

Fatamorgana



Illustration 1: Fatamorgana. Bemærk, at himmelen og klipperne er spejlede, så det ser ud som, der ligger vand foran en. Kilde: <https://hanifroad.wordpress.com/author/hanifroad/>.

Herunder skal du arbejde med en model af atmosfæren, så fatamorganafænomenet bliver anskueliggjort.

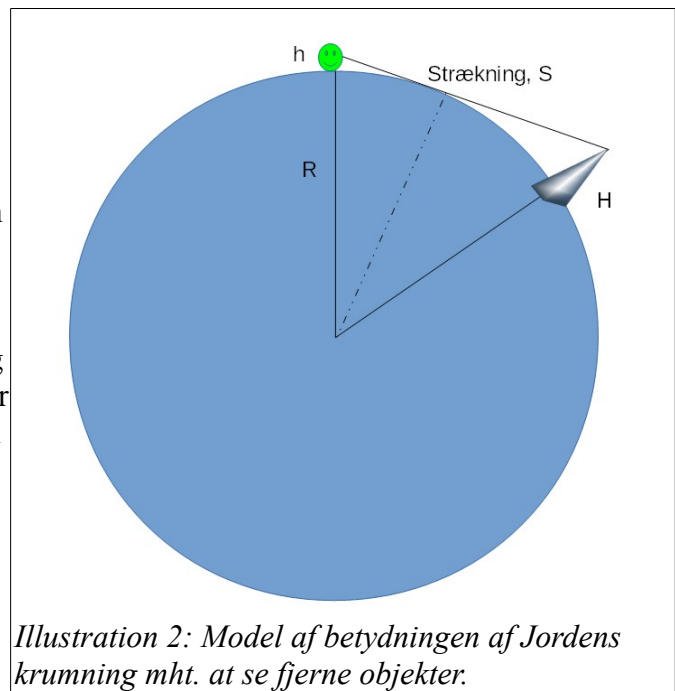
Herunder er tegnet en vandret model af atmosfæren. Der er antaget 4 lag. Brydningsindekserne for de 4 lag er faldende, des tættere man kommer på jordoverfladen. Lysets hastighed i vakuum er $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s.



- Hvis brydningsindekset i et lag er $n = 1,000292$, hvad er lysets hastighed så?
- Hvis brydningsindekset falder, des tættere man kommer på jordoverfladen, hvad betyder det så for lysets hastighed i luftlaget?
- Skitser strålegangen når der sker brydning i bunden af lag 1, 2, 3, 4. (Hint: Vælg en indfaldsvinkel og benyt brydningsloven.)

En klippeblok står 15 km væk, og den er 7 m høj. I den afstand kan man normalt ikke se blokken, da jordoverfladen har dækket for den.

- d) Vurder hvor langt væk en person med øjenhøjde h kan se et objekt med højden H . Du kan antage at Jorden er kuglerund, og at Jordens radius er 6372 km. Se illustration 2.
- e) En person har en øjenhøjde på 1,5 m, og personen betragter en klippeblok, som er 7,0 m høj. Hvor langt væk kan personen se klippeblokken, hvis det er helt klart vejr?
- f) Kan du se længere eller kortere, når du tager højde for lysstrålens form ved et fatamorgana?



En model for brydningsindeksets temperaturafhængighed ser ud som følger¹

$$n(T) = 1,0002916 - 9,74 \cdot 10^{-7} \cdot T(^{\circ}\text{C})$$

En dag falder temperaturen drastisk med højden, og man har målt at faldet i temperaturen følger følgende formel

$$T(h) = 60^{\circ}\text{C} - 0,5^{\circ}\text{C/m} \cdot h.$$

- g) **Meget svært spørgsmål.** I spørgsmål c har du kvalitativt undersøgt en 4-lags model af atmosfæren. Du skal nu lave en atmosfæremodel hvor hvert lag har en tykkelse Δy , som du selv definerer, og tegne en graf over strålegangen fra toppen af klippeblokken ($h = 7,0$ m).

Hjælp til spørgsmål g

Lav f.eks. et regneark efter følgende skabelon

$T(y)$	$n(T)$	x (m)	y (m)	b ($^{\circ}$)	i ($^{\circ}$)
--------	--------	---------	---------	--------------------	--------------------

Vælg en indfaldsvinkel på over 89° . Lad atmosfærelaget cirka have tykkelsen $\Delta y = 0,03$ m. Benyt brydningsloven til at beregne b . Overvej hvordan x - og y ændres, som funktion af vinklerne og Δy . (Kig på din skitse fra spørgsmål c.)

På et tidspunkt rammer du den kritiske vinkel – lige der sker der spejling! Det skal du tage højde for i beregningerne.

Hvis bare en af jer kan løse spørgsmål g, så giver jeg kage til hele holdet.

¹ <http://www-mipp.fnal.gov/RICH/refractivityOfAir.pdf> ($p = 1000$ mbar og $\lambda = 632,8$ nm. I vores model ser vi bort fra afhængigheden af luftfugtighed og tryk.)