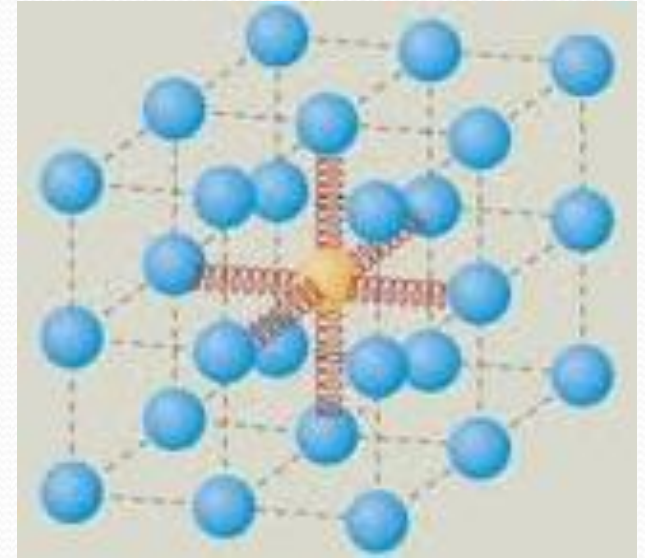


Szilárd testek, folyadékok hőtágulása

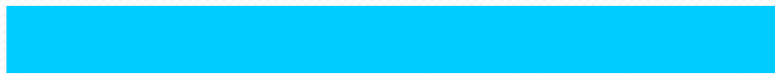
Mi történik a testekkel hőközlés hatására?

Ha melegítünk egy szilárd testet, a benne lévő részecskék **nagyobb tágassággal kezdenek rezegni**. Ezzel a mozgással egyre távolabb kerülnek egymáshoz, vagyis egyre nagyobb hely kell nekik.



Minél jobban felmelegítjük a testet, annál nagyobb mértékben fog **nőni a test térfogata**, mert a benne rezgő részecskék egyre nagyobb területet igényelnek a mozgásukhoz.

Lineáris és térfogati hőtágulás



- **Lineáris hőtágulásnál** a keresztmetszet változása elhanyagolható a térfogatváltozáshoz képest!
- **Térfogati hőtágulásnál** minden irányban figyelembe vesszük a változásokat.

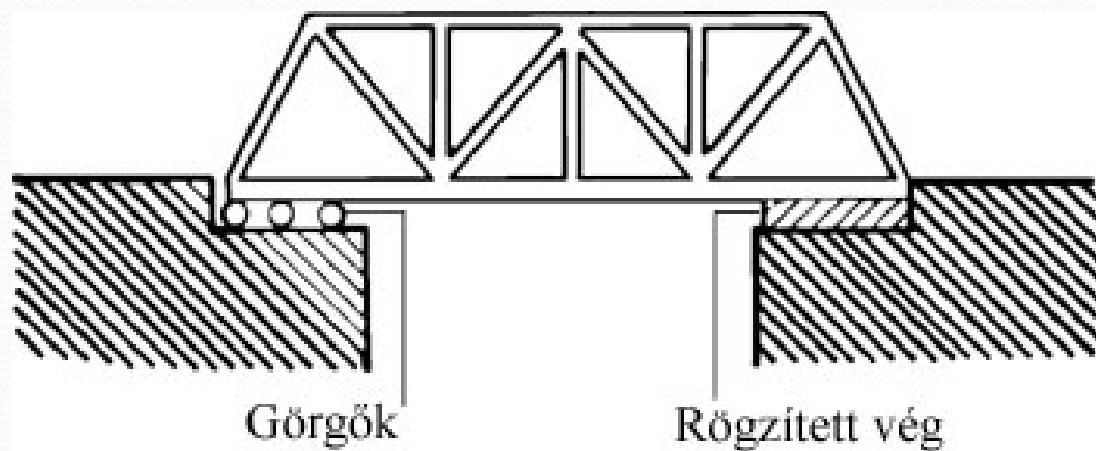
Mindennapi példák

A líra nem csak valamilyen irodalmi alkotást jelent!



Hosszú csővezetékek építésekor a hőtágulás káros hatásának kiküszöbölésére helyenként jellegzetes kanyarulatot, úgynevezett **lírát illesztenek a hálózatba.**

A hajlításkor létrejövő **mechanikai feszültségek sokkal kisebbek**, mint a megnyúláskor keletkezők, ezért így elkerülhetők a csővezetékek törései.



A vashidak egyik vége görgőkön nyugszik, hogy a híd alakja a hőátágulás közben ne változzon.

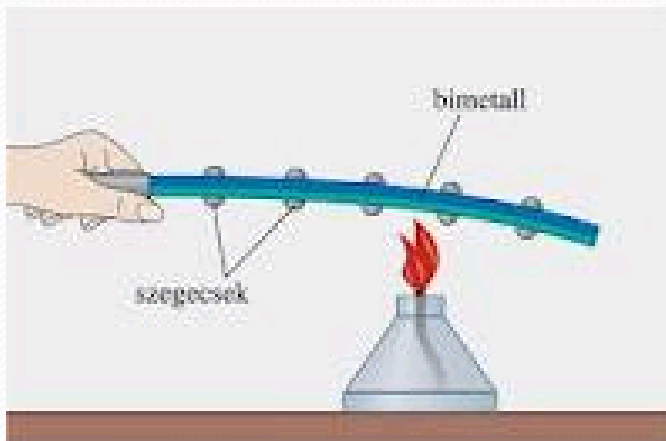


Gyakran figyelhetünk meg fésűszerű illesztéseket hidak egymással találkozó szerkezeti elemei között.

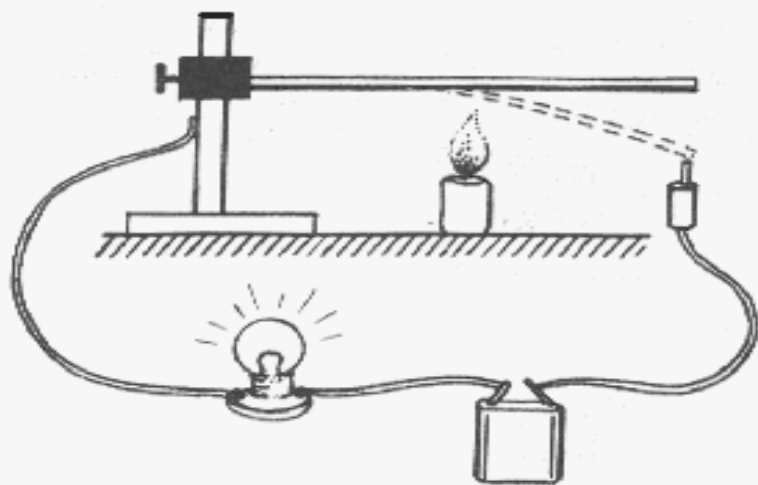




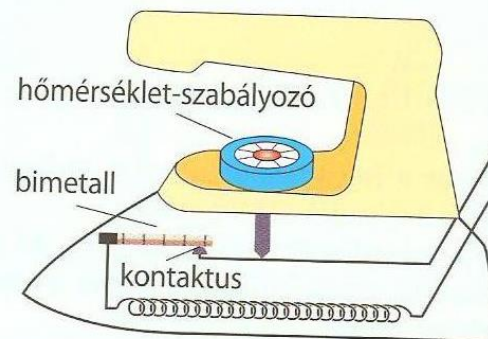
Régebben a vasúti és a villamos sínszakaszok között hézagokat vagy hosszanti hasítékokat hagytak a szabad tágulás biztosítására. Újabban a síneket összehegesztik, és **betontalpakhoz rögzítik.** **De ez nem mindig sikerül!**



A **bimetall** két különböző fémből áll, melyeket összeszegecesznek. Hőmérséklet **változáskor a két fém különböző mértékben tágul**, illetve húzódik össze, ezért a bimetall meghajlik.



Így működnek a tűzhelyek, vízmelegítők, vasalók, hajszütővasak, fűtőberendezések és a tűzjelzők is.





Ha gondosan megfigyeljük egy elektromos távvezeték belógását a tartóoszlopok között télen és nyáron, akkor észrevehetjük, hogy a **nyári belógás szemmel láthatóan nagyobb a télinél.**

A hordókra, fakerekekre a vasabroncsot erősen felmelegítve húzzák rá. Mert a felmelegített és kitágult vasabroncs újra lehűlve erősen rászorul a fa dongákra, fadarabokra.



A parketták, betonjárdaék vagy a díszburkolat elhelyezésekor **hézagot kell hagyni**. Hő hatására általában nő a szilárd testek térfogata. A vájatokkal előzhető meg a repedés. A hőmérséklet növekedésekor a a hézagokba tágulhatnak, így nem domborodik fel a parketta, járda vagy a díszburkolat.





Az építkezéseknél azért
használnak vasbeton
szerkezetet, mert **a vasnak
és a betonnak
közel azonos a
hőtágulása.**

/A vasnak a húzó- a
betonnak a
nyomószilárdsága kiváló./

Vastag falú üvegpooharak gyakran eltörnek, ha forró vízzel töltjük meg. **Az üveg rossz hővezető.** Miközben a pohár belseje gyorsan felmelegszik, és próbál kitágulni, a pohár külseje hideg marad. A fellépő mechanikai feszültségek eltörhetik a poharat.



A hőálló edények olyan különleges összetételű üvegből készülnek, melyek hőtágulása rendkívül csekély, ezért bennük nem jönnek létre károsítóan nagy belső feszültségek.



A vonatok kerekei jellegzetes kattogó hangok adnak. Ennek oka az, hogy a síneket nem illesztik szorosan össze, így nagy nyári felmelegedéskor sem szorulnak annyira egymáshoz, ami a pálya eldeformálódásához vezetne. A mai vasúti pályaépítési technika már képes olyan erős rögzítéseket használni, hogy a síneket egymáshoz lehet hegeszteni, mégsem történik káros mértékű deformáció a hőtágulás hatására.

Ez a pályaépítési mód tette lehetővé a modern, nagysebességű vasúti közlekedést. Ha mégsem sikerül elég erős pályát építeni, akkor meghökkentően nagy károsodás jöhet létre.



**A fogtömésre még
használnak amalgámot. Egyik
tulajdonsága, hogy a
hőtágulása megegyezik a
fogéval. Ez miért fontos?**

Mert ha kisebb lenne a hőtágulása, akkor hideg ételek fogyasztásakor szétfeszítené a fogat. Forró ételek fogyasztásakor elválna a fog anyagától hiszen kevésbé nőne a térfogata és az étel a tömés alá kerülne.

Ha nagyobb lenne a hőtágulása, mint a fogé, akkor hideg ételek fogyasztásakor válna el a fog anyagától és az étel a tömés alá kerülne. Forró ételek fogyasztásakor szétfeszítené a fogat.

Miért lehet a beszorult csavart úgy meglazítani, hogy a **csavaranyát hirtelen megmelegítjük?**



Mert a hirtelen melegítés hatására a csavaranya jobban kitágul, mint a benne lévő csavar.



A húros hangszereket hőmérséklet-változás esetén **újra kell hangolni**. Vajon miért?

A hangszer fa teste és a húrok is tágulnak, de nem egyforma mértékben.

A Balaton jege hideg téli napokon időnként hosszan megreped, a jég szétnyílik. **Ezt nevezzük rianásnak**. Mi a rianás oka?

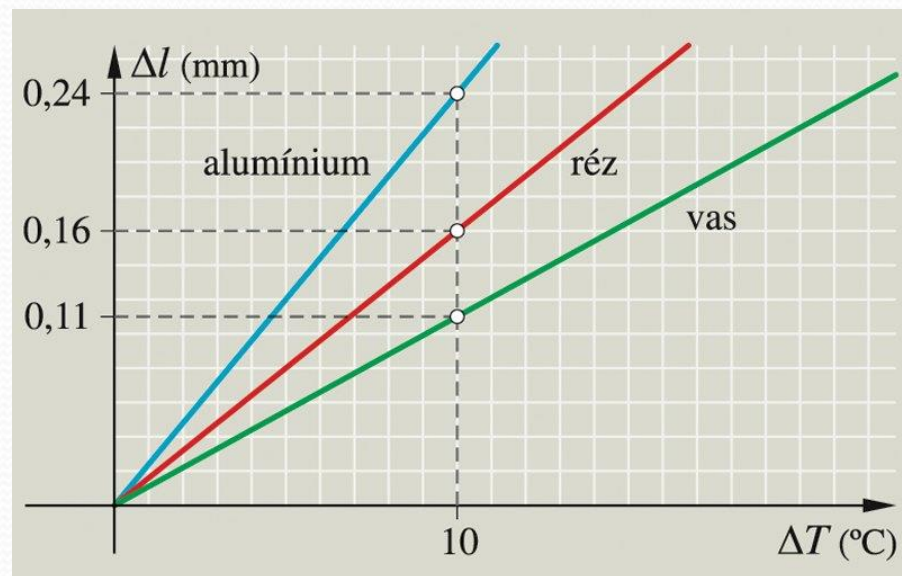
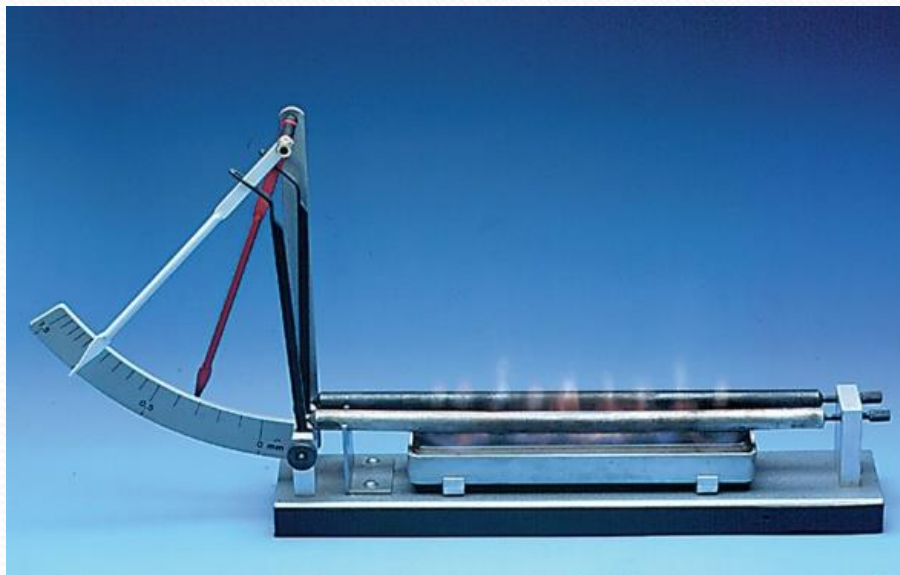
A jég összehúzódik a melegedés következtében.



Szilárd testek hőtágulása függ

- A test **hőmérséklet változásától** (Δt)
- A test **eredeti méretétől** (l_0, V_0)
- A test **anyagi minőségétől** (α)

Lineáris hőtágulás meghatározása



A hőtágulás mértéke függ a test eredeti hosszától (l_0), a hőmérsékletének változásától (Δt) és az anyagi minőségtől. Az α lineáris hőtágulási együttható az adott anyagra jellemző, mértékegysége $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ vagy $\frac{1}{\text{K}}$.

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

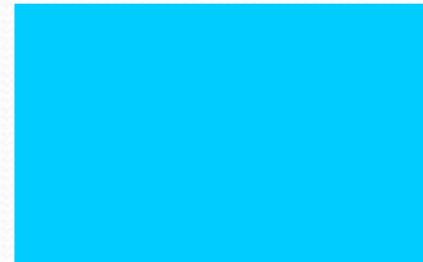
Lineáris hőtágulásnál a keresztmetszet változása elhanyagolható a térfogatváltozáshoz képest!

Szilárd testek térfogati hőtágulása

- $\Delta V = 3\alpha \cdot V_o \cdot \Delta t$

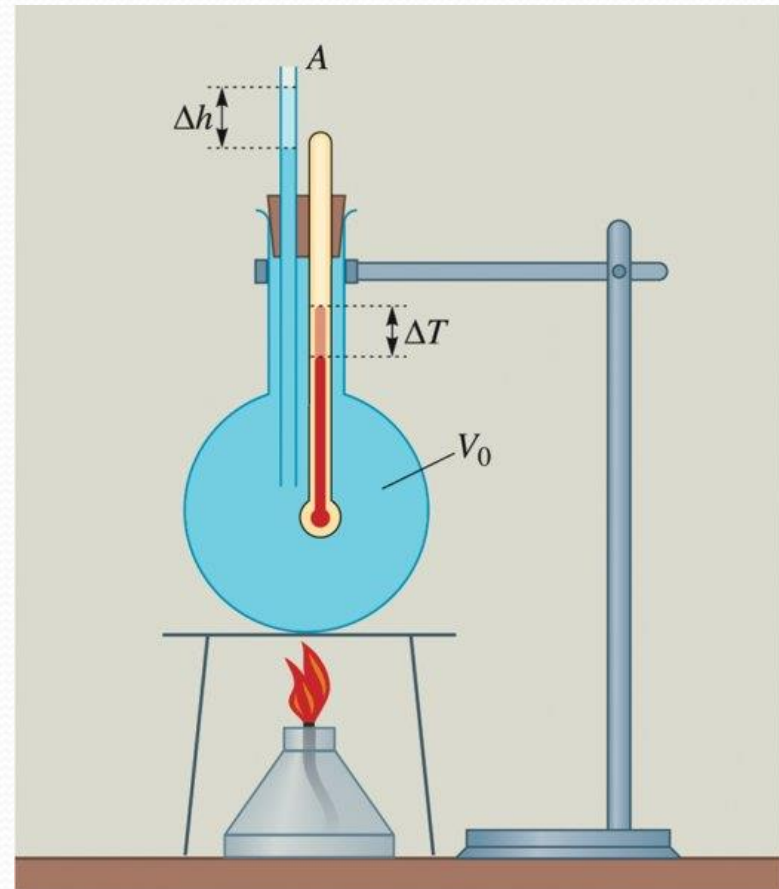
- $\Delta V = \beta \cdot V_o \cdot \Delta t$

- $\beta = 3\alpha$ térfogati (köbös) hőtágulási együttható



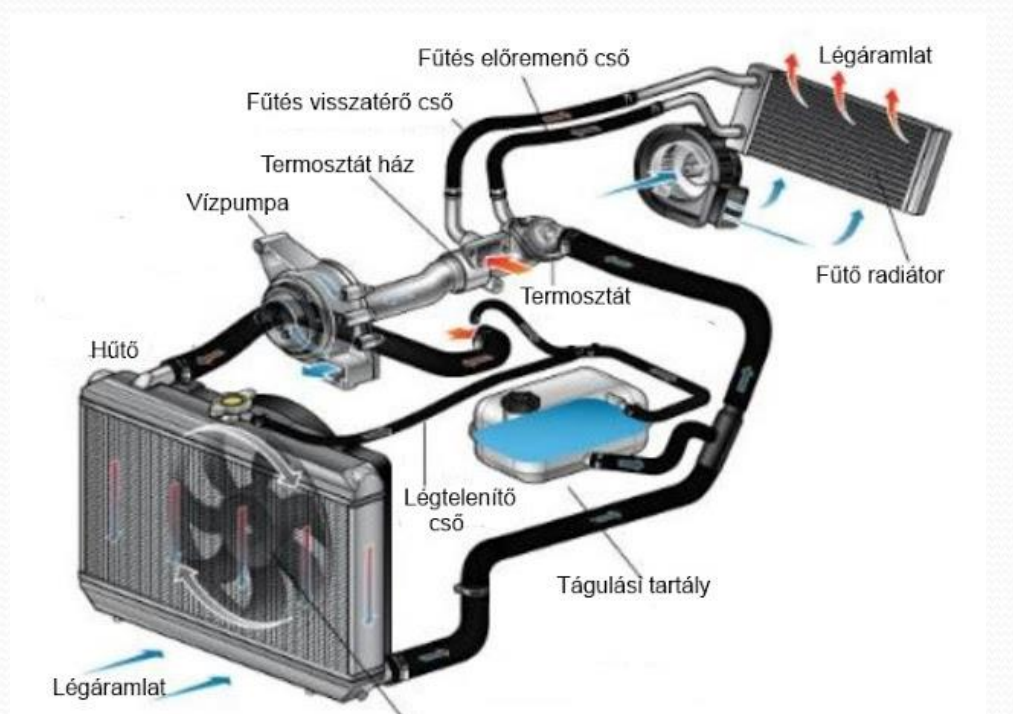
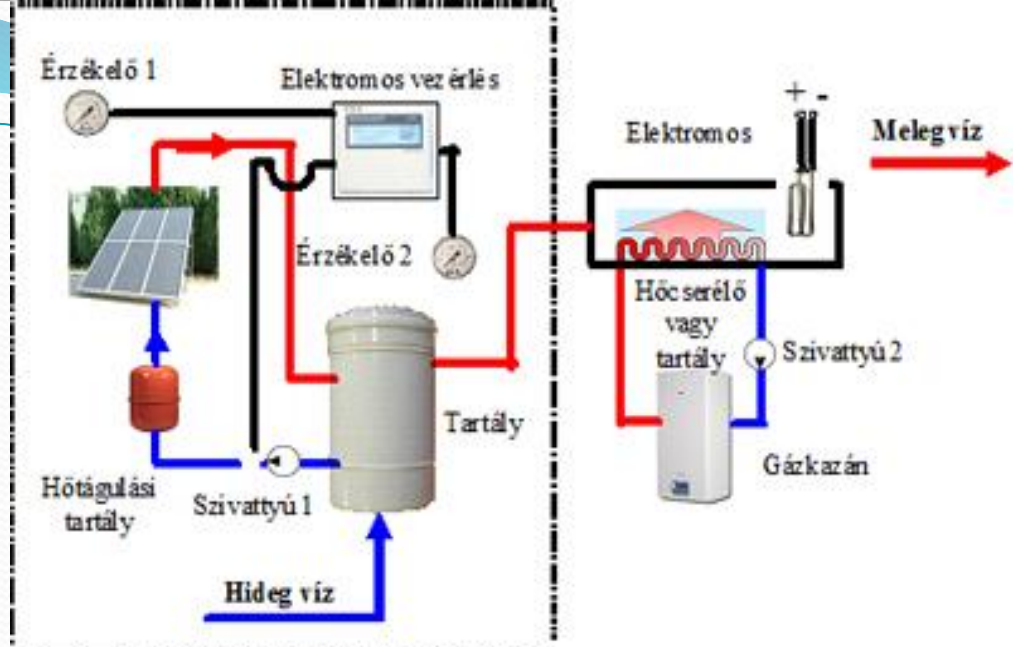
A folyadékok térfogati hőtágulása

- A gyakorlati életben gyakran kell számolnunk a folyadékok hőtágulásával is. Így pl. a vízmelegítők (bojlerek) tervezésénél gondoskodni kell a túlfolyóról is.
- Folyadékos hőmérők.



Folyadékok hőtágulása mindennapi életben

- A gyakorlati életben gyakran kell számolnunk a folyadékok hőtágulásával is. Így pl. a **vízmelegítők** (bojlerek) tervezésénél gondoskodni kell a túlfolyóról is.
- Ezzel megelőzzük, hogy a melegező folyadékok tágulásuk közben szétfeszítsék a tárolóedényeket.
- A precíziós hőmérők tervezésénél, készítésénél ugyancsak fontos, hogy ismerjük a folyadékok pontos tágulási törvényszerűségeit.
- A gépkocsihűtőknél is számolnunk kell a felmelegedett hűtőfolyadék tágulására, ezért használnak a hűtőrendszerben **tágulási tartályt**.
- Hasonló okból használnak táguláskiegyenlítőt az egyedi tervezésű **központifűtés-rendszereknél is**.

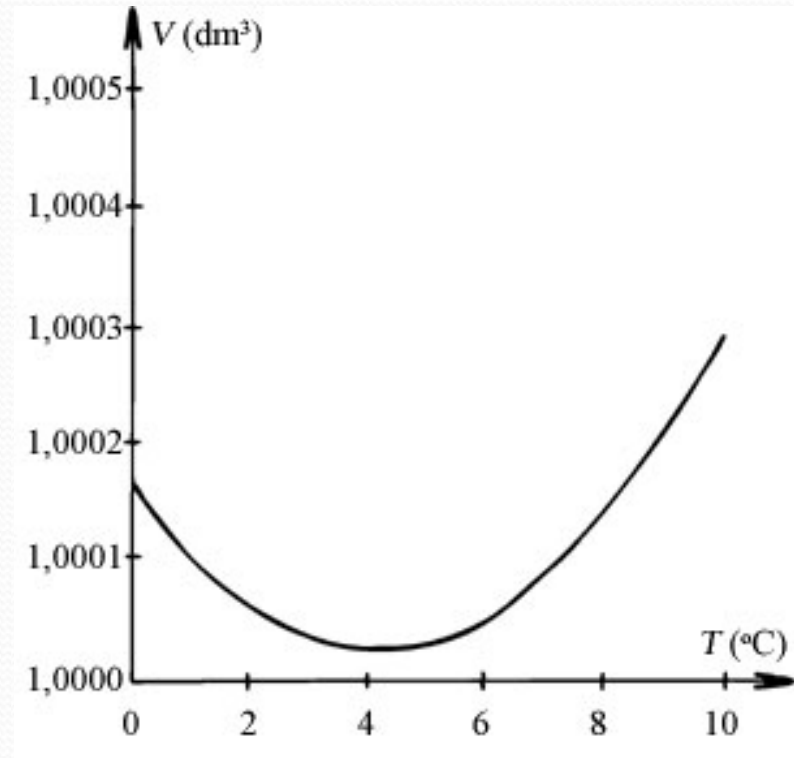


Hőtágulás számítása

- $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t$
- β térfogati (köbös) hőtágulási együttható
- Hőtágulási együtthatók
- $\beta (10^{-3} \frac{1}{0C})$
- Alkohol 1,1
- Benzin 1
- Higany 0,18
- Víz 0,13

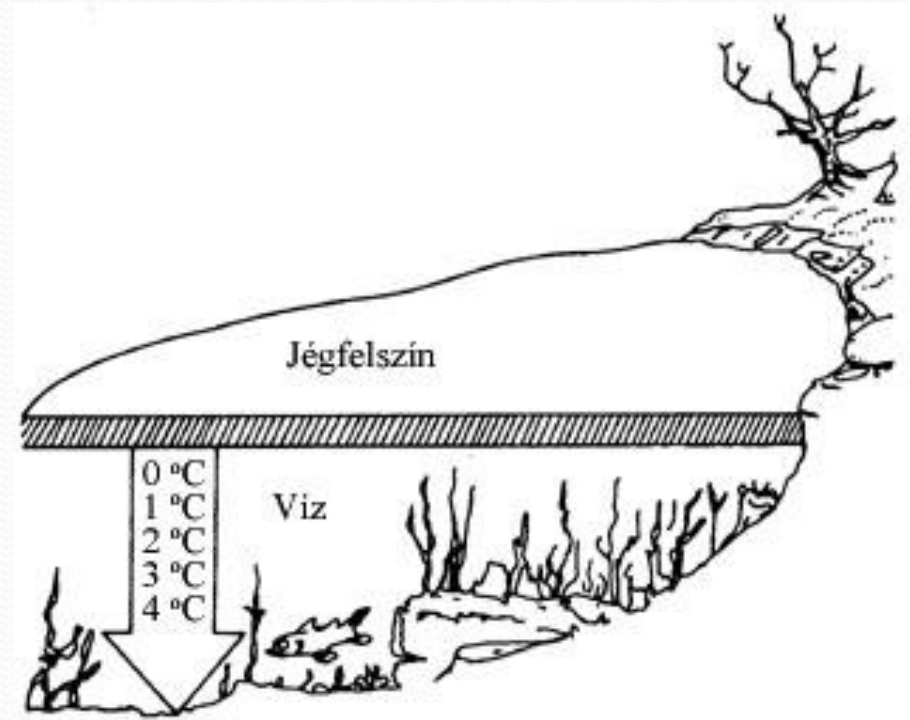
A víz kivételes hőtágulási viselkedése

- Melegítés közben a víz 0 °C-tól 4 °C-ig nemhogy tágulna, hanem még össze is húzódik.
- A víz hőtágulása magasabb hőmérsékleteken sem lineáris (nem követi az egyenes arányosságot).



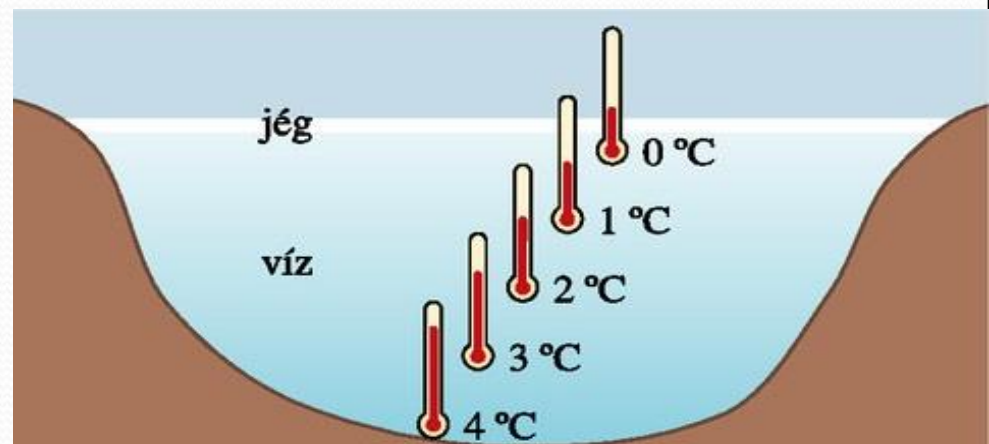
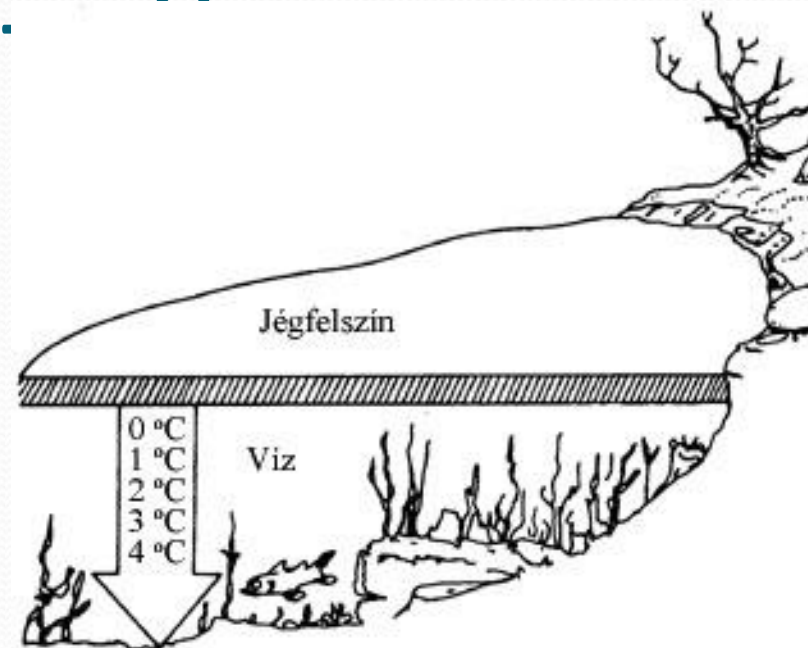
Víz fagyása

- A víz fagyáskor sem követi a legtöbb folyadékra jellemző viselkedést, vagyis fagyásakor nem összehúzódik, hanem kitágul, tehát a jég könnyebb (kisebb sűrűségű), mint a víz. Tiszta víz esetén a fagyáskor fellépő sűrűségcsökkenés 8 %-os, ami igen nagy érték.



Halak a befagyot

- A jég sűrűsége kisebb a vizénél, így bármennyi jég is keletkezik, a jég a tó felszínén úszik. A víz ezért felülről lefelé fagy (minden más folyadék fagyása alulról felfelé történik), és mivel a jég rossz hővezető, a jég vastagsága csak viszonylag lassan növekszik. Ha a tó nem túl sekély, akkor az alján mindig marad valamennyi víz, még akkor is, ha a felszínét hosszú hónapokra jégpáncél borítja. Így a tó alján, a 4 °C-os vízben a növények és az állatok képesek átvészelni a kemény teleket, nem fagynak meg.



Feladatok

- Mennyivel növekszik meg a hossza annak a 100 m hosszúságú alumínium huzalnak, amelynek a hőmérséklete 15 °C-ról 45 °C-ra nő meg.
- $(\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}})$
- $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$
- $\Delta l = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 100 \text{ m} \cdot 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $\Delta l = 0,072 \text{ m} = 7,2 \text{ cm}$

Feladatok

- Egy 10 cm hosszúságú vashuzal hőmérséklete 20°C . A huzal felmelegítve a 12 mm-el változik meg. Mekkora a huzal hőmérséklete?

$$l_0 = 10 \text{ m}$$

- $\alpha = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ 1}/^{\circ}\text{C}$
- $\Delta l = 12 \text{ mm} = 0,012 \text{ m}$

- $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$

- $\Delta t = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot l_0}$

- $\Delta t = \frac{0,012 \text{ m}}{1,1 \cdot 10^{-5} \text{ 1}/^{\circ}\text{C} \cdot 10 \text{ m}}$

- $\Delta t = 109,09^{\circ}\text{C}$

- $t = 129,09^{\circ}$

Feladatok

- Mekkora volt a 10 dm^3 térfogatú, 18°C hőmérsékletű víz térfogatváltozása, ha 80°C hőmérsékletre melegítjük fel.
- $\beta = 1,3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}}$
- $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t$
- $\Delta V = 1,3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 10^{-2} \text{m}^3 \cdot 62 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\Delta V = 8,06 \cdot 10^{-5} \text{m}^3 = 80,6 \text{ cm}^3$

Feladatok

- Szobahőmérsékletű higany (18°C) térfogata 300 cm^3 . Mekkora hőmérsékleten lesz a higany térfogata 2%-al nagyobb?

- $\beta_{\text{Hg}} = 1,81 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$

Megoldás:

- $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t$

- $\Delta t = \frac{\Delta V}{\beta \cdot V_0}$

- $\Delta t = \frac{6\text{ cm}^3}{1,81 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 300\text{ cm}^3} = 110,49\text{ }^{\circ}\text{C}$

- $\Delta t = 110,49\text{ }^{\circ}\text{C}$

- $t = 128,49\text{ }^{\circ}\text{C}$