

2. feladatsor

Feladatok

4. Az alábbi anyagokat állítsuk sorrendbe $H_m^0(298)$ (standard moláris entalpia 25 °C-on) nagysága szerint becslés alapján, táblázat használata nélkül:

Oxigén, szén-dioxid, etán, n-pentán, acetilén.

Ha a kémiai gondolkodásunk alapján felállítottuk a sorrendet, azt ellenőrizhetjük a példatár 4. táblázata segítségével (utolsó előtti oszlop).

Megoldás: Azt kell megbecsülnünk, hogy mennyire endoterm, ill. exoterm folyamat az elemekből történő előállítás. (25 °C-on a standard moláris entalpia egyenlő a képződéshővel.) A felsoroltak közül az egyetlen endoterm vegyület az acetilén (bomlása hő felszabadulásával jár). A legexotermebb a széndioxid. Egy mol n-pentán képződésekor több hő szabadul fel, mint egy mol etán képződésekor, mert az előbbi több szén- és hidrogén-atomból áll. Az oxigén entalpiája természetesen nulla. Így a sorrend növekvő moláris entalpia szerint:

Szén-dioxid, n-pentán, etán, oxigén, acetilén

A következő két feladat során figyeljük meg az entalpia és belső energia különbségét gázfázisban, ill. kondenzált fázisban.

5. Mennyivel nő az entalpiája és belső energiája

a) 1 mol alumíniumnak,

b) 1 mol argonnak,

ha pontosan 1000 J hővel melegítjük 1 bar állandó nyomáson? A kiindulási hőmérséklet mindkét esetben 25 °C.

Az alumínium sűrűsége 25 °C-on 2,70 g/cm³, moláris hőkapacitása 24,27 J/molK, köbös hőtágulási együtthatója $7,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, móltömege 27,0 g/mol.

Az argon moláris hőkapacitása $C_{mp} = 20,79 \text{ J/molK}$ ($5/2R$), tekintsük tökéletes gáznak.

Az a) esetben az eredményt 6 értékes jegyre számítsuk ki, hogy lássuk a különbséget az entalpia és a belső energia változása között.

Megoldás

a) Az entalpia-változás 1000 J (állandó nyomáson a közölt hővel egyenlő).

$$\Delta T = 1000/24,27 = 41,2 \text{ K} \quad V_0 = 10 \text{ cm}^3.$$

$$\Delta U = \Delta H - p \cdot \Delta V \quad \Delta V = V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T = 10 \text{ cm}^3 \cdot 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1} \cdot 41,2 \text{ K} = 0,0309 \text{ cm}^3 = 3,09 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3.$$

$$\Delta U = \Delta H - p \cdot \Delta V = 1000 \text{ J} - 10^5 \cdot 3,09 \cdot 10^{-8} = 1000 - 0,003 = \underline{999,997 \text{ J}}$$

Tehát a belső energia változása öt értékes jegyre megegyezik az entalpia változásával.

b) Az entalpia-változás 1000 J (állandó nyomáson a közölt hővel egyenlő).

$$\Delta T = 1000/20,79 = 48,1 \text{ K}$$

$$p \cdot \Delta V = n \cdot R \cdot \Delta T = 8,314 \cdot 48,1 = 400 \text{ J}$$

$$\Delta U = \Delta H - p \cdot \Delta V = 1000 - 400 = \underline{600 \text{ J}} \text{ (Jelentősen különbözik } \Delta H \text{-től).}$$

6 . Számítsuk ki a víz (folyadék) és a szén-dioxid (gáz) standard moláris belső energiáját 25 °C-on.

A standard moláris entalpiák 25 °C-on (lásd a példatár 4. Táblázatát):

$$H_m^0(\text{H}_2\text{O}) = -285\,829 \text{ J/mol}, \quad H_m^0(\text{CO}_2) = -393\,521 \text{ J/mol}.$$

A szén-dioxidot tekintjük tökéletes gáznak.

Megoldás $U = H - pV$ $U_m = H_m - pV_m$

Víz

$$V_m = 18 \text{ cm}^3/\text{mol} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}, \quad p = 10^5 \text{ Pa}.$$

$$U_m = -285\,829 - 18 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5 = \underline{-285\,831 \text{ J/mol}}$$

Tehát gyakorlatilag megegyezik az entalpia és a belső energia számértéke.

Szén-dioxid

$$pV_m = R \cdot T = 8,314 \cdot 298 = 2478 \text{ J/mol}$$

$$U_m = -393\,521 - 2478 = \underline{-395\,999 \text{ J/mol}}$$

Grofcsik András