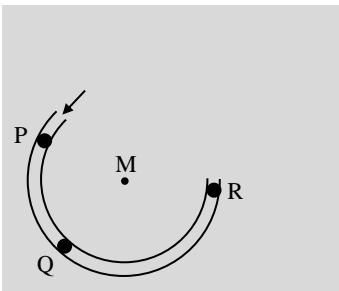


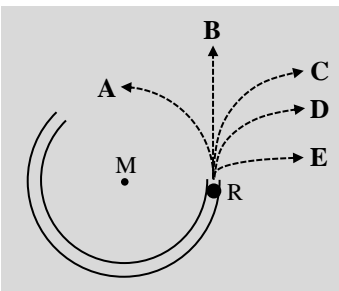
4.2 Domeinspecifieke leerstofopbouw  
4.2.1 Mechanica

Begripsvragen: Cirkelbeweging

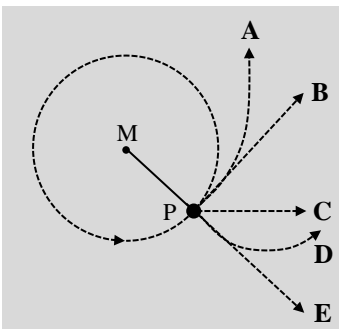
1 Meerkeuzevragen



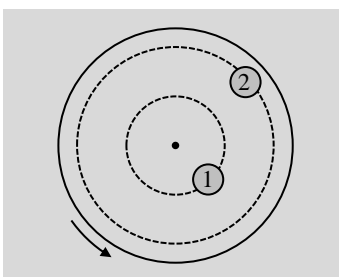
Figuur 1



Figuur 2

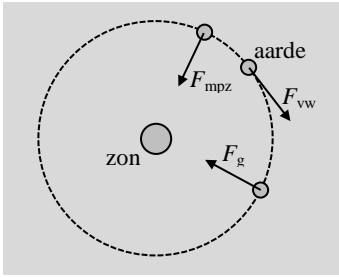


Figuur 3



Figuur 4

- 1 [H/V] Een auto neemt een bocht met een constante snelheid. Is er dan sprake van een netto-kracht op de auto?
  - A Nee, want de snelheid is constant.
  - B Ja, want de snelheid verandert van richting.
  - C Dat hangt af van de straal van de bocht en de snelheid van de auto.
  
- 2 [H/V] In figuur 1 zie je in bovenaanzicht een baan in de vorm van een deel van een cirkel waarop een kogel kan rollen. Het punt M is het middelpunt van de cirkelbaan. De wrijvingskrachten op de kogel zijn verwaarloosbaar klein. De kogel beweegt na een duw over de baan van punt P naar punt R. Welke krachten worden op de kogel uitgeoefend als deze zich in punt Q van de baan bevindt?
  - A De zwaartekracht.
  - B De zwaartekracht en een kracht in de richting van de beweging.
  - C De zwaartekracht en een kracht van de baan in de richting van Q naar M.
  - D De zwaartekracht, een kracht van de baan in de richting van Q naar M en een kracht in de richting van de beweging.
  - E De zwaartekracht, een kracht in de richting van de beweging en een kracht in de richting van M naar Q.
  
- 3 [H/V] In figuur 2 zie je dezelfde baan, met de bewegende kogel in punt R. Welke baan heeft de kogel na het verlaten van de cirkelbaan?
  - A
  - B
  - C
  - D
  - E
  
- 4 [H/V] In figuur 3 zie je een kogel die in een horizontaal vlak wordt rondgeslingerd aan een touw. Als de kogel zich in punt P bevindt, breekt het touw. Welke baan heeft de kogel na het breken van het touw?
  - A
  - B
  - C
  - D
  - E
  
- 5 [H/V] Twee voorwerpen met dezelfde massa liggen op verschillende afstanden van het middelpunt van een draaitafel, zoals in figuur 4. Het toerental van de draaitafel is constant. De baanstraal van voorwerp 2 is 2x zo groot als de baanstraal van voorwerp 1.
  - a De baansnelheid van voorwerp 2 is, vergeleken met de baansnelheid van voorwerp 1
    - A 4x zo groot
    - B 2x zo groot
    - C even groot
    - D 2x zo klein
    - E 4x zo klein
  - b De middelpuntzoekende kracht op voorwerp 2 is, vergeleken met de middelpuntzoekende kracht op voorwerp 1
    - A 4x zo groot
    - B 2x zo groot
    - C even groot
    - D 2x zo klein
    - E 4x zo klein
  
- 6 [H/V] De aarde beweegt in een cirkelbaan rond de zon. In figuur 5 zijn drie



Figuur 5

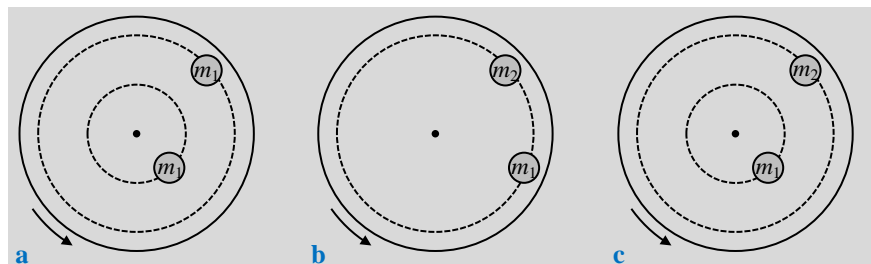
- krachten getekend. Welke van deze krachten is de oorzaak van deze beweging?
- A** De voorwaartse kracht  $F_{vw}$ .  
**B** De middelpuntzoekende kracht  $F_{mpz}$ .  
**C** De gravitatiekracht  $F_g$ .  
**D** De gravitatiekracht  $F_g$  en de middelpuntzoekende kracht  $F_{mpz}$  samen.  
**E** De gravitatiekracht  $F_g$  en de voorwaartse kracht  $F_{vw}$  samen.  
**F** De gravitatiekracht  $F_g$ , de voorwaartse kracht  $F_{vw}$  en de middelpuntzoekende kracht  $F_{mpz}$  samen.  
**G** Geen van deze krachten: de aarde beweegt uit zichzelf in een cirkelbaan.
- 7 [H/V] Twee satellieten A en B met dezelfde massa draaien in concentrische cirkelbanen rond de aarde. De afstand van satelliet B tot het middelpunt van de aarde is tweemaal zo groot als die van satelliet A.
- a** Welke waarde heeft de verhouding van de middelpuntzoekende krachten  $F_{mpz,B}/F_{mpz,A}$  op beide satellieten?
- A** 1/8  
**B** 1/4  
**C** 1/2  
**D**  $\sqrt{1/2}$   
**E** 1
- b** Welke waarde heeft de verhouding van de baansnelheden  $v_B/v_A$  van beide satellieten?
- A** 1/2  
**B**  $\sqrt{1/2}$   
**C** 1  
**D**  $\sqrt{2}$   
**E** 2
- 8 [H/V] De maan valt niet naar de aarde omdat
- A** de gravitatiekrachten van de maan op de aarde en van de aarde op de maan elkaar opheffen.  
**B** de resulterende kracht op de maan nul is.  
**C** de maan zich buiten de invloed van de gravitatiekracht van de aarde bevindt.  
**D** de maan niet alleen wordt aangetrokken door de aarde, maar ook door de zon en de andere planeten.  
**E** Alle bovenstaande antwoorden zijn juist.  
**F** Geen van bovenstaande antwoorden is juist.

### Antwoorden meerkeuzevragen

1: B | 2: C | 3: B | 4: B | 5 (a,b): B,B | 6: C | 7 (a,b): B,B | 8: F

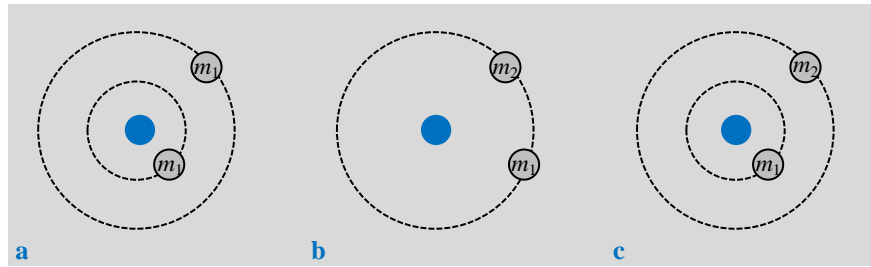
## 2 Tekenvragen

- 9 [H/V] In de drie situaties van figuur 6 zie je twee voorwerpen met massa's  $m_1$  en  $m_2$  op een ronddraaiende draaischijf, met  $m_2 = 2 \cdot m_1$ . Teken in elk van de situaties de middelpuntzoekende kracht op beide massa's, rekening houdend met de grootte en richting van deze kracht.



Figuur 6

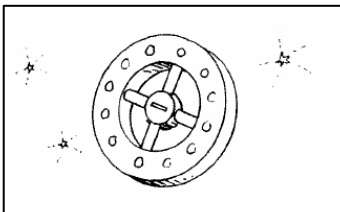
- 10 [H/V] In de drie situaties van figuur 7 zie je twee satellieten met massa's  $m_1$  en  $m_2$  in een baan rond de aarde, met  $m_2 = 2 \cdot m_1$ . Teken in elk van de situaties de middelpuntzoekende kracht op beide satellieten, rekening houdend met de grootte en richting van deze kracht.



Figuur 7

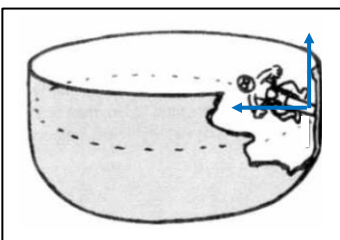
### 3 Open vragen

- 11 [H/V] Als je een blik aan een touw rond laat slingeren in een cirkelvormige baan, wat is dan de richting van de kracht die op het blik wordt uitgeoefend?
- 12 [H/V] Wordt er op het wasgoed tijdens het centrifugeren in een wasmachine een kracht naar binnen of naar buiten uitgeoefend?
- 13 [H/V] Als het touwtje breekt dat een blik in zijn cirkelvormige baan houdt, welke kracht zorgt er dan voor dat het blik een rechtlijnige baan volgt: de centripetale kracht, de centrifugale kracht of geen kracht? Welke natuurwet stemt overeen met je antwoord?



Figuur 8

- 14 [H/V] In een ruimtestation als dat van figuur 8 is het mogelijk om de zwaarte-kracht te simuleren.
- a Welke soort beweging moet het ruimtestation daarvoor uitvoeren?
- b De mensen in het ruimtestation voelen dat ze door de kunstmatige zwaarte-kracht tegen de buitenwand (die de 'vloer' is geworden) worden geduwd. Leg uit wat er gebeurt in termen van de wetten van Newton en de middelpuntzoekende kracht.
- c Hoe verandert de waarde van  $g$  op verschillende afstanden van de as van het ruimtestation?

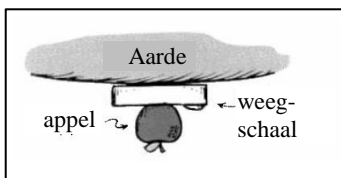


Figuur 9

- 15 [H/V] Een motorrijder is in staat tegen de verticale muur te rijden van een komvormige baan zoals in figuur 9. De zwaarte-kracht op de motorrijder wordt tegengewerkt door de wrijving van de baan met de banden: de omhoog gerichte pijl in figuur 9.
- a Wat veroorzaakt de (ook met een pijl in figuur 9 weergegeven) middelpuntzoekende kracht?
- b Wordt die middelpuntzoekende kracht groter of kleiner als de motorrijder sneller rijdt?
- 16 [H/V] Welke baan zouden de planeten volgen als er ineens geen kracht meer op ze werkte?
- 17 [H/V] Hieronder staan twee uitspraken over de versnelling van een satelliet in een cirkelvormige baan rond de aarde. Met welke van die uitspraken ben je het eens?
- I De satelliet heeft geen versnelling, want de snelheid is constant.
- II De satelliet heeft wel een versnelling, want er is sprake van een middelpuntzoekende kracht die door de gravitatiekracht wordt geleverd.
- 18 [V] Als je in de passagiersstoel voorin een auto zit en de auto neemt een bocht naar links, kun je merken dat je tegen het rechterportier wordt geduwd. Waarom

duw je tegen de deur? Waarom duwt de deur tegen jou? Maak je in je uitleg gebruik van de wetten van Newton.

- 19 [H/V] Wij mensen en alles wat er verder op Aarde is bewegen in een cirkelvormige baan rond de zon, terwijl de aarde dagelijks ronddraait om de as die de polen verbindt. Betekent dit dat er een middelpuntzoekende kracht werkt op ons en alles wat er verder op Aarde is?
- 20 [H/V] Welk (kwantitatief) verband is er tussen de baansnelheid van de planeten in ons zonnestelsel en hun afstand tot de zon?
- 21 [V] Welk (kwantitatief) verband is er tussen de omlooptijd van de planeten in ons zonnestelsel en hun afstand tot de zon?
- 22 [H/V] Wat is volgens de inzichten van Newton de overeenkomst tussen een vallende appel en de Maan?
- 23 [H/V] Hoe kan de Maan 'vallen' zonder dichterbij de Aarde te komen?
- 24 [H/V] Stel je voor dat de Aarde op een plaats wordt gezet die maar half zo ver van de Zon is als op dit moment.
- a Hoe zou dan de kracht van de Zon op de Aarde veranderen?
  - b Hoe zou dan de kracht van de Aarde op jou veranderen?
  - c Hoe zou dan de lengte van een jaar op Aarde veranderen?
  - d Hoe zou dan de lengte van een dag op Aarde veranderen?
- 25 [H/V] Kun je aan de zwaartekracht van de Aarde ontsnappen door de dampkring uit te gaan? Door naar de Maan te gaan? Verdedig je antwoorden.
- 26 [H/V] Kun je gewicht hebben in een ruimtevoertuig dat ver verwijderd is van bronnen van de zwaartekracht? Leg uit.
- 27 [H/V] Als de Aarde zou krimpen zonder massa te verliezen, wat zou er dan met je gewicht gebeuren als je op het oppervlak staat?
- 28 [H/V] De aantrekkingskracht van de Zon op de Maan is tweemaal zo groot als de aantrekkingskracht van de Aarde op de Maan. Waarom wordt de Maan dan niet van de Aarde weggetrokken?
- 29 [H/V] Ergens tussen de Maan en de Aarde moeten de zwaartekrachten van die hemellichamen werkend op een ruimtecapsule elkaar opheffen. Is die plek dichterbij de Maan of dichterbij de Aarde?
- 30 [V] Welke planeten hebben een omlooptijd van meer dan 1 aardjaar: de planeten die dichterbij de Zon staan dan de Aarde of de planeten die verder van de Zon af staan dan de Aarde?
- 31 [V] Het gewicht van een appel op het aardoppervlak is 1 N. In figuur 10 zie je de omgekeerde situatie. Hoe groot is het gewicht van de Aarde in het gravitatieveld van de appel?
- 32 [H/V] De Aarde en de Maan trekken elkaar aan door middel van de gravitatiekracht. Trekt de Aarde, die een grotere massa heeft, de Maan met kleinere massa aan met een kracht die groter, kleiner of gelijk is aan de kracht waarmee de Maan de Aarde aantrekt?
- 33 [H/V] De massa van de planeet Jupiter is ruim 300 x zo groot als de massa van de Aarde. Je zou dus kunnen denken dat het gewicht van een voorwerp op het oppervlak van Jupiter ook 300 x zo groot is als op Aarde.
- a Het gewicht van een voorwerp op het Jupiteroppervlak blijkt echter maar net 3 x



Figuur 10

zo groot te zijn als op het aardoppervlak. Verklaar dit.

**b** Maak een schatting van de straal van Jupiter ten opzichte van die van de Aarde.

**34** [H/V] Als de Zon zou krimpen tot een zwart gat, zou de aardbaan niet veranderen. Laat dat zien met behulp van de gravitatiewet.

**35** [H/V] Sommige mensen verwerpen de waarde van wetenschappelijke theorieën met de uitspraak: “Het is maar een theorie.” De gravitatiewet van Newton is een theorie. Betekent dit dat wetenschappers nog steeds twijfelen aan de juistheid ervan? Leg uit.



Figuur 11

**36** [H/V] Waarom verandert de gravitatiekracht de grootte van de snelheid niet, bij een satelliet in een cirkelvormige baan rond de Aarde?

**37** [H/V] De astronaut in figuur 11 lijkt vrij van de zwaartekracht rond te zweven. Is dat ook echt zo? Leg uit.

**38** [H/V] Een satelliet kan op een hoogte van 5 km boven het maanoppervlak rondcirkelen, maar niet 5 km boven het aardoppervlak. Waarom?

**39** [H/V] De Apollo maanlanders hadden in lage banen rond de Maan veel lagere baansnelheden dan satellieten hebben in lage banen rond de Aarde. Hoe komt dat?

**40** [H/V] Wat is de vorm van de baan als de snelheid van een satelliet overal loodrecht staat op de gravitatiekracht?

**41** [H/V] Een communicatiesatelliet met een omlooptijd van 24 uur hangt boven een vast punt op het aardoppervlak. Waarom ligt dit vaste punt altijd op de evenaar?

**42** [V] Twee satellieten bewegen op verschillende hoogtes in dezelfde richting. Als ze gezien worden vanaf het aardoppervlak, welke van beide haalt dan de andere in?

**43** [H/V] Een satelliet in een cirkelvormige baan rond de Aarde schiet een klein projectiel in de richting tegengesteld aan de snelheid van de satelliet.

**a** Beschrijf de baan van het projectiel als zijn snelheid ten opzichte van de satelliet gelijk is aan de snelheid van de satelliet.

**b** Waarom levert dit projectiel een gevaar op als zijn snelheid ten opzichte van de satelliet gelijk is aan tweemaal de snelheid van de satelliet?

**44** [H/V] Als je een satelliet stil zou zetten in zijn baan rond de Aarde, zou hij rechtstreeks naar de Aarde vallen. Waarom vallen de communicatiesatellieten die boven een vast punt op Aarde hangen (geostationaire satellieten) dan niet naar beneden?

**45** [V] De ontsnappingsnelheid van de Aarde is 11,2 km/s, maar een ruimtevaartuig kan de aarde verlaten met half deze snelheid of minder. Leg uit.

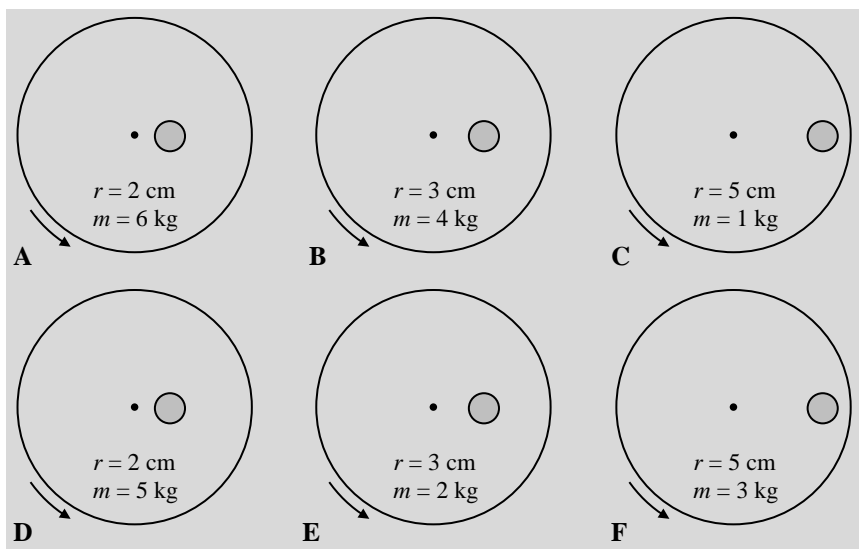
**46** [V] Hoe groot is de maximale snelheid waarmee een voorwerp op Aarde neerstort als het aanvankelijk in rust was en heel ver van de Aarde verwijderd, en alleen door de zwaartekracht van de aarde wordt beïnvloed?

**47** [V] Als de Aarde zou krimpen terwijl alle andere factoren gelijk blijven, zou de ontsnappingsnelheid aan het oppervlak dan toenemen, afnemen of gelijk blijven? Leg uit.

## 4 Ordeningsvragen

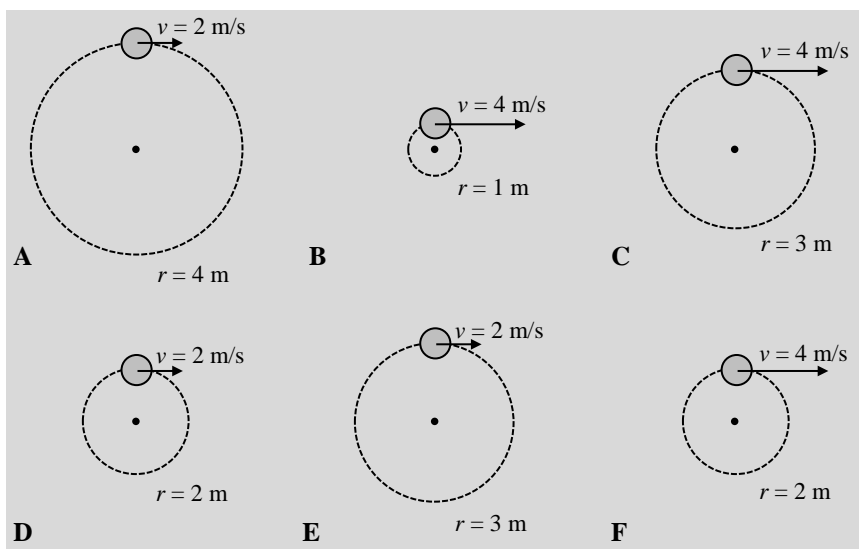
Bij de volgende ordeningsvragen zet je steeds een aantal situaties op volgorde. Als er twee of meer situaties zijn die gelijk 'scoren', dan komen die situaties op dezelfde plaats in jouw volgorde te staan. Je geeft dat bijvoorbeeld aan door ze te omcirkelen. En ten slotte leg je de redenering achter jouw volgorde uit.

- 48** [H/V] In figuur 12 zie je zes horizontale draaischijven met daarop een voorwerp. De draaischijven draaien met hetzelfde toerental rond. De massa  $m$  en de baanstraal  $r$  van de voorwerpen zijn in de figuur aangegeven. Zet de draaischijven op volgorde op basis van de middelpuntzoekende kracht op het voorwerp. Begin met de draaischijf waarbij die middelpuntzoekende kracht het grootst is.



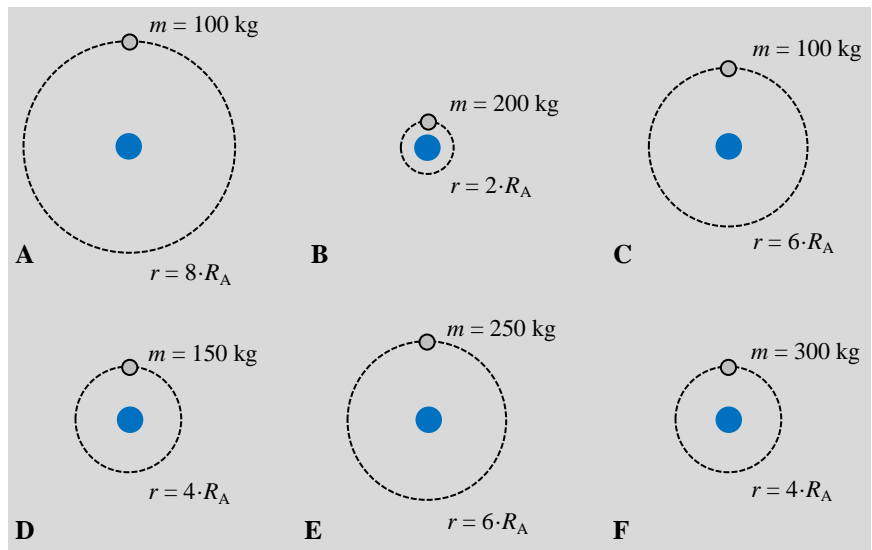
Figuur 12

- 49** [H/V] In figuur 13 zie je zes situaties waarin een voorwerp een eenparige cirkelbeweging uitvoert. De massa van het voorwerp is in elk van de situaties hetzelfde. De baansnelheid  $v$  en de baanstraal  $r$  van het voorwerp zijn in de figuur aangegeven. Zet de zes situaties op volgorde op basis van de middelpuntzoekende kracht op het voorwerp. Begin met de situatie waarin die middelpuntzoekende kracht het grootst is.



Figuur 13

- 50 [H/V] In figuur 14 zie je zes situaties waarin een satelliet in een cirkelvormige baan rond de Aarde draait. De massa  $m$  en de baanstraal  $r$  van de satellieten zijn in de figuur aangegeven. Hierin is  $R_A$  de straal van de Aarde.
- a Zet de zes situaties op volgorde op basis van de gravitatiekracht op de satelliet. Begin met de situatie waarin die gravitatiekracht het grootst is.



Figuur 14

- b Zet de zes situaties op volgorde op basis van de baansnelheid van de satelliet. Begin met de situatie waarin die baansnelheid het grootst is.
- c Zet de zes situaties op volgorde op basis van de omlooptijd van de satelliet. Begin met de situatie waarin die omlooptijd het grootst is.