エラトステネス

エラトステネス

- エジプトのシエネでは、夏至の正午に太陽が真上に来る。

エラトステネス

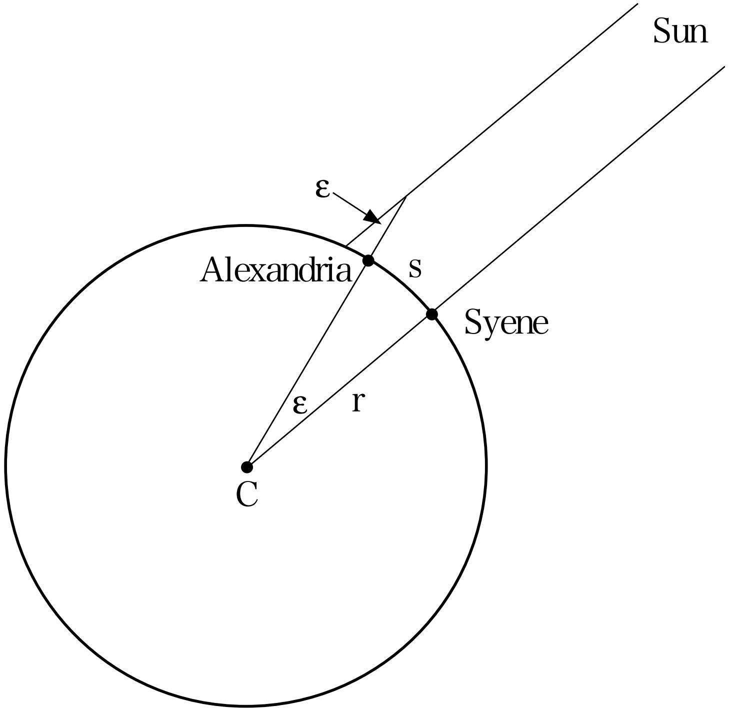
- エジプトのシエネでは、夏至の正午に太陽が真上に来る。
- アレクサンドリアでは真上から $\varepsilon = 7.5^\circ$ の角度と測定。

エラトステネス

- エジプトのシエネでは、夏至の正午に太陽が真上に来る。
- アレクサンドリアでは真上から $\varepsilon = 7.5^\circ$ の角度と測定。
- シエネはアレクサンドリアから真南に約 800km である。

エラトステネス

- エジプトのシエネでは、夏至の正午に太陽が真上に来る。
- アレクサンドリアでは真上から $\varepsilon = 7.5^\circ$ の角度と測定。
- シエネはアレクサンドリアから真南に約 800km である。



これより、地球の半径 $r \approx 6100$km。(現代 6360km)

エラトステネス

具体的には、ε を弧度法で表すと

$$\varepsilon = 7.5 \times \frac{\pi}{180} \approx 0.131$$

エラトステネス

具体的には、ε を弧度法で表すと

$$\varepsilon = 7.5 \times \frac{\pi}{180} \approx 0.131$$

一方で

$$\varepsilon = \frac{s}{r} = \frac{800}{r}$$

エラトステネス

具体的には、ε を弧度法で表すと

$$\varepsilon = 7.5 \times \frac{\pi}{180} \approx 0.131$$

一方で

$$\varepsilon = \frac{s}{r} = \frac{800}{r}$$

これより

$$r = \frac{800}{\varepsilon} = \frac{800}{0.131} \approx 6100\text{[km]}$$

アリスタルコス

アリスタルコス

仮説 A　月は太陽から光を受けて輝いている。

アリスタルコス

仮説 A　月は太陽から光を受けて輝いている。

仮説 B　月は地球を中心とする円軌道を公転している。

アリスタルコス

仮説 A　月は太陽から光を受けて輝いている。

仮説 B　月は地球を中心とする円軌道を公転している。

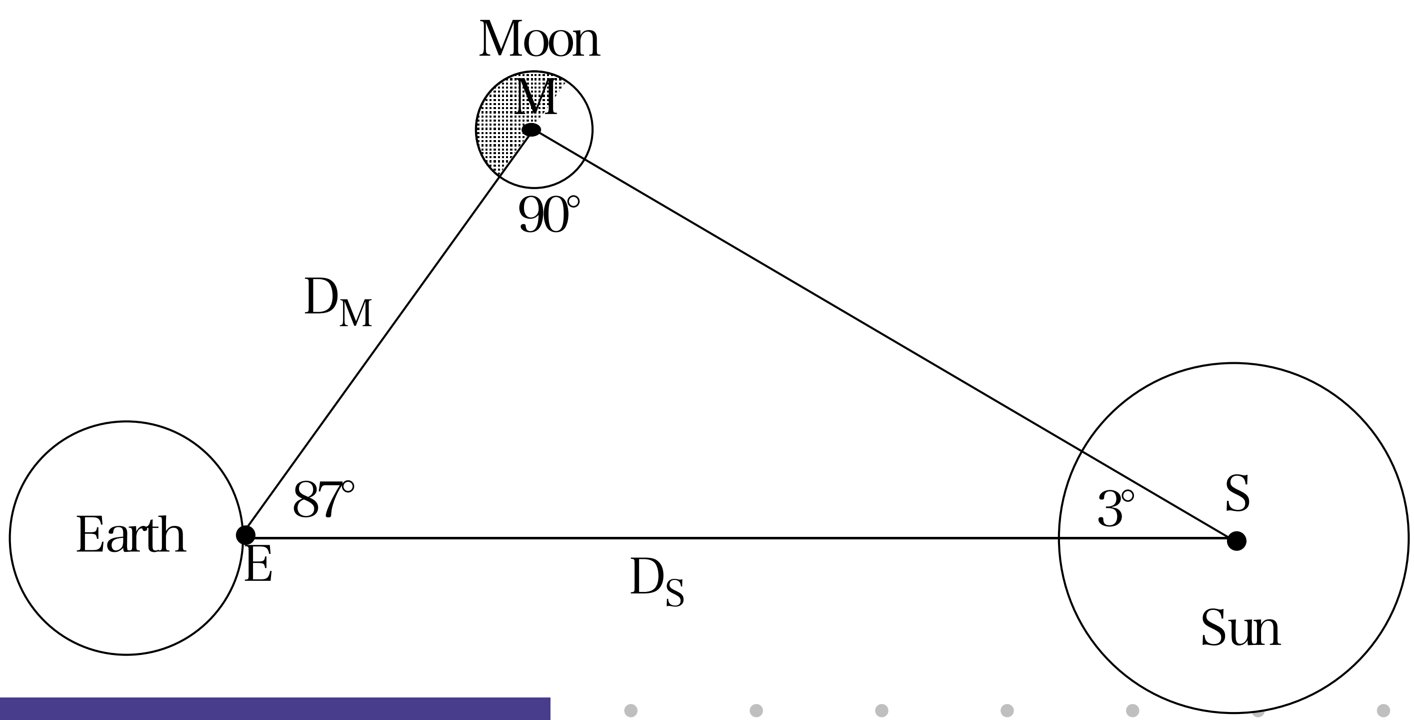
仮説 C　地上から半月を見ると下図の $\angle EMS$ は 90° であり $\angle MES$ は 87° である。

アリスタルコス

仮説 A　月は太陽から光を受けて輝いている。

仮説 B　月は地球を中心とする円軌道を公転している。

仮説 C　地上から半月を見ると下図の $\angle EMS$ は 90° であり $\angle MES$ は 87° である。

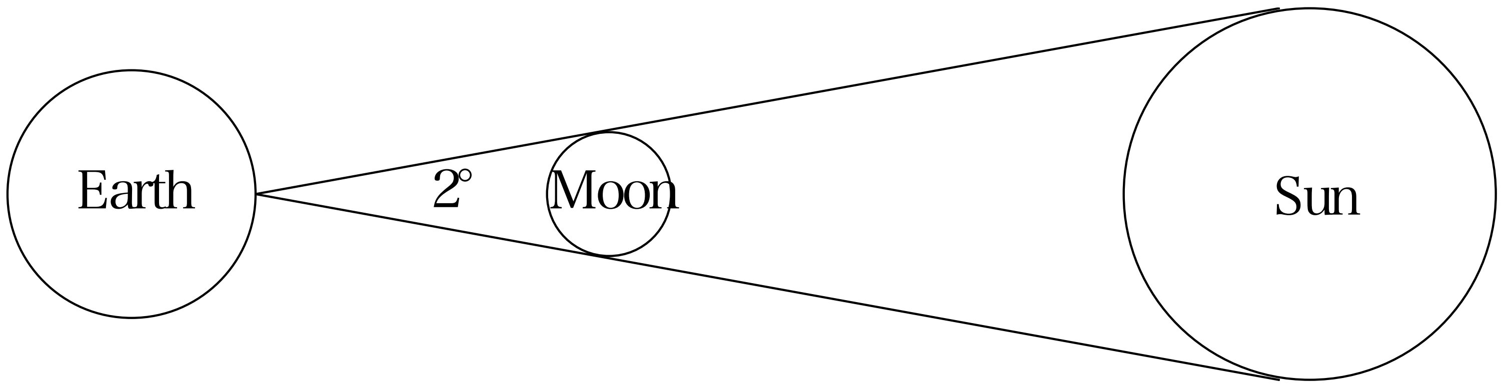


アリスタルコス

仮説 D 皆既日食のとき、月と太陽を見込む角は等しく 2°

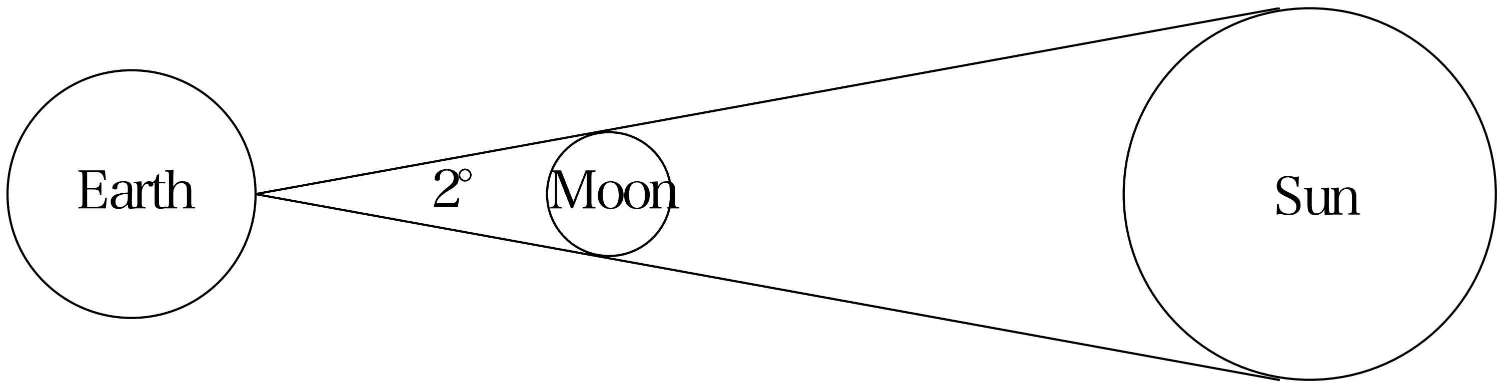
アリスタルコス

仮説 D 皆既日食のとき、月と太陽を見込む角は等しく 2°



アリスタルコス

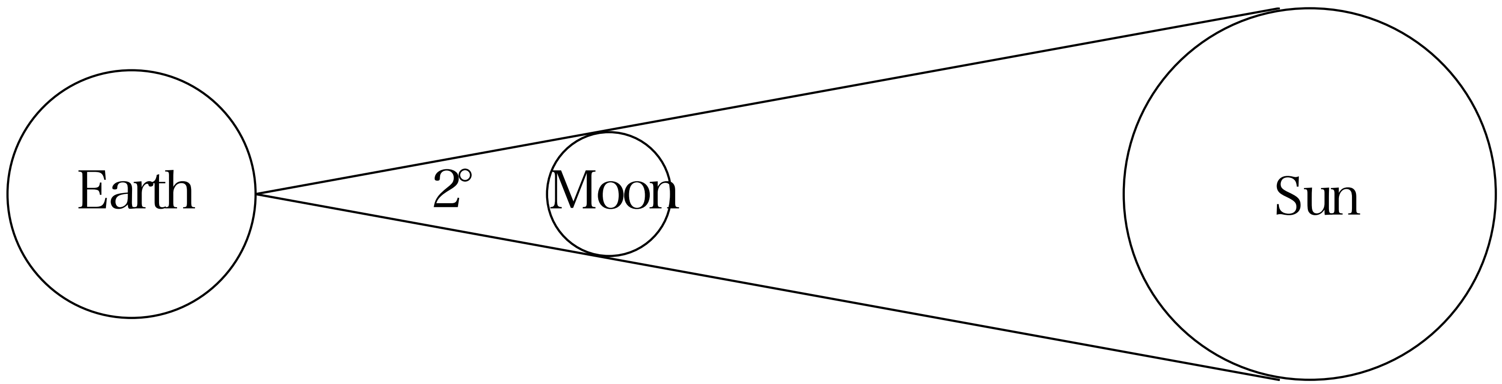
仮説 D 皆既日食のとき、月と太陽を見込む角は等しく 2°



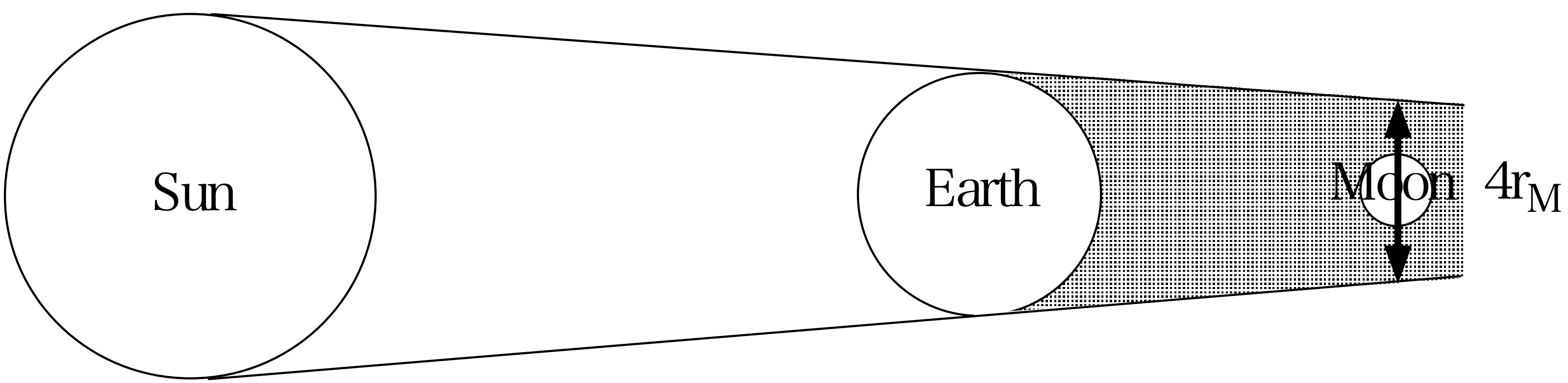
仮説 E 月食のとき下図の影の幅は月の半径 r_M の 4 倍である。

アリスタルコス

仮説 D 皆既日食のとき、月と太陽を見込む角は等しく 2°



仮説 E 月食のとき下図の影の幅は月の半径 r_M の 4 倍である。



アリスタルコス

これらと、エラトステネスの値：地球の半径 $r_E \approx 6100$km よりアリスタルコスは

アリスタルコス

これらと、エラトステネスの値：地球の半径 $r_E \approx 6100$km よりアリスタルコスは

月の半径 $r_M \approx 2100$km (現代 1740km)、
太陽の半径 $r_S \approx 43000$km (現代 695000km)、
月までの距離 $D_M \approx 130000$km (現代 384400km)、
太陽までの距離 $D_S \approx 2600000$km (現代 150×10^6km)

とした。

アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、

アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、 $\dfrac{r_M}{D_M} = \sin 1^\circ \approx \dfrac{\pi}{180} \approx \dfrac{1}{60}$

アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、 $\dfrac{r_M}{D_M} = \sin 1^\circ \approx \dfrac{\pi}{180} \approx \dfrac{1}{60}$

仮説 E から $\dfrac{r_E - 2r_M}{r_S - r_E} = \dfrac{D_M}{D_S}$

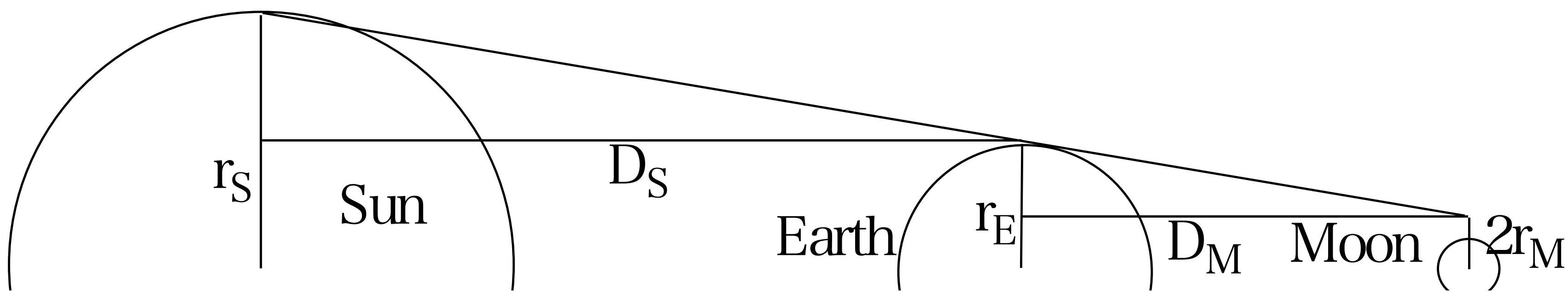
アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、 $\dfrac{r_M}{D_M} = \sin 1^\circ \approx \dfrac{\pi}{180} \approx \dfrac{1}{60}$

仮説 E から $\dfrac{r_E - 2r_M}{r_S - r_E} = \dfrac{D_M}{D_S} = 0.05$



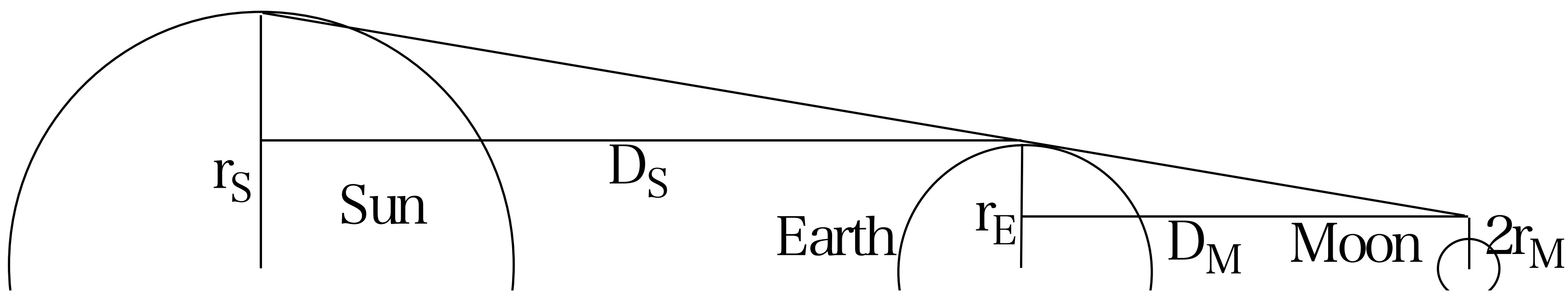
アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、 $\dfrac{r_M}{D_M} = \sin 1^\circ \approx \dfrac{\pi}{180} \approx \dfrac{1}{60}$

仮説 E から $\dfrac{r_E - 2r_M}{r_S - r_E} = \dfrac{D_M}{D_S} = 0.05$



$r_S = 20r_M$ を代入すると $r_M = \dfrac{7}{20}r_E$。

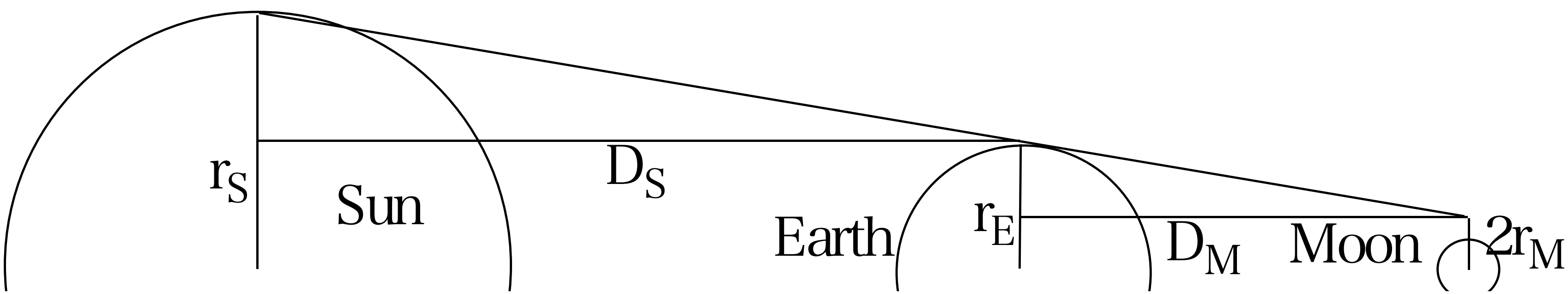
アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、 $\dfrac{r_M}{D_M} = \sin 1^\circ \approx \dfrac{\pi}{180} \approx \dfrac{1}{60}$

仮説 E から $\dfrac{r_E - 2r_M}{r_S - r_E} = \dfrac{D_M}{D_S} = 0.05$



$r_S = 20r_M$ を代入すると $r_M = \dfrac{7}{20}r_E$。 従って $r_S = 7r_E$

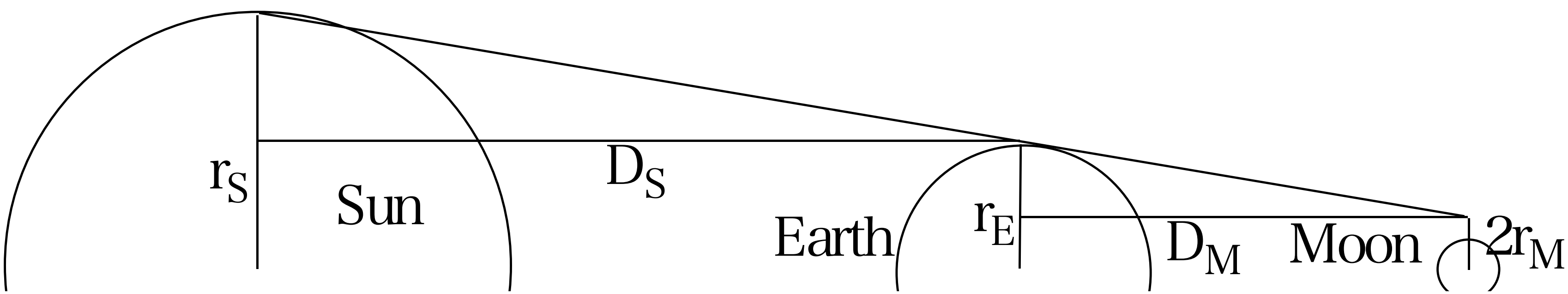
アリスタルコス

ここでは、θ が十分小さいとき $\sin\theta \approx \theta$ という近似を使う。

この近似と仮説 C から $\dfrac{D_M}{D_S} = \sin 3^\circ \approx \dfrac{3\pi}{180} \approx 0.05$

仮説 D から $\dfrac{r_S}{r_M} = \dfrac{D_S}{D_M} = 20$、 $\dfrac{r_M}{D_M} = \sin 1^\circ \approx \dfrac{\pi}{180} \approx \dfrac{1}{60}$

仮説 E から $\dfrac{r_E - 2r_M}{r_S - r_E} = \dfrac{D_M}{D_S} = 0.05$



$r_S = 20r_M$ を代入すると $r_M = \dfrac{7}{20}r_E$。 従って $r_S = 7r_E$

また、$D_M = 60r_M$、$D_S = 20D_M$ である。

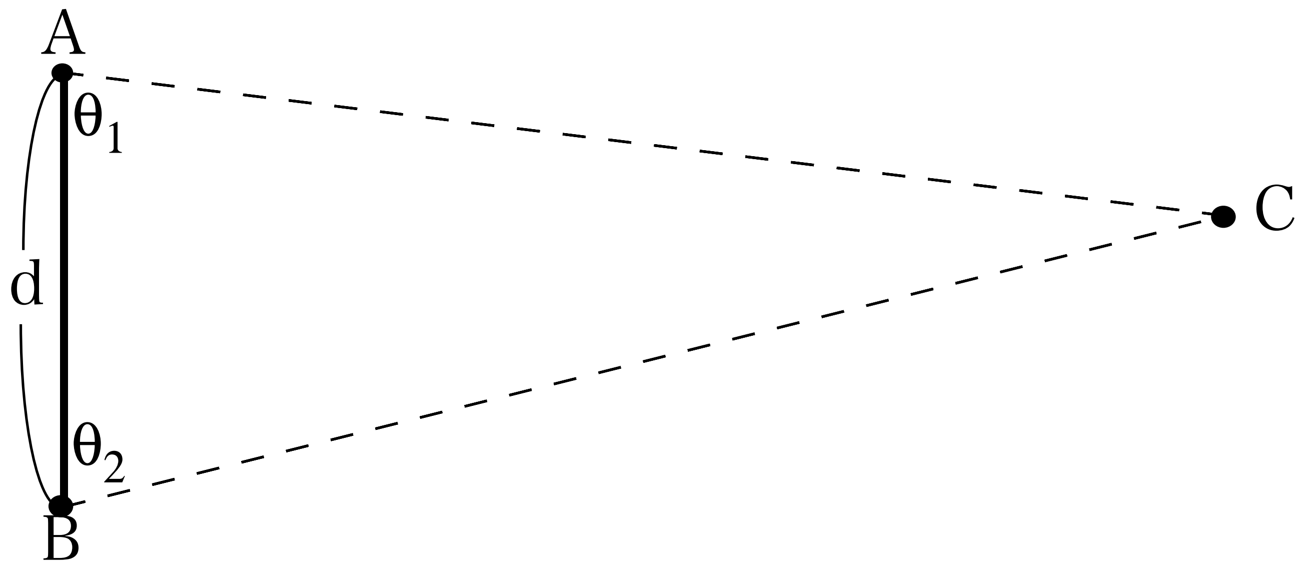
三角測量

三角測量

少し離れた二地点 A,B から第三の地点 C を観測し、C までの距離を求める。

三角測量

少し離れた二地点 A,B から第三の地点 C を観測し、C までの距離を求める。



三角測量

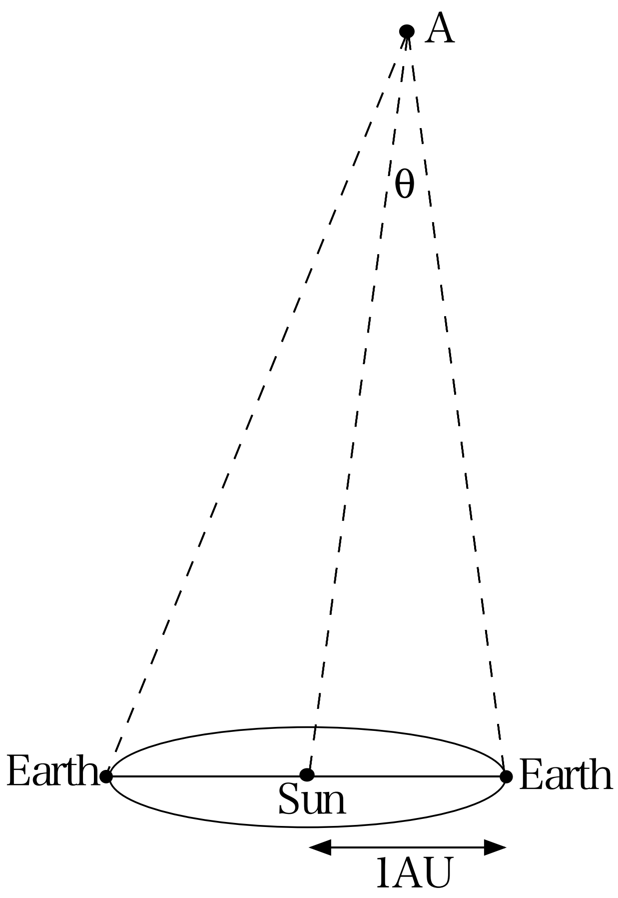
地球の軌道長半径＝1 天文単位 (1AU) $\approx 150 \times 10^6$km

恒星視差 θ を求めることにより近い恒星までの距離を求める。

三角測量

地球の軌道長半径＝1 天文単位 (1AU) $\approx 150 \times 10^6$km

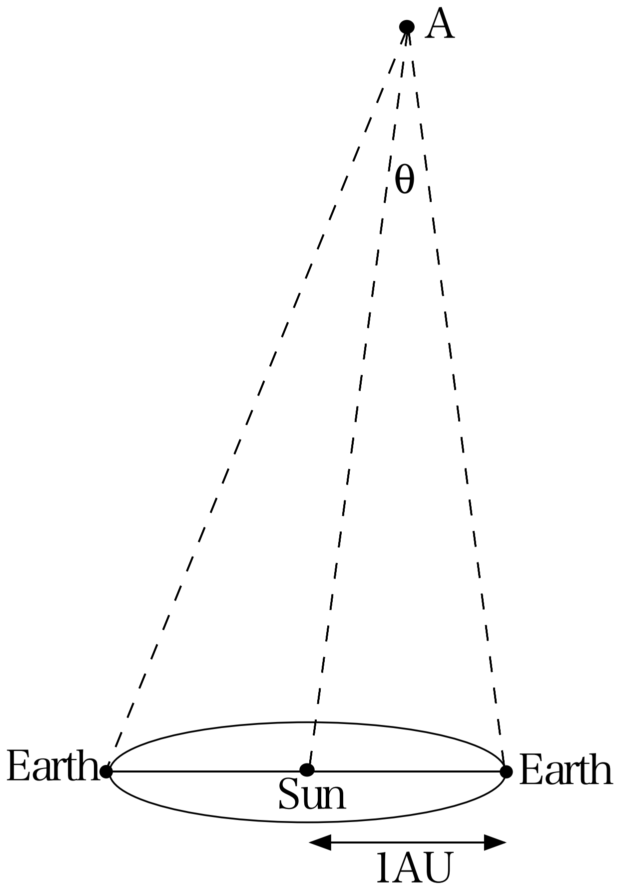
恒星視差 θ を求めることにより近い恒星までの距離を求める。



三角測量

地球の軌道長半径＝1 天文単位 (1AU) $\approx 150 \times 10^6$km

恒星視差 θ を求めることにより近い恒星までの距離を求める。



この方法で測るとケンタウルス座プロクシマまで 38×10^{12}km