

A rendszer tömege nem változik, tehát a felvetett kérdés megválaszolásához elegendő a tömegközéppont mozgását figyelemmel kísérni. A kiindulási állapotban az edényben levő víz és a tetején úszó jég külön kezelhető, a teljes rendszer tömegközéppontjának mozgása helyett vizsgálhatjuk e részrendszerek tömegközéppontjának mozgását.

A feladat szempontjából fontos, hogyan olvad meg a jég, hiszen ehhez mindenképpen hőt kell közölnünk vele. Vizsgáljunk meg tehát két szélsőséges esetet, a valós folyamat mindenképpen e folyamatok keveredése.

a) A rendszer kívülről, az edény falán keresztül vesz fel hőt, saját hőmérséklete közben végig  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a víz olvadáspontja.

b) A jég és a víz hőmérséklete előre adott, a jég olvadása a környező víz lehűlésének rovására történik, kívülről semmi hőt nem közlünk a rendszerrel.

Az a) esetben nagyon egyszerű a válasz. Ehhez képzeljük el, hogy a jég olvadása során keletkező víz nem keveredik az edényben eredetileg is jelenlevő vízzel. Ez könnyen megvalósítható a folyamatot nem befolyásoló, a jeget körülvevő elhanyagolható tömegű hártya feltételezésével. A környező víz állapota nem változik, így tömegközéppontja helyben marad. Archimedes törvénye alapján tudjuk, hogy a víz felszínén úszó, a víznél kisebb, kb.  $0,92\text{ kg/dm}^3$  sűrűségű jég saját magával azonos tömegű vizet szorít ki. Így az elolvadást követően a jég „beleolvad” az addig ott levő üregbe. Az eredeti jégdarab tömegközéppontja pedig – kiemelkedése révén – nyilván magasabban volt, mint a megolvadt vízé. Így a teljes rendszer helyzeti energiája az olvadást követően lecsökken.

A b) esetben nem egyértelmű a válasz, hiszen a víz a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  és a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti tartományban a lehűlés során tágul, így a vízrész tömegközéppontja emelkedik. A fent említett hőmérséklet-tartomány két szélé között a relatív térfogatnövekedés nem nagy, mintegy  $0,02\%$ . A jég térfogata megolvadása során mintegy  $8\%$ -nyit csökken.

Az előbbiek alapján láthatjuk, hogy az egységnyi tömegű jég megolvadásából adódó térfogatcsökkenést  $400$  egységnyi tömegű víz  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra való lehűtésével lehetne kompenzálni ( $400 \cdot 0,02 = 8$ ). Az ekkor felszabaduló hő azonban sokkal több, mint ami a jég megolvasztásához és esetleges  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítéséhez szükséges. Tehát ebben az esetben is csökken a rendszer helyzeti energiája.

A valós esetek ezen két tárgyalt eset keverékeként képzelhetők el, így a rendszer helyzeti energiája mindenképp kisebb a megolvadást követő állapotban, mint előtte volt.