

◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A szilárd anyagok mólhője

A mólhő általános meghatározásából adódóan a szilárd anyag mólhője megegyezik az ebből az anyagból álló test által felvett hő, valamint az anyagmennyiség és a hőmérséklet-változás szorzatának a hányadosával. Képlettel:

$$C_m = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}.$$

A gázok fajhője, illetve mólhője attól függött, hogy a gáz milyen állapotváltozáson ment keresztül. A szilárd testeknél azonban *a térfogat gyakorlatilag állandó*, tehát a folyamat izochor, és a térfogati munka elhanyagolható a felvett hőhöz képest. Ennek megfelelően *a szilárd testeknek csak egyféle (izochor) fajhőjük, illetve mólhőjük van.*

A mérések szerint a szilárd anyagok fajhője, illetve mólhője az adott anyagra jellemző állandó. A következő táblázat néhány szilárd anyag fajhőjét és mólhőjét tartalmazza:

ANYAG		C_m $\left(\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right)$	c $\left(\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right)$
Alumínium	Al	24,3	900
Arany	Au	25,6	130
Cink	Zn	25,0	383
Ezüst	Ag	25,3	234
Ólom	Pb	26,9	130
Réz	Cu	24,4	385
Vas	Fe	26,0	465

ANYAG		C_m $\left(\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right)$	c $\left(\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right)$
Grafit	C	12,6	1047
Gyémánt	C	5,9	494
Kén	S	23,5	733
Szilícium	Si	19,0	678
Jég	H ₂ O	37,7	2094
Konyhasó	NaCl	50,5	863
Kvarc	SiO ₂	42,2	703

Megfigyelhető, hogy a fémek mólhője gyakorlatilag ugyanakkora, a többi szilárd anyag mólhője viszont lényegesen eltér egymástól és a fémek mólhőjétől is.

További mérések és vizsgálatok alapján megfogalmazható a *Dulong–Petit-szabály*: *A szilárd elemek mólhője elég magas hőmérsékleten*

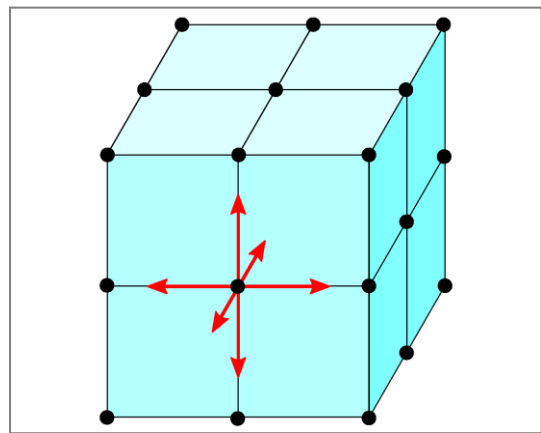
$$C_m = 3 \cdot R,$$

azaz

$$C_m = 3 \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \approx 25 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}.$$

A tapasztalatok szerint a fémeknél a szobahőmérséklet már elég magasnak számít, a nemfémek anyagoknál azonban nem.

A fémek mólhője összhangban van az ekvipartíció elvével. A kristályrácsban rezgő részecske (fémion) helyzete 6 független adattal jellemezhető. Három adattal a részecske rácson belül elfoglalt egyensúlyi helyzete adható meg, három másik adattal pedig ettől az egyensúlyi helyzetből való kitérés jellemezhető. A kristályban rezgő fémion szabadsági foka tehát 6, így az ekvipartíció elve szerint a belső energia:



$$E = \frac{f}{2} \cdot n \cdot R \cdot T = \frac{6}{2} \cdot n \cdot R \cdot T = 3 \cdot n \cdot R \cdot T.$$

Mivel a folyamat izochor, így *melegítés közben nincs munkavégzés*. Emiatt a felvett hő megegyezik a kristály belső energiájának megváltozásával:

$$Q = \Delta E = E_2 - E_1 = 3 \cdot n \cdot R \cdot T_2 - 3 \cdot n \cdot R \cdot T_1 = 3 \cdot n \cdot R \cdot (T_2 - T_1).$$

Ezek alapján a mólhő:

$$C_m = \frac{Q}{n \cdot \Delta T} = \frac{3 \cdot n \cdot R \cdot (T_2 - T_1)}{n \cdot (T_2 - T_1)} = 3 \cdot R.$$

Mint láttuk, a fémek mólhője gyakorlatilag megegyezik az így meghatározott értékkel, a nemfémek szilárd anyagoké viszont többnyire eltér tőle. A nemfémek szilárd anyagok mólhője a részecskék közti sokféle, és viszonylag erős kölcsönhatás miatt csak az általunk használnál lényegesen bonyolultabb modellel értelmezhető kellő pontossággal. Ez a modell azonban középiskolai szinten már nem tárgyalható.

Kiegészítések

1. *Pierre Louis Dulong* (1785–1838) és *Alexis Thérèse Petit* (1791–1820) francia fizikusok 1819-ben tették közzé a róluk elnevezett szabályt.
2. Elég magas hőmérsékleten a nemfémes elemek mólhője is közelít a $25 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ értékhez. Például a grafit mólhője 1200 °C hőmérsékleten már $22,6 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.
3. *A szilárd testek tulajdonságai* című fejezetben láttuk, hogy a szilárd anyagok mechanikai tulajdonságai (pl. sűrűség, keménység) nem csak az anyag kémiai minőségétől, hanem a kristályszerkezettől is függenek. A grafit és a gyémánt mólhőjét összehasonlítva látható, hogy hőtani tulajdonságaik is különböznek. Az eltérés ebben az esetben is az eltérő kristályszerkezetükkel magyarázható.

Képek jegyzéke

 A 3D diagram of a cubic crystal lattice. A central particle is shown with red arrows pointing outwards along the x, y, and z axes, representing its vibration. The lattice is composed of smaller cubes, with the central one highlighted in light blue.	<p>Az egyensúlyi helyzet környezetében rezgő részecske a kristályban</p> <p>© http://fizikakonyv.hu/rajzok/0280.svg</p>
--	---

Jelmagyarázat:

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.