

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
FYZIKA	PRVNÍ	MGR. JÜTTNEROVÁ	21. 4. 2013
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
STRUKTURA PEVNÝCH LÁTEK			

STRUKTURA PEVNÝCH LÁTEK

Pevné látky dělíme na látky:

- a) krystalické
- b) amorfní

Krystalické látky (krystaly)

- patří mezi ně většina pevných látek
- nejvýraznější znak krystalu: má pravidelný geometrický tvar (sněhové vločky nebo ledové květy, které vytváří mráz na okenním skle)



Zdroje obr.: <http://www.sisinaaa.estranky.cz/fotoalbum/vsehochut/mraz/mraz-na-okne-1.html>
<http://www.meteopress.sk/2013/03/ake-bude-ochladienie/>

- jejich částice (molekuly, atomy, ionty) jsou pravidelně uspořádané, tvoří krystalovou mřížku
- krystalické látky dělíme na monokrystaly a polykrystaly

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Monokrystaly

- rozložení částic se periodicky opakuje v celém krystalu
- jde o uspořádání částic na velkou vzdálenost
- jejich znakem je anizotropie (některé fyzikální vlastnosti těchto látek závisí na směru vzhledem ke stavbě krystalu)
- monokrystaly nacházející se v přírodě:
kamenná sůl NaCl
křemen SiO₂ (čirá odrůda – křišťál)
barevné odrůdy křemene, například ametyst, růženín
diamant

diamant



chlorid sodný



Zdroje obr.: <http://www.ideje.cz/cz/clanky/diamanty>
<http://www.komenskeho66.cz/materialy/chemie>

ametyst



křišťál



růženín



Zdroje obr.: <http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/nerudy/k%C5%99emen.html>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- monokrystaly uměle vyrobené:

umělý drahokam rubín



Zdroj obr.: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Cut_Ruby.jpg

Polykrystaly

- většina krystalických látek se vyskytují jako polykrystaly
- mezi polykrystaly patří všechny kovy
- skládají se z velkého počtu drobných krystalků (tzv. zrn)
- uvnitř zrn jsou částice uspořádány pravidelně, poloha zrn je ale nahodilá
- jejich znakem je izotropie – určitá vlastnost je ve všech směrech krystalu stejná

Amorfni (beztvaré) látky

- částice nejsou pravidelně uspořádané (pravidelně uspořádané jsou jen do vzdálenosti asi 10^{-8} m a na větší vzdálenosti je pravidelnost uspořádání porušena)
- příkladem je sklo, vosk, asfalt, pryskyřice, jantar, saze, čtené plasty
- z měkkých materiálů to jsou například masti a gely
- dřevěné uhlí a koks jsou v podstatě také amorfni látky
- jsou to látky izotropní

jantar



Zdroj obr.: http://www.klubjantar.net/zkamenelina_jantar.html

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úloha 1:

Proč při chůzi v mrazivém počasí skřípe sníh pod nohama?

Úloha 2:

Vysvětlete pomocí struktury pevných látek, proč je možné štípat slídu na tenké plátky.

Úloha 3:

Jaký je rozdíl mezi krystalickou a amorfní látkou?

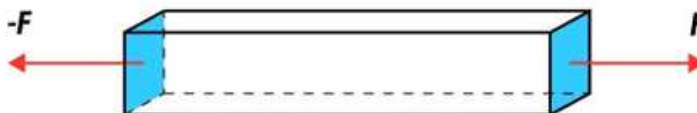
DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

- Pevná tělesa působením vnějších sil mění svůj tvar.
- Rozlišujeme deformaci:
 - 1) **Pružnou (elastickou)**
 - těleso získá původní tvar, jakmile přestanou působit vnější síly
 - deformace tělesa je jen dočasná
 - příkladem je malé prodloužení ocelové pružiny
 - 2) **Tvárnou (plastickou)**
 - změna tvaru tělesa je trvalá
 - příkladem je změna tvaru kovového tělesa při kování nebo zpracování modelářské či cihlářské hlíny
- Deformační síly mohou působit na těleso různým směrem.
Rozlišujeme deformaci tahem, tlakem, ohybem, smykem nebo kroucením

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Deformace tahem:

- Je způsobena stejně velkými silami opačného směru, které leží v jedné přímce a působí ven z tělesa.
- Tahem je deformováno například závěsné lano jeřábu nebo výtahu

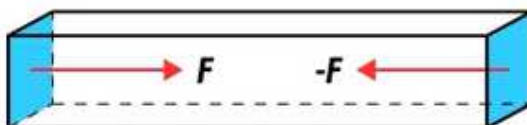


Zdroj obr:

<http://www.google.cz/search?hl=cs&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1241&bih=606&q=deformace+tahem>

Deformace tlakem:

- Je způsobena stejně velkými silami opačného směru, které leží v jedné přímce a působí dovnitř tělesa.
- Deformaci tlakem jsou namáhány například pilíře, nosníky, podpěry, stěny budov.

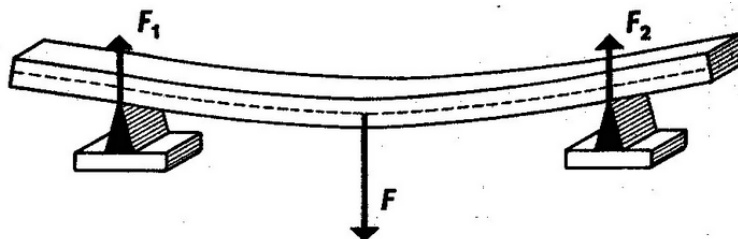


Zdroj obr:

<http://www.google.cz/search?hl=cs&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1241&bih=606&q=deformace+tahem>

Deformace ohybem:

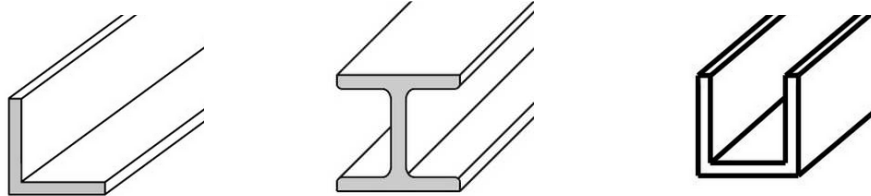
- Nastává například u nosníku podepřeného na obou koncích, působí-li na něj síla kolmá k jeho podélné ose souměrnosti.
- Nosník může být deformován i vlastní tíhou.



Zdroj obr: <http://fyzika.smoula.net/maturitni-temata-7>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

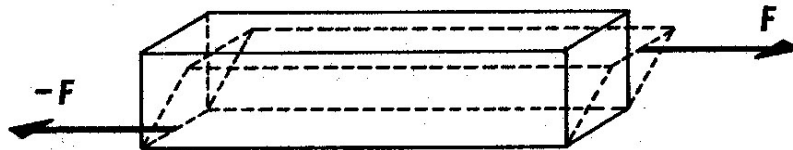
- Deformace závisí na tvaru příčného řezu (profilu) tělesa. Profil nosníku může mít různý tvar (například L, U, I).



Zdroj obr: <http://fyzika.smoula.net/maturitni-temata-7>

Deformace smykem:

- Deformující síly působí rovnoběžně s horní a dolní podstavou.
- Vrstvy tělesa se navzájem posouvají, ale jejich vzájemná vzdálenost se nemění.



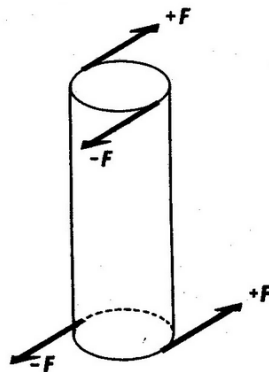
Zdroj obr: <http://fyzika.smoula.net/maturitni-temata-7>

- Smykem jsou namáhány například nýty a šrouby.

Deformace kroucením:

- Je způsobena dvěma silovými dvojicemi, které způsobují otáčení válce opačným směrem.
- Válec nemění svůj tvar, jen jedna podstava válce se oproti druhé pootočí.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Zdroj obr: <http://fyzika.smoula.net/maturitni-temata-7>

- Kroucením jsou namáhány například hřídele, šroubováky, vrtáky.
- V praxi se častěji vyskytují deformace složené z několika jednoduchých deformací (tyč může být deformována současně tahem, kroucením nebo ohybem).

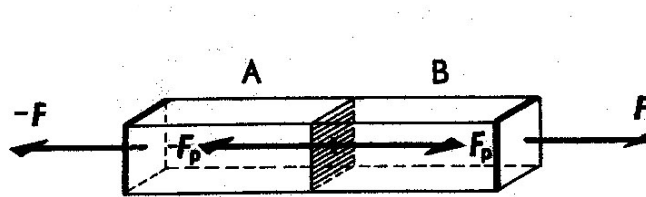
Úloha:

Proč je těleso z monokrystalické látky pevnější než těleso z polykrystalické látky?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRUŽNÁ DEFORMACE TAHEM

- Působením deformačních sil F a $-F$ dochází ke zvětšování vzdáleností mezi částicemi tělesa ve směru namáhání \Rightarrow ve vzájemném působení částic převládají síly pružnosti.
- Na plochu libovolného příčného řezu působí síly pružnosti F_p z obou stran.
- V rovnovážném stavu deformovaného tělesa (těleso se přestane prodlužovat) je $F_p = F$



Zdroj obr: <http://fyzika.smoula.net/maturitni-temata-7>

V libovolném příčném řezu tělesa vzniká při deformaci stav napjatosti, který popisujeme pomocí

normálového napětí $\sigma_N = \frac{F_p}{S}$, kde $F_p = F$ je síla pružnosti a S je obsah příčného řezu tělesa. Jednotkou normálového napětí je Pascal.

- Z hodnot normálového napětí můžeme určit, kdy je deformace tahem nebo tlakem ještě pružná.
- Zavádíme veličinu **mez pružnosti** σ_E - **nejvyšší hodnota normálového napětí (určená experimentálně), při níž je deformace tahem (nebo tlakem) ještě pružná.**
- Je-li normálové napětí větší než mez pružnosti \Rightarrow těleso zůstane trvale deformováno.
- **Mez pevnosti** je nejvyšší hodnota normálového napětí, při kterém materiál ještě vydrží bez porušení celistvosti. Je-li překročena mez pevnosti (při deformaci v tahu) \Rightarrow dojde k přetržení tělesa. Je-li normálové napětí větší než mez pevnosti \Rightarrow dojde k porušení soudržnosti materiálu.
- V praxi požadujeme, aby mez pevnosti nebyla překročena \Rightarrow zavádí se tzv. **dovolené napětí**. Je to maximální v praxi přípustná hodnota normálového napětí **při deformaci tahem nebo tlakem**. Jeho hodnota se volí mnohem menší než je mez pevnosti.

Součinitel bezpečnosti k je podíl meze pevnosti a dovoleného napětí:

$$k = \frac{\sigma_p}{\sigma_{dov}}$$

Hodnoty součinitele bezpečnosti některých materiálů:

Kovy: 4 až 8

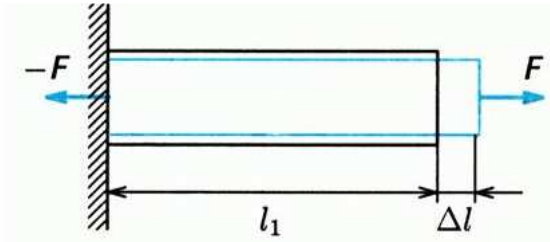
Dřevo a kámen: 10

Řemeny a provazy: 4 až 6

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Hookův zákon:

- Pokud působí na těleso deformující síly \Rightarrow tyč zvětší svou délku z původní hodnoty l_1 na hodnotu l .



Zdroje obr: <http://mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap213.htm>

- Veličina $\Delta l = l - l_1$... **prodloužení** (závisí na počáteční délce tělesa).

- V praxi používáme **relativní (poměrné) prodloužení** $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1}$...

Tato veličina nemá rozměr.

- Zvětšujeme-li postupně velikost sil, které deformují dané těleso \Rightarrow můžeme experimentálně pozorovat, jak závisí normálové napětí na relativním prodloužení. Tuto závislost vyjadřuje Hookův zákon:

Normálové napětí je přímo úměrné poměrnému prodloužení.

$$\sigma_N = E \cdot \varepsilon$$

E je **modul pružnosti** v tahu, jednotkou je Pascal.

Moduly pružnosti látek jsou uvedeny v MFCHT, například pro ocel je $E = 220 \text{ GPa}$.

- Zákon platí pro pružnou deformaci.
- Velký význam v technice a ve stavebnictví.

Poznámka:

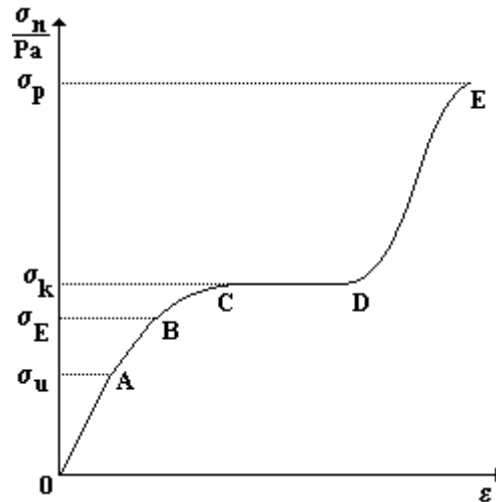
l pro pružnou deformaci tlakem platí matematické vyjádření Hookova zákona.

$$\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_1} \dots \text{relativní zkrácení}$$

E je modul pružnosti v tlaku

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Křivka deformace:



Zdroj obr.: <http://mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap213.htm>

- je graf závislosti normálového napětí na relativním prodloužení
- křivku tvoří několik částí
- diagram má odlišný průběh pro tělesa (tyče, dráty, vlákna) z pružné látky, plastické látky a křehké látky
- na výše uvedeném diagramu jde o těleso z pružné látky
- **část OA** (grafem je úsečka - jde o přímoúměrnost)
 - nastává pružná deformace
 - prodloužení tělesa je přímo-úměrné velikosti působící síly
 - napětí v bodě A se nazývá **mez úměrnosti** σ_u (nejvyšší napětí, při němž ještě platí Hookův zákon)
- pokud se dále zvětšuje velikost deformující síly, začne od určitého napětí σ_E , které nazýváme **mez pružnosti**, probíhat plastická deformace
- mez pružnosti se většinou moc neliší od meze úměrnosti (někdy jsou dokonce stejné)
- **křivka BC**
 - s rostoucím napětím roste relativní prodloužení drátu
- **křivka CD**
 - materiál (drát) teče**
 - při konstantním napětí dochází k rychlému prodlužování drátu
 - napětí σ_k se nazývá **mez kluzu**, nastává náhlé prodloužení materiálu
- **část DE**
 - zpevnění materiálu**
 - napětí v bodě E se nazývá **mez pevnosti** σ_p - je nejvyšší napětí, které materiál vydrží bez porušení soudržnosti, při jeho překročení se drát přetrhne

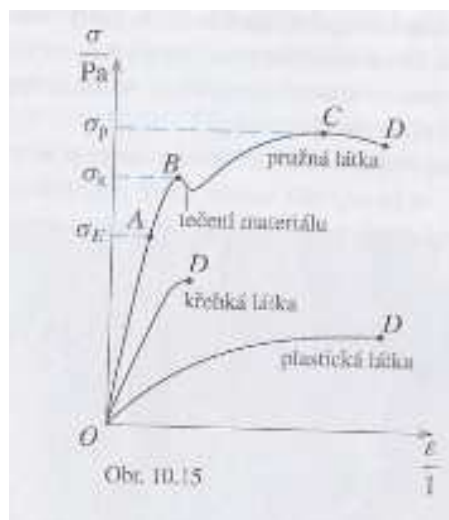
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

Úloha :

Charakterizujte průběh deformace tělesa z křehké látky a z plastické látky na základě uvedeného diagramu.



Zdroj obr: Fyzika I pro SŠ (Lepil, Bednařík, Hýblová)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

Příklad 1:

Ocelový drát má délku 6,4 m a příčný řez má obsah 0,50 mm². Určete velikost síly, která způsobí jeho prodloužení o 5,0 mm. Modul pružnosti v tahu pro ocel je 220 GPa.

-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

Příklad 2:

Ocelová struna délky 1,5 m a průměru 0,85 mm se protáhla silou o velikosti 80 N o 1 mm. Určete modul pružnosti v tahu.

-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 3

DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

Příklad 3:

Vypočítejte velikost síly potřebné k přetržení hliníkového drátu o průměru 1,2 mm. Mez pevnosti v tahu hliníku je 70 MPa.

-----	-----
-----	-----
-----	-----

Příklad 4:

Dřevěná tyč o obsahu příčného řezu 3 cm² se přetrhne při zatížení o velikosti 21 kN. Vypočítejte mez pevnosti dřeva.

-----	-----
-----	-----
-----	-----

Příklad 5:

Litínový sloup kruhového příčného řezu může být zatížen do 2 MN. Vypočítejte průměr kruhu, je-li mez pevnosti litiny v tlaku 700 MPa a součinitel bezpečnosti 5.

-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

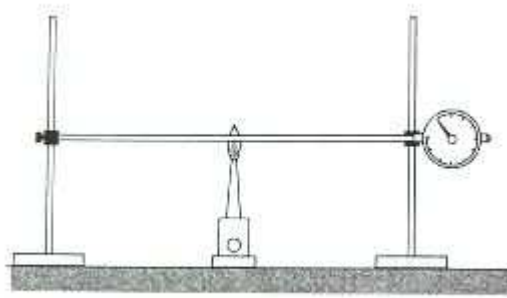
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST PEVNÝCH LÁTEK

Jev, při němž tělesa z pevné látky při změně teploty mění své rozměry.

Teplotní délková roztažnost:

- Projevuje se u tělesa, u něhož převládá jeden rozměr (délka).



Zdroj obr: http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/psp1/doku.php?id=t_55

- Kovovou tyč zahříváme plamenem \Rightarrow prodlužování tyče (přeneseno na pohyb ručičky přístroje).
- Upevníme současně do přístroje dvě tyče (např. ocelovou a hliníkovou) \Rightarrow tyče z různých látek se při stejném přírůstku teploty prodlužují různě.
- Necháme tyče vychladnout \Rightarrow dojde k jejich zkracování.

S rostoucí teplotou se zvětšuje délka kovové tyče. Její prodloužení je přímo úměrné počáteční délce tyče, přírůstku teploty a závisí na materiálu tyče.

- Uvažujme tyč, která má počáteční délku l_1 a počáteční teplotu t_1 .
Zvýšíme teplotu na hodnotu $t \Rightarrow$ přírůstek teploty je $\Delta t = t - t_1$
Prodloužení tyče $\Delta l = l - l_1$ je přímo-úměrné počáteční délce a přírůstku teploty:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta t$$

α ... součinitel teplotní délkové roztažnosti

- jednotkou je K^{-1}
- vyjadřuje prodloužení tyče dlouhé 1 m při zahřátí o $1^\circ C$
- hodnota součinitele je malá
- závisí na druhu látky, z níž je těleso zhotoveno, hodnoty součinitele jsou uvedeny v MFCHT
- například pro hliník má hodnotu: $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} K^{-1}$
hliníková tyč o délce 1 m se při zahřátí o $100^\circ C$ prodlouží o $2,4 mm$
- velmi malou roztažnost má například sklo ($\alpha = 8 \cdot 10^{-6} K^{-1}$),
porcelán ($\alpha = 4 \cdot 10^{-6} K^{-1}$) nebo dřevo ($\alpha = 3,15 \cdot 10^{-6} K^{-1}$)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Konečná délka tyče: $l = l_1 + \Delta l$

$$l = l_1 + \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta t$$

$$l = l_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Délka tyče se mění s teplotou lineárně.

Poznámka:

Předpoklad: přírůstek teploty není příliš velký a okolní tlak zůstává konstantní.

Teplotní objemová roztažnost:

- Při změně teploty můžeme pozorovat změnu objemu tělesa.

$$V = V_1 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta t)$$

V_1 je původní objem (při teplotě t_1)

V je objem při teplotě t

Δt je změna teploty

β ... součinitel teplotní objemové roztažnosti

- jednotkou je K^{-1}
 - závisí na druhu látky, z níž je těleso zhotoveno
 - závisí i na teplotě, ale pro malé teplotní rozdíly lze β považovat za konstantu
 - $\beta \approx 3\alpha$
- Otvory a dutiny v tělesech také mění své objemy se změnou teploty.

Teplotní roztažnost pevných látek v praxi:

- **Změny délky kolejnic**
 - jsou způsobené změnami teplot a nejsou zanedbatelné
 - při stavbě železniční tratě se nechávají mezi kolejnicemi mezery

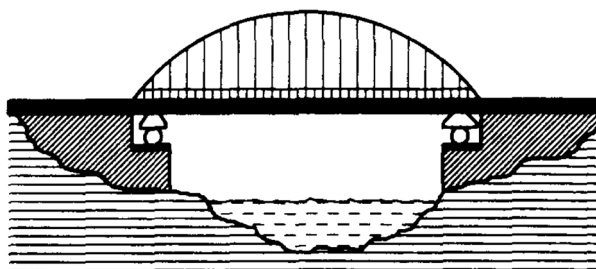


Zdroj obr: <http://www.techmania.cz>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

➤ **Roztahování ocelových konstrukcí**

- ocelové konstrukce se zahříváním roztahují
- mostní konstrukce nesmí být připevněna k pilířům (jen položena aspoň na jedné straně na ocelových válcích) ⇒ mostní konstrukce se může při zkracování nebo prodlužování posunovat



Zdroj obr: <http://www.techmania.cz>

➤ **Dálkové potrubí**

- do kovových potrubí, kterým prochází horká pára, se vkládají pružná kolena (vyrovnávají délku potrubí při různých teplotách)



Zdroj obr: <http://www.google.cz/search?q=dilata%C4%8Dn%C3%AD+smy%C4%8Dky+parovodu>

➤ **Kovové dráty a lana**

- při jejich napínání v létě se musí počítat se zkrácením, k němuž dojde v zimě ⇒ ponechává se dostatečný průvěs

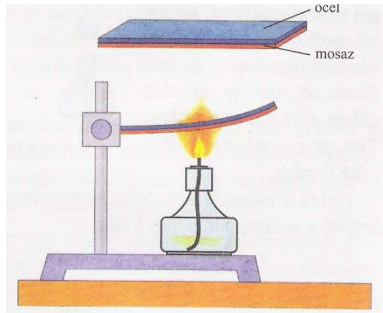


Zdroj o br: <http://www.google.cz/search?q=dilata%C4%8Dn%C3%AD+smy%C4%8Dky+parovodu>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

➤ Bimetalové proužky (pásy)

- pevně spojené proužky dvou kovů s různými teplotními součiniteli délkové roztažnosti
- bimetalový proužek je při nízké teplotě rovný, s rostoucí teplotou se ohýbá



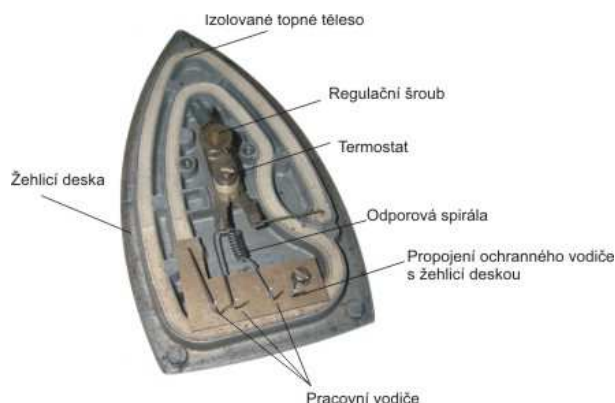
Zdroj obr: <http://www.3zsceb.unas.cz/e-learning/fyzika%20web/teplotavyklad.htm>

- využívá se k měření teploty v **bimetalových teploměrech**



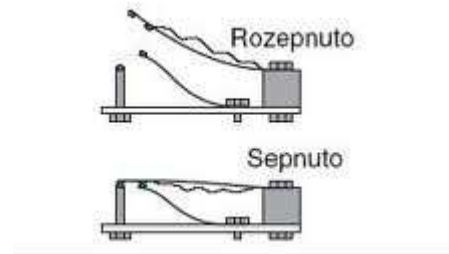
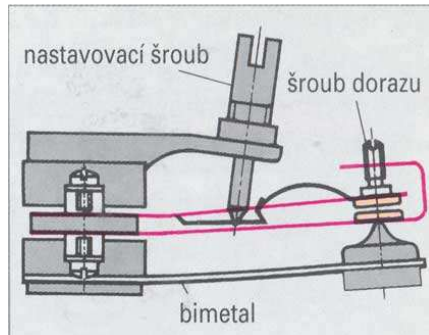
Zdroj obr: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Teplom%C4%9Br>

- jsou součástí **termostatů** v elektrických spotřebičích (žehličky, chladničky za účelem regulace teploty), při dosažení nastavené teploty proužek přerušuje elektrický obvod



Zdroj obr: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=45>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Zdroj obr: <http://kutil.elektrika.cz/jaky-material/zehlicka-1>

- **Spojování různorodých materiálů**
 - mají-li se pevně spojit dva materiály a má-li toto spojení odolávat teplotním změnám ⇒ nutné spojovat jen takové materiály, které mají součinitel teplotní délkové roztažnosti přibližně stejný (beton – betonářská ocel, lepidla a tmely ...)
 - stejná teplotní roztažnost **oceli** a **betonu** zajišťuje pevnost a stálost ocelobetonových konstrukcí
- **Skleněné varné nádoby**
 - vyrábí se z křemenného skla (teplotní součinitel délkové roztažnosti je mnohem menší než u obyčejného skla)
 - nádoby se dělají tenkostěnné ⇒ při zahřívání se rovnoměrně prohřívají, rovnoměrně roztahují ⇒ neprasknou

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST

Úloha 1:

Na čem závisí prodloužení tyče při zvýšení teploty?

Úloha 2:

Proč se při montáži elektrického vedení musejí dráty ponechat prověšené?

Úloha 3:

Proč jsou nádoby z laboratorního varného skla tenkostěnné?

Úloha 4:

Proč baňka svítilic žárovky praskne, jestliže na ni kápne voda?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST

Příklad 1:

S jakým prodloužením je třeba počítat u kolejnice, která má při nejnižší teplotě délku 20 m, jestliže se teploty pohybují od -30°C do 50°C ? ($\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$)

Příklad 2:

Ocelový drát ($\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$) má při teplotě -15°C délku 100 metrů. Určete jeho délku při teplotě 45°C .

Příklad 3:

Ocelovým drátem ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$), který má při teplotě 0°C délku 30 dm, prochází elektrický proud. Drát se proudem rozžhává a prodlouží o 18,5 mm. Určete jeho teplotu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 3

TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST

Příklad 4:

Mostní konstrukce je z oceli ($\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} K^{-1}$). Určete, o kolik procent se změní délkové rozměry při zvýšení teploty z $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Příklad 5:

Betonový sloup má při teplotě $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ objem 250 dm^3 . Určete, při jaké změně teploty se zmenší objem sloupu o $0,45\text{ dm}^3$. Součinitel teplotní délkové roztažnosti betonu je $1,2 \cdot 10^{-5} K^{-1}$.

Příklad 6:

Dvě tyče, železná ($\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} K^{-1}$) a zinková ($\alpha = 2,9 \cdot 10^{-5} K^{-1}$) mají při teplotě $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ stejnou délku. Pokud zvýšíme jejich teplotu o $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, bude rozdíl jejich délek 1 cm . Určete délky tyčí při teplotě $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PŘÍKLADY NA PROCVIČENÍ

- 1) Rámová vlákna sítě pavouka křížáka mají mez pevnosti asi 10 GPa a průměr asi 1 μm . Jaká maximální síla (nosnost) je může napínat, aniž se přetrhnou?
- 2) Jak se změní prodloužení hliníkového drátu, je-li tahová síla 4 krát větší a průměr drátu 3 krát větší?
- 3) Měděný drát délky 39 m a průměru 0,4 cm byl zatížen silou o velikosti 60 N. Určete prodloužení drátu. Modul pružnosti v tahu mědi je 120 GPa.
- 4) Hliníkový drát ($\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) má při teplotě 15 °C délku 3 m. Jakou délku bude mít při teplotě 100 °C?
- 5) Ocelovým drátem ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), jehož délka při teplotě 0 °C byla 3 m, procházel elektrický proud. Drát se proudem rozžhavlil a prodloužil o 18,5 mm. Vypočítejte jeho teplotu.
- 6) Vypočtete normálové napětí v ocelovém drátu s průřezem o obsahu 2,5 mm², je-li deformován tahem silami o velikosti 0,5 kN.
- 7) Určete prodloužení měděného drátu, který má počáteční délku 12 m, je-li normálové napětí 0,2 GPa. Modul pružnosti v tahu pro měď je 120 GPa.
- 8) Ocelový drát má délku 6 m a průřez o obsahu 3 mm². Modul pružnosti v tahu pro ocel je 0,2 TPa. Určete sílu, která způsobí jeho prodloužení o 5 mm.
- 9) Ocelové lano tvoří 20 drátů, z nichž každý má průměr 2 mm. Jakou silou se lano přetrhne, je-li mez pevnosti v tahu oceli pro lana 1 GPa?
- 10) Jaký je rozdíl délky hliníkového elektrického vedení mezi dvěma stožáry vzdálenými od sebe 200 metrů při teplotách -30 °C a 35 °C?
- 11) Ocelové pásmo má při teplotě 18 °C délku 25 metrů. Jaká je jeho délka při teplotě 30 °C? Součinitel teplotní délkové roztažnosti je $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
- 12) Most ocelové konstrukce ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) je při teplotě 0 °C dlouhý 250 metrů. O kolik se změní jeho délka, jestliže se teplota změní z -20 °C na 40 °C?
- 13) Koule z měkké oceli ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) má při teplotě 25 °C poloměr 1,5 cm. Určete její objem při bodu mrazu.
- 14) Hliníková nádoba má při teplotě 30 °C objem 2000 ml. Určete zvětšení nádoby při zvýšení teploty na 80 °C. ($\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)
- 15) Hliníková nádoba má při teplotě 20 °C objem 750 ml. Jak se změní její objem, zvýší-li se teplota o 55 °C? ($\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

Seznam použité literatury

1. E. SVOBODA, F. BARTÁK, M. ŠIROKÁ: Fyzika pro technické obory. SPN, 1989.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2. O. LEPIL, M. BEDNAŘÍK, R. HÝBLOVÁ R: Fyzika I pro SŠ. Prometheus 1993.
3. K. BARTUŠKA K: Sbírka řešených úloh z fyziky II. Prometheus 1997.
4. M. BEDNAŘÍK, E. SVOBODA, V. KUNZOVÁ: Fyzika II pro studijní obory SOU, SPN, 1988
5. K. BARTUŠKA K, E. SVOBODA: Molekulová fyzika a termika. Fyzika pro gymnázia. Prometheus 2004
6. V. KOHOUT: Fyzika zásobník úloh pro SŠ. Scientia, spol.s r.o., 2006

<http://www.sisinaaa.estranky.cz>

<http://www.meteopress.sk>

<http://www.ideje.cz>

<http://www.komenskeho66.cz>

<http://geologie.vsb.cz>

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia>

<http://www.klubjantar.net>

<http://www.google.cz>

<http://fyzika.smoula.net>

<http://mog.wz.cz>

<http://kdf.mff.cuni.cz>

<http://www.techmania.cz>

<http://www.3zscheb.unas.cz>

<http://fyzweb.cz>

<http://kutil.elektrika.cz>