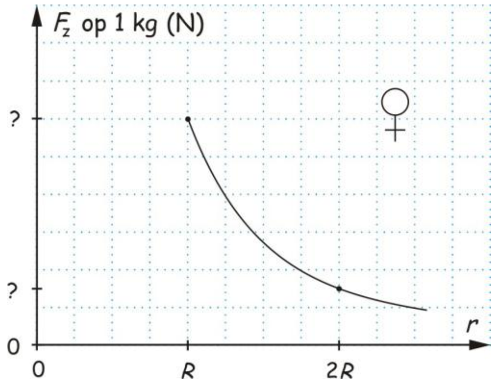
1 Venus

Een kunstmaan van 120 kg cirkelt in een baan met straal *r* om Venus.

a Leidt voor zijn snelheid af: $v_c = \sqrt{gr}$.



b^1 Neem de grafiek ongeveer over en zet getallen bij de vraagtekens.

b^2 Arceer het gebied dat de verandering van potentiële energie per kg voorstelt als de kunstmaan afzakt van 2*R* naar *R*.

b^3 Leg uit of het verschil maakt hóe dat afzakken gebeurt.

c Bereken de winst aan kinetische energie.

2 Charon

In 1978 werd ontdekt dat Pluto een maan heeft: Charon (T = 6,4 d; $r = 2{,}0{\cdot}10^7$ m). Toen kon de massa van Pluto bepaald worden.

a^1 Bereken de snelheid van Charon.

a^2 Bereken de massa van Pluto. Gebruik de derde wet van Kepler:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} .$$

b Bereken of de ontsnappingssnelheid in *Binas* klopt met de andere gegevens over Pluto.

c Hoe kun je in *Binas* zien dat Plutobewoners de achterkant van Charon niet kennen?

3 Geladen

Een proton nadert vanuit de verte een aluminiumkern(+13*e*) met $7{,}8{\cdot}10^6$ m/s en keert op een afstand *d* van de kern om.

a Teken de situatie, inclusief een paar veldlijnen rond de kern.

b^1 Leg uit dat voor de elektrische (potentiële) energie van een lading *q* op een afstand *r* van een lading *Q* moet gelden:

$$E_{el} = f\,\frac{Qq}{r}$$

b^2 Toon aan: $d = 5{,}9{\cdot}10^{-14}$ m.

\- Bereken op die plaats:

c^1 de coulombkracht op het proton;

c^2 de elektrische veldsterkte van het kernveld;

De antwoorden staan op de volgende pagina’s.

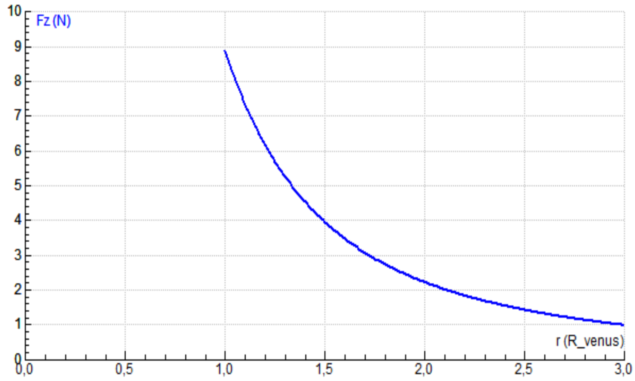
De antwoorden van de toets

1 Venus

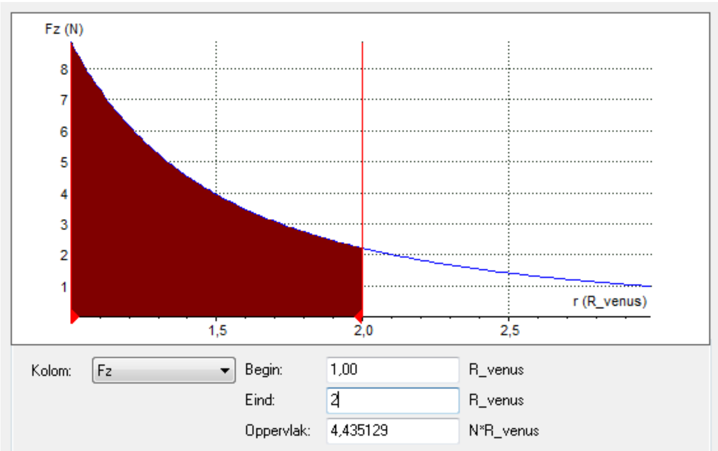
a $F_z = F_c \Rightarrow mg = \dfrac{m{v_c}^2}{r} \Rightarrow v_c = \sqrt{gr}$

b[1] Voor het bovenste vraagteken geldt: $F_z = 1.g_{Venus} = 8{,}87$ N.

Bij het onderste vraagteken is r 2× zo groot dus F_z is daar 4× zo klein ⇒ 2,22 N.



b[2]



Deze afname van E_p per kg is gelijk aan de toename van E_k.

b[3] Het maakt niet uit. Alleen het hoogteverschil telt.

c Voor de kunstmaan van 120 kg wordt de waarde van het oppervlak:

$120 \cdot 4{,}44 \cdot 6{,}052 \cdot 10^6 = 3{,}2 \cdot 10^9$ J

Je kunt ook de formule $E_g = -\dfrac{GMm}{r}$ toepassen:

$\Delta E_k = E_{g,2R} - E_{g,R}$

Invullen van de getallen levert dezelfde waarde als de figuur uit Coach.

2 Charon

a[1] De waarde voor *r* die in *Binas* staat is fout.

T = 6,4 d = 5,53·10^5 s ; r = 2,0·10^7 m $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ ⇒ v = 2,3·10^2 m/s

a[2] Invullen van alle gegevens in $\dfrac{r^3}{T^2} = \dfrac{GM}{4\pi^2}$ geeft: M_{Pluto} = 1,5·10^{22} kg

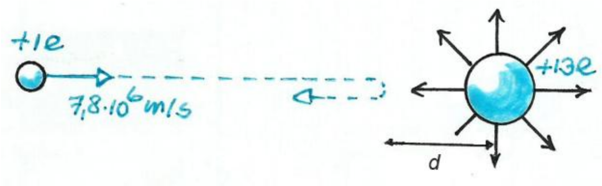
Deze waarde is groter dan die in *Binas*. Maar als je goed kijkt, zie je dat hij gelijk is aan de massa's van Pluto en Charon samen. Charon is zó groot dat beide hemellichamen om één gemeenschappelijk massamiddelpunt draaien dat buiten Pluto ligt. In de formule wordt dus een te grote waarde van *r* gebruikt. Bij aarde en maan heb je dat probleem niet omdat de maan in verhouding veel kleiner is.

b $v_o = \sqrt{2gR}$ $g = 0{,}66$ m/s^2 $R = 1{,}15 \cdot 10^6$ m/s Invullen geeft v_o = 1,23·10^3 m/s

c De rotatie van Charon loopt synchroon met die van Pluto. Daardoor zien de Pluto-bewoners de achterkant van Charon niet. De Charon-bewoners zien overigens ook de achterkant van Pluto niet.

3 Geladen

a



b[1] Voor de gravitatie-energie geldt: $E_g = -G\dfrac{Mm}{r}$

Het minteken komt doordat de massa's elkaar aantrekken.

De wet van Coulomb heeft dezelfde structuur als de gravitatiewet van Newton. Dan moeten de formules voor de potentiële energie ook dezelfde structuur hebben.

b[2]

$$\tfrac{1}{2} \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 = 9 \cdot 10^9 \frac{13 \cdot \left(1{,}602 \cdot 10^{-19}\right)^2}{d} \Rightarrow d = 5{,}9 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

c[1]

$$F_e = 9{,}0 \cdot 10^9 \frac{13 \cdot \left(1{,}602 \cdot 10^{-19}\right)^2}{\left(5{,}9 \cdot 10^{-14}\right)^2} = 0{,}86 \text{ N}$$

c[2]

$$E = \frac{F}{e} \Rightarrow E = 5{,}4 \cdot 10^{18} \text{ N/C}$$