

## 2. I. věta termodynamiky

- 1) Jeden mol ideálního plynu expanduje izotermně ( $T = 300 \text{ K}$ ) z počátečního tlaku  $1 \text{ MPa}$  na tlak  $p = 200 \text{ kPa}$ . Určete práci za předpokladu, že expanze je provedena:
  - a) Vratně [-4.014 kJ]
  - b) Nevratně proti stálému tlaku  $200 \text{ kPa}$  [-1996.2 J]
- 2) Čtyři moly ideálního plynu expandovaly izotermně a vratně z objemu  $10 \text{ dm}^3$  na objem  $100 \text{ dm}^3$  při teplotě  $300 \text{ K}$ . Vypočítejte pro tento děj práci. [-22.97 kJ]
- 3) Určete práci vyměněnou s okolím při ději, kdy  $1 \text{ mol}$  argonu z počátečního stavu  $T_1=500 \text{ K}$ ,  $p_1=100 \text{ kPa}$  a přejde do takového stavu, ve kterém bude mít dvakrát větší hustotu než na počátku. Výpočet proveďte pro
  - a) Izotermní děj [2881.4 J]
  - b) Izobarický děj [2078.5 J]
 Předpokládejte, že argon se chová podle stavové rovnice ideálního plynu.
- 4) V nádobě uzavřené pístem o ploše  $100 \text{ cm}^2$  proběhla chemická reakce. V důsledku toho se píst posunul směrem ven o  $10 \text{ cm}$ . Přitom překonával vnější tlak  $100 \text{ kPa}$ . Vypočítejte práci, kterou systém vykonal. [-100 J]
- 5) Vypočítejte práci páry během jednoho zdvihu pístu, když tlak páry na píst je  $1760 \text{ kPa}$  a plocha pístu je  $700 \text{ cm}^2$ . Zdvih pístu je  $55 \text{ cm}$ . [-67760 J]
- 6) Kyslík má hmotnost  $4 \text{ kg}$  a teplotu  $0 \text{ °C}$ . Jak se zvýší jeho teplota při izobarickém ději, pokud při tom vykoná práci  $10.4 \text{ kJ}$ . [o 10 K]
- 7) Vypočítejte množství tepla potřebného k zahřátí  $10 \text{ molů}$  vodíku z teploty  $300 \text{ K}$  na  $800 \text{ K}$  za konstantního tlaku, je-li  $c_p$  v rozmezích těchto teplot aproximováno vztahem:
 
$$c_p = 28.66 + 1.17 \cdot 10^{-3}T - 0.92 \cdot 10^{-6}T^2$$
 [145.03 kJ]
- 8) Vypočítejte teplo potřebné k ohřátí  $1 \text{ mol}$  ethylenu z teploty  $400 \text{ K}$  na  $800 \text{ K}$ , probíhá-li ohřev v autoklávu o objemu  $1 \text{ m}^3$ , je-li  $c_p$  v rozmezích těchto teplot aproximováno vztahem:
 
$$c_p = 15.84 + 104.87 \cdot 10^{-3}T - 27.37 \cdot 10^{-6}T^2$$
 [24.1 kJ]
- 9) V uzavřené nádobě o objemu  $50 \text{ dm}^3$  jsou obsaženy dva moly ideálního jednoatomového plynu o teplotě  $25 \text{ °C}$ . Nádoba je ohřívána na teplotu  $125 \text{ °C}$ . Určete hodnoty  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  a počáteční a konečný tlak. Využijeme definice  $c_V$  pro jednoatomový plyn.
 [Q = 2494.5 J, ΔH = 4157 J, ΔU = 2494.5 J, W = 0]
- 10) Jeden mol ideálního plynu je vratně převeden ze stavu  $p_1 = 300 \text{ kPa}$ ,  $V_{m1} = 10 \text{ dm}^3$  do stavu  $p_2 = 500 \text{ kPa}$ ,  $V_{m2} = 5 \text{ dm}^3$  podél přímky, spojující oba body v p-V diagramu. Vypočítejte teplo a práci, které systém při tomto ději vymění s okolím. Tepelná kapacita plynu je  $c_p = 30.1 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 
 [načrtněte diagram p-V, z něho spočítejte práci, W = 2000 J, Q = -3310 J]
- 11) Je k dispozici zdroj tepla o výkonu  $1000 \text{ kJ/hod}$ . Jaké maximální látkové množství oxidu hlinitého dovoluje tento zdroj ohřát z teploty  $300$  na  $1200 \text{ K}$  za  $24$  hodin?
 ( $c_p(\text{Al}_2\text{O}_3) = 114.77 + 12.8 \cdot 10^{-3} T - 35.44 \cdot 10^{-5} / T^2 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )
 [232.845 mol]
- 12) Jeden mol argonu byl adiabaticky vratně stlačen z tlaku  $100 \text{ kPa}$  na tlak  $p_2$ . Počáteční teplota byla  $300 \text{ K}$ . Kompresní práce činila  $1250 \text{ J/mol}$ . Vypočítejte teplotu  $T_2$  a tlak  $p_2$ . Tepelnou kapacitu argonu odhadněte z ekvipartičního principu.
 [400.23K, 205.6 kPa]