











Hőtágulás

feladatok és megoldások

1. **1.** Egy alumíniumból készült elektromos távvezeték hossza 80 km. 20 °C volt a hőmérséklet, amikor építették. Milyen hosszú lesz nyáron 42 °C hőmérsékleten, illetve télen -20 °C-on?
($\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$) 
2. **2.** Az Eiffel torony 320 m magas 20 °C hőmérsékleten. Szegeccseléssel úgy szerelték össze, hogy még 32 cm magasságnövekedést is kibír. Mekkora hőmérséklet-változást tervezett Eiffel mérnök? ($\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$) 
3. **3.** Télen a raktárban tárolt rézcsövek sűrűsége 0 °C hőmérsékleten $8920 \frac{kg}{m^3}$. Mennyi lesz a sűrűségük, ha 250 °C-ra melegítjük a csöveket? ($\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$) 
4. **4.** Nyáron nagy melegben a villamos-, illetve vasúti sínek elhajlanak, felpúposodnak a hőtágulás következtében. Vizzel kell hűteni a sínszalakat, hogy ne történjen baleset. Hajnalban 12 °C-on pontosan 1,4 km hosszú volt a sínszál. Mekkora volt az acélsín hőmérséklete a nap legmelegebb órájában, amikor 1400,5 méter hosszúnak mérték a sínszalakat? ($\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$) 
5. **5.** Építkezésnél használt gerenda hosszúságának megváltozása 60 °C hőmérséklet-változás hatására 0,078 % lesz. Mekkora anyagának a hőtágulási együtthatója? Milyen anyagból készülhetett a gerenda? (Használjunk a *Négyjegyű függvénytáblázatokat!*) 
6. **6.** Gépelemek egymáshoz való rögzítésénél mélyhűtési eljárást is alkalmaznak. Az eljárás lényege az, hogy a szegecsek átmérője kicsit nagyobb, mint a furatoké. A szegecseket ezért le kell hűteni, hogy illeszthetők legyenek a furatokba. Egy acélszegecs átmérője 22 °C-on 80 mm. Minimum hány °C-ra kell lehűteni, ha 79,8 mm átmérőjű furatba kell belehelyezni?
($\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$) 
7. **1.** A gyógyszerár raktárában 10 °C-on 2 liter glicerint öntöttek egy tartályba. Mekkora lesz a glicerintérfogata a 22 °C-os laboratóriumban? Ne vegyük figyelembe a tartály térfogatának megváltozását! 
8. **2.** Üvegpalackba 24 °C-os hőmérsékleten benzint töltünk. Mekkora hőmérsékleten lesz a térfogata 3 %-kal kisebb? Az üveg hőtágulását ne vegyük figyelembe! 
9. **3.** Ismeretlen folyadék hőtágulási együtthatóját szeretnénk meghatározni. Ezért az anyagból 200 ml-t töltünk 5 °C hőmérsékleten egy mérőhengerbe. Ha 40 °C-ra melegítjük, a térfogata 210 ml lesz. Számítsuk ki, hogy mekkora a folyadék hőtágulási együtthatója! A mérőhenger hőtágulását ne vegyük figyelembe! Keressük meg a folyadék nevét a *Négyjegyű függvénytáblázatok* segítségével! 
10. **4.** A Fertő - tó átlagos vízmélységét tekintjük 2,5 m-nek. Jelentősen változik-e a vízszintje, ha a napi hőmérséklet - ingadozás 6 °C? 

11. 5. A tanulók kémia órán a sósav sűrűségét $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on $1190\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ -nek mérték. Mekkora lesz a sűrűsége $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on?



Megoldások

1. $l_0 = 80 \text{ km} = 80000 \text{ m}$
 $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

$$l_{42} = ?$$

$$l_{(-20)} = ?$$

Alkalmazzuk az $l_t = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$ összefüggést!

$$l_{42} = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = 80004,2 \text{ m}$$

$$l_{(-20)} = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = 79923,2 \text{ m}$$

Nyáron a vezeték 80004,2 m, télen 79923,2 m hosszú lesz.

2. $l_0 = 320 \text{ m}$
 $\Delta l = 32 \text{ cm} = 0,32 \text{ m}$
 $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

$$\Delta T = ?$$

Alkalmazzuk a $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ összefüggést!

Fejezzük ki a ΔT -t, majd az ismert adatokat helyettesítsük be:

$$\Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{0,32 \text{ m}}{320 \text{ m} \cdot 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}} = 85,47^\circ\text{C}$$

A tervezett hőmérséklet-változás $85,47^\circ\text{C}$.

3. $\rho_0 = 8920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
 $\Delta T = 250^\circ\text{C}$
 $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$

$$\beta = 3 \cdot \alpha = 4,8 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$$

$$\rho_{250} = ?$$

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \text{ és } \rho_{250} = \frac{m}{V_{250}}$$

VISSZA

VISSZA

VISSZA

Osszuk el egymással a két egyenletet!

Alkalmazzuk a $V = V_0 (1 + \beta \cdot \Delta T)$ összefüggést!

$$\frac{\rho_{250}}{\rho_0} = \frac{V_0}{V_{250}} = \frac{V_0}{V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)}$$

Fejazzuk ki ρ_{250} -t, majd helyettesítsük be az ismert mennyiségeket!

$$\rho_{250} = \frac{\rho_0}{1 + \beta \cdot \Delta T} = \frac{8920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1 + 4,8 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 250 \text{ } ^\circ\text{C}} = 8814 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

A csövek sűrűsége $8814 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ lesz.

4. $l_0 = 1400 \text{ m}$

$$l_T = 1400,5 \text{ m}$$

$$T_1 = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$$

$$T_2 = ?$$

Számítsuk ki a Δl -t!

$$\Delta l = 1400,5 \text{ m} - 1400 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

Alkalmazzuk a $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ összefüggést! Fejazzuk ki a ΔT -t, helyettesítsük be az ismert

$$\text{adatokat. } \Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{0,5 \text{ m}}{1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 1400 \text{ m}} = 30,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A nap legmelegebb órájában $42,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ volt a hőmérséklet.

5. $\Delta T = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\Delta l = l_0 \cdot \frac{0,078}{100}$$

$$\alpha = ?$$

Alkalmazzuk a $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ összefüggést!

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \cdot \Delta T = \frac{0,078}{100}$$

Fejazzuk ki az α -t, majd helyettesítsük be az ismert mennyiségeket!

$$\alpha = \frac{0,078}{100 \cdot 60 \text{ } ^\circ\text{C}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

A gerenda betonból készült.



6. $T_1 = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $d_1 = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$
 $d_2 = 79,8 \text{ mm} = 0,0798 \text{ m}$
 $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$
 $T_2 = ?$

A szegecs az átmérője mentén lineárisan tágul!

Alkalmazzuk az $l_t = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$ összefüggést! Helyettesítsük be az ismert mennyiségeket!

$$79,8 \text{ mm} = 80 \text{ mm} \cdot \left(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot \Delta T\right)$$

Számítsuk ki a ΔT értékét!

$$\Delta T = -208,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \text{ összefüggésből: } T_2 = -186,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A szegecsset $-186,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ -ra kell lehűteni.

7. $T_1 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $T_2 = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $V_0 = 2 \text{ liter}$
 $\beta = 5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}}$
 $V = ?$

Alkalmazzuk a $V = V_0 (1 + \beta \cdot \Delta T)$ összefüggést!

$$V = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T) = 2 \text{ l} \cdot \left(1 + 5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 12 \text{ } ^\circ\text{C}\right) = \mathbf{2,012 \text{ l}}$$

A glicerin térfogata 2,012 liter lesz.

8. $T_1 = 24 \text{ } ^\circ\text{C}$
 Használjuk a $V = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$ összefüggést.
 $V_1 = 0,97 V_0$
 Helyettesítsük be az adatokat.
 $\beta = 1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

$$0,97 \cdot V_0 = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

$$\beta \cdot \Delta T = -0,03$$

$$1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot \Delta T = -0,03$$

$$\Delta T = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_2 = ?$$

A ΔT ismeretében a T_2 könnyen kiszámítható:

$$T_2 = 24 \text{ } ^\circ\text{C} - 30 \text{ } ^\circ\text{C} = \mathbf{(-6) \text{ } ^\circ\text{C}}$$

A benzín hőmérséklete $-6 \text{ } ^\circ\text{C}$ -on lesz 3%-kal kisebb.

9. $V_0 = 200 \text{ ml}$
 $T_1 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\beta = ?$

Alkalmazzuk a $V = V_0(1 + \beta \cdot \Delta T)$ összefüggést!
 Helyettesítsük be az ismert adatokat!

$$210 \text{ ml} = 200 \text{ ml} (1 + \beta \cdot 35^\circ\text{C})$$

$$\text{a } \beta \text{ az egyenlet rendezése után: } \beta = 1,428 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

A folyadék az aceton.

10. $h = 2,5 \text{ m}$
 $\Delta T = 6 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta h = ?$

Alkalmazzuk a $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta T$ képletet!
 Jelöljük A-val tó felületét!

$$\text{Térfogata: } V_0 = A \cdot h$$

$$\Delta V = A \cdot \Delta h$$

$$\beta = 1,3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$A \cdot \Delta h = \beta \cdot A \cdot h \cdot \Delta T$$

$$\Delta h = 1,3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 2,5 \text{ m} \cdot 6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta h = 1,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

A vízszint ingadozása 1,95 mm, amely nem tekinthető jelentősnek.

11. $T_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_2 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\rho_1 = 1190 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
 $\beta = 3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

$$\rho_2 = ?$$

Alkalmazzuk a $V_2 = V_1 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$ összefüggést!

$$\text{A sűrűség kiszámítása: } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

Táguláskor a sósav tömege nem változik.