

33. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazinbarcika
2018. február 22 – 23.

J a v í t ó k u l c s
12. osztály

3. feladat

Legyen a víz fagyáshőjének jele az egyszerűség kedvéért $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on L_0 ; $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on pedig L !

Adatok:

$$V_{\text{víz}} = 1 \text{ liter} \Rightarrow m_{\text{víz}} = 1 \text{ kg}$$

$$m_{\text{jég}} = 0,15 \text{ kg}$$

$$L_0 = 0,32 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

$$c_{\text{víz}} = 4,218 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$c_{\text{jég}} = 2,039 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$c_{\text{Al}} = 900,21 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$|\Delta t| = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L = ?$$

$$m_{\text{Al}} = ?$$

1 pont
(adatokért)

A fagyás $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történik, tehát ismernünk kell a víz L fagyáshőjét, amit függvénytáblázatban nem találunk meg, ezért ki kell számítanunk.

1 pont

Ezt egy egyszerű körfolyamat elképzelésével tehetjük meg:

- 1 kg tömegű, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet hűtsünk le $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra,
- fagyasszuk meg a vizet teljes tömegében,
- majd melegítsük fel a jeget $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra,
- s végül olvasszuk azt meg!

1 pont

1 pont

1 pont

1 pont

Mivel a körfolyamat során visszajutottunk az eredeti állapotba, ezért nem történt belsőenergia-változás.

1 pont

A folyamat közben a tágulási munka elhanyagolható, így a következő energiamérleget írhatjuk fel az 1 kg tömegű anyagra:

$$c_{\text{víz}} \cdot 10 - L + c_{\text{jég}} \cdot 10 + L_0 = 0$$

3 pont

Ebből a keresett fagyáshő:

$$L = -c_{\text{víz}} \cdot 10 + c_{\text{jég}} \cdot 10 + L_0 = -42,18 + 20,39 + 320 = 298,21 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

2 pont

Visszatérve a kért (adiabatikus) folyamatra:

- a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jéggé fagyó víz energiát ad le, amely melegíteni fogja az összes jeget $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra,
- abból megolvaszt $0,85\text{ kg}$ -ot,
- és közben $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegíti az ismeretlen m_{Al} tömegű alumíniumot is.

1 pont

1 pont

1 pont

$$298,21 \text{ kJ} = 20,39 \text{ kJ} + 320 \cdot 0,85 \text{ kJ} + 0,9 \cdot 10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m_{\text{Al}}$$

3 pont

Ebből az alumínium tömege kerekítve $0,65\text{ kg}$.

2 pont

Összesen: 20 pont

Megjegyzések:

- 1) A körfolyamatot nemcsak 1 kg tömegre írhatjuk fel, hanem tetszőleges m tömegre is, hiszen minden hőmennyiség arányos a tömeggel, így az egyenletből m ki fog esni.
- 2) Ekkora tömegű alumíniumsörét térfogata $0,24\text{ dm}^3$, ami reálisan megvalósítható folyamatot jelenthet.