

to km = -47.5

to bar = -47.5

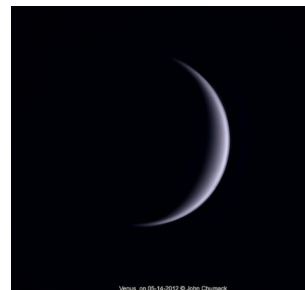
Vypočtete hustotu atmosféry Venuše ve výšce

$z=5[\text{km}]*\text{rnd}(7) = 5 [\text{km}]$ nad povrchem. K výpočtu využijte data z anglické Wikipedie (hledejte “Atmosphere of Venus”, “Venus” apod.). Uvažujte pouze směs CO_2 a N_2 ; stopové plyny (SO_2 a další) zanedbejte.

Návod: Můžete použít Redlichovu–Kwongovu rovnici (použijte aditivní kombinační pravidlo pro parametr b), viriálovou stavovou rovnici (opět s vhodnými kombinačními pravidly), nebo generalizovaný diagram. Potřebná data najděte.

Pro výpočet pomocí Redlichovy–Kwongovy rovnice máte několik možností:

1. Excel nebo LibreOffice Calc nebo nějaký vhodný matematický asistent, který umí řešit rovnice.
2. Aplikaci na <http://old.vscht.cz/fch/software/redlich-kwong-3.html>.
3. Při použití pouze kalkulačky vypočtete nejprve hodnotu molárního objemu pro ideální plyn. Pak změňte trochu molární objem a dosadte do Redlichovy–Kwongovy rovnice a podívejte se, co udělal tlak. Zkusmo tak najdete řešení. Můžete také použít nějakou numerickou metodu, třeba metodu sečen.



$x=z/1[\text{km}] = 5$

$t=(x==0)*462 + (x==5)*424 + (x==10)*385 + (x==15)*348 + (x==20)*306 + (x==25)*264 + (x==30)*222$
 $= 424$

$T=t*1[\text{K}]+T_C = 697.1 [\text{K}]$

$p=(x==0)*92.1+(x==5)*66.65+(x==10)*47.39+(x==15)*33.04+(x==20)*22.52+(x==25)*14.93+(x==30)*9.87$
 $= 66.65$

$p=p*1[\text{atm}] = 67.53 [\text{bar}]$

$T_{c1}=304.17[\text{K}] = 304.2 [\text{K}]$

$p_{c1}=7.386[\text{MPa}] = 73.86 [\text{bar}]$

$T_{c2}=126.2[\text{K}] = 126.2 [\text{K}]$

$p_{c2}=3.39[\text{MPa}] = 33.9 [\text{bar}]$

$a_1=R**2*T_{c1}**2.5/p_{c1}/9/(cbt(2)-1) = 6.456 [\text{m}^5 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{0.5} \text{ mol}^{-2}]$

$b_1=(cbt(2)-1)/3*R*T_{c1}/p_{c1} = 2.967\text{e-}05 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

$a_2=R**2*T_{c2}**2.5/p_{c2}/9/(cbt(2)-1) = 1.56 [\text{m}^5 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{0.5} \text{ mol}^{-2}]$

$b_2=(cbt(2)-1)/3*R*T_{c2}/p_{c2} = 2.682\text{e-}05 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

$x_1=.965 = 0.965$

$x_2=1-x_1 = 0.035$

$a=(\text{sqrt}(a_1)*x_1+\text{sqrt}(a_2)*x_2)**2 = 6.228 [\text{m}^5 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{0.5} \text{ mol}^{-2}]$

$b=b_1*x_1+b_2*x_2 = 2.957\text{e-}05 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

$\text{def RK}=R*T/(V_m-b)-a/\text{sqrt}(T)/V_m/(V_m+b) = (\text{defined})$

$V_m=R*T/p = 0.0008583 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

$M_{av}=x_1*M(\text{CO}_2)+x_2*M(\text{N}_2) = 43.45 [\text{g/mol}]$

$\rho_{\text{hoid}}=M_{av}/V_m = 50.62 [\text{m}^{-3} \text{ kg}]$

$\text{solve } V_m=R*T/p \text{ RK}-p = 0.0008495 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

$\rho = M_{av}/V_m = 51.15 [\text{m}^{-3} \text{ kg}]$

$Z = \rho / \rho_{\text{hoid}} = 1.01$
 $T_c = T_{c1} \cdot x_1 + T_{c2} \cdot x_2 = 297.9 \text{ [K]}$
 $p_c = p_{c1} \cdot x_1 + p_{c2} \cdot x_2 = 72.46 \text{ [bar]}$
 $a = R \cdot T_c \cdot T_c^{2.5} / p_c / 9 / (\text{cbrt}(2) - 1) = 6.249 \text{ [m}^5 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{0.5} \text{ mol}^{-2}\text{]}$
 $b = (\text{cbrt}(2) - 1) / 3 \cdot R \cdot T_c / p_c = 2.962 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^3 \text{ mol}^{-1}\text{]}$
 $\text{solve } V_m = R \cdot T / p \text{ RK-p} = 0.0008495 \text{ [m}^3 \text{ mol}^{-1}\text{]}$
 $\rho = M_{\text{av}} / V_m = 51.15 \text{ [m}^{-3} \text{ kg}\text{]}$
 $Z = \rho_{\text{hoid}} / \rho = 0.9897$