

Atmosfæren på Mars

Oppgave 1

a) Vi ser på en luftsøyلة med tverrsnitt A og høyde dz , og dermed masse $dM = \mu A dz$ når massen pr volumenheter er μ . Vekten av denne luftsøylen er $dM g = \mu A dz g$, som må tilsvare forskjellen dF i kraften (nedover) på luftsøylenes nedre og øvre flate. Siden trykket pr definisjon er kraft pr flateenhet, må $dp = -dF/A = -\mu dz g$ bli endringen i trykket hvis vi forflytter oss fra høyde z til høyde $z+dz$. Av dette følger det at $dp/dz = -\mu g$. **D**

b) Hvis m er gassens masse pr mol, er nm massen til n mol gass. Og hvis n mol gass okkuperer volumet V , blir da masse pr volumenheter $\mu = nm/V$. Dermed: $pV = nRT \Rightarrow p/RT = n/V = \mu/m$, dvs $\mu = pm/RT$. **C**

c) Fra a) har vi $dp/dz = -\mu g$, og med resultatet i b) betyr det at $dp/p = -mgdz/RT$. Integrasjon på begge sider, på venstre side fra $p(0) = p_0$ til $p(z)$ og på høyre side fra $z = 0$ til z , gir $\ln[p(z)/p_0] = -\int_0^z mg(z')dz'/RT(z')$, som etter eksponentiering på begge sider gir det oppgitte uttrykket for $p(z)$ med skalahøyde $H(z) = RT(z)/mg(z)$. **A**

d) Innsetting av oppgitte tallverdier for R , T , m og g gir $H = 12.1$ km. **B**

e) Integralet i c) blir da lik 1, slik at $p(H)/p_0 = 1/e$. **F**

Oppgave 2

Se `martian_atmosphere.py`. Figuren nedenfor viser at trykkprofilen blir ganske riktig ved å bruke konstant temperatur 234 K, med økende feil ved store høyder.

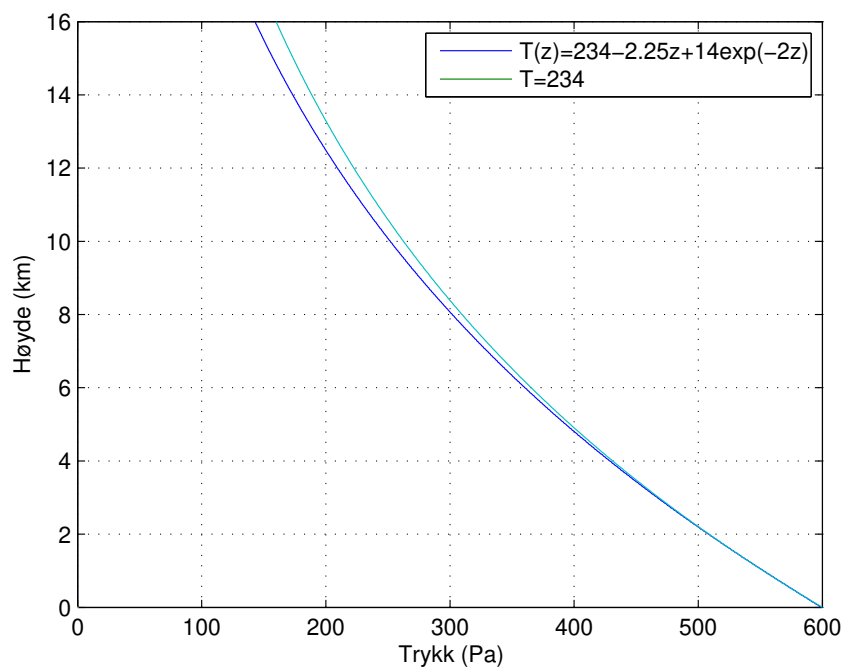
Merknad: Numerisk løsning av integralet

$$\int_0^z \frac{dz'}{T(z')}$$

med Simpsons metode fordrer at intervallet fra 0 til z deles inn i et like antall intervaller, dvs med et odde antall diskretiserte høydeverdier, endepunktene 0 og z inkludert. Dette skyldes at metoden er basert på å trekke parabler mellom nest nærmeste nabo høydeverdier. Denne begrensningen har vi ikke med trapesmetoden, der rette linjer trekkes mellom nærmeste nabo høydeverdier.

I programmet `martian_atmosphere.py` brukes Simpsons metode for å bestemme annenhver verdi for $p(z)$, dvs for de høydeverdiene som tilsvarer at antall intervaller er et partall. For de resterende høydeverdiene brukes trapesmetoden. Det ville selvsagt ha vært enklere å bruke trapesmetoden for alle verdier av z .

Merk at de to første høydene, $z = 0$ og $z = h$, må behandles separat, ettersom iterasjonsprosessen først kan startes med to verdier på plass, en for iterasjon med trapesmetoden og en for iterasjon med Simpsons metode.



Figur 1: Trykk som funksjon av høyde over bakken på planeten Mars, beregnet med utgangspunkt i en realistisk temperaturprofil og med bruk av konstant temperatur.