

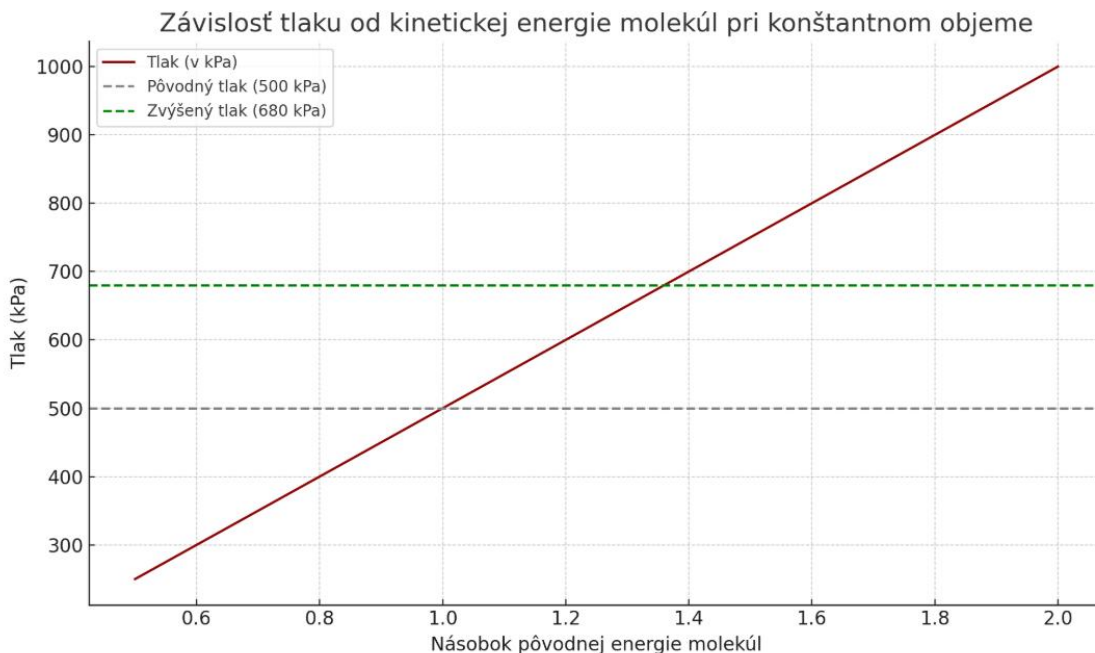
2.7 TEPLOTA A TLAK IDEÁLNEHO PLYNU

1. Počas pomalejšej jazdy má pneumatika auta objem $2,4 \text{ dm}^3$, obsahuje $5 \cdot 10^{23}$ molekúl vzduchu a každá molekula má strednú kinetickú energiu $3,6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$.

Auto prešlo na diaľnicu a pneumatika sa silne zahriala — jej objem sa zväčšil o 3 % a energia molekúl sa zvýšila o 40 %.

Rieš úlohy:

- Pôvodný tlak v pneumatike?
- Nový tlak po zahriatí?
- O koľko percent sa zvýšil tlak?
- Popíš graf, ktorý znázorňuje, ako sa mení tlak v pneumatike pri rôznych násobkoch pôvodnej kinetickej energie molekúl?
- Prečo sa počas jazdy zvyšuje tlak v pneumatike auta?
- Čo by sa stalo, keby pneumatika bola úplne nepružná (objem by sa nemenil)?
- Ako súvisí tlak v pneumatike s kinetickou teóriou plynov?
- Prečo je dôležité merať tlak v pneumatikách, keď sú studené?
- Môže sa zvýšiť tlak aj bez pridania ďalších molekúl do pneumatiky?
- Prečo sa tlak nezvýši dvojnásobne, keď sa energia molekúl zdvojnásobí, ale objem sa zároveň tiež mierne zväčší?
- Mohol by byť tlak v pneumatike vyšší v zime alebo v lete – ak je pneumatika nenafúkaná medzi týmito obdobiami?
- Ak by pneumatika bola naplnená dvakrát väčším počtom molekúl, ale energia zostala rovnaká, ako by sa zmenil tlak?
- Prečo nie je bezpečné úplne naplniť pneumatiku pri horúcom počasí až na maximálnu hodnotu tlaku?



Riešenia:

Zápis:

$$V = 2,4 \text{ dm}^3 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$N = 5 \cdot 10^{23}$$

$$E = 3,6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

$$\text{a) } p = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot E$$

$$p = \frac{2}{3} \cdot \frac{5 \cdot 10^{23}}{2,4 \cdot 10^{-3}} \cdot 3,6 \cdot 10^{-21}$$

$$\mathbf{p = 500 \text{ kPa}}$$

$$\text{b) } \text{Objem sa zväčší o 3 \%} \quad - \quad \mathbf{V_2 = 1,03 \cdot V}$$

$$\text{Energia sa zvýši o 40 \%} \quad - \quad \mathbf{E_2 = 1,4 \cdot E}$$

$$\frac{p_2}{p_1} \times \frac{N \times \frac{E_2}{V_2}}{N \times \frac{E}{V}} = \frac{E_2 \times V}{E \times V_2} = 1,4 \times \frac{1}{1,03} = \mathbf{1,359}$$

$$p_2 = 1,359 \times p_1 = 1,359 \times 500\,000 = \mathbf{680 \text{ kPa}}$$

$$\text{c) } \frac{680 - 500}{500} \times 100\% = \mathbf{36 \% \text{ zvýšenia tlaku}}$$

d) *Krivka v grafe ukazuje, že tlak **rastie lineárne** s kinetickou energiou, pokiaľ sa objem v pneumatike nemení.*

e) *Počas jazdy sa zvyšuje teplota vzduchu v pneumatike v dôsledku trenia, deformácie pneumatiky a ohrievania od vozovky. Zvýšením teploty sa zvyšuje stredná kinetická energia molekúl, čo podľa vzorca*

$$p = \frac{2}{3} \times \frac{N}{V} \times E$$

vedie k nárastu tlaku, najmä ak objem zostáva približne konštantný.

f) *Ak by sa objem nemenil a plyn sa zohrial, tlak by vzrástol ešte viac než v prípade mierneho zväčšenia objemu. Keďže tlak je nepriamo úmerný objemu (pri konštantnom počte molekúl), neschopnosť pneumatiky expandovať by viedla k rýchlejšiemu nárastu tlaku → čo by mohlo viesť k prasknutiu.*

- g) *Kinetická teória plynov opisuje tlak ako dôsledok nárazov molekúl na steny nádoby (pneumatiky). Viac energie = rýchlejšie molekuly = častejšie a silnejšie nárazy = vyšší tlak. Presne to vystihuje vzorec*

$$p = \frac{2}{3} \times \frac{N}{V} \times E$$

- h) *Studená pneumatika má nižšiu teplotu, teda aj nižšiu kinetickú energiu molekúl. Tlak sa meria v "normálnych podmienkach", teda bez nárastu spôsobeného jazdou. Meranie po jazde môže ukázať vyšší tlak, ktorý nezodpovedá správne nastaveniu → vodič môže nesprávne odpustiť tlak, čo je nebezpečné.*
- i) *Áno. Plyn sa nemusí dopĺňať. Stačí, že sa zvýši teplota (a teda kinetická energia molekúl). Počet molekúl N zostáva rovnaký, ale keď rastie E, tak rastie aj tlak ppp, pri nezmenenom alebo mierne zmenenom objeme.*
- j) *Tlak je priamo úmerný energii a nepriamo úmerný objemu. Ak sa energia zdvojnásobí, ale objem sa zároveň zväčší (napr. o 10 %), výsledný tlak nebude presne dvojnásobný, pretože časť „zisku“ sa stratí tým, že molekuly majú viac priestoru — teda narážajú menej často na steny pneumatiky.*
- k) *V lete. Vyššia teplota spôsobí zvýšenie kinetickej energie molekúl, a teda aj vyšší tlak. Ak je pneumatika nafúkaná v zime (keď je vzduch chladný), tak v lete sa tlak môže výrazne zvýšiť – aj bez doplnenia vzduchu – čo môže byť nebezpečné.*
- l) *Pomer N/V sa zdvojnásobí, takže ak sa energia nezmení, tlak by sa zdvojnásobil. Viac molekúl = viac nárazov na steny pneumatiky = vyšší tlak. Tento prípad zodpovedá „prídavku vzduchu“ bez zmeny teploty.*
- m) *Počas jazdy sa pneumatika ešte viac zohreje → zvýši sa energia molekúl → tlak stúpne nad povolenú hodnotu. To môže viesť k poškodeniu štruktúry, strate príľnavosti alebo dokonca k explózii pneumatiky pri vyšších rýchlostiach.*