

Úloha I.3 ... hustilka

4 body; průměr 2,76; řešilo 59 studentů

Jakou teplotu má vzduch, který foukáme do duše kola? Duši hustíme na 3 atmosféry, do pumpičky přichází vzduch o teplotě 20 °C. Lukáš s Jáchymem diskutovali o plynech a válkách.

Duši hustíme tak, že vzduch v hustilce nejprve velmi rychle stlačíme a pak přefoukneme do duše. Ve skutečnosti musíme dosáhnout tlaku o něco vyššího, než jaký je v duši, aby k přesunu vzduchu došlo. Zároveň se vzduch v průběhu ochlazuje od okolí. To závisí na teplotě hustilky, která se většinou dost zahřeje. Jelikož se vliv těchto jevů neodvažujeme odhadnout, spokojíme se s tím, že hustilka už je zahřátá a otvor pro přepouštění vzduchu je dostatečně velký, aby nebylo třeba tlaku o moc většího než 3 atmosféry.

Jelikož je stlačení velmi rychlé, můžeme daný děj považovat za adiabatický. Pro něj platí známý vztah

$$pV^\kappa = \text{konst},$$

kde p je tlak plynu, V je jeho objem a κ je Poissonova konstanta pro vzduch. Zároveň musí být po celou dobu splněna stavová rovnice plynu

$$pV = nRT,$$

kde n je látkové množství plynu, R je univerzální plynová konstanta a T je termodynamická teplota plynu. Označíme-li počáteční hodnoty indexem 0 a koncové hodnoty indexem 1, získáme tyto tři rovnice:

$$p_0 V_0^\kappa = p_1 V_1^\kappa, \quad (1)$$

$$p_0 V_0 = nRT_0, \quad (2)$$

$$p_1 V_1 = nRT_1. \quad (3)$$

Rovnici (1) upravíme na

$$\frac{V_1}{V_0} = \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}}. \quad (4)$$

Podílem rovnic (3) a (2) a krátkou úpravou získáme

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} T_0$$

a dosazením z (4)

$$T_1 = \frac{p_1}{p_0} \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}} T_0.$$

Protože vzduch stlačujeme na 3 atmosféry, platí $p_1/p_0 = 3$, dále $\kappa = 1,4$ a $T_0 = 293$ K. Dosadíme do vzorce a získáme

$$T_0 = 3 \left(\frac{1}{3} \right)^{\frac{1}{1,4}} \cdot 293 \text{ K} \approx 401 \text{ K} \approx 128 \text{ °C}.$$

Až se příště spálíme o hustilku, nebudeme se divit.

Jáchym Sýkora
jachym@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho 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/>.