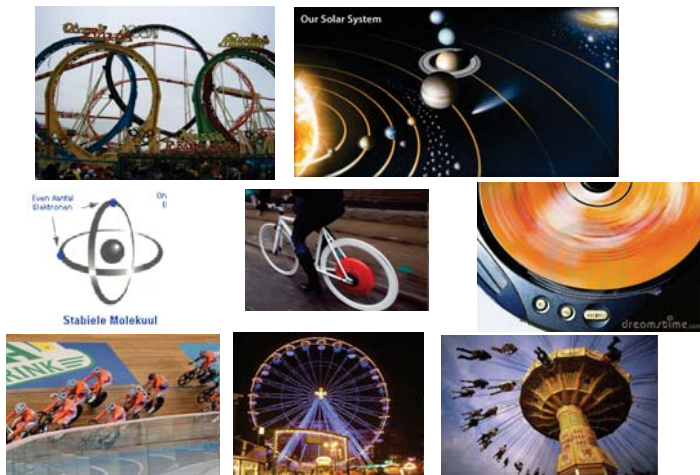


§7.1 Cirkelbewegingen in het dagelijks leven



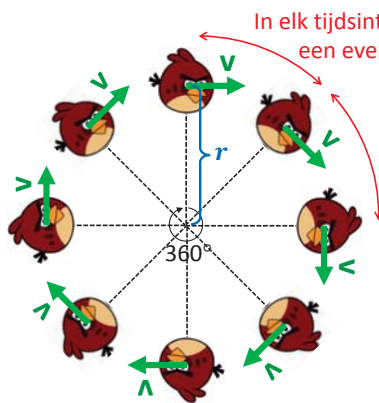
Eenparige Cirkelbeweging



Eenparige cirkelbeweging:
een cirkelbeweging met
constante snelheid

Let op: de snelheid (v)
verandert wel voortdurend
van richting!

Omlooptijd en baansnelheid



In elk tijdsinterval Δt legt het voorwerp
een even grote afstand af

- Tijd voor 1x rond (360°):
omlooptijd: T

Welke afstand legt hij af?

- Totale afgelegde weg in
1x rond: $2\pi r$

- Baansnelheid:** $v = \frac{2\pi r}{T}$
 $[v] = \text{m/s}$
 $[r] = \text{m}$
 $[T] = \text{s}$

Frequentie en toerental

- Frequentie (f)** = aantal omlopen (rondjes) per **seconde**

$$f = \frac{1}{T} \quad [f] = \text{Hz} \quad [T] = \text{s}$$

- Toerental** = aantal omwentelingen (rondjes) per **minuut**
 $[toerental] = \text{RPM (revolutions per minute)}$

Opdracht: De Angry Bird zit aan een touwtje van 56 cm en draait 153 keer rond per minuut. Bereken de frequentie, en bereken de baansnelheid.

Maak nu: 1 t/m 5. Bij 4: gebruik hoeken!

§7.2 Herhaling Wetten van Newton



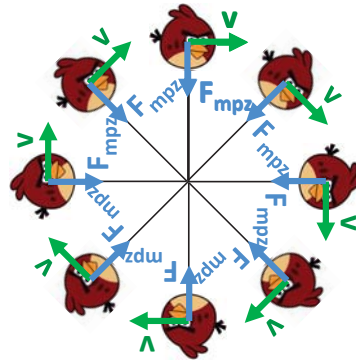
- **1e wet:** Geen kracht? Dan voorwerp in rust of in rechte lijnige beweging met constante snelheid



- **2e wet:** De versnelling is evenredig met de netto kracht: $F = m \cdot a$



Eenparige Cirkelbeweging



Eenparige cirkelbeweging:

- snelheid (v) constant van grootte, maar **niet** van richting
- Er moet dus een kracht zijn!

Middelpuntzoekende kracht (F_{mpz}):

De kracht loodrecht op de bewegingsrichting die zorgt voor de cirkelbeweging.

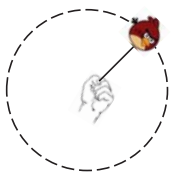
F_{mpz} : vreemde eend in de bijt?

F_{mpz} is geen nieuwe kracht zoals:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| - Zwaartekracht | - Magnetische kracht |
| - Normaal kracht | - Spankracht |
| - Wrijvingskracht | - Veerkracht |
| - Elektrische kracht | - Etc. |



maar er is altijd een andere kracht, of een combi van krachten, die de **rol** speelt van middelpuntzoekende kracht.



spankracht = F_{mpz}



schuifwrijvingskracht = F_{mpz}

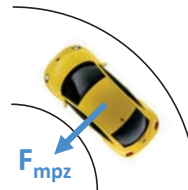


gravitatiekracht = F_{mpz}

Onderzoeken van middelpuntzoekende kracht

- **Gedachtenexperiment:** auto in bocht: F_{mpz} = schuifwrijvingskracht.

Waar hangt F_{mpz} vanaf? Wanneer vliegt de auto eerder uit de bocht?



$$F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$$

- F_{mpz} hangt af van

- massa (m)
- snelheid (v)
- straal van cirkel (r)

F_{mpz} is evenredig met m

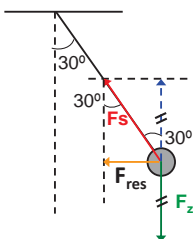
F_{mpz} is evenredig met v^2

F_{mpz} is omgekeerd evenredig met r

Vaak wordt F_{mpz} gebruikt in combinatie met $v = \frac{2\pi r}{T}$

Krachten ontbinden in touw-cirkelbeweging

Nog een vaak voorkomend voorbeeld...

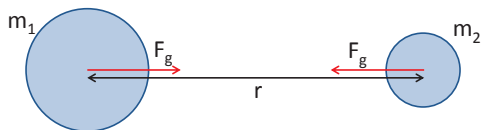


§7.3 Gravitatiekracht

Intro: http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20090623_newton01



- **Gravitatiekracht:** de kracht die **elke** twee voorwerpen dankzij hun massa op elkaar uitoefenen.



- Formule: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$. **G** is gravitatieconstante (zie Binas Tabel 7)
 $[F_g] = \text{N}$, $[m] = \text{kg}$, $[r] = \text{m}$
- Meestal verwaarloosbaar klein. Bereken zelf maar eens de aantrekkingskracht tussen...

Gravitatiekracht of zwaartekracht: anders?

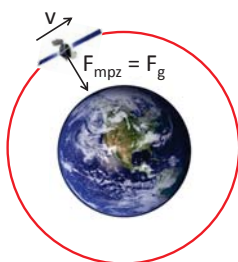
Op aarde is de gravitatiekracht gelijk aan de zwaartekracht!

$$\text{Dus } F_z = F_g.$$

Opdracht: Toon aan dat geldt: $g = G \frac{M}{r^2}$, met M de massa van de aarde, en bereken g op **(1)** het **aardoppervlak**, **(2)** op **10 km** hoogte boven het aardoppervlak, en **(3)** g van de aarde op het **maanoppervlak**



Satellieten



Geostationaire satelliet: staat stil boven 1 punt van de aarde, dus omlooptijd satelliet = omlooptijd van aarde. **Goed voor TV!**

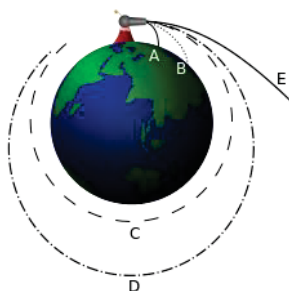
Polaire satelliet: gaat zo vaak mogelijk over de aarde, via de Noord- en Zuidpool. **Goed voor spionage!**

Tips!

- **Meest gemaakte fouten bij de gravitatiekrachten:**
 - Je moet r van middelpunt tot middelpunt nemen!
 - Je moet niet vergeten kilometers en meters om te rekenen!
 - Je moet letten op delen door 10-machten in kwadraten. Gebruik haakjes of Ee/Exp toets op rekenmachine!

Gewichtsloos?

Newton's gedachtenexperiment

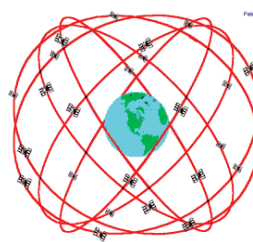


Leven in het ISS: <http://www.schooltv.nl/video/leven-in-de-ruimte-400-km-boven-je-hoofd-wonen-astronauten-in-het-iss/>

Paraboolvlucht: <http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=818479>

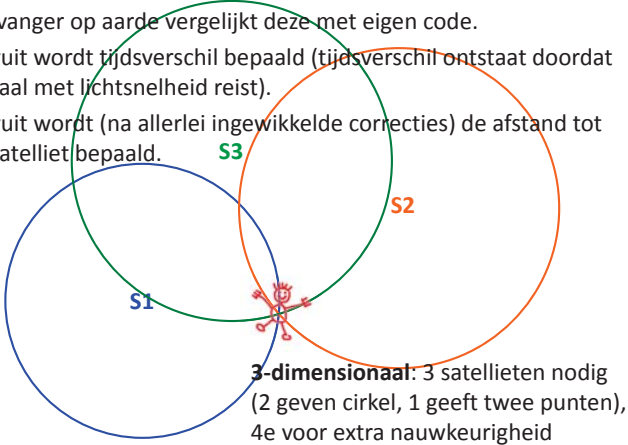
GPS: Global Positioning Signal

- 24 satellieten in 6 banen om aarde, op 20.200 km hoogte
- Vanuit elke plek op aarde: tenminste 4 satellieten zichtbaar
- Militair systeem van overheid Verenigde Staten. Toegankelijk voor iedereen met beperkte nauwkeurigheid (ong. 10 m)
- Operationeel sinds 1995
- Europa werkt aan eigen nieuw satelliet-systeem: Galileo (2019)



Werking van plaatsbepaling

- Satelliet zendt code uit die de tijd van de satelliet aangeeft.
- Ontvanger op aarde vergelijkt deze met eigen code.
- Hieruit wordt tijdsverschil bepaald (tijdsverschil ontstaat doordat signaal met lichtsnelheid reist).
- Hieruit wordt (na allerlei ingewikkelde correcties) de afstand tot de satelliet bepaald.



Filmpjes

- *Beetje flauw maar toch wel leuk (2:50 min)*
<http://www.youtube.com/watch?v=jwPc0kK9VHU&feature=related>
- *Werking satellieten: (beetje reclamefilmpje maar wel leuk) – 6.15min*
<https://www.youtube.com/watch?v=vxYzjHBKNcA>
- *Hoe zie je een satelliet – BBC 1.58 min*
<https://www.youtube.com/watch?v=XltEiiO4k8w>
- *Problemen met veel satellieten en puinhoop/botsingen BBC – 2.57 min*
<https://www.youtube.com/watch?v=R20Y5Yx2IT8>
- *Geschiedenis over Kepler en zijn gebrek aan erkenning van ontdekkingen – 4.28min*
<https://www.youtube.com/watch?v=ShQXRBDDBfaA&feature=related>