

A víz térfogati hőkítágulási együtthatójának meghatározása

Herczeg Ágnes, Péntek Balázs

2026. február 23.

Kivonat

Egyszerű mérési berendezés segítségével színezett vizet melegítve mértük a térfogatának változását a hőmérsékletváltozás függvényében. Az általunk számolt mennyiség megközelítőleg visszaadja a szakirodalomban említett értéket.

A kísérlet célja

A gyakorlat során célunk kísérleti úton meghatározni a víz hőkítágulási együtthatóját.

Elméleti bevezető

A folyadékok egyik meghatározó tulajdonsága az, hogy nem rendelkeznek saját alakkal, a melegítés során mérhető változó fizikai mennyiség a térfogatuk. A térfogati hőkítágulási együttható az egységnyi hőmérsékletváltozásra jutó relatív térfogatváltozás, tehát a

$$\gamma = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (1)$$

összefüggéssel adható meg, ahol V a folyadék térfogata, T az anyag hőmérséklete egy izobár folyamat során. Diszkrét mérési adatok segítségével az összefüggés átírható

$$\gamma = \frac{1}{V_0} \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2)$$

alakba, ahol ΔV adja meg a térfogatváltozást, V_0 a kezdeti térfogatot, Δt pedig a hőmérsékletváltozást jelöli.[1, 2]

A kísérlet menete

A kísérleti berendezés az 1. ábrán látható.

- A mérés során egy $V = 100$ ml térfogatú lombikot használunk, amelybe kevés tintával színezett vizet töltünk.
- A szájához kapilláris csövet illesztünk, melyen egy beosztás 0,02 ml-nek felel meg. A szabad vége pedig biztosítja a folyamat izobár jellegét. Egy nagyobb, vízzel teli edénybe helyezzük a lombikot.
- A nagy edényben egy elektromos hőmérő is helyet kap.
- Alulról elektromos melegítővel közlünk hőt a nagy edénnyel.



1. ábra. A mérési berendezés (dilatométer): színes vízzel töltött lombik, vízzel telt edény, elektromos hőmérő és melegítő.

- A melegítést bekapcsoljuk, figyelve, hogy lassan közöljünk hőt a rendszerrel.
- A kapilláriscsövön leolvassuk a kezdeti hőmérsékleten lévő térfogatot, a hőmérsékletet növelve újabb és újabb térfogatokat olvashatunk le.
- Páratlan számú mérést végzünk.

Megjegyzés

A folyadékok hőkiterjedésének vizsgálatánál figyelembe lehet venni, hogy a hőmérsékletváltozás hatással van az edény térfogatára is, viszont a szilárd anyagok hőtágulása egy nagyságrenddel kisebb mint a folyadékoké.

Eredmények

V_0	V	t_0	t	γ	$\langle \gamma \rangle$	$\Delta \gamma$	$\frac{\Delta \gamma}{\langle \gamma \rangle}$	$\left(\frac{\Delta \gamma}{\gamma} \right)_{max}$
ml	ml	°C	°C	10^{-4} K^{-1}	10^{-4} K^{-1}	10^{-4} K^{-1}	%	%
100	100.02	32.7	33.7	2.00	1.98	0.02	1.03	35
100.02	100.04	33.7	34.6	2.22		0.24	12.26	
100.04	100.06	34.6	35.6	2.00		0.02	1.03	
100.06	100.08	35.6	36.9	1.54		0.44	22.28	
100.08	100.1	36.9	38.1	1.67		0.31	15.81	
100.1	100.12	38.1	39.1	2.00		0.02	1.03	
100.12	100.14	39.1	39.9	2.50		0.52	26.29	
100.14	100.16	39.9	40.8	2.22		0.24	12.26	
100.16	100.18	40.8	42.0	1.67		0.31	15.81	

1. táblázat. Mérési eredményeket összefoglaló táblázat.

A térfogatot megközelítőleg $\Delta V = 0.001$ ml pontossággal, a hőmérsékletváltozást pedig $\Delta t = 0.1$ °C pontossággal mérhettük. A maximális relatív hibát a következőképpen számoljuk:

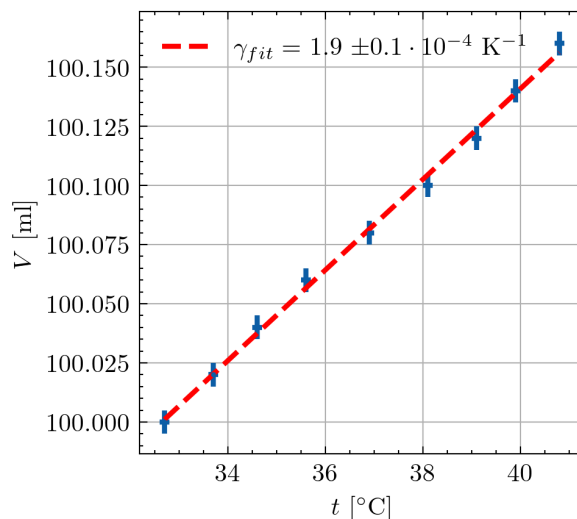
$$\left(\frac{\Delta\gamma}{\gamma}\right)_{max} = \frac{\Delta(\Delta V)}{\Delta V} + \frac{\Delta(\Delta t)}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0.001 \text{ ml}}{0.04 \text{ ml}} + \frac{2 \cdot 0.1 \text{ °C}}{1.6 \text{ °C}} = 0.175 \rightarrow 17.5\%$$

Az 1. táblázatba foglaltuk össze a mérési eredményeket. Számításaink alapján víz hőtágulási együtthatója $(2.0 \pm 0.4 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1})$. A szakirodalom szerint ez a mennyiség $2.1 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ [3].

Sorszám	V_i	t_i	$\gamma = \frac{1}{V_0} \frac{V_{i+1}-V_i}{t_{i+1}-t_i}$	$\langle\gamma\rangle$	$\frac{\Delta\gamma}{\langle\gamma\rangle}$	$\left(\frac{\Delta\gamma}{\gamma}\right)_{max}$
i	ml	°C	10^{-4} K^{-1}	10^{-4} K^{-1}	%	%
0	100	32.7	2.0			17.5
2	100.04	34.6				
4	100.08	36.9				
6	100.12	39.1				
8	100.16	40.8				

2. táblázat. Az 1. táblázat javított alakban.

Az adatokat grafikusán is feldolgoztuk, ezt a 2. ábra szemlélteti. A mérési pontjainkra egy $V = a \cdot t + b$ alakú egyenest illesztünk, és kiszámoljuk a $\gamma_{fit} = \frac{a}{V_0}$ értéket.



2. ábra. Mérési adatok grafikonja. A fittelés eredménye $\gamma_{fit} = 1.9 \pm 0.1 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

Következtetések

Ha elhanyagoljuk a lombik hőtágulását a szakirodalommal egyező eredményt kaphatunk a mérési gyakorlat során. Ezt sikerült átlagszámítással és grafikus módszerrel is igazolni.

Hivatkozások

- [1] Néda Á. és tsai. *Mechanika és hőtan laboratóriumi jegyzet*. Kolozsvár Egyetemi Kiadó, 2006.
- [2] Budó Ágoston. *Kísérleti fizika I.* Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, 2004.
- [3] Wikipédia. URL: https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C5%91t%C3%A1g%C3%A1si_egy%C3%BCtt%C3%A1rt%C3%A1s.