

12. cvičenie z mechaniky

Peter Maták, peter.matak@fmph.uniba.sk

14. mája 2025

Písomka

10 minút

Vo vani máme napustených 40 l studenej vody s teplotou 15 °C. Približne na akej hodnote sa ustáli teplota vody vo vani, ak do nej prilejeme 10 l horúcej vody s teplotou 80 °C?

Príklady z cvičenia

1. Pripomeňte si stavovú rovnicu a prvý termodynamický zákon z prednášky. Nakreslite $p-V$, $p-T$ a $V-T$ diagramy pre izobarický, izochorický a izotermický dej. Pre každý z nich vypočítajte teplo vykonané na plyne, prácu vykonanú plynom a zmenu jeho vnútornej energie v závislosti od počiatočného a koncového tlaku a objemu.
2. Uvažujte prvý termodynamický zákon pre malé vratné zmeny v tvare

$$\delta Q = \delta W + dU \quad (1)$$

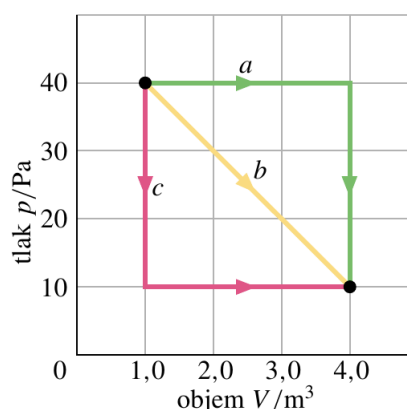
kde δQ je malé vykonané teplo, $\delta W = pdV$ je malá vykonaná makroskopická práca a dU je malá zmena vnútornej energie ideálneho plynu.

- (i) Na základe znamienok v rovnici (1) premyslite, kto koná teplo a kto prácu (plyn, alebo vonkajšie činiteľ).
- (ii) Premyslite si, že nakoľko je vnútorná energia plynu stavová veličina, možno ju pri akomkoľvek deji zapísať ako súčet zmien pri konštantnom tlaku a pri konštantnom objeme.
- (iii) Teraz uvažujte podmienku $\delta Q = 0$. Vyjadrite zmenu vnútornej energie dU pri takomto deji pomocou tepelných kapacít C_p a C_V pri konštantnom tlaku a pri konštantnom objeme.
- (iv) Dosadením výsledku predchádzajúcej podúlohy do prvého termodynamického zákona odvodte rovnicu

$$\frac{dp}{p} + \frac{C_p}{C_V} \frac{dV}{V} = 0. \quad (2)$$

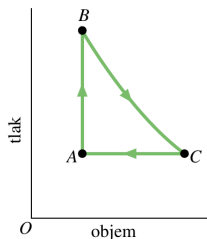
Vyriešením tejto separovateľnej rovnice odvodte rovnicu adiabaty.

- (v) Odvodte vzťah pre prácu ideálneho plynu pri adiabetickej expanzii z objemu V na objem V' , ak poznáte podiel $\kappa = C_p/C_V$.
3. Pri rozpínaní plynu s objemom 1 m³ do objemu 4 m³ klesá tlak z 40 Pa na 10 Pa podľa jednej z možností na obrázku. Akú prácu vykoná plyn v každom z týchto prípadov?



Domáce úlohy

1. Plyn vykonal cyklus podľa obrázka. Vypočítajte teplo vykonané na plyne počas deja $C \rightarrow A$, ak $Q_{A \rightarrow B} = 20 \text{ J}$ je teplo vykonané na plyne počas deja $A \rightarrow B$, dej $B \rightarrow C$ je adiabatický a celková práca vykonaná plynom počas cyklu je 15 J .



2. Ideálny jednoatómový plyn vykoná nasledujúci cyklus: najprv pri konštantnom objeme V_0 zdvojnásobíme tlak plynu z p_0 na $2p_0$, potom plyn necháme adiabaticky sa rozpínať na objem V_1 . Nakoniec sa udržiujúc konštantnú teplotu vrátime k pôvodným p_0 , V_0 . Nakreslite $p - V$, $p - T$ a $V - T$ diagramy pre tento cyklus. Akým násobkom V_0 je objem V_1 ? Aká je celková práca vykonaná počas tohto cyklu?