

to L = -38.5

to bar = -38.5

Je pěkný letní den s teplotou

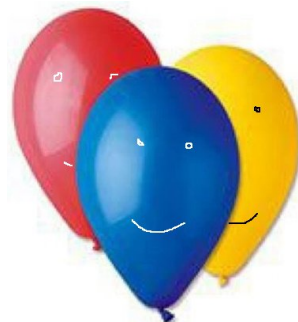
$t=21+\text{rnd}(8) = 23$ °C a tlakem 1 bar. Prodáváte na pouti balonky o objemu

$V_b=(8+\text{rnd}(3))*1[\text{L}] = 9 [\text{L}]$. Balonky plníte vodíkem z tlakové nádoby o objemu

$V_l=(4+\text{rnd}(3))*5[\text{L}] = 20 [\text{L}]$. Manometr na tlakové nádobě ukazuje přetlak

$p_2=(65+\text{rnd}(15))*1[\text{bar}] = 71 [\text{bar}]$. Kolik balonků můžete nafouknout? Přetlak potřebný k nafouknutí balonku a změnu teploty expandujícího plynu zanedbejte.

Rady:



1. Pro výpočet za tlaku 1 bar stačí stavová rovnice ideálního plynu.
2. Pro výpočet molárního objemu plynu v láhvi použijte Redlichovu–Kwongovu rovnici, viriálovou stavovou rovnici, případně generalizovaný diagram. Potřebná data najděte.
3. Pro výpočet pomocí Redlichovy–Kwongovy rovnice máte několik možností:
 - (a) Excel nebo LibreOffice Calc nebo nějaký vhodný matematický asistent, který umí řešit rovnice.
 - (b) Aplikaci na <http://old.vscht.cz/fch/software/redlich-kwong-3.html>.
 - (c) 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.
4. Nezapomeňte převést přetlak na absolutní tlak.
5. Nezapomeňte, že v láhvi vám nějaký vodík (totiž $V_l = 20 [\text{L}]$) zbyde.

$T = T_C + t * 1 [\text{K}] = 296.1 [\text{K}]$

$T_c = 33.20 [\text{K}] = 33.2 [\text{K}]$

$p_c = 1.297 [\text{MPa}] = 12.97 [\text{bar}]$

$p = p_2 + 1 [\text{bar}] = 72 [\text{bar}]$

$T/T_c = 8.92$

$p/p_c = 5.551$

$a = R * 2 * T_c ** 2.5 / p_c / 9 / (\text{cbrt}(2) - 1) = 0.1447 [\text{m}^5 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{0.5} \text{ mol}^{-2}]$

$b = (\text{cbrt}(2) - 1) / 3 * R * T_c / p_c = 1.844\text{e-}05 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

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

$V_{m0} = R * T / 1 [\text{bar}] = 0.02462 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

$n_{l0} = V_l / V_{m0} = 0.8122 [\text{mol}]$

$n_b = V_b / V_{m0} = 0.3655 [\text{mol}]$

$V_m = R * T / p = 0.000342 [\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}]$

```
nl=Vl/Vm = 58.48 [mol]
nl-nl0 = 57.67 [mol]
N=(nl-nl0)/nb = 157.8
solve Vm=R*T/p RK-p = 0.0003575 [m3 mol-1]
nl=Vl/Vm = 55.95 [mol]
nl-nl0 = 55.13 [mol]
N=(nl-nl0)/nb = 150.8
```