

to km = -29.5  
to bar = -29.5

Vypočtete hustotu atmosféry Venuše ve výšce  $z=5\text{ [km]}*\text{rnd}(7) = 20\text{ [km]}$  nad povrchem. K výpočtu využijte data z anglické Wikipedie (hledejte “Atmosphere of Venus”, “Venus” apod.). Uvažujte pouze směs  $\text{CO}_2$  a  $\text{N}_2$ ; stopové plyny ( $\text{SO}_2$  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 [km] = 20
t=(x==0)*462 +(x==5)*424 +(x==10)*385 +(x==15)*348 +(x==20)*306 +(x==25)*264 +(x==30)*222
= 306
T=t*1 [K]+TC = 579.1 [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)*9.8
= 22.52
p=p*1[atm] = 22.82 [bar]
Tc1=304.17 [K] = 304.2 [K]
pc1=7.386 [MPa] = 73.86 [bar]
Tc2=126.2 [K] = 126.2 [K]
pc2=3.39 [MPa] = 33.9 [bar]
a1=R**2*Tc1**2.5/pc1/9/(cbrrt(2)-1) = 6.456 [m5 kg s-2 K0.5 mol-2]
b1=(cbrrt(2)-1)/3*R*Tc1/pc1 = 2.967e-05 [m3 mol-1]
a2=R**2*Tc2**2.5/pc2/9/(cbrrt(2)-1) = 1.56 [m5 kg s-2 K0.5 mol-2]
b2=(cbrrt(2)-1)/3*R*Tc2/pc2 = 2.682e-05 [m3 mol-1]
x1=.965 = 0.965
x2=1-x1 = 0.035
a=(sqrt(a1)*x1+sqrt(a2)*x2)**2 = 6.228 [m5 kg s-2 K0.5 mol-2]
b=b1*x1+b2*x2 = 2.957e-05 [m3 mol-1]
def RK=R*T/(Vm-b)-a/sqrt(T)/Vm/(Vm+b) = (defined)
Vm=R*T/p = 0.00211 [m3 mol-1]
Mav=x1*M(CO2)+x2*M(N2) = 43.45 [g/mol]
rhoid=Mav/Vm = 20.59 [m-3 kg]
solve Vm=R*T/p RK-p = 0.002087 [m3 mol-1]
rho=Mav/Vm = 20.82 [m-3 kg]
```

```
Z=rho/rhoid = 1.011
Tc=Tc1*x1+Tc2*x2 = 297.9 [K]
pc=pc1*x1+pc2*x2 = 72.46 [bar]
a=R**2*Tc**2.5/pc/9/(cbirt(2)-1) = 6.249 [m5 kg s-2 K0.5 mol-2]
b=(cbirt(2)-1)/3*R*Tc/pc = 2.962e-05 [m3 mol-1]
solve Vm=R*T/p RK-p = 0.002087 [m3 mol-1]
rho=Mav/Vm = 20.82 [m-3 kg]
Z=rhoid/rho = 0.9889
```