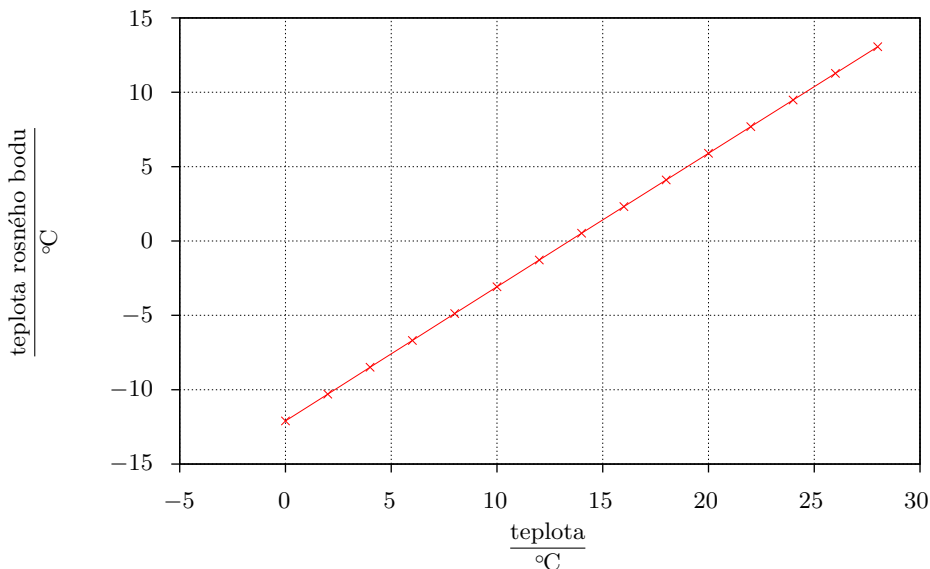


## Úloha III.C ... Oblaka

7 bodů; průměr 6,00; řešilo 34 studentů

- a) David na podzim změřil, že teplý vzduch o teplotě  $t_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti  $r_0 = 40\%$  stoupá nahoru při suchoadiabatickém gradientu o velikosti  $G = 1\text{ }^\circ\text{C}/100\text{ m}$ . V jaké výšce se z tohoto vzduchu začnou tvořit oblaka (tzn. relativní vlhkost vzduchu bude  $r = 100\%$ )?



Obr. 1: Závislost teploty rosného bodu pro 40% vlhkost

- b) Paťo jednou testoval zvláštní oblak plynu. Ve své laboratoři změřil, že jeho vzorek plynu má hustotu  $\rho = 1,84\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , teplotu  $t = 27,7\text{ }^\circ\text{C}$  a tlak  $p = 100\text{ kPa}$ .

Chemická analýza Paťova plynu ukázala, že plyn se skládá z jednoho druhu molekul, jež obsahují pouze kyslík a dusík. Vypočítejte molární hmotnost Paťova plynu a určete, o jaký plyn jde. Pokud si s určením nevíte rady, poproste o pomoc svého učitele chemie či fyziky.

- a) Z grafu ze zadání vyčteme, že pro teplotu vzduchu  $t_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$  při relativní vlhkosti  $r_0 = 40\%$  má rosný bod hodnotu  $t_{\text{rb}} = 6\text{ }^\circ\text{C}$ . Protože se při stoupání bude tento vzduch suchoadiabaticky ochlazovat, tak jeho teplota bude klesat podle suchoadiabatického teplotního gradientu o velikosti  $G = 1\text{ }^\circ\text{C}/100\text{ m}$ . Protože je potřeba, aby teplota klesla o  $\Delta t = t_0 - t_{\text{rb}} = 14\text{ }^\circ\text{C}$ , tak vzduch bude muset vystoupat o

$$\Delta h = \frac{\Delta t}{G} = \frac{14\text{ }^\circ\text{C}}{1\text{ }^\circ\text{C}/100\text{ m}} = \frac{14\text{ }^\circ\text{C}}{1\text{ }^\circ\text{C}} \cdot 100\text{ m} = 1\,400\text{ m}.$$

Aby se vzduch ochladil o  $14\text{ }^\circ\text{C}$ , musí vystoupat o  $1\,400\text{ m}$  výše.

- b) Z rovnice pro hustotu vzduchu z Výfučeni, v níž se vyskytuje molární hmotnost, si ji vyjádříme:

$$\varrho = \frac{pM}{RT} \Rightarrow M = \frac{\varrho RT}{p}.$$

Do tohoto tvaru budeme moci dosadit, ale nejdříve budeme muset převést všechny zadané veličiny do základních jednotek. Tlak je  $p = 100 \text{ kPa} = 100\,000 \text{ Pa}$ , teplotu bude potřeba převést na termodynamickou teplotu, tzn.  $T = t + 273,15 \text{ K} = (27,7 + 273,15) \text{ K} = 300,85 \text{ K}$ . Nyní již skutečně můžeme dosadit:

$$M = \frac{\varrho RT}{p} = \frac{1,84 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \cdot 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot 300,85 \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} \doteq 0,046 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1} = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

Molární hmotnost prvku vyčteme z periodické tabulky prvků, její číselná hodnota odpovídá relativní atomové hmotnosti daného prvku v jednotce  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Zjistíme, že relativní atomová hmotnost dusíku je 14 a kyslíku 16. Protože  $14 + 16 + 16 = 46$ , molekula hledaného plynu bude obsahovat jeden atom dusíku a dva atomy kyslíku. Patův plyn je tedy  $\text{NO}_2$  (oxid dusičitý).

*David Němec*

david@vyfuk.mff.cuni.cz

---

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.  
Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.