# Pevné látky

**1.** Při jaké délce by se přetrhl vlastní tíhou olověný drát všude stejného průřezu, je-li mez pevnosti olova $2 \cdot 10^7$ Pa a jeho hustota 11 340 kg $\cdot$ m$^{-3}$?

$l = \frac{\sigma_p}{\rho g} = 180\ m$

**2.** U drátu délky $l$ z materiálu o modulu pružnosti $E$ bylo při normálovém napětí $\sigma_n$ zjištěno relativní prodloužení 0,1 %. Určete a) relativní prodloužení téhož drátu, zvýší-li se normálové napětí na $2\sigma_n$, b) relativní prodloužení drátu z téhož materiálu při normálovém napětí $\sigma_n$, je-li délka drátu dvojnásobná, c) relativní prodloužení drátu z materiálu o modulu pružnosti $2E$, je-li délka drátu $l$ a normálové napětí $\sigma_n$.

a) $\varepsilon_2 = 2\varepsilon_1 = 0{,}2\%$ b) $\varepsilon_2 = \varepsilon_1 = 0{,}1\%$ c) $\varepsilon_2 = \frac{1}{2}\varepsilon_1 = 0{,}05\%$

**3.** Drát délky 2 m o obsahu průřezu $4 \cdot 10^{-6}$ m$^2$ je napínán silou o velikosti 800 N, přičemž se prodlouží o $2 \cdot 10^{-3}$ m. Deformace je pružná. Určete a) normálové napětí drátu, b) relativní prodloužení drátu, c) modul pružnosti v tahu materiálu, z něhož je drát zhotoven.

a) $\sigma_n = \frac{F}{S} = 2.10^8\ Pa$ b) $\varepsilon = 0{,}001, tj.\ 0{,}1\%$ c) $E = \frac{Fl_0}{\Delta l S} = 2.10^{11}\ Pa$

**5.** Měděný drát o délce 2 m a obsahu průřezu 3 mm$^2$ byl zatížen silou o velikosti 90 N a prodloužil se o 0,5 mm. Určete modul pružnosti v tahu mědi.

$E = \frac{Fl_0}{\Delta l S} = 1{,}2.10^{11}\ Pa$

**6.** Těžní klec o hmotnosti 10 tun je spouštěna na ocelovém laně o obsahu průřezu 8 cm$^2$. Vypočtěte prodloužení lana způsobené těžní klecí, jestliže se z bubnu s navinutým lanem odvinulo 400 m lana. Modul pružnosti v tahu lana je $2{,}2 \cdot 10^{11}$ Pa. Prodloužení způsobené vlastní tíhou lana neuvažujte.

$\Delta l = \frac{mgl_0}{ES} = 0{,}22m$

**7.** Jak velkou silou je napínána ocelová struna klavíru o poloměru 0,32 mm a délce 0,65 m, jestliže se při napínání prodloužila o 4,5 mm? Modul pružnosti v tahu struny je 220 GPa.

$F = \frac{\Delta l ES}{l_0} = \frac{\Delta l \pi r^2}{l_0} = 490N$

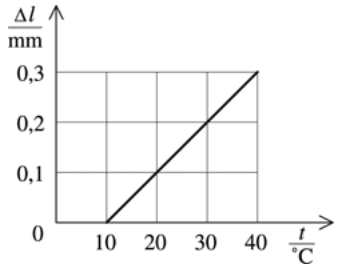
**8.** Proč se dráty telefonního nebo elektrického vedení nechávají při zavěšování v létě pronesené?

V zimě při ochlazení se délka vedení zmenší, dráty napjaté v létě by mohly v zimě praskat.

**9.** Proč jeden z konců dlouhých kovových mostních konstrukcí bývá uložen na ocelových válcích?

Při změně teploty dochází ke změně délky konstrukce a mohla by se poškodit.

**11.** Při měření teplotního součinitele délkové roztažnosti byla použita tyč o délce 0,5 m. Hodnoty prodloužení v závislosti na teplotě jsou znázorněny na obr. Jakou hodnotu má teplotní součinitel délkové roztažnosti tyče?




$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t} = 2.10^{-5} K^{-1}$

**12.** Modul pružnosti v tahu oceli je $2{,}2 \cdot 10^{11}$ Pa, teplotní součinitel délkové roztažnosti je $12 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$. Jakým normálovým napětím bychom museli působit na ocelovou tyč, aby se prodloužila o stejnou délku jako při zahřátí z 0 °C na 60 °C?

$\sigma_n = E\alpha(t_2 - t_1) = 1{,}6.10^8\ Pa$

**13.** Jak velkou silou musíme působit na mosaznou tyč o obsahu průřezu 4 cm$^2$, aby se prodloužila o stejnou délku, o jakou se prodlouží při zahřátí o 2 °C? Modul pružnosti v tahu mosazi je 100 GPa, teplotní součinitel délkové roztažnosti je $19 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

$F = \alpha \Delta t ES \approx 1500N$

**14.** Ocelová tyč o obsahu průřezu 10 $cm^2$ se dotýká oběma konci dvou masivních ocelových desek, kolmých k tyči. Jak velkou silou tlačí tyč na desky, zvýší-li se teplota o 15 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli je $12 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$, modul pružnosti v tahu je $2 \cdot 10^{11}$ Pa.

$$F = \alpha \Delta t E S = 36000 N$$

**15.** Měděný válec má při teplotě 15 °C poloměr podstavy 0,3 m, výšku 0,4 m. Válec zahřejeme na teplotu 65 °C. Určete, o kolik se zvětší a) plošný obsah jeho podstavy, b) jeho objem. Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je $17 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$.

a) $\Delta S = \pi r^2 2\alpha \Delta t = 4{,}8.10^{-4} m^2$ b) $\Delta V = \pi r^2 h 3\alpha \Delta t = 2{,}9.10^{-4} m^3$

**16.** O kolik procent se zvětší objem měděného tělesa při zahřátí z teploty 18 °C na teplotu 150 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je $17 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$.

$$\frac{\Delta V}{V_0} = 3\alpha \Delta t = 0{,}0067,\ tj. 0{,}67\%$$

**17.** Hliníková tyč má při teplotě 10 °C délku 2,0 m, objem $5{,}0 \cdot 10^{-3}\ m^3$ a hustotu 2 700 $kg \cdot m^{-3}$. Teplotní součinitel délkové roztažnosti hliníku je $24 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$. Tyč zahřejeme na teplotu 60 °C. Určete a) o jakou délku se tyč prodlouží, b) o kolik se zvětší objem tyče, c) jakou hustotu má tyč při teplotě 60 °C.

a) $\Delta l = l_0 \alpha \Delta t = 2{,}4.10^{-3} m$ b) $\Delta V = V_0 3\alpha \Delta t = 1{,}8.10^{-5} m^3$ c) $\rho = \rho_0 (1 - 3\alpha \Delta t) = 2690 kg.m^{-3}$

# Pevné látky

**1.** Při jaké délce by se přetrhl vlastní tíhou olověný drát všude stejného průřezu, je-li mez pevnosti olova $2 \cdot 10^7$ Pa a jeho hustota 11 340 kg $\cdot$ m$^{-3}$?

**2.** U drátu délky $l$ z materiálu o modulu pružnosti $E$ bylo při normálovém napětí $\sigma_n$ zjištěno relativní prodloužení 0,1 %. Určete a) relativní prodloužení téhož drátu, zvýší-li se normálové napětí na $2\sigma_n$, b) relativní prodloužení drátu z téhož materiálu při normálovém napětí $\sigma_n$, je-li délka drátu dvojnásobná, c) relativní prodloužení drátu z materiálu o modulu pružnosti $2E$, je-li délka drátu $l$ a normálové napětí $\sigma_n$.

**3.** Drát délky 2 m o obsahu průřezu $4 \cdot 10^{-6}$ m$^2$ je napínán silou o velikosti 800 N, přičemž se prodlouží o $2 \cdot 10^{-3}$ m. Deformace je pružná. Určete a) normálové napětí drátu, b) relativní prodloužení drátu, c) modul pružnosti v tahu materiálu, z něhož je drát zhotoven.

**5.** Měděný drát o délce 2 m a obsahu průřezu 3 mm$^2$ byl zatížen silou o velikosti 90 N a prodloužil se o 0,5 mm. Určete modul pružnosti v tahu mědi.

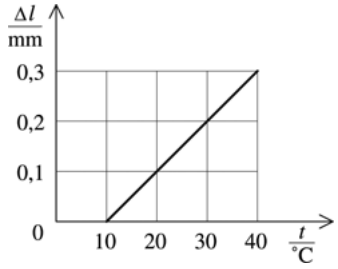
**6.** Těžní klec o hmotnosti 10 tun je spouštěna na ocelovém laně o obsahu průřezu 8 cm$^2$. Vypočtěte prodloužení lana způsobené těžní klecí, jestliže se z bubnu s navinutým lanem odvinulo 400 m lana. Modul pružnosti v tahu lana je $2{,}2 \cdot 10^{11}$ Pa. Prodloužení způsobené vlastní tíhou lana neuvažujte.

**7.** Jak velkou silou je napínána ocelová struna klavíru o poloměru 0,32 mm a délce 0,65 m, jestliže se při napínání prodloužila o 4,5 mm? Modul pružnosti v tahu struny je 220 GPa.

**8.** Proč se dráty telefonního nebo elektrického vedení nechávají při zavěšování v létě pronesené?

**9.** Proč jeden z konců dlouhých kovových mostních konstrukcí bývá uložen na ocelových válcích?

**11.** Při měření teplotního součinitele délkové roztažnosti byla použita tyč o délce 0,5 m. Hodnoty prodloužení v závislosti na teplotě jsou znázorněny na obr. Jakou hodnotu má teplotní součinitel délkové roztažnosti tyče?




**12.** Modul pružnosti v tahu oceli je $2{,}2 \cdot 10^{11}$ Pa, teplotní součinitel délkové roztažnosti je $12 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$. Jakým normálovým napětím bychom museli působit na ocelovou tyč, aby se prodloužila o stejnou délku jako při zahřátí z 0 °C na 60 °C?

**13.** Jak velkou silou musíme působit na mosaznou tyč o obsahu průřezu 4 cm$^2$, aby se prodloužila o stejnou délku, o jakou se prodlouží při zahřátí o 2 °C? Modul pružnosti v tahu mosazi je 100 GPa, teplotní součinitel délkové roztažnosti je $19 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

**14.** Ocelová tyč o obsahu průřezu 10 cm$^2$ se dotýká oběma konci dvou masivních ocelových desek, kolmých k tyči. Jak velkou silou tlačí tyč na desky, zvýší-li se teplota o 15 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli je $12 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$, modul pružnosti v tahu je $2 \cdot 10^{11}$ Pa.

**15.** Měděný válec má při teplotě 15 °C poloměr podstavy 0,3 m, výšku 0,4 m. Válec zahřejeme na teplotu 65 °C. Určete, o kolik se zvětší a) plošný obsah jeho podstavy, b) jeho objem. Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je $17 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

**16.** O kolik procent se zvětší objem měděného tělesa při zahřátí z teploty 18 °C na teplotu 150 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je $17 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

**17.** Hliníková tyč má při teplotě 10 °C délku 2,0 m, objem $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ m$^3$ a hustotu 2 700 kg $\cdot$ m$^{-3}$. Teplotní součinitel délkové roztažnosti hliníku je $24 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$. Tyč zahřejeme na teplotu 60 °C. Určete a) o jakou délku se tyč prodlouží, b) o kolik se zvětší objem tyče, c) jakou hustotu má tyč při teplotě 60 °C.

# Pevné látky

**1.** Při jaké délce by se přetrhl vlastní tíhou olověný drát všude stejného průřezu, je-li mez pevnosti olova $2 \cdot 10^7$ Pa a jeho hustota 11 340 kg $\cdot$ m$^{-3}$?

**2.** U drátu délky $l$ z materiálu o modulu pružnosti $E$ bylo při normálovém napětí $\sigma_n$ zjištěno relativní prodloužení 0,1 %. Určete a) relativní prodloužení téhož drátu, zvýší-li se normálové napětí na $2\sigma_n$, b) relativní prodloužení drátu z téhož materiálu při normálovém napětí $\sigma_n$, je-li délka drátu dvojnásobná, c) relativní prodloužení drátu z materiálu o modulu pružnosti $2E$, je-li délka drátu $l$ a normálové napětí $\sigma_n$.

**3.** Drát délky 2 m o obsahu průřezu $4 \cdot 10^{-6}$ m$^2$ je napínán silou o velikosti 800 N, přičemž se prodlouží o $2 \cdot 10^{-3}$ m. Deformace je pružná. Určete a) normálové napětí drátu, b) relativní prodloužení drátu, c) modul pružnosti v tahu materiálu, z něhož je drát zhotoven.

**5.** Měděný drát o délce 2 m a obsahu průřezu 3 mm$^2$ byl zatížen silou o velikosti 90 N a prodloužil se o 0,5 mm. Určete modul pružnosti v tahu mědi.

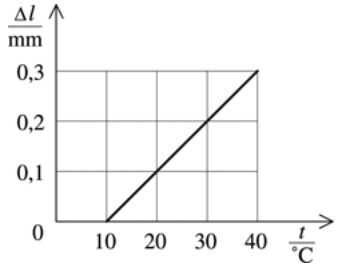
**6.** Těžní klec o hmotnosti 10 tun je spouštěna na ocelovém laně o obsahu průřezu 8 cm$^2$. Vypočtěte prodloužení lana způsobené těžní klecí, jestliže se z bubnu s navinutým lanem odvinulo 400 m lana. Modul pružnosti v tahu lana je $2{,}2 \cdot 10^{11}$ Pa. Prodloužení způsobené vlastní tíhou lana neuvažujte.

**7.** Jak velkou silou je napínána ocelová struna klavíru o poloměru 0,32 mm a délce 0,65 m, jestliže se při napínání prodloužila o 4,5 mm? Modul pružnosti v tahu struny je 220 GPa.

**8.** Proč se dráty telefonního nebo elektrického vedení nechávají při zavěšování v létě pronesené?

**9.** Proč jeden z konců dlouhých kovových mostních konstrukcí bývá uložen na ocelových válcích?

**11.** Při měření teplotního součinitele délkové roztažnosti byla použita tyč o délce 0,5 m. Hodnoty prodloužení v závislosti na teplotě jsou znázorněny na obr. Jakou hodnotu má teplotní součinitel délkové roztažnosti tyče?




**12.** Modul pružnosti v tahu oceli je $2{,}2 \cdot 10^{11}$ Pa, teplotní součinitel délkové roztažnosti je $12 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$. Jakým normálovým napětím bychom museli působit na ocelovou tyč, aby se prodloužila o stejnou délku jako při zahřátí z 0 °C na 60 °C?

**13.** Jak velkou silou musíme působit na mosaznou tyč o obsahu průřezu 4 cm$^2$, aby se prodloužila o stejnou délku, o jakou se prodlouží při zahřátí o 2 °C? Modul pružnosti v tahu mosazi je 100 GPa, teplotní součinitel délkové roztažnosti je $19 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

**14.** Ocelová tyč o obsahu průřezu 10 cm$^2$ se dotýká oběma konci dvou masivních ocelových desek, kolmých k tyči. Jak velkou silou tlačí tyč na desky, zvýší-li se teplota o 15 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli je $12 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$, modul pružnosti v tahu je $2 \cdot 10^{11}$ Pa.

**15.** Měděný válec má při teplotě 15 °C poloměr podstavy 0,3 m, výšku 0,4 m. Válec zahřejeme na teplotu 65 °C. Určete, o kolik se zvětší a) plošný obsah jeho podstavy, b) jeho objem. Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je $17 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

**16.** O kolik procent se zvětší objem měděného tělesa při zahřátí z teploty 18 °C na teplotu 150 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je $17 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$.

**17.** Hliníková tyč má při teplotě 10 °C délku 2,0 m, objem $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ m$^3$ a hustotu 2 700 kg $\cdot$ m$^{-3}$. Teplotní součinitel délkové roztažnosti hliníku je $24 \cdot 10^{-6}$ K$^{-1}$. Tyč zahřejeme na teplotu 60 °C. Určete a) o jakou délku se tyč prodlouží, b) o kolik se zvětší objem tyče, c) jakou hustotu má tyč při teplotě 60 °C.