m(v_x^2 + v_y^2)}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ worden toegevoegd.

7. Er moet een grafiek van de gravitatiekracht F_g en de middelpuntzoekende kracht F_{mpz} (beide op de y-as) worden gemaakt.

8. Controleer of de omlooptijd overeenkomt met wat je in BINAS of Wikipedia vindt.

9. Controleer de wet van Kepler: $\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ door de linker- en de rechterkant apart uit te rekenen en te vergelijken. Cirkel: $r = a$.

Hoe komen we verder??

- Ellipsbaan (komeet, dwergplaneet). Gebruik voor de startsnellheid:

$$v_p = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r_p} - \frac{1}{a} \right)}$$

waarin de halflange as: a (semi-major axis) gelijk is

aan het gemiddelde van de kleinste en de grootste afstand tot de zon.

- Een dubbelster: nu bewegen beide lichamen om een gemeenschappelijk zwaartepunt. De formules voor de wet van Kepler en de startsnellheid worden hierdoor ietsje anders, vraag dit aan je docent!
- Grafieken van de energieën E_k , E_g en E_t weergeven.