160

QA Astronomie

22.02.17

Die Erde als rund, rotierende Kugel

→ Woran kann man erkennen, dass die Erde kugelförmig sein muss?

- Man liegt am Strand mit Freund(in) und beobachtet Schiffe, die in Richtung Ufer fahren: zuerst sieht man den Mast und das Schiff taucht immer weiter auf.

- Schatten auf Mond bei Mondfinsternis ist rund! ⇒ Erde hat kugelförmige Gestalt.

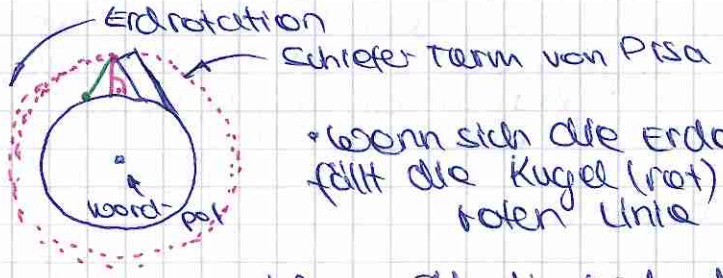
→ Wie kann man die Erdrotation nachweisen?

(i) Léon Foucault: Pendelexp.
- Baut man ein Pendel auf, welches exakt über dem Nordpol schwingt, so behält es wegen des Impulserhaltungssatzes seine Schwingungsebene bei.

- Ein Beobachter auf einer rotierenden Erde würde sich um die Pendelachse drehen. Für ihn würde es so aussehen, als ob sich das Pendel dreht.

⇒ Nachweis über ein riesiges Pendel in einer Pariser Kirche 1851.

(ii) Fallexp. nach Galilei:



- Wenn sich die Erde nicht dreht, fällt die Kugel (rot) entlang der roten Linie

- Wenn sich die Erde dreht, so legt die Kugel im Laufe einer Erdumdrehung mit der gestrichelten Linie einen längeren Weg zurück, als die Erdoberfläche. Ihre Bahngeschwindigkeit ist somit größer als die der Erdoberfläche.

- Beim Fallen behält die Kugel die höhere Bahngeschwindigkeit bei und kommt im Vergleich zum Lot weiter östlich auf.

01.03.17

161. Bestimmung des Erdumfangs nach Erathostenes (273 – 194 v.Chr)

→ In Syene warf die Sonne keinen Schatten
⇒ die Sonne stand im Zenit.

→ Im 835 km entfernten Alexandria durchaus
⇒ Nach den Messungen von Erathostenes war die Sonne „den 50. Teil" eines Vollkreises vom Zenit entfernt.

Daraus berechnete er den Erdumfang.

Umfang der Erde:

$$U = 50 \cdot 835\,km = 41750\,km$$

$$U = 2\pi r \Rightarrow r_E = 6644{,}72\,km$$

Literaturwert heute: $r_E = 6370\,km$

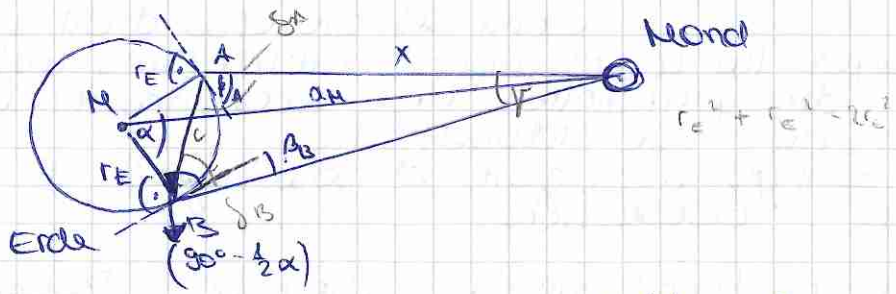
162 Definition der Einheit Meter

1 Meter ist definiert als die Strecke, die Licht im $\frac{1}{299792458}$-ten Teil einer Sekunde zurückgelegt.

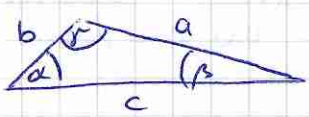
163 Bestimmung des Mondstandes:

Man betrachtet den Mond von 2 verschiedenen Punkten A und B der Erde aus. Weil die beiden Beobachter auseinander liegen, müssen sie dabei in leicht unterschiedliche Richtungen schauen, woraus man den Mondabstand errechnen kann.

→ „Parallaxenabstand"



$r_E^2 + r_E^2 - 2r_E^2$



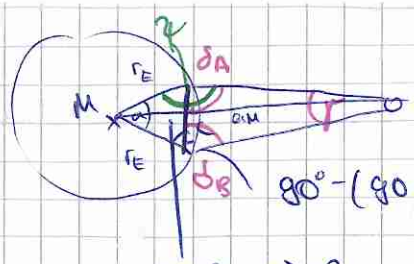
Sinussatz: $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{a}{b}$

Kosinussatz:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos(\gamma)$$

08.02.17

→ Berechnung von c:



$90° - (90 - \frac{1}{2}\alpha) = \frac{1}{2}\alpha$

$(180° - \alpha) : 2$

$90° - \frac{1}{2}\alpha$

$$c = \sqrt{2 \cdot r_E^2 - 2 r_E^2 \cdot \cos(\alpha)}$$

$$= r_E \cdot \sqrt{2 - 2\cos(\alpha)}$$

→ Berechnung:

$$\delta_B = \frac{1}{2}\alpha + \beta_B$$

$$\delta_A = \frac{1}{2}\alpha + \beta_A$$

$$\gamma = 180° - \delta_A - \delta_B$$

$$= 180° - \alpha - \beta_A - \beta_B$$

$$\frac{x}{c} = \frac{\sin(\delta_A)}{\sin(\gamma)} \qquad x = c \cdot \frac{\sin(\delta_B)}{\sin(\gamma)}$$

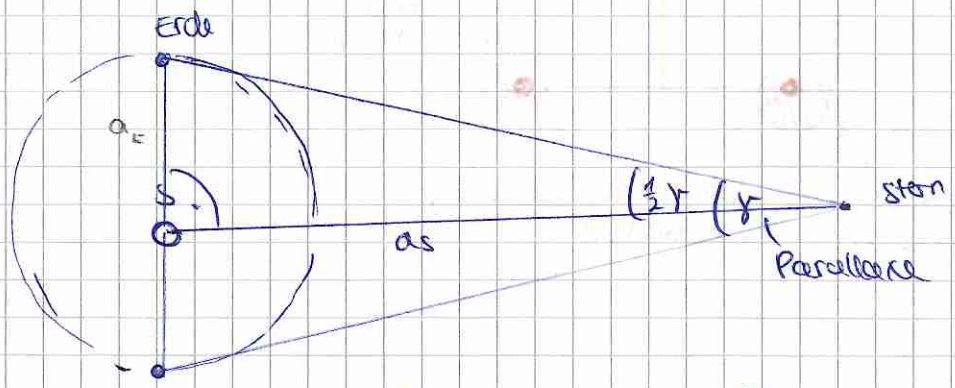
→ Berechnung von a_M:

$$\psi = \delta_A + \left(90° - \frac{1}{2}\alpha\right) = \frac{1}{2}\alpha + \beta_A + 90° - \frac{1}{2}\alpha = 90° + \beta_A$$

$$= \cancel{180° - \alpha - \beta_A - \beta_B + 90° - \frac{1}{2}\alpha}$$

$$\Rightarrow \quad a_M = \sqrt{r_E^2 + x^2 - 2 \cdot r_E \cdot x \cdot \cos(\psi)}$$

164. Die Parallaxen-Methode:



$$\tan\left(\frac{1}{2}\gamma\right) = \frac{a_E}{a_S} \Rightarrow a_S = \frac{a_E}{\tan\left(\frac{1}{2}\gamma\right)}$$

15.03.17

165. Bestimmung der Erdmasse:

Zwei Massen m_1 & m_2 ziehen sich gemäß des Newtonschen Gravitationsgesetzes an. Für die Anziehungskraft gilt:

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

G → Gravitationskonstante
r → Abstand zw. m_1 und m_2

Idee:

Hr. Staidl wird mit der Kraft $F = m_1 \cdot g = 65{,}7\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$ von der Erde angezogen.

$$\Rightarrow m_1 \cdot g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r_E^2} \quad | \cdot m_1 \quad | \cdot r_E^2 \quad | : G$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{g \cdot r_E^2}{G}$$

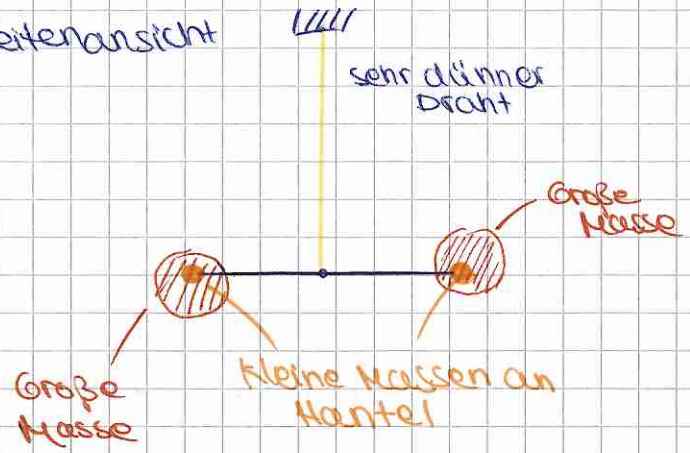
ist die Masse der Erde, wenn r_E der Erdradius ist.

166 Das Cavendish-Experiment 1798

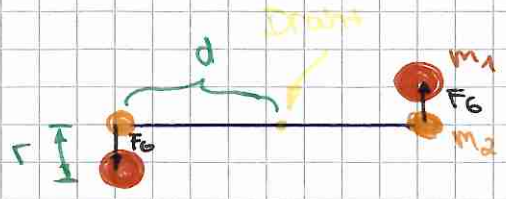
→ Entwickelt von Cavendish zur Bestimmung der Erdmasse.

→ „Nebenbei" bestimmte er damit G

Seitenansicht



Draufsicht:



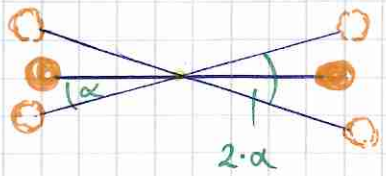
Gemessen:

$r \approx 5\,cm$ – $0{,}05\,m$
$d \approx 5\,cm$ $0{,}05\,m$

→ Die kleinen Kugeln sind drehbar an einer Hantel befestigt, die durch den sehr dünnen Draht getragen wird.

→ Aufgrund der gravitativen Massenanziehung bewirkt die Gravitationskraft eine Drehung der Hantel um ein Winkel α ein.

15.03.16



→ Durch die Drehung verdrillt der Draht und bewirkt eine rücktreibende Kraft, die ~~sich~~ wir Verdrillungskraft nennen.

$$F_D = m_2 \cdot d \cdot \frac{8\pi^2}{T} \cdot \alpha$$

(Formel wird später hergeleitet)

$$F_D = 2 \cdot F_G$$

$$m_2 \cdot d \cdot \frac{8\pi^2}{T} \cdot \alpha = 2 \cdot G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad | : m^2$$

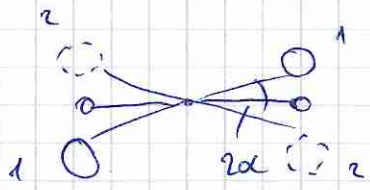
$$d \cdot \frac{8\pi^2}{T} \alpha = 2 G \cdot \frac{m_1}{r^2}$$

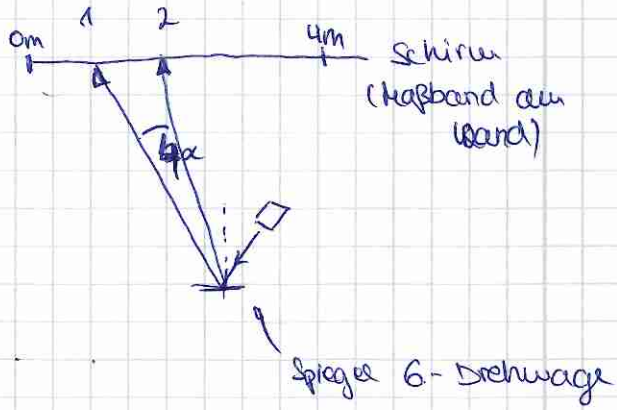
$$G = d \cdot \frac{8\pi^2}{T} \alpha \cdot \frac{r^2}{2 m_1}$$

$$G = \frac{d \cdot 4\pi^2 \alpha r^2}{T m_1}$$

Zu bestimmen: $m_1 = 1{,}5\,kg$ $T = 10\,min$; $600\,s$
$\alpha =$

160.1: Bestimmung von α



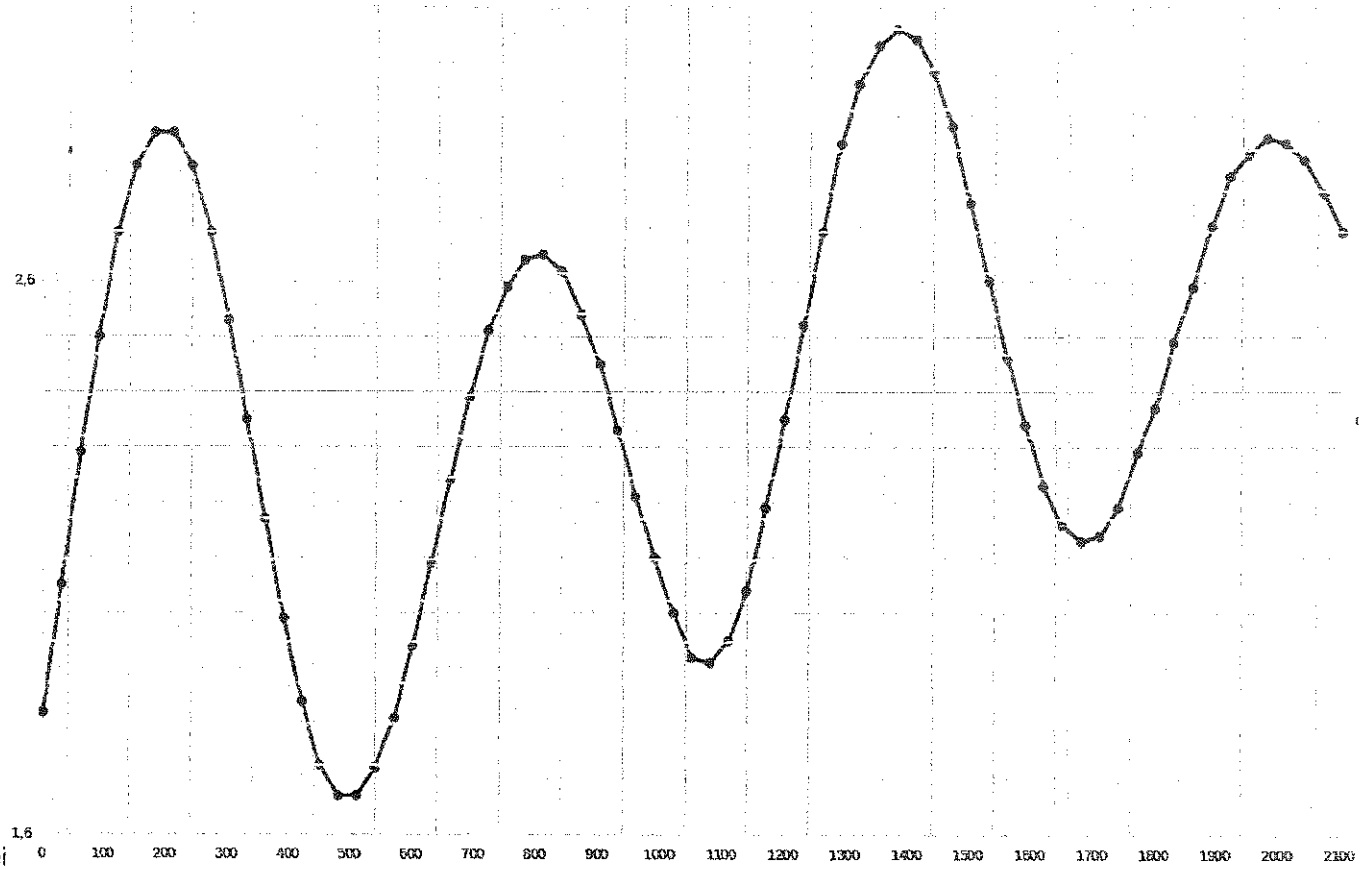


1: Gleichgewichtslage, wenn große Kugeln in Position 1

2: Gleichgewichtslage, wenn gr. Kugeln in Pos. 2

Cavendish-Experiment

Messwertdiagramm zur Bestimmung der Gravitationskonstanten



Bei

Maßband 3,10m: Abstand zum Schirm 7,06m