

1. Ideální a reálné plyny - řešení

Příklady:

1. Ideální plyn prochází izotermickou kompresí, která snižuje jeho objem o 2,20 dm³. Konečný tlak plynu je 504 kPa a konečný objem plynu 4,65 dm³. Vypočítejte původní tlak plynu.

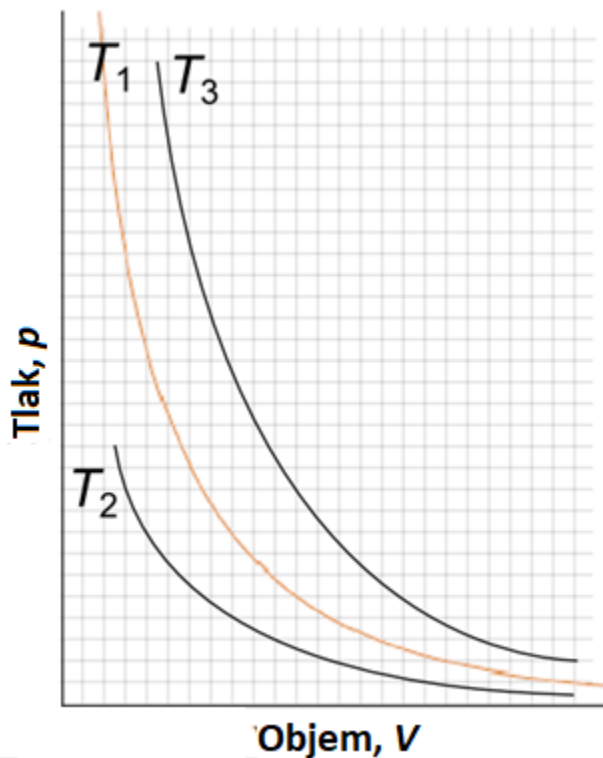
Řešení: $pV = \text{konst.} \Rightarrow p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow p_1 = \frac{p_2V_2}{V_1} = \frac{504 \cdot 4,65}{4,65 + 2,20} \text{ kPa} \cong \underline{342 \text{ kPa}}$

2. Při průmyslovém procesu zahřejeme dusík v nádobě o konstantním objemu na teplotu 227 °C. Vypočítejte tlak při této teplotě, pokud počáteční teplota byla 27 °C a počáteční tlak 10132,5 kPa, chová-li se dusík jako ideální plyn.

Řešení: $\frac{p}{T} = \text{konst.} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1T_2}{T_1} = \frac{10132,5 \cdot (227 + 273)}{27 + 273} \text{ kPa} \cong \underline{16,888 \text{ MPa}}$

3. Na obrázku je znázorněna izoterma pro ideální plyn při teplotě T_1 . Do obrázku nakreslete hyperbolickou závislost pro stejné množství plynu o teplotě 2x nižší (T_2) a teplotě 2x vyšší (T_3).

Řešení: $pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V} \Rightarrow$ čím větší teplota, tím větší tlak \Rightarrow



4. Na obrázku jsou nakresleny tři izochory, tj. křivky o konstantním objemu. Která z nich odpovídá nejnižšímu objemu?

Řešení:

$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nR}{V} \cdot T \Rightarrow$ čím nižší objem, tím větší tlak \Rightarrow Nejnižšímu objemu odpovídá objem V_a .

5. Majitel domu k vytápění domu za rok spotřebuje 4 000 m³ zemního plynu. Předpokládejme, že všechny zemní plyn je pouze methan ($M_{\text{methan}} = 16,04 \text{ g mol}^{-1}$) a že se při tlaku 101325 Pa a teplotě 20 °C methan chová jako ideální plyn. Jaká je za těchto podmínek hmotnost použitého plynu?

Řešení:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT} = \frac{101325 \cdot 4000 \cdot 0,01604}{8,314472 \cdot (20+273)} \text{ kg} \cong 2668,57 \text{ kg} \cong \underline{2,67 \text{ tun}}$$

6. Hustota plynné sloučeniny při teplotě 57 °C a tlaku 20 kPa je 1,23 kg m⁻³. Jaká je molární hmotnost této sloučeniny?

Řešení:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow M = \frac{mRT}{Vp} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,23 \cdot 8,314472 \cdot (57+273)}{20000} \text{ kg mol}^{-1} \cong \underline{169 \text{ g mol}^{-1}}$$

7. Při teplotě 500 °C a tlaku 93,2 kPa je hustota par síry ($M_S = 32,065 \text{ g mol}^{-1}$) 3,710 kg m⁻³. Jaký je molekulový vzorec síry za těchto podmínek?

Řešení:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow M = \frac{mRT}{Vp} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{3,71 \cdot 8,314472 \cdot (500+273)}{93200} \text{ kg mol}^{-1} \cong 255,842 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{255,842}{32,065} \cong 8 \Rightarrow S_8$$

8. Jaký tlak vyvíjí 131 g xenonu ($M_{\text{Xe}} = 131,293 \text{ g mol}^{-1}$) v nádobě o objemu 1,0 dm³ při teplotě 25 °C, pokud se chová jako ideální plyn?

(i) ideální plyn?

Řešení:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{131}{131,293} \text{ mol} \cong 0,998 \text{ mol}$$

$$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,998 \cdot 8,314472 \cdot (25+273)}{0,001} \text{ Pa} \cong \underline{2,47 \text{ MPa}}$$

(ii) reálný plyn, jestliže $a = 4,19 \cdot 10^{-1} \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$ a $b = 5,16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$?

Řešení:

$$p = \frac{nRT}{V-nb} - a \left(\frac{n}{V} \right)^2 = \left(\frac{0,998 \cdot 8,314472 \cdot (25+273)}{0,001 - 0,998 \cdot 5,16 \cdot 10^{-5}} - 0,419 \left(\frac{0,998}{0,001} \right)^2 \right) \text{ Pa} \cong \underline{2,19 \text{ MPa}}$$

9. Při průmyslovém procesu zahřejeme 92,4 kg dusíku ($M_N = 14,0067 \text{ g mol}^{-1}$) v nádobě o konstantním objemu 1 m³ na teplotu 227 °C. Vypočítejte tlak při této teplotě, chová-li se dusík jako reálný plyn, jestliže $a = 1,37 \cdot 10^{-1} \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$ a $b = 3,87 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$?

Řešení:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{92400}{14,0067} \text{ mol} \cong 3298,421 \text{ mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V-nb} - a \left(\frac{n}{V} \right)^2 = \left(\frac{3298,421 \cdot 8,314472 \cdot (227+273)}{1 - 3298,421 \cdot 3,87 \cdot 10^{-5}} - 0,137 \left(\frac{3298,421}{1} \right)^2 \right) \text{ Pa} \cong \underline{14,228 \text{ MPa}}$$

10. 1 mol určitého plynu má při teplotě 0 °C a tlaku 3 MPa objem 0,5 dm³. Vypočítejte konstantu b ,
víte-li, že $a = 0,50 \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$.

Řešení:

$$p = \frac{nRT}{V-nb} - a \left(\frac{n}{V}\right)^2 \quad /+a \left(\frac{n}{V}\right)^2$$

$$p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2 = \frac{nRT}{V-nb} \quad / \cdot (V - nb)$$

$$\left(p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2\right) (V - nb) = nRT \quad /: \left(p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2\right)$$

$$V - nb = \frac{nRT}{p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2} \quad /- V$$

$$-nb = \frac{nRT}{p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2} - V \quad /: (-n)$$

$$b = \frac{V}{n} - \frac{RT}{p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2} = \left(\frac{0,0005}{1} - \frac{8,3114472 \cdot (0+273,15)}{3000000 + 0,50 \left(\frac{1}{0,0005}\right)^2} \right) \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \cong \underline{4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}}$$