

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

Opgave 1

Voor de gravitatiekracht geldt: $F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = \frac{k_1}{r^2}$ met $k_1 = G \cdot m_1 \cdot m_2$

Voor de elektrische kracht geldt: $F_e = f \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{k_2}{r^2}$ met $k_2 = f \cdot q_1 \cdot q_2$

We gaan nu de baan van een elektron rond een atoomkern vergelijken met de baan van de maan om de aarde. In beide gevallen geldt een formule van de vorm:

$$F = \frac{k}{r^2}$$

Waarbij F dan de kracht is die het elektron of de maan in zijn cirkelbaan houdt. Voor de impuls van het elektron of de maan in zijn cirkelbaan geldt:

$$p = \sqrt{\frac{k \cdot m}{r}}$$

a) **Leid** deze formule af.

De gemiddelde afstand tussen een elektron en een waterstofkern is gelijk aan de bohrstraal, $5,29 \cdot 10^{-11}$ m. De gemiddelde afstand tussen aarde en maan is $3,84 \cdot 10^8$ m.

b) **Bereken** de de Broglie voor het elektron.

c) **Bereken** de de Broglie golflengte voor de maan.

Het hoofdkwantumgetal n is de verhouding tussen de golflengte en de omtrek van de cirkelbaan.

d) **Toon** door **berekening aan** dat het elektron zich in de grondtoestand ($n = 1$) bevindt en de maan zich in een zeer hoge aangeslagen toestand bevindt.

Voor de energieniveaus van de beide systemen geldt:

$$E_n = -\frac{E_\infty}{n^2}$$

Voor het waterstofatoom geldt $E_\infty = 13,6$ eV en voor het aarde-maan systeem geldt $E_\infty = 5,66 \cdot 10^{165}$ J.

e) **Leg uit** dat de maan ondanks zijn grote waarde voor E_∞ vrijwel elke energiehoeveelheid kan opnemen of afstaan.

Opgave 2

In de kristallografie gebruikt men behalve röntgenstraling ook versnelde elektronen. De lens zit in een ondoorzichtige lenshouder. De diameter van de lens is 2,0 cm.

Bereken de versnelspanning die nodig is om elektronen met een golflengte van $1,3 \cdot 10^{-11}$ m te krijgen.

Opgave 3

Metalen hebben vrije elektronen. Dat zijn elektronen die niet gebonden zijn aan een individueel atoom maar vrij van atoom naar atoom kunnen bewegen. De snelheid waarmee elektronen bij kamertemperatuur bewegen bedraagt zo'n 10^3 m/s.

Leg met behulp van een **berekening uit** dat er in een metalen staafje met een lengte van 5,0 cm en een diameter van 8,0 mm geen waarneembare kwantummechanische verschijnselen optreden.

