

# Newton dan Buah Apel



Apakah gaya tarik bumi terhadap apel seperti inilah, yg juga bekerja pd benda-benda langit . . . .

**Buah apel jatuh  
ke bumi**

**Ada  
hubungan?**

**Bulan bergerak  
mengedari bumi**

# Apa yang dilakukan Newton ?

Menentukan perbandingan percepatan gerak Apel terhadap percepatan gerak Bulan

$$\frac{\text{Percepatan Apel}}{\text{Percepatan Bulan}} = \dots$$

buah apel

Langkah-langkahnya:

- Menentukan percepatan rotasi Bumi setiap hari
- Menentukan percepatan Bulan setiap hari

# Yang dilakukan Newton

Percepatan gravitasi Bumi:  $9,8 \text{ m/det}^2$

**Berarti perubahan kecepatan apel**

- setiap detik adalah :  $9,8 \text{ m/det}$
- setiap hari adalah :  $846.720 \text{ m/det}$

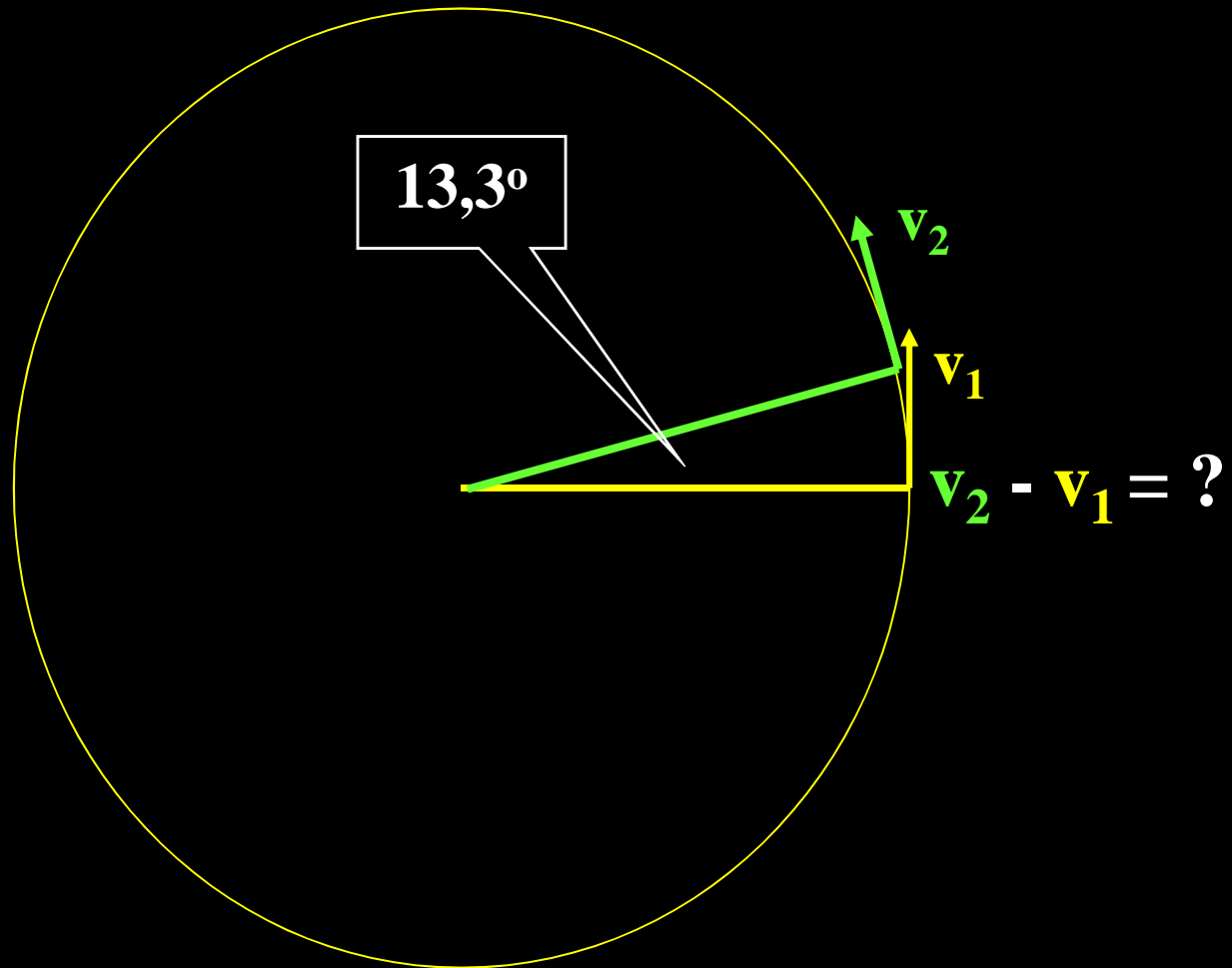
# Yang dilakukan Newton

- Rata-rata orbit Bulan adalah 384.000 km
- Sekali mengorbit 27,2 hari = 2.350.080 detik
- Jadi kecepatan Bulan adalah = 1.026,14 m/det

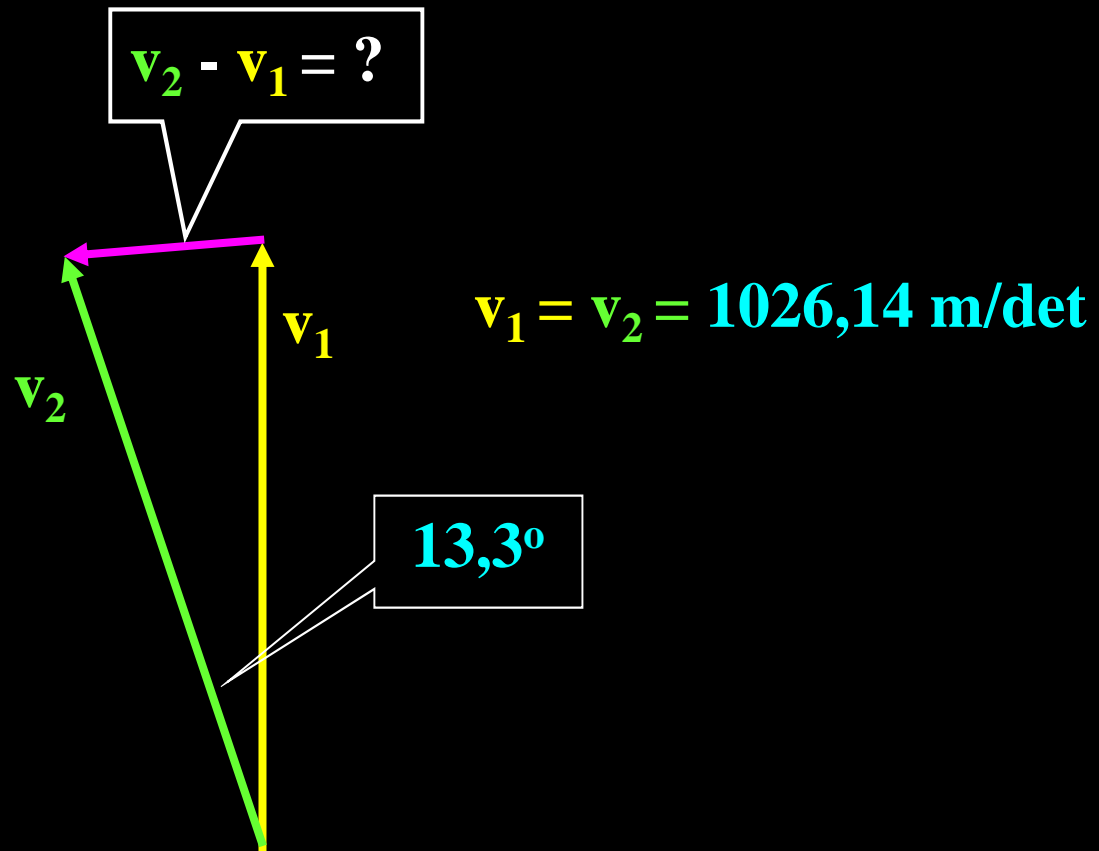
- Sekali mengorbit 27,2 hari.
- Sekali mengorbit menempuh sudut 360°.
- Dalam satu hari Bulan menempuh sudut: 13,3°

**Berapa selisih kecepatan Bulan setiap hari ?**

# Selisih kecepatan Bulan setiap hari



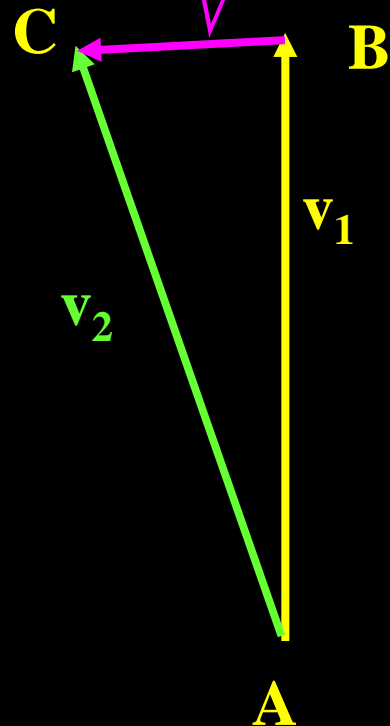
# Selisih kecepatan Bulan setiap hari



# Selisih kecepatan Bulan setiap hari

$$\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 = ?$$

$$\mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_2 = 1026,14 \text{ m/det}$$



$$\text{Besarnya vektor BC} = \frac{\text{panjang BC}}{\text{panjang AB}} \times 1026,14 \text{ m/det}$$

$$= \dots\dots\dots \text{ m/det}$$

Percepatan Bulan setiap hari



**Untuk apel, percepatannya  
setiap hari adalah : 846.720 m/det**

**Untuk Bulan, percepatannya  
setiap hari adalah : ..... m/det**

**Hasil perhitungan tadi**

**Hitung perbandingan :**

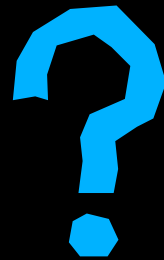
$$\frac{\text{Percepatan Bulan}}{\text{Percepatan Apel}} = \dots\dots\dots$$

Bila kita menggambarkannya dalam skala yang besar, dan pengukurannya akurat, akan diperoleh:

$$\frac{\text{Percepatan Bulan}}{\text{Percepatan Apel}} = \frac{1}{3.600}$$

Seperti inilah yg dikerjakan Newton.

Tidak hanya  
sampai di sini



Hubungan antara  
gaya tarik gravitasi  
Bumi dengan jarak

**F** ↔ **r**

**Diasumsikan massa Bumi terkonsentrasi pada pusatnya.**

**Diameter Bumi : 12.800 km**

**jarak buah apel dari  
pusat Bumi 6.400 km**

**Jarak Bulan 384.000 km**

**jarak Bulan =  
60 x (jarak apel)**

**percepatan Bulan  
3600 kali lebih kecil**

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$

**Selain bergantung  
kepada jarak,  
bergantung ke apa lagi  
besarnya gaya tersebut?**





Makin besar massa orang, makin besar gaya yang diperlukan

$$F \sim mM$$

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$

$$F \sim \frac{mM}{r^2}$$

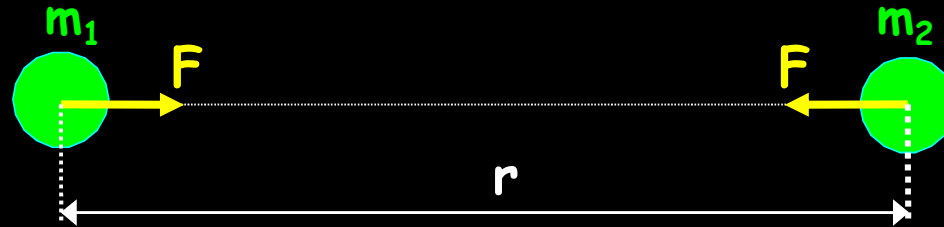
Dengan cara seperti inilah, Newton menghitung besarnya percepatan gravitasi planet-planet, berdasarkan data orbit planet-planet hasil pengamatannya Brahe dan Kepler.

- Merkurius, perioda revolusinya 88 hari (7.603.200 detik), dan jarak rata-rata orbitnya 0,38 SA.
- Jadi kecepatan orbitnya . . . . . m/det.
- Dalam satu hari Merkurius menempuh sudut . . . . .<sup>o</sup>
  
- kecepatan orbitnya 48.000 m/det.
- Dalam satu hari menempuh sudut 4,09<sup>o</sup>.

**Selama  
200 tahun**

- 1. Kerangka acuan yang sesuai.**
- 2. Informasi kinematika yang teliti.**
- 3. Hukum-hukum empiris**
- 4. Hukum-hukum mekanika dan hukum gravitasi universal**

# Hukum Gravitasi Universal



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

**F** : gaya interaksi

**$m_1, m_2$**  : massa masing-masing benda

**r** : jarak antara kedua benda

**G** : konstanta gravitasi universal

**$6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$**



